

PÚBLICO

DOCUMENTO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

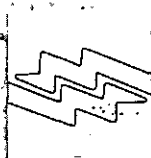
ECUADOR

PROYECTO HIDROELÉCTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

(EC0123)

INFORME GENERAL (BORRADOR)

ABRIL 1992



INECEL

REPUBLICA DEL ECUADOR

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

INFORME GENERAL

BORRADOR

ESTUDIOS REALIZADOS POR INECEL Y LA ASOCIACION DE FIRMAS CONSULTORAS

**ELECTROCONSULT - TRACHONEI - RODIO
ASTEC - INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES**

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

INFORME GENERAL

Borrador

Abril de 1992

INDICE

	Página
A. ESTRUCTURA DEL INFORME	1
B. SUMARIO, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	4
1. Sumario del Estudio	4
2. Conclusiones	11
3. Recomendaciones	13
1. INTRODUCCION	1-1
1.1 Autorización y alcance del estudio	1-1
1.2 Antecedentes	1-2
1.3 Sismo de marzo de 1987	1-3
1.4 Principales conclusiones de la Fase A	1-3
1.5 Agradecimientos	1-4
2. AREA DEL PROYECTO	2-1
2.1 Descripción general	2-1
2.2 La cuenca hidrográfica y su morfología	2-1
2.3 Accesos al área del proyecto	2-3
3. TOPOGRAFIA, CARTOGRAFIA Y CAMINOS	3-1
3.1 Información topográfica y cartográfica	3-1
3.1.1 Cartografía general de la cuenca	3-1
3.1.2 Aerofotogrametría	3-1
3.1.3 Topografía y cartografía de detalle	3-1
3.2 Caminos de accesos	3-2
4. HIDROLOGIA Y SEDIMENTOLOGIA	4-1
4.1 La información existente	4-1
4.1.1 Información meteorológica	4-2
4.1.2 Información pluviométrica	4-2
4.1.3 Información hidrométrica	4-2
4.1.4 Información sedimentológica	4-3
4.2 Climatología y pluviometría	4-3
4.2.1 Climatología	4-3
4.2.2 Pluviometría	4-4
4.3 Caudales	4-4

4.3.1	Generalidades	4-4
4.3.2	Río Coca al sitio Salado	4-5
4.3.3	Quebrada Granadillas al Compensador	4-6
4.3.4	Eventuales sitios de presas en el río Quijos	4-6
4.4	Estudio de crecidas	4-7
4.4.1	Metodología adoptada	4-7
4.4.2	Crecidas adoptadas para el río Coca al Salado	4-8
4.4.3	Crecidas adoptadas para la quebrada Granadillas	4-9
4.5	Estimación del transporte sólido	4-9
4.5.1	Río Coca al sitio Salado	4-10
4.5.2	Quebradas del embalse compensador	4-13
4.6	Evolución de la capacidad de los embalses	4-13
4.6.1	Embalse de la presa de derivación	4-13
4.6.2	Embalse Compensador	4-14
5.	IMPACTO AMBIENTAL	5-1
5.1	Presentación y contenido del estudio	5-1
5.1.1	Enfoque general del EIA	5-1
5.1.2	Alcance	5-1
5.1.3	Definición de las áreas de influencia	5-2
5.2	El ambiente actual	5-2
5.2.1	El ambiente físico	5-2
5.2.2	Suelos y disponibilidad de recursos	5-3
5.2.3	Diagnóstico biológico	5-3
5.3	Aspectos socioeconómicos	5-7
5.3.1	Descripción general	5-7
5.3.2	Actividades agropecuarias	5-8
5.3.3	Nivel de vida	5-9
5.4	La cascada San Rafael	5-9
5.5	Impactos del proyecto sobre el ambiente	5-10
5.5.1	Relación entre obras del proyecto y ambiente	5-10
5.5.2	Variación del régimen hidrológico y caudal ecológico mínimo	5-11
5.5.3	Impactos sobre el ambiente biológico	5-12
5.6	Efectos ambientales esperados en el curso de la obra	5-14
5.7	El Plan de Manejo Ambiental	5-15

5.7.1	Area de posible nueva colonización	5-15
5.7.2	La finca experimental	5-15
5.7.3	El Área de colonización existente	5-16
5.7.4	Salud	5-16
5.7.5	La Reserva Biológica del Machacuyacu	5-17
5.8	Inversiones y gastos para protección y manejo ambiental a cargo del proyecto	5-18
5.8.1	Consideraciones generales	5-18
5.8.2	Finca experimental	5-18
5.8.3	Infraestructuras en el área de nueva colonización	5-18
5.8.4	Area de colonización existente	5-19
5.8.5	Reserva Biológica del Machacuyacu	5-19
5.8.6	Resumen de inversiones y gastos de funcionamiento a cargo del proyecto	5-20
5.9	Consideraciones sobre el análisis costos/beneficios relacionado con el presente EIA	5-20
5.9.1	Consideraciones de carácter general	5-20
5.9.2	Determinación de los beneficios	5-21
6.	GEOLOGIA	6-1
6.1	Geología regional	6-1
6.1.1	Estratigrafía y litología	6-1
6.1.2	Estructura y tectónica	6-2
6.1.3	Hidrogeología	6-2
6.2	Investigaciones realizadas	6-3
6.3	Las obras del proyecto	6-7
6.3.1	Obras de captación	6-7
6.3.2	Túnel de Aducción	6-9
6.3.3	Embalse Compensador	6-14
6.3.4	Obras de generación	6-17
7.	VULCANOLOGIA Y SISMOLOGIA	7-1
7.1	Vulcanología	7-1
7.1.1	El complejo volcánico El Reventador	7-1
7.1.2	Tectónica	7-1
7.1.3	Caracterización petrológica y modelización del sistema eruptivo del Volcán El Reventador	7-2
7.1.4	Evaluación del riesgo volcánico	7-3
7.1.5	Conclusiones y recomendaciones	7-6
7.2	Sismología y Tectónica	7-6

7.2.1	Modelo sismotectónico y riesgo sísmico regional	7-7
7.2.2	Modelo sismotectónico y riesgo sísmico local	7-8
8.	MECANICA DE SUELOS Y MECANICA DE ROCAS	8-1
8.1	Mecánica de Suelos	8-1
8.1.1	Cimentaciones	8-1
8.1.2	Materiales para construcción	8-6
8.2	Mecánica de Rocas	8-9
9.	DESCRIPCION DEL SECTOR ELECTRICO	9-1
9.1	Análisis histórico del consumo y demanda máxima eléctrica	9-1
9.2	Proyección de la demanda eléctrica y curva de carga diaria	9-3
9.2.1	Proyección de la demanda eléctrica	9-3
9.2.2	Curva de carga diaria del sistema	9-7
9.3	Sistema eléctrico del país	9-8
9.3.1	Sistema de generación existente	9-10
9.3.2	Proyectos de generación para el corto plazo	9-10
9.3.3	Proyectos de generación disponibles para incorporarse al SNI en el mediano y largo plazo	9-10
9.4	Sistema de transmisión	9-12
9.4.1	Sistema existente y de inmediata construcción	9-12
9.4.2	Sistemas de transmisión futura	9-12
10.	SELECCION DEL FACTOR DE PLANTA	10-1
10.1	Antecedentes	10-1
10.1.1	Preselección inicial de alternativas	10-1
10.1.2	El evento del 5/3/1987 y sus consecuencias sobre el diseño	10-1
10.1.3	Selección de alternativas al final de la Fase A	10-2
10.1.4	Recomendaciones para optimizar el diseño en la Fase B	10-5
10.2	Identificación final de alternativas	10-6
10.3	Criterios de diseño adoptados	10-7
10.3.1	Obras de captación y desarenadores	10-7
10.3.2	Aducción	10-8
10.3.3	Compensador	10-11
10.3.4	Chimenea de equilibrio	10-14

10.3.5	Obras de caída	10-15
10.3.6	Casa de máquinas y sus obras anexas	10-17
10.3.7	Equipo electromecánico y líneas de transmisión	10-19
10.4	Producciones energéticas	10-20
10.4.1	Caudales disponibles	10-20
10.4.2	Caídas netas	10-20
10.4.3	Potencias y energías	10-21
10.5	Presupuestos y calendario de inversiones	10-21
10.5.1	Presupuestos	10-21
10.5.2	Calendario de inversiones	10-24
10.6	Comparación y selección	10-25
10.6.1	Comparación económica	10-25
10.6.2	Conclusiones	10-28
11.	SELECCION DE ALTERNATIVAS DE OBRAS COMPONENTES	11-1
11.1	Obras de captación	11-1
11.1.1	Antecedentes	11-1
11.1.2	Criterios de diseño	11-2
11.1.3	Alternativa básica con desarenador al exterior (Alternativa 1)	11-3
11.1.4	Alternativa con desarenador en subterráneo (Alternativa 2)	11-4
11.1.5	Segunda alternativa con desarenador al exterior (Alternativa 3)	11-4
11.1.6	Modelos hidráulicos y sus resultados	11-5
11.1.7	Problemas de operación y mantenimiento	11-6
11.1.8	Preselección de alternativas	11-7
11.1.9	Resultados finales del modelo hidráulico	11-6
11.1.10	Comparación y selección definitiva	11-10
11.2	Presa del embalse compensador	11-11
11.2.1	Criterios generales y parámetros de diseño	11-11
11.2.2	Tratamiento profundo de las cimentaciones	11-12
11.2.3	Presa en escollera con núcleo central en arcilla	11-13
11.2.4	Presa en escollera con pantalla en hormigón	11-14
11.2.5	Presa de hormigón compactado y rodillado	11-15
11.2.6	Presupuestos	11-17
11.2.7	Comparación y selección final	11-17
11.3	Obras de caída	11-18
11.3.1	Generalidades	11-18

11.3.2	Alternativa más superficial	11-18
11.3.3	Alternativa más profunda con pozo inclinado	11-19
11.3.4	Alternativa más profunda con pozo vertical	11-20
11.3.5	Preselección de alternativas	11-21
11.3.6	Investigaciones y estudios adicionales	11-22
11.3.7	Comparación y selección final	11-23
11.4	Casa de máquinas	11-24
11.4.1	Ubicación y orientación	11-24
11.4.2	Selección del tipo de turbina	11-24
11.4.3	Subestación	11-25
11.5	Líneas de transmisión	11-25
11.5.1	Alternativas examinadas	11-25
11.5.2	Comparación de las alternativas	11-26
11.5.3	Selección	11-26
11.5.4	Recorrido de las líneas	11-26
12.	LA SOLUCION ESCOGIDA	12-1
12.1	Obras de captación	12-1
12.1.1	Desvío y manejo del río	12-1
12.1.2	Condiciones de cimentaciones y tratamiento previsto	12-1
12.1.3	Vertederos	12-2
12.1.4	Dique en material suelto	12-3
12.1.5	Obras de toma y de limpieza	12-3
12.1.6	Conformación de las penínsulas entre los dos ramales	12-4
12.1.7	Desarenador	12-4
12.2	Túnel de aducción	12-5
12.2.2	Condiciones geológicas esperadas	12-5
12.2.3	Secciones típicas	12-6
12.3	Embalse Compensador	12-6
12.3.1	Presa	12-7
12.3.2	Otras obras	12-7
12.4	Obras de caída	12-8
12.4.1	Trazado	12-8
12.4.2	Condiciones esperadas de roca	12-9
12.4.3	Secciones típicas	12-9
12.5	Casa de máquinas, restitución y obras anexas	12-9

12.5.1	Disposición general	12-9
12.5.2	Cavernas	12-10
12.5.3	Equipo electromecánico	12-10
12.5.4	Accesos	12-11
12.5.5	Galería de restitución	12-11
12.5.6	Obras al exterior	12-12
12.6	Líneas de transmisión	12-12
13.	METODOLOGIA CONSTRUCTIVA E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	13-1
13.1	Caminos y campamentos	13-1
13.1.1	Caminos	13-1
13.1.2	Campamentos	13-2
13.2	Obras de captación y manejo del río	13-2
13.2.1	Canal de desvío y vertedero secundario	13-3
13.2.2	Ataguías principales y vertedero principal	13-4
13.2.3	Desarenador y terminación obras de captación	13-4
13.3	Túnel de aducción	13-5
13.3.1	Ventana 1 y tramo inicial	13-5
13.3.2	Ventana 2, tramo en derrumbe	13-6
13.3.3	Excavación con topo 1	13-6
13.3.4	Excavación con topo 2	13-7
13.4	Presa del embalse compensador	13-7
13.4.1	Túnel de desvío y ataguías	13-7
13.4.2	Construcción de la presa	13-8
13.4.3	Tratamientos	13-9
13.5	Obras de caída	13-9
13.5.1	Tramo subhorizontal final	13-9
13.5.2	Pozo vertical	13-10
13.6	Casa de máquinas	13-10
13.6.1	Túnel de acceso principal	13-10
13.6.2	Galería de cables (acceso secundario)	13-11
13.6.3	Galería de descarga	13-12
13.6.4	Excavación en casa de máquinas	13-12
13.6.5	Hormigones en casa de máquinas	13-13
13.6.6	Caverna de transformadores	13-13
13.7	Programación de las obras	13-14
13.7.1	Primera etapa	13-14

13.7.2	Segunda etapa	13-15
14.	PRESUPUESTO E INVERSIONES	14-1
14.1	Costos unitarios de las obras civiles	14-1
14.1.1	Generalidades	14-1
14.1.2	Análisis de los costos unitarios directos	14-2
14.1.3	Costos unitarios totales	14-2
14.2	Costo del equipo electromecánico	14-3
14.2.1	Equipo mecánico	14-3
14.2.2	Equipo eléctrico	14-3
14.3	Presupuesto	14-4
14.4	Calendario de inversiones	14-5
14.5	Costos de operaciones y mantenimiento	14-5
14.6	Costos ambientales	14-5
15.	EVALUACIONES ECONOMICAS	15-1
15.1	Planificación económica	15-1
15.1.1	Generalidades	15-1
15.1.2	Planes de equipamiento de las varias alternativas del proyecto	15-1
15.1.3	Actualización de los planes de equipamiento	15-2
15.1.4	Conclusiones	15-2
15.2	Parámetros económicos del proyecto	15-2
15.2.1	Generalidades	15-2
15.2.2	Costos	15-3
15.2.3	Beneficios	15-3
15.2.4	Casos analizados	15-3
15.2.5	Resultados obtenidos	15-3
16.	INVESTIGACIONES ADICIONALES	
16.1	Topografía	16-1
16.2	Hidrología y Sedimentología	16-1
16.3	Impacto ambiental	16-2
16.4	Geología	16-2
16.4.1	Embalse compensador	16-2
16.4.2	Tubería de presión	16-4
16.4.3	Casa de máquinas	16-4
16.5	Modelos hidráulicos	16-4

PLANOS

0209-B-1501	Ubicación del área del proyecto
0209-B-1502	Area del proyecto
0209-B-1503	Información topográfica y aerofotogramétrica
0209-B-1504	Estaciones hidrometeorológicas
0209-B-1505	Características meteorológicas
0209-B-1506	Caudales
0209-B-1507	Estudio de crecidas y concentración de sedimentos
0209-B-1508*	Impacto Ambiental Mapa morfopedológico
0209-B-1509*	Impacto Ambiental Mapa unidades ambientales
0209-B-1510*	Impacto Ambiental Mapa geomorfológico y de uso potencial
0209-B-1511	Impacto Ambiental Mapa plan de manejo
0209-B-1512*	Geología Mapa geológico del área de proyecto
0209-B-1513	Geología Mapa geoestructural del área del proyecto y sectores aledaños
0209-B-1514	Geología Area del proyecto cortes geológicos (Hoja 1 de 2)
0209-B-1515	Geología Area del proyecto cortes geológicos (Hoja 2 de 2)
0209-B-1516	Geología Investigaciones geotécnicas Mapa de ubicación
0209-B-1517	Geología Embalse Compensador Mapa geológico
0209-B-1518	Geología Embalse Compensador Cortes geológicos

0209-B-1519	Geología Túnel de Aducción Mapa geológico
0209-B-1520	Geología Túnel de Aducción Corte geológico
0209-B-1521	Geología Embalse Compensador Mapa geológico
0209-B-1522	Geología Presa del Embalse Compensador Alternativas Cortes geológicos
0209-B-1523	Geología Zona de Caída Mapa geológico
0209-B-1524	Geología Zona de Caída Cortes geológicos
0209-B-1525	Geología Casa de Máquinas Mapa geológico
0209-B-1526	Geología Casa de Máquinas Cortes geológicos
0209-B-1527	Geología Obras de Generación Corte geológico típico
0209-B-1528	Mecánica de Suelos Áreas de Préstamo Ubicación general
0209-B-1529	Mecánica de Suelos Área de Préstamo "Río Coca" Aluviales (Hoja 1 de 2)
0209-B-1530	Mecánica de Suelos Área de Préstamo "Río Coca" Aluviales (Hoja 2 de 2)
0209-B-1531	Mecánica de Suelos Área de Préstamo "Río Marker" Materiales laharríticos

0209-B-1532	Mecánica de Suelos Sitio Salado Cortes estratigráficos (Hoja 1 de 3)
0209-B-1533	Mecánica de Suelos Sitio Salado Cortes estratigráficos (Hoja 2 de 3)
0209-B-1534	Mecánica de Suelos Sitio Salado Cortes estratigráficos (Hoja 3 de 3)
0209-B-1535	Sismología Zonas sismogénicas
0209-B-1536	Sismología Red sísmica Áreas de concentración de epicentros
0209-B-1537	Sistema Nacional Interconectado y mercado eléctrico
0209-B-1538	Sistema Nacional Interconectado Líneas de transmisión del proyecto
0209-B-1539	Alternativas de factor de planta Planta y datos característicos
0209-B-1540	15 Alternativas de factor de planta Resumen de parámetros económicos
0209-B-1541*	El proyecto Planta general y datos característicos
0209-B-1542	Infraestructura de las obras Accesos al área del proyecto
0209-B-1543	Infraestructura de las obras Puentes
0209-B-1544	Captación filo de agua Salado Planta
0209-B-1545	Captación filo de agua Salado Cortes
0209-B-1546	Captación filo de agua Salado Obra de toma Planta y cortes
0209-B-1547	Captación filo de agua Salado Desarenador Cortes y detalles

0209-B-1548	Túnel de Aducción Planimetría general
0209-B-1549	Túnel de Aducción Perfil
0209-B-1550	Túnel de Aducción Cortes típicos
0209-B-1551	Embalse Compensador Planimetría general y cortes
0209-B-1552	Embalse Compensador Presa y cortes
0209-B-1553	Embalse Compensador Desvío y descarga de fondo
0209-B-1554	Obras de Generación Conjunto de las obras
0209-B-1555	Obras de Generación Salida Túnel de Aducción y Obra de Toma y de la Tubería Forzada
0209-B-1556	Obras de Generación Tubería Forzada Planta, perfil y cortes
0209-B-1557	Obras de Generación Casa de Máquinas Planta y perfiles
0209-B-1558	Obras de Generación Casa de Máquinas Cortes
0209-B-1559	Obras de Generación Casa de Máquinas Galerías de Descarga y Acceso
0209-B-1560	Obras de Generación Patio de Salidas Líneas, planimetría, cortes y detalles
0209-B-1561	Obras de Generación Casa de Control Planta y cortes
0209-B-1562	Construcción de obras Campamento principal Planimetría

- 0209-B-1563 Construcción de obras
 Captación Salado
 Manejo del río
- 0209-B-1564 Obras Civiles y Equipo Electromecánico
 Cronograma de construcción

* Planos en colores.

A. ESTRUCTURA DEL INFORME

El presente informe y sus anexos constituyen los documentos básicos del Estudio de Factibilidad del proyecto hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair.

Estudios anteriores sobre el potencial hidroeléctrico del río Coca se habían llevados a cabo en forma sistemática a partir de 1976, analizando solamente, a nivel de prefactibilidad, el desarrollo del potencial hidroenergético del río.

Por lo tanto, este informe presenta el primer estudio completo a nivel de factibilidad del aprovechamiento del río Coca, que aprovecha de la fuerte caída existente entre la confluencia de los ríos Salado y Quijos y el sitio denominado Codo Sinclair.

El informe presenta los resultados de las dos fases subsecuentes que comprendió el estudio:

- Selección de alternativas (Fase A), completada en mayo de 1988.
- Estudio de factibilidad de la primera etapa de la alternativa seleccionada (Fase B).

Estructura del Informe Completo de Factibilidad

En vista de la importancia del proyecto y del orden de magnitud de las obras involucradas, los documentos que se entregan contienen mayores informaciones de las que normalmente se encuentran en estudios similares.

La documentación completa consiste de un Informe General en un solo tomo y de 18 Anexos con un total de 22 tomos.

El informe general presenta la información utilizada, describe someramente las investigaciones que se efectuaron e ilustra las alternativas analizadas, particularmente la escogida dentro del Sistema Nacional Interconectado.

Los diferentes Anexos detallan en cada una de las áreas, las investigaciones, pruebas de laboratorio y todos los estudios específicos que se llevaron a cabo.

La documentación completa del estudio de factibilidad se compone por lo tanto de los siguientes informes:

0209-B-150	INFORME GENERAL
0209-B-151	ANEXO A: Topografía, Cartografía y Caminos
0209-B-152	ANEXO B: Hidrología y Sedimentología
0209-B-153	ANEXO C: Impacto Ambiental del Proyecto
0209-B-154	ANEXO D: Geología
0209-B-155	ANEXO E: Geofísica
0209-B-156	ANEXO F: Perforaciones y Galerías Exploratorias
0209-B-157	ANEXO G: Vulcanología
0209-B-158	ANEXO H: Sismología y Tectónica
0209-B-159	ANEXO I: Mecánica de Suelos
0209-B-160	ANEXO J: Mecánica de Rocas
0209-B-161	ANEXO K: Selección de Alternativas del Factor de Planta
0209-B-162	ANEXO L: Selección de Alternativas de Obras Componentes
0209-B-163	ANEXO M: Equipos Electromecánicos
0209-B-164	ANEXO N: Metodología Constructiva y Presupuesto del Proyecto
0209-B-165	ANEXO O: Obras Subterráneas
0209-B-166	ANEXO P: Análisis Geotécnicos, Hidráulicos y Estructurales
0209-B-167	ANEXO Q: Modelos Hidráulicos
0209-B-168	ANEXO R: Evaluaciones Económicas

Contenido del Informe General

El Informe General solo ha dividido en 2 partes: la primera parte muy condensada que presenta también un sumario y conclusiones en dos capítulos:

Capítulo A:	Estructura del Informe
Capítulo B:	Sumario y Conclusiones del Estudio

La segunda parte, más extensa, presenta una exposición de todos los lineamientos generales del estudio que se desarrolla en 16 capítulos:

Capítulo 1	Introducción
Capítulo 2	Area del Proyecto
Capítulo 3	Topografía
Capítulo 4	Hidrología y Sedimentología
Capítulo 5	Impacto Ambiental
Capítulo 6	Geología
Capítulo 7	Vulcanología y Sismología
Capítulo 8	Mecánica de Suelos y Mecánica de Rocas
Capítulo 9	Descripción del Sector Eléctrico
Capítulo 10	Selección de Alternativas del Factor de Planta
Capítulo 11	Selección de Alternativas de Obras Componentes
Capítulo 12	La Solución Escogida
Capítulo 13	Metodología Constructiva e Implementación del Proyecto
Capítulo 14	Presupuestos e Inversiones
Capítulo 15	Evaluaciones Económicas
Capítulo 16	Investigaciones Adicionales

Los capítulos 2 al 9 presentan el marco general de información, investigaciones o estudios básicos de soporte para el estudio de factibilidad.

Los capítulos 10 y 11 describen y comparan las alternativas analizadas del factor de planta y de las obras componentes.

Los capítulos 12 al 14 ilustran la solución escogida, la metodología constructiva adoptada, el presupuesto del proyecto y el calendario de inversiones previsto.

Finalmente, los capítulos 15 y 16 presentan, respectivamente, la evaluación económica del proyecto y las investigaciones adicionales recomendadas para el diseño definitivo.

R. SUMARIO, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Sumario del Estudio

El estudio empezado en marzo de 1986 se lo llevó adelante en dos fases: Fase A, de selección de alternativas, hasta mayo de 1988 y Fase B de optimización y factibilidad de la alternativa seleccionada del proyecto Coca-Codo Sinclair, desde mayo de 1990 hasta abril de 1992.

Area del Proyecto

El área del proyecto está constituida por la cuenca del río Coca hasta el sitio Salado, que cubre una superficie de 3.600 km². La cuenca está bordeada por la Cordillera Central con cumbres que superan los 5.700 m de altura, como el Cayambe y el Antisana y por otras elevaciones menores. El área del estudio se sitúa en la provincia del Napo y está servida por la carretera Lago Agrio-Quito.

Hidrología

La cuenca se caracteriza por precipitaciones bastante altas a lo largo de todo el año, con un valor promedio que se acerca a los 3.000 mm. En su parte baja, cerca de las obras del proyecto, llega hasta valores del orden de 5.000-7.000 mm. En general, no se observan pronunciadas variaciones estacionales de precipitación a lo largo del año, siendo normalmente junio el mes más lluvioso y diciembre el mes más seco.

El caudal promedio del río Coca en el sitio Salado es de 292,0 m³/s (restándose los 3 m³/s derivados para el acueducto Papallacta-Quito), lo que corresponde a una contribución específica superior a 80 l/s km². El caudal diario garantizado en el 90% del tiempo es de 127,0 m³/s.

Los valores estimados de las crecientes resultan de 6.000 y de 7.500 m³/s, para periodos de recurrencia de 1.000 y 10.000 años, respectivamente.

El transporte sólido total es bastante alto en toda la cuenca del río Coca. En el sitio Salado, después del evento del 5 de marzo, ha alcanzado hasta 23 millones de toneladas por año.

Impacto Ambiental

El proyecto Coca-Codo Sinclair debido a las características de sus obras, descritas más adelante, es un proyecto ecológicamente limpio con muy pocos efectos negativos sobre el ambiente; entre éstos se mencionan únicamente la penetración en un área poco poblada y la reducción del caudal en la cascada de San Rafael.

Es indispensable, por lo tanto, controlar esta penetración y establecer zonas de colonización dirigida en las que se propongan alternativas de uso, acordes con las características ecológicas de la zona, en vista de que la presencia de los caminos de acceso acelerará, de cualquier manera, ocupación de la tierra que ya se encuentra en curso.

Paralelamente se tendrá que determinar cual debe ser el caudal mínimo a mantenerse para no reducir la belleza estética de la cascada y para no afectar el ecosistema local; por el momento y de forma muy conservadora este caudal se le ha asumido igual al mínimo registrado de 56,8 m³/s.

Además, con el fin de preservar el medio ambiente del área afectada por las pocas obras a cielo abierto, se sugiere crear una zona refugio de la fauna silvestre en el bosque pluvial, de características muy singulares, que se encuentra en la cuenca cercana del río Machacuyacu.

La construcción del proyecto facilitará el desarrollo del ecoturismo aprovechando las bellezas escénicas tales como, el volcán El Reventador, la cascada San Rafael y en general, el paisaje, la flora y la fauna del área.

Geología

El área del proyecto ocupa un sector de la vertiente oriental de la Cordillera Real, estructural y morfológicamente transicional entre la cordillera y la llanura amazónica. En este sector el relieve principal es el volcán El Reventador, que domina el amplio valle del río Coca. Este centro volcánico es uno de los más alejados hacia el oriente respecto al arco magmático ecuatoriano y está emplazado a muy corta distancia de la franja de los cabalgamiento de la Cordillera Real, en una zona geológicamente muy compleja y sujeta a grandes movimientos tectónicos compresivos, debido a la convergencia intracontinental entre la cordillera y la plataforma amazónica.

El basamento de la región, en la cual se incluye el área del proyecto, está constituido por una serie de rocas volcánicas cretácico-jurásicas de la formación Misahuallí y por una serie de unidades estratigráficas subhorizontales, representada por las formaciones cretácicas Hollín, Napo y Tena. Todas estas formaciones fueron afectadas por episodios intrusivos localizados. Los productos de las diferentes fases evolutivas del complejo volcánico El Reventador

ocupan, en forma predominante, la margen izquierda del valle del río Coca entre los ríos Salado y Dué.

Todas las obras subterráneas de aducción y generación están ubicadas en la margen derecha y relacionadas con las formaciones inferiores de la secuencia antes indicada, es decir con las formaciones Misahuallí y Hollín. Las obras de captación en el sitio Salado, ubicadas en la angosta garganta entre el morro rocoso y la margen derecha, por donde fluye actualmente el río Coca, están relacionadas con las rocas granodioríticas del cuerpo intrusivo aflorante en la zona y con los potentes depósitos aluviales que forman el relleno del paleocauce existente entre el morro y la margen izquierda del valle.

Vulcanología

El área del proyecto incluye un centro eruptivo activo, el volcán El Reventador, que se levanta sobre la orilla izquierda del valle del Coca, entre los valles del Salado y del Dué; el río Malo forma el drenaje occidental del volcán.

Los estudios geovulcanológicos y las investigaciones petroquímicas realizadas han permitido distinguir tres etapas evolutivas del volcán, que corresponden a las tres unidades siguientes: el Complejo Volcánico Basal, el Volcán Paleoreventador y el cono actual.

El cono de El Reventador actual se eleva dentro de un gran anfiteatro producido por el derrumbe que, hace unos 19.000 años, afectó los depósitos del Volcán Paleoreventador. La última erupción de El Reventador se presentó en 1976. Todos los datos obtenidos durante el estudio fueron utilizados para la formulación de un modelo de funcionamiento del volcán que ha servido como base para la evaluación del peligro relacionado con su actividad eruptiva, llegando a las conclusiones siguientes:

- Se considera improbable que fenómenos eruptivos relacionados con el volcán El Reventador, puedan afectar en manera seria las obras previstas para el proyecto. Por lo tanto, el riesgo volcánico en sí puede ser considerado despreciable en su conjunto.
- Sin embargo, fenómenos de movilización de materiales inestables saturados de agua de las laderas del edificio volcánico, causados por sismos y/o violentas lluvias, del tipo del ocurrido a consecuencia del terremoto del 5 de marzo de 1987, representan un peligro potencial para las obras de captación. El terremoto del 5 de marzo de 1987 puede representar el evento máximo de referencia para la evaluación del impacto que estos fenómenos pueden tener sobre el proyecto.

Sismología y Tectónica

Para la evaluación del riesgo sísmico en el área del proyecto se recopiló inicialmente una gran cantidad de datos de campo y toda la

información bibliográfica disponible. Posteriormente se instaló una red microsísmica local orientada principalmente a integrar y complementar los datos sobre la tectónica activa, pudiéndose de tal manera interpretar la sismicidad observada durante los primeros seis meses de operación de la red, dentro del marco de la tectónica local.

Los estudios de riesgo sísmico regional (o de campo lejano) y local (o de campo cercano) para la definición del diseño sísmico de las obras, han sido acompañados por un análisis detallado de los diferentes aspectos relacionados con la tectónica de la región andina y de los sectores limítrofes a los sitios de las obras. Se han definido dos modelos sismotectónicos, uno regional y el otro local.

El primero ha sido utilizado para la evaluación probabilística del riesgo sísmico determinado por la presencia de las zonas sismogénicas de la depresión interandina y del frente de cabalgamiento subandino.

El segundo modelo, en el cual se encuentra ubicada el área del proyecto, está caracterizado por la gran estructura anticlinal del Levantamiento del Napo limitada al occidente por una serie de cabalgamientos inclinados que constituyen el contacto tectónico con las unidades metamórficas de la Cordillera Real. Con base en este modelo y en el análisis de los eventos registrados por la red microsísmica se puede adelantar que:

- la localización de los eventos presenta una notable coherencia con el cuadro tectónico reconocido,
- la actividad sísmica es bastante superficial,
- los epicentros se agrupan en tres áreas principales: al oeste del volcán El Reventador, al sur de la confluencia de los ríos Quijos y Salado y en el sector del Codo Sinclair,
- la sismicidad local observada en el período de registro es de modesta intensidad,
- la mayor parte de la actividad se ubica al este de los cabalgamientos andinos principales.

Condiciones de cimentación

En el sitio de captación Salado, la morfología del valle está definida por la presencia de un morro granodiorítico que separa el cauce actual del río Coca, de un paleocauce de dirección variable, rellenos ambos por depósitos aluviales, lacustres y laharríticos, cuyo espesor máximo es del orden de 220 m y cuya compacidad es variable en función de la forma y antigüedad de depositación.

En base a la secuencia estratigráfica y a la zonificación geotécnica realizada en la zona del paleocauce, se consideró que salvo

algunas capas superficiales, que seguramente serán eliminadas por las excavaciones, se tiene suelos de aceptable capacidad de carga y baja compresibilidad, de modo que constituyen suelos de buenas características para sustentar cimentaciones directas, en el área que ocuparán el vertedero izquierdo, dique y obras anexas.

Sucesión de capas granulares, intercaladas con otras de origen lacustre, normalmente consolidadas en general, y por tanto de inferiores características mecánicas. Se deberá, por lo tanto, realizar una precarga del suelo, mediante un terraplén fabricado con el material proveniente de las excavaciones y mantenido durante el tiempo necesario para reducir los asentamientos a valores permisibles.

En toda el área se tiene el problema de filtraciones por la base, a través de los depósitos aluviales, razón por la cual se deberán diseñar pantallas o diafragmas de impermeabilización.

Un aspecto delicado estará relacionado con la ejecución de las excavaciones y el control del nivel freático, con referencia a la estabilidad del fondo de las excavaciones. La solución a adoptarse consistirá en la construcción de pantallas de impermeabilización provisionales que cierren el área a ser excavada. Se complementará lo anterior con la perforación de pozos en el fondo de la excavación, que bombearán hacia afuera el agua proveniente de las filtraciones.

En el sitio de la presa del Embalse Compensador superficialmente se encuentran cenizas volcánicas muy intemperizadas, depositadas sobre suelos residuales de la formación Napo, bajo los cuales se tienen rocas de la misma formación y a continuación las rocas de la formación Hollín, que presentan una capa superficial, de unos 25 m de espesor, muy descomprimida y por consiguiente de menor resistencia y mayor permeabilidad.

Para el tipo y altura de presa diseñados, sin embargo, no se prevén problemas de capacidad portante ni de asentamientos. En lo referente a la alta permeabilidad local, deberá controlarse mediante una profunda cortina de inyecciones.

Las obras complementarias que afecten a los suelos superficiales deberán considerar las pobres características mecánicas de éstos, tanto en lo referente a capacidad portante y asentamientos, como en lo relativo a estabilidad de taludes, naturales o artificiales, vecinos de las obras.

Materiales de construcción

Para la construcción de las obras de captación y parte de la aducción, se han identificado en los ríos Salado y Coca, en zonas muy cercanas al proyecto, depósitos aluviales recientes de buena calidad, que se utilizarán como agregados para hormigón y también como materiales granulares o para enrocamientos.

En forma alternativa se pueden utilizar los afloramientos de roca existentes en zonas muy cercanas al proyecto, sea provenientes de las roca volcánicas de la formación Misahuallí o del intrusivo granodiorítico, ambos con calidad suficiente para los fines propuestos.

Para el dique de sección homogénea se utilizará el material de depósitos de avalancha del volcán El Reventador localizado aguas abajo del sitio de presa.

Para las obras relacionadas con el Embalse Compensador y para aquellas relativas a la generación y restitución, los materiales necesarios se obtendrán por trituración de los afloramientos rocosos existentes en la zona, en vista de la ausencia de materiales granulares naturales.

Así para las obras cercanas al Embalse Compensador, los materiales granulares de enrocamiento y los agregados de hormigón se obtendrán de la cantera "Mirador", constituida por un afloramiento granodiorítico de muy buena calidad, localizado a 4 km al noroeste del sitio de presa.

Para algunas secciones de la presa, en forma alternativa, se puede utilizar la arenisca de la formación hollín, localizada en las partes baja y media de las laderas de la quebrada Granadillas, en el sitio mismo de cierre.

Para las obras de generación y restitución se pueden utilizar los materiales rocosos provenientes de las excavaciones necesarias para construir dichas obras, provenientes de las rocas volcánicas de la formación Misahuallí, siempre que se desechen los materiales alterados superficiales.

Mecánica de rocas

Para definir los principales parámetros geomecánicos para el diseño de las obras subterráneas se procedió a realizar ensayos de mecánica de rocas en laboratorio sobre los testigos obtenidos de los sondeos ejecutados para el túnel de aducción, la presa del embalse compensador y las obras de generación y en campo en las galerías exploratorias excavadas en el sitio Salado, a la salida del túnel y en la margen derecha del sector Codo Sinclair.

Para sintetizar las informaciones obtenidas con los ensayos se elaboró una tabla de clasificación formada por cinco diferentes tipos de roca de calidad óptima a muy mala, a las cuales se han referido los parámetros geomecánicos de los tres macizos rocosos estudiados: intrusivo granodiorítico, formación Hollín y formación Misahuallí que estarán afectados por las obras subterráneas del proyecto.

En general las condiciones geomecánicas de estos macizos son medianamente buenas, salvo en los niveles más superficiales donde la

roca se encuentra siempre descomprimida y alterada y en los sectores cercanos a los accidentes estructurales.

Selección final de alternativas

El aprovechamiento seleccionado en la Fase A del estudio consistía en un esquema con factor de planta de 0,7 constituido por una presa a filo de agua en el sitio Salado, un túnel de aducción de 24,9 km hacia el embalse compensador Granadillas-Los Loros, obras de caída y casa de máquinas en subterráneo en proximidad del Codo Sinclair.

Este aprovechamiento durante la Fase B del estudio fue reanalizado haciendo variar el valor del factor de planta y reconsiderando la chimenea de equilibrio como alternativa posible al compensador. Se habían identificado 9 alternativas relacionadas a valores del factor de planta variables entre 0,65 y 1 de las cuales 4 preveían, por lo menos en primera etapa, la presencia de una chimenea de equilibrio en lugar del compensador.

De la comparación de dichas alternativas salió como más atractiva la Alternativa 4 con factor de planta 0,8, tanto en primera como en segunda etapa que prevé un solo embalse compensador en la quebrada Granadillas cuyos niveles de agua no afectan la formación Napo, que presenta taludes muy inestables.

Optimización de obras componentes

Una vez seleccionada la alternativa se han optimizado las principales obras componentes la misma y en particular:

- las obras de captación
- la presa para el embalse compensador
- las obras de caída

Para las obras de captación, con el soporte de dos modelos hidráulicos realizados en la Escuela Politécnica Nacional de Quito, se han analizado tres alternativas: dos (Alternativa 1 y 3) con el desarenador al exterior al lado izquierdo del morro y una (Alternativa 2) con el desarenador en subterráneo al lado derecho del cauce actual del río Coca.

Las dos alternativas con desarenador al exterior se diferenciaban por la ubicación de la obra de toma: respectivamente al lado derecho del canal de desvío para la Alternativa 1 y al lado izquierdo del cauce actual del río Coca para la Alternativa 3.

De varios análisis comparativos que han tomado en cuenta ya sea aspectos de carácter hidráulico como económico, constructivo y de operación, se escogió la Alternativa 1 con desarenador al exterior y toma en el canal de desvío después de haber modificado este último para que la toma quede al exterior de una curva para reducir la cantidad de sedimentos entrantes en la misma.

La misma alternativa seleccionada fue posteriormente optimizada en base a las indicaciones obtenidas con los modelos hidráulicos.

Para la presa del embalse compensador se han identificado otra vez 3 alternativas: una en escollera con núcleo central en arcilla, otra en escollera con pantalla de hormigón en su cara de aguas arriba y una tercera en hormigón compactado y rodillado.

A pesar de los parámetros económicos más favorables a la alternativa en hormigón compactado con rodillos se escogió, esencialmente para las condiciones de cimentación de la presa, la alternativa de escollera con pantalla en hormigón siendo la tercera alternativa con núcleo en arcilla de difícil ejecución con las condiciones climáticas del sitio.

También para las obras de caída se han considerado tres alternativas de trazado: una más superficial que repite el trazado adoptado en la Fase A, y otra dos más adentro en el macizo con caída inclinada o vertical.

Por el momento se ha seleccionado la alternativa más profunda con pozo vertical quedando todavía a ser definida la ubicación final del pozo mismo.

2. Conclusiones

La solución escogida del proyecto hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair consiste en un aprovechamiento a filo de agua con captación en el sitio Salado y restitución en el Codo Sinclair que dispone de una caída bruta de 630 m y de un caudal derivado continuo de 63,5 m³/s en primera etapa y de 127,0 m³/s a desarrollo completo del proyecto.

El aprovechamiento con factor de planta 0,8 está previsto desarrollarse en dos etapas de características similares, que permiten respectivamente la instalación de una potencia nominal de 432 y 427 MW y una energía anual bruta respectivamente de 2.978 y 2.931 GWh.

Las obras principales de primera etapa que constituyen el aprovechamiento son:

- Obra de captación a filo de agua en el sitio Salado, con nivel de operación normal a la cota 1.275 y con una altura sobre las cimentaciones de 23 metros, equipada con dos vertederos libres uno principal en el cauce actual del río Coca y el otro secundario en el canal de desvío; capacidad de descarga máxima de los vertederos de 20.000 m³/s, lo cual conservadoramente se estima fue el valor correspondiente al fenómeno ocurrido el 5 de marzo de 1987.
- Toma ubicada al lado derecho del canal de desvío con doble sistema de limpieza de la zona de embocadura uno a continuación del vertedero secundario y el otro por debajo de la toma misma.

- Desarenador al exterior, diseñado para sedimentar partículas de diámetro superior a 0,25 mm, equipado con sistema automático de limpieza y de ductos de purga que trabajan generalmente a flujo libre.
- Túnel de aducción hacia el embalse compensador, de un largo de 24,9 km y un diámetro de excavación de 5,4 m; la gran mayoría del túnel será excavada con el empleo de dos topes equipados de escudo protector. Solamente el 40% del túnel está previsto ser revestido.
- Embalse compensador con volumen útil de $530 \times 10^3 \text{ m}^3$, previsto en la parte alta de la quebrada Granadillas con niveles de operación variables entre 1.216 y 1.229,5 que no afectan la formación Napo.
- Presa compensadora en escollera con pantalla de hormigón de 53,5 m de altura máxima y volumen de unos $320 \times 10^3 \text{ m}^3$ ubicada unos 450 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada de Los Loros.
- Tubería de presión de unos 1.300 m de largo con un pozo vertical de unos 450 m, dividida en dos partes, la inicial revestida en hormigón, con diámetro interno de 4,6 m y la terminal blindada en acero con diámetro de 4,2 m.
- Casa de máquinas en subterráneo unos 550 m adentro en el macizo rocoso constituida por dos cavernas, una que contiene 3 unidades tipo Pelton a eje vertical con 144 MW de potencia cada una y la otra que contiene los transformadores monofásicos de 13,8/230 kV y la subestación en SF6.
- Túnel de restitución en herradura de 5,8 m de diámetro y unos 640 m de largo con el fondo del portal de salida a la cota 600,5.
- Línea de transmisión a 230 kV de doble circuito de 151 km de largo hasta llegar en las cercanías de Quito.

Todos los principales datos característicos de la primera etapa del proyecto hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair, se indican detalladamente en el Cuadro 1, al final de esta parte B del informe.

Cabe anotar que por un lado la mayoría de las obras se ubican en subterráneo en el macizo volcánico de la formación Misahuallí, que no fue afectado por los acontecimientos del 5 de marzo de 1987 y por otro las obras al exterior, en particular aquellas de captación a lo largo del río Coca, están diseñadas para soportar una eventual repetición del acontecimiento ocurrido en marzo de 1987.

El presupuesto total de la primera etapa incluyendo las líneas de transmisión y sin intereses intercalares alcanza los 443,8 millones de dólares a enero de 1991 y el de segunda etapa los 294,2 millones de dólares, resultando el costo de la potencia instalada respectivamente de 1.045 y de 663 US\$/kW según las etapas. Estos valores suben

respectivamente a 1.341 y 783 US\$/kW añadiendo los intereses intercalares al 8%. El costo de la energía primaria siempre con tasa de interés al 8% y con costos de operación y mantenimiento del 1,3%, resulta según las etapas, respectivamente de 18,4 y de 10,9 miles de dólares.

La variación de los costos unitarios de potencia y energía por efecto de las inversiones relacionada al impacto ambiental es mínima.

Si se excluyen las líneas de transmisión los costos unitarios de la primera etapa del proyecto resultan los siguientes: costo de la potencia instalada sin intereses intercalares 935,2 US\$ y 1.200,1 US\$ con intereses intercalares; costo de la energía primaria 16,3 miles de dólares.

Para la primera etapa prevista, cuya entrada en operación podría ocurrir en el año 2002 se estima necesario un período de construcción de 6,5 años, mientras para la segunda que entrará en operación a continuación de la primera, cuando el mercado eléctrico lo requiera, el período de construcción se reduce a 5 años.

Del análisis de Planificación de INECEL, el proyecto Coca-Codo Sinclair, está resultando muy interesante dentro del sistema del país; la fecha de entrada en operación de su primera etapa será definida con la actualización del Plan Maestro en curso.

Los indicadores económicos de la primera etapa del proyecto, con tasa de actualización al 8%, calculados con la potencia y la energía primaria neta y tomando en cuenta el costo de las líneas (que alcanza los 50 millones de dólares) son los siguientes: B/C 1,62 y B-C, actualizado al año de inicio de la operación, = 401,4 millones de dólares. Estos valores añadiendo costos y beneficios relacionados al impacto ambiental suben o bajan muy poco según los escenarios considerados.

Los correspondientes valores de la segunda etapa resultan aún más atractivos es decir B/C = 2,52 y B-C = 577,5 millones de dólares.

Sin tomar en cuenta las líneas de transmisión los parámetros económicos de la primera etapa del proyecto aumentan como se indica a continuación: B/C = 1,32 y B-C = 474,5 millones de dólares.

3. Recomendaciones

Dado el alto interés del proyecto en el marco de la situación energética del país se recomienda una pronta decisión de INECEL en dar los pasos adecuados para que el proyecto pueda entrar en operación lo más pronto posible y en particular que se continúe inmediatamente con el diseño definitivo.

Este último en general no requiere muchos estudios e investigaciones adicionales por la cantidad y calidad de trabajo llevado adelante durante el estudio de factibilidad.

Entre los aspectos de estudio que tendrán que ser reanalizados se mencionan los siguientes:

- Examen del funcionamiento hidráulico del conjunto obra de toma, desarenador y sistema de limpia de este último con el soporte de unos nuevos modelos hidráulicos.
- Estudio hidrogeológico de la zona del embalse compensador para definir mejor el sistema de inyección y drenaje asociado a la presa compensadora.
- Disposición definitiva de las obras de caída a la luz de nuevas investigaciones geológicas profundas.
- Análisis dinámico de las principales obras al exterior a la luz de las últimas interpretaciones de los datos de la red sísmica.

Cuadro 1

 PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR. I ETAPA
 DATOS CARACTERISTICOS

HIDROLOGIA

Area de la cuenca (sitio Salado)	3.600,0	km ²
Caudal promedio	292,0	m ³ /s
Caudal 90% diario	127,0	m ³ /s
Creciente máxima de 10.000 años	7.500,0	m ³ /s
Creciente catastrófica	20.000,0	m ³ /s

OBRAS DE CAPTACION

Altura máxima puente sobre cimentaciones	38,1	m
Altura máxima umbral sobre cimentaciones	23,6	m
Ancho neto vertedero principal	110,0	m
Ancho neto vertedero secundario	66,0	m
Nivel agua máximo ord. (NAMO)	1.275,0	m s.n.m.
Nivel agua máximo exc. (NAME)	1.283,2	m s.n.m.

TUNEL DE ADUCCION

Caudal de diseño	63,5	m ³ /s
Diámetro de excavación promedio	5,4	m
Longitud total	24,9	km
Longitud tramos revestidos en hormigón	10,7	km
Longitud tramos no revestidos	14,2	km

EMBALSE COMPENSADOR

Altura máxima presa	53,5	m
Volumen presa (escollera)	318,0	10 ³ m ³
Nivel agua mínimo (NAMI)	1.216,0	m s.n.m.
Nivel agua máximo ord. (NAMO)	1.229,5	m s.n.m.
Nivel agua máximo exc. (NAME)	1.231,1	m s.n.m.
Cota coronación	1.233,5	m s.n.m.
Volumen total embalse	812,0	10 ³ m ³
Caudal de diseño vertedero	151,0	m ³ /s
Caudal de diseño descarga de fondo	12,0	m ³ /s

TUBERIA DE BAJA Y ALTA PRESION

Caudal de diseño	80,25	m ³ /s
Diámetro tubería en hormigón	4,6	m
Diámetro tubería en acero	4,2	m
Longitud tubería en hormigón	1.418,7	m
Longitud máxima tubería en acero (incluyendo distribuidor)	425,0	m

Cuadro 1 (Continuación)

CASA DE MAQUINAS

Factor de planta	0,8	-
Ancho	24,0	m
Altura	44,5	m
Longitud	86,0	m
Caída neta	609,0	m
Potencia instalada	432,0	MW
Número de grupos	3	-
Potencia unitaria	144,0	MW
Energía primaria anual	2.978,3	GWh/año

TUNEL DE DESCARGA

Diámetro interno	5,8	m
Longitud	643,3	m

LINEA DE TRANSMISION

Número de líneas	1	-
Número de circuitos	2	-
Voltaje	230,0	kV
Longitud	151,0	km

1. INTRODUCCION

1.1 Autorización y alcance del estudio

En los estudios generales relativos al Plan Nacional de Electrificación, se ha convenido en que una de las cuencas hidrográficas más importantes del Ecuador, desde el punto de vista hidroeléctrico, es la del río Coca, razón por la cual se decidió realizar los estudios requeridos para su adecuado aprovechamiento.

En tal virtud, con fecha 12 de febrero de 1986, INECEL, después de un proceso de selección de Consultores, suscribió el contrato de Consultoría No. 05/86 con la Asociación de firmas Consultoras Electroconsult-Tractionel-Rodio/Astec-Inelin-Ingeconsult-Caminos y Canales, cuyo alcance y objetivos eran los de prestar a INECEL todos los servicios profesionales de consultoría requeridos para la realización de los estudios de Factibilidad del proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair. Los estudios e investigaciones que los Consultores debían desarrollar en virtud del Contrato, están divididos en dos Fases:

Fase A, comprendiendo principalmente:

- Revisión de los estudios anteriores.
- Ejecución de los trabajos e investigaciones de campo y laboratorio que sean necesarios para la definición de todas las alternativas del proyecto.
- Estudios relativos al equipamiento del Sistema Nacional Interconectado.
- Análisis de alternativas y prediseños de las obras civiles, equipos electromecánicos e hidromecánicos y obras hidráulicas, estudios ecológicos, de costos y económicos.
- Preparación y presentación de informes y memorias de cálculo.
- Revisión de las actividades a desarrollarse en la Fase B.

Fase B, en esta segunda fase todos los estudios e investigaciones debían ser completados, incluyendo programación de obras y metodologías constructivas, determinación de costos y presupuestos, estudios ecológicos, etc, para llegar a un informe de factibilidad técnico-económico, de acuerdo a las normas internacionales y a los requerimientos

de las entidades financieras, de la primera etapa del proyecto, definida preliminarmente en la Fase A.

1.2 Antecedentes

El proyecto hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair ha tenido importantes antecedentes a partir del año 1970 y entre éstos en particular lo que se ilustra a continuación:

- Con fecha 25 de febrero de 1976, INECEL suscribió un contrato de consultoría con la Asociación Hidroservice/Integral-Idco-Adec-Ingeconsult, cuyo objeto era el de llegar a formular el inventario energético de la cuenca de los ríos Quijos y Coca desde sus orígenes hasta el denominado Codo Sinclair, la prefactibilidad de los aprovechamientos del curso principal (Fase A) y luego, completar el análisis del aprovechamiento más recomendable, a nivel de factibilidad (Fase B), que fue definido el denominado aprovechamiento Salado.

Del estudio de factibilidad del aprovechamiento Salado, se estableció que las condiciones de cimentación para la presa proyectada (145 m de altura) eran bastante complejas, por lo que recomendaron efectuar una campaña adicional de investigaciones, suscribiendo INECEL el 5 de junio de 1979 un nuevo contrato con la misma Asociación de Consultores para la realización de los estudios complementarios a la factibilidad del aprovechamiento Salado.

La nueva campaña de estudios e investigaciones se llevó a cabo, terminando a finales del año 1981, cuando fue entregado el Informe Final de los estudios de complementación de factibilidad del aprovechamiento Salado.

Entre 1982 y 1986, año del comienzo de la actividad del Contrato entre INECEL y la Asociación Electroconsult-Tractionel-Rodio/Astec-Inelin-Ingeconsult-Caminos y Canales (CCCCS), se llevaron a cabo, en el área del proyecto, actividades generales de topografía y cartografía, hidrología, geología y vulcanología, directamente a cargo de INECEL.

1.3 Sismo de marzo de 1987

Las actividades de la Asociación de Consultores CCCCС comenzaron a inicios de 1986 y siguieron adelante sin interrupción por todo el año de 1986 y los primeros meses de 1987.

Cuando los trabajos de campo previstos para la Fase A del proyecto estaban en pleno desarrollo, ocurrió el terremoto del 5 de marzo de 1987, con sus consecuencias catastróficas para el área en estudio, con pérdida de vidas humanas, equipo, obras de infraestructura, y material relacionado con los resultados de las investigaciones recién terminadas, o en curso de ejecución.

El valle del río Coca entre el río Salado y el Codo Sinclair resultó sensiblemente afectado por las avalanchas de lodo y detritos acarreados por los ríos Coca, Salado, Malo y otros, y un sinnúmero de derrumbes y deslizamientos cayeron por las laderas del valle, produciendo transformaciones sustanciales en la disposición de las masas de materiales sueltos, coluviales, aluviales y detríticos en general.

Durante unos tres meses, entre marzo y junio, el área del proyecto quedó prácticamente aislada y ninguna actividad de campo fue posible ejecutar. Solamente en el mes de julio, las actividades pudieron reanudarse, aunque a un ritmo forzosamente más bajo. De hecho, el programa de las investigaciones de la Fase A, que todavía faltaban por cumplirse, tuvo que ser modificado, postergándose algunas perforaciones, las galerías de exploración y otros trabajos, para la Fase B.

1.4 Principales conclusiones de la Fase A

Del estudio de selección de alternativas del proyecto Coca-Codo Sinclair resultó muy claro el interés técnico-económico para la mayoría de las alternativas finales que consistían en una captación a filo de agua al sitio Salado (el sitio más seguro en caso de repetición de eventos catastróficos), un largo túnel asociado a un compensador o a una chimenea de equilibrio, obras de caída y casa de máquinas en subterráneo.

Entre las alternativas finales aquella que resultó más interesante fue la alternativa que presenta un desarrollo en dos etapas, un factor de planta 0,7 en ambas etapas y la presencia de un embalse compensador.

Las obras principales que constituían la alternativa seleccionada eran:

- Obra de captación a filo de agua en el sitio Salado de 14 m de altura sobre las cimentaciones con dos vertederos libres con capacidad de descarga de 20.000 m³/s, lo cual conservadoramente se estima que fue el valor correspondiente al fenómeno ocurrido el 5 de marzo de 1987.
- Desarenador al exterior, diseñado para sedimentar partículas de diámetro superior a 0,2 mm; a fin de no aumentar la altura de las obras de captación se prevé que su sistema de limpieza funcione por bombeo.
- Dos túneles de aducción (uno de primera y uno de segunda etapa) hacia el embalse compensador, de un largo de 24,9 km y un diámetro de excavación de 5,5 m.
- Embalse compensador con volumen útil de un millón de metros cúbicos, previsto por etapas en la parte alta de la quebrada Granadillas en primera etapa y en la quebrada Los Loros en la segunda.

- Presa compensadora en hormigón compactado de 80 m de altura máxima en la quebrada Granadillas y de 65 m en la quebrada Los Loros.
- Dos tuberías de baja presión (una cada etapa) revestidas en hormigón de 915 m de largo y de 5,3 m de diámetro; dos tuberías de alta presión en acero embebidas en hormigón de 790 m de largo y de 4,55 m de diámetro.
- Casa de máquinas en subterráneo unos 500 m adentro en el macizo rocoso constituida por dos cavernas, una que contiene 6 unidades (3 cada etapa) tipo Pelton a eje vertical con 163, 8 MW de potencia cada una y la otra que contiene los transformadores y la subestación en SF6.
- Líneas de transmisión a 345 kV de doble circuito de 150 km de largo hasta llegar en las cercanías de Quito.

Cabe anotar que la mayoría de las obras se ubicaban en subterráneo en el macizo volcánico de la formación Misahuallí, que no fue afectado por los acontecimientos del 5 de marzo de 1987 y que las obras al exterior, estaban diseñadas para soportar una eventual repetición del acontecimiento ocurrido.

El presupuesto total de la primera etapa sin incluir las líneas de transmisión y sin intereses intercalares alcanzaba los 442,9 millones de dólares a enero de 1987 y el de segunda etapa los 301,7 millones de dólares, resultando el costo de la potencia instalada respectivamente de 901 y de 614 US\$/kW según las etapas. El costo de la energía primaria con intereses intercalares al 12% y con costos de operación y mantenimiento del 1,2%, resultaba según las etapas, respectivamente de 3,0 y de 1,7 centavos de dólar.

Del análisis de Planificación de INECEL, el proyecto Coca-Codo Sinclair, resultaba muy interesante dentro del sistema del país, teniendo que entrar en operación, después del equipamiento ya definido según el Plan Maestro en el año 2003 (o en alternativa en el año 2006).

Desde el punto de vista ecológico, el proyecto Coca-Codo Sinclair resultaba un proyecto ecológicamente limpio con pocos efectos negativos sobre el ambiente.

1.5 Agradecimientos

La Asociación de Consultores Electroconsult-Tractionel-Rodio/Astec-Inelin-Ingeconsult-Caminos y Canales quiere expresar su agradecimiento a INECEL por haber sido encargado con esta importante tarea.

Los estudios y las investigaciones, así como los informes relativos, pudieron ser llevados adelante y completados gracias al soporte y a la colaboración de los profesionales y de los demás funcionarios y trabajadores de INECEL. La ininterrumpida y valiosa ayuda

recibida de los mismos profesionales y de los demás funcionarios del Instituto es aquí reconocida y agradecida.

En particular cabe mencionar que el estudio del mercado eléctrico, así como el estudio del proyecto dentro del Sistema Nacional Interconectado, fueron totalmente llevados adelante por la Dirección de Planificación de INECEL.

La asociación quiere también agradecer al Grupo Consultivo de INECEL por sus apreciables sugerencias en diferentes aspectos técnicos del proyecto.

2. AREA DEL PROYECTO

En este capítulo se hace una descripción general del área del proyecto, de la cuenca hidrográfica estudiada y de los accesos existentes en la zona de interés.

2.1 Descripción general

El área del proyecto, que aprovecha de los recursos hidroenergéticos de la cuenca del río Quijos-Coca, está ubicada en la vertiente atlántica de la Cordillera de Los Andes, al norte de la región oriental del Ecuador, y pertenece al curso superior del sistema fluvial Quijos-Coca-Napo-Marañón-Amazonas, teniendo sus nacimientos en alturas superiores a los 5.000 m.

La cuenca se halla enmarcada prácticamente por los cuatro lados por grandes cordilleras: por el occidente la Cordillera Central de Los Andes; por el oriente la Cordillera Huagraurco; por el sur el nudo o Cordillera de Huacamayos, y por el norte el nudo o Cordillera del Dué y el Volcán El Reventador, a cuyo pie se rompe la cadena montañosa para dar libre curso al río Coca hacia la llanura amazónica.

Toda la cuenca está ubicada en la provincia del Napo y solamente en su parte más aguas abajo interesa marginalmente la nueva provincia de Sucumbios. Los cantones ubicados en la cuenca son Quijos, El Chaco y Gonzalo Pizarro, cuyas cabeceras cantonales son Baeza, El Chaco y El Dorado de Cascales, respectivamente. Otros poblados de cierta importancia son Papallacta, Borja y Las Palmas.

La zona del proyecto es accesible por carretera desde Quito, a través de la carretera Quito-Lago Agrio que es la principal arteria vial, aparte de que existen caminos vecinales y otros de menor importancia.

La ubicación geográfica general del área del proyecto se puede ver en el Plano 0209-B-1501, mientras el Plano 0209-B-1502 ilustra las características principales del área misma.

2.2 La cuenca hidrográfica y su morfología

Haciendo una descripción más detallada de la zona del proyecto, encontramos que la cuenca del río Quijos-Coca, comprendida entre las coordenadas 0°45'S - 0°10'N y 77°25'O - 78°15'O, se desarrolla desde las líneas divisorias de las cadenas montañosas anteriormente mencionadas hasta la curva que hace el río Coca en el denominado Codo Sin-

clair, lugar hasta donde la cuenca tiene una superficie de casi 4.000 km².

Todas las cordilleras que bordean la cuenca tienen importantes elevaciones como se indica a continuación.

En la Cordillera Central de Los Andes, se tienen las siguientes elevaciones: el nevado Antisana (5.704 m), el cerro Sarauro (4.670 m), el nevado Cayambe (5.790 m) y páramos como el de Guamaní (4.500 m).

En la Cordillera Huagraurco, se tienen el cerro Pan de Azúcar (3.482 m) y el cerro Negro (3.092 m); mientras en la Cordillera de los Huacamayos, se encuentra el cerro del mismo nombre (3.200 m).

En la Cordillera o nudo del Dué, destaca el Volcán El Reventador (3.562 m).

El eje central de la red hidrográfica de la cuenca es el río Quijos que nace en las altas montañas de Los Andes en los páramos de Cimarrones, al S-E del Antisana, recogiendo las aguas de los deshielos de este nevado; recorre el valle de su mismo nombre y luego de su confluencia con el río Salado toma el nombre de Coca, que es uno de los principales tributarios del río Napo, desembocando junto a Puerto Orellana. El río Napo es a su vez un importante tributario de la margen izquierda del río Amazonas.

La cuenca del río Coca se compone de tres tramos bien diferenciados: el valle del río Quijos que es la zona comprendida entre el nacimiento del mismo y sus afluentes hasta la confluencia con el río Salado; el tramo conocido como del "Alto Coca" desde la confluencia con el río Salado hasta la del río Dashiño, constituyendo una zona de transición, y la llanura del "Bajo Coca" desde el último punto señalado hasta Puerto Orellana, en la desembocadura en el Napo. El último tramo se ubica afuera del área de estudio del proyecto.

En el transcurso del primer tramo, el río Quijos recibe un gran número de afluentes, siendo los más importantes, por la margen izquierda, los siguientes: Papallacta, Sardinias Grande, Oyacachi, Santa Rosa y Salado, y por la margen derecha, los siguientes: Machángara, Cosanga, Rorja, Cauchillo, Bombón y Murallas.

La orientación del eje fluvial de la cuenca, marcadamente paralela a la Cordillera de Los Andes, hace posible su rápido incremento de caudal sin que crezcan demasiado las distancias; además, la presencia de la cordillera subsidiaria de Huacamayos-Huagraurco que encierra la cuenca por su lado oriental, hace que el río Quijos reciba aportes bilaterales: del flanco oriental de la Cordillera Real y del flanco occidental de la cordillera subsidiaria.

Es notable el mayor caudal aportado por los tributarios de la izquierda respecto de los de la derecha. Esto se debe principalmente a

dos factores: el eje fluvial está más próximo a la Cordillera subsidiaria de Huagraurco que a la Cordillera Real y por tanto los tributarios de la derecha tienen un recorrido menor; las precipitaciones en la región son de tipo orográfico, por tanto hay una descarga mucho mayor en el flanco oriental de la Cordillera Real que en la vertiente occidental de Huacamayo-Huagraurco.

En el segundo tramo que se inicia en la confluencia del río Salado con el río Quijos, los principales aportes que tiene el río Coca son los del río Malo, del río Marker y del río Reventador por la margen izquierda, mientras la quebrada Granadillas y sobre todo el río Machacuyacu constituyen los principales tributarios de la margen derecha.

Este tramo de transición presenta accidentes geográficos de gran contraste, mientras el río avanza en medio de un cauce profundo con un primer sector de remanso, debido a la presencia de islas y playas producto de un represamiento natural por las acciones volcánicas y deslizamientos gravitacionales del Reventador que, en edades geológicas diferentes, interfirió el curso del río produciendo rellenos aluviales de gran espesor y originando la cascada de San Rafael.

Luego de la cascada, el curso del río se encañona, avanzando hacia el norte en medio de altos farallones, hasta alcanzar el llamado Codo Norte en donde el río se estrecha tanto que ha sido posible cruzarlo con un pequeño puente de madera de 20 m de luz, estrechamiento igual a la famosa garganta del río Pastaza, llamada "San Martín".

Todo el trecho aguas abajo de la cascada se caracteriza por el régimen turbulento del río que va perdiendo altura rápidamente.

En el Codo Norte, el río describe un gran arco y toma dirección S-E hasta llegar, luego de algunas curvas menores al Codo Sinclair. Desde las inmediaciones del río Malo, hasta el Codo Sinclair, la altura de caída totaliza unos 650 m.

2.3 Accesos al área del proyecto

Como ya se ha mencionado, la principal vía de penetración hacia la zona del proyecto es la carretera Quito-Lago Agrio, que pasa exactamente por los sitios en donde se proyectan las obras de captación, aún cuando no por donde se halla el embalse compensador y las obras de generación.

En lo referente a la infraestructura vial existente en el país hasta el proyecto, cabe indicar que se ha realizado un detenido estudio al respecto, para lo que ha sido necesario establecer un inventario de las vías disponibles y de puentes, señalando las rutas convenientes desde distintos puntos de vista, sea de facilidades portuarias, distancias, capacidades de carga, geometría de las vías, etc.

De este estudio se concluye que existen tres puertos desde donde se pueden hacer los transportes de maquinaria y equipos a importarse para la construcción, estos son: Guayaquil, Manta y Esmeraldas. Luego del análisis de conveniencias de utilización vial ha sido descartado el puerto de Manta, quedando en consecuencia la posibilidad de utilizar las rutas siguientes: Guayaquil, Santo Domingo, Alóag, Pifo, proyecto; y, Esmeraldas, Santo Domingo, Alóag, Pifo, proyecto. Puede verse que la ruta Santo Domingo-proyecto es común para las dos alternativas y además, que se utilizaría la vía directa Alóag, Sangolquí, Pifo, sin ingresar a Quito, para luego dirigirse hacia Raeza y la zona del proyecto.

Los puertos de Guayaquil y Esmeraldas pueden utilizarse alternativamente dependiendo de ciertas circunstancias específicas al momento de la construcción, en todo caso queda abierta la posibilidad de utilizar uno u otro indistintamente.

La carretera Quito-Lago Agrio pasa también por el campamento San Rafael de INECEL, que ha sido utilizado para las fases de estudios del proyecto. Para las etapas de construcción se deberán implementar otros campamentos con sus respectivas vías de acceso como se indica en los Capítulos 3 y 13.

En el Plano 0209-R-1542 se puede apreciar el sistema vial descrito en el que constan los accesos hacia a la zona del proyecto.

3. TOPOGRAFIA, CARTOGRAFIA Y CAMINOS

En este capítulo se hace un resumen de la información topográfica y cartográfica disponible a la fecha para el proyecto así como se describen brevemente los caminos de accesos propuestos para llegar a los diferentes sitios de las obras. Para mayores detalles a este respecto véase el Apéndice A del presente informe.

3.1 Información topográfica y cartográfica

La información topográfica y cartográfica existente al comienzo del estudio y sobre todo aquella completada durante la ejecución del mismo se puede considerar suficiente (véase Plano 0209-B-1503).

3.1.1 Cartografía general de la cuenca El área de la cuenca hidrográfica está totalmente cubierta con cartografía en escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar (IGM) y en un 80% por cartografía en escala 1:25.000 del mismo IGM.

3.1.2 Aerofotogrametría También la cobertura aerofotogramétrica obtenidas con diferentes vuelos a partir de 1965, se considera adecuada. Cabe destacar que después del sismo del 5 de marzo de 1987, se han sacado nuevas fotos aéreas sobre unos 3.000 km² con cobertura de toda el área directamente relacionada al estudio de las obras del proyecto.

3.1.3 Topografía y cartografía de detalle Durante las dos fases del estudio, varios trabajos de topografía se ejecutaron con el objetivo de disponer de la información básica necesaria para la implantación y diseño a nivel de estudio de factibilidad, de las distintas obras componentes del proyecto.

Las obras más importantes para las cuales se necesitaba la topografía de detalle son las siguientes:

- Obras de captación;
- Túneles de aducción con sus ventanas;
- Embalse compensador;
- Obras de caída;
- Casa de máquinas y obras anexas;
- Caminos de acceso;
- Líneas de transmisión.

Todas las áreas relacionadas a estas obras han sido cubiertas con cartografía en escala 1:10.000 obtenida por fotorestitución realizada por el IGM en 1986 y completada por la Compañía Aeromapa en 1991 ba-

sándose en las fotos aéreas de septiembre de 1987 tomadas después del sismo de marzo del mismo año.

Estos mapas en escala 1:10.000 se utilizaron para definir la localización de los caminos de acceso, de las líneas de transmisión y para el mapeo geológico de superficie de todas las áreas interesadas por el proyecto.

Las zonas donde están previstas obras al exterior, tales como las obras de captación, las obras relacionadas al embalse compensador, la descarga de la casa de máquinas y los accesos a la misma, el patio de maniobras y las ventanas del túnel de aducción, han sido cubiertas con topografía de detalle en escala 1:1.000.

Además se levantaron perfiles transversales de los ríos Coca, Salado y Quijos y se ejecutaron perfiles longitudinales de los mismos que fueron utilizados para la implantación de los modelos matemáticos tanto hidráulico como morfológico del río y para los levantamientos de geofísica.

Con operaciones topográficas de precisión enlazadas a la red geodésica de INECEL se ubicaron, todas las investigaciones geológicas (sondeos, galerías, pozos y zanjas), obteniéndose las correspondientes coordenadas planas.

3.2 Caminos de accesos

Además de un adecuado reacondicionamiento de la carretera Lago Agrio-Quito, los nuevos accesos propuestos a construirse para llegar a los diferentes sitios de las obras son tres.

- El primero empalma con la carretera Lago Agrio-Quito en correspondencia de las obras de captación del Salado y, después de cruzar el río Coca, sube a la meseta pasando por el área del campamento Salado; sigue después cruzando la meseta, pasa cerca de la cantera de granodiorita y baja al campamento del compensador. El camino, con un largo total de 35,5 km, servirá también para la construcción y el mantenimiento de las líneas de transmisión.
- El segundo empalma con la carretera Lago Agrio-Quito en correspondencia del km 74 y se desarrolla a lo largo de la divisoria entre las cuencas de los ríos Coca y Dashiño, baja al Codo Sinclair, cruza el río Coca y llega a la casa de máquinas con un recorrido total de 18,3 km.
- El tercero empalma con la carretera Lago Agrio-Quito unos pocos kilómetros aguas abajo de la confluencia del río Malo con el río Coca, cruza el río Coca y llega a la ventana intermedia de construcción del túnel de aducción con un recorrido de 1,8 km.

El primer camino, afuera de su tramo inicial diseñado en escala 1:1.000, se estudió solamente en base a mapas topográficos en escala 1:10.000, quedando por tanto el diseño a nivel preliminar.

El segundo camino se estudió mucho más en detalle ejecutando poligonales de precisión a lo largo de todo su trazado integradas por perfiles transversales cada 20 m aproximadamente. El nivel de estudio de este camino de acceso corresponde al de los otros caminos en la zona del Compensador y casa de máquinas que deberán ser replanteados en el campo en una próxima etapa previo a obtener el diseño definitivo para la licitación.

El tercer camino así como otros caminos necesarios para la viabilidad local en las áreas de la casa de máquinas y del compensador (accesos al teleférico y a las ventanas y galerías) se han estudiado en base a mapas topográficos en escala 1:1.000.

4. HIDROLOGIA Y SEDIMENTOLOGIA

En este capítulo se describen brevemente los principales aspectos hidrológicos y sedimentológicos del estudio haciendo referencia al Anexo B de Hidrología y de Sedimentología para mayores detalles.

La cuenca del sistema hidrográfico de los ríos Quijos y Coca objeto del presente estudio, está ampliamente descrita en el capítulo anterior y por lo tanto no se repite en este capítulo su descripción.

4.1 La información existente

La información existente al comienzo de la Fase A del presente estudio se basaba esencialmente en los datos recopilados en los estudios hidrosedimentológicos anteriores y en particular en los siguientes:

- Proyecto Hidroeléctrico Coca, por el Consorcio Hidroservice-Integral-Idco-Adec-Ingeconsult (1976-1978).
- Información Hidrometeorológica del Proyecto Coca, por INECEL, División de Hidrología (1984).
- Estudio Sedimentológico de la Cuenca del río Coca, por INECEL, División de Hidrología (1984).

La revisión y actualización de la información hidrosedimentológica existente al comienzo de la Fase A del estudio ha requerido consultas sistemáticas en los archivos de la División de Hidrología de INECEL, del INAHMI y del INERHI.

Durante el desarrollo de la Fase B del estudio se ha hecho referencia a la información hidrosedimentológica de la Fase A y en particular a los Anexos B y C del Informe General de Selección de Alternativas, por INECEL y CCCS, 1988.

La revisión y actualización de los estudios de la Fase A ha requerido que se realice una nueva evaluación de la documentación disponible, fruto de las actividades de recopilación y procesamiento de la División de Hidrología de INECEL en los años posteriores a la terminación de los estudios de la Fase A.

A continuación se describen brevemente las principales informaciones existentes en la Fase B del estudio según las diferentes áreas hidrosedimentológicas.

4.1.1 Información meteorológica Al interior de la cuenca hidrográfica Quijos-Coca considerada, han operado 6 estaciones meteorológicas con un período de funcionamiento entre 9 y 12 años, cuya ubicación, siempre a lo largo de la carretera Quito-Lago Agrio, se indica en el Plano 0209-R-1504.

La información suministrada se refiere generalmente a temperatura y humedad relativa del aire, evaporación, recorrido del viento y precipitación. Solamente algunas estaciones están equipadas con heliofanógrafo para medir las horas de duración del sol.

En general, aún si se carece de información en los valles laterales, se estima que la información disponible es suficientemente representativa de las condiciones climáticas de la cuenca y sobre todo de los sitios de las obras del Proyecto.

4.1.2 Información pluviométrica Las estaciones pluviométricas ubicadas al interior de la cuenca hidrográfica (ver Plano 0209-R-1504 ya mencionado) suman 28, incluyendo también las seis estaciones meteorológicas del numeral anterior. Seis estaciones están equipadas únicamente con pluviómetro y las demás con pluviógrafo.

Los períodos de observación cubren desde un máximo de 25 años (Papallacta) hasta un mínimo de poco más de un año (Compensador).

La cantidad de estaciones pluviométricas a lo largo del curso del río Quijos-Coca, se considera adecuada, mientras que se considera insuficiente la red de estaciones en las partes altas de los valles laterales, lo que no permite proporcionar informaciones bastante representativas de la distribución de las precipitaciones sobre toda la cuenca.

4.1.3 Información hidrométrica Antes del evento del 5 de marzo de 1987, la red de estaciones hidrométricas en la cuenca del río Coca incluía 15 estaciones, de las cuales siete estaban a lo largo del curso principal del río Quijos-Coca y las restantes en sus tributarios principales, en su mayoría en la proximidad de sus desembocaduras (ver siempre Plano 0209-R-1504).

A consecuencia del evento mencionado fueron totalmente destruidas las estaciones siguientes: Salado AJ Coca, Coca AJ Malo, Malo AJ Coca y Coca en San Rafael y puesta afuera de servicio la estación Coca AJ Machacuyacu.

Posteriormente no se logró reinstalar la estación Coca en San Rafael mientras que la estación Coca DJ Salado, instalada en junio de 1988, ha tenido un funcionamiento muy irregular por la inestabilidad del lecho del río y no ha permitido la definición de caudales confiables.

Entre las estaciones, aquellas con mayor duración de mediciones son: Quijos en Baeza y Quijos DJ Oyacachi, con 27 y 26 años de ope-

ración, respectivamente; la estación de Coca en San Rafael ha tenido casi 15 años de mediciones continuas, mientras que las demás tienen lapsos de duración entre 8 y 15 años a veces discontinuos.

Antes del evento del 5 de marzo de 1987 el sistema de estaciones de aforo existente se consideraba sustancialmente adecuado, así como la calidad de la información suministrada. Después del evento la situación empeoró, sobre todo en la parte baja de la cuenca que interesa más el Proyecto.

4.1.4 Información sedimentológica En general la información sedimentológica que se dispone es relativamente escasa y consiste esencialmente en aforos de sólidos en suspensión en diferentes estaciones de la cuenca.

Durante el estudio sedimentológico de la Fase A, antes del evento del 5 de marzo de 1987, se disponía de datos para 14 estaciones con un número de aforos por estación variable de 2 a 60, siendo Coca en San Rafael, Coca AJ Malo y Quijos DJ Oyacachi las estaciones con mayor número de aforos.

En la Fase B del estudio la actualización de las estimaciones del transporte sólido en suspensión (TSS) de la fase anterior se basó en 38 análisis de turbiedad de las aguas en Coca AJ Malo, Coca DJ Salado y Quijos AJ Bombón.

Para el transporte en suspensión no medido, en la capa en contacto con el fondo, se dispone solamente de dos medidas de velocidad y concentración en la estación Coca AJ Malo.

Para el transporte de fondo a falta de medidas directas, sea durante la Fase A que la Fase B del estudio se sacaron muestras representativas de material de fondo en varios sitios interesados por las obras de captación del Proyecto y se efectuaron mediciones de pendientes de la superficie del agua en los tramos correspondientes.

4.2 Climatología y pluviometría

4.2.1 Climatología El clima de la cuenca del Quijos-Coca (véase Plano 0209-B-1505) presenta durante todo el año un alto grado de humedad relativa, que generalmente alcanza y supera el valor de 90 por ciento.

La evaporación anual se mantiene más o menos constante en las diferentes áreas de la cuenca con valores aproximados de 1.000 mm para el tanque de clase A y de 500 mm para el Piche; los valores más altos de evaporación mensual se presentan normalmente en el período de noviembre a enero.

Las horas anuales de sol generalmente bajas, aumentan pasando de un valor de 850 en la estación San Rafael a un valor de 1.100 en la estación de El Chaco.

Finalmente la temperatura media diaria, casi constante durante el curso del año varía lógicamente con la altura, pasando de un valor aproximado de 19 grados en la estación San Rafael (1.330 msnm) a un valor de unos 10 grados en la estación de Papallacta (3.510 msnm).

4.2.2 Pluviometría Como se ha mencionado anteriormente, las informaciones existentes permiten tener una buena representación de la distribución de las precipitaciones anuales sólo a lo largo del valle principal Quijos-Coca por falta de una red pluviométrica suficiente en las cuencas de los tributarios laterales.

En general se puede observar un aumento de la precipitación anual desde las estaciones ubicadas en las partes más altas de la cordillera andina central (Papallacta, Oyacachi), con precipitación media del orden de 1.400 mm, hasta la zona del curso medio del río Quijos (Misión Josefina, El Chaco), con valores anuales del orden de 2.700 mm y hasta la parte inferior de la cuenca con valores notablemente superiores.

En esta última zona las precipitaciones aumentan rápidamente hacia aguas abajo de 3.300 mm (Salado) a 4.800 mm (San Rafael) y a 6.100 mm (El Reventador) hasta llegar a 7.200 mm en la recién instalada estación del Compensador.

En todas las estaciones la distribución anual de las precipitaciones indica valores relativamente constantes con una moderada concentración de los valores máximos en el período de marzo a julio.

4.3 Caudales

4.3.1 Generalidades Los principales sitios de presa, sean estos de derivación y/o regulación, estudiados durante la Fase A del estudio están ubicados en el tramo del río Coca comprendido entre la confluencia de los ríos Quijos y Salado y la confluencia del río Malo fueron: Malo M1 (3.628 km²) inmediatamente aguas arriba de la confluencia del río Malo y Salado (3.600 km²) inmediatamente aguas abajo de la confluencia Quijos-Salado. Al final de la Fase A el sitio Malo M1 fue definitivamente abandonado.

Además, en el curso intermedio del río Quijos, estudios anteriores habían propuesto otros tres sitios de presa, es decir: Balsas (2.515 km²), El Chaco (1.664 km²) y Borja (1.377 km²). Para todos estos sitios se habían hecho en la Fase A estimaciones de caudales mensuales.

Durante la Fase B del estudio se actualizaron los caudales sea diarios que mensuales del sitio de presa el Salado y se hizo para la quebrada Granadillas entrante en el embalse Compensador una estimación del escurrimiento utilizando los datos de precipitaciones registrados en la estación homónima.

4.3.2 Río Coca al sitio Salado El estudio del caudal aprovechable para el Proyecto ha sido dirigido principalmente a la determinación de las aportaciones hídricas en la obra de presa derivadora en el sitio Salado, inmediatamente aguas abajo de la confluencia de los ríos Quijos y Salado.

Para la actualización desde el año 1986 en adelante de la estimación del caudal del río Coca en el sitio de presa se han utilizado, en primer término, las observaciones de caudales efectuadas en la estación limnigráfica del río Coca en San Rafael hasta febrero de 1987, antes de su destrucción por el sismo mencionado y posteriormente correlaciones lineales con las observaciones en la estación limnigráfica de Quijos Al Rombón.

Se ha podido completar, así, una serie histórica de caudales medios mensuales sobre un lapso de casi 18 años, entre agosto 1972 y junio de 1990, cuyos valores representativos se indican en el Cuadro 4/1.

La capacidad de derivación en la obra de toma se ha fijado en el caudal diario con el 90% de garantía, cuyo valor, estimado por medio de la curva de duración general de caudales diarios en la estación de San Rafael, ha resultado ser de unos 130 m³/s. Otros valores característicos de caudales diarios se indican en el Cuadro 4/1 ya mencionado.

Cabe mencionar que a todos los valores indicados en el Cuadro 4/1 a salir del 1991 hay que restar un caudal promedio de unos 3 m³/s por la entrada en operación del acueducto Papallacta-Quito.

Cuadro 4/1

RIO COCA - SITIO DE PRESA SALADO
CAUDALES TÍPICOS DE LA SERIE HISTÓRICA 1972-1990

Caudales Típicos(*) (m ³ /s)	Anuales	Mensuales	Diarios
Caudal medio	295,0	295,0	295,0
Caudal máximo	380,0	728,0	2.332,0
Caudal mínimo	223,0	71,0	53,3
Q90%	234,0	183,4	129,8
Q95%	216,0	149,4	109,9

(*) Incluyendo los 3 m³/s del acueducto Papallacta-Quito

El análisis de los valores de caudales mínimos diarios efectuado por el método de Gumbel ha dado los valores indicados a continuación:

Periodo de retorno Tr	(años)	10	50	100
Caudal diario mínimo en Salado (m^3/s)		67	47	39

4.3.3 Quebrada Granadillas al Compensador El sitio del embalse compensador del Proyecto está ubicado en correspondencia de la confluencia de las quebradas Granadillas y de Los Loros que discurren en la meseta de la margen derecha del río Coca en proximidad del Codo Sinclair; la cuenca tributaria total a la confluencia, se extiende por unos 10,3 km^2 .

La única información hidrológica de que se dispone en el Área, está constituida por 14 meses de registros pluviométricos en una estación recién instalada en junio de 1989. En base a correlaciones de los datos de lluvia disponibles con los de las estaciones pluviométricas de San Rafael y Reventador, se estima que la precipitación en la cuenca alcanzaría unos 7.200 mm, en promedio.

El escurrimiento aprovechable en el embalse compensador ha sido estimado en base al coeficiente 0,6 de escorrentía anual que había resultado para la cuenca del río Malo, en el estudio anterior de la Fase A. De la aplicación de este coeficiente al valor estimado de la precipitación se obtiene un caudal promedio aguas abajo de la confluencia de unos 1,41 m^3/s de los cuales aproximadamente el 70% llega de la quebrada Granadillas y el 30% de la quebrada de Los Loros.

4.3.4 Eventuales sitios de presas en el río Quijos Durante la Fase A del estudio, para la estimación de los caudales mensuales en los tres sitios de presas previstos en los estudios anteriores, a lo largo del río Quijos, se hizo referencia a las series de caudales registrados en las estaciones de Quijos AJ Borja y de Quijos AJ Bombón.

Para estos sitios de presa Borja (1.377 km^2), El Chaco (1.664 km^2) y Balsas (2.515 km^2), se calcularon con correlaciones los caudales mensuales para la serie histórica 1973-1985. Los valores típicos de estos caudales para el período histórico mencionado se resumen en el Cuadro 4/2.

Cuadro 4/2

POSIBLES SITIOS DE PRESA DEL RIO QUIJOS
CAUDALES TIPICOS PARA LA SERIE HISTORICA 1973-1985

Caudales Típicos (m ³ /s)	Borja	Sitios de Presa El Chaco	Balsas
Valores anuales			
medio	96,0	116,0	187,0
máximo	121,0	147,0	228,0
mínimo	75,0	90,0	151,0
Valores mensuales			
máximo	232,0	280,0	433,0
mínimo	21,0	25,0	44,0

4.4 Estudio de crecidas

El estudio efectuado ha tenido como finalidad principal la de estimar los valores del caudal máximo del río Coca y los hidrogramas de crecida para distintos períodos de retorno en el sitio de presa Salado, y como finalidad secundaria la estimación de crecidas en las quebradas del embalse compensador del Proyecto.

4.4.1 Metodología adoptada

a. Fase A

Durante la Fase A del estudio, para determinar las crecientes del río Coca, se habían aplicado tres métodos: uno probabilístico y dos probabilísticos-determinísticos.

El método probabilístico ha consistido en la aplicación de la función de Gumbel a los 14 valores máximos anuales de los caudales promedios diarios de la estación Coca en San Rafael y multiplicando los valores así obtenidos por un coeficiente de pico igual a 1,9 deducido con los hidrogramas disponibles.

El primer método probabilístico-determinístico de tipo cinemático se basaba en la subdivisión de la cuenca en varias áreas parciales con diferentes tiempos de viaje de sus aportaciones hídricas hasta la sección del río de referencia. La parte probabilística del procedimiento se ha referido a la estadística de intensidades máximas de precipitación en las seis zonas homogéneas en las cuales se ha dividido la cuenca (ver Plano 0209-B-1505).

El segundo método probabilístico-determinístico se basaba en el empleo del modelo de simulación HEC-1 con la utilización del hidrograma unitario sugerido por el SCS de los EE.UU. Para las precipitaciones extremas se usó la distribución horaria correspondiente al intervalo de lluvia escogido, unos días de tormenta.

Para ambos los métodos probabilístico-determinísticos utilizados, la calibración se hizo en base a la tormenta ocurrida entre el 29 de abril y el 2 de mayo de 1982 que produjo la crecida del 2 y 3 de mayo.

b. Fase B

La actualización de las estimaciones de las crecidas críticas, consistió en una nueva elaboración estadística de picos máximos de crecidas registradas y en una nueva aplicación del modelo de simulación de hidrogramas de crecidas, HEC-1.

El análisis estadístico-probabilístico ha sido aplicado a los valores máximos anuales de picos de crecidas registradas en las estaciones de Coca en San Rafael y Quijos AJ Rombón. Se han utilizado distintos procedimientos de análisis, habiéndose otra vez escogido el de Gumbel, por el método de los momentos. Los resultados obtenidos para diferentes períodos de retorno han sido transpuestos al sitio de presa Salado.

El modelo de simulación HEC-1 ha sido aplicado otra vez a la cuenca hidrográfica del río Coca en el Salado, subdividiéndola esta vez en seis cuencas parciales para lograr una mayor confiabilidad en el empleo del hidrograma unitario del SCS. Las precipitaciones críticas para dados período de retorno se han calculado para cada una de las seis regiones hidrológicas y los valores obtenidos corregidos con coeficientes para pasar de valores diarios a valores de 24 horas y para pasar del valor puntual al área considerada.

El mismo modelo de simulación HEC-1 fue utilizado para determinar las crecidas críticas de las quebradas que pueden afectar el embalse compensador del Proyecto.

4.4.2 Crecidas adoptadas para el río Coca al Salado Con la aplicación de los métodos antes descritos y fijando un caudal de base de $200 \text{ m}^3/\text{s}$, valor que corresponde al caudal de duración del 70%, se han obtenido para los diferentes períodos de retorno los valores de pico máximo probable indicados en el Cuadro 4/3.

Cuadro 4/3

RIO COCA-SITIO DE PRESA SALADO
CAUDALES DE PICO (m³/s)

Fases de Estudio y Métodos	Período de retorno (años)			
	10	100	1.000	10.000
Fase A				
Estad.-probabilístico	3.100	4.200	5.300	6.400
Determinístico (isocr.)	2.810	4.070	5.450	6.960
Determinístico (HEC-1)	2.860	4.390	5.880	7.370
Fase B				
Estad.-probabilístico	3.240	4.610	5.900	7.200
Determinístico (HEC-1)	2.740	4.390	5.940	7.470
Valores adoptados	3.200	4.600	6.000	7.500

4.4.3 Crecidas adoptadas para la quebrada Granadillas La aplicación del modelo HEC-1 con el hidrograma unitario sugerido por el SCS y con las intensidades críticas de precipitación utilizadas para las crecidas críticas del río Coca oportunamente incrementadas en consideración de la mayor pluviosidad de la cuenca de la quebrada Granadillas, ha llevado a los valores de pico, en m³/s, indicados a continuación:

Período de retorno (años)	10	100	1.000	10.000
Granadillas AJ Los Loros	50	80	111	147
Los Loros AJ Granadillas	24	39	54	71
Granadillas DJ Los Loros	73	118	163	215

4.5 Estimación del transporte sólido

El estudio efectuado en la Fase B consistió en una revisión y actualización de los resultados obtenidos en la fase anterior con particular referencia al sitio de la presa Salado.

En la evaluación de la actualización de los resultados deben tomarse en cuenta las profundas alteraciones en las áreas erosionables de la cuenca tributaria, ocasionadas por el sismo de marzo de 1987, cuyas consecuencias siguen afectando el transporte sólido de

los ríos y la sedimentación de materiales en el sitio de la presa de derivación Salado.

4.5.1 Río Coca al sitio Salado A continuación se hace una descripción separada de la estimación del transporte sólido en suspensión (TSS), del transporte sólido de fondo (TSF) y del transporte sólido total del río Coca en proximidad de la presa derivadora al sitio Salado.

a. Transporte sólido en suspensión

En lo referente al transporte sólido en suspensión, los aforos en las estaciones Coca DJ Salado y Quijos AJ Bombón, efectuados posteriormente al evento del 5 de marzo 1987, han notablemente modificado la ley de relación entre la concentración de sólidos en suspensión y el caudal líquido de la primera estación, y han confirmado dicha ley para la segunda. En consecuencia, el TSS del río Coca en Salado se ve incrementado notablemente respecto al valor de Fase A, mientras que para el río Quijos los nuevos valores de TSS dependen esencialmente de la actualización de la curva de duración de los caudales líquidos.

Los valores del TSS medido se han incrementado por la cuota del transporte sólido "no medido", constituido por el material relativo a la capa de unos 25 cm, ubicada sobre el fondo de la sección del río, la cual no puede ser investigada por los muestreadores. Este valor se estimó según la profundidad del agua variable de un 3% hasta un 25% del transporte total en suspensión.

El resumen de los resultados más significativos de la Fase B del TSS en las secciones de río consideradas se da a continuación:

TSS (10^3 ton/año)	Medido	No Medido	Total
Coca DJ Salado	18.484	2.504	20.988
Quijos AJ Bombón	5.320	254	5.574
Quijos AJ Salado	7.061	948	8.009
Salado AJ Quijos *	(2.506)	(712)	(3.218)

* Con la misma curva de concentración de la Fase A.

b. Transporte sólido de fondo

El transporte sólido de fondo, a falta de muestreos directos, se ha obtenido utilizando la fórmula de Meyer-Peter y Müller en base a análisis granulométricos de materiales del lecho del río, a la topografía de las secciones como también de la pendiente de la superficie del agua.

De los valores de transporte de fondo definidos por tal formula en toneladas por día, ha sido posible por integración, la determinación de los valores anuales, utilizando las curvas de duración de los caudales líquidos y las curvas de descarga.

Los resultados de estos cálculos, sea de Fase A que de Fase B, para las principales estaciones hidrométricas de la cuenca se indican en el Cuadro 4/4.

Cabe anotar como en la sección Quijos Al Salado, la baja pendiente de las aguas y el gran ancho del cauce del río no han permitido la aplicación del procedimiento de calculo adoptado. Paralelamente los extensos depósitos de sedimentos todavía existentes en los tramos terminales de los ríos Salado y Quijos, parecen obstaculizar el acarreo de materiales sólidos hacia aguas abajo.

c. Transporte sólido total

Sumando los valores del transporte total en suspensión con los valores del transporte de fondo, se han obtenido, para las estaciones examinadas, los valores del transporte solido total indicados en el Cuadro 4/4.

En general en la Fase B del estudio se han obtenido índices de erosión (en ton/año/km²) más elevados que los de la fase anterior, lo que indica posiblemente la presencia de grandes depósitos de materiales erosionables aguas arriba (sobre todo en la cuenca del río Salado) a raíz del evento del 5 de marzo de 1987.

Para lo que se refiere a las obras de captación del río Coca en el sitio Salado el volumen de material de TSS podría variar entre 8,5 y 16 millones de m³ por año, de los cuales más del 90% es transportado durante el 20% del tiempo, o sea con caudales mayores de 400 m³/s. La variación antes mencionada está relacionada al evento del 5 de marzo de 1987 y es razonable imaginar que después de unos cuantos años el valor del TSS en el sitio considerado se acerque otra vez a los 8,5 millones de m³ por año.

El TSF es concentrado, en su totalidad, en ocasión de crecidas y el volumen de material acarreado al sitio de derivación del río Coca en Salado se estima, regularmente entre 700.000 y 1.1 millones de m³ por año.

Cuadro 4/4

TRANSPORTE SOLIDO DE LOS RIOS COCA, QUIJOS Y SALADO - RESUMEN

Tramo de río o Estación	(T) (E)	Fase	Area de Cuenca (km ²)	Transporte en Suspensión		Transporte de Fondo		Transporte total	
				Peso (10 ³ t/año)	Erosión (t/año/km ²)	Peso (10 ³ t/año)	Erosión (t/año/km ²)	Peso (10 ³ t/año)	Erosión (t/año/km ²)
Coca-San Rafael	(E)	A	3.790	8.603	2.270	2.135	563	10.738	2.833
Coca AJ Malo	(E)	A	3.628	7.407	2.042	516	142	7.923	2.184
Coca DJ Salado	(E)	B	3.600	20.988	5.830	2.060 *	540 *	23.048	6.370
Quijos AJ Salado	(T)	B	2.677	8.009	2.992	no calculados		8.009 **	2.992 **
Quijos AJ Bombón	(T)	B	2.448	5.574	2.277	1.690	690	7.264	2.967
Quijos AJ Bombón	(E)	A	2.448	3.801	1.553	971	397	4.772	1.949
Salado AJ Quijos	(T)	B ***	923	3.218	3.486	215	233	3.433	3.719
Salado AJ Coca	(E)	A	771	2.510	3.256	628	815	3.138	4.070

* Valor estimado.

** Sin el transporte de fondo.

*** Con la misma curva de concentración de la Fase A.

4.5.2 Quebradas del embalse compensador Para la cuenca del embalse compensador no se dispone de información alguna sobre el transporte sólido de las aguas.

En consideración de sus características hidrológicas, morfológicas y de cobertura vegetal en comparación con la cuenca del río Coca, se ha estimado un índice de erosión promedio, para el TSS, de unas 4.000 ton/año/km², lo cual da un total anual de unos 41.800 ton/año, o sea aproximadamente 35×10^3 m³/año. El TSF se ha asumido como el 20% del TSS, lo que corresponde a unos 3.200 m³/año, en promedio.

El transporte sólido total de la cuenca del embalse compensador resultará así en promedio de unos 38.200 m³/año, de los cuales llegan aproximadamente el 70% de la quebrada Granadillas y el 30% de la quebrada de Los Loros.

4.6 Evolución de la capacidad de los embalses

En este numeral se analiza la evolución en el tiempo de la capacidad del embalse de la presa de derivación hasta su completo llenado y la reducción progresiva del volumen total del embalse compensador hasta anular su volumen muerto inicialmente previsto.

4.6.1 Embalse de la presa de derivación El tramo del río Coca que formaría el embalse del Salado aún se encuentra bajo los efectos del sismo del 5 de marzo de 1987; material acumulado en el curso de este río y sus tributarios durante este evento no ha sido todavía completamente removido.

Por esta razón el volumen bruto del embalse Salado hasta la cota referencial de captación 1.275 varía de aproximadamente 13 hm³ con topografía obtenida antes del evento mencionado a 6 hm³ con topografía obtenida en el año de 1990. De igual manera el transporte de sedimentos ha variado de 8'000.000 toneladas por año, con una composición mayor de sedimento grueso antes del sismo, a 23'000.000 toneladas por año, con una composición mayor de sedimento fino después del sismo. Se espera que el río Coca retorne a sus condiciones de equilibrio en un período no muy largo.

Utilizando las fórmulas de Brown y de Brune para determinar la evolución de la capacidad del embalse y los datos anteriores se ha estimado su tiempo de llenado. Para las condiciones más críticas (volumen de sedimentos medido después del sismo) se ha estimado en promedio el tiempo de llenado en 5 años, mientras que para el caso más favorable (volumen de sedimentos antes del sismo) el tiempo de llenado se ha estimado en más de 15 años.

Como el tiempo de entrada en operación del Proyecto se estima sea en el 2003 o posterior, el río habrá llegado lo más cerca de sus condiciones de equilibrio, por lo que aún si conservativamente, se considera real adoptar un tiempo de llenado de 10 años.

4.6.2 Embalse Compensador El volumen muerto del embalse compensador de 0,24 hm³ será progresivamente llenado por efecto de los sedimentos que llegan de los túneles de aducción y de aquellos traídos por la quebrada Granadillas. Los primeros (material fino no sedimentado en el desarenador de la obra de captación) constituyen más del 99% del total.

Aplicando otra vez las fórmulas de Brown y de Brune bajo las dos condiciones de la concentración del material en suspensión a la toma antes y después del evento del 5 de marzo de 1978, se llega a tener como tiempo de llenado del volumen muerto del embalse compensador un mínimo de 2,5 años y un máximo de unos 7 años.

Se considera razonable prever un tiempo de llenado del embalse compensador hasta su cota mínima de operación de unos 5 años. Antes de este período entonces tendrá que entrar en operación un equipo de dragado para garantizar el volumen útil necesario del embalse.

5. IMPACTO AMBIENTAL

En este capítulo se hace un resumen del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto que constituye el Anexo C del presente informe.

5.1 Presentación y contenido del estudio

5.1.1 Enfoque general del EIA El Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto (Environmental Impact Assessment - EIA), se ejecutó como parte integrante del presente estudio de factibilidad.

Se entiende como ambiente el conjunto de los recursos físicos, biológicos, sociales, económicos y de calidad de vida.

Objetivo Básico del EIA es por lo tanto optimizar este conjunto, encontrando la forma de minimizar los efectos negativos, proteger y hasta mejorar el ambiente que recibe la influencia del proyecto y evitar su posible degradación posterior, a través de formas oportunas de manejo que permitan alcanzar una mejor calidad de vida para los moradores del área.

La evaluación de los impactos (positivos y negativos) del proyecto, se refiere a las obras relacionadas directamente con la producción de energía y las obras conexas, cuya realización será simultánea.

El estudio indica recomendaciones y decisiones más adecuadas, con el fin de mitigar los impactos ambientales negativos (directos e indirectos), durante la ejecución de la obra y en la fase de operación de la misma.

5.1.2 Alcance El EIA está formado de dos partes:

a. Diagnóstico Ambiental

El Diagnóstico Ambiental incluye el estudio de las relaciones existentes entre, proyecto, ambiente y desarrollo socioeconómico, y ofrece todos los elementos básicos necesarios para una correcta evaluación de los impactos y la elaboración de un Plan de Manejo Ambiental.

b. Informe principal del Estudio de Impacto Ambiental

En este estudio se examinan los impactos directos e indirectos, temporales y permanentes, de las obras realizadas por el proyecto sobre el ambiente, evaluando la importancia de esos impactos en rela-

ción con el valor ambiental del área y con las necesidades del desarrollo económico y social.

En base a este examen, se describen y se evalúan en términos de costos y beneficios económicos y sociales, las medidas de mitigación, control y manejo ambiental, que se consideran parte integrante del presente estudio de factibilidad.

5.1.3 Definición de las áreas de influencia El área de influencia directa del proyecto, está constituida por la zonas donde se ejecutarán todas las obras de infraestructura, esta área, de unos 390 km², comprende la parte de la meseta situada a la derecha del río Coca entre el sitio Salado y el Codo Sinclair y la parte del valle del río Coca.

La descripción del ambiente actual abarca, sin embargo, no solamente esta área, sino toda la cuenca del río Coca (aproximadamente 4.000 km²), considerándola como área de influencia indirecta del proyecto. Cabe anotar que aproximadamente el 50% de la cuenca del río Coca se encuentra en la Reserva Ecológica Cayambe-Coca.

El área de influencia de los Estudios Socioeconómicos (EASE) se determinó en forma distinta, abarcando la zona relativamente homogénea de colonización, predominantemente ganadera y ubicada a lo largo de las carreteras, donde se localiza el conjunto de servicios e infraestructuras que estarán relacionados con el proyecto.

5.2 El ambiente actual

5.2.1 El ambiente físico

a. Hidrología y sedimentología

En lo que se refiere a estos temas se hace referencia a lo indicado en el Capítulo 4.

b. Geomorfología y morfodinámica

Se establecieron correlaciones entre litología, estructura geológica, relieve y sistemas ambientales, para identificar las unidades morfo-pedológicas a utilizarse como patrones para la delimitación de las unidades ambientales (ver Planos del 0209-R-1508 a 0209-R-1510). En el área de la cuenca se encuentran relieves volcánicos, estructural-denudativos y sedimentarios.

Los relieves volcánicos se diferencian según la conservación y efectos de las glaciaciones pasadas; no son habitados y representan un ambiente bioclimático específico y bien conservado, con excepción del volcán Reventador.

Los relieves estructural-denudativos presentan vertientes formadas por rocas metamórficas, independientes o asociadas a formaciones

sedimentarias, con procesos gravitacionales muy activos especialmente en las pendientes desforestadas; estas mismas formaciones se encuentran en el área de la meseta en la margen derecha del río Coca.

La morfodinámica también se presenta muy activa en la mayoría de las zonas de la cuenca, con un alto riesgo de impactos negativos (avalanchas y deslizamientos) especialmente a lo largo de la carretera existente, entre el río Malo y el Reventador. Se evidencia a este respecto que el sismo de 1987 ocasionó modificaciones morfológicas y pérdida de la cobertura vegetal en el 3,8% de la superficie total de la cuenca.

El proyecto se ubica por lo tanto en un área geomorfológicamente bastante frágil y se destaca la importancia de un adecuado manejo ambiental.

5.2.2 Suelos y disponibilidad de recursos Los suelos en el área de la cuenca son derivados de materiales piroclásticos recientes, con alto contenido de materiales amorfos, buena capacidad de intercambio iónico, alto contenido de materia orgánica y alta capacidad de retención de humedad. Esta última característica, ligada a las fuertes pendientes, a la existencia de microclimas y en general al alto nivel de precipitaciones del área, limita el uso tanto potencial para desarrollo agrícola como pecuario.

El manejo inadecuado de los pastos, muy frecuente en el área, lleva a un exceso de pisoteo y consiguiente compactación de los suelos, con formación de escorrentías superficiales y aceleración de los procesos erosionales.

El estudio de uso actual del suelo demuestra que las áreas naturales y las reservas de bosques del Estado en la cuenca ocupan el 59,4%. Los terrenos cultivados y con pastos aprovechados son del orden del 5,1%, de los cuales con uso en conflicto con la aptitud del suelo es de el 1,3%.

En total no más del 13,3% de la cuenca puede ser aprovechada para actividades agroproductivas. Los terrenos disponibles con un uso adecuado y no ocupados cubren el 4,6%, la mayoría de los cuales se localizan en las zonas sin acceso.

Las tierras legalmente disponibles para el desarrollo agroproductivo representan solamente el 2% de la cuenca; este porcentaje no incluye los pastos de los páramos. Los bosques con aptitud productiva cubren una superficie pequeña aproximadamente el 3% de la cuenca.

5.2.3 Diagnóstico biológico

a. Flora

La mayor parte de la vegetación de la cuenca del río Coca tiene especies similares a las encontradas en otras zonas del país y en

particular en las estribaciones occidentales del Pichincha. En la cuenca del río Coca con mayor frecuencia se encuentran las especies de amplia distribución geográfica, tales como las familias Euphorbiaceae, Melastomataceae, Clusiaceae, Meliaceae, Araliaceae, Myrtaceae, Cecropiaceae y Moraceae.

Las especies de uso maderable de mayor explotación por los habitantes corresponden a las siguientes: Alnus acuminata "aliso", Weinmannia "matache", Erythrina edulis "porotillo", Cedrela odorata "cedro", Juglans neotropica "nogal", Dacryodes sp. "copal", Guarea kunthiana "colorado" o "manzano", Nectandra reticulata "canelo" y Roupala cf. obovata "lacre".

En el valle, entre el Salado y el campamento San Rafael, donde el sismo de 1987 destruyó la vegetación nativa, en la actualidad está poblada por especies colonizadoras Tessaria integrifolia "Alamo de río", Ochroma pyramidale "balsa", por su crecimiento rápido y su densa población en toda el Área, deben ser utilizadas como cobertura y protección del suelo.

b. Bosques

La cobertura forestal integrada por especies maderables en el área de influencia directa del proyecto o meseta es aceptable, el porcentaje de cubrimiento oscila entre el 49 y el 100%.

En la meseta por una parte, un 25% de la superficie la ocupan suelos de aptitud agropecuaria, cubiertos con bosque, y por otra un 30% del Área son bosques productores, siendo la parte restante constituida por bosques no productores.

En la ejecución del estudio se ha identificado un espectro genético, constituido por doce especies forestales de doble propósito y trece sólo maderables, que pueden utilizarse en los programas de protección de aguas, escuelas silvopastoriles, cortinas rompevientos, plantaciones puras u otra modalidad en apoyo a la producción agrícola y pecuaria.

Los centros de procesamiento de madera tienen un consumo anual estimado solamente en unos 2.500 m³. En consecuencia los consumos internos de madera en el área en estudio son irrelevantes, no pueden considerarse como un problema de magnitud que afecte a la conservación de la cobertura forestal en el Área del proyecto.

c. Fauna

Es muy conocida que en el trópico amazónico existe una gran diversidad faunística y florística, mayor que en otros ecosistemas del mundo. Debido al avance de la actividad, el número de especies disminuye. Las condiciones ambientales como la temperatura baja y la alta humedad del suelo y del aire, así como la irregularidad topográfica, disminuye la presencia de los animales que habitan en zonas bajas.

Mamíferos

El área de influencia directa se sitúan entre los 600 (Codo Sinclair, río Coca) y 2.000 m (zona de la mesa frente al Salado). El área de influencia indirecta se sitúan desde los 2.000 hasta los 5.000 m.

El amplio rango altitudinal de la cuenca es el factor principal para la existencia de una fauna muy variada.

Zoogeográficamente la cuenca tiene 4 pisos altitudinales con especies características de mamíferos en cada uno, que son:

- a. Piso Basal, entre 600 y 1.000 m, donde los mamíferos observados fueron la raposa lanuda, vampiros y murciélagos, mono nocturno, chichico, oso hormiguero, armadillo gigante, perezoso, tapir, oso de anteojos, entre otros.
- b. Piso Premontano, entre 1.000 y 2.000 m, con mamíferos como: raposa o zorra, murciélagos y vampiros, mono aullador, oso hormiguero o banderón, armadillo gigante, perezoso, ardillas, ratones de agua, guatusa, perro de orejas cortas, oso de anteojos, sahuino, danta de monte, entre otros.
- c. Piso Montano, entre 2.000 y 2.800 m, con mamíferos como: raposa, mono nocturno, conejo, guanta, lobo de páramo, cuchucho, oso de anteojos, zorrillo, cervicabra, llama o llamingo.
- d. Piso Alpino, más de 2.800 m, con mamíferos como: raposa, ratón marsupial, conejo, lobo de páramo, oso de anteojos, venado, danta de monte, entre otros.

Al momento actual, es notorio la disminución de las poblaciones de algunas especies de mamíferos en la mayoría de los hábitat naturales y el exterminio en las zonas habitadas por el hombre.

En el área habitan varias especies de mamíferos considerados en peligro de extinción, entre los cuales podemos citar los siguientes:

- *Tapirus pinchaque* (Danta de monte)
- *Priodontes giganteus* (Armadillo gigante)
- *Tremarctos ornatus* (Oso de anteojos)
- *Panthera onca* (Jaguar)
- *Felis concolor* (Puma)
- *Lutra longicaudis* (Nutria)
- *Pudu mephistophiles* (Ciervo enano)

Ninguna de las especies de mamíferos por lo que se conoce, son endémicas de la cuenca.

Aves

La cuenca alta del Coca es una de las más ricas en avifauna del país y según Ridgely está incluida en el centro de endemismo de los Andes.

En el curso del diagnóstico se han registrado más de 30 especies, entre las cuales solamente dos estarían en peligro de extinción: el cóndor (*Vultur gryphus*) y el halcón peregrino o común (*Falco peregrinus*). Ambas especies habitan la parte alta del área de influencia indirecta.

Anfibios y reptiles

El bosque tropical húmedo presenta características que son altamente beneficiosas para la vida y desarrollo de anfibios, puesto que los recursos alimenticios, los sitios para reproducción y los refugios son siempre constantes. La alta humedad es un factor importante para la reproducción de un gran número de especies.

Los estudios indican que en el área del proyecto existe un alto grado de endemismo de la herpetofauna. La mayor riqueza de especies y el alto grado de endemismo está constituido principalmente por 3 especies de sapos de los géneros *Colosthetus*, *Eleutherodactylus* y *Centrolenella* y en conjunto, representan el 71% de la herpetofauna de la Cordillera Oriental.

Peces

El total de especies colectadas asciende a 22; 16, corresponden a la zona baja (610 m), 7 a la zona media (600-1.800 m) y 5 especies a la zona alta (1.800-4.000 m). De todas las especies colectadas en la cuenca solo tres de ellas: *Knodus* sp., *Lebiasina elongata* Churupin y *Astroblepus fissidens* Preñadilla, han sido encontradas en la zona de influencia del proyecto. A partir de los 2.200 m hacia el área alta solo habitan preñadillas y truchas.

De las especies de la ictiofauna nativa local, correspondiente a la parte alta, ninguna alcanza tamaños mayores a los 30 cm por lo que no son empleadas en piscicultura. En las zonas media y baja la pesca es incipiente, esto es debido a que el recurso ictícola es escaso, el tamaño de los peces es pequeño, menor a 15 cm.

Luego de la cascada de San Rafael así como en el Codo Sinclair hay especies de gran tamaño como los bocachicos, sábalos y barbus, que llegan hasta los 50 cm de longitud y que son perseguidos por los pescadores nativos y colonos. De éstas las dos primeras especies son migratorias.

Aves

La cuenca alta del Coca es una de las más ricas en avifauna del país y según Ridgely está incluida en el centro de endemismo de los Andes.

En el curso del diagnóstico se han registrado más de 30 especies, entre las cuales solamente dos estarían en peligro de extinción: el cóndor (*Vultur gryphus*) y el halcón peregrino o común (*Falco peregrinus*). Ambas especies habitan la parte alta del área de influencia indirecta.

Anfibios y reptiles

El bosque tropical húmedo presenta características que son altamente beneficiosas para la vida y desarrollo de anfibios, puesto que los recursos alimenticios, los sitios para reproducción y los refugios son siempre constantes. La alta humedad es un factor importante para la reproducción de un gran número de especies.

Los estudios indican que en el área del proyecto existe un alto grado de endemismo de la herpetofauna. La mayor riqueza de especies y el alto grado de endemismo está constituido principalmente por 3 especies de sapos de los géneros Colosthetus, Eleutherodactylus y Centrolenella y en conjunto, representan el 71% de la herpetofauna de la Cordillera Oriental.

Peces

El total de especies colectadas asciende a 22; 16, corresponden a la zona baja (610 m), 7 a la zona media (600-1.800 m) y 5 especies a la zona alta (1.800-4.000 m). De todas las especies colectadas en la cuenca solo tres de ellas: Knodus sp., Lebiasina elongata Churupin y Astroblepus fissidens Preñadilla, han sido encontradas en la zona de influencia del proyecto. A partir de los 2.200 m hacia el área alta solo habitan preñadillas y truchas.

De las especies de la ictiofauna nativa local, correspondiente a la parte alta, ninguna alcanza tamaños mayores a los 30 cm por lo que no son empleadas en piscicultura. En las zonas media y baja la pesca es incipiente, esto es debido a que el recurso ictícola es escaso, el tamaño de los peces es pequeño, menor a 15 cm.

Luego de la cascada de San Rafael así como en el Codo Sinclair hay especies de gran tamaño como los bocachicos, sábalos y barbus, que llegan hasta los 50 cm de longitud y que son perseguidos por los pescadores nativos y colonos. De éstas las dos primeras especies son migratorias.

Limnología

Del Fitoplancton se encontraron 4 clases, 7 ordenes, 9 familias y 15 especies de algas. El zooplancton, está representado por los insectos pertenecientes a los siguientes órdenes: Flecópteros Dípteros, Ephemerópteros, Coleópteros y Odonatos. Los insectos encontrados son indicadores de aguas limpias, se encontraron también Rotíferos y Copépodos.

La turbidez es mayor en los ríos principales (Salado, Quijos, Coca), que en los afluentes. El oxígeno disuelto, la alcalinidad así como el resto de parámetros químicos del agua, demuestran que las propiedades del agua se hallan en condiciones normales, porque sus valores están bajo los correspondientes a las normas de calidad de agua dados nacional e internacionalmente.

5.3 Aspectos socioeconómicos

El proyecto se implementará en una región de colonización desarrollada con la apertura de la carretera Lago Agrio-Quito, construida en función de la explotación petrolera a fines de los años 70.

5.3.1 Descripción general El Área de los Estudios Socioeconómicos (AESE) abarca la zona relativamente homogénea de colonización, predominantemente ganadera, en la cual se sitúa la zona de influencia directa del proyecto actualmente deshabitada.

El AESE conforma la zona donde se ubican el conjunto de servicios e infraestructuras del área de influencia indirecta del proyecto y constituye un área administrativa de colonización.

El AESE se extiende a lo largo de la carretera desde Papallacta hasta Dorado de Cascales y comprende tres zonas bioclimáticas caracterizadas por su altitud y clima. Las tres zonas corresponden más o menos a la división administrativa; la zona alta (3.000-1.800 m) cubre la totalidad del cantón Quijos, la zona media (1.800-640 m) el cantón El Chaco e incluye la zona de influencia directa del proyecto donde está localizada el área de futuras obras, mientras los dos cantones nuevos de Gonzalo Pizarro y de Dorado de Cascales están a 600 m en la zona baja de la llanura amazónica.

La población del AESE alcanzó poco menos de 20.000 personas según los datos del último censo (noviembre de 1991). Ha crecido a una tasa inferior a la tasa anual nacional durante el período intercensal (1982-1990) en las zonas alta y media, pero netamente superior en la zona baja. El crecimiento principal en las zonas alta y media se dio a nivel urbano, es decir principalmente en las cabeceras cantonales, mientras en la zona baja el crecimiento es tanto rural como urbano.

La población del AESE es predominantemente rural (80%), los cuales viven en su mayoría en hábitat disperso (65%). Los niveles de educación formal de la población corresponden a aquellos de las zonas

rurales del país, con el 15% de analfabetismo, mientras el habitante tipo alcanza mayoritariamente los niveles 4-6 de primaria.

La población rural ha obtenido tierra para la explotación agropecuaria gracias al proceso de colonización administrado por el Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC).

El IERAC ha adjudicado alrededor de 4.000 ha/año durante la última década y pretende distribuir todavía 30.000 ha. Sin embargo, los estudios geomorfo-pedológicos indican que sólo alrededor de 12.000 ha son aptas para la colonización, si es que el clima lo permite. Estas áreas disponibles están precisamente ubicadas en la zona de influencia directa del proyecto.

La población económicamente activa (PEA) está ocupada básicamente en labores agropecuarias (78%), el resto vive de actividades de servicios o comercio.

En cuanto al uso del suelo, los datos indican que menos del 20% es explotado. De este porcentaje la mitad está conformado por pastos, 44% por bosques intervenidos y 6% a uso agrícola diverso sobre todo plantaciones en la zona baja. El bosque natural sigue siendo dominante en el AESE (80%), aunque el crecimiento anual (9%) del área de pastos tiende a restarle superficie.

5.3.2 Actividades agropecuarias La tenencia de la tierra indica que el 85% de las extensiones de las fincas varían entre 20 y 100 ha. La finca tipo alcanza 80 ha en la zona alta, 55 ha en la zona media y 70 ha en la llanura amazónica.

Las actividades agrícolas son pocas en las zonas alta y baja y son limitadas al cultivo semipermanente de la naranjilla, un poco de maíz o de yuca y algunas hortalizas. En la zona baja las plantaciones de plátano y café otorgan un ingreso significativo.

- a. La actividad ganadera es muy importante en el AESE por su peso económico y su aporte social. Genera empleo para el 67% de la población económicamente activa, representa un alto valor como patrimonio nacional, formado a base del ahorro de los productores.

De mantenerse las actuales condiciones, el deterioro de la ganadería es inminente, a mediano plazo. Por lo tanto, el apoyo institucional es imprescindible. Asistencia técnica especializada, investigación y crédito preferencial aparecen como los elementos básicos que evitarán el deterioro ganadero.

- b. La rentabilidad de la actividad ganadera es baja, como consecuencia de la también baja productividad de los pastos y ganados, por efecto del clima y manejo inadecuado. La investigación y la asistencia técnica, por su propia naturaleza, constituyen los

instrumentos para mejorar la productividad ganadera y por ende, aumentar la rentabilidad de esta actividad económica.

- c. Los precios, relativamente bajos, de la leche y de la carne, son establecidos por personas naturales y jurídicas ajenas al proceso productivo de la ganadería.

La competencia comercial con empresas locales que industrialicen la leche y la carne, permitiría ofrecer mejores precios al productor por ahorro de los costos de transporte y eliminación de las pérdidas ocasionadas durante el mismo. Al respecto, la instalación de complejos industriales de procesamiento de leche y de carne, serían los instrumentos principales para mejorar la ganadería e incentivar la producción y la productividad.

5.3.3 Nivel de vida El nivel de vida de la población ilustra que los habitantes conforman un grupo de recursos modestos pero no pobres. En efecto, los niveles de ingresos familiares promedio alcanzaron más de 130 US\$ en septiembre de 1990, lo que es relativamente mejor que en muchas otras áreas rurales. Sin embargo, los niveles de servicios locales están atrasados con respecto a la demanda de la población. Por otra parte los niveles de la vivienda siguen siendo medianos.

Cualquier intervención de mejoramiento socioeconómico debería, por lo tanto, centrarse en los puntos más críticos del desarrollo de esta zona de colonización:

- El manejo de la ganadería en las tres áreas.
- La eliminación de las plagas de las plantaciones de café de la zona baja.
- El desarrollo de la infraestructura particularmente de alcantarillado y el hábitat en general.
- La creación de infraestructura destinada a mejorar la comercialización como un matadero, centros de acopio, mercados y otros.
- El fomento a las iniciativas productivas basadas en recursos locales: pequeñas empresas, criaderos de fauna típica, etc.

5.4 La cascada San Rafael

El elemento de valor estético más impactante es la cascada de San Rafael, que sin embargo no es el único. El volcán Reventador, a pesar de sus nubes casi permanentes, los abruptos del río Coca aguas abajo de la cascada, con su variedad de riachuelos, quebraditas y chorros, y la cascada del río Malo antes de la junta con el Coca, o el mismo bosque pluvial, representan un ambiente cuyo valor escénico no puede definirse inferior al de la cascada de San Rafael.

La estética de la cascada, como se analizará con mayor detalle en el numeral 5.5.2, está supuestamente relacionada con el caudal del río Coca y aparentemente tiene su más alto valor con caudales medio-bajos; pues con caudales altos "neblina" provocada por la abundancia de agua impide una visión óptima de la cascada.

El elemento limitante de mayor importancia que impide de hecho que los valores estéticos se tornen en elementos importantes para el desarrollo, es la alta precipitación que caracteriza toda el área, con promedios anuales de lluvia entre 4.000 y 7.000 mm.

5.5 Impactos del proyecto sobre el ambiente

5.5.1 Relación entre obras del proyecto y ambiente

a. Obras de captación

El impacto de estas obras es permanente pero muy localizado, abarcando un área de solo 22,0 ha, en la cual se realizará una remoción total de la capa vegetal o inundación de la misma.

Esta área, que ya ha sido afectada grandemente por el terremoto de 1987, se encuentra actualmente dedicada a pastos en alrededor de un 20%, siendo cubierta por una vegetación secundaria (colonizadora) y sobre todo por material aluvial del río en un 60% y en un bosque secundario en el restante 20%; no puede, por lo tanto, considerarse como área con valor ambiental.

b. Túnel de aducción

La presencia del túnel durante el ejercicio de la planta produce una reducción del caudal del río Coca entre el Salado y el Codo Sinclair. Este efecto, que es permanente y localizado en el tramo indicado, es el más evidente y representa uno de los impactos más importantes del proyecto sobre el ambiente (ver numeral 5.5.2).

La excavación del túnel produce además, como efecto temporal, un inevitable arrastre de sedimentos como consecuencia de la excavación. Los materiales de excavación deberán disponerse en forma apropiada, minimizando el aumento de transporte sólido en el río.

c. Embalse compensador

El embalse compensador se ubica en un área donde la intervención humana es prácticamente nula, por falta de acceso y por graves limitantes para el desarrollo económico. Esta área se encuentra cubierta por bosque primario, lo que constituye en sí una gran riqueza ambiental.

Las obras del proyecto, entre embalse, campamentos y canteras de préstamo, afectarán un área de deforestación de unas 40 ha. Los

efectos serán permanentes y las medidas de mitigación se encuentran en el Plan de Manejo Ambiental.

d. Tubería de presión y casa de máquinas

El Área afectada es menor de 10 ha y los efectos de desforestación son mínimos. Aguas abajo de la casa de máquinas se provoca un efecto de turbulencia en el río (que recupera su caudal originario), el cual impide permanentemente la vida de los peces, pero en un ámbito extremadamente limitado.

e. Líneas de transmisión

La construcción de las líneas provoca en la meseta una desforestación en parte temporal y en parte permanente, sobre una trocha de 33,5 km de largo y 50 m de ancho (en total 170 ha).

Las líneas atraviesan la meseta y podrían provocar molestias (aún si no representa una barrera), para los animales, en especial para los grandes mamíferos. Sin embargo, su efecto comparado con el de la carretera Salado-Compensador, que constituye el elemento de mayor impacto en el ambiente, es mucho menor.

f. Carreteras

Las carreteras hacia la casa de máquinas y hacia el compensador presentan efectos temporales y permanentes de gran importancia, debido a que cruza (solo la segunda) toda la meseta y se constituye en una vía de penetración para nuevos colonos y también por ser una barrera total para la mayoría de los animales que viven en la meseta. La mitigación de estos efectos, a través el Plan de Manejo Ambiental y la creación de una reserva para repoblación de especies afectadas y en peligro de extinción, constituyen los elementos más importantes en el Plan de Manejo Ambiental.

g. Campamentos

Los campamentos producen efectos similares a los de la carretera, induciendo una nueva colonización, estimada en unas 1.700 personas. Entre las medidas de mitigación, se comprende una apropiada ubicación para favorecer su parcial utilización en forma permanente después de las obras.

5.5.2 Variación del régimen hidrológico y caudal ecológico mínimo Se considera como "caudal ecológico mínimo" la cantidad de agua que el proyecto debe garantizar para mantener el valor estético de la cascada San Rafael, la vida acuática y la limnología del tramo afectado.

Se asume que este valor pueda igualar el mínimo histórico registrado, sobre base diaria, en los últimos 20 años, es decir 56,8 m³/s. Esta asunción se justifica por el hecho de no haberse registrado

ningún daño a la ecología del río ocasionándose los periodos de estiaje históricos.

Al garantizar ese aporte, el proyecto sufriría en la primera etapa una pérdida de energía equivalente al 1,8%, mientras al realizarse la segunda etapa, esa pérdida alcanzaría el 6,6% de la producción total.

Respetando el caudal ecológico mínimo, las consecuencias en la vida acuática serán muy reducidas, encontrándose peces de tamaño pequeño y de valor económico escaso o nulo para los moradores del área. Cabe mencionar que, desde el punto de vista de la continuidad ecológica, la cascada representa en si misma una barrera total.

No se excluye sin embargo que caudales menores de lo indicado puedan igualmente garantizar la ecología del río y la misma estética de la cascada, pues faltan experiencias al respecto. La primera etapa no tiene por lo tanto contraindicaciones en lo que se refiere a la disminución del régimen hidrológico del río y puede ofrecer la oportunidad de conducir una experimentación cuidadosa sobre los efectos negativos a esperarse con caudales más reducidos o tiempos de estiaje más largos.

5.5.3 Impactos sobre el ambiente biológico

a. Grandes mamíferos

Los que serán mayormente afectados son los grandes mamíferos en el área de la meseta, por efecto de la construcción de la nueva carretera y de la colonización. Para algunas especies (osos, dantas, jaguares, armadillos gigantes, sahinós) el espacio residual difícilmente será suficiente.

Se estima que en el área de la meseta (400 km²) solamente existan 6-8 jaguares, 5 pumas y unas cuantas decenas de individuos de las otras especies mencionadas. La disminución del hábitat reducirá progresivamente el número de individuos y esas especies pueden desaparecer del área en un plazo relativamente corto.

Es importante subrayar que esas especies animales posiblemente desaparecerán de esta área de toda forma, con o sin el proyecto, en cuanto la presión de los colonizadores ya es sensible y por cierto no se parará en los años venideros.

El proyecto podría acelerar este proceso, y como tal está en la obligación de reponer el daño, financiando un preciso Plan de Manejo Ambiental y la creación de una nueva área que se dedicará a reserva biológica con la finalidad principal de repoblación de especies, la cual se ha identificado en la cercana cuenca del Machacuyacu.

b. Avifauna

El avifauna igualmente sufrirá por alterarse el hábitat natural. Algunas especies podrán desaparecer del área específica, pero migrando en otros lugares de la misma cuenca o en lugares más lejanos que ofrezcan hábitat y posibilidades alimenticias similares. Otras especies migrarán en la zona, adaptándose al medio ambiente modificado.

Las especies vulnerables (cóndor y halcón), viven lejanas del área de proyecto y no serán afectadas.

El impacto directo será por lo tanto muy reducido y, al cuidarse el ambiente en la forma indicada, podrá considerarse reversible, caso semejante ocurre con los impactos indirectos.

c. Herpetofauna, anfibios y reptiles

Estas especies no requieren de amplios espacios para su sobrevivencia, y forman comunidades que se desarrollan en hábitat a veces muy restringidos. El impacto directo ocasionado por las obras del proyecto será por lo tanto total, en cuanto esos animales desaparecerán de los lugares intervenidos, pero muy localizados y no debería afectar la biodiversidad del área.

Existe sin embargo un alto grado de endemismo entre estas especies, que no se ha estudiado detenidamente. Por cuanto se lo estima poco probable, el proyecto podría afectar algún género presente por casualidad solo en el área específica, afectando en alguna forma la cadena biológica, lo que podría ocurrir sobre todo en los anfibios.

d. Impacto sobre flora y bosque

Esto ocurre en tres formas:

- remoción de la cubierta vegetal en los sitios de obra, carreteras, líneas de transmisión, campamentos, embalse compensador, etc; es un efecto directo, limitado a unas 450 ha; este efecto es inevitable, pero se lo estima sin influencia a nivel de macroescala (cuenca) o para la biodiversidad.
- afectación de la cubierta vegetal como consecuencia de la colonización dirigida o espontánea. Es un impacto indirecto que interesa un área de influencia evaluada en 35.000 ha, la cual constituye el objeto del Plan de Manejo Ambiental. Al actuarse ese plan el efecto será reducido y, una vez más, podrá permitirse un equilibrado desarrollo económico respetando el ambiente.
- intensificación del uso del suelo en la cuenca como efecto indirecto del proyecto. Este proceso ya es en acelerado y está en curso, y el proyecto solo podría representar la oportunidad para detenerlo.

La vegetación de la zona no constituye un bosque único, sino más bien tiene semejanzas con otras áreas del país, que se clasifican en las mismas zonas de vida.

5.6 Efectos ambientales esperados en el curso de la obra

Los impactos ambientales que se producen en esta fase están relacionados con dos factores esenciales:

- a. Las obras en si mismas, que ocasionan: i) la destrucción de espacios actualmente cubiertos por vegetación natural y hábitat de especies silvestres; ii) el arrastre al río de materiales sólidos derivados de las excavaciones.
- b. La presencia en el área, en forma temporal, de unas 1.800 personas, de diferente estrato social, cultural y proveniencia, que desbalancea completamente el reducido ambiente socioeconómico campesino actual.

Considerando la capacidad de recuperación del bosque húmedo sub-tropical y tropical, con pocas actividades de manejo y protección, el ambiente dejado libre reproducirá su estado natural en unos pocos años.

En lo que se refiere al aporte de sedimentos, se ha considerado la hipótesis bastante conservadora de que el 15% del total de los materiales excavados, sea arrastrado al río, mientras el otro se utiliza en la misma obra o se deposita en áreas identificadas para este uso.

Bajo la hipótesis muy conservadora de que este aporte de material al río se concentre en un año de trabajo y confrontándolo con el arrastre de sedimentos correspondiente al caudal medio, se alcanza un incremento promedio del sedimento transportado del 6%. Por lo tanto los efectos negativos esperados serán despreciables.

Con relación a los otros aportes posibles en el río, deberá tenerse cuidado especial al verterse materiales de alto poder contaminante, como aceites o sustancias químicas, para los cuales deberán preverse tratamientos apropiados, sitios de descarga lejanos de áreas habitadas, y establecerse normas precisas.

Para los campamentos, en el EIA se evalúan todas las necesidades de servicios básicos, como agua potable, redes sanitarias, disposición y tratamiento de basura, atención médica, seguridad, etc.

Los impactos negativos, ya sea en el ambiente "externo" a la obra y a los campamentos, como en el "interno", se mitigarán solo estableciéndose normas precisas para el control y el manejo ambiental, y una organización capaz de ponerlas en ejecución y obligar el respecto a los contratistas y a los trabajadores (Unidad Ambiental del Coca).

Los demás impactos posibles, como ruido debido a las maquinarias, contaminación atmosférica (si es que ocurriera), tráfico vehicular, se consideran en el conjunto no significativos, por ser muy localizados o desaparecer completamente al terminarse la obra.

5.7 El Plan de Manejo Ambiental

El Plan de Manejo Ambiental previsto propone los siguientes objetivos principales:

- definir y organizar el área de nueva colonización;
- crear en el área mencionada una finca experimental;
- mejorar las condiciones socio-económicas del área de colonización existente;
- mejorar las condiciones de salud en las áreas de influencia tanto directa como indirecta del proyecto;
- crear la Reserva Biológica del Machacuyacu.

5.7.1 Área de posible nueva colonización La nueva colonización está en directa relación con la disponibilidad de acceso a las áreas. Esta se concentrará por lo tanto en la zona definida como "meseta", cruzada por la nueva carretera y por los demás caminos de acceso al sitio del compensador, abarcando un área global evaluada en aproximadamente 35.000 ha.

De estos el 75% serán dedicados a bosque productor protector y solo el 15% es susceptible de desarrollarse bajo un proceso de colonización dirigida y de manejo especial, con miras a la conservación.

La colonización efectiva se dirigirá aproximadamente en 5.100 ha, que representan la disponibilidad neta de tierras aptas para desarrollo agropecuario. La capacidad receptiva máxima en términos de asentamientos humanos se evaluó en 134 fincas con un tamaño promedio variable entre 30 y 50 ha.

5.7.2 La finca experimental La características morfoedafológicas de los suelos y los limitantes naturales (lluvias), obligan a una planificación precisa de las actividades productivas que deben desarrollarse en el área colonizada.

Para este fin, el proyecto ha establecido como estrategia la implementación y el desarrollo de una "finca experimental" en el área de nueva colonización, que deberá instalarse por lo menos de 2 años antes de la entrega de la tierra a los finqueros.

La finca experimental tendrá una extensión de 160 ha, destinándose 100 ha a la ganadería, 40 ha a la explotación silvopastoril, 12 ha a la construcción de caminos, construcciones e infraestructuras, y

solamente 8 ha a la agricultura (naranjilla, maní de árbol y palmito).

5.7.3 El Área de colonización existente En cuanto Área de influencia indirecta del proyecto, se han estudiado las condiciones actuales de manejo silvopastoral, elaborando propuestas metodológicas para incrementar la productividad limitando el deterioro del ambiente.

El mayor problema reside en el limitado potencial agroproductivo debido principalmente al exceso de humedad, lo que incide en los niveles de rendimiento. Al mantenerse las mismas características de manejo, las tendencias productivas serán decrecientes, debido a la degradación de los pastos y de los cultivos, como a la morbilidad del ganado.

Se sugiere básicamente desarrollar investigaciones y proporcionar asistencia técnica, como instrumentos para mejorar la productividad de cada uno de los sectores. En el caso de la ganadería, que representa la actividad principal del Área, es necesaria la instalación de empresas locales que industrialicen la leche y la carne.

Para la ganadería, se propone la creación de un Centro Integral de Asistencia Técnica Pecuaria (CIATP), lográndose un aumento de la productividad ganadera de un 25% y un más adecuado manejo de los pastos con disminución del proceso erosivo causado por exceso de pisoteo.

La acción en la agricultura se refiere exclusivamente en la asistencia técnica, sin incremento apreciable de superficies explotadas y básicamente sin cambios en los cultivos principales, que son: naranjilla, maíz, plátano, yuca y café.

Por lo que se refiere al manejo silvopastoral, el enfoque se fundamenta en tres líneas de acción básica: i) establecimiento de cercas vivas y/o rompevientos; ii) protección-producción forestal en pastizales y iii) apoyo al manejo y conservación de la reserva Cayambe Coca.

5.7.4 Salud En el marco del presente EIA se desarrolló una encuesta específica sobre la situación sanitaria en los principales centros poblados del Área de influencia del proyecto, con el propósito de evaluar el riesgo epidemiológico relacionado con la construcción del proyecto e indicar las necesarias medidas de prevención.

Con referencia a la situación presente, se destaca una insuficiente cobertura de los servicios de alcantarillado, el cual se limita a la vía principal de las poblaciones, y un escaso número de servicios higiénicos y letrinas, comparado con las necesidades del servicio de la población.

En base a estas condiciones, el cólera podría diseminarse con facilidad, aun existiendo elementos desfavorables al desarrollo de este vibrión, como la falta de aguas saladas y la fuerte velocidad de los cursos de agua.

Las aguas negras, así como los sobrantes derivados del petróleo, fertilizantes y pesticidas agrícolas, se echan directamente en los ríos y riachuelos, sin ningún tratamiento previo. Es fácil predecir la aparición de futuras enfermedades, intoxicaciones alérgicas o cancerígenas que podrá acelerarse por el aumento de población ocasionado por el proyecto.

5.7.5 La Reserva Biológica del Machacuyacu La realización de las obras del proyecto y obras relacionadas, produce un impacto negativo sobre el ambiente biológico del área de la meseta, actualmente casi virgen y caracterizada por una gran biodiversidad como fauna, flora y bosque. En especial, como fue mencionado, se ponen en peligro algunas especies animales (grandes mamíferos).

Estos animales constituyen hoy un patrimonio para la humanidad, y es imprescindible que el proyecto tome a su cargo la creación de un área alternativa, a reconocerse como refugio y protección para las especies afectadas, que deberá manejarse como reserva ecológica.

En nuestro caso, el área propuesta es la cuenca del Machacuyacu, la cual abarca aproximadamente 40.000 ha, siendo limitada al Norte por el río Coca, al Oriente por el divortium aquarum entre el Machacuyacu y el río Payamino, al sur y suroccidente estarían los límites nororientales del Bosque Protector Sumaco y al occidente la divisoria de aguas del Coca, hasta llegar a la altura de la desembocadura del río Salado.

Esta área presenta características ambientales muy parecidas a las de la meseta: ausencia de intervención humana aparente, bosque continuo y denso, alta biodiversidad y especies similares de flora y fauna. Se presenta por lo tanto como una alternativa muy importante para compensar los efectos negativos que el proyecto ocasiona al ambiente biológico en el área de influencia directa.

El manejo del área propuesta deberá financiarse en el ámbito del mismo proyecto y realizarse dentro de las normas y categorías que están reconocidas en la Ley Forestal.

Se recomienda por lo tanto de proceder con la mayor urgencia a la declaratoria de bosque protector para las dos áreas de la meseta y de la cuenca del Machacuyacu y a la declaratoria de reserva ecológica para la sola cuenca del Machacuyacu.

5.8 Inversiones y gastos para protección y manejo ambiental a cargo del proyecto

5.8.1 Consideraciones generales El proyecto no requiere que se construyan obras especiales para la protección del ambiente, y por lo tanto las inversiones iniciales son relativamente limitadas.

Se tratará más bien de añadir, a los gastos de operación considerados normales para una planta hidroeléctrica, los gastos de operación para el manejo y el cuidado del ambiente, los cuales siempre representarán un porcentaje marginal comparados con los primeros.

Todos los gastos de los primeros cinco años se consideran como inversiones iniciales, bajo la hipótesis de que estos empiezan a ocurrir un año y medio después del inicio de la construcción del proyecto. Los gastos de operación correrán a partir del sexto año. Todos los rubros se consideran a precios de enero de 1991 y se expresan en millones de sucres (o en dólares equivalentes al cambio de intervención de 1 US\$ = 894 sucres).

5.8.2 Finca experimental Las inversiones iniciales se evalúan en casi 600 millones de sucres (670.000 US\$). Los gastos de funcionamiento anual (operación y personal) se estiman en 80 millones de sucres (90.000 US\$).

5.8.3 Infraestructuras en el área de nueva colonización

a. Caminos

Se considera la necesidad de unos 15 km de caminos no pavimentados relacionados al área de nueva colonización, en función del recorrido definitivo de los caminos principales del proyecto.

No se dispone todavía del trazado definitivo de estos caminos, que también estará en función del Plan de Manejo final. Se ha estimado un promedio de 30.000 US\$/km, en el caso de construirse los 15 km de caminos, se obtiene una inversión total de 450 millones de sucres, que se considera concentrada en los dos primeros años.

Se considera además un gasto para mantenimiento de caminos equivalente al 10% anual de la inversión inicial es decir 45.000 millones de sucres por año (50.000 US\$). En los primeros tres años este costo se suma a la inversión inicial, la cual asciende de esta forma a 585 millones de sucres (650.000 US\$).

b. Centro de Salud

Se consideran las necesidades para unas 1.000 personas (colonos), en la hipótesis de que no resulte posible utilizar los centros de salud ya construidos en los campamentos para la obra.

Con un estimado de 500 m² de superficie cubierta, equipos médicos y de laboratorio por 150 millones de sucres y la construcción de cuatro viviendas para personal médico y paramédico que este obligado a quedarse en el sitio, se alcanza una inversión inicial de unos 400.000 US\$ que suben a 700 millones de sucres (780.000 US\$) incluyendo los primeros tres años de mantenimiento. Los gastos de funcionamiento se han evaluado en 100 millones de sucres/año (110.000 US\$).

c. Electrificación rural

Se considera la construcción de unos 15 km de líneas en baja tensión, con una inversión global estimada alrededor de 250 millones de sucres (280.000 US\$), incluyendo tres años de mantenimiento, evaluados en 100 millones de sucres anuales (33.000 US\$).

d. Infraestructuras sanitarias

Se entiende con esto el sistema de abastecimiento y distribución de agua potable, plantas de tratamiento, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial, tratamiento de aguas servidas, recolección y disposición de basura. A nivel de estimación preliminar pueden adoptarse los parámetros ya calculados para los campamentos, multiplicados por 1,2 para tomar en cuenta la mayor dispersión.

Considerando las necesidades de 150 núcleos familiares (1.000 personas), se alcanza una inversión de unos 150 millones de sucres que suben a 195 millones de sucres (220.000 US\$) incluyendo los primeros tres años de mantenimiento.

En este caso se considera el 10% anual de la inversión inicial para mantenimiento, obteniendo 15.000 millones de sucres por año (17.000 US\$).

5.8.4 Área de colonización existente Se considera que el proyecto pondrá en marcha una estructura para la Asistencia Técnica a las 134 fincas del Área de nueva colonización y a las 2.020 fincas existentes, repartidas en la zona alta, media y baja de la cuenca. Esa A.T. permitirá el desarrollo económico del Área con protección del ambiente, en especial en lo que se refiere al mantenimiento del bosque protector/productor y a la prevención de la erosión.

A este fin se prevé una inversión inicial (primeros 5 años) de unos 1.100 millones de sucres (1.230.000 US\$). Los gastos de funcionamiento evalúan en 235.000 millones de sucres anuales (260.000 US\$).

5.8.5 Reserva Biológica del Machacuyacu Tentativamente se considera que las oficinas, laboratorios, centros de investigaciones, estaciones experimentales, estén ubicados en el campamento del compensador, sin inversiones iniciales básicas (estructuras físicas) para la reserva a establecerse en la cuenca del Machacuyacu.

Con un estimado de 500 m² de superficie cubierta, equipos médicos y de laboratorio por 150 millones de sucres y la construcción de cuatro viviendas para personal médico y paramédico que este obligado a quedarse en el sitio, se alcanza una inversión inicial de unos 400.000 US\$ que suben a 700 millones de sucres (780.000 US\$) incluyendo los primeros tres años de mantenimiento. Los gastos de funcionamiento se han evaluado en 100 millones de sucres/año (110.000 US\$).

c. Electrificación rural

Se considera la construcción de unos 15 km de líneas en baja tensión, con una inversión global estimada alrededor de 250 millones de sucres (280.000 US\$), incluyendo tres años de mantenimiento, evaluados en 100 millones de sucres anuales (33.000 US\$).

d. Infraestructuras sanitarias

Se entiende con esto el sistema de abastecimiento y distribución de agua potable, plantas de tratamiento, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial, tratamiento de aguas servidas, recolección y disposición de basura. A nivel de estimación preliminar pueden adoptarse los parámetros ya calculados para los campamentos, multiplicados por 1,2 para tomar en cuenta la mayor dispersión.

Considerando las necesidades de 150 núcleos familiares (1.000 personas), se alcanza una inversión de unos 150 millones de sucres que suben a 195 millones de sucres (220.000 US\$) incluyendo los primeros tres años de mantenimiento.

En este caso se considera el 10% anual de la inversión inicial para mantenimiento, obteniendo 15.000 millones de sucres por año (17.000 US\$).

5.8.4 Área de colonización existente Se considera que el proyecto pondrá en marcha una estructura para la Asistencia Técnica a las 134 fincas del área de nueva colonización y a las 2.020 fincas existentes, repartidas en la zona alta, media y baja de la cuenca. Esa A.T. permitirá el desarrollo económico del área con protección del ambiente, en especial en lo que se refiere al mantenimiento del bosque protector/productor y a la prevención de la erosión.

A este fin se prevé una inversión inicial (primeros 5 años) de unos 1.100 millones de sucres (1.230.000 US\$). Los gastos de funcionamiento evalúan en 235.000 millones de sucres anuales (260.000 US\$).

5.8.5 Reserva Biológica del Machacuyacu Tentativamente se considera que las oficinas, laboratorios, centros de investigaciones, estaciones experimentales, estén ubicados en el campamento del compensador, sin inversiones iniciales básicas (estructuras físicas) para la reserva a establecerse en la cuenca del Machacuyacu.

Las inversiones para readaptación parciales de algunas estructuras para fines específicos, equipos de laboratorio, vehículos para el campo, etc, se estiman en 270.000 US\$.

Los gastos de funcionamiento, considerando dos técnicos graduados, dos asistentes y unos 20 obreros, ascienden a unos 150.000 millones de sucres/año (165.000 US\$). Considerando que la Reserva pueda funcionar a partir del tercer año, se incluyen los gastos de funcionamiento para el cuarto y quinto año en las inversiones iniciales, que por lo tanto suman a 600.000 millones de sucres (670.000 US\$).

5.8.6 Resumen de inversiones y gastos de funcionamiento a cargo del proyecto Los costos en miles de dólares a enero de 1991 descritos en los numerales anteriores se resumen en el Cuadro 5/1.

Cuadro 5/1

Rubro de costo	Inversiones (10 ³ US\$) (años 1..5)	Gastos funcionamiento (10 ³ US\$) (años 5...50)
1. Finca experimental y Área de nueva colonización	670	90
2. Infraestructuras en el Área de nueva colonización		
2.1 Caminos	650	50
2.2 Centro de salud	780	110
2.3 Electrificación rural	280	33
2.4 Infraestructuras sanitarias	220	17
3. Área de colonización existente	1.230	260
4. Reserva Ecológica Machacuyacu	670	165
5. Imprevistos y varios* (15%)	675	108
Total	5.175	833
* Incluyendo Monitoreo		

5.9 Consideraciones sobre el análisis costos/beneficios relacionado con el presente EIA

5.9.1 Consideraciones de carácter general Desde el punto de vista conceptual, todas las recomendaciones incluidas en el EIA del proyecto, tienen consecuencias ya sea de carácter ambiental como

económico, y podrían por lo tanto ser objeto de un análisis costos/beneficios, en términos "cuantitativos".

En la practica, si es relativamente sencillo determinar el costo relacionado con una recomendación precisa de carácter ambiental, no es igualmente sencillo imputar un valor "económico" a todos los "beneficios" ambientales que se derivan de las intervenciones.

Los beneficios que se derivan de una determinada acción de protección ambiental y que no tengan finalidades económicas directas, e inmediatas, deben verse con una óptica mucho más amplia que únicamente mediante el "índice de rentabilidad" del proyecto específico, y con un "tiempo de retorno" igualmente más largo.

Conceptualmente, este tipo de "balance" costos/beneficios relacionado con acciones de conservación y manejo ambiental, debería hacerse no solo a nivel nacional, si no más bien a nivel internacional.

5.9.2 Determinación de los beneficios A continuación se analizan los beneficios, económicos como los beneficios "intangibles", relacionados con las distintas intervenciones propuestas.

a. Caudal ecológico mínimo

Los beneficios económicos que se pueden derivar del no perderse el turismo relacionado con la cascada San Rafael y del conservarse las especies ícticas utilizadas en la alimentación humana, son difícilmente cuantificables y de todas maneras se consideran limitados.

Más apreciables, pero aún de mayor dificultad en su cuantificación, son los beneficios ambientales relacionados a la conservación del ecosistema acuático, relacionados al mantenimiento del caudal mínimo ecológico de 56,8 m³/s.

b. Salvaguardia del ambiente biológico (Reserva Biológica del Machacuyacu)

A nivel de beneficios globales para el país podría fácilmente argumentarse que en un futuro no lejano, la Reserva Biológica del Machacuyacu será capaz de atraer científicos y turistas de cualquier lado del mundo. Pues no debe olvidarse que el Ecuador es bien conocido por su diversidad y riqueza biológica, quizá la más amplia que quede ahora en la tierra.

Si esta biodiversidad estuviere en peligro, no existe comparación significativa entre la inversión propuesta y lo que la comunidad internacional estaría dispuesta a pagar para recuperarla.

c. Plan de Manejo Ambiental para el área de nueva colonización y A.T. en el área de colonización existente

En ese caso los beneficios se miden muy sencillamente en términos económicos, además que ambientales. Las inversiones a cargo del proyecto producen riqueza y mejor calidad de vida para unas 2.000 personas en forma directa, e indirectamente para una región entera.

Con la finca experimental, frente a una inversión de unos 80.000 millones de sucres/año en el área de nueva colonización, se obtendrá un beneficio neto en términos financieros, para las familias campesinas, entre uno y tres millones de sucres anuales, alcanzando en las 134 fincas consideradas 270 millones de sucres/año (300.000 US\$).

Las inversiones hechas en infraestructuras, estructuras sanitarias, de salud y otras en los primeros 5 años, si se consideran repartidas en los 5.120 ha del área de colonización dirigida, ascienden a 67.500 sucres/ha x año, lo que es el incremento mínimo esperable del valor de la tierra.

En el área de colonización existente, se logra un mejoramiento neto de la productividad agrícola, ganadera y forestal, de un 25%. Evaluando la producción global de esa área en 8.500 millones de sucres anuales (9,5 millones de US\$), esto significa un aumento de riqueza anual de 2.125 millones de sucres (2,3 millones US\$), frente a una inversión anual promedio de 235 millones de sucres.

6. GEOLOGIA

En el presente capítulo se desarrolla una breve descripción de la geología regional, de las investigaciones y de la geología geotécnica local de las diferentes obras del proyecto. Para mayores detalles a este respecto se debe remitir al Anexo D, Geología.

6.1 Geología regional

6.1.1 Estratigrafía y litología El área del proyecto está caracterizada por una serie volcánica antigua que forma el basamento y por una sucesión de formaciones sedimentarias mesozoicas recubiertas por materiales sueltos de diferente origen. En forma muy esquemática, la columna estratigráfica es la siguiente (Plano 0209-B-1512):

- Cuaternario y Actual: Materiales sueltos de diferente origen
- Cuaternario: Lahares y coladas andesíticas
- Cretácico superior: Formación Tena
- Cretácico medio-superior: Formación Napo
- Cretácico medio-inferior: Formación Hollín
- Jurásico-Cretácico: Formación Misahuallí
- Las rocas intrusivas afectan a todas las formaciones, incluida la Tena

La formación Misahuallí comprende una gran variedad de rocas volcánicas: dacita, riolita, andesita, traquita, basalto y rocas volcánico-sedimentarias: tob, wackes, arenisca volcánica y brecha. La formación Hollín está compuesta por capas de arenisca sacaroidal que alternan con capas e intercalaciones de lutita, a menudo impregnadas con asfalto. La formación Napo está constituida por capas de lutita, arenisca, caliza y marga. La formación Tena comprende capas de lutita, arenisca y arcilla.

Los materiales volcánicos del Cuaternario se relacionan con la actividad del volcanismo reciente. Entre ellos se identifican especialmente lahares y lavas, depósitos de avalanchas de escombros, piroclastos y coladas de las diferentes fases evolutivas del complejo volcánico de El Reventador.

Al Cuaternario y al Actual pertenecen los coluviones, los conos de deyección y los depósitos del acarreo. Otros materiales contemporáneos son los depósitos fluvio-lacustres.

En el área del proyecto las rocas intrusivas afloran en varios sitios; el plutón de mayor tamaño se halla formando la Cordillera del Diviso, en la parte noroccidental, donde también se encuentra el de

Cascabel-San Simón, todos de composición granitoide. En el sitio Salado y en el sitio Mirador, al inicio y casi al final del túnel de aducción, afloran dos cuerpos granodioríticos de tamaño mediano.

6.1.2 Estructura y tectónica El Área del proyecto está ubicada en la región septentrional del Ecuador, dentro de la zona subandina que representa una faja secundaria de compresión, a nivel regional, limitada por la cadena principal de la Cordillera Real, que también se deformó durante otras fases tectónicas, y el escudo continental estable. Constituye una zona estructuralmente muy compleja por la presencia de varios tipos de deformaciones. Con base en lo anterior se la ha subdividido en varias zonas estructurales (Plano 2009-R-1513 a 1515):

- Zona de los cabalgamientos, limitada al este por el frente principal de los cabalgamientos andinos;
- Zona de escamas;
- Zona del Reventador;
- Zona del río Dué Grande;
- Zona del Codo Sinclair;
- Zona del Cerro Negro; y,
- Zona de Lumbaquí.

El volcán El Reventador está ubicado sobre el límite oriental de la zona de escamas en coincidencia con un marcado alineamiento de fallas distensivas NNE-SSW que han favorecido la formación de las avalanchas que han afectado al complejo volcánico.

6.1.3 Hidrogeología Resulta imposible delinear un cuadro hidrogeológico uniforme para toda el Área estudiada, ya que cada sector tiene sus propias características hidrogeológicas. Los sectores en los que se ha identificado un comportamiento independiente de las aguas subterráneas son las siguientes:

- Valle de los ríos Quijos-Coca
- Volcán El Reventador
- Macizo mesozoico de la margen derecha del río Coca
- Sector Codo Sinclair

Cada uno de estos sectores tiene sus propias características hidrogeológicas, pero en ninguno de ellos existen aspectos capaces de introducir anomalías en el comportamiento de las aguas subterráneas.

Los aspectos hidrogeológicos relacionados con el macizo rocoso mesozoico, que constituye la margen derecha del río Coca, resultan

particularmente importantes para el túnel de aducción y serán presentados más adelante.

6.2 Investigaciones realizadas

En el área del proyecto se realizaron investigaciones profundas en cuatro distintos periodos:

- Primer período: (1976-1978). Durante los estudios de inventario energético de la cuenca el río Coca.
- Segundo período: (1979-1981). Como parte de los estudios de Complementación del inventario energético de la cuenca del río Coca.
- Tercer período: (1986-1988). Durante la Fase A de los Estudios de Factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair.
- Cuarto período: (1990-1992). Durante la Fase B de los Estudios de Factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair.

Los estudios e investigaciones realizadas fueron las siguientes:

- Fotointerpretación y levantamientos geológicos.
- Perforaciones rotativas con recuperación de testigos y tricónicas, pruebas de permeabilidad y ensayos de penetración estándar (SPT).
- Excavaciones a cielo abierto: pozos y zanjas.
- Galerías exploratorias.
- Prospecciones sísmicas de refracción y sondeos eléctricos verticales (SEV)
- Ensayos y análisis de laboratorio de mecánica de suelos.
- Ensayos de mecánica de rocas de laboratorio y de campo.
- Análisis de aguas y gases volcánicos.
- Perforaciones

En el siguiente cuadro se presenta la repartición de las perforaciones en cada sitio de obra:

	Tipo	Número	Profundidad (m)
<u>Sitio Presa Salado</u>			
Primer período	rotativo	21	2.294
Segundo período	rotativo	7	438
	tricónico	8	1.146
Cuarto período	rotativo	7	568
<u>Sitio Malo M1</u>			
Tercer período	rotativo	4	351
<u>Sitio Malo M2</u>			
Tercer período	rotativo	3	160
<u>Túnel de Aducción</u>			
Tercer período	rotativo	4	1.010
Cuarto período	rotativo	3	1.045
<u>Embalse Compensador</u>			
Tercer período	rotativo	4	316
Cuarto período	rotativo	4	354
<u>Zona de caída</u>			
Cuarto período	rotativo	3	870
<u>Casa de Máquinas</u>			
Tercer período	rotativo	1	200
Cuarto período	rotativo	3	400
Total general en los cuatro períodos		72	9.154

Dentro de este total no se han incluido las perforaciones cortas efectuadas desde las galerías exploratorias, con el propósito de desarrollar las pruebas de Mecánica de Rocas, que llegaron a sumar un total de 308 m.

En todas las perforaciones se realizaron pruebas de permeabilidad tipo Lefranc o Lugeon y se recuperaron testigos de roca o detritos (en el caso de las tricónicas). En cuatro perforaciones, de las ejecutadas en la zona de caída y en casa de máquinas, se realizaron también ensayos de hidrofracturamiento.

Todos los testigos que se obtuvieron de las perforaciones en los sitios Malo y parte de las perforaciones del túnel de aducción se perdieron a consecuencia de los sismos de marzo de 1987.

La ubicación de las perforaciones del tercer y cuarto período se indican en el Plano 0209-B-1516.

. Galerías exploratorias

Durante el cuarto período de las investigaciones del proyecto se excavaron cuatro galerías exploratorias según el siguiente detalle:

Sitio	Número	Longitud (m)
Túnel de Aducción	2	200
Sector Codo Sinclair	2	628
Total	4	828

La ubicación de las galerías se indican en el Plano 0209-B-1516.

. Prospecciones geofísicas

Las investigaciones geofísicas en los distintos sitios de obra estuvieron repartidos en la siguiente forma:

Sitio	Número de perfiles	Longitud total (m)
<u>- Sísmica de refracción</u>		
Sitios Presa Salado y Malo Primer período	-	24.600
Sitio Presa Salado Segundo período	-	6.820
Sitio Presa Salado Tercer período	7	1.240
Sitio Ventana de Acceso Cuarto período	6	3.960
Sitios Malo M0, M1, M2 Tercer período	17	14.970
Sector Codo Sinclair Tercer período	12	4.290
Cuarto período	19	6.830
Total general en los cuatro períodos	-	62.710
<u>- Sondeos eléctricos (SEV)</u>		
	Número	
Sitios Presa Salado y Malo Primer período	42	
Sitio Presa Salado Segundo período	12	
Sitio Presa Salado Tercer período	7	
Sitio Ventana de Acceso Cuarto período	25	
Sitios Malo M0, M1, M2 Tercer período	59	
Sector Codo Sinclair Tercer período	11	
Cuarto período	4	
Total general en los cuatro períodos	160	

Además, en las galerías exploratorias, se ejecutaron 830 m de líneas de prospección microsísmica de refracción.

También se efectuaron varios ensayos de mecánica de suelos, de mecánica de rocas de laboratorio y de campo y análisis petrográficos.

Finalmente, se analizaron varias muestras de agua tomadas en el sector del volcán El Reventador, a lo largo del trazado del túnel de aducción y en la galería exploratoria para la casa de máquinas y muestras de gases tomadas del cráter actual del volcán.

6.3 Las obras del proyecto

6.3.1 Obras de captación El sitio de cierre Salado se encuentra 750 m aguas abajo de la confluencia de los ríos Coca y Salado. Presenta una morfología definida por la presencia de una colina aislada que se ubica en la margen izquierda del río Coca, denominada Morro Salado. Entre éste y la margen derecha del valle, escurre actualmente el río a través de una estrecha garganta (Planos 0209-B-1517 y 1518).

a. Investigaciones

El sitio de cierre y el área aguas arriba hasta la confluencia ha sido ampliamente estudiado mediante un levantamiento geológico y geoestructural, prospecciones sísmicas y eléctricas, sondeos rotativos verticales e inclinados, perforaciones tricónicas, pruebas de permeabilidad y por bombeo y, en la margen derecha del valle, mediante una galería exploratoria, de 100 m de longitud, denominada GT1, para evaluar las condiciones del macizo rocoso granodiorítico que estará afectado por las obras de toma y por el tramo inicial del túnel de aducción.

A continuación se presenta el resumen de los sondeos rotativos realizados en el curso de los estudios de factibilidad:

	Cota inicial (m s.n.m.)	Cota final (m s.n.m.)	Profundidad (m)	Inclinación inicial
. Sitio de la Presa Derivadora				
Sondeos inclinados				
SS1	1.271	1.193	108	40°
SS2	1.272	1.224	74	55°
SS3	1.270	1.195	101	45°
SS4	1.272	1.210	103	45°
Total			386	
. Sitio del Vertedero principal				
Sondeos verticales				
SS5	1.271	1.210	62	-
SS6	1.284	1.223	61	-
SS7	1.311	1.251	60	-
Total			183	

Con el fin de determinar el espesor de las capas superficiales de suelo residual y de materiales de alteración en ambos estribos y sobre los declives del Morro, se realizó una campaña de prospecciones geofísicas, mediante 7 perfiles sísmicos de refracción (1.300 m de longitud) y 7 sondeos eléctricos verticales.

b. Geología

Las roca aflorantes en el área pertenecen a dos formaciones geológicas distintas: la Misahualli con una facie preponderante de lavas andesíticas, y el cuerpo intrusivo granodiorítico que aflora en el Morro y en el flanco derecho del valle.

Desde el punto de vista de las cimentaciones, la principal característica del sitio es el paleocauce, relleno de materiales aluviales y fluvio-lacustres, de unos 200 m de espesor, ubicado a la izquierda del Morro. Esta potente capa de aluvión está relacionada con la acumulación de materiales de acarreo durante los episodios de represamiento del río Coca, subsecuentes a los fenómenos de avalancha de escombros originada por el colapso de los antiguos edificios volcánicos. Se ha determinado que el espesor del material aluvional en la garganta por la que fluye actualmente el río Coca, es de alrededor de 70 m.

La roca intrusiva de ambas márgenes presenta un intenso diaclasamiento superficial, pero no se han evidenciado grandes trastornos tectónicos. Tampoco se ha podido comprobar en el campo la probable

presencia de una falla longitudinal que habría controlado el curso del río en este tramo.

c. Aspectos constructivos

Los principales problemas geotécnicos relativos a las obras de captación se refieren a la presencia de depósitos aluvionales extraordinariamente potentes que constituyen los materiales de cimentaciones de casi todas las obras previstas en este sitio.

La permeabilidad del colchón que rellena el paleocauce en la zona en que se implementará el vertedero izquierdo y el dique de protección es, en general, bastante alta, hasta muy alta en los estratos de granulometría gruesa en los cuales se intercala, en la parte superior, una capa continua de limo duro sobreconsolidado de espesor variable de 3 a 6 m.

Dentro de esta masa aluvial se determinaron tres niveles freáticos con cierto grado de presión artésiana.

En el cauce actual del río Coca, donde se implementará el vertedero derecho y la presa derivadora, las perforaciones inclinadas revelaron la presencia de una potente capa de un depósito lacustre constituido por arena limosa y limo arcilloso de unos 23 m de espesor, por debajo de un estrato inicial de aluvial grueso.

La continuidad de las capas limosas a lo largo y a lo ancho del cauce del río no fue confirmada, resultando que este depósito lacustre desaparece aguas arriba del sitio de la presa pero ocupa casi todo el cauce del río aún cuando se presenta semierosionado y por lo tanto con menor espesor hacia la margen derecha.

Desde el punto de vista de la construcción se presentará el problema de un posible asentamiento diferencial de las estructuras por la presencia de esta capa limosa, además del problema de la permeabilidad por debajo de los cimientos a través de los materiales granulares.

6.3.2 Túnel de Aducción El túnel de aducción, que representa la obra de mayor envergadura del proyecto, conducirá las aguas desde las obras de captación hasta el embalse compensador en el sector Codo Sinclair. Tendrá una longitud de 24,90 km y un diámetro de excavación de 5,40 m. Se ha previsto también una ventana intermedia de 2,05 km de longitud con su portal ubicado frente al sitio denominado Manuel Galindo.

a. Investigaciones realizadas

A lo largo del trazado del túnel fue ejecutado el levantamiento geológico de una faja de aproximadamente 4 km de ancho realizándose observaciones litológicas y estructurales. Paralelamente se efectuó un inventario de los puntos de agua y una campaña de muestreo de

aguas superficiales que fueron analizadas y correlacionadas con las muestras de agua tomadas en las perforaciones y en las galerías exploratorias.

Las investigaciones profundas realizadas en la Fase A de los estudios fueron complementadas con tres perforaciones adicionales, dos de las cuales ubicadas en el tramo entre la ventana de acceso y la embocadura en el sitio Salado y la tercera a lo largo del trazado de la ventana de acceso.

A continuación se presenta el resumen de las perforaciones ejecutadas para el túnel de aducción.

Sondeo	Cota inicial (m s.n.m.)	Cota final (m s.n.m.)	Profundidad (m)	Cota nivel freático (m s.n.m.)
<u>Fase A</u>				
ST1	1.462	1.245	217	1.396
ST2	1.456	1.226	230	1.401
ST3	1.568	1.223	345	1.450
ST4	1.434	1.216	218	1.405 (superior) 1.290 (inferior)
Total			1.100	
<u>Fase B</u>				
ST6	1.725	1.624	485	1.642
ST7	1.264	1.234	390	1.536
ST8	1.271	1.101	170	1.266
Total			1.045	

Con el fin de establecer las características geológicas y mecánicas del tramo inicial de embocadura y del tramo final de salida del túnel fueron excavadas dos galerías exploratorias de 100 m de longitud cada una denominadas GT1 y GT3 y ubicadas en la margen derecha del sitio Salado y en la margen izquierda del embalse compensador, respectivamente.

En fin, para definir la extensión y profundidad de los materiales sueltos de la avalancha de escombros en el sector de la ventana de acceso, se realizaron 6 perfiles sísmicos de refracción (3.960 m de longitud) y 25 sondeos eléctricos verticales que permitieron complementar la estratigrafía obtenida con el sondeo rotativo de calibración ST8.

b. Geología

Desde el punto de vista morfológico el macizo que se extiende desde el sitio Salado hasta el Codo Sinclair, es una meseta con una suave inclinación de 5° a 8°, hacia el NE, que está constituida por un paquete de formaciones sedimentarias cretácicas que recubren a un basamento de rocas volcánicas antiguas pertenecientes a la formación Misahuallí. Todas ellas están intruidas, en la zona suroccidental y nororiental del área, por plutones granodioríticos. La meseta está cubierta por materiales sueltos de diferente origen, avalanchas de escombros del complejo volcánico de El Reventador, suelos residuales, materiales coluviales y cenizas volcánicas (Plano 0209-R-1519).

El corte geológico longitudinal a lo largo del trazado del túnel evidencia que la obra atravesará las siguientes unidades estratigráficas (Plano 0209-R-1520):

Abscisa 0+000 a 0+700 m:	Rocas intrusivas granodioríticas
Abscisa 0+700 a 22+400 m:	Formación Misahuallí: rocas volcánicas y volcano-sedimentarias, en general, sanas, duras, con fracturación variable
Abscisa 22+400 a 24+900 m:	Formación Hollín: areniscas y lutitas en estratos subhorizontales

En cuanto a los aspectos tectónicos el macizo rocoso, afectado por el túnel de aducción no presenta mayores trastornos estructurales. Las capas sedimentarias cretácicas, suprayacente a las rocas volcánicas de la formación Misahuallí, son generalmente horizontales o subhorizontales y los cambios de buzamiento tienen un carácter local, habiéndose reconocido los rasgos estructurales típicos de una zona con deformaciones en bloques.

En todo el sector se evidencia una gran dispersión de datos estructurales. En la meseta se han registrado tres principales familias de discontinuidades, cuyos datos promedios son:

Rumbo N 50°W y buzamiento desde 80°NE hasta 70°SW
 Rumbo N 75°W y buzamiento desde 80°NNE hasta 75°SSW
 Rumbo N 80°E y buzamiento desde 75°S hasta 80°N

Las principales fallas que afectan la franja mapeada, dentro de la cual se encuentra ubicado el trazado del túnel, son:

- Una falla, relacionada con las estructuras de cabalgamiento, en la margen derecha del río Coca entre los sitios Salado y Malo, con rumbo NE-SW y buzamiento 75°W.
- Una falla a lo largo del lecho del río Isango con rumbo NE-SW. Se desconoce su buzamiento; parece tratarse de una falla inversa. Su desplazamiento sería de una centena de metros.

- Una serie de fallas de menor importancia de rumbo NW-SE, coincidiendo con la dirección de los ríos Magdalena y Marlene.
- Una serie de fallas con rumbo N-S entre los ríos Negro e Isango y cerca de la intrusión granodiorítica del Mirador.

c. Hidrogeología

El sector comprendido entre el sitio Salado y el Codo Sinclair, como toda la región, se caracteriza por un régimen climático cálido-húmedo y una cobertura vegetal exuberante, con lluvias que varían entre 3.500 y 7.000 mm/año y con una evaporación de 1.000 mm/año.

Los cálculos referentes al balance hídrico indican un escurrimiento superficial del 70% de la precipitaciones, una evapotranspiración del 18,5% y pérdidas por infiltración del 11,5%.

En cuanto a la permeabilidad primaria, todas las rocas del macizo son poco permeables o impermeables, pero, en cambio, la permeabilidad por fracturación, es siempre alta.

Para obtener un cuadro hidrogeológico del macizo se realizó un inventario de los puntos de agua en la faja comprometida por el túnel, recolectándose 23 muestras de agua, de las cuales 22 corresponden a aguas superficiales y una a vertiente. Esas muestras, junto a otras de agua profunda en las perforaciones y en las galerías, fueron analizadas obteniéndose que el 70% corresponde a aguas bicarbonatadas cálcicas y el 30% son bicarbonatadas sódicas o cálcico-magnésicas.

Se identificaron dos acuíferos: en las calizas de la formación Napo y en las areniscas de la formación Hollín; este último abarca también la parte superior de la formación Misahuallí. Sin embargo, los análisis hidrogeoquímicos no confirmarían estas evidencias. Las zonas de alimentación de dichos acuíferos coinciden con los extensos afloramientos de capas permeables, que se observan en el área. En profundidad, dentro de las rocas de la formación Misahuallí, parece no haber ningún acuífero continuo.

El nivel piezométrico en el macizo, correspondiente al acuífero más profundo, se mantiene varias decenas de metros más alto que la cota del túnel.

Durante la excavación del túnel de aducción, se prevé la ocurrencia de grandes filtraciones de agua debido a las siguientes observaciones de carácter empírico y cualitativo:

- Elevadas precipitaciones meteóricas
- Recubrimiento continuo de selva y suelo con un gran poder de almacenamiento de agua
- Fracturamiento generalizado de las rocas
- Presencia de fallas
- Nivel freático siempre más alto que la cota del túnel

Las avenidas de agua estarán concentradas en los tramos donde se hacen frecuentes las discontinuidades de la roca, formando brötes repentinos y caudalosos después de atravesar tramos prácticamente secos.

En forma preliminar y tentativa se pueden prever las siguientes cantidades de agua de filtración suponiendo una excavación teórica y sin considerar la capacidad de drenaje:

Tramo (m)	Abscisa (m)	Longitud (m)	Cantidad de agua (l/s)	Total acumulado (l/s)
A	0+000 - 3+500	3.500	80	80
B	3+500 - 13+500	10.000	440	520
C	13+500 - 17+000	3.500	80	600
D	17+000 - 19+500	2.500	60	660
E	19+500 - 22+500	3.000	10	670
F	22+500 - 24+900	2.400	80	750

No debe descartarse la posibilidad de que se encuentren gases (CO , CO_2 , CH_4), sobre todo en el tramo en el que el túnel atraviesa a la formación Hollín.

d. Ventana de acceso

Las investigaciones geofísicas y la perforación de un sondeo de calibración han permitido establecer que el túnel de la ventana de acceso atravesará materiales de avalancha de escombros no cementados pero sí compactos partiendo desde el portal hasta unos 700 a 900 m a lo largo de los cuales, sin embargo, podrán también encontrarse coladas lávicas del Paleoreventador o intercalaciones de materiales de avalancha cementados.

El tramo sucesivo, de unos 1.200 a 1.300 m de longitud, afectará al basamento de rocas volcánicas de la formación Misahuallí, probablemente muy fracturado en la parte más superficial.

e. Aspectos constructivos

Como lo mencionado anteriormente, las rocas que serán atravesadas por el túnel pertenecen en gran mayoría a la formación Misahuallí, salvo los primeros 600-700 m iniciales en la roca granodiorítica del intrusivo Salado y los últimos 2.500 m aproximadamente, en las rocas de la formación Hollín.

Pero, si las rocas volcánicas e intrusivas se presentarán generalmente duras, compactas y de buenas características geomecánicas cuando no son muy fracturadas o falladas, las areniscas y lutitas en

estratos subhorizontales y de características geomecánicas mediocres a malas, necesitarán de bastante cuidado durante la excavación.

A continuación se indica una evaluación preliminar y tentativa de las rocas del túnel para los fines inherentes a la excavación:

- Roca tipo A: de buena calidad, no necesita soportes. Se encuentra en un 60% de la longitud del túnel.
- Roca tipo B: de mediana calidad, necesita soportes livianos. Se encuentra en un 20% de la longitud del túnel.
- Roca tipo C: de mala calidad, necesita soportes pesados y continuos. Se encuentra en un 20% de la longitud del túnel.

Desde el punto de vista geológico el revestimiento final del túnel es un aspecto constructivo que depende principalmente, de dos factores: mecánico y químico-mineralógico. Desde el punto de vista mecánico las condiciones de las rocas, en general, son buenas y el revestimiento podría ser aplicado en espesores mínimos o nulo.

El aspecto químico-mineralógico se refiere a la eventual inestabilidad de ciertos minerales que componen las rocas volcánicas, especialmente básicas y tobáceas, por lo cual dichas rocas con el tiempo y con la presencia de aguas ácidas, se alteran y se disgregan. Considerando estos aspectos, se puede presentar el siguiente cuadro tentativo de las necesidades de revestimiento del túnel:

- En la roca de tipo A ningún revestimiento en los tramos de roca sana, de poco fracturada a medianamente fracturada.
- En la roca de tipo B un revestimiento de hormigón prevaciado de 20 cm de espesor.
- En la roca de tipo C un revestimiento de hormigón armado prevaciado o vaciado en obra, de 30-40 cm de espesor.

Para drenar las aguas de infiltración se considera necesario excavar una canaleta suficientemente ancha en el piso del túnel. De todos modos el desagüe de la excavación estará supeditado también a la tecnología de excavación que será adoptada y será objeto de definición por parte del constructor.

6.3.3 Embalse Compensador El sitio escogido para esta obra se halla ubicado en la quebrada Granadillas, afluente de la margen derecha del río Coca, en el sector Codo Sinclair. El sitio de cierre se encuentra ubicado a unos 400 m aguas arriba de la confluencia de las quebradas Granadillas y Los Loros.

a. Investigaciones realizadas

El área del embalse compensador y las zonas limítrofes fueron mapeadas en detalle ejecutándose también en los sitios alternativos de cierre, un levantamiento de datos estructurales.

Las investigaciones profundas realizadas en a Fase A de los estudios fueron ampliadas y ubicadas, aproximadamente, en el mismo sitio de cierre seleccionado.

A continuación se presenta el resumen de las perforaciones ejecutadas para esta obra:

Sondeo	Cota inicial (m s.n.m.)	Cota final (m s.n.m.)	Profundidad (m)	Cota nivel freático (m s.n.m.)
<u>Fase A</u>				
SC2	1.234	1.174	60	1.183
SC4	1.145	1.065	80	1.138
SC5	1.221	1.161	60	1.162
SC8	1.242	1.124	118	1.221
Total			318	
<u>Fase B</u>				
SC9	1.261	1.137	124	1.198
SC10	1.254	1.139	115	1.193
SC11	1.198	1.142	56	1.185
SC12	1.248	1.188	60	1.193
Total			355	

La galería exploratoria GT3, excavada en correspondencia de la salida del túnel de aducción en el embalse compensador, a unos 130 m aguas arriba del eje de cierre, fue aprovechada también para extrapolar los registros geoestructurales obtenidos para los fines inherentes al estudio de las cimentaciones de la presa.

Además fueron ejecutados cinco perfiles sísmicos de refracción (1.980 m de longitud) y ocho sondeos eléctricos verticales para determinar el espesor de los materiales de cobertura y suelos residuales en la parte alta de los estribos. Para obtener muestras de estos materiales fueron también excavados pozos y zanjas en sitios próximos al eje de cierre.

b. Geología

El sitio de cierre del embalse compensador se halla enclavado en las areniscas de la formación cretácica Hollín que se presenta en estratos subhorizontales y en capas de potencia variable, de pocos a varios decímetros, con alternancias de lutita y pequeñas intercalaciones de asfalto. En el tope superior de las areniscas se presentan lutitas de la formación cretácica Napo, también en estratos horizontales con un espesor total de 20 m, en la parte superior de los estribos.

Estas dos formaciones arealmente se hallan constituyendo también la zona del embalse en la quebrada Granadillas (Plano 0209-R-1521).

Sobre las lutitas de la formación Napo se presentan los suelos residuales de las mismas lutitas con espesores de hasta 10 m y sobre estos las cenizas arcillificadas con espesores de 3-5 m llegando hasta 8-10 m en las zonas más planas (Plano 0209-R-1522).

La quebrada Granadillas forma un cañón estrecho con bordes inclinados hasta abruptos que van desde 30°-40°, en el sitio de cierre, hasta casi 90°.

A lo largo de la quebrada, hasta los niveles alcanzados por las crecientes, en los sitios donde se hallan las capas lutíticas, se presentan cavernas formadas por la acción erosiva de las aguas.

Las perforaciones efectuadas en ambas márgenes muestran que la potencia de la formación Hollín en el sitio de cierre alcanza los 90 m, de los cuales 40 m constituyen los estribos hasta la cota 1.230 m.

Las rocas volcánicas de la formación jurásico-cretácica Misahuallí, subyacentes a la formación Hollín, se hallan en la cota 1.140 m, o sea aproximadamente unos 50 m por debajo del fondo de la quebrada.

Los taludes arriba de los afloramientos de arenisca, tanto en el sitio de cierre como en el embalse, son de pendiente suave que no sobrepasa los 25°-30°.

Los deslizamientos reconocidos sobre estos taludes afectan a las capas de cenizas y de suelo residual alcanzando en algunos sitios, donde son más significativos, a las capas de lutitas.

c. Aspectos constructivos

La estructura local es muy sencilla y aparentemente libre de anomalías y tectonismo importante. La estratificación de todas las unidades es subhorizontal, con ángulos de buzamiento mínimos, entre 5° y 10° orientadas principalmente al NE y SE. Las fallas observadas en el área son todas periféricas al bloque sedimentario dentro del cual la quebrada ha labrado su cauce.

Las medidas estructurales tomadas en los estribos del sitio de cierre evidencian un sistema principal de discontinuidades N 10°W/80°E a 90°.

Estas condiciones estructurales y el estado de descompresión de la roca en las laderas y en el cauce de la quebrada como han evidenciado los sondeos y la galería exploratoria no son adecuadas para la implantación de estructuras rígidas de cierre.

Además, las malas condiciones de conservación de las rocas de la formación Napo suprayacente a las areniscas de la formación Hollín, en la parte superior de la sección de cierre, y la abundancia de capas lutíticas alteradas, no sugieren que el nivel del embalse alcance estos materiales y la cobertura de suelos residuales que se encuentran en críticas condiciones de estabilidad.

Por lo tanto una presa de enrocado con pantalla de hormigón ha sido considerada la más adecuada, puesto que los suelos cohesivos para la construcción de un núcleo compactado, en este sector, no son abundantes ni muy idóneos y en consideración también del régimen pluviométrico de esta región que dificultaría su colocación en obra.

La alta permeabilidad local de las areniscas en los estribos y en el cauce podrá ser controlada mediante una extensa pantalla de inyección, hasta alcanzar los niveles inferiores más impermeables de la formación Hollín.

6.3.4 Obras de generación En el sector Codo Sinclair, en la margen derecha del río Coca, se ubican las obras de generación que, a partir de las cotas más altas sobre la meseta, están constituidas por una tubería de baja presión; por una tubería inclinada de alta presión o, como alternativa, una tubería de presión con pozo vertical; por la casa de máquinas y las obras de restitución.

a. Investigaciones realizadas

En la Fase B de los estudios los sitios de las obras indicadas fueron investigados, en superficie y en profundidad, complementando la información obtenida en la primera fase.

En la parte inferior de la margen derecha, en correspondencia de la zona de casa de máquinas y obras anexas, se realizó un levantamiento geológico y geoestructural detallado para permitir correlaciones con las estructuras detectadas en subterráneo. En la misma área se llevaron a cabo prospecciones sísmicas y eléctricas para evaluar el espesor de los depósitos sueltos aluviales y coluviales y de la roca alterada y descompuesta. En las dos fases de estudios se ejecutaron en total 14 perfiles sísmicos (4.400 m de longitud) y siete sondeos eléctricos verticales.

Las investigaciones profundas programadas tenían como finalidad definir la ubicación y orientación de la casa de máquinas en el maci-

zo y verificar el espesor de roca descomprimida en la ladera para optimizar el diseño de la tubería de presión.

A tal fin fueron excavadas dos galerías exploratorias, la una de 481 m de longitud, denominada GCM1, en la parte baja de la ladera, hasta alcanzar el sitio inicialmente propuesto para la casa de máquinas, y la otra de 147 m de longitud, denominada GTP1, a media ladera para la tubería de presión.

Además, para complementar la información obtenida con la sola perforación vertical realizada durante la Fase A en esta zona, fueron perforados seis sondeos más (de los cuales cuatro verticales y dos horizontales) repartidos sobre todo el trazado de las obras de generación. A continuación se presenta el resumen de las perforaciones ejecutadas:

Sondeo	Cota inicial (m s.n.m.)	Cota final (m s.n.m.)	Profundidad (m)	Cota nivel freático (m s.n.m.)
<u>Fase A</u>				
SCM2	862	662	200	776
<u>Fase B</u>				
SCE2	1.238	818	420	1.185
SCE1	1.284	984	300	1.136
SCM9	832	682	150	830
SCM8	875	655	220	791
SCM7*	639	639	100	-
SCM4*	640	640	90	-

* Sondeos horizontales perforados al fondo de la galería GCM1

En algunos de estos sondeos fueron realizados, además de los ensayos de permeabilidad, pruebas de hidrofracturamiento para medir el estado de esfuerzo natural en el macizo.

b. Geología

El sector Codo Sinclair presenta una morfología caracterizada por el cambio de dirección de casi 180° del curso del río Coca, por las paredes verticales a subverticales que presenta la formación Hollín en la parte superior de la margen derecha y, en la parte inferior, por las laderas de la formación Misahuallí empinadas, descompuestas y cubiertas con grandes acumulaciones de materiales sueltos predominan-

temente coluviales, producto de un continuo proceso de derrumbamiento del acantilado (Planos 0209-R-1523 y 1524).

En la zona de las obras de generación y restitución las rocas predominantes son las volcánicas y volcano-sedimentarias de la formación Misahuallí que constituye el basamento de la región. (Plano 0209-R-1525).

Los afloramientos junto al río Coca y a lo largo de las quebradas que desembocan en él, están constituidos por tobas volcánicas fracturadas de color gris-verdoso a violáceo. Por arriba de la cota 800 m se observan afloramientos de riolita que se presentan como inclusiones dentro de las tobas volcánicas, mientras que, por arriba de la cota 960 m, las rocas aflorantes son brechas volcánicas macizas.

Cubriendo a las rocas de la formación Misahuallí existen diferentes tipos de depósitos sueltos, de composición heterogénea y granulometría muy variable:

- los depósitos aluviales que se encuentran en las playas del río Coca, las mismas que están sumergidas en las temporadas de crecientes,
- las terrazas aluviales que se hallan directamente sobre las rocas volcánicas, con espesores que alcanzan los 10-15 m, formando la parte baja de la margen derecha del río,
- los depósitos laharíticos, con potencia de unos 5-6 m, que constituyen relictos de flujos barrocos de origen volcánico,
- los depósitos coluviales que son los más extensos y abundantes y que se encuentran cubriendo casi todo el talud, alcanzando espesores de hasta unos 10 m.

Las estructuras mayores en la formación Misahuallí han sido establecidas en el terreno en cortos tramos que muestran, sin embargo, los mismos lianamientos preponderantes NE-SW y NW-SE ya reconocidos en el curso de los estudios de fotointerpretación iniciales.

El análisis estructural de las discontinuidades, medidas en los afloramientos y elaborados estadísticamente, evidencia para la formación Misahuallí en el Área de las obras de generación un sistema principal N 50°E/90° y un sistema secundario N 30°W/80°SW que son casi iguales a los sistemas encontrados en las galerías exploratorias excavadas en la zona. La correlación entre las estructuras más importantes reconocidas en el macizo rocoso investigado y los datos obtenidos del levantamiento superficial se presenta en el plano de cortes geológicos 0209-R-1526.

c. Aspectos constructivos

La alternativa de tubería de presión con pozo vertical, cuya toma está ubicada en la margen derecha del embalse compensador, ha sido investigada con el sondeo SCE2 que, después de atravesar a la formación Hollín, entró en la roca volcano-sedimentaria de la formación Misahuallí hasta alcanzar aproximadamente la cota de unión entre el pozo vertical y el tramo subhorizontal de la tubería de presión (Plano 0209-B-1527). La secuencia de rocas encontradas varía de toba dacítica a brecha tobácea y brecha de clastos grandes, todas ellas bastante fracturadas y falladas en sentido predominantemente inclinado a subvertical, resultando el macizo volcánico en su conjunto constituido en un 70% de rocas de características geomecánicas buenas a regulares y, en un 30%, de rocas malas a muy malas.

Al contrario, en la zona en la cual se había previsto la chimenea de equilibrio investigada con el sondeo SCE1, el macizo de la formación Misahuallí, que estará afectado también por el tramo subhorizontal de tubería de baja presión de la alternativa inclinada, está constituido por una brecha de clastos grandes muy bien cementados, compacta y maciza, de óptimas características geomecánicas.

El tramo de tubería inclinada de alta presión, cuyo trazado es aproximadamente paralelo al talud de la ladera, ha sido investigado con la galería exploratoria GTP1 y con los sondeos verticales SCM8 y SCM9, además del sondeo SCM2, realizado durante la Fase A. Todas estas investigaciones han evidenciado la profunda descompresión de la ladera del valle que ha determinado una intensa fracturación y alteración de las rocas tobáceas que, consecuentemente, resultan ser de características geomecánicas malas a pésimas hasta una profundidad de 80 a 100 m, pasando de regular a buena hacia el interior del macizo.

El macizo de la formación Misahuallí en la parte inferior de la margen derecha, que estará afectado por la excavación de la caverna para la casa de máquinas y por las obras de restitución, ha sido investigado mediante la galería exploratoria GCM1 de 420 m de longitud y dirección E-W y un crucero de 60 m de longitud y dirección N-S, ubicado casi al fondo del tramo recto de galería. Este macizo ha sido investigado también con dos sondeos horizontales perforados a partir del fondo de la galería y del fondo del crucero.

La roca atravesada con la galería es en gran mayoría una toba volcánica dura, sana y fracturada, en parte con inclusiones de riolita que, en largos tramos, presenta condiciones geológicas y estructurales homogéneas y buenas características geomecánicas. Solamente en unos cortos tramos fallados la calidad de la roca es de mala a muy mala.

Los planos de fallas observados corresponden a los siguientes alineamientos principales: N 80°E/70°NNW relativo a la falla más importante encontrada en el interior del macizo, tanto por su potencia, más de 4 m, como por la presencia de arcilla acompañada de bre-

cha, por las filtraciones y el microfracturamiento en los costados de la falla; N 20°W/55°ENE y N 40°-50°E/55°SE encontrados al fondo del crucero y en los sondeos horizontales y correlacionados con las evidencias estructurales mapeadas en superficie. Respecto a la orientación de la caverna, estos planos de fallas, que corresponden a los alineamientos estructurales regionales, resultan ser casi perpendiculares o inclinados respecto al eje de la casa de máquinas.

Por lo que se refiere a percolación de agua y filtraciones, en base a los valores del caudal drenado por la galería y por los sondeos horizontales y a la carga hidráulica existente, se considera que esta parte del macizo estará caracterizado por una permeabilidad baja, delimitado hacia el norte y el oeste por zonas más permeables.

7. VULCANOLOGIA Y SISMOLOGIA

7.1 Vulcanología

Los estudios e investigaciones que se efectuaron exclusivamente durante la Fase A del Estudio de Factibilidad permitieron obtener un notable progreso en el grado de conocimiento del Volcán El Reventador y elaborar un modelo eruptivo que constituye la base indispensable para evaluar su peligrosidad.

A continuación se resumen los principales resultados y las correspondientes conclusiones y recomendaciones.

7.1.1 El complejo volcánico El Reventador El complejo volcánico El Reventador está constituido por un estrato-cono activo que alcanza una elevación de 3.500 m, ubicado en el interior de un sistema de depresiones múltiples producidas por colapsos volcano-tectónicos y avalanchas que afectaron a antiguos y más voluminosos aparatos. Los estudios geológicos han permitido distinguir tres grandes unidades:

- a. Complejo Volcánico Basal
- b. Volcán Paleoreventador
- c. Volcán El Reventador (cono actual)

El centro de emisión ha estado siempre ubicado muy próximo al actual conducto volcánico. Los productos del Complejo Volcánico Basal aparecen fuertemente erosionados y tectonizados, mientras el Volcán Paleoreventador tiene una morfología muy asimétrica, elongada según las directrices tectónicas dominantes (N-S y NE-SW). El cono del Volcán El Reventador se eleva dentro de un gran anfiteatro originado por un derrumbe que ocurrió hace alrededor de 19.000 años. La última erupción de El Reventador se presentó en 1976.

7.1.2 Tectónica La historia tectónica del Área de El Reventador es muy compleja. La tectónica compresiva cretácica y terciaria ha determinado el desarrollo de cuatro franjas elongadas NNE-SSW, según el eje principal de la Cordillera Real. En el área del proyecto, ubicada al este de la zona de los grandes cabalgamientos andinos, el valle del río Coca divide dos zonas con deformación rígida y diferente intensidad de fracturamiento. El complejo volcánico El Reventador está afectado por múltiples sistemas de tectónica frágil. El sector occidental del Complejo Volcánico Basal presenta una densa red de fallas conjugadas con dirección NE y NW; en el sector central del antiguo edificio la dirección de fallamiento dominante es NNE. Además, el Complejo Volcánico Basal está cortado en dirección N-S por un

lineamiento de fallas lístricas arqueadas, cuyo segmento central corresponde al plano de deslizamiento de un gigantesco derrumbe que movilizó hacia el este una gran parte del antiguo centro eruptivo. Con este formidable deslizamiento en masa concluyó el ciclo de actividad del Complejo Volcánico Basal y se produjeron importantes modificaciones paleogeográficas, incluyendo el desplazamiento del cauce del río Coca.

El edificio del Volcán Paleoreventador que se desarrolló en el interior de un antiguo anfiteatro, fue también afectado por una tectónica frágil con algunos signos de compresión. En el transcurso de la actividad evolutiva de este volcán, una imponente colada lávica fluyó sobre el flanco oriental hasta alcanzar el cauce actual del río Coca. Los sucesivos fenómenos erosivos originaron la formación de un desnivel topográfico en correspondencia de la actual cascada de San Rafael.

La actividad del Volcán Paleoreventador terminó con una gigantesca erupción piroclástica que, probablemente, produjo un colapso que estuvo acompañado por un gran deslizamiento del edificio, cuya superficie de desprendimiento estuvo ubicada un poco más al este de la precedente. El material de la avalancha de escombros relleno completamente una sección del valle del río Coca, originando un embalse natural que existió hasta hace 19.000 años, según lo confirman las dataciones radiométricas ^{14}C . Dentro del nuevo anfiteatro se desarrolló el cono volcánico actual.

7.1.3 Caracterización petrológica y modelización del sistema eruptivo del Volcán El Reventador Aparte de algunos basaltos que presentan una ligera tendencia alcalina sódica (incipiente subsaturación en sílice), la mayoría de los productos de El Reventador indican una clara afinidad calco-alcalina. En general, las variaciones químicas observadas son compatibles con un proceso de diferenciación por cristalización fraccionada, del tipo gábrico, desarrollado en el interior de la corteza (presión total cerca de 7 kb).

Los productos de las tres distintas fases de actividad del volcán presentan una sustancial similitud de características químicas y mineralógicas. Los dos grandes fenómenos de deslizamiento en masa que marcan el final de los dos antiguos ciclos eruptivos, corresponden a un estado de madurez del volcán caracterizado por erupciones de productos muy evolucionados, de composición riolítica. Una fase similar no ha sido aún alcanzada, ni en forma aproximada, por el volcán actual cuyos productos constituyen una serie composicionalmente reducida, desde basaltos hasta andesitas.

Los productos del cono actual de El Reventador, en función de su edad de emisión, presentan una variación química muy característica. El grado de evolución del complejo disminuyó progresivamente en la fase inicial de edificación del cono actual hasta producir lavas basálticas; posteriormente volvió a aumentar con regularidad hasta

los productos más recientes que alcanzan grados de evolución comparables con los de las lavas iniciales.

La reconstrucción de la secuencia eruptiva y el estudio químico y mineralógico detallado de los productos, ha permitido formular un modelo de alimentación del volcán actual que revela la existencia de una cámara magmática superficial ($pH_2O = 1 \text{ kb} =$ unos 3-5 km de profundidad) de dimensiones reducidas (entre pocas decenas y un centenar de millones de metros cúbicos de volumen). Dentro de esta cámara se verifican procesos de cristalización fraccionada y de mezcla por inyección de magma profundo. En el período más reciente este sistema se ha comportado como cerrado por debajo (sin realimentación) y con una evolución progresiva hacia términos más ácidos sólo por efectos de cristalización fraccionada. Sin embargo, el nivel de evolución que ha alcanzado el sistema permanece todavía bajo (andesitas con SiO_2 alrededor del 58%) de modo que no permite un nivel elevado de explosividad, el mismo que requeriría un magma con viscosidad y contenido en volátiles mucho más altos.

7.1.4 Evaluación del riesgo volcánico El modelo que se ha elaborado para el funcionamiento del volcán permite extraer las siguientes conclusiones que son de gran importancia dentro de la evaluación del riesgo volcánico:

a. Erupción a esperarse

Una erupción que ocurra en la actualidad o en el futuro próximo debería tener características muy similares a la última observada en 1976; es decir con un predominio de flujos lávicos y una actividad explosiva moderada. Algunas variaciones hacia una composición más básica y la consiguiente emisión de lavas más fluidas, con una explosividad inicial un poco más marcada debido a mezclas dentro de la cámara, podrían presentarse en caso que se restablezca la alimentación profunda. De ser así, esta tendría que anunciarse con sismos precursores profundos e intermedios.

Se considera, en cambio, que no existe ninguna posibilidad de ocurrencia de una gran erupción explosiva similar a las que se han reconocido como la culminación de los dos primeros ciclos de actividad del volcán. En efecto, erupciones de este tipo requieren un grado de evolución del magma (acidez = viscosidad y contenido en gases) mucho más desarrollado del que actualmente ha alcanzado el Volcán El Reventador. El tiempo requerido para que esto ocurra es difícil de estimar pero es seguramente mucho mayor que el de la vida útil de las obras del proyecto.

b. Riesgos a esperarse

Tomando en cuenta lo que se ha mencionado anteriormente y los resultados de los estudios geológicos y vulcanológicos, se evaluaron los posibles peligros para las obras del proyecto relacionados con las futuras erupciones del Volcán El Reventador, tomando únicamente

como referencia la actividad del cono actual; es decir la ocurrida en los últimos 19.000 años. A continuación se presentan los principales resultados obtenidos:

- Flujos de lava

La emisión de flujos de lava representa el tipo de actividad eruptiva predominante. La longitud de las coladas lávicas más recientes varía entre 3 y 6 km; con esto los flujos se han mantenido en el interior del anfiteatro. A lo largo de la historia eruptiva del cono actual solamente tres coladas han superado el alto morfológico que constituye el borde oriental del anfiteatro. El frente lávico más alejado alcanzó una distancia de 7 km del cráter y se detuvo a una distancia de 2-2,5 km del río Coca.

A la luz de estos datos y de las tendencias evolutivas más recientes, se considera improbable que los flujos de lava que emita el cono actual puedan alcanzar los sitios de las obras del proyecto.

- Caída de ceniza

La componente explosiva de las últimas erupciones de El Reventador ha consistido esencialmente en proyecciones balísticas de bombas y fragmentos lávicos y en la emisión de ceniza a la atmósfera. Los fragmentos más gruesos (bombas, bloques) caen en proximidad del cráter, y pueden constituir un peligro solo para las personas que estuvieren casualmente presentes en las cercanías del cráter, o bien para los instrumentos científicos eventualmente allí instalados.

En cambio, el material fino (arenas, cenizas) puede ser transportado por el viento a grandes distancias desde el centro de emisión. Las evidencias geológicas e históricas indican que los materiales piroclásticos de caída, provenientes del cono actual se distribuyen predominantemente al oeste del cráter. Los sitios de las obras del proyecto están ubicados en dirección contraria.

Para modelizar el fenómeno de caída de ceniza, se han asumido las condiciones (altura de la columna eruptiva, tasa de emisión, granulometría, concentración y densidad de las partículas piroclásticas, dirección y velocidad del viento) más cercanas a las que, probablemente, existen en El Reventador actual. Los resultados indican que, aún en el caso más desfavorable, la concentración sobre el suelo que alcanzaría el suelo el material piroclástico en los sitios del proyecto, a unos 10 km del cráter, no debería causar ningún daño a las obras, aparte de limitados fenómenos de azolvamiento de la represa ubicada a unos 12 km del cráter. Se considera, por lo tanto despreciable el peligro relacionado con caída de material piroclástico.

- Flujos piroclásticos

Algunos fenómenos que podrían interpretarse como debidos al colapso gravitacional de la columna eruptiva, fueron descritos durante

la última erupción de 1976. Aunque éstos son poco probables y de moderada energía, dentro del marco de la actividad ordinaria del Volcán El Reventador, se ha considerado necesario evaluar el peligro asociado con estos peligrosísimos fenómenos eruptivos. Por lo tanto, se ha procedido a efectuar una simulación numérica de los flujos piroclásticos producidos por el volcán, asumiendo las condiciones observadas en la erupción de 1976.

Los resultados demuestran que: para que un flujo piroclástico originado por el colapso de una columna eruptiva alcance los sitios del proyecto, se requiere una erupción explosiva con una energía mucho mayor de la que ha caracterizado a toda la actividad de El Reventador actual. En efecto, ningún depósito de flujo piroclástico producido por el cono actual se lo ha observado fuera del anfiteatro y, consecuentemente, se considera despreciable el peligro debido a estos fenómenos para las obras del proyecto.

Pese a no tener implicaciones para la evaluación del peligro volcánico del cono actual, se debe recordar que un evento eruptivo gigantesco, con sus relativos depósitos de flujo piroclástico cerró la actividad del Volcán Paleoreventador.

- Explosiones freáticas

Este fenómeno es relativamente frecuente en las cercanías del cráter actual de El Reventador, en donde pueden ocurrir explosiones de energía muy baja, debido a la acumulación de los fluidos fumarólicos por debajo de una delgada capa impermeabilizada por fenómenos de autosellamiento. Estos fenómenos podrían representar un peligro solamente para los técnicos y científicos que tengan que trabajar cerca del cráter.

- Flujos de lodo (lahares)

Durante el trabajo de campo no se ha encontrado ninguna evidencia de que lahares de origen volcánico, es decir los producidos durante una erupción, tanto por fenómenos freatomagmáticos o por movilización de los nuevos productos piroclásticos sueltos, hayan alcanzado el río Coca durante toda la historia eruptiva de El Reventador actual.

Sin embargo, los flujos de lodo pueden originarse sin ninguna causa volcánica, debido a la movilización de materiales inestables saturados en agua. En efecto, estos fenómenos son relativamente frecuentes bajo las condiciones tectónicas e hidrológicas que provocan inestabilidad de los taludes naturales y del edificio del Volcán El Reventador. Flujos de este tipo pueden ocurrir como una consecuencia de violentas lluvias y, aún más fácilmente, debido a terremotos. El evento del 5 de marzo de 1987 provocó fenómenos de movilización de materiales a lo largo de los valles principales y afluentes, cuya repetición en el futuro representaría un peligro para las obras del proyecto y para las personas y bienes que se encuentren a lo largo de los ríos.

7.1.5 Conclusiones y recomendaciones Los estudios de campo y de laboratorio han permitido una reconstrucción detallada de la historia eruptiva, la estructura y la evolución magmática del Volcán El Reventador. Estos datos fueron utilizados para formular un modelo de funcionamiento del volcán que ha servido de sustento indispensable para la evaluación del peligro relacionado con su actividad eruptiva. Con base en la reconstrucción de todos los fenómenos eruptivos que ocurrieron en los últimos 19.000 años, correspondientes a la vida del cono actual, y en la simulación computarizada de algunos fenómenos eruptivos, se han podido extraer las siguientes conclusiones.

- Se considera improbable que fenómenos eruptivos relacionados con el Volcán El Reventador (flujos de lava o piroclásticos, caída de ceniza, lahares de origen volcánico) puedan afectar en forma drástica a las obras previstas para el proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair; por lo tanto, el peligro volcánico puede considerarse despreciable.
- Sin embargo, los fenómenos de flujos de lodo o, más ampliamente la movilización de materiales inestables saturados de agua desde las laderas del edificio volcánico debido a sismos y/o violentas lluvias como los que ocurrieron el 5 de marzo de 1987, representan un potencial peligro sólo para estructuras al exterior. El terremoto del 5 de marzo de 1987 constituye el evento máximo de referencia para la evaluación del impacto que podrían tener estos fenómenos sobre las obras del proyecto. Este problema está expuesto en el informe relativo a la evaluación del riesgo sísmico (Anexo H del Informe Final).

7.2 Sismología y Tectónica

La evaluación del riesgo sísmico en el área del proyecto se ha realizado mediante la recopilación de una gran cantidad de datos de campo y toda la información bibliográfica disponible en la literatura ecuatoriana y mundial.

Desde el 15 de julio de 1991 comenzó a operar en el área del proyecto una red microsísmica local orientada principalmente a integrar y complementar los datos sobre la tectónica activa. La ubicación de esta red permitió monitorear un área que coincide bastante bien con la que fue cubierta por el estudio tectónico; en consecuencia, se ha podido interpretar la sismicidad observada durante los primeros seis meses de operación de la red, dentro del marco de la tectónica local.

Los estudios del riesgo sísmico regional (o de campo lejano) y local (o de campo cercano) para la definición del diseño sísmico de las obras, estuvieron acompañados por un análisis detallado de los diferentes aspectos relacionados con la tectónica de la región andina y de los sectores adyacentes a los sitios de las obras.

Las consideraciones e interpretaciones principales que se refieren a la tectónica del Ecuador septentrional se detallan en el Anexo H del Informe Final.

A continuación se presentan los modelos sismotectónicos regionales y locales y los resultados del riesgo sísmico relativo.

7.2.1 Modelo sismotectónico y riesgo sísmico regional Los resultados del análisis de las fases tectónicas que actuaron en el ámbito de la orogénesis andina han permitido definir un modelo sismogénico de la región, que se fundamenta en las siguientes evidencias:

- . Movimiento de la placa de Nazca en dirección E-E 10°N, que origina una subducción activa y oblicua respecto a la línea de costa.
- . Presencia de un sector de corteza independiente del bloque continental verdadero, que se mueve en una dirección aproximada E 35°N y que en su lado oriental, presenta un frente transcurrente dextral.
- . Presencia de dos regiones sujetas a deformaciones corticales originadas por componentes de movimiento compresivo y transcurrente, a lo largo de la depresión interandina y del frente del cabalgamiento subandino.
- . Todos los lineamientos tectónicos que se observan a lo largo del borde occidental de la zona subandina pueden interpretarse como un sistema de fallas único, con un patrón regional generalmente dominado por fallas de compresión con una componente transcurrente dextral.
- . Presencia de un movimiento activo, hacia el oeste, de la zona continental amazónica, que favorece la formación de estructuras tectónicas como las que se encuentran a lo largo del borde subandino oriental.

El modelo sismotectónico regional utilizado para la evaluación probabilística del riesgo sísmico está compuesto por cuatro zonas (Plano 0209-B-1535):

- . La fosa oceánica y la costa
- . El monoclinual que limita, al oriente, a la depresión interandina.
- . El frente de cabalgamiento subandino y la zona de interconexión entre éste y el monoclinual citado.
- . La zona de subducción por debajo del continente.

Con base en el estudio de la sismicidad regional y la aplicación de modelos para la definición de la geometría y características de

las fuentes sísmicas: modelos de atenuación con la distancia de los parámetros derivados del movimiento del suelo (aceleración, velocidad y desplazamiento en roca base) y modelos de análisis probabilístico, se pudo determinar que las zonas sismogénicas que contribuyen mayormente al riesgo sísmico regional o de campo lejano son la depresión interandina y el frente de cabalgamiento subandino.

Los valores máximos de aceleración (a_{max}), velocidad (v_{max}) y desplazamiento (d) en roca base, para un período de retorno de 450 años, que constituye el límite superior a considerarse si se toma en cuenta que las observaciones instrumentales se refieren solamente a los últimos 85 años, son los siguientes:

- Para probabilidad de 20% de por lo menos una excedencia en la vida útil de 100 años:

a_{max} (cm/s ²)	v_{max} (cm/s)	d (cm)
255	32	27

- Para probabilidad de 65% de por lo menos una excedencia en la vida útil de 10 años:

a_{max} (cm/s ²)	v_{max} (cm/s)	d (cm)
54	7	5

7.2.2 Modelo sismotectónico y riesgo sísmico local La zona subandina, donde se encuentra ubicada el área del proyecto, está caracterizada por una gran estructura anticlinal denominada Levantamiento del Napo, dentro de la cual están incluidas formaciones sedimentarias y volcánico-sedimentarias mesozoicas y terciarias. Dicha estructura se encuentra limitada al occidente por una serie de cabalgamientos inclinados al ESE que constituyen el contacto tectónico con las unidades metamórficas de la Cordillera Real.

El área del proyecto está localizada inmediatamente al este del frente oriental de los cabalgamientos, en una zona estructuralmente compleja debido a la presencia de deformaciones de diverso tipo, tanto dúctiles como frágiles.

Dentro de ella se pueden distinguir las siguientes zonas relacionadas con el tipo predominante de deformación (Plano 0209-B-1513):

a. Zona de los cabalgamientos

Está constituida por el núcleo cristalino precámbrico y paleozoico de la Cordillera Real y limitada, al este, por el frente principal de los cabalgamientos andinos que la pone en contacto con las formaciones dinamometamórficas mesozoicas.

b. Zona de escamas

Tiene una forma alargada en sentido NNE-SSW y se halla limitada, al oeste, por el frente principal de los cabalgamientos andinos y, al este, por el cabalgamiento más oriental denominado cabalgamiento del Reventador. El volcán El Reventador está ubicado sobre el límite oriental de esta zona, en coincidencia con un marcado alineamiento de fallas distensivas.

c. Zona del Reventador

Tiene la forma de una franja alargada en dirección NE que se acuña al norte el volcán. Su límite occidental está definido por el cabalgamiento del Reventador que también limita a la zona sujeta a dinamometamorfismo. En esta zona están todavía presentes las deformaciones compresivas de cierta intensidad, evidenciadas por fallas inversas hasta de bajo ángulo, mientras no se observan fallas transcurrentes de importancia.

d. Zona del río Due Grande

Está limitada al SE por el lineamiento del río Coca y, al oeste, por el cabalgamiento del Reventador. Como su principal característica se destaca una inmersión hacia el NE del monoclinal regional.

e. Zona del Codo Sinclair

Tiene una forma triangular limitada al norte por el cauce del río Coca, y al este, por la flexura de la zona de fracturas del Codo Sinclair. El marco estructural está determinado por la inmersión hacia el ENE del monoclinal regional.

f. Zona del Cerro Negro

Constituye la parte meridional de la faja subandina, dentro de la región del estudio y se presenta relativamente tranquila. El monoclinal regional se inclina hacia el este sin presentar accidentes de importancia.

g. Zona de Lumbagui

Está formada por la franja N-S más oriental del levantamiento del Napo, comprendida entre la flexura marginal al este y la flexura de la zona de fracturas del Codo Sinclair, al oeste.

Con base en el análisis de los eventos registrados durante los primeros seis meses de funcionamiento de la red microsísmica local del proyecto, se pueden adelantar las siguientes conclusiones generales (Plano 0209-R-1536):

- La localización de los eventos presenta una notable coherencia con el cuadro tectónico delineado anteriormente.

- La actividad sísmica es bastante superficial y se distribuye preferentemente al este del cuerpo principal de la Cordillera Real;
- Los epicentros se agrupan en tres principales áreas:
 - . Al oeste del volcán El Reventador, dentro de la zona de escalas, donde existen numerosos cabalgamientos y algunas fallas transcurrentes dextrales. Están alineados en sentido NNE sobre algunas de las fallas transcurrentes que son las estructuras más recientes. También se han registrado otros eventos dispersos que se aproximan a los frentes de cabalgamiento más occidentales y a la falla del Reventador. La concentración de los eventos en esta área coincide con la del epicentro macrosísmico del 5 de marzo de 1987.
 - . Un poco al sur de la confluencia de los ríos Salado y Quijos, sobre la terminación meridional de una falla inversa de dirección N 35°E.
 - . En la zona del Codo Sinclair, cerca de la zona fracturada homónima y de la flexura marginal del levantamiento del Napo.
- La sismicidad local observada en el período julio/91-enero/92 es de modesta intensidad, pues no se registraron eventos de magnitud superior a 3.
- La mayor parte de esta actividad está ubicada al este de los cabalgamientos andinos principales, en la zona subandina.
- La diferente magnitud y frecuencia de los sismos relacionados con los cabalgamientos andinos principales, respecto a los de la zona de "decollment" de la zona subandina, hace suponer que esta última es una estructura incapaz de acumular grandes esfuerzos y, por lo tanto, de originar grandes terremotos.
- Se confirma, entonces, que en el área del proyecto existen dos fuentes sísmicas:
 - . la más oriental, relacionada con el sistema andino principal, capaz de producir terremotos de gran intensidad,
 - . la occidental, conectada con el levantamiento del Napo, que puede generar una actividad bastante difusa, pero de limitada intensidad.

Con base en estos datos se está efectuando una revisión del análisis del riesgo sísmico local y de los parámetros para el diseño sísmico de las obras, que tuvo que retrasarse debido a los diferimientos que experimentó la instalación de la red sísmica local.

8. MECANICA DE SUELOS Y MECANICA DE ROCAS

8.1 Mecánica de Suelos

Los estudios e investigaciones de Mecánica de Suelos, realizados en el curso del estudio de Factibilidad, fueron orientados básicamente hacia la definición de dos aspectos principales:

- Las condiciones de las cimentaciones en los dos sitios de presa considerados, Salado y embalse compensador.
- La disponibilidad y las características de los materiales de construcción para las diferentes obras del proyecto.

8.1.1 Cimentaciones Los sitios de la presa derivadora Salado y de la presa del embalse compensador han sido investigados en la presente etapa de los estudios mediante prospecciones geofísicas y perforaciones rotativas profundas.

Para el sitio Salado, en forma adicional, se utilizó la investigación realizada en el curso de los estudios de Factibilidad del Aprovechamiento Salado, que finalizaron en 1982, para lo cual se procedió a reinterpretar la información disponible, en base al tipo, magnitud y ubicación de las obras replanificadas en ese sitio, en función de los eventos relacionados con el sismo del 5 de marzo de 1987.

Los resultados de estas investigaciones han permitido definir la configuración del cauce rocoso, la secuencia estratigráfica de los materiales de sedimentación que rellenaron el valle en el sitio Salado y las características mecánicas de estos materiales. En el sitio de la presa del embalse compensador las investigaciones han permitido definir, además de las características mecánicas de las rocas del fondo de la quebrada, las propiedades geotécnicas de los suelos encontrados en las márgenes superiores de la quebrada Granadillas.

A continuación se presentan las principales informaciones relativas a las condiciones de las cimentaciones en los dos sitios de presa citados. Los resultados analizados en detalle, constan en el Anexo I, del presente informe.

a. Sitio presa derivadora Salado

La morfología del valle está definida por la presencia de un macizo rocoso intrusivo en forma de morro, que separa el cauce actual del río Coca, de un paleocauce de dirección variable, rellenos

ambos por depósitos aluviales, lacustres y laharríticos, con un espesor máximo del orden de 200 m (Planos 0029-B-1532 y 0209-B-1523).

Se tienen así dos zonas perfectamente definidas: la una, localizada en el cauce actual del río Coca, junto al morro, sobre la cual se construirá el vertedero derecho de la presa derivadora, y la otra localizada en la zona del paleocauce, margen izquierda del río Coca, sobre la que se harán el vertedero izquierdo, dique y obras adicionales.

a.1 Zona del vertedero izquierdo y dique

En la secuencia estratigráfica que rellena el paleocauce se observa que la continuidad de los depósitos más superficiales, con espesores variables entre 20 y 75 m, se encuentra interrumpida a veces, debido a antiguos procesos erosivos y también a la presencia en el lado derecho del paleocauce, del macizo rocoso intrusivo de forma piramidal. Por lo contrario, las capas más profundas se sedimentaron en forma bastante regular con estratos de material grueso: bloques, canto rodado y grava, alternados con estratos de material más fino, limos arenosos mezclados con grava, que ocurrieron por disminución de la velocidad de transporte del agua y formación de lagos, en el caso extremo. La existencia del morro y el consiguiente cambio en la dirección del paleocauce ocasionaron la depositación de materiales en una corriente menos fuerte y en consecuencia en un estado menos denso y con bastante materia orgánica.

Todo lo anterior ha dado lugar a la presencia en superficie de suelos sobreconsolidados en la margen izquierda del paleocauce, que corresponde a la zona más alejada de dicha margen, respecto al cauce actual; suelos poco compactos en superficie en la parte central de la margen izquierda y depósitos muy poco compactos y con materia orgánica, en la zona aguas arriba del morro y directamente frente a aquél. En profundidad, conforme se indicó anteriormente, la deposición es mucho más regular y con prevalencia de suelos más compactos. Por las consideraciones expuestas se llegó a establecer tres zonas en que las características geotécnicas de las unidades litoestratigráficas superficiales son diferentes (Plano 0209-B-1532).

La zona A, localizada en el extremo más alejado de la margen izquierda tiene estratos superficiales muy consolidados y por ende de mayor resistencia, constituidos por capas de arena, limo y grava alternados. Por debajo de estos estratos, se encuentran los depósitos profundos constituidos por potentes y densas capas aluviales, interrumpidas por la, igualmente, potente capa de limo arenoso mezclado con grava, que conforme se dijo anteriormente corresponde a una deposición en aguas con menor velocidad. Estas capas se continúan hasta llegar al basamento rocoso.

La zona B, ubicada en la parte central de la margen izquierda, tiene una capa superficial poco consolidada de 10 a 20 m de espesor constituida por materiales similares a los indicados en la zona A:

arena, limo y grava alternados. Los depósitos profundos tienen iguales características a las de los depósitos análogos de la zona A.

La zona C, localizada inmediatamente aguas arriba del macizo rocoso intrusivo y frente a él, está constituida desde la superficie por arenas gravosas, limos, arenas finas y arenas con abundante materia orgánica (madera), cuya característica fundamental es la menor densidad y resistencia debido al ambiente de sedimentación en aguas tranquilas. La profundidad es variable entre 50 y 75 m, por debajo de la cual aparece directamente el basamento rocoso en la zona más cercana al morro o los estratos profundos conforme se aleja de aquél.

Por lo anterior, en general se puede decir que, salvo algunas capas superficiales, se tiene suelos de aceptable capacidad de carga y baja compresibilidad, de modo que constituyen suelos de buenas características para sustentar cimentaciones directas.

La mayoría de aquellas capas superficiales deberán ser eliminadas por las excavaciones previas a la construcción de las obras, razón por la cual no se prevé en primera instancia, la utilización de métodos de mejoramiento de las características mecánicas de los suelos superficiales (vibrocompactación por ejemplo) a fin de que puedan resistir las cargas cíclicas ocasionadas por el sismo, sin que se produzca el fenómeno de licuación.

Además el peso del suelo removido será mayor que el peso de la estructura, por lo cual tampoco se esperan problemas con respecto a capacidad portante y a asentamientos.

El aspecto más delicado estará relacionado con la ejecución misma de la excavación y el control del nivel freático, con referencia a la estabilidad del fondo de las excavaciones.

La solución a adoptarse consistirá en la construcción de pantallas de impermeabilización provisionales que cierren el área a ser excavada. Con este sistema se controlará el flujo del nivel freático superficial hacia la excavación. Se complementará con la perforación de pozos en el fondo de la excavación, con el objeto de bombear hacia afuera las filtraciones y de esa manera controlar la presión del agua y consecuentemente la estabilidad del fondo de la excavación.

El vertedero tendrá también una pantalla o diafragma de impermeabilización, para controlar la filtración por su base, en los depósitos aluviales.

Para la construcción de las pantallas o diafragmas, provisionales o definitivos, se podrá utilizar la técnica del "jet grouting".

a.2 Zona del vertedero derecho

Se ubica en el cauce actual del río entre el morro central y la margen derecha y está constituida por una serie de depósitos aluvia-

les, laharíticos y lacustres, correspondientes a variados procesos de sedimentación y erosión, que ha experimentado el río en este sector.

Los períodos de sedimentación en aguas tranquilas asociados con procesos de embalsamiento natural del río, aguas abajo, y probablemente relacionados con los depósitos de la zona C descrita en el literal anterior, con la cual se tienen algunas similitudes desde el punto de vista geotécnico, especialmente en lo relacionado con sus inferiores características mecánicas dan lugar a deposiciones subhorizontales y continuas, en tanto que los procesos erosivos asociados con grandes avalanchas y favorecidos por las condiciones geomorfológicas del valle, han ocasionado la remoción total o parcial de los sedimentos anteriores y posterior depositación de capas aparentemente discordantes.

Se tienen así las siguientes unidades básicas, que se describen a continuación, desde la superficie hacia el fondo (Plano 0209-B-1534).

La unidad 1 de 7 m de espesor en el eje, está constituida por un aluvial grueso, grava y arena con algunos bloques de gran tamaño y tiene un espesor muy variable en cada sección del río, en correspondencia de su velocidad, más significativo conforme se avanza hacia aguas arriba.

La unidad 2 de 7 a 11 m de espesor, es un material laharítico bastante reciente, erosionado hacia aguas arriba. Se trata de un suelo granular con grava arenosa, bloques angulosos y alguna fracción limosa.

A continuación se tiene un depósito lacustre superior, que desaparece progresivamente conforme se avanza también hacia aguas arriba, y que probablemente está en relación con los potentes sedimentos lacustres existentes aguas abajo, hasta el sector del río Malo. Este depósito se lo ha subdividido en dos unidades de acuerdo a sus características geomecánicas, la 3 constituida por un limo arcillo-arenoso normalmente consolidado y por consiguiente compresible de 11 a 13 m de espesor, y la 4 conformada por limo y arena fina limosa, de 8 a 10 m de profundidad, bajo la anterior.

Sigue otra capa de material laharítico, casi totalmente erosionada a la altura del eje del vertedero, constituida por grava limosa y algunos bloques grandes, en una matriz ligeramente cementada. Por debajo se tiene generalmente otra capa de aluvial grueso, grava, cantos y algunos bloques, mal graduado. El conjunto de estos dos estratos granulares constituye la unidad 5, de 16 m de espesor.

Finalmente se tiene un depósito lacustre inferior, continuo y subhorizontal, salvo un sector erosionado a la altura del eje del vertedero. Constituye la unidad 6, de 13 a 25 m de espesor, hasta la roca del fondo y está conformada por alternadas capas de limos arenosos y arenas finas limosas, con inclusión de lentes de uno y otro material, en la matriz predominante.

De las unidades anteriormente descritas, las dos primeras serán casi totalmente eliminadas con las excavaciones previas, de manera que las cargas se transmitirán casi directamente a la capa compresible de limo arcilloso lacustre, que tiene espesor variable, hasta que desaparece aguas arriba.

Para evitar asentamientos diferenciales de magnitud en dicha capa, se deberá realizar una precarga de este suelo, que se hará mediante un terraplén fabricado con el material proveniente de las excavaciones y que deberá mantenerse el tiempo necesario a fin de reducir los asentamientos a valores permisibles.

En esta zona también se deberá realizar el diseño para controlar los problemas relacionados con la ejecución de las excavaciones y el control del nivel freático durante el proceso de excavación y construcción, conforme a lo indicado en el literal anterior.

b. Sector presa del embalse compensador

Las conclusiones que se exponen a continuación se refieren exclusivamente a las características de los suelos superficiales, suprayacentes a la formación Hollín.

Los suelos encontrados son el producto de una intensa alteración de cenizas volcánicas depositadas en superficie o de las capas iniciales de la formación Napo, seguidas de unas capas de lutitas alteradas correspondientes a niveles inferiores de la misma formación. Bajo estas condiciones generales, se puede evidenciar dos unidades básicas, que se describen a continuación desde la superficie hacia el fondo.

La unidad 1, de espesor variable entre 1 m como mínimo al borde de la quebrada Granadillas, hasta más de 10 m conforme se avanza en altura alejándose de dicha quebrada, está constituida por limos ligeramente arcillosos muy alterados, con elevadas propiedades índice, bajas compacidad, permeabilidad y resistencia al corte, y muy elevada compresibilidad.

La unidad 2, igualmente de espesor variable entre 0,5 m al borde de la quebrada hasta 10 ó 12 m conforme se aleja de dicho borde y con un suave buzamiento hacia el N-NE, corresponde a las lutitas alteradas de los niveles inferiores de la formación Napo, que se encuentran en contacto con la formación Hollín y que en algunas zonas conservan la estructura de la roca madre. El producto de la alteración es un suelo arcillo-limoso de baja compresibilidad y alta compacidad, pero que conserva la exfoliación de la roca original, lo cual favorece el aumento de la permeabilidad.

De conformidad con lo señalado anteriormente, los suelos superficiales suprayacentes a la formación Hollín, son de baja resistencia y alta compresibilidad, por lo que, en caso de que no sean eliminados mediante excavación, deberán evaluarse en el diseño los problemas

relacionados con esas propiedades, es decir la capacidad portante del suelo, los asentamientos en función del tiempo, o sea la consolidación y la estabilidad de los taludes naturales o artificiales vecinos a las obras.

Además, se deberá considerar en el diseño, el problema de las filtraciones que se producirán a través de las discontinuidades (originadas por la exfoliación) que conservan los suelos de la unidad dos.

Para controlar estas filtraciones así como las que se producirán en las primeras capas de la formación Hollín, de elevada permeabilidad, se deberá diseñar una profunda cortina de inyecciones.

8.1.2 Materiales para construcción

a. Sector Salado

Las investigaciones efectuadas permiten tener una visión bastante completa de los materiales disponibles en el valle y su posible utilización en las construcciones.

Los materiales granulares, con menor o mayor cantidad de ligante fino, a la final los únicos necesarios, de acuerdo a las diferentes obras diseñadas para la captación, abundan en el valle. Pueden obtenerse sea de los depósitos aluviales a lo largo de los ríos Coca y Salado, de los afloramientos de roca cercanos a los sitios de cierre o de los depósitos laharíticos existentes aguas abajo. La selección entonces estará relacionada con los costos de explotación antes que con las propiedades geotécnicas de los materiales.

a.1 Grava y arena

Se encuentran en depósitos a lo largo de los ríos Coca y Salado, en forma de terrazas, muy cercanas al sitio de las obras (Planos 0209-B-1529 y 0209-B-1530). El sitio considerado más favorable para la explotación se ubica 1,3 km aguas arriba, siguiendo el río Salado, antes de su confluencia con el Quijos. En ese sitio la elevación de la terraza respecto al nivel del río, evitará la presencia inmediata del nivel freático, que podría complicar ligeramente la explotación.

El material es una mezcla de bolones y bloques con grava y arena, con granulometría generalmente bien graduada. Se puede utilizar tanto para hormigón, como para enrocados; también puede producirse material con granulometría controlada para transiciones y filtros. Para toda otra clase de uso, con una planta de tratamiento convenientemente ubicada, se obtendrá cualquier granulometría, que se necesite de acuerdo a las especificaciones.

Por lo que se refiere a volúmenes, éste es ilimitado considerando la abundancia de depósitos a lo largo de los ríos Coca y Salado.

a.2 Enrocamientos

Conforme se mencionó en el párrafo anterior se puede utilizar el mismo material aluvial, seleccionando los tamaños adecuados.

En forma alternativa se pueden utilizar los afloramientos de roca existentes en zonas muy cercanas al proyecto. Por un lado existen las rocas volcánicas de la formación Misahuallí; se trata de rocas basálticas de olivino, de buena calidad, que pueden ser explotadas para producir toda clase de materiales granulares, a utilizarse para enrocados y también para hormigón, transiciones y filtros. La cantidad aprovechable es prácticamente ilimitada. Debe tenerse presente sin embargo que la investigación en profundidad de la formación Misahuallí, demostró la existencia de rocas volcano-sedimentarias con trazas de zeolita, mineral muy perjudicial para las obras de hormigón. La atención entonces deberá estar dirigida a un riguroso control de laboratorio, que descarte la existencia de este mineral, en la zona de explotación.

Por otro lado existen rocas intrusivas granodioríticas, de buena calidad como material de construcción, en el sitio de las obras, tanto en la margen izquierda, en el morro que deberá ser excavado para la construcción del desarenador, como en la margen derecha, en la cual se localiza la embocadura del túnel de aducción. La atención en este caso estará dirigida a descartar los materiales superficiales muy alterados y a la utilización de los materiales más frescos.

La ubicación de las áreas antes citadas puede verse en el Plano 0209-R-1528.

a.3 Materiales para el dique

Se utilizará el material de depósitos de avalancha del volcán El Reventador, localizado en el área "Marker" 14 km aguas abajo del sitio de cierre, siguiendo la carretera Quito-Lago Agrio (Plano 0209-R-1531).

El material se puede utilizar tal cual se extrae del sitio siempre que se elimine previamente la fracción más gruesa, superior a 3", lo cual en algunos casos podría suponer la eliminación del 20 al 40% del material, hecho que sin embargo, no sería muy perjudicial en función de la gran cantidad existente y las pequeñas necesidades para el dique.

Se trata de un material que por sus características geotécnicas representa un promedio entre los materiales granulares y los finos. En efecto su granulometría es de material granular con tamaño máximo hasta de bloques, pero con un porcentaje de finos tal que su coeficiente de permeabilidad resulta bastante más bajo, del orden de 5×10^{-6} cm/s. La granulometría asegura un buen grado de compactación, alta resistencia al corte y baja compresibilidad.

Otra característica que tiene el material es la posibilidad de desarrollar con el tiempo un cierto grado de cementación, lo cual incrementa la resistencia al corte. Es, de todas maneras, una cementación pequeña, que se destruye al excavar el material con cualquier equipo.

b. Sector del embalse compensador y de las obras de generación

En forma similar al sector anterior, las investigaciones ejecutadas proporcionan un cuadro bastante completo respecto de las posibilidades de explotación de los materiales que se encuentran en el sitio de presa y sus alrededores (Plano 0209-B-1528).

No se encontraron materiales aluviales, grava y arena, en cantidades aprovechables. En consecuencia todos los materiales granulares a utilizarse en las construcciones se obtendrán por procesamiento de materiales rocosos.

Tampoco se encontraron materiales intermedios, como los depósitos de avalancha del valle del Coca, a distancias convenientes. En conclusión el sitio está caracterizado solamente por la presencia de materiales rocosos y materiales finos arcillosos de difícil explotación y/o tratamiento.

En concordancia con la alternativa escogida, en lo que sigue se detalla la utilización de los materiales rocosos para las diferentes obras proyectadas.

b.1 Cantera "Mirador"

Se trata de un afloramiento de rocas intrusivas existente a 4 km al noroeste del embalse compensador. La roca es una diorita de biotita de muy buena calidad que puede ser explotada para producir toda clase de materiales granulares, a utilizarse para hormigón, enrocados, espaldones, transiciones y filtros. La cantidad aprovechable es suficiente para las obras que se ejecutarán en el sector del embalse compensador.

b.2 Cantera "Hollín"

Se trata de las rocas sedimentarias, areniscas y lutitas, de la formación Hollín, existentes en el sitio mismo de cierre. El material no tiene una calidad óptima, ni suficiente homogeneidad; sin embargo podría utilizarse en algunas secciones menos resistentes de la presa. Si así se lo hace, resultará conveniente explotar aquellas zonas que se presenten menos alteradas. En todo caso existen cantidades suficientes para las necesidades de la presa.

b.3 Cantera "Misahuallí"

Se denomina así a los materiales rocosos provenientes de las excavaciones necesarias para construir las obras de generación y

restitución, que en su gran mayoría se ubicarán en la formación Misahuallí constituida por rocas volcánicas.

El material presenta buenas características para ser utilizado como agregado de hormigón de cemento portland, siempre que se utilicen los fragmentos provenientes de excavaciones en profundidad, desechando los materiales alterados superficiales.

Debe tenerse presente sin embargo, lo manifestado anteriormente respecto a la eventual presencia de zeolita en las rocas volcánicas, a efectos de implementar en construcción, las medidas de control tendientes a descartar la existencia de dicho mineral.

8.2 Mecánica de Rocas

Con el objeto de definir los parámetros geomecánicos para el diseño de las obras subterráneas durante las dos fases de estudios se procedió a realizar ensayos de mecánica de rocas en laboratorio sobre muestras obtenidas de los sondeos rotativos perforados en los sectores del túnel de aducción, del embalse compensador y de las obras de generación. Además, en las galerías exploratorias se realizaron investigaciones de microsísmica, ensayos con el método del taladro transversal, para la medición de la velocidad de las ondas de corte en perforaciones cortas en el piso y en las paredes de las galerías, y mediciones de deformabilidad de los macizos rocosos mediante ensayos de gato plano en pared y de carga vertical y horizontal sobre placa.

En fin, en base a los ensayos de absorción de agua y de hidrofracturamiento en los sondeos rotativos se determinaron la permeabilidad y el estado de esfuerzo natural del macizo que será afectado por las obras subterráneas.

El tipo y la cantidad de ensayos de laboratorio y de campo, realizados durante la Fase B por los técnicos del Laboratorio de Mecánica de Rocas de la Facultad de Ingeniería Civil de la Escuela Politécnica Nacional en Quito, se resumen a continuación:

Tipo de ensayo	Intrusivo granodiorítico	Macizo rocoso	
		Formación Hollín	Formación Misahuallí
<u>Ensayos de laboratorio</u>			
Análisis petrográfico	3	4	19
Peso de volumen y velocidad sónica	5	41	61
Peso específico	7	44	62
Porosidad	6	44	62
Compresión simple	4	21	46
Compresión monoaxial	2	14	18
Compresión triaxial	1	2	7
Carga puntual	9	66	89
Prueba con martillo Schmidt	3	21	59
Corte directo	1	16	2
Abrasión	2	2	6
Absorción	-	13	-
Durabilidad	-	4	-
Hinchamiento	-	6	-
<u>Ensayos de campo</u>			
Ensayo de carga directa sobre placa	3	2	6
Ensayo de deformabilidad con gato plano en pared	-	2	-
Ensayo con el método del taladro transversal	10	8	31

Los resultados de estos ensayos están reportados en detalle en el Anexo J del presente informe.

A continuación se presentan una síntesis de los principales parámetros para el cálculo y el diseño de las obras subterráneas, obtenidos de todas las investigaciones y ensayos ejecutados y relativos a los tres macizos rocosos que estarán afectados por las obras:

a. Intrusivo granodiorítico

	Vertical	Horizontal
. Módulo de deformación (MPa)	4.000	12.000
. Módulo de elasticidad (MPa)	18.000	22.000

		Calidad de roca		
		mala	regular	buena
.	Angulo de fricción (°)	15-30	38-44	46-51
.	Cohesión (MPa)	10-3	0,04	0,60-0,70
.	Permeabilidad (UL)	>20	5-10	<5

b. Formación Hollín

		Vertical	Horizontal
.	Módulo de deformación (MPa)	600	2.000
.	Módulo de elasticidad (MPa)	1.900	4.500

		Calidad de roca		
		mala	regular	buena
.	Angulo de fricción (°)	30-35	35-40	40-45
.	Cohesión (MPa)	0,10-0,15	0,15-0,20	0,20-0,30
.	Permeabilidad (UL)	>>20	1-5	variable

c. Formación MisahuallíTúnel de aducción

		Calidad de roca		
		mala	regular	buena
.	Módulo de deformación (MPa)	3.000-4.000	10.000	30.000-40.000
.	Angulo de fricción (°)	15-20	28-33	30-42
.	Cohesión (MPa)	0,05	0,10-0,15	0,30-0,70
.	Permeabilidad (UL)	>20	5-10	1-4

Tubería de baja presión y chimenea de equilibrio

.	Módulo de deformación (MPa)	40.000
.	Angulo de fricción (°)	55-60
.	Cohesión (MPa)	2,00
.	Permeabilidad (UL)	10-20
.	Estado tensional del macizo	
	σ_1 (MPa)	9,5
	σ_2 (MPa)	6,0
	σ_3 (MPa)	3,5

Tubería inclinada de alta presión

		Calidad de roca			
		muy mala	mala	regular	buena
.	Módulo de deformación (MPa)	<3.000	3.000	10.000	30.000
.	Módulo de elasticidad (MPa)	-	-	25.000	-
.	Angulo de fricción (°)	20-25	25-30	38-44	47-52
.	Cohesión (MPa)	0,04	0,14	0,30	0,50
.	Permeabilidad (UL)		10-20		0-5
.	Estado tensional del macizo				
	σ_1 (MPa)		9,0		
	σ_2 (MPa)		5,5		
	σ_3 (MPa)		3,0		

Tubería de presión con pozo vertical

		Calidad de roca		
		mala	regular	buena
.	Módulo de deformación (MPa)	3.000	10.000	30.000
.	Angulo de fricción (°)	10-20	25-30	35-45
.	Cohesión (MPa)	0,01	0,08	0,40-0,50
.	Permeabilidad (UL)		0-5	

Casa de máquinas

.	Módulo de deformación (MPa)	10.000
.	Módulo de elasticidad (MPa)	20.000

		Calidad de roca	
		regular	buena
.	Angulo de fricción (°)	26-33	42-47
.	Cohesión (MPa)	0,10	0,50
.	Permeabilidad (UL)	1-5	
.	Estado tensional del macizo		
	σ_1 (MPa)	8,0	
	σ_2 (MPa)	4,0	
	σ_3 (MPa)	2,0	

9. DESCRIPCION DEL SECTOR ELECTRICO

En este capítulo se realiza una descripción del mercado eléctrico del Ecuador, que incluye un resumen de la evolución histórica de los consumos, las previsiones de demanda y el diagrama de carga del sistema.

Además, se hace una descripción de los sistemas de generación y transmisión existentes en el país, a diciembre de 1991, de las disponibilidades futuras y las previsiones de expansión a largo plazo, hasta el año 2014, las mismas que se han definido en los estudios del Plan Maestro de Electrificación.

9.1 Análisis histórico del consumo y demanda máxima eléctrica

El consumo global de energía eléctrica del sector público aumentó alrededor de 12.7 veces entre los años 1965 y 1991 lo cual representa un crecimiento anual del 10,32. En este periodo, el ritmo de crecimiento del consumo fue incrementándose llegando a su valor máximo entre los años 1975 y 1980; desde 1980, por el contrario, comienza a apreciarse una desaceleración en el ritmo de crecimiento.

Estas tendencias pueden observarse al examinar las tasas de crecimiento del consumo y demanda máxima, indicadas a continuación:

TASAS MEDIAS DE CRECIMIENTO (%)

	1965-70	1970-75	1975-80	1980-85	1985-91
Consumo	10,7	11,8	16,9	6,2	6,8
Demanda máxima	10,5	10,8	14,1	6,8	6,8

Diferentes razones explican el rápido ritmo de crecimiento de la energía eléctrica hasta 1980:

- Durante el quinquenio 1965-1969 comienza a desarrollarse un esquema económico que consistió en buscar un proceso de industrialización, en términos de una estrategia de sustitución de importaciones, el mismo que generó un crecimiento importante del consumo industrial de energía eléctrica. Este proceso se dinamizó en la segunda parte de la década del 70, como un efecto desfasado del "boom" petrolero.

- Con el auge de la explotación y exportación del petróleo, que comienza en 1972, tiene lugar un acelerado ritmo de crecimiento económico que no tiene precedentes en la historia ecuatoriana y que se refleja en una tasa de incremento del Producto Interno Bruto (PIB) del 12,9% (en valores constantes del 1975) durante el quinquenio 1970-74 y del 6% durante el quinquenio 1975-79; situación que provocó el aumento de la compra de electrodomésticos y consecuentemente del consumo de energía eléctrica.
- Sustentado en la creación del Fondo Nacional de Electrificación, a partir del año 1973 se genera un flujo significativo de recursos financieros provenientes de las regalías del petróleo hacia el sector eléctrico. Este flujo de recursos permitió un rápido crecimiento de la capacidad instalada por INECEL, como se puede apreciar a continuación:

Central y Tipo		Potencia Instalada Hidráulica (MW)	Térmica (MW)	Operación desde el año
Estero Salado N.1	(Gas)		25,6	1976
Pisayambo	(Hidro)	69,2		1977
Guangopolo	(Diesel)		31,6	1977
Estero Salado N.2	(Vapor)		73,0	1978
Estero Salado N.3	(Vapor)		73,0	1980
Santa Rosa	(Gas)		47,7	1981
Esmeraldas	(Vapor)		125,0	1981
Paute, Fases A,B	(Hidro)	500,0		1983
Agoyán	(Hidro)	156,0		1987
Paute, Fase C	(Hidro)	<u>575,0</u>		1992
Potencia instalada total		1.300,2	375,9	

- Paralelamente al aumento de la capacidad instalada se desarrollaron proyectos de transmisión asociados a las centrales de generación, mediante la conformación de un Sistema Nacional de Transmisión con líneas de alta tensión a 138 y 230 kV y la subtransmisión y distribución a través de las Empresas Eléctricas Regionales. Todo lo anterior hizo posible la cobertura de más amplios sectores de la población, lo que se refleja en el incremento del porcentaje de población servida del 17,0% en 1965 al 67,4% en 1990.

En contraste con el acelerado crecimiento de la década del 70, durante el período 1980-91 se aprecia una desaceleración en el ritmo de crecimiento del consumo y de la generación de energía eléctrica, fenómeno coherente con la recesión de la economía ecuatoriana durante el mismo lapso y que se tradujo en tasas de crecimiento del PIB muy

bajas; incluso en los años 1983 y 1987 se registraron valores negativos: -2,8% y -5,2%, respectivamente.

Esta situación es consecuencia de la crisis económica originada por los problemas de la deuda externa del país, baja de precios del petróleo, suspensión de las exportaciones del petróleo en 1987 y las condiciones climatológicas adversas que soportó el país entre los años 1982 y 1983.

Resumiendo, se observan 3 períodos claramente diferenciados en cuanto se refiere al mercado de energía eléctrica: el primero, comprendido entre 1965 y 1974 con un crecimiento moderadamente elevado, el segundo, de auge inusitado entre 1975 y 1979 y, el tercero, desde 1980 hasta la actualidad, caracterizado por una continua desaceleración.

9.2 Proyección de la demanda eléctrica y curva de carga diaria del sistema

9.2.1 Proyección de la demanda eléctrica La previsión del consumo de energía eléctrica constituye un requisito fundamental para el dimensionamiento de futuras expansiones de los sistemas de generación, transmisión y distribución.

En base a la información histórica disponible en términos de indicadores macroeconómicos y de mercado eléctrico así como de las posibilidades de análisis y de procesamiento existentes, se procedió a determinar la proyección de la demanda eléctrica para el período 1990-2014.

La metodología utilizada corresponde a una proyección analítica sectorial es decir, una previsión nacional desagregada por sectores de consumo (residencial, comercial e industrial) y a los parámetros macroeconómicos obtenidos de Organismos de Planificación Nacional como el CONADE, el Banco Central, entre otros. Todo esto de acuerdo con la actual situación económica-social del país y con su posible evolución.

El análisis y proyección de la demanda se realiza en los diferentes niveles: nacional, regional y subestaciones principales del SNI.

La desagregación de la previsión global nacional, en función de la evolución histórica y las perspectivas de la participación del consumo de cada sistema regional frente al consumo nacional, permite conocer la proyección global regional. Esta previsión facilita los datos de demanda a nivel de las subestaciones principales de entrega del SNI a los sistemas regionales.

A continuación se indican varios aspectos de la información y metodología utilizada:

- Las proyecciones de población y sus características se basaron en estimaciones realizadas por INEC.
- La proyección de la demanda incluye por separado el análisis y previsión del consumo característico (residencial, industrial, comercial y otro) y la previsión de las cargas especiales.
- Se plantearon dos escenarios socio-económicos para la proyección de la demanda. Uno llamado favorable que corresponde a una tasa de crecimiento del PIB del 4% y el otro, denominado menos favorable, que corresponde a una tasa de crecimiento del PIB del 3%. Valores estos que están dentro del rango de variación considerado oficialmente como posible por el CONADE para la evolución económica del país en el período de proyección.
- El efecto del precio de la electricidad en el aumento o disminución de la demanda no se considera, debido a la poca representatividad estadística que tuvieron los resultados del estudio econométrico. Se debe anotar que las diferencias en términos reales entre los aumentos de la tarifa y los de la inflación en el período de análisis son mínimos, de acuerdo con el comportamiento histórico y la expectativa de la política tarifaria.
- Para el sector industrial se ha aplicado una elasticidad PIB-PIB industrial de 1,14 y una estructura que varía poco en relación con la actual, ya que las limitaciones de inversión que se prevén difícilmente permitirán el desarrollo de procesos intensivos de industrialización, que hagan variar radicalmente la misma.
- Una de las variables importantes para el aumento de demanda en el sector industrial está constituida por el aumento de intensidad energética proveniente de un análisis de evolución de la misma en varias ramas manufactureras.
- En la proyección del sector residencial se utilizaron como variables del crecimiento del consumo las siguientes: la población, la relación viviendas electrificadas/abonados, el crecimiento real del consumo final por hogar, la elasticidad al número y al consumo final por hogar.
- En el sector comercial las variables corresponden a: la elasticidad del crecimiento de los abonados comerciales en relación con el de los residenciales, la elasticidad al número, etc.
- En la proyección del consumo industrial se aplicó la metodología técnico-económica que relaciona proyecciones del PIB industrial de las principales ramas del sector manufacturero multiplicadas por las intensidades eléctricas pronosticadas para cada rama.
- En el caso de la proyección del consumo por iluminación, que es parte del sector "otros", se utilizó el consumo específico

(kWh/abonados residenciales+comerciales) multiplicado por la suma pronosticada del número total de abonados.

Definido el escenario de consumo característico más las cargas especiales, se aplican los factores de carga y pérdida correspondientes, de modo de determinar los requerimientos de energía (GWh/año) y de demanda máxima (MW) a nivel de las subestaciones principales, que son los puntos de entrega del SNI a las Empresas Eléctricas.

En los Cuadros 9/1 y 9/2 se presenta, para cada escenario, el resumen de la proyección de los requerimientos de energía y de potencia a nivel de subestaciones principales del SNI, para el período 1990-2014.

De los dos escenarios de crecimiento del FIB, se adoptó el menos favorable, considerando que éste provoca el menor riesgo económico (menor costo de error) para el equipamiento del SNI.

Cuadro 9/1

PREVISION DE DEMANDA DE ENERGIA Y POTENCIA DEL SISTEMA NACIONAL
ESCENARIO FAVORABLE

Año	Consumo (GWh)	F.P. ^a (%)	Generación (GWh)	F.C. ^b (%)	Demanda Máxima (MW)
1990	5.042,8	17,2	6.087,8	58,4	1.190,1
1991	5.369,8	17,1	6.473,6	58,9	1.254,2
1992	5.693,8	16,7	6.836,4	59,0	1.319,5
1993	6.035,8	16,6	7.237,7	59,3	1.392,9
1994	6.454,5	16,4	7.716,3	59,2	1.488,4
1995	6.824,5	16,2	8.146,3	59,6	1.560,5
1996	7.206,5	16,1	8.586,2	59,6	1.641,0
1997	7.613,5	16,0	9.061,9	59,8	1.729,6
1998	8.026,5	15,8	9.528,7	60,1	1.809,2
1999	8.461,5	15,7	10.031,5	60,4	1.896,7
2000	8.930,5	15,5	10.565,2	60,3	1.994,5
2001	9.413,5	15,2	11.095,3	60,7	2.085,4
2002	9.933,5	15,2	11.709,2	60,8	2.200,3
2003	10.474,5	15,0	12.317,4	60,9	2.308,1
2004	11.050,5	14,8	12.970,4	60,9	2.425,7
2005	11.688,5	14,6	13.691,5	61,1	2.558,7
2006	12.278,5	14,5	14.355,1	61,4	2.667,7
2007	12.869,5	14,3	15.015,3	61,7	2.769,6
2008	13.469,5	14,1	15.688,1	61,8	2.891,4
2009	14.133,5	13,9	16.398,0	62,2	3.010,1
2010	14.776,5	13,8	17.147,7	62,3	3.144,0
2011	15.460,5	13,7	17.906,7	62,3	3.283,1
2012	16.181,5	13,7	18.744,2	62,3	3.436,7
2013	16.928,5	13,7	19.611,6	62,3	3.595,8
2014	17.717,5	13,7	20.527,8	62,3	3.763,7

TASA DE CRECIMIENTO POR PERIODOS (en %)

Periodos	Consumo	Generación	Demanda Máxima
1990 - 1995	6,24	6,00	5,57
1995 - 2000	5,53	5,34	5,03
2000 - 2005	5,53	5,32	5,10
2005 - 2014	4,73	4,60	4,38

a: F.P. = Factor de Pérdidas

b: F.C. = Factor de Carga

Cuadro 9/2

PREVISION DE DEMANDA DE ENERGIA Y POTENCIA DEL SISTEMA NACIONAL
ESCENARIO MENOS FAVORABLE

AÑO	Consumo (GWh)	F.P. (%)	Generación (GWh)	F.C. (%)	Demanda Máxima (MW)
1990	4.816,6	17,1	5.812,9	58,7	1.130,5
1991	5.079,8	17,0	6.121,5	59,2	1.180,7
1992	5.369,8	16,7	6.444,1	59,1	1.242,0
1993	5.641,8	16,6	6.761,6	59,6	1.296,0
1994	6.002,5	16,3	7.171,3	59,3	1.380,1
1995	6.310,5	16,2	7.527,9	59,7	1.438,3
1996	6.592,5	16,0	7.849,3	59,9	1.492,7
1997	6.887,5	15,9	8.192,0	60,1	1.555,5
1998	7.188,5	15,7	8.527,5	60,4	1.611,7
1999	7.497,5	15,6	8.882,0	60,7	1.671,1
2000	7.879,5	15,4	9.314,4	60,4	1.754,9
2001	8.256,5	15,1	9.724,1	60,9	1.822,7
2002	8.580,5	15,1	10.106,2	61,2	1.885,8
2003	8.934,5	14,9	10.497,8	61,3	1.955,8
2004	9.283,5	14,7	10.887,1	61,3	2.021,9
2005	9.678,5	14,6	11.327,3	61,5	2.102,5
2006	10.070,5	14,4	11.763,7	61,7	2.176,6
2007	10.489,5	14,2	12.228,3	62,1	2.249,1
2008	10.923,5	14,1	12.712,5	61,9	2.337,6
2009	11.347,5	13,9	13.173,9	62,4	2.408,8
2010	11.858,5	13,8	13.751,5	62,3	2.519,2
2011	12.303,5	13,6	14.239,9	62,3	2.608,7
2012	12.800,5	13,6	14.817,1	62,3	2.714,4
2013	13.281,5	13,6	15.375,8	62,3	2.816,8
2014	13.861,5	13,6	16.049,5	62,3	2.940,2

TASA DE CRECIMIENTO POR PERIODOS (en %)

Periodos	Consumo	Generación	Demanda Máxima
1990 - 1995	5,55	5,31	4,93
1995 - 2000	4,54	4,35	4,06
2000 - 2005	4,20	3,99	3,68
2005 - 2014	4,07	3,95	3,80

9.2.2 Curva de carga diaria del sistema La curva de carga diaria, que describe la fluctuación de la carga del sistema durante el

día constituye una información complementaria de la evolución futura de la demanda de energía y de potencia del SNI.

La más reciente curva de carga diaria está caracterizada por una curva de duración representada en un histograma de cinco bloques, desde la punta hasta la base. Esta modulación de carga es deducida en función de la tendencia que muestran los factores de forma de la carga de cada año de la serie histórica, así como en metas y más datos establecidos en la proyección de la demanda.

En la Figura 9/1 se ilustra la curva de duración de carga representativa del SNI. De esta figura se deduce que la carga de pico tiene la duración de 2 horas (con otras 2 de semipico) y que la carga mínima (con duración de 5 horas) resulta el 47,8% de la carga máxima. El factor de carga del sistema es 67,8%.

9.3 Sistema eléctrico del país

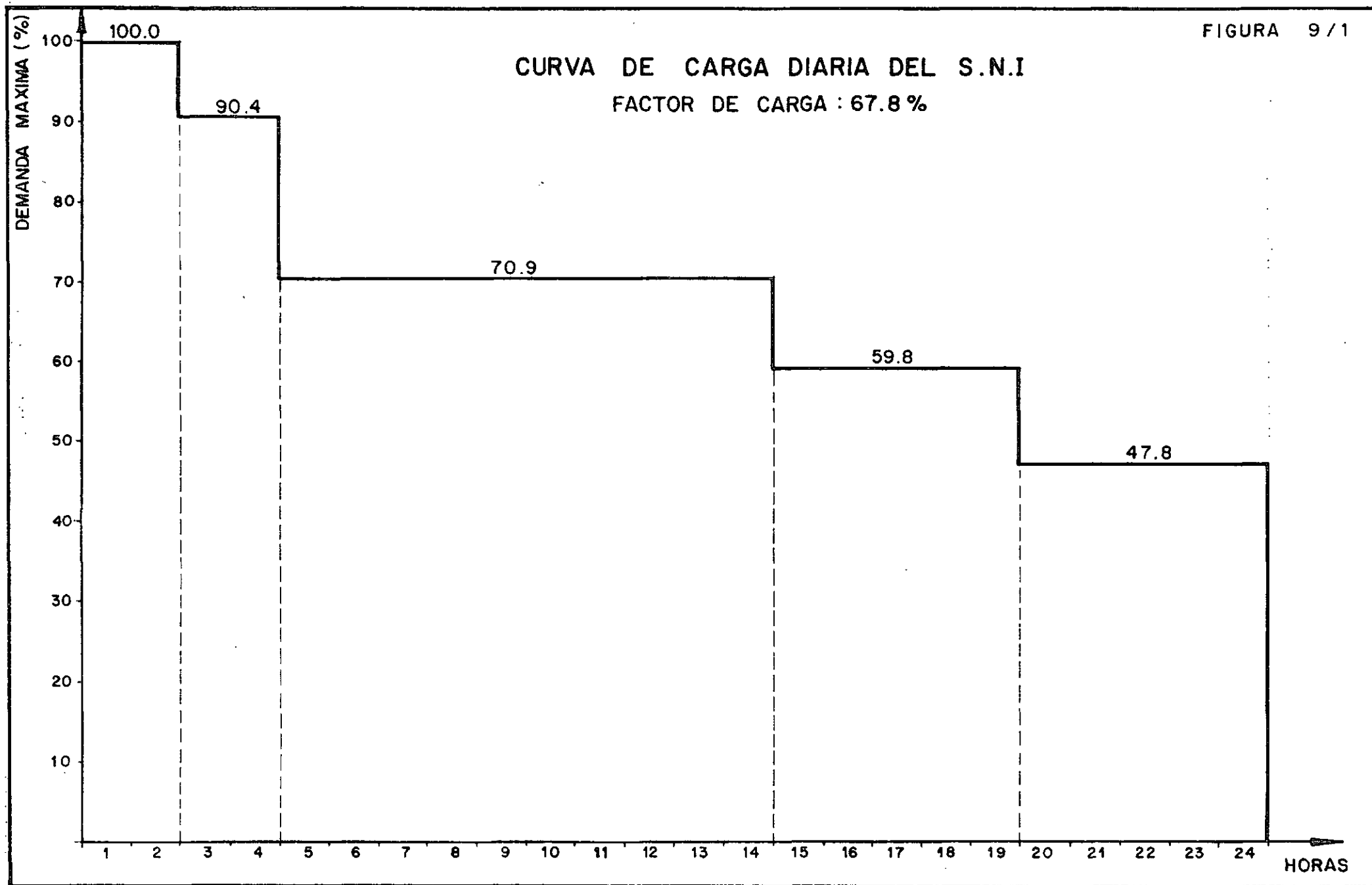
El sector eléctrico en el país está constituido de la siguiente manera:

- El Sistema Nacional Interconectado (SNI) operado directamente por INECEL y constituido por grandes centrales de generación hidro-térmica y sus sistemas de transmisión asociados.
- Las Empresas Eléctricas, que son entidades regionales comercializan la energía recibida del SNI y la generada por sus propias plantas. En el país operan 19 empresas eléctricas (18 interconectadas al SNI y una aislada); de las 18 interconectadas una es privada. Con el objeto de alcanzar la Integración Eléctrica Regional, se ha definido la conformación de los sistemas regionales que reúnen a las Empresas Eléctricas.
- El servicio eléctrico de poblaciones específicas está bajo la administración de los Municipios. En este grupo se identifica también el servicio eléctrico del Oriente y Galápagos.

El sector eléctrico público está constituido por lo tanto por el SNI, Sistemas Regionales, Municipios y Oriente-Galápagos.

El total nacional del servicio eléctrico es la suma del sector público y los denominados Autoprodutores.

En el sector eléctrico la recesión económico-financiera imperante en el país constituye uno de los problemas de mayor preocupación ya que el desarrollo de este sector debe enmarcarse dentro la situación del país y de las posibilidades reales de su implementación.



9.3.1 Sistema de generación existente La capacidad instalada nominal en las centrales de generación del sector público ecuatoriano a diciembre de 1991, alcanza un valor de 1.717,2¹ MW, de los cuales 897,6 MW (52,3%) corresponden a las centrales hidroeléctricas y 819,6 MW (47,7%) a las centrales termoeléctricas.

De la potencia instalada, se puede anotar que el valor efectivo disponible a diciembre de 1991 (a los bornes de los generadores) llegaba a 1.315 MW, de los cuales 742,9 MW (56,5%) corresponden a las centrales hidroeléctricas y 572,6 MW (43,5%) a las termoeléctricas.

El Cuadro 9/3 muestra la estructura del parque generador existente en el sector público, en función del tipo de central y por entidades propietarias. Este parque cubrirá la demanda de potencia hasta fines del año 1993.

9.3.2 Proyectos de generación para el corto plazo De acuerdo con la revisión del Plan de Generación a corto plazo (1993-2000), aprobada por el Directorio de INECEL en septiembre de 1991, se tiene la siguiente secuencia de proyectos decididos:

Nombre de la Central y Tipo	Potencia Instalada (MW)	Fecha de entrada en operación
Rehabil. Diesel-Bunker	43,0	octubre/93
T. Gas-Diesel	60,0	octubre/94
T. Vapor-Bunker	70,0 (min)	octubre/95
Paute-Peripa (Hidro)	130,0	octubre/96
T. Gas-Diesel	120,0	octubre/97
San Francisco	230,0	octubre/98

9.3.3 Proyectos de generación disponibles para incorporarse al SNI en el mediano y largo plazo En el estudio del Plan Maestro de Electrificación revisado durante el año 1991, se actualizó el catálogo de proyectos hidroeléctricos y termoeléctricos a ser contemplados en los estudios de expansión del sistema de generación en el mediano y largo plazo.

El catálogo incluye a 22 proyectos hidroeléctricos y 6 proyectos termoeléctricos que técnica y económicamente pueden ser considerados como alternativas para conformar el programa de obras de costo mínimo.

¹ No se incluye la Fase C del Proyecto Paute (575 MW), cuya entrada en operación comercial está prevista para abril de 1992.

Cuadro 9/3

CAPACIDAD INSTALADA NOMINAL DEL PAIS (MW)
A diciembre de 1991

Tipo de Central	SNI	Sistemas Regionales	Municipios (3)	Oriente y Galápagos (3)	Total de Servicio Público	Auto-productores (3)	Total Nacional
Hidroeléctrica	726,00 (1)	169,88 (2)	1,54	0,15	897,57	13,30	910,87
Termoeléctrica	378,80	417,06	1,23	10,29	807,38	117,15	924,53
Vapor (Bunker)	271,00	63,00	-	-	334,00	-	334,00
Diesel (Diesel)	-	158,40	1,23	10,29	169,92	117,15	287,07
Diesel (Bunker)	31,20	115,91	-	-	147,11	-	147,11
Gas (Diesel)	76,60	79,75	-	-	156,35	-	156,35
Total	1.104,80	586,98	2,77	10,44	1.704,95	130,45	1.835,40
(%)	60,16	31,98	0,15	0,57	92,89	7,11	100,00

(1) No se incluye en la Fase C del Proyecto Paute (575 MW), cuya entrada en servicio comercial está prevista para abril de 1992.

(2) Se incluyen pequeñas centrales con capacidades menores a 500 kW.

(3) Valores sin confirmar a diciembre de 1991.

En el Cuadro 9/4 se muestra el catálogo de proyectos futuros caracterizados por la potencia instalada, los años de construcción, el nivel de estudio y la fecha más temprana de entrada en operación.

9.4 Sistema de transmisión

9.4.1 Sistema existente y de inmediata construcción A través del Sistema Nacional Interconectado se entrega actualmente energía en bloque a nivel de subestaciones a las empresas eléctricas, integrando así a las provincias de la sierra y de la costa del país.

La interconexión con la región oriental está prevista realizarse a corto plazo a través de las siguientes líneas de transmisión: Baños-Puyo-Tena, Cuenca-Limón, Loja-Zamora-Cumbaratza.

El desarrollo del Sistema Nacional de Transmisión ha venido efectuándose a base de la construcción de paquetes de obras definidas en fases. Actualmente operan las fases de transmisión de Pisayambo, A, B1, B2, C1, C2 y C3. Estas fases han permitido configurar un esquema de transmisión que se ilustra en la Figura 9/2. El sistema actual comprende 1.827 km de líneas, de las cuales, 657 km corresponde a 230 kV y 1.170 km de líneas a 138 kV. En las subestaciones del SNI, existe un total de 3.478 MVA de capacidad OA, de las cuales 1.874 MVA son distribuidos a nivel de transformadores de reducción y 1.604 MVA en transformadores de elevación asociados a las centrales de generación.

El sistema de subtransmisión administrado por las Empresas Eléctricas registró a diciembre de 1988 una longitud de 3.204 km, de los cuales 25 km operaban a 138 kV; 2.060 km a 69 kV; 174 km a 46 kV; 455 km a 34,5 kV y 490 km a 22 kV. La capacidad nominal total de las subestaciones (69/13,8 kV - 46/22 kV - 34,5/13,8 kV) alcanzó el valor de 2.028 MVA.

Las redes de distribución de las Empresas Eléctricas y Sistemas Eléctricos Aislados permitieron atender hasta diciembre de 1991 a 1'496.700 abonados, con el siguiente desglose: 1'282.200 abonados residenciales, 176.000 comerciales, 19.800 industriales y 18.700 entre entidades públicas, alumbrado público y otros.

9.4.2 Sistemas de transmisión futura Sobre la base de los estudios técnico-económicos, realizados por la Dirección de Planificación de INECCEL, se ha definido el programa de expansión de las obras de transmisión a ser ejecutado en el corto y mediano plazos; y, además se ha definido en forma general el plan de obras referencial para el largo plazo.

Cuadro 9/4

PROYECTOS DE GENERACION ALTERNATIVOS CONSIDERADOS PARA EL DESARROLLO FUTURO

Proyectos Hidroeléctricos	Potencia Instalada (MW)	Años de Construcción	Nivel Actual de Estudios	Fecha más temprana posible de entrada en operación *
Angamarca	50	5	Diseño licit.	octubre 1999
Apasqui	36	5	Diseño licit.	octubre 1999
San Francisco	230	5	Diseño licit.	octubre 1998
Mazar	180	6	Diseño licit.	octubre 2000
Toachi-Pilatón	300	6	Diseño licit.	octubre 2000
Marcabelli	155	6	Factibilidad	octubre 2001
Sopladora	210/300	7	Factibilidad	octubre 2002
Villadora	300	6	Factibilidad	octubre 2001
Minas	350	6	Factibilidad	octubre 2001
Codo Sinclair E1	425	6,5	Factibilidad	octubre 2002
Codo Sinclair E2	420	5	Factibilidad	octubre 2002
Nuevo Mazar	180	5	Factibilidad	octubre 2000
Chespi	167	5	Factibilidad	octubre 2000
Lligua-Muyo	100	4	Prefactibilidad	octubre 2002
Eualaquiza	800/1.200	6	Prefactibilidad	octubre 2004
Cardenillo	210/300	8	Prefactibilidad	octubre 2006
Cascabel	200	4	Inventario	octubre 2005
Cedroyacu	250	6	Inventario	octubre 2007
San Miguel	1.600	8	Inventario	octubre 2009
San Antonio	920	7	Inventario	octubre 2008
Maiza	840	8	Inventario	octubre 2009
Verdeyacu Chico	1.120	8	Inventario	octubre 2009
Catachi	720	7	Inventario	octubre 2008
El Retorno	280	5	Inventario	octubre 2006
Negro	90	4	Inventario	octubre 2005
<u>Proyecto Termoelectricos</u>				
T. Gas Diesel 1	25	2		octubre 1994
T. Gas Diesel 2	45	2		octubre 1994
T. Gas Diesel 3	60	2		octubre 1994
T. Vapor Bunker 1	70	4		octubre 1995
T. Vapor Bunker 2	125	4		octubre 1995
T. Vapor Bunker 3	300	5		octubre 1996

* Estas fechas se han determinado tomando el mes de enero de 1992 como referencia para la tramitación y contratación de estudios, búsqueda de financiamiento y construcción de los proyectos.

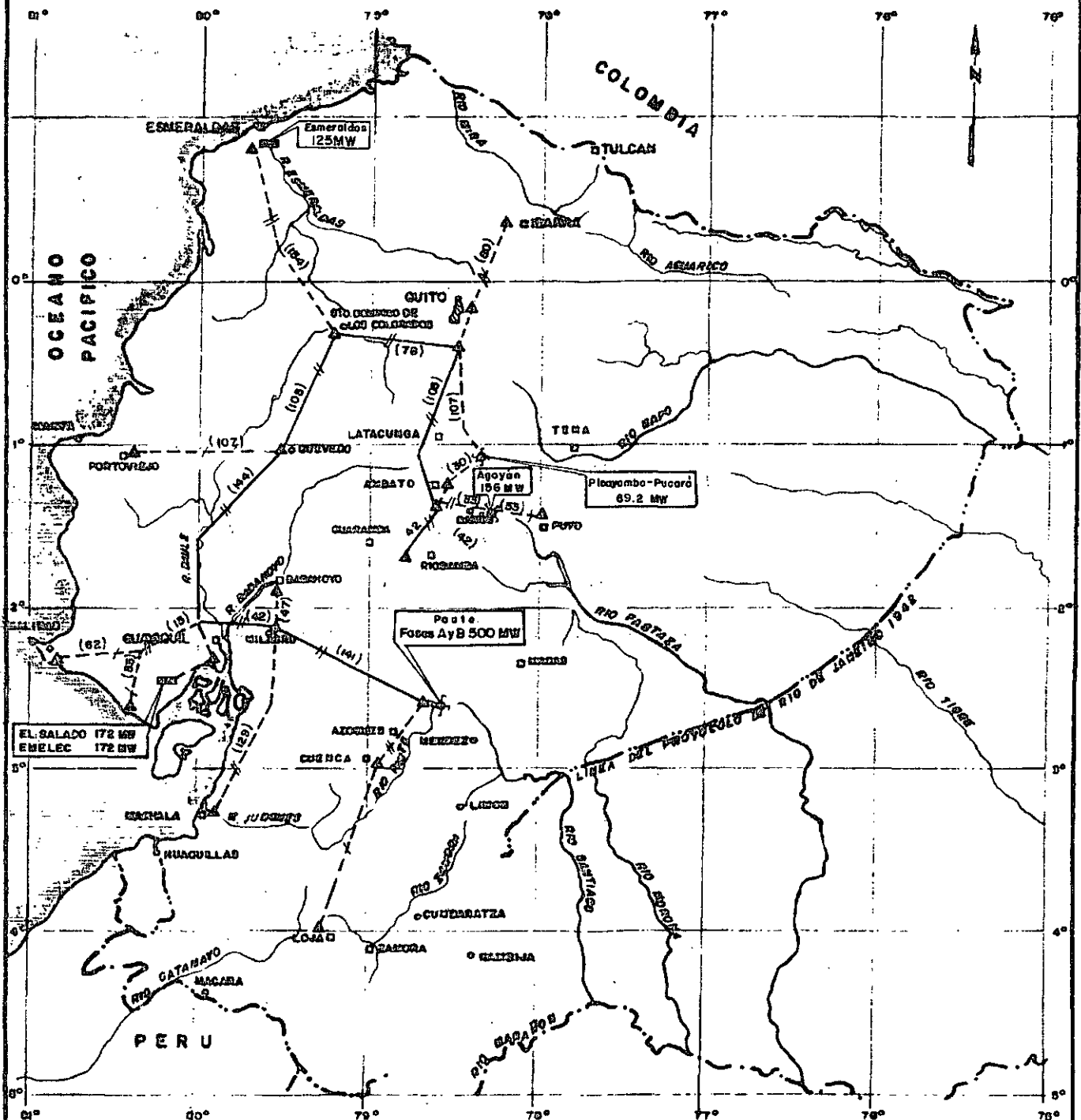
a. Programa para corto y mediano plazos

- Corto plazo (1991-1993): Comprende la construcción de 573 km de líneas de transmisión, de las cuales, 381 km serán a 230 kV y 192 km a 138 kV. La capacidad nominal total en subestaciones está prevista en 445 MVA, correspondientes a estaciones de reducción. En este período no se construirán subestaciones de elevación.
- Mediano plazo (1993-1996): comprende la construcción de 30 km de líneas de transmisión de 138 kV y, una capacidad total en subestaciones de 393 MVA, de los cuales, 242 MVA son de reducción y 150 MVA de elevación. El sistema de transmisión previsto para el año 1996 se ilustra en la Figura 9/3.

b. Plan para largo plazo (1996-2011)

las obras de transmisión de este período están asociadas al equipamiento de generación de mediano y largo plazos. Por lo tanto, no se trata de un programa determinado, sino más bien de un plan referencial de obras de transmisión, el mismo que en función de las actualizaciones de los estudios podría cambiar. De acuerdo con los últimos estudios del Plan Maestro de Electrificación se ha previsto la construcción de alrededor de 981 km de líneas de transmisión, siendo 264 km correspondientes a 345 kV, 569 km a 230 kV y 148 km a 138 kV. En cuanto tiene que ver con subestaciones, se instalaría alrededor de 3.585 MVA, de los cuales 1.158 MVA corresponderían a subestaciones de reducción y 2.427 MVA a subestaciones de elevación.

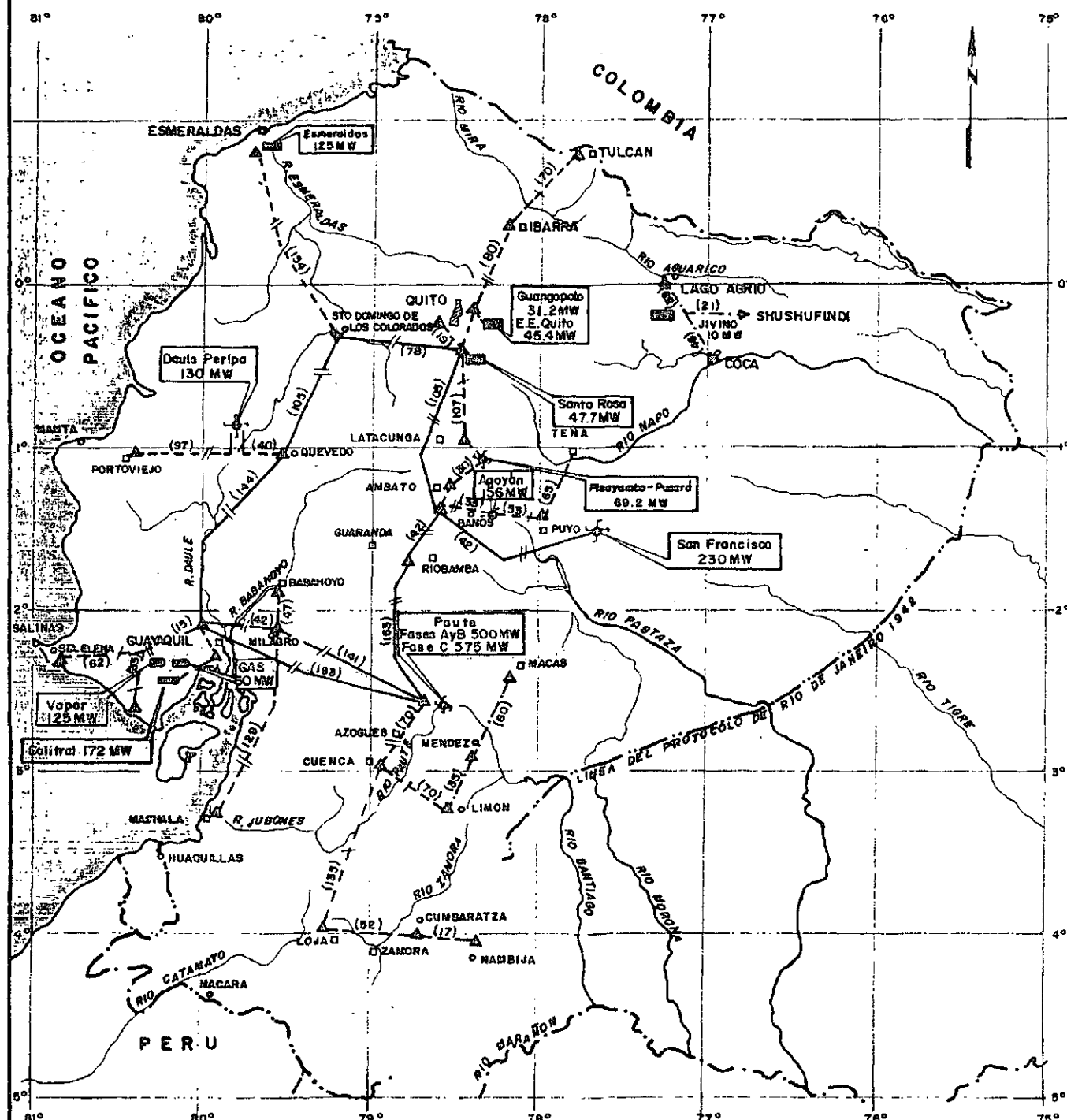
SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO AL AÑO 1991



LEYENDA

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| CAPITAL DE LA REPUBLICA | LINEA DE TRANSMISION 230 Kv |
| CAPITAL DE PROVINCIA | LINEA DE TRANSMISION 138 Kv |
| CABECERA CANTONAL | SIMPLE Y DOBLE CIRCUITO |
| LIMITE INTERNACIONAL | (60) LONGITUD EN KILOMETROS |
| CENTRAL HIDROELECTRICA | |
| CENTRAL TERMICA | |
| SUBESTACION | |

SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO AL AÑO 1996



LEYENDA

- | | | | |
|--|-------------------------|---------|-----------------------------|
| | CAPITAL DE LA REPUBLICA | — | LINEA DE TRANSMISION 230 Kv |
| | CAPITAL DE PROVINCIA | - - - | LINEA DE TRANSMISION 138 Kv |
| | CABECERA CANTONAL | - . - . | LINEA DE TRANSMISION 69 Kv |
| | LIMITE INTERNACIONAL | /// | SIMPLEY DOBLE CIRCUITO |
| | CENTRAL HIDROELECTRICA | (80) | LONGITUD EN KILOMETROS |
| | CENTRAL TERMICA | | |
| | SUBSTACION | | |

10. SELECCION DEL FACTOR DE PLANTA

En este capítulo se analizan y se comparan varias alternativas del factor de planta del proyecto sea en la primera como en la segunda etapa de desarrollo del mismo.

Al hacer este ejercicio se han mantenido fijas ciertas variables (alternativas de obras componentes ilustradas en el Capítulo 11) que fueron optimizadas después de la definición del factor de planta. Para mayores detalles a este respecto se hace referencia al Anexo K de este informe.

10.1 Antecedentes

En este numeral se hace una breve descripción de los principales antecedentes que han llevado los estudios de Fase A a definir al final de la misma el marco de las alternativas mas favorables.

10.1.1 Preselección inicial de alternativas Al comienzo del estudio muchas alternativas del sistema de aprovechamiento hidroeléctrico del tramo del río Coca comprendido entre la confluencia de los ríos Quijos y Salado y el sitio denominado Codo Sinclair, habían sido identificadas y comparadas en base a criterios técnicos y económicos.

Las variables principales de las alternativas consistían en la ubicación de los sitios de las presas de captación y/o regulación, en la altura de las mismas, con la presencia o no del embalse compensador y en la variación del factor de planta, entre 0,5 y 1.

Las alternativas que en febrero de 1987 parecían mas atractivas eran las siguientes:

- Aprovechamiento a filo de agua Malo-Codo Sinclair en el sitio M1, con construcción sucesiva del aprovechamiento Salado con una presa de unos 110 metros de altura y consecuente ampliación del primer aprovechamiento.
- Alternativa análoga a la anterior pero con filo de agua en el sitio M2, unos 2 kilómetros aguas arriba del sitio M1.
- Aprovechamiento único Malo-Codo Sinclair con una presa de unos 70 m de altura en el sitio M1.

10.1.2 El evento del 5/3/1987 y sus consecuencias sobre el diseño Mientras se estaba empezando el estudio definitivo de las tres alternativas antes mencionadas, ocurrió el evento catastrófico del

5/3/1987 que afectó notablemente a los criterios de diseño que hasta el momento se habían estado utilizando, especialmente en lo que respecta a las presas y embalses de acumulación y a las obras de captación de las alternativas que se estaban estudiando en el proyecto.

El evento fue originado por una serie de sismos de origen tectónico de una magnitud Ms hasta 6,9. Estos sismos asociados a las fuertes precipitaciones acumuladas, causaron movimientos gravitacionales de las laderas constituidas por suelo vegetal, material coluvial y material laharítico.

La parte de los materiales deslizados que alcanzó el fondo de los valles se mezcló con el agua de los ríos aumentando notablemente el caudal sólido y creando frentes de lodo con bloques y árboles que arrastraron todo lo que encontraron a lo largo del camino.

Las principales consecuencias del evento sobre los criterios de diseño, fueron las siguientes:

- Eliminación definitiva de las presas de acumulación.
- Necesidad imperativa de vertederos de excesos sin compuertas.
- Los únicos dos sitios a lo largo del río Coca que todavía se consideraron aptos para ubicar una presa a filo de agua fueron el sitio Salado (el menor afectado por el evento) y el sitio Malo M1.

10.1.3 Selección de alternativas al final de la Fase A A cada una de las dos alternativas restantes (filo de agua Salado y Malo M1) se asociaron varias subalternativas relacionadas esencialmente a diferentes valores del factor de planta variables como ya fue mencionado entre 0,5 y 1 y a diferentes desarrollos por etapas.

Las dos alternativas Salado (con túnel de aducción de 24,9 km en presencia de un compensador) y Malo M1 (con túnel de aducción de 18,9 km en la misma condición) fueron estudiadas más detenidamente.

Al final consideraciones geotécnicas y de seguridad dieron lugar a la selección del sitio Salado para la obra de captación, a pesar de que esta alternativa tenga parámetros económicos ligeramente menos atractivos.

Sucesivamente la alternativa básica seleccionada del Salado fue estudiada en 6 subalternativas (alternativas finales), con diferentes valores del factor de planta y diferentes desarrollos según lo que se indica en el Cuadro 10/1.

Cuadro 10/1

ALTERNATIVAS FINALES DE FASE A RELACIONADAS A LA VARIACION DEL FACTOR DE PLANTA

Alternativas	Factor de Planta			
	I Etapa		II Etapa	
1S	1,0	CH	1,0	CH
2S	0,7	CO/CH	0,7	CO
3S	0,5	CO	0,5	CO
4S	1,0	CH	0,7	CO
5S	1,0	CH	0,5	CO
6S	0,7	CO/CH	0,5	CO

- CH o CO indican respectivamente presencia de chimenea de equilibrio o de embalse compensador.
- El factor de planta de la II etapa se entiende aquello correspondiente al desarrollo completo (I más II etapa).

a. Criterios de diseño

Para los criterios principales de diseño adoptados en esta fase del estudio de comparación de alternativas se hace referencia al numeral 2.4.1 del Anexo K del presente informe.

b. Determinación de los presupuestos

Los presupuestos de las alternativas con referencia a enero de 1987, fueron determinados aplicando la metodología usual que consiste en la definición de los costos unitarios de los rubros principales, en la combinación de esos costos con las correspondientes cantidades y en la determinación de la incidencia de los rubros menores (acabados y miscelánea), de los gastos de ingeniería y administración y de los imprevistos.

Para mayores detalles como lista de precios unitarios adoptados, porcentajes de gastos de ingeniería y administración e imprevistos, se hace referencia al numeral 2.4.2 del mencionado Anexo K.

Los presupuestos de las seis alternativas finales de la Fase A así obtenidos se indican en el Cuadro 10/2.

Cuadro 10/2

ALTERNATIVAS FINALES DE FASE A
PRESUPUESTOS

Alternativas	Potencia Instalada (MW)			Presupuestos (10 ⁶ US\$)		
	I Etapa	II Etapa	Total	I Etapa	II Etapa	Total
1S	337,3	337,3	674,6	397,4	258,4	655,8
2S	491,5	491,5	983,0	442,9	301,7	744,6
3S	690,7	690,7	1.381,4	507,2	365,3	872,5
4S	337,3	641,7	979,0	401,5	355,9	757,4
5S	337,3	1.040,1	1.377,4	402,1	454,2	856,3
6S	491,5	886,2	1.377,7	456,2	397,5	853,7

- No se incluyen intereses intercalares.
- Costos de las líneas de transmisión no incluidos.
- Alternativas 2S y 6S asociadas ya en primera etapa al compensador.

c. Comparación económica

Las seis alternativas finales del proyecto Coca-Codo Sinclair con las obras de derivación y bocatoma en el Salado asociadas, ya sea a un compensador o chimenea de equilibrio y con factores de planta entre 0,5 y 1,0, fueron comparados económicamente, primeramente dentro del Sistema Nacional Interconectado incluyendo todos los proyectos disponibles en el momento y posteriormente como proyecto aislado bajo la hipótesis de que el proyecto satisfaría individualmente los incrementos de la demanda de potencia y energía del sistema a partir de una fecha de inicio de operación.

Para las dos comparaciones se consideró que en todas las alternativas las obras de primera etapa podrían realizarse en un plazo de 7,5 años incluyéndose en él, la construcción de las carreteras de accesos y de los campamentos, mientras que la segunda etapa podría realizarse en un tiempo de construcción más reducido de 5 años.

El resultado del estudio del proyecto dentro del Sistema Nacional Interconectado permitió evidenciar el interés para el sistema, de que el Proyecto Coca-Codo Sinclair entre en operación a mediano plazo, entre el año 2003 o el 2006 y que entre las alternativas examinadas la más interesante apareció la Alternativa 2S prevista a desarrollarse en dos etapas, cada una con un factor de planta 0,7.

Después considerando el proyecto aislado, se determinaron también los parámetros económicos tradicionales de las alternativas en base a las curvas de demanda de potencia y de energía de 1987.

Los resultados de este análisis confirmaron, no solamente en términos de R/C y de TIR sino también de R-C el mayor interés económico de la Alternativa 2S respecto a las otras.

d. Conclusiones

Bajo estos resultados se escogió al final de la Fase A la Alternativa 2S. Esta alternativa disponía de una caída bruta de 624 m, de un caudal derivado continuo en su máximo desarrollo de 128,5 m³/s; el aprovechamiento con factor de planta 0,7 estaba previsto desarrollarse en dos etapas de características similares permitiendo la instalación de una potencia de 491,5 MW y la generación una energía primaria anual de 3.014 GWh en cada etapa.

Las obras principales que constituían el aprovechamiento fueron:

- Obra de captación a filo de agua en el sitio Salado de 14 metros de altura sobre las cimentaciones, con dos vertederos libres que puedan descargar hasta un caudal catastrófico de 15.000-20.000 m³/s (correspondiente al máximo valor estimado durante el evento del 5/3/1987). Cota de la cresta del vertedero principal 1.269 m.
- Desarenador al exterior diseñado para sedimentar partículas de un diámetro superior a 0,2 mm; a fin de no aumentar la altura de las obras de captación se había previsto el sistema de limpieza del desarenador funcionando por bombeo.
- Dos túneles de aducción (uno en cada etapa) hacia el embalse compensador, de un largo de 24,9 km y un diámetro de excavación de 5,5 m; la excavación de cada túnel estaba prevista desde tres frentes principales de trabajo con el empleo de topos; revestimiento en hormigón considerado necesario para menos del 40% del largo total.
- Embalse compensador con volumen útil, a completo desarrollo de un millón de m³, previsto por etapas, en la quebrada Granadillas en primera y en la quebrada Los Loros en segunda; las correspondientes presas compensadoras en hormigón compactado tenían alturas de 80 y 65 metros respectivamente.
- Dos tuberías de baja presión (una en cada etapa) revestidas en hormigón, de 915 m de largo y de 5,3 m de diámetro; dos tuberías de alta presión en acero embebidas en hormigón de 790 m de largo y de 4,55 m de diámetro.
- Casa de máquinas unos 500 m adentro en el macizo, constituida por dos cavernas, una conteniendo las 6 unidades (3 en cada etapa) tipo Felton de eje vertical con potencia unitaria de 163,8 MW y la otra los transformadores monofásicos y la subestación en SF6.

10.1.4 Recomendaciones para optimizar el diseño en la Fase B Al final de la Fase A del estudio se había indicado la oportunidad de

reconsiderar las decisiones provisionales tomadas en esa fecha y analizar nuevamente en detalle durante la Fase B del estudio, particularmente los aspectos siguientes:

- Altura óptima del umbral del vertedero principal de la obra de captación comparando alternativas de desarenadores con bombeo, con alternativas de desarenadores por gravedad.
- Comparación definitiva entre desarenador al exterior y desarenador en subterráneo.
- Eje, tipo de presa y tratamiento de cimentaciones de la presa del embalse compensador.
- Comparación definitiva entre compensador y chimenea.
- Determinación final del factor de planta más adecuado.
- Trazado plano-altimétrico y tipos de revestimiento de la tubería de presión.
- Ubicación y orientación final de la casa de máquinas.

10.2 Identificación final de alternativas

En base a las nuevas informaciones geológicas, topográficas e hidrológicas obtenidas durante la Fase B del estudio y sobre todo en base a indicaciones suministradas por parte de Planificación de INECEL se actualizó el estudio del factor de planta del proyecto.

La incorporación de nuevas informaciones hidrológicas permitieron actualizar los caudales de diseño incrementándose a 130 m³/s el caudal 90% diario. A este valor se le ha restado los 3 m³/s que actualmente toma la EMAP para suministro de agua potable a Quito.

Entre las indicaciones de Planificación de INECEL cabe mencionar las siguientes: curvas de carga diaria, proyección de la demanda energética y los costos marginales de potencia y energía de expansión del sistema de generación.

En base a los resultados obtenidos al final de la Fase A (factor de planta más favorable) se decidió con Planificación reanalizar las alternativas del factor de planta y de desarrollo del proyecto por etapas haciendo variar el factor mismo entre 0,65 y 0,8. Como casos referenciales se decidió añadir también unas alternativas que prevean el factor de planta igual a 1.

Las alternativas identificadas son nueve (ver Cuadro 10/3), de las cuales las primeras cinco prevén ya en primera etapa un sistema de aducción asociado al embalse compensador mientras que las alternativas de 6 a 9 prevén en primera etapa un sistema asociado a la chimenea de equilibrio.

Cuadro 10/3

ALTERNATIVAS DE FASE B RELACIONADAS A LA VARIACION DEL FACTOR DE PLANTA

Alternativas	Factor de Planta			
	I Etapa		II Etapa	
1	0,65	CO	0,65	CO
2	0,70	CO	0,70	CO
3	0,75	CO	0,75	CO
4	0,80	CO	0,80	CO
5	0,70	CO	0,80	CO
6	0,70	CH	0,80	CO
7	0,80	CH	0,80	CO
8	1,00	CH *	1,00	CH
9	0,80	CH	1,00	CH *

- CH o CO indican respectivamente presencia de chimenea de equilibrio o de embalse compensador.
- El factor de planta de la II etapa se entiende aquello correspondiente al desarrollo completo (I más II etapa).
- * con un grupo de reserva.

Todas las alternativas a su desarrollo completo son asociadas al embalse compensador excepto las dos últimas, la 8 y 9, que tienen factor de planta igual a 1. Cabe anotar que siguiendo el criterio ya adoptado en la Fase A del estudio las alternativas con factor de planta igual a 1 requieren un grupo de reserva para garantizar la energía primaria.

10.3 Criterios de diseño adoptados10.3.1 Obras de captación y desarenadoresa. Obras de captación

Para estas obras se han mantenido los mismos criterios adoptados anteriormente, es decir: dos vertederos uno principal y uno secundario, siendo la cresta del primero 2 metros más baja que la del segundo, y la obra de toma con su sistema de limpia siempre asociada al vertedero secundario.

La ubicación de la obra de toma en el canal de desvío está relacionada a la presencia del desarenador al exterior mientras la ubicación en el cauce actual del río se relaciona a la presencia del desarenador en subterráneo.

En consideración de la última información topográfica y en previsión de modificar el sistema de limpia de los sedimentos del desarenador pasando de un sistema de limpia por bombeo a un sistema por gravedad, se aumentó la cota del vertedero principal de 1.269 a 1.273 metros.

Los anchos netos de los vertederos principal y secundario se mantuvieron respectivamente de 110 y de 66 m. Los vertederos están diseñados para el tránsito de caudales catastróficos hasta 20.000 m³/s, mientras los cuencos disipadores para la creciente hidrológica con tiempo de ocurrencia de 100 años correspondiente a un caudal de 4.600 m³/s.

b. Desarenadores

Por el momento se mantuvo el criterio conservativo adoptado anteriormente de dimensionar los desarenadores para sedimentar partículas superiores a 0,15 o 0,20 mm, en el caso de aducción asociada a la chimenea de equilibrio o al compensador, respectivamente.

Las Alternativas de 1 a 5 se consideran operar con un desarenador al exterior, mientras que las Alternativas de 6 a 9, por razones de espacio, se consideran operar con desarenador en subterráneo.

10.3.2 Aducción

a. Trazado

El trazado planimétrico de los túneles se ha mantenido prácticamente igual al desarrollado en la Fase A del estudio, excepto por menores desplazamientos en el tramo terminal del túnel de segunda etapa para las Alternativas de 3 a 5 que no prevén más la construcción de un segundo embalse compensador (ver más adelante).

Altimétricamente el trazado se ha modificado ligeramente suavizando, en el caso de presencia del compensador, la pendiente del tramo terminal, para reducir el largo de los túneles en la formación Hollín.

El largo total de los túneles de aducción asociados al (a los) compensador(es) queda en el orden de 24,9 km, valor que sube a 25,7 km en el caso de chimenea de equilibrio.

b. Metodología constructiva y tipos de roca

Por el momento se siguió manteniendo la misma hipótesis de metodología constructiva supuesta en la Fase A del estudio, es decir la utilización de tres topos, dos que operan desde la ventana intermedia y el tercero que opera desde el embalse compensador o desde la ladera derecha del valle del río Coca en las cercanías de la chimenea de equilibrio.

Se siguió suponiendo utilizar la metodología constructiva de excavación tradicional para excavar toda la ventana intermedia (aproximadamente 2 km de largo) y los primeros 3 km del túnel desde el sitio Salado, a los cuales hay que añadir una ventana de acceso de unos 400 metros.

En lo que se refiere a los tipos de roca que se prevé encontrar durante la excavación de los túneles, se hicieron las hipótesis indicadas a continuación.

Alternativas/Tramos	Porcentajes de Tipo de Roca		
	Tipo A	Tipo B	Tipo C
- Tramos con Topo			
Alternativas de 1 a 5	51,0	30,5	18,5
Alternativas de 6 a 9	60,0	26,0	14,0
- Tramos con excavación Convencional			
Todas las Alternativas	50,0	20,0	30,0
- Ventanas			
Todas las Alternativas	10,0	20,0	70,0
Roca Tipo A buena, Tipo B mediana y Tipo C mala.			

c. Revestimiento

Lógicamente los tramos del túnel de aducción previstos a ejecutarse con excavación tradicional tienen, en todos los casos que ser revestidos en hormigón por lo menos por razones hidráulicas; el espesor del revestimiento ligeramente o medianamente armado se ha mantenido igual a 1/16 del diámetro de excavación.

También las ventanas han sido consideradas revestidas, esta vez por razones estructurales, con un espesor de hormigón medianamente armado igual a 1/10 o 1/12 el diámetro de excavación.

Para los tramos a ser excavados con topes, que tienen un largo total respectivamente de 21,9 y 22,7 km según sean asociados al compensador o a la chimenea de equilibrio, se consideró necesario revestir con hormigón en general ligeramente armado respectivamente el 28 y el 17,5 por ciento de los correspondientes largos; las partes restantes se previeron en esta etapa del estudio, revestidas solamente

con una capa de hormigón lanzado con malla electrosoldada de 5 cm de espesor.

d. Diámetros para alternativas con compensador

Para las Alternativas de 1 a 5 y para la segunda etapa de las Alternativas 6 y 7, los diámetros de los túneles de aducción fueron determinados en base a las condiciones de carga disponibles y en base a los siguientes valores asumidos de coeficientes de rugosidad de Strickler de 75 y 60 $m^{1/3}s^{-1}$ para tramos de túneles revestidos y tramos de túneles no revestidos respectivamente.

Con este ejercicio se controló que la línea piezométrica quedara unos metros por encima de la clave del túnel en sus tramos críticos. Los valores de los diámetros así obtenidos se indican en el Cuadro 10/4.

e. Diámetros para alternativas con chimenea

Estos diámetros a diferencia de los anteriores fueron determinados con un programa computacional de optimización de los mismos. Los costos fueron evaluados saliendo de los costos unitarios de la Fase A del estudio (ver Cuadro 2/2 del Anexo K) actualizados a enero de 1990.

Como beneficios de potencia y de energía se han asumido los costos marginales de expansión del sistema de generación siempre a enero de 1990, entregados por Planificación. Como tasa de actualización se adoptó el 10%.

La vida útil de los túneles, para fines de utilización del programa, se asumió igual a 50 años; con excepción de aquellos túneles (Alternativas 6 y 7) que en primera etapa están asociados a chimeneas de equilibrio y en segunda al compensador, para estos se consideró como vida útil (con funcionamiento a chimenea) la de 10 años que se prevé transcurran entre las dos etapas.

También los valores de los diámetros así obtenidos y eventualmente corregidos para tener siempre la piezométrica por encima de la clave del túnel, se indican en el Cuadro 10/4 ya mencionado.

Cuadro 10/4

SELECCION DEL FACTOR DE PLANTA
TUNELES DE ADUCCION - RESUMEN DE DIAMETROS Y CAUDALES

Alternativas	I Etapa		II Etapa	
	Caudales (m ³ /s)	Diámetros (m)	Caudales (m ³ /s)	Diámetros (m)
1 CO/2CO	63,50	5,24	63,50	5,24
2 CO/2CO	63,50	5,21	63,50	5,21
3 CO/CO	63,50	5,26	63,50	5,26
4 CO/CO	63,50	5,22	63,50	5,22
5 CO/CO	63,50	5,22	63,50	5,22
6 CH/CO	90,71	5,89	40,30	4,38
II Et.CO	86,70			
7 CH/CO	79,38	5,60	30,99	4,79
II Et.CO	76,01			
8 CH/CH	63,50	5,66	63,50	5,66
9 CH/CH	79,38	6,00	47,62	4,86

- Los valores de los diámetros se refieren a aquellos de excavación.
- En el caso de chimeneas como caudal de diseño se considera el caudal máximo.

10.3.3 Compensador Las Alternativas de 1 a 5 se prevén asociadas a un embalse compensador ya en primera etapa teniendo las Alternativas 1 y 2 dos ramales uno principal en la quebrada Granadillas y otro en la quebrada Los Loros, las Alternativas 3 a 5 solo necesitan el ramal principal, mientras las Alternativas 6 y 7 serán asociadas al compensador solamente en segunda etapa, utilizando el ramal principal.

a. Ubicación del (de los) eje(s) de presa(s)

El eje de la presa del ramal principal de la quebrada Granadillas se ubicó a unos 450 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada de Los Loros, mientras que el eje para una eventual presa de segunda

etapa se ubicó en la quebrada Los Loros a unos 200 m aguas arriba de la misma confluencia.

b. Volúmenes de embalse necesarios

En base a los nuevos diagramas de carga diaria y tomando en cuenta el caudal Q_{p0} del río Coca de $130 \text{ m}^3/\text{s}$ (al cual se le restó $3 \text{ m}^3/\text{s}$ derivados por el acueducto Papallacta-Quito y se le sumó $1 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondiente al Q_{p0} de las quebradas Granadillas y de Los Loros), se llega según el factor de planta a los valores de volumen útil del embalse indicados en el Cuadro 10/5.

Cuadro 10/5

VOLUMENES UTILES REQUERIDOS PARA EL EMBALSE COMPENSADOR
PRIMERA MAS SEGUNDA ETAPA

Factor de Planta (-)	Volumen Util (10^3 m^3)	Volumen Asumido (10^3 m^3)
0,65	992	1.141
0,70	790	909
0,75	614	706
0,80	460	529

c. Volúmenes disponibles y niveles en el (los) embalse(s)

En base a la actualización de los levantamientos topográficos del Área se han obtenido para los dos ejes de las curvas cotas-volúmenes indicadas en la Figura 4/1 del Anexo K. Cualquier excavación para aumentar el volumen del embalse en presencia de la formación Napo, queda descartada por problemas de estabilidad de taludes de la formación misma, cuya pendiente no debería superar los 16-20 grados. Solamente pueden ser consideradas excavaciones localizadas en la formación Hollín que no afecten la formación Napo.

Para los problemas de estabilidad de los taludes naturales en la formación Napo sujetos a fluctuaciones de niveles en el embalse, se fijó el criterio de mantener, cuando sea posible, el nivel máximo del embalse abajo del contacto entre las formaciones Hollín y Napo.

Asumiendo como nivel mínimo del embalse a desarrollo completo del proyecto la cota 1.216 m, se obtienen los valores máximos de operación del embalse indicados en el Cuadro 10/6 haciendo excavaciones locales solamente en la formación Hollín para aumentar un poco el volumen disponible en el embalse en la quebrada de Los Loros cuando esta se necesite.

Cuadro 10/6

NIVELES MAXIMOS DEL AGUA EN EL EMBALSE COMPENSADOR (m s.n.m.)
PRIMERA Y SEGUNDA ETAPA

Factor de Planta (-)	Sitio de Presa	I Etapa	II Etapa
0,65	Granadillas, Los Loros	1.230,2	1.230,5
0,70	Granadillas, Los Loros	1.228,5	1.228,9
0,75	Granadillas, Los Loros	1.226,2	1.227,2
	Granadillas	1.229,5	1.232,1
0,80	Granadillas	1.228,8	1.229,5

Se estima que los valores del Cuadro 10/6 puedan reducirse en aproximadamente 1 m en el caso que también a lo largo de la quebrada Granadillas se hagan excavaciones localizadas en la formación Hollín.

El contacto en el valle de la quebrada Granadillas, aguas arriba del eje de la presa, está por encima de la cota 1.230 m, mientras que en el valle de la quebrada Los Loros está generalmente por encima de la cota 1.225 m.

Se ve por lo tanto que para la primera etapa con todos los factores de planta, el volumen disponible en la quebrada Granadillas, sin afectar la formación Napo, es suficiente.

En la segunda etapa con un factor de planta global de 0,8 (también de 0,75 o haciendo excavaciones localizadas en la formación Hollín o tolerando que unos 2 metros de la formación Napo, solamente en proximidad de la presa, queden en contacto con el agua) es todavía suficiente un solo embalse compensador en la quebrada Granadillas.

Con factores de planta globales menores de 0,75 es necesaria también la construcción de la presa en la quebrada de Los Loros en segunda etapa. En este caso se acepta tener (otra vez solamente en proximidad de la presa) hasta unos 5 m de formación Napo sujeta a oscilación del nivel del agua construyendo apropiados diafragmas empotrados en la formación Hollín para estabilizar los taludes naturales de la formación Napo. Los dos embalses serán intercomunicantes a través de un túnel de conexión.

d. Presas y obras anexas

Puramente a fines comparativos de las alternativas del factor de planta y a fin de utilizar la actualización de los costos unitarios de la Fase A, se consideró una presa en enrocado con núcleo de arcilla en el valle de la quebrada Granadillas y una presa de hormigón compactado y rodillado en el valle de la quebrada de Los Loros donde hay menor disponibilidad de espacio para implantar la presa.

El túnel de desvío de la quebrada Granadillas ubicado en la margen derecha con un largo de unos 400 m, estuvo dimensionado para una creciente de 20 años ($58 \text{ m}^3/\text{s}$). El túnel de desvío de la quebrada de Los Loros ubicado en la margen izquierda con un largo de 350 m, estuvo dimensionado para descargar un caudal de unos $28 \text{ m}^3/\text{s}$.

El vertedero de la presa Granadillas se ubica a la izquierda de la misma descargando en la quebrada de Los Gallos. Como caudal de diseño se consideró la combinación del caudal que llega del (de los) túnel(es) más la creciente propia de la cuenca con tiempo de ocurrencia de 2 años ($24 \text{ m}^3/\text{s}$). El caudal de diseño resultó por lo tanto $87,5 \text{ m}^3/\text{s}$ para la primera etapa de las Alternativas 1 y 2 y $151 \text{ m}^3/\text{s}$ para las Alternativas de 3 a 5 a desarrollo completo. El vertedero de la presa Los Loros (segunda etapa de las Alternativas 1 y 2) se ubica a la derecha de la misma y estuvo diseñado para un caudal de $163 \text{ m}^3/\text{s}$.

A ambas las presas se asoció una descarga de fondo de $15 \text{ m}^3/\text{s}$ que permita vaciar el (los) embalse(s) en caso de necesidad.

10.3.4 Chimenea de equilibrio La chimenea de equilibrio está prevista en la primera etapa de las Alternativas 6 y 7, que en la segunda serán asociadas al compensador, y en ambas etapas de las Alternativas 8 y 9.

a. Ubicación y tipo de chimenea

Se ha mantenido la misma posición de la chimenea de equilibrio escogida durante la fase anterior del estudio es decir en la extremidad de la meseta antes de bajar al río Coca. La chimenea se prevé formada por un pozo vertical con estrangulamiento en su base y vertedero a su extremidad superior, cámara de expansión al exterior tratando de afectar lo mínimo posible la formación Napo y cámara de alimentación inferior donde sea requerida por razones hidráulicas.

b. Dimensionamiento del pozo

El diámetro del pozo se determinó utilizando la fórmula de Thoma simplificada y añadiendo un coeficiente de seguridad de 2,7. Para los cálculos se hizo referencia al diámetro equivalente del túnel de aducción con un coeficiente de rugosidad de Strickler de $63,9 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$. Los valores de los diámetros del pozo así obtenidos varían de 5,8 a 8,1 m según las alternativas y según las etapas.

La altura del pozo es de 200 m, estando el piso de la cámara superior a la cota 1.280 m y el túnel de aducción en la formación Misahuallí aproximadamente en la cota 1.080 m. Los tipos de roca que se supone encontrar durante la excavación (esencialmente formación Napo y Hollín) son los siguientes: roca tipo A (buena) 15%, roca tipo B (mediana) 35% y roca tipo C (mala) 50%.

El pozo se prevé totalmente revestido con hormigón armado con un espesor de 1/10 del diámetro de excavación.

c. Dimensionamiento de las cámaras

Las cámaras se ubicaron entre la cota 1.280 y la cota 1.284 para la de expansión y entre la cota 1.198 y la cota 1.204 para la de alimentación. Cabe anotar que la cámara inferior no puede ser bajada más por asuntos de piezométrica a lo largo del túnel de aducción.

Las cámaras fueron dimensionadas considerando maniobras combinadas asumiendo un tiempo de 15 segundos para las maniobras de arranque y 10 segundos para las de cierre.

Para las cámaras superiores se han simulado maniobras combinadas de arranque de cada grupo y sucesivamente de cierre total en su secuencia más desfavorable con un coeficiente de rugosidad ponderado del túnel de 75 según Strickler. Los volúmenes de las cámaras superiores varían de 9.000 a 17.000 m³ según las alternativas y las etapas de desarrollo.

Para las cámaras inferiores se han simulado maniobras combinadas de cierre total seguidas por arranque de cada grupo en la secuencia más desfavorable con coeficiente de rugosidad ponderado del túnel de 75 y de 55 según Strickler. Los volúmenes de las cámaras inferiores así obtenidos varían de 600 a 3.200 m³ según las alternativas y las etapas de desarrollo.

10.3.5 Obras de caída En general las obras de caída se han mantenido, por el momento, iguales a aquellas definidas en la Fase A del estudio.

a. Trazado

Para todas las alternativas asociadas a compensadores el trazado es exactamente el mismo de la Alternativa 2S seleccionada en la Fase A con un largo total de unos 1.700 m.

La tubería de baja presión de un largo de 915 m se compone de un primer tramo inclinado hasta llegar a la formación Misahuallí seguido por un tramo subhorizontal más largo, previsto a ser excavado a través de una ventana de acceso en la ladera del valle.

La tubería de alta presión de un largo de unos 790 m conecta la parte subhorizontal del túnel con la casa de máquinas a través de un tramo inclinado; una segunda ventana de acceso a mitad del tramo de alta presión ha sido prevista para la construcción del mismo.

Para las alternativas con chimeneas se prevé, un poco aguas abajo de la chimenea misma, la cámara de válvulas con su acceso permanente. Debido al largo reducido que tiene en este caso el tramo subhorizontal del túnel se consideró, con fines de cálculos hidráulicos y de

presupuestos toda la tubería, de unos 945 m de largo, como tubería de alta presión.

b. Tipo de revestimiento

Para los tramos de tubería en baja presión (excavados con métodos tradicionales) se adoptó un revestimiento en hormigón ligeramente armado (en Misahuallí) o medianamente armado (en Hollín), con un espesor de 1/12 del diámetro de excavación.

La tubería de alta presión está prevista en acero embebido en hormigón cuyo espesor mínimo es de 60 cm. El dimensionamiento del espesor del acero se hizo considerando la presión promedio en el baricentro de la tubería, incluyendo en la presión el golpe de ariete de un 30% y haciendo trabajar el acero (sin colaboración de hormigón y/o roca) a 22 kg/mm².

c. Tipo de roca

En lo que se refiere a los tipos de rocas que se prevé encontrar durante la excavación se hicieron las hipótesis indicadas a continuación:

Alternativas/Tramos	Porcentajes de Tipo de Roca		
	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Alternativas con compensador			
Tramo a baja presión	60	30	10
Tramo a alta presión	70	30	-
Alternativas con chimenea			
Todos los tramos	70	30	-

d. Determinación de los diámetros

Los valores de los diámetros de las tuberías de alta presión fueron determinados con un programa computacional de optimización de los mismos, obteniendo los valores indicados en el Cuadro 10/7.

Para los diámetros de las tuberías de baja presión no se hicieron cálculos de optimización sino se fijó para estas tuberías una velocidad de un 25% inferior a la correspondiente en la tubería de alta presión.

Cuadro 10/7

SELECCION DEL FACTOR DE PLANTA
TUBERIAS DE PRESION - RESUMEN DE DIAMETROS Y CAUDALES

Alternativas	I Etapa		II Etapa	
	Caudales (m ³ /s)	Diámetros (m)	Caudales (m ³ /s)	Diámetros (m)
1	98,77	5,07 (4,35)	98,15	5,04 (4,33)
2	91,71	4,96 (4,25)	91,14	4,93 (4,23)
3	85,60	4,84 (4,15)	84,67	4,81 (4,12)
4	80,25	4,75 (4,07)	79,37	4,72 (4,05)
5	91,71	4,96 (4,25)	67,91	4,49 (3,85)
6	90,71	- (4,12)	68,91	4,52 (3,87)
7	79,38	- (4,00)	80,25	4,75 (4,07)
8	63,50	- (3,75)	63,50	- (3,75)
9	79,38	- (4,00)	47,63	- (3,32)

- Los valores de los diámetros se refieren a las dimensiones internas.
- Los valores de diámetros en paréntesis se refieren a la tubería de alta presión y los otros a la de baja presión.

10.3.6 Casa de máquinas y sus obras anexas La ubicación y la disposición de la casa de máquinas y sus obras anexas se mantuvieron en esta etapa del estudio, las mismas de la Fase A. Es decir, la casa de máquinas estuvo prevista en subterráneo unos 500 m adentro en el macizo rocoso a la derecha del río Coca con una orientación N-O. Se considera que la casa de máquinas de la segunda etapa sea una extensión de aquella de la primera.

El conjunto del sistema casa de máquinas, accesos y restitución está constituido por dos cavernas, una principal de los grupos y una secundaria de los transformadores; dos túneles de acceso, uno principal que contiene en su bóveda los cables de alta tensión y otro secundario, ambos de unos 510 m de largo y dos galerías de descarga, una de 470 m en primera etapa y la otra de 540 m en segunda etapa.

a. Tipos de roca

Para la casa de máquinas se ha mantenido la misma hipótesis de calidad de roca (en general roca buena) ya adoptada en la Fase A.

Para los túneles de acceso y las galerías de descarga se han hecho las hipótesis siguientes:

Galerías/Túneles	Porcentajes de Tipo de Roca		
	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Túneles de acceso	70	20	10
Galerías de descarga	60	25	15

b. Revestimiento

Para las bóvedas de las cavernas de casa de máquinas no se ha considerado revestimiento en hormigón sino solamente anclajes y tirantes mientras que se han considerado revestidos todos los túneles y galerías con espesores de hormigón variables entre 50 y 25 cm.

c. Dimensionamiento hidráulico de las galerías de descarga

El dimensionamiento de la galerías de descarga con sección en herradura, se hizo suponiendo una pendiente del 0,9% y un coeficiente de rugosidad de Strickler de 75. El nivel ordinario del río Coca a la descarga (NADO) se ha asumido de 606 m s.n.m. quedando el nivel del eje de la turbina entre la cota 619,10 y 619,50 m s.n.m.

Los valores de los diámetros y de los caudales de diseño de las galerías de descarga se indican en el Cuadro 10/8.

Cuadro 10/8

SELECCION DEL FACTOR DE PLANTA
 GALERIAS DE DESCARGA - RESUMEN DE DIAMETROS Y CAUDALES

Alternativas	I Etapa		II Etapa	
	Caudales (m ³ /s)	Diámetros (m)	Caudales (m ³ /s)	Diámetros (m)
1	98,77	6,30	98,15	6,30
2	91,71	6,10	91,14	6,10
3	85,60	5,95	84,67	5,90
4	80,25	5,80	79,38	5,80
5	91,71	6,10	79,38	5,80
6	90,71	6,10	68,90	5,50
7	79,38	5,80	80,25	5,80
8	63,50	5,30	63,50	5,30
9	79,38	5,80	47,63	4,80

- Los valores de los diámetros se refieren a aquellos internos.

d. Obras al exterior

Ningún cambio en relación a la Fase A se introdujo en las obras al exterior que consisten en los pórticos de alto voltaje y en el edificio de control, ubicados cerca de la orilla del río Coca, unos 500 metros aguas arriba del Codo Sinclair.

10.3.7 Equipo electromecánico y líneas de transmisión También para el equipo electromecánico (equipo mecánico de la obra de toma, desarenador, compensador o chimenea y equipo electromecánico de la casa de máquinas) se han mantenido por el momento los mismos criterios de la Fase A solamente añadiendo, un equipo de dragado en segunda etapa para garantizar el volumen necesario del embalse compensador.

En particular los grupos de la casa de máquinas se prevén constituidos por turbinas Pelton a eje vertical de 300 rpm con 6 inyectores y una potencia unitaria variable entre 115 y 174 MW.

El número de unidades por cada etapa en todas las alternativas es generalmente de tres (considerando para la segunda etapa de la Alternativa 9 también el grupo de reserva); solamente para la primera etapa de la Alternativa 8 el número de las unidades sube a cuatro incluyendo la unidad de reserva.

También para las líneas de transmisión se ha mantenido por el momento el mismo voltaje (345 kV), el mismo trazado y la misma llegada a la subestación de Santa Rosa de la fase anterior del estudio.

10.4 Producciones energéticas

Para todas las alternativas ya sea en primera como en segunda etapa, cuyos datos característicos se resumen en el Plano 0209-B-1540, se han calculado las potencias instaladas y las energías primarias producidas según los criterios indicados a continuación.

10.4.1 Caudales disponibles En todos los casos el caudal continuo disponible en la obra de captación se consideró igual al Q_{90} del caudal del río Coca (con el proyecto a su completo desarrollo) e igual a la mitad de este valor para las primeras etapas de todas las alternativas.

Estos valores tomando en cuenta la reducción del caudal del río Coca por efecto del acueducto Papallacta-Quito corresponden a 127 y 63,5 m^3/s respectivamente para desarrollo completo del proyecto y para su primera etapa.

Las alternativas asociadas a compensador(es) aprovechan de un caudal continuo adicional (siempre Q_{90}) de 0,7 m^3/s de la quebrada Granadilla y de 0,3 m^3/s de la quebrada Los Loros.

10.4.2 Caídas netas Las caídas netas para las unidades se calcularon restando a las caídas brutas entre captación y restitución (663 m) las pérdidas hidráulicas, tanto distribuidas como concentradas y el desnivel entre el eje de dos grupos y el nivel normal del agua a la embocadura del canal de descarga (3,2 metros).

Las pérdidas de fricción a lo largo del sistema aducción, caída y restitución se calcularon asumiendo los valores de rugosidad según Strickler indicados a continuación: revestimiento en hormigón 75, revestimiento en acero 85 y sin revestimiento (excavado con topo) 60.

Como pérdidas concentradas se han considerado las siguientes:

- | | |
|--|--------------|
| - Túnel de aducción con alternativas con chimenea | 1,5 $v^2/2g$ |
| - Túnel de aducción con alternativas con compensador | 2,0 $v^2/2g$ |
| - Tybería de presión (todas las alternativas) | 1,3 $v^2/2g$ |

Para las alternativas asociadas a compensador(es) a fin de determinar potencias y energías se hizo referencia al nivel baricéntrico del embalse. A este respecto para las Alternativas de 1 a 5 el nivel baricéntrico de primera etapa se ha mantenido igual al nivel baricéntrico final (primera más segunda etapa).

Los valores de caídas netas así obtenidos en correspondencia de las unidades para las diferentes alternativas se indican en el Cuadro 10/9.

Cuadro 10/9

CAIDAS NETAS CON CAUDALES DE DISEÑO (m)

Alternativas	Primera Etapa	Segunda Etapa
1	605,42	605,31
2	604,30	604,18
3	607,08	606,96
4	605,41	605,38
5	604,94	605,90
6	601,33 (603,57)	606,68
7	602,40 (604,60)	605,41
8	624,79	624,79
9	618,49	615,58

- Los valores entre paréntesis se refieren a la caída neta final del sistema de primera etapa.

10.4.3 Potencias y energías Asociando a los caudales de diseño (caudales continuos divididos por el factor de planta) las caídas netas del Cuadro 10/9 se han obtenido los valores de potencia y de energía indicados en el Cuadro 10/10.

Las pérdidas hidráulicas al fin de determinar las energías, se han calculado multiplicando las pérdidas de potencia (a caudal máximo) por el correspondiente factor de planta.

Debido al bajo valor de la energía secundaria no se han evaluado las producciones de esta energía para las alternativas con chimeneas con factor de planta menores de 1 y las pequeñas producciones de energía producible con la diferencia entre caudal promedio y caudal continuo de las quebradas Granadillas y Los Loros para alternativas con compensador.

10.5 Presupuestos y calendario de inversiones

10.5.1 Presupuestos Los presupuestos de las alternativas fueron determinados aplicando la metodología usual que consiste básicamente en la determinación de los costos unitarios y en la combinación de los mismos con las correspondientes cantidades.

Cuadro. 10/10

ALTERNATIVAS DE FACTOR DE PLANTA
POTENCIAS Y ENERGÍAS

Alternativas	Factor de Planta		I Etapa		II Etapa		Total	
	I Etapa	II Etapa	Potencia Instalada (MW)	Energía Primaria (GWh/a)	Potencia Instalada (MW)	Energía Primaria (GWh/a)	Potencia Instalada (MW)	Energía Primaria (GWh/a)
1 CO	.65	.65	522,08	2.988,98	518,73	2.970,00	1.040,81	5.958,98
2 CO	.70	.70	483,89	2.980,67	480,78	2.961,71	965,03	5.942,38
3 CO	.75	.75	453,71	2.991,85	448,68	2.958,81	902,38	5.950,66
4 CO	.80	.80	424,19	2.981,19	419,53	2.948,54	843,72	5.929,74
5 CO	.70	.80	484,40	2.983,81	359,25	2.945,55	843,65	5.929,36
6 CH-CO	.70	.80	476,26	3.010,00	366,21	2.913,18	842,47	5.923,18
7 CH-CO	.80	.80	417,47	2.984,32	425,72	2.942,97	843,19	5.927,29
8 CH	1	1	346,39*	3.034,40	346,38	3.034,40	692,79	6.068,79
9 CH	.80	1	428,62	3.046,81	255,97*	2.950,15	684,59	5.996,96

- (*) Sin el grupo de reserva.

- El factor de planta de la II etapa se entiende aquel correspondiente al desarrollo completo (I más II etapa).

a. Costos unitarios

A este nivel de estudio se utilizaron todavía los costos unitarios determinados en la Fase A (véase Cuadro 2/2 del Anexo K), actualizándolos a enero de 1990, a igual fecha de referencia de los costos marginales de potencia y energía de expansión del sistema de generación entregados por Planificación de INECCEL.

Para esta actualización se utilizó la información de incremento de precios publicada por la revista Engineering News Record que indica un incremento del 7,33% entre enero de 1987 y enero de 1990.

El costo unitario directo de las obras civiles determinado en la Fase A resulta como suma de sus componentes de mano de obra, materiales de consumo y equipo de construcción. A este costo se añadió un porcentaje del 55% para cubrir los costos indirectos, que incluyen todos los gastos que no es posible cargar a las partidas de obra.

b. Costos Directos

Para todas las alternativas los costos directos de cada sección de obra se obtuvieron asociando los costos unitarios a las cantidades de obras. Las cantidades de obras civiles fueron calculadas en base a los criterios de diseño ilustrados en el numeral 10.3. A los costos directos de las obras civiles se añadió un porcentaje variable según las obras, para tomar en cuenta los ítem menores y acabados.

La incidencia de estos porcentajes para los ítem no calculados se ha considerado variable en un mínimo de un 3% para los túneles de aducción hasta un máximo de un 12% para la casa de máquinas. En el caso de los embalses compensadores esta incidencia se subió a valores variables entre el 15% y el 30% (según la interferencia del nivel máximo del embalse con la formación Napo) para tomar en cuenta las obras de protección del embalse mismo.

c. Presupuestos

Al costo directo total de cada alternativa se añadió un 10% de gastos de ingeniería, investigaciones adicionales y administración y porcentajes variables según la naturaleza de las obras, de imprevistos de cantidades.

Los imprevistos fueron calculados como porcentaje del monto total de cada obra, según lo indicado a continuación:

- 25 por ciento para las obras en subterráneo (casa de máquinas excluida).
- 20 por ciento para la casa de máquinas y el embalse compensador.
- 15 por ciento para todas las otras obras civiles al exterior.

- 5 por ciento para el equipo electromecánico.

La incidencia ponderada de los imprevistos arriba indicados varía entre 16,9 y 17,2% según las alternativas.

Con la metodología arriba mencionada se han calculado para cada alternativa los presupuestos (líneas de transmisión excluidas) obteniendo los valores indicados en el Cuadro 10/11.

El presupuesto de las líneas de transmisión fue calculado aparte, cargando los costos directos con un 10% de imprevistos y con un 10% de gastos de ingeniería y administración obteniendo valores a desarrollo completo comprendidos entre 61,9 y 64,5 Mio US\$ (ver Cuadro 7/11 del Anexo K).

Cuadro 10/11

SELECCION DEL FACTOR DE PLANTA
PRESUPUESTOS GLOBALES DE LAS ALTERNATIVAS

Alternativas	Potencia Instalada (MW)			Presupuestos (10 ⁶ US\$)		
	I Etapa	II Etapa	Total	I Etapa	II Etapa	Total
1	522,08	518,73	1.040,81	435,55	317,58	753,13
2	484,07	480,96	965,03	427,40	304,84	732,24
3	453,71	448,68	902,38	423,49	281,35	704,84
4	424,19	419,53	843,72	413,20	274,15	687,35
5	484,40	359,25	843,65	425,61	262,37	687,98
6	477,62	364,53	842,12	477,86	239,00	716,86
7	418,63	424,19	842,81	443,96	268,35	712,31
8	346,39*	346,39	692,79	442,76	294,54	737,30
9	428,62	255,97*	684,59	463,34	270,06	733,40

*: Sin el grupo de reserva.

- Los costos de las líneas de transmisión y los intereses intercalares no incluidos.

10.5.2 Calendario de inversiones Para las dos etapas de cada alternativa, la ruta crítica durante la construcción está constituida principalmente por la ejecución del túnel de aducción y secundariamente por la ejecución de la casa de máquinas y sus obras anexas.

Con la misma etapa de desarrollo de las alternativas el tiempo necesario para la construcción queda prácticamente igual (siendo afectado por la construcción del túnel de aducción) mientras se modifica un poco el programa constructivo de las otras obras variables.

En su totalidad las obras de primera etapa, incluyendo carreteras de acceso y campamentos, se supone en este estudio, podrán realizarse en 7 años, mientras que la segunda etapa podrá realizarse en 5 años ya que no se necesitará construir caminos, campamentos y ventanas de acceso.

Los cronogramas de inversiones (sin incluir las líneas de transmisión) se han obtenido combinando los presupuestos de las diferentes obras civiles y del equipo con los correspondientes cronogramas de construcción. En los Cuadros de 8/1 hasta 8/9 del Anexo K se ilustran para cada etapa y cada alternativa del proyecto los cronogramas de inversiones expresados con un nivel de precios a enero de 1990 y desglosados en moneda nacional y extranjera.

10.6 Comparación y selección

10.6.1 Comparación económica Como de la Fase A del estudio (durante la comparación final de las alternativas Salado) se han hecho dos tipos de evaluaciones económicas de las alternativas del factor de planta, una considerando el proyecto aislado y la otra con el proyecto en el Sistema Nacional Interconectado.

a. Proyecto aislado

En base a las indicaciones recibidas por parte de Planificación en marzo de 1991, se previó que la primera etapa del Proyecto Coca-Codo Sinclair entre en operación en el 2003 y la segunda a continuación de la primera, cuando el mercado eléctrico lo hubiera requerido.

Para las diferentes alternativas del factor de planta se prepararon los flujos de costos y beneficios en base a las siguientes hipótesis simplificativas adoptadas puramente a nivel comparativo de las alternativas.

- Demanda de potencia y de energía según el Cuadro 3/2 del Anexo K.
- Mercado limitado sin posibilidad de parar las centrales térmicas existentes.
- Producciones energéticas según lo indicado en el numeral 10.4.
- Tasa de actualización al 10% adoptando el criterio empresarial o de mercado para los beneficios a enero de 1990, es decir: potencia garantizada 44,94 US\$/kW y energía primaria 30,20 US\$/MWh año.
- Costos de operación y mantenimiento iguales al 1% del costo de inversión de las obras civiles y al 2% del costo de inversión del equipo.
- Costos de líneas de transmisión no incluidos.

- Costos y beneficios unitarios considerados constantes en el tiempo e iguales a aquellos de enero de 1990.

Los resultados de estas elaboraciones en término de relación beneficios-costos (B/C), de beneficio neto (B-C) y de tasa interna de retorno (TIR), se indican en el Cuadro 10/12 y en el Plano 0209-B-1541, mientras en el Cuadro 10/13 se indican los costos unitarios de potencia y energía.

b. Proyecto en el Sistema Nacional Interconectado

Con fines de evaluar las alternativas del proyecto Coca-Codo Sinclair en el sistema y determinar el interés económico que su inclusión produce, se definieron planes alternativos de expansión del sistema nacional para un período de 15 años desde octubre de 1999 hasta septiembre del 2014, suponiendo ya determinada la expansión hasta el final del siglo.

Con la información a disposición de Planificación de INECEL para los demás proyectos y aquella descrita en los numerales anteriores del presente capítulo, y la utilización del modelo computacional DSIG, cuya finalidad es generar secuencias de equipamientos y seleccionar a aquella de mínimo costo, Planificación de INECEL procedió al análisis de equipamiento del sistema en el período señalado.

Considerando como fecha más temprana de entrada en operación de la primera etapa de cada alternativa del proyecto Coca-Codo Sinclair la de octubre del año 2004, se han analizado las dos hipótesis siguientes planes de equipamiento sin y con proyecto Mazar.

En el primer caso, el proyecto Coca entraría con sus dos etapas respectivamente en octubre del 2006 y en octubre del 2010; en el segundo, entraría antes del 2014, solamente con su primera etapa en octubre del 2010. Cabe anotar que los años de entrada en operación del proyecto se deben considerar puramente referenciales en espera de una actualización del Plan Maestro.

En ambos casos los planes de equipamiento que incluyen la Alternativa 4 dan el mínimo costo actualizado. El Cuadro 10/14 ilustra el valor presente a octubre de 1999 de los planes alternativos de equipamiento según las alternativas del proyecto.

Cuadro 10/12

SELECCION DEL FACTOR DE PLANTA
PARAMETROS ECONOMICOS DE LAS ALTERNATIVAS

Alternativas	Beneficios (10 ⁶ US\$)	Costos (10 ⁶ US\$)	Beneficios Netos (10 ⁶ US\$)	B/C (-)	TIR (%)
1	2.435,09	1.426,20	1.008,89	1,71	14,79
2	2.395,87	1.397,20	998,67	1,71	14,82
3	2.367,03	1.359,64	1.007,39	1,74	14,93
4	2.335,54	1.327,65	1.007,89	1,76	15,02
5	2.335,46	1.339,46	996,00	1,74	14,91
6	2.333,92	1.423,77	910,15	1,64	14,23
7	2.334,87	1.392,29	942,58	1,68	14,50
8	2.284,60	1.423,58	861,02	1,60	14,09
9	2.269,24	1.443,00	826,24	1,57	13,86

- Beneficios y costos actualizados al año 2.003 con tasa de interés del 10%.
- Beneficios determinados con el criterio empresarial o de mercado.

Cuadro 10/13

SELECCION DEL FACTOR DE PLANTA
COSTOS UNITARIOS DE POTENCIA Y ENERGIA

Alternativas	Potencia Instalada (MW)	Costo de Potencia (US\$/kW)		Energia (GWh/a)	Costo de Energia (miles US\$/kWh)
		Sin Intereses	Con Intereses		
1	1.040,8	721,1	900,2	5.969,0	25,1
2	965,0	760,6	951,1	5.942,4	24,7
3	902,4	783,3	983,5	5.950,7	23,9
4	843,7	817,3	1.028,0	5.929,7	23,5
5	843,6	818,7	1.069,9	5.929,4	23,7
6	842,5	851,5	1.125,4	5.923,2	25,2
7	843,2	848,9	1.066,0	5.927,3	24,6
8	692,8	1.061,1	1.344,1	6.068,8	24,6
9	684,6	1.074,5	1.463,1	5.997,0	25,2

- Los costos se refieren a las alternativas a desarrollo completo (I más II etapa).
- Tasa de interés adoptada, 10%.

Cuadro 10/14

VALOR PRESENTE DE PLANES ALTERNATIVOS DE EQUIPAMIENTO
ALTERNATIVAS DEL PROYECTO COCA SIN EL PROYECTO MAZAR

Alternativas	Potencia Instalada (MW)	Valor Presente (10 ⁶ US\$)		
		8%	10%	12%
1-1	522,1	2.028,938	1.860,276	1.738,827
1-2	518,7			
2-1	483,9	2.016,821	1.849,748	1.729,617
2-2	480,8			
3-1	453,7	2.000,370	1.835,988	1.718,051
3-2	448,7			
4-1	424,2	1.989,240	1.825,940	1.709,013
4-2	419,5			
5-1	484,4	1.993,042	1.829,663	1.712,644
5-2	359,2			
6-1	476,3	2.025,049	1.859,378	1.740,503
6-2	366,2			
7-1	417,5	2.016,567	1.850,408	1.731,251
7-2	425,7			
8-1	346,4	2.017,406	1.852,259	1.733,515
8-2	346,4			
9-1	428,6	2.033,167	1.859,290	1.740,217
9-2	256,0			

- Valor presente a octubre de 1999.

10.6.2 Conclusiones Aún si las alternativas examinadas prácticamente no difieren entre sí mismas en término de energía primaria producida, presentan costos de inversiones variables hasta un máximo del 15% en primera etapa y hasta el 12% en segunda. Los menores costos de inversión son aquellos de las Alternativas 4 y 5.

Haciendo referencia al costo de estas alternativas, el incremento para las otras se relaciona al aumento del factor de instalación (Alternativas de 1 a 3), o a la presencia de la chimenea de equilibrio en lugar del compensador (Alternativas de 6 a 9).

Del análisis económico se ve cómo el incremento de beneficios obtenido con un aumento de potencia instalada por las Alternativas de 1 a 3, no compensa el aumento de inversión necesario para instalar mayor potencia y de otro lado la ventaja económica del embalse compensador respecto a la chimenea resulta muy claro.

De la evaluación económica del numeral anterior, resulta claramente como alternativa más atractiva la Alternativa 4 asociada también en segunda etapa a un solo embalse compensador en la quebrada Granadillas y caracterizada por un factor de instalación de 0,8 en ambas etapas.

A esta conclusión se llega considerando el Proyecto Coca-Codo Sinclair ya sea como aislado o como componente del Sistema Nacional Interconectado.

11. SELECCION DE ALTERNATIVAS DE OBRAS COMPONENTES

En este capítulo se analizan y se comparan las principales alternativas de las obras componentes del proyecto identificadas en la Fase B del estudio.

Las obras componentes que han presentado reales posibilidades de alternativas son: las obras de captación, la presa del embalse compensador, las obras de caída, la posición de la casa de máquinas y las líneas de transmisión. Para mayores detalles a este respecto véase el Anexo L del presente informe.

11.1 Obras de captación

11.1.1 Antecedentes Durante la Fase A del estudio (véase numeral 1.1 del Anexo L), se habían hecho varias comparaciones preliminares entre obras de captación asociadas a desarenador con funcionamiento de limpieza por bombeo o por gravedad, y obras de captación asociadas a desarenador al exterior o en subterráneo.

En lo que se refiere al funcionamiento de la limpiera del desarenador se había optado provisionalmente por el bombeo, con el fin de reducir la altura de las obras; como ubicación para el desarenador resultó aquella asociada al desarenador al exterior, ligeramente más favorable económicamente.

Al comienzo de la Fase B se reexaminó el aspecto del funcionamiento de la limpiera del desarenador y tomando en cuenta la mayor confiabilidad del sistema por gravedad y los problemas de limpieza de la obra de toma con obras de control más bajas, se decidió adoptar el sistema por gravedad aumentando el alto de las estructuras.

Paralelamente se empezó a analizar el funcionamiento hidráulica de las dos alternativas básicas de la Fase A, asociadas respectivamente a un desarenador al exterior al lado izquierdo del morro (Alternativa 1) y a un desarenador a presión y en subterráneo al comienzo del túnel de aducción (Alternativa 2) con la ayuda de los modelos hidráulicos construidos en el Laboratorio de la Escuela Politécnica Nacional (EPN) de Quito.

Durante la actividad de investigación se añadió, a fin de mejorar la hidráulica de la Alternativa 1, una tercera alternativa (Alternativa 3).

Esta última alternativa prevé la toma al lado izquierdo del cauce actual del río Coca y el desarenador al exterior, más o menos en la misma posición de la Alternativa 1.

11.1.2 Criterios de diseño A continuación se ilustran los principales criterios de diseño adoptados en la preselección de las alternativas de las obras de captación.

a. Desarenadores

Los desarenadores, considerando la presencia aguas abajo del compensador Granadillas, fueron dimensionados para sedimentar partículas con diámetro superior a 0,25 mm, modificando ligeramente el criterio conservador adoptado en la Fase A del estudio que preveía sedimentar partículas superiores a 0,2 mm.

Esta decisión está sustentada en el hecho de tener siempre en el túnel una velocidad del agua del orden de 3 m/s en los tramos no revestidos y de 3,9 en aquellos revestidos.

En base al criterio de diseño mencionado y para un caudal de diseño de 63,5 m³/s cada etapa, se han rediseñado los desarenadores, tratando de reducir la altura de las cámaras para no necesitar un sistema de bombeo a lo largo del canal de limpieza. La velocidad del agua en las cámaras se fijó en 0,3 m/s.

Por estas razones y para tener una mayor flexibilidad de operación, en todas las alternativas (también para las Alternativas 1 y 3) se introdujeron 6 cámaras sedimentadoras en lugar de 3 por cada etapa.

Las cámaras fueron diseñadas con los criterios de Eghiazaroff y de Rouvard, añadiendo una descarga de limpieza adicional en la mitad de cada cámara sedimentadora para reducir las pérdidas de cota del sistema de limpieza.

Para garantizar un buen funcionamiento los ductos o túneles de limpieza deberían operar a flujo libre supercrítico y ser inspeccionables e independientes para cada cámara.

A este respecto y puramente a nivel comparativo se adoptó la cota referencial de captación de 1.273 m aceptando que los ductos o túneles asociados a cada cámara puedan trabajar en condiciones desfavorables en baja presión, en sus tramos terminales, pero manteniendo siempre sin contrapresión los elementos de control del sistema de limpieza (tipo Rieri).

Bajo esta última hipótesis poco conservadora, para la Alternativa 1 no se necesita ninguna estación de bombeo; la Alternativa 3 (por sus mayores pérdidas hasta el desarenador) la necesita, con prevalencia máxima de 1 m, solamente en caso de grandes crecientes; la Alternativa 2 la necesita, con prevalencia máxima de 6,5 m, bajo cualquier

condición hidrológica por tener tramos de ductos de limpieza más largos de unos 200 m, por sus mayores pérdidas hasta el desarenador y por su naturaleza al ser, aunque poco, en presión.

b. Obras de toma y de control

Siendo que los ensayos sobre modelos (ver numeral 11.1.6) estaban todavía en curso durante el estudio de preselección de Alternativas de las obras de captación, la utilización de los mismos para el diseño de las obras de toma y de control, a nivel de preselección de alternativas, fue solo parcial.

En particular en el diseño de las alternativas se introdujeron, bajo indicación del modelo hidráulico distorsionado en escala 1:150, las variaciones siguientes:

- Alternativa 1: la cota del umbral del vertedero secundario, asociado a la obra de toma, baja a 1.273 m en lugar de 1.275 m y la cota del umbral del vertedero principal sube a 1.274 m en lugar de 1.273 m.
- Alternativa 2: la cota del umbral del vertedero principal queda en 1.273 m mientras la cota del umbral del vertedero secundario baja de 1.274 a 1.273 m.
- Alternativa 3, las mismas cotas de los umbrales de los vertederos que la Alternativa 2.

Los vertederos se han dimensionado para descargar caudales catastróficos hasta de 20.000 m³/s, mientras los cuencos disipadores aguas abajo de las secciones de control fueron calculados para crecientes hidrológicas de 5.000 m³/s con tiempo de ocurrencia de 200 años considerando las compuertas de limpieza cerradas y manteniendo los mismos niveles del río Coca aguas abajo de las estructuras correspondientes a la situación actual.

En base a los resultados del modelo matemático utilizado para estudiar la evolución morfológica del río Coca, es razonable considerar que los niveles actuales del río aguas abajo de las estructuras de captación previstas, todavía afectados por el evento del 5 de marzo de 1987, sigan bajando de 2 a 4 metros hasta la fecha de entrada en operación de los vertederos.

11.1.3 Alternativa básica con desarenador al exterior (Alternativa 1) Esta alternativa (ver Planos 0209-C-2019 y 0209-C-2020 del Anexo L) prevé la ubicación de la obra de toma al lado derecho del canal de desvío, donde se sitúa el vertedero secundario constituido por tres elementos vertientes libres cada uno de un ancho de 22 m.

La obra de toma está controlada por 8 compuertas (4 cada etapa) de 2,6 m de ancho y de 3,0 m de alto y dimensionada para un caudal de operación normal a desarrollo completo del proyecto, de 127 m³/s.

La obra de limpia de la toma está controlada por dos compuertas planas de operación normal de 4,5x4,5 metros y por una tercera compuerta radial más grande de 8,0x8,0 metros.

El desarenador, ubicado un poco aguas abajo de la obra de toma, está conectado a la misma con canales y transiciones a flujo libre; la obra está constituida por 12 cámaras (6 por cada etapa) diseñadas para una velocidad del agua de 0,3 m/s que tienen un largo de unos 90 metros.

Desde el desarenador el agua llega al vertedero principal, donde poniéndose en presión cruza el cauce del río Coca a través del vertedero mismo.

El vertedero principal está constituido por 5 elementos vertientes sin control, cada uno de un ancho de 22 metros.

11.1.4 Alternativa con desarenador en subterráneo (Alternativa 2) Esta alternativa (ver Planos 0209-C-2021 y 0209-C-2022 del Anexo L) prevé la ubicación de la obra de toma al lado derecho del cauce actual del río Coca, donde se sitúa el vertedero secundario constituido por tres elementos vertientes libres cada uno de un ancho de 22 m.

La obra de toma y la obra de limpia son similares a las de la Alternativa 1, siendo la principal diferencia constituida por el hecho de tener la toma apoyada al macizo rocoso.

El desarenador en presión se ubica entre los 100 y 200 metros adentro en el macizo granodiorítico y está constituido por 12 cámaras (siempre 6 en cada etapa) que tienen un largo de unos 100 metros más unos 20 de transición. La velocidad de diseño del agua en los desarenadores se ha mantenido, como para la Alternativa 1, igual a 0,3 m/s.

El vertedero principal se ubica esta vez en el canal de desvío y sigue siendo constituido por 5 elementos vertientes sin control, cada uno de un ancho de 22 metros.

Una variante de esta alternativa (Alternativa 2A) se añadió bajo pedido de INECEL durante la comparación de alternativas; la variante consiste en el prever el desarenador en subterráneo a flujo libre en lugar de flujo a presión.

11.1.5 Segunda alternativa con desarenador al exterior (Alternativa 3) Esta alternativa (ver Planos 0209-C-2023 y 0209-C-2024 del Anexo L) prevé la ubicación de la obra de toma en la margen izquierda del cauce actual del río Coca, donde se sitúa el vertedero secundario constituido por tres elementos vertientes libres cada uno de un ancho de 22 m.

A pesar de su ubicación la obra de toma y la de limpia quedan las mismas de las otras alternativas. La conexión entre obra de toma y el desarenador al exterior al lado izquierdo del morro está prevista por medio de dos túneles a flujo libre que continúan después con canales hasta la entrada en el desarenador.

El desarenador de esta alternativa es exactamente el mismo de la Alternativa 1 con pequeño desplazamiento hacia aguas abajo de su ubicación. Desde el desarenador en adelante el agua entra nuevamente en túnel(es) cruzando el río Coca bajo la obra de limpieza y a través del vertedero secundario.

El vertedero principal se ubica, como en el caso de la Alternativa 2 en el canal de desvío y sigue siendo constituido por 5 elementos vertientes sin control, cada uno de un ancho neto de 22 metros.

11.1.6 Modelos hidráulicos y sus resultados

a. Modelos utilizados

Para estudiar las alternativas de las obras de captación se han utilizado dos modelos físicos y un modelo matemático.

Los dos modelos físicos (véase Anexo Q) han tenido las características siguientes:

- El primero, llamado morfológico, con escalas distorsionadas 1:150 en horizontal y 1:75 en vertical abarca un área bastante extensa desde aguas arriba de la confluencia de los ríos Quijos y Salado hasta 500 metros aguas abajo de las obras de captación.
- El segundo, en escala 1:60 no distorsionada, abarca un área más reducida y permite un estudio más detallado de las obras de captación y de las obras de limpieza de la bocatoma.

El modelo matemático (programa Wendy del Laboratorio de Hidráulica de Delft) permitió tener indicaciones sobre las variaciones en el tiempo de los niveles del río Coca aguas abajo de las estructuras de captación.

b. Resultados obtenidos

Durante la fase de preselección de alternativas, las principales indicaciones obtenidas con los modelos hidráulicos y en particular con el modelo distorsionado en escala horizontal 1:150, fueron las siguientes:

- La tendencia natural del río Coca aún después de la construcción de las estructuras de captación, es mantener su cauce principal hacia la margen derecha formando de tal manera una S para el flujo que entra en el canal de desvío.

- Este fenómeno, asociado a depósitos de material de fondo sobre todo al lado izquierdo del río Salado en su tramo terminal, indicó al comienzo, bajo particulares condiciones, problemas de flujo a la toma de la Alternativa 1, mientras que el funcionamiento hidráulico de las Alternativas 2 y 3 no presentó en general, ya desde el comienzo, mayores problemas.
- El mencionado problema asociado a la Alternativa 1 se solucionó satisfactoriamente bajando el umbral del vertedero secundario en el canal de desvío de la cota 1.275 m a la cota 1.273 m y subiendo el umbral del vertedero principal de la cota 1.273 m a la cota 1.274 m.
- Quedó de todas maneras bastante claro que la cantidad de material de acarreo de fondo que podría entrar en la toma de la Alternativa 1 sería superior a aquellos correspondientes de las Alternativas 2 y 3.
- El funcionamiento hidráulico de las Alternativas 2 y 3 fue optimizado bajando la cota del umbral del vertedero secundario de 1.275 m a 1.274 m y modelando oportunamente la península aguas arriba del morro (Alternativa 3).

En conclusión, los parámetros hidráulicos que diferenciaban a las alternativas resultaron al final: la cantidad de sedimentos de fondo entrantes en la toma de la Alternativa 1 mayor a aquella de las otras alternativas y la necesidad siempre para la Alternativa 1 de hacer operaciones de limpieza más frecuentes.

11.1.7 Problemas de operación y mantenimiento

a. Desarenador

En el caso de mal funcionamiento de los dispositivos automáticos del equipo mecánico del desarenador, los problemas de operación y mantenimiento de las alternativas están relacionados a los aspectos siguientes:

- Facilidad de inspección de las cámaras;
- Facilidad de intervención en las mismas;
- Facilidad de inspección e intervención en los ductos de limpieza y en el sistema Rieri desde aguas abajo.

Sobre todos estos puntos la Alternativa 2 presenta claramente problemas mayores a aquellos de las Alternativas 1 y 3. A este respecto, se añadió como ya mencionado, una variante a la Alternativa 2, nombrada 2A, que permita facilitar la inspección e intervención por lo menos en las cámaras.

Otro aspecto de operación y mantenimiento se relaciona a la frecuencia requerida para las inspecciones al sistema mecánico de limpieza (sistema Rieri); en este caso, es la Alternativa 1 la que re-

quiere la intervenciones más frecuentes en relación a la mayor cantidad de sedimentos que entran en la toma.

b. Compuertas de limpieza de la toma

Las compuertas de limpieza de la obra de toma, tendrán que ser operadas con mayor frecuencia en el caso de la Alternativa 1 después del llenado de sedimentos del embalse.

c. Estación de bombeo

Para no levantar los umbrales de los vertederos de las obras, las Alternativas 2 y 2A en todas las condiciones y la Alternativa 3 solamente en condiciones de crecientes, requieren una estación de bombeo con sus problemas de operación y mantenimiento pero sobretodo de confiabilidad.

d. Otros aspectos

Entre otros aspectos que afectan la comparación de las alternativas hay que mencionar los siguientes:

- Mayor exposición al riesgo sísmico de las alternativas con desarenador al exterior (Alternativas 1 y 3), aún si las estructuras están diseñadas con conceptos antisísmicos.
- Mayor exposición a inestabilidades de taludes de la obra de toma de las Alternativas 2 y 2A respecto a aquella de la Alternativa 3 y en particular a aquella de la Alternativa 1.
- En condiciones normales de operación las pérdidas de carga hasta un punto común, varían según lo que se indica a continuación:

Alternativa 1: 1,2 m	Alternativa 2: 2,3 m
Alternativa 2A: 2,3 m	Alternativa 3: 2,8 m

Para la Alternativa 2, cuyo desarenador está previsto trabajar en presión, hay que restar al valor arriba indicado aproximadamente 0,6 m tomando en cuenta el incremento baricéntrico de la cota referencial de captación.

11.1.8 Preselección de alternativas

Los presupuestos de las alternativas de las obras de captación, con exclusión de las obras consideradas iguales, se calcularon con referencia a enero 1991, utilizando los costos unitarios de la Fase A del estudio, oportunamente actualizados.

Los valores obtenidos que incluyen imprevistos y gastos de ingeniería y administración fueron los siguientes:

Alternativas	Costos de inversión (Mio US\$)	Incremento de costos vs Alternativa 1
Alternativa 1	87,3	-
Alternativa 2	99,7	14,1%
Alternativa 2A	102,4	17,3%
Alternativa 3	96,5	10,5%

Las alternativas fueron comparadas económicamente no solo en términos de costos de inversión antes mencionados, sino tratando también de evaluar los costos anuales de operación y mantenimiento, así como los costos de potencia y de energía actualizados a la fecha de inicio de la construcción (véase Cuadro 3/2 del Anexo L).

Los costos de operación y mantenimiento de la Alternativa 3 resultan bastante menores de aquellos de las otras alternativas.

Al final los costos totales de comparación de las alternativas (incluyendo la actualización de los costos de operación y mantenimiento) resultaron los siguientes:

Alternativas	Costos totales (Mio US\$)	Incremento de costos vs Alternativa 1
Alternativa 1	96,8	-
Alternativa 2	110,5	14,2%
Alternativa 2A	111,6	15,3%
Alternativa 3	101,8	5,2%

En base a todo lo antedicho se concluye que la mayor exposición al riesgo sísmico, compensada por la menor exposición a inestabilidades de taludes, no justifica los aumentos de costos de las Alternativas 2 y 2A.

La diferencia de costos entre las Alternativa 1 y 3 en favor de la primera de un lado y la mayor incidencia de los gastos de operación y mantenimiento (siempre para la Alternativa 1) del otro, han sugerido postergar la decisión final entre las dos alternativas a la espera de estudios adicionales de laboratorio en los modelos hidráulicos.

11.1.9 Resultados finales del modelo hidráulico

En los modelos hidráulicos para ambas alternativas preseleccionadas se subió la cota referencial de captación de otros 2 metros, de la cota 1.273 m a la cota 1.275 m. Este incremento se hizo para

garantizar bajo cualquier condición (con caudal máximo del río Coca inferior a 3.200 m³/s que corresponde a una creciente con tiempo de ocurrencia de 10 años) el funcionamiento a flujo libre de los ductos de limpieza de los desarenadores.

a. Modelo distorsionado en escala horizontal 1:150

En este modelo se estudió el efecto de la modificación de la península situada aguas arriba para la Alternativa 1 de manera de ubicar la toma al exterior de una curva; la modificación introducida, sobre todo para caudales altos y en condiciones de operación de las compuertas de limpieza, mejoró bastante el funcionamiento de la obra de toma en relación a la limitación de la cantidad de sedimentos entrantes en la misma.

Pero al mismo tiempo se confirmó que la cantidad de sedimentos (acarreo de fondo solamente) entrante en el canal de desvío supera la correspondiente cantidad que entra en el cauce del río en relación variable de 2 hasta 5 a 1. Por otro lado, se pudo observar como localmente la ubicación de la toma de la Alternativa 1 es bastante mejor que la ubicación de la toma de la Alternativa 3.

b. Modelo en escala 1:60

Este modelo confirmó claramente como, desde un punto de vista local, el funcionamiento de la obra de toma de la Alternativa 1 es mucho mejor que aquella de la Alternativa 3. La concentración de sedimentos entrante en la obra de toma de la Alternativa 1 resultó la mitad de aquella del canal de desvío, mientras la concentración de sedimentos entrantes en la obra de toma de la Alternativa 3 resultó alrededor de 1,5 veces aquella del cauce del río.

Además, en este modelo se observó que mientras para la Alternativa 1 la operación de las compuertas planas de limpieza, (operación normal) no aumenta la concentración de sedimentos entrantes en la obra de toma, para la Alternativa 3 se nota un sustancial aumento de concentración de sedimentos durante la operación normal de limpieza, lo que conllevaría a sugerir cerrar las compuertas de toma también durante la operación de limpieza normal.

En fin, para las operaciones de limpieza excepcionales que requieren la apertura completa de la compuerta radial, se observó que en el transcurso de 2 horas en el prototipo se logra, para la Alternativa 1, obtener una limpieza suficiente del canal de aproximación a la obra de toma; para la Alternativa 3 este tiempo por lo menos se duplica.

c. Cálculos teóricos del material en suspensión

Los cálculos se hicieron en dos etapas: primeramente una estimación de la concentración del material en suspensión en los dos rama-

les (desvío y cauce del río) y posteriormente una estimación de la concentración del material que entraría en las obras de toma.

La concentración de material en suspensión en el canal de desvío resultó del mismo orden que la concentración del material en el cauce del río en condiciones normales antes del evento, mientras sube en una proporción de 3 veces en las condiciones de arrastre de sedimentos después del evento catastrófico ocurrido el 5 de marzo de 1987.

Para el cálculo de los sedimentos en suspensión que entrarían en la obra de toma, se tomaron en cuenta los resultados del modelo físico de detalle en escala 1:60, y además se consideró también el caso referencial que las obras de toma no tengan ningún efecto local (concentración en la toma igual a la concentración en el correspondiente ramal).

En el primer caso (efecto local máximo de la obra de toma) la concentración del material en suspensión entrante en la obra de toma de la Alternativa 1 resulta aproximadamente la mitad de aquél entrante en la obra de toma de la Alternativa 3 en condiciones normales antes del evento de 1987, mientras esta relación sube a 1,5 en condiciones posteriores al evento.

En el segundo caso (ningún efecto local de la obra de toma) la concentración del material en suspensión entrante en la obra de toma coincide con la concentración del material en los ramales.

11.1.10 Comparación y selección definitiva Los presupuestos de las alternativas, fueron actualizados tomando en cuenta los cambios de diseño anteriormente descritos (en particular la forma de la península aguas arriba para la Alternativa 1 y el aumento de cota de control de los vertederos).

Los presupuestos totales así obtenidos (incluyendo imprevistos y gastos de ingeniería y administración) se dan a continuación:

Alternativas	Costos (Mio US\$)	Incremento de costos vs Alternativa 1
Alternativa 1	90,45	-
Alternativa 3	97,79	8,1%

También en este caso, como en el numeral 11.1.8, las alternativas fueron comparadas económicamente, no solo en términos de costos de inversión, sino tratando de evaluar también los costos anuales de operación y mantenimiento, así como los costos de potencia y energía actualizados a la fecha de inicio de la construcción (véase Cuadro 4/1 del Anexo L).

Al final los costos totales de comparación de las alternativas resultaron los siguientes:

Alternativas	Costos (Mio US\$)	Incremento de costos vs Alternativa 1
Alternativa 1	94,17	-
Alternativa 3	101,63	7,9%

En conclusión, las investigaciones llevadas adelante con los modelos físicos así como con cálculos teóricos indican ventajas y desventajas hidráulicas de las dos alternativas que al final se puede considerar que se compensen. Además desde un punto de vista económico, la Alternativa 1 resulta más atractiva que la 3 también tomando en cuenta los costos supuestos de operación y mantenimiento.

Por lo tanto, de común acuerdo con INECEL se decidió en los primeros días de febrero de 1992 adoptar definitivamente la Alternativa 1 y seguir optimizándola con la ayuda del modelo de detalle en escala 1:60.

11.2 Presa del embalse compensador

En este numeral se ilustran las alternativas del tipo de presa del embalse compensador que han sido analizadas, los criterios de diseño adoptados, los resultados de los cálculos de estabilidad obtenidos y al final la comparación y selección del tipo de presa.

11.2.1 Criterios generales y parámetros de diseño

a. Embalse

Con el factor de planta escogido (0,8) el volumen útil, a desarrollo completo del proyecto, resulta $460 \times 10^3 \text{ m}^3$ que aumentando un 15% su capacidad, para tomar en cuenta eventuales deslizamientos de las laderas, da un volumen de $530 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Como nivel mínimo de operación del embalse, a desarrollo completo del proyecto, se ha asumido la cota 1.216, cota a la cual corresponde un volumen muerto de unos $280 \times 10^3 \text{ m}^3$.

La cota máxima de operación normal del embalse para asegurar el volumen útil escogido, resulta 1.229,5, es decir en todos los casos está abajo del contacto entre las formaciones Hollín y Napo que a lo largo del embalse se encuentra siempre arriba de la cota 1.230.

b. Tipos de presas analizadas

En el sitio de presa de la quebrada Granadillas se han estudiado los tres tipos de presas siguientes:

- Presa en escollera con núcleo en arcilla;
- Presa en escollera con pantalla en hormigón aguas arriba;
- Presa en hormigón compactado y rodillado.

c. Obras hidráulicas anexas

Las obras hidráulicas anexas a las alternativas de presas han sido diseñadas en base a los criterios siguientes:

- Túneles de desvío para a un caudal de 58 m³/s.
- Vertederos sin compuertas para un caudal total de 151 m³/s.
- Descarga de fondo para un caudal de 12 m³/s.

d. Parámetros geotécnicos de las cimentaciones

Para los cálculos de los varios tipos de presas se han adoptado los siguientes parámetros geomecánicos de la roca de cimentación (formación Hollín):

- Angulo de fricción: 36 grados;
- Cohesión: 10 t/m²;
- Modulo de elasticidad: 80.000 kg/cm².

11.2.2 Tratamiento profundo de las cimentaciones El tratamiento profundo de las cimentaciones para garantizar una suficiente estanqueidad al embalse compensador, que se sitúa en la formación Hollín bastante permeable y que tendrá niveles del agua superiores a los actuales de la napa freática, es un aspecto común a las tres alternativas de tipo de presa.

Entre las alternativas examinadas para el tratamiento profundo de las cimentaciones se adoptó, bajo sugerencia del Grupo Consultivo de INECOL, el sistema que prevé inyecciones con mezclas adecuadas y presiones elevadas precedidas por ensayos Lugeon a alta presión para el lavado de las fracturas; método de penetración definido por "claquage".

Por lo tanto, la comparación de las alternativas de los tipos de presa se hizo considerando siempre un tratamiento profundo de cimentaciones y de estanqueidad del embalse, basado sobre este sistema de inyecciones por "claquage" a hacerse desde un sistema de galerías de unos 700 m de largo.

11.2.3 Presa en escollera con núcleo central en arcilla

a. Descripción

La presa ilustrada en el Plano 0209-C-2025 del Anexo L, con cota de coronamiento de 1.234,5 m, presenta ambos taludes, tanto el de aguas arriba como el de aguas abajo, con pendientes de 2,2 en horizontal sobre 1 en vertical. El ancho total en su coronamiento, incluyendo el vertedero, es de unos 190 m y la altura máxima de unos 55 m.

El volumen global de la presa resulta en unos 430.000 m³ de los cuales 72.000 m³ corresponden al núcleo y 120.000 m³ a transiciones y filtros; la parte restante está constituida por enrocado "tout venant" o enrocado seleccionado.

El núcleo está previsto con espesor mínimo igual o mayor al 30% de la carga hidráulica. Será construido con lutitas plásticas de la nariz formado por las quebradas Granadillas y Los Gallos, una vez sacada las cenizas volcánicas suprayacentes, mezcladas si fuere necesario a lutitas líticas.

Los espaldones de enrocado están previstos en "tout venant" o en granodiorita de la zona Mirador. Entre la arenisca y el enrocado se prevé un geotextil no tejido con función de retención de la arenisca.

Como precaución contra daños producidos como consecuencia de un eventual reboso de la presa, debido a derrumbes en el embalse, se prevé a lo largo del talud de aguas abajo un pie en bloques de tamaño mayor de 0,5 m³ protegido con una red de acero, adecuadamente amarrada.

El túnel de desvío y la descarga de fondo, se ubican en la margen izquierda de la quebrada Granadillas. El largo del túnel de desvío es de unos 340 m; la sección prevista del túnel es una sección en herradura de 3 m de diámetro.

El vertedero sin compuertas se ubica a la izquierda de la presa, descargando las aguas hacia la quebrada de Los Gallos. Para hacer esta estructura es necesario abrir taludes de excavación en la formación Napo que dada la morfología local no crearían frentes incontrolables por inestabilidades. De todas maneras para evitar estos potenciales problemas se prevé la utilización de micropilotes.

b. Ventaja y desventaja del tipo de presa

Las principales ventajas de esta solución consisten en:

- utilización de materiales al alcance;
- cargas limitadas en la cimentación y en los estribos;
- buena deformabilidad.

Entre las desventajas principales se mencionan:

- disponibilidad limitada de materiales para núcleo que no afecten la estabilidad de la formación Napo;
- dificultad climática en la construcción del núcleo;
- mayor riesgo a la acción de olas como consecuencia de derrumbes en el embalse.

c. Cálculos de estabilidad

Los cálculos de estabilidad se hicieron utilizando el método de Sarma que en condiciones sísmicas define las condiciones de equilibrio límite de hipotéticas superficies de deslizamiento encontrando el valor de la aceleración horizontal crítica K_c , que determinaría un factor de seguridad igual a 1.

Los análisis de estabilidad fueron ejecutados tomando en cuenta las condiciones siguientes: fin de construcción, filtración constante y vaciado rápido (ver en detalle el Anexo L y sobre todo el Anexo P).

El valor mínimo del factor de seguridad al deslizamiento en condiciones estáticas (con $K_c = 0$) resultó 1,89, mientras que en condiciones sísmicas el mínimo valor obtenido de aceleración horizontal crítica K_c resultó 0,31 g.

Estos cálculos de estabilidad, se hicieron con un sismo referencial de diseño caracterizado por una aceleración de 0,25 g. Por lo tanto, con respecto a este valor se tienen un buen margen de seguridad.

11.2.4 Presa en escollera con pantalla en hormigón

a. Descripción

La presa ilustrada en el Plano 0209-C-2026 del Anexo L, presenta la misma cota de coronación de la anterior, el mismo ancho máximo y la misma altura, tiene la pendiente del talud aguas arriba en 2 de horizontal sobre 1 vertical y del talud aguas abajo en 1,8 horizontal sobre 1 vertical.

El volumen total del cuerpo de la presa incluyendo el hormigonado, alcanza aproximadamente 360.000 m³, de los cuales unos 120.000 m³ de material fino (arenisca) serán de apoyo a la pantalla de hormigón y el restante de enrocado.

El cuerpo de la presa está constituido con enrocado "tout venant" o enrocado seleccionado de la cantera en granodiorita del Mirador. Terminada la construcción del cuerpo de enrocado se prevé la colocación a lo largo del talud aguas arriba de un colchón de arenisca compactada para recibir la pantalla de hormigón.

La pantalla de hormigón está prevista tener un espesor uniforme de 50 cm con armaduras de unos 60 kg/m^3 y ser vaciadas desde el pie sin tener juntas horizontales. El pie de la pantalla apoya en una maciza viga perimetral de un ancho mínimo de 10 metros cuya función es alargar el recorrido de filtración.

En la viga perimetral se prevé alojar la galería de inyecciones desde la cual se hará el tratamiento profundo a presiones elevadas con el método de penetración por "claquage".

Las obras hidráulicas anexas son prácticamente las mismas de la alternativa anterior con núcleo de arcilla.

b. Ventaja y desventaja del tipo de presa

Las principales ventajas de esta solución consisten en:

- máxima seguridad estática;
- cargas limitadas en la cimentación y en los estribos;
- posibilidad de su construcción bajo cualquier condición climática;
- buena seguridad en caso de vaciado rápido.

Entre las desventajas principales se mencionan:

- fuertes gradientes de filtración alrededor de la losa perimetral;
- posibilidad de agrietamiento de la pantalla;
- exposición (pero menor en comparación a la presa con núcleo) al riesgo de olas producidas por derrumbes en el embalse.

c. Cálculos de estabilidad

Dado el tipo de presa se hicieron solamente los cálculos de estabilidad para el caso de fin de construcción (ver Anexos L y P).

El valor mínimo del factor de seguridad en condiciones estáticas (con $K_e = 0$) resultó superior a 1,79 mientras que en condiciones sísmicas la aceleración horizontal crítica K_e resultó superior a 0,33 g.

También en este caso se tiene muy buenos márgenes de seguridad con respecto al sismo máximo de diseño (0,25 g) determinado en la Fase A del estudio.

11.2.5 Presa de hormigón compactado y rodillado

a. Descripción

Con este tipo de presa, ilustrada en el Plano 0209-C-2027 del Anexo L, la cota de coronación baja a 1.232,5 m, con una reducción del borde libre sobre el nivel máximo ordinario del embalse de 5 a 3

metros. El talud aguas arriba presenta una pendiente de 0,2 horizontal sobre 1 vertical, mientras el de aguas abajo es 0,8 sobre 1.

El volumen total de la presa, suma unos 125.000 m³, de los cuales 110.000 m³ son en hormigón compactado y rodillado y 15.000 m³ en hormigón convencional. La altura de la presa sobre el piso de las cimentaciones es de 57 m.

El cuerpo de la presa está previsto ser construido con la técnica de hormigón compactado con rodillo (H.C.R.) en capas horizontales de 40 cm de espesor, utilizando en el hormigón un contenido de cemento de 70 kg/m³ (valor que sube a 90 kg/m³ en las camadas de fundación).

El paramento impermeabilizante de aguas arriba está previsto en hormigón convencional de espesor variable de 1,2 m en la base a 0,5 m en el coronamiento.

La galería de desvío y la descarga de fondo se materializarán por una estructura doble de hormigón armado prácticamente incorporada en la presa. En la parte inferior estará alojado el desvío de la quebrada y en la parte superior se instalará el desagüe de fondo.

El vertedero está previsto ser incorporado en la presa y ser construido con escalones de hormigón convencional que se ejecutan en forma simultánea con las capas de hormigón compactado con rodillo.

b. Ventaja y desventaja del tipo de presa

Las principales ventajas de esta solución consisten en:

- mayor seguridad a la acción de las olas como consecuencia de eventuales derrumbes en el embalse;
- menores gradientes de filtración en las márgenes y en el fondo;
- menor costo relacionado también a la ubicación del vertedero por encima de la presa misma.

Entre las desventajas principales se mencionan:

- alta rigidez de la presa en comparación a las características de la roca de fundación;
- menor seguridad al deslizamiento y mayores concentraciones de esfuerzos (véase numeral siguiente).

c. Cálculos de estabilidad y de esfuerzos

La estabilidad al volcamiento y al deslizamiento se verificó con los parámetros de roca de fundación mencionados en el numeral 11.2.1 y considerando la pendiente del talud aguas arriba de 0,2 sobre 1 hasta el fondo. Las condiciones de cargas consideradas para estos análisis de carácter pseudo-estático se indican en el Anexo P.

Los coeficientes de seguridad al volcamiento superan el valor de 1,91 en condiciones normales y de 1,32 en condiciones excepcionales, mientras que los coeficientes de seguridad al deslizamiento superan el valor de 1,42 en condiciones normales y el valor de 1,01 en condiciones excepcionales de sismo de 0,25 g.

A la luz de estos valores y para tener solamente con fines comparativos condiciones de estabilidad similares a aquellas de las otras alternativas de presa en escollera, se pensó ensanchar la base de la presa.

Los análisis de esfuerzos se hicieron tanto bajo condiciones de cargas pseudo-estáticas como dinámicas. Para estos análisis se utilizó el método de los elementos finitos aplicado a casos bidimensionales con el empleo del programa SAP (ver Anexo P). Los análisis sísmicos se hicieron tomando en cuenta una aceleración máxima de 0,25 g.

El máximo valor de compresión obtenido resulta 28,9 kg/cm² y el máximo de tensión 11,9 kg/cm² (con sismo máximo hacia aguas arriba y embalse vacío). El primer valor es aceptable mientras que el segundo (aunque se produce en zona de hormigón convencional y en condiciones verdaderamente excepcionales) sugiere otra vez el mencionado ensanchamiento de la base de la presa.

11.2.6 Presupuestos También los presupuestos de las alternativas de tipo de presa para el embalse compensador, calculados con referencia a enero 1991, fueron determinados aplicando los costos unitarios de las obras civiles utilizados en la Fase A del estudio oportunamente actualizados. Hace excepción el costo unitario del hormigón compactado con rodillo reanalizado en esta etapa de estudio y estimado en un poco más de 40 US\$/m³.

La incidencia de los rubros menores se consideró del 4% para las presas en escollera y de un 10% para la presa en H.C.R. y aquella de los imprevistos respectivamente del 15% para las presas en escollera y del 25% para la presa en H.C.R.; los presupuestos totales de las alternativas, sin gastos de ingeniería y administración, resultan los siguientes:

Alternativa	Costos (Mio US\$)	Incremento de Costos vs. Alt. H.C.R.
En enrocado con núcleo	21,31	17,5%
En enrocado con pantalla	21,09	16,3%
H.C.R.	18,13	-

11.2.7 Comparación y selección final De la comparación económica se se hubiera escogido la alternativa de presa en hormigón rodi-

llado y compactado, pero quedando aún dudas sobre la compatibilidad de esta alternativa con las condiciones de las rocas de cimentación, al fin se decidió, también bajo sugerencia del Grupo Consultivo de INECCEL, adoptar la solución en enrocado con pantalla de hormigón considerada mas segura.

La alternativa con núcleo central en arcilla pareció la menos apta, siendo que su construcción está demasiado supeditada a las condiciones climáticas poco favorables del sitio.

11.3 Obras de caída

En este numeral se ilustran las alternativas de las obras de caída (obras que llevan el agua desde el embalse compensador hacia la casa de máquinas), los criterios de diseño adoptados y la comparación y preselección de estas alternativas en base a los elementos disponibles al final de noviembre de 1991.

Este numeral se completa con la comparación y selección final de las alternativas hecha en base a informaciones y estudios posteriores a la fecha antes mencionada.

11.3.1 Generalidades En la Fase A del estudio se habían previsto dos posiciones de la casa de máquinas: una básica de unos 500 m adentro en el macizo rocoso y la otra más profunda (alrededor de unos 1.000 m adentro en el macizo).

En la Fase B, en base a las investigaciones ejecutadas y a los resultados de las mismas se consideró oportuno no desplazar hacia adentro en el macizo rocoso la ubicación básica de la Fase A de la casa de máquinas, dadas las características en general buenas de la roca encontrada.

Como alternativas de trazado de las tuberías de presión, en base a un detenido análisis de las condiciones generales y específicas del sitio, se han estudiado y comparado las tres alternativas de obras de caída ilustradas en el Plano 0209-C-2028 del Anexo L, de acuerdo a lo sugerido por parte del Dr. G. Lombardi.

Para simplificar la comparación de las alternativas se han mantenido en todos los casos las mismas pérdidas de carga hidráulica de la Solución 1 (véase el siguiente numeral) dimensionando consecuentemente los diámetros de las otras soluciones.

11.3.2 Alternativa más superficial

a. Descripción

Esta alternativa (llamada Solución 1) corresponde a aquella seleccionada en la Fase A del estudio.

La alternativa está constituida por un primer tramo inclinado de unos 200 m de largo que cruza la formación Hollín desde el compensador hasta llegar unos 40 m adentro en la formación Misahuallí, un segundo tramo subhorizontal todo en Misahuallí de unos 740 m de largo, y al fin un tercer tramo nuevamente inclinado de unos 690 m de largo con su conexión de unos 50 metros a la casa de máquinas.

La excavación de los dos primeros tramos se hará a través de una ventana en la parte medio alta de la ladera; el tramo subhorizontal está previsto ser excavado con método tradicional y el tramo inclinado con la utilización de Alimak.

Este segundo método (Alimak con voladuras) se prevé utilizar para el tercer tramo, añadiendo por razones de seguridad una ventana intermedia; por lo tanto el material de excavación de este tramo será sacado a través de la segunda ventana o a través de la casa de máquinas.

Los dos primeros tramos, con diámetro interno de 4,72 m, se prevén revestidos en hormigón ligeramente o medianamente armado de 40 cm de espesor, mientras que todo el tercer tramo, con diámetro interno de 4,04 m, está previsto con blindaje rígido de acero embutido exteriormente con un espesor mínimo de 60 cm de hormigón. El espesor del blindaje de acero se calculó en forma conservadora sin considerar colaboración de la roca; a la cantidad de acero así calculada se añadió un 15% para elementos de anclajes y de rigidez adicional en el caso de vaciado de la tubería.

b. Ventajas y desventajas

Las principales ventajas de esta solución consisten en:

- mayor seguridad de estanqueidad;
- mayor facilidad de inspección;
- menor interferencia durante la construcción con el frente de trabajo de la casa de máquinas.

Entre las principales desventajas se mencionan:

- necesidad de accesos a media ladera durante la construcción;
- aspectos ambientales temporales;
- costo posiblemente un poco mayor (véase numeral 11.3.5).

11.3.3 Alternativa más profunda con pozo inclinado

a. Descripción

Esta solución (llamada Solución 2) está constituida por dos tramos: el primero en pozo inclinado de unos 700 m de largo y el segundo subhorizontal con una pendiente del 10% de unos 1000 m de largo.

En este caso, toda la excavación se hace desde el frente de trabajo de la casa de máquinas, ya sea el tramo subhorizontal de aguas abajo como el tramo inclinado; se prevén excavarlos con tunelera.

Todo el tramo del pozo inclinado y la mayoría del tramo subhorizontal se prevé revestido con 40 cm de hormigón ligeramente o medianamente armado o en simple hormigón perforado en el tramo de mayor cobertura de la roca a pesar de tener en toda su longitud la piezométrica más alta que la de la napa freática; solamente la parte terminal de unos 350 m de largo del tramo subhorizontal se prevé revestida con blindaje rígido de acero. El diámetro interior del tramo revestido en hormigón es de 4,5 m y aquél del tramo blindado 4,1 m.

La zona de blindaje en acero se sitúa aguas abajo de una pantalla de inyecciones cuyo fin es el de evitar que la acción drenante de la casa de máquinas afecte al nivel de la napa freática al interior del macizo. También en este caso el espesor del blindaje se calculó sin tomar en cuenta la colaboración de la roca.

b. Ventajas y desventajas

Las principales ventajas de esta solución consisten en:

- menor impacto temporal sobre el medio ambiente;
- no depender de accesos a media ladera;
- costo posiblemente un poco menor (véase numeral 11.3.5).

Entre las principales desventajas se mencionan:

- utilización de una tunelera especial para excavar un tramo relativamente corto;
- menor seguridad a la estanqueidad;
- mayor interferencia con el frente de trabajo de la casa de máquinas.

11.3.4 Alternativa más profunda con pozo vertical

a. Descripción

Esta solución (llamada Solución 3) presenta un trazado un poco más largo que las otras dos en unos 200 metros. Está constituida por dos tramos: el primero en pozo vertical de unos 450 m de altura y el segundo en tramo subhorizontal con pendiente del 10% de unos 1.480 m de largo.

También en este caso todo el material de excavación se saca afuera a través del frente de trabajo de casa de máquinas; la excavación del tramo subhorizontal está prevista hacerse con método tradicional, mientras que la excavación del pozo se hará con perforación piloto desde arriba, ensanche con "rise-bohrer" en subida y ensanche final con voladuras en bajada.

Los criterios adoptados de revestimiento son en general los mismos descritos para la Solución 2.

b. Ventajas y desventajas

Las principales ventajas de esta solución consisten en:

- menor impacto temporal sobre el medio ambiente;
- independencia de accesos a media ladera;

Entre las principales desventajas se mencionan:

- menor seguridad a la estanqueidad;
- mayor interferencia con el frente de trabajo de la casa de máquinas.

11.3.5 Preselección de alternativas

a. Presupuestos

También los presupuestos de las alternativas de las obras de caída se calcularon con referencia a enero 1991. Los costos unitarios de los rubros principales de las obras civiles utilizados fueron, en general, los mismos ya definidos en la Fase A del estudio oportunamente actualizados.

Para aquellos costos unitarios no analizados en la fase anterior (como por ejemplo la excavación con topo en tramos inclinados) se hicieron estimaciones de costos partiendo de costos unitarios de rubros similares ya conocidos.

Los presupuestos de las alternativas así obtenidos y sin tomar en cuenta gastos de ingeniería, de administración e imprevistos resultan los siguientes:

Solución	Costo (Mio US\$)	Disminución de costo vs. Solución 1
Solución 1	19,53	-
Solución 2	18,44	-5,6%
Solución 3	18,62	-4,6%

b. Comparación y preselección

Al nivel de estudio y de conocimiento alcanzado al final del mes de noviembre de 1991, las tres alternativas se podían considerar equivalentes. En términos de costos hubiera sido suficiente considerar un poco de colaboración de la roca para el dimensionamiento del

acero de blindaje para reducir hasta anular las diferencias de costos antes indicadas.

Entre las alternativas más profundas la muy pequeña diferencia de costo en favor de la Solución 2 no justifica una tunelera adicional (a aquellas del túnel de aducción) y por lo tanto entre estas dos alternativas se escogió la Solución 3. Esta solución tenía que competir entonces con la Solución 1.

El Grupo Consultivo de INECOL se expresó en principio en favor de la Solución 3; pero como esta solución no contaba con investigaciones de soporte, sugirió hacer un sondeo de unos 500 m para conocer las condiciones de la roca a lo largo del pozo vertical.

De otro lado los Consultores expresaron unas inquietudes sobre el hecho de prever tramos de obra de caída revestidos en hormigón simple drenado en presencia de condiciones normales de piezométrica por encima de los niveles naturales de la napa freática.

Por estas razones se decidió reanalizar posteriormente las dos alternativas (Solución 1 y Solución 3) a la luz de los resultados del sondeo previsto aprovechando también para estudiar más en detalle los problemas de accesos a las ventanas de la Solución 1.

11.3.6 Investigaciones y estudios adicionales

a. Investigaciones geotécnicas

Las nuevas investigaciones geotécnicas ejecutadas después de la preselección de alternativas de las obras de caída, se refieren esencialmente al sondeo SCE2 que alcanzó una profundidad de unos 420 m, de los cuales los primeros 100 m cruzaron la formación Hollín y los restantes en la formación Misahuallí. El sondeo se hizo para analizar las condiciones de la roca a lo largo del pozo vertical de la Solución 3.

Las características encontradas para la formación Hollín han confirmado el cuadro anterior de conocimiento de la misma, mientras las condiciones de la formación Misahuallí, sobre todo en su parte más profunda, han evidenciado extensas zonas falladas subverticales con presencia de material arcilloso. En general las condiciones de la formación Misahuallí detectadas con el sondeo SCE2 no son de la misma naturaleza, generalmente buena, encontrada en el área del compensador y de la casa de máquinas.

b. Investigaciones topográficas

A fin de cuantificar con mejor detalle cantidades y costos relacionados a los accesos necesarios para la Solución 1 se han realizado investigaciones topográficas de campo que han llevado a definir los accesos, tanto a la ventana inferior como a la ventana superior.

La longitud del acceso desde la carretera hacia la casa de máquinas hasta la ventana inferior es de 1,2 km, siendo el largo adicional de la ventana de unos 600 m.

El único acceso posible hacia la ventana superior está constituido por un tramo de carretera de unos 700 m que baja desde el camino a la parte superior del teleférico y sigue con un plano inclinado de unos 160 m de largo hasta una plataforma desde la cual se entrará en la ventana de unos 300 m de largo.

c. Criterios de diseño y análisis geomecánicos

En base a lo encontrado con las nuevas investigaciones geotécnicas y al hecho de tener la carga piezométrica superior a la carga externa de la napa freática, se decidió abandonar el criterio de tener para la Solución 3, tramos revestidos en hormigón simple, o ligeramente armado, perforado para anular la carga hidrostática desde el exterior en el caso de vaciado del túnel.

Todos los tramos de las dos alternativas se han dimensionado para soportar con la colaboración de la roca la diferencia de carga hidráulica ya sea desde el interior como desde el exterior (como se indica en los Anexos L y O).

11.3.7 Comparación y selección final Los presupuestos de las alternativas preseleccionadas, fueron actualizados tomando en cuenta tanto los cambios de diseño como la actualización de los costos unitarios. Los costos unitarios utilizados fueron los definitivos adoptados para la Fase B del estudio, los mismos están ilustrados en el Cuadro 14/1 del presente informe.

Los presupuestos así obtenidos (incluyendo los costos de los acabados pero sin imprevistos y gastos de ingeniería y administración) se dan a continuación:

Soluciones	Costos (Mio US\$)	Disminución de costo vs. Solución 1
Solución 1	18,23	-
Solución 3	17,75	2,7%

Las dos soluciones en términos económicos se pueden todavía considerar equivalentes aún si se confirma, a pesar de las modificaciones introducidas, una muy ligera ventaja para la Solución 3.

Es posible que desplazando a lo largo del trazado planimétrico el pozo vertical de la Solución 3 unos 100-150 m hacia aguas abajo, las condiciones de la roca puedan mejorar en cuyo caso esta solución

sería más recomendable que la Solución 1. En el caso contrario posiblemente la Solución 1 presentaría mayor seguridad.

En conclusión a nivel de estudio de factibilidad, con el nivel de conocimiento actual, se propone adoptar la Solución 3 con pozo vertical desplazado hacia aguas abajo. La comparación final entre las dos soluciones tendrá de todas maneras que ser reanalizada en la fase de diseño definitivo a la luz de otras investigaciones geotécnicas.

11.4 Casa de máquinas

11.4.1 Ubicación y orientación En el curso del estudio de preselección de las alternativas de las obras de caída, se hizo un análisis económico haciendo variar la posición de la casa de máquinas de la Solución 2 de las obras de caída (que había resultado aunque con muy poco, la más barata) estudiando dos otras subalternativas con ubicación de la casa de máquinas respectivamente unos 250 y unos 500 metros más adentro en el macizo con referencia a la posición básica.

Este cálculo hecho tomando en cuenta la variación de las pérdidas de carga, la reducción de costo de las obras de caída y el incremento de costo de la galería de descarga, de los túneles de acceso y de los cables de alta tensión, indicó en términos económicos la inconveniencia de mover la casa de máquinas más adentro en el macizo de la formación Misahuallí.

En base a lo antedicho, a los análisis geoestructurales de las galerías GCM1 y GTP1 y a los sondeos rotativos tanto horizontales como verticales ejecutados en la zona de la casa de máquinas y de la tubería de presión, se decidió, con la aprobación del Grupo Consultivo de INECEL, modificar un poco la ubicación de la casa de máquinas.

El desplazamiento adoptado, de unos 80 m es en dirección O-N-O, dio una ubicación de la casa de máquinas un poco más adentro en el macizo rocoso. La orientación de las cavernas (principal y secundaria) se mantuvo exactamente igual a aquella de la Fase A del estudio, es decir N-O perpendicular al sistema de fallas y de fracturas subverticales con orientación N-E, sistema que se considera como principal.

En base al nivel de conocimiento geoestructural de la zona, y al factor de planta seleccionado se consideró razonable prever la casa de máquinas de segunda etapa a continuación de aquella de primera.

11.4.2 Selección del tipo de turbina En la Fase A del estudio se analizaron las dimensiones y los costos de los grupos para los tipos de turbina Pelton y Francis, para varias potencias, desde 100 hasta 250 MW, y varias condiciones de caída. La caída neta disponible es de 609 m y la presencia de sedimentos abrasivos en el agua han inducido a sugerir la instalación de grupos de generación del tipo Pelton.

Si bien es cierto, en los últimos 12 años, el rango de aplicación de las turbinas del tipo Francis se ha extendido hasta caídas de 700 m, si se consideran grupos multirodetes. La realidad es que las aplicaciones sobre 500 m son aún muy pocas y requieren de agua muy limpia.

Los costos de los grupos Pelton y Francis son teóricamente muy parecidos en el rango de 600 m, pero el número de posibles proveedores calificados para turbinas Francis es menor. Por otro lado, la experiencia de operación de grupos Francis con caídas alrededor de 400 m y sedimentos abrasivos en el agua, indica que se debe efectuar el mantenimiento más de una vez por año para lograr mantener una eficiencia comparativa con la de los grupos Pelton.

Se concluye así que para la primera etapa del proyecto se deben considerar turbinas de tipo Pelton.

11.4.3 Subestación En lo que se refiere a la subestación, han sido comparadas soluciones con arreglo al exterior (con equipo tradicional) y con instalación en caverna (con equipo aislado en SF₆). Debido a la situación topográfica y geológica del área, ha resultado más conveniente adoptar la solución en caverna, con un patio de salida de líneas en la margen derecha del río cerca del túnel de escape de la central.

La subestación, de tipo encapsulado, con aislamiento en SF₆, es ubicada arriba del piso de transformadores. Su esquema es de doble barra, e incluye inicialmente 3 posiciones de conexión a transformadores, 2 posiciones de salida de líneas y 1 de acople de barras.

11.5 Líneas de transmisión

11.5.1 Alternativas examinadas Para las líneas de transmisión del proyecto se consideraron tres voltajes normalizados: 230 kV como el voltaje existente más alto en el Ecuador, 345 y 500 kV.

Para todas las alternativas se ha considerado que la potencia total a transferir sea de 900 MW aproximadamente para las dos etapas, es decir, 450 MW en cada etapa, para un factor de planta de 0,80. Se consideró que el punto de entrega de la potencia estará ubicado en una subestación de INECEL en las cercanías de Quito, a nivel de 230 kV, con un recorrido total estimado de las líneas de 151 km.

Para la potencia total involucrada solo se necesitaría un circuito de una línea a 500 kV, por lo cual es evidente que el riesgo de perder toda la capacidad es demasiado grande. Por lo tanto, sin completar la comparación económica se eliminó del análisis este voltaje.

Para la determinación del peso de las estructuras y las características básicas de las líneas de transmisión se eligió una sección

adecuada y comúnmente usada del conductor, en función de la potencia a transmitir, para 230 y 345 kV.

11.5.2 Comparación de las alternativas La vida útil de las líneas alternativas se consideró en 50 años, con una reposición parcial del equipamiento a los 28 años. Todos los costos se capitalizaron a un año cero de referencia, con una tasa de actualización del 10%. Se consideraron dos casos, con un diferimiento entre la primera y la segunda etapa de 6 y 10 años, respectivamente.

Así mismo, se consideraron costos de las pérdidas óhmicas y de efecto corona, tanto de potencia como de energía, actualizadas durante el período de vida de las instalaciones, evaluados en función de valores de potencia garantizada y energía primaria adoptados por INECEL.

El costo anual de operación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto se consideró como el 2% del costo del equipo eléctrico.

Del análisis económico se obtuvo que la diferencia entre las alternativas a 230 y 345 kV estuvo solo entre el 1 y el 3,5%, en favor de la primera o de la segunda, dependiendo del tiempo de diferimiento de ambas etapas, entre 10 y 6 años respectivamente; es decir que las alternativas son prácticamente equivalentes desde el punto de vista económico.

11.5.3 Selección A pesar de que, desde el punto de vista económico, las alternativas sean equivalentes, otras consideraciones aconsejaron elegir el nivel de tensión de 230 kV para las líneas de transmisión. Esas consideraciones son básicamente las que siguen:

- Con 230 kV se requieren cuatro circuitos (en dos líneas de doble circuito), lo que ofrece la mayor confiabilidad frente a fallas o eventos geológicos. Con 345 kV se requiere una sola línea de doble circuito; por otra parte, un aumento no necesario del número de líneas encarecería demasiado el proyecto.
- El sistema presente de INECEL no prevé otro nivel de tensión sobre los 230 kV y los estudios de Planificación indican que dicho nivel es adecuado hasta el mediano plazo. La decisión de un eventual nivel más alto, en la ausencia de ventajas económicas, tiene que ser tomada en el marco global del sistema de transmisión futuro y de posibles interconexiones con países limítrofes, y por lo tanto no corresponde al alcance del presente estudio.

11.5.4 Recorrido de las líneas El recorrido de las líneas de transmisión, ha sido escogido considerando la necesidad de que sea bastante cercano a las carreteras existentes (o a construirse en el marco del proyecto), y de que evite áreas geológicamente inestables.

Ambas líneas salen del patio subiendo a la planicie, siguen la línea de cumbre, cruzando el área del embalse compensador y llegan

hasta la cercanías de las obras de toma. De aquí, la línea de primera etapa cruza la obras de captación (con una torre ubicada en la parte más alta del morro), y sigue paralela a la carretera a mano derecha en dirección de Quito. La línea de segunda etapa, una vez llegada a la altura de las obras de toma, sigue en la línea de cumbre, cruzando los ríos Murallas y Quijos unos cuatro kilómetros aguas arriba; de aquí sigue también paralela a la carretera hacia Quito, cruzando la cordillera a una cota un poco superior a los 4.000 m.

La subestación de llegada ha sido prevista en las cercanías de Quito (en el Área de la subestación presente de Santa Rosa, u otra nueva dependiendo de los planes futuros de INECEL).

12. LA SOLUCION ESCOGIDA

A continuación se ilustran las características técnicas principales de la solución del proyecto escogida en base al contenido de los dos capítulos anteriores y las indicaciones más recientes del modelo hidráulico.

12.1 Obras de captación

La morfología del sitio Salado con su presencia del morro central de granodiorita que divide el cauce viejo del cauce actual del río Coca presenta características favorables para la implantación y sobre todo la construcción de las obras de captación, obras que son ilustradas en los Planos de 0209-B-1544 a 0209-B-1547.

12.1.1 Desvío y manejo del río El desvío del río se obtiene a través de la construcción de un canal de unos 100 m de ancho y unos 1.100 m de largo ubicado en la margen izquierda del morro central sin afectar a la estación de bombeo del oleoducto transandino. Antes de la terminación de la excavación del canal de desvío tiene que estar acabada parcialmente la construcción del vertedero secundario según lo indicado al numeral 13.2.1.

El sistema de desvío del río (canal de desvío con sus obras de control y alturas de las ataguías a lo largo del lecho actual del río) fue diseñado para un caudal de unos 3.800 m³/s correspondiente a la creciente máxima con un tiempo de ocurrencia de 25 años.

La ataguía principal de aguas arriba con cota de coronación a 1.277,5 m tendrá un volumen de unos 70.000 m³, mientras la ataguía de aguas abajo con cota de coronación a 1.267 m alcanzará un volumen de unos 35.000 m³.

La construcción del sistema de desvío permite la ejecución definitiva del vertedero principal en el cauce principal del río, después de haber sobrecargado la zona al interior de la curva del río caracterizada por presencia de limo arcilloso. Una vez acabado el vertedero principal y demolidas las ataguías se completará la construcción del vertedero secundario (véase numeral 13.2.3).

12.1.2 Condiciones de cimentaciones y tratamiento previsto Las condiciones de cimentaciones son diferentes en el lecho actual y en el viejo lecho del río: en el primero existe un estrato aluvial no sobreconsolidado de unos 50 m de espesor y en el segundo un estrato aluvial sobreconsolidado de unos 200 m de espesor.

En el lecho actual del río se evidenció la presencia de un estrato de limo arcilloso y limo arenoso al interior de la curva que el río hace en correspondencia del morro, de un espesor total de unos 20 m; mientras que al lado exterior de la misma curva se encontró aluvial grueso. Para consolidar el estrato de limo se ha previsto hacer una sobrecarga para unos 9 meses con material proveniente de la excavación del canal de desvío.

Para mejorar las condiciones de estanqueidad de las cimentaciones se han previstos diafragmas continuos en "jet-grouting" de una profundidad máxima de 25 m al pie de aguas arriba de las estructuras. Al pie de aguas abajo de los cuencos disipadores se han previstos diafragmas discontinuos en "jet-grouting" de unos 10 m de profundidad para tener un frente adicional de defensa contra erosiones recesivas aguas abajo de los cuencos.

También como tratamiento provisional durante la construcción, debido a la alta permeabilidad del material de cimentación, se han previsto otros diafragmas en "jet-grouting" en correspondencia de los ejes de las ataguías.

12.1.3 Vertederos Se han previstos dos vertederos libres. El vertedero principal de 110 m de ancho neto con umbral en la cota 1.276, ubicado en el lecho actual del río, y el vertedero secundario de 66 m de ancho neto con umbral en la cota 1.275, que cierra el canal de desvío. La altura máxima de los vertederos sobre el nivel de cimentación es de 23,60 m.

El vertedero secundario está equipado también con una compuerta a sector de 8x8 m y con dos compuertas planas de 4,5x4,5 m todas con umbral en la cota 1.260.

La compuerta grande de sector será operada solamente en la fase terminal de las grandes crecientes y para limpiar eficazmente el canal de desvío frente a la toma y aguas arriba de la misma. Estas operaciones (excepcionales) de limpia, que requieren un tiempo inferior a las 2 horas durante las cuales la planta no opera, pueden ser programadas y ejecutadas durante el final de semana (domingo o la mañana) cuando hay menor demanda de energía.

Las compuertas planas asociadas al vertedero secundario como las compuertas del ducto desripiador (véase numeral siguiente) serán operadas, por lo menos parcialmente, casi con continuidad cuando el caudal del río supera el caudal derivado lo que, durante la primera etapa del proyecto, ocurre siempre.

Los cuencos disipadores de los vertederos se han dimensionado para una creciente de 5.000 m³/s correspondiente a un período de ocurrencia de 200 años y considerando los niveles de restitución de la curva de descarga estimada existir durante la operación de la planta (véase Anexo P). El largo de los cuencos disipadores resulta del orden de 70-75 m. La posibilidad de intervención en los cuencos

disipadores está permitida por la posibilidad de bajar sea aguas arriba que aguas abajo tablonés aislando cada elemento de los cuencos.

La creciente de $7.500 \text{ m}^3/\text{s}$ (10.000 años de tiempo de ocurrencia) pasará con un nivel máximo excepcional a la cota 1.283,20 m, mientras la creciente catastrófica (correspondiente a una repetición del evento de marzo de 1987 considerado conservativamente corresponder a $20.000 \text{ m}^3/\text{s}$) hará subir el nivel del agua a 1.290,20 m. Las cotas de coronación de las obras se fijan, por lo tanto, en 1.290,50 m.

12.1.4 Dique en material suelto El cierre de las obras de toma contra el morro central se obtiene mediante la construcción de un corto dique en material laharítico proveniente de la cantera del río Marker. El dique con cresta a la cota 1.290,50 y con taludes simétricos de 3 en horizontal sobre 1 en vertical tiene un volumen de unos 120.000 m^3 . A lo largo de su talud de aguas arriba se prevé una protección en enrocado.

12.1.5 Obras de toma y de limpieza La obra de toma dimensionada para un caudal de $63,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en primera etapa y para un caudal doble en segunda, se sitúa a lado derecho del canal de desvío aguas arriba del vertedero secundario.

La embocadura de la toma protegida por rejas (con correspondiente limpiarrejas) tiene un umbral a la cota 1.270 y está equipada con 8 compuertas deslizantes (4 cada etapa) que controlan el flujo hacia el desarenador. Cada compuerta tiene las dimensiones siguientes: 2,60 m de alto y 3,0 m de ancho.

La capacidad de descarga de las compuertas está un poco sobredimensionada para permitir, por lo menos en segunda etapa, operaciones de mantenimiento también con niveles de derivación a la cota referencial de 1.275. A mayor razón con niveles superiores a esta cota las compuertas tendrán que ser parcializadas o en parte cerradas.

La limpieza de la embocadura se obtiene con la operación de las dos compuertas planas de $4,5 \times 4,5 \text{ m}$ situadas a la extremidad derecha del vertedero secundario a lado de la compuerta de sector de mayores dimensiones mencionada al numeral 12.1.3. Los dispositivos de limpieza se completan con tres ductos desripiadores con embocaduras ubicadas abajo de las obras de toma a la cota 1.263. Los ductos, inspeccionables en todo su largo, son controlados por un doble sistema de compuertas deslizantes de 2,5 m de alto y de 1,5 de ancho.

La operación normal de limpieza de las compuertas planas del vertedero secundario o de las compuertas de los ductos desripiadores será continua cuando el caudal en el ramal de desvío del río supera el caudal derivado pero sin tener valores superiores a $1.200 \text{ m}^3/\text{s}$; con caudales en el ramal superiores a este valor las compuertas se cierran. La capacidad de descarga total del sistema de limpia es del orden de $300 \text{ m}^3/\text{s}$.

12.1.6 Conformación de las penínsulas entre los dos ramales En base a los resultados de los modelos hidráulicos las penínsulas entre los dos ramales en los cuales se ha dividido el río se han conformado según lo indicado en el Plano 0209-B-1544.

Particular importancia tiene la península de aguas arriba cuya configuración permite la ubicación de la obra de toma al exterior de la curva obtenida conformando a este fin el canal de desvío.

Todo el talud de la península de aguas arriba desde su comienzo hasta la obra de toma, está previsto ser protegido con enrocado de gran tamaño (mínimo 0,5 m³) o con losas de hormigón (véase Plano 0209-B-1544 antes mencionado). De no ser posible obtener el tamaño necesario con la excavación de la granodiorita del morro tendrá que abrirse una cantera en la formación Misahualli a lado de la carretera Lago Agrio-Quito.

Durante el desarrollo de la segunda etapa será necesario construir en el lado izquierdo del canal de desvío los dos espigones sugeridos por los ensayos del modelo hidráulico para mantener con el embalse de la captación parcialmente lleno de sedimentos, un flujo rasante a la península.

12.1.7 Desarenador El desarenador al exterior, previsto funcionar a flujo libre, se ubica a lado derecho del canal de desvío inmediatamente aguas abajo de la obra de toma y tiene la mayoría de sus cimentaciones apoyadas en la roca del morro central.

La obra en su primera etapa está constituida por seis cámaras desarenadoras de unos 88 m de largo y 7,8 m de ancho; otras seis cámaras iguales se prevén para la segunda etapa. La sección transversal de cada cámara, diseñada como estructura cerrada para soportar mejor los efectos sísmicos, está dividida en dos partes: la parte inferior de forma trapezoidal de 2,5 m de alto y la parte superior de forma rectangular de 7,0 m de alto (incluyendo el borde libre y el espesor de las vigas superiores).

Para la operación de cada cámara del desarenador se ha previsto el sistema Pieri constituido por elementos de 30 m de largo ubicados en el fondo de la misma cámara; los elementos pueden ser operados sea automáticamente que manualmente para permitir el flujo de agua y sedimentos desde la cámara hacia el ducto subyacente.

Abajo de cada cámara existe un ducto de 1,6 m de ancho y de 1,6 m de alto mínimo con una pendiente constante del fondo del 2%; estos ductos en grupos de 2 se unen después en túneles (en total tres por cada etapa) que llevan, sin necesidad de bombeo, agua y sedimentos al canal de desvío aguas abajo del vertedero secundario.

El dimensionamiento hidráulico del desarenador se hizo con el propósito de sedimentar partículas superiores a 0,25 mm y asumiendo una velocidad de diseño del agua en las cámaras de 30 cm/s.

El agua limpia que sale del desarenador llega al túnel de aducción a través de un canal que bordea aguas abajo el morro central y a través de una galería en el cuerpo del vertedero principal en el lecho actual del río. A lo largo del tramo terminal del canal, antes de entrar en el cuerpo del vertedero principal de control, se prevé un vertedero lateral de unos 40 m de largo con umbral a la cota 1.275,0.

12.2 Túnel de aducción

El túnel de aducción de primera etapa por su longitud es la obra que con su construcción determina el tiempo de construcción del proyecto. En segunda etapa se prevé la construcción de otro túnel paralelo al primero utilizando las ventanas de acceso de la primera etapa.

12.2.1 Trazado El trazado final del túnel de primera etapa está indicado en el Plano 0209-B-1548 que ilustra también la ubicación de las ventanas de construcción.

El túnel que tiene un largo aproximado de 24,9 km se puede considerar dividido en dos tramos, el primero de 10,5 km hasta la posición baricéntrica de las dos conexiones con la ventana intermedia, cuyo largo es de 1,9 km, y el segundo de 14,4 km desde la posición mencionada hasta el embalse compensador.

En el perfil longitudinal (ver Plano 0209-B-1549) la cota del fondo del túnel pasa de 1.257 m en su comienzo al sitio Salado a lado derecho del vertedero principal a 1.204 m en su salida en el embalse compensador. Hasta la segunda conexión con la ventana intermedia el túnel desciende con una pendiente del 0,38%, después sube con una pendiente del 0,35% para 1.2 km y baja nuevamente con pendiente del 0,142% hasta encontrar la formación Hollín y después con una pendiente del 0,10% en el embalse compensador, hasta la conexión con la ventana de aguas abajo; desde este punto se prevé un tramo en contrapendiente del 0,15% hasta el embalse compensador.

12.2.2 Condiciones geológicas esperadas Según el trazado anteriormente descrito, el túnel atraviesa en los primeros 22,4 km la formación Misahuallí (a excepción de su primer tramo en granodiorita de unos 700 m) y en los últimos 2,5 km la formación Hollín.

La cobertura rocosa oscila alrededor de 600 m en los primeros 16 km, en los siguientes 6,4 baja progresivamente a 300 m hasta llegar con los últimos 2,5 km al embalse compensador con cobertura siempre más reducida.

Las condiciones geológicas detectadas con las investigaciones ejecutadas indican para la granodiorita la presencia de una roca bastante fracturada y para la formación Misahuallí de una roca medianamente fracturada pero en general de buenas características mecánicas, mientras que para la formación Hollín la roca se presenta carac-

terizada por un alta permeabilidad y por propiedades mecánicas menos favorables.

La piezométrica del túnel a lo largo de su trazado está siempre abajo de la napa freática por lo menos hasta que el túnel se encuentra en la formación Misahuallí y en la parte inicial de la formación Hollín.

12.2.3 Secciones típicas Según el método de excavación previsto y según el tipo de roca que se espera encontrar, se han adoptado las diferentes secciones típicas de excavación y revestimiento indicadas en el Plano 0209-B-1550.

Cabe anotar que la gran mayoría del largo del túnel está prevista ser excavada con el empleo de dos topos equipados de escudo protector: uno que empiece a trabajar desde la ventana intermedia esencialmente hacia aguas arriba (pero excavando también unos 1.200 m hacia aguas abajo) y el otro desde la ventana del compensador hacia aguas arriba. Todas las excavaciones con topos están previstas en contrapendiente.

La excavación con método tradicional se limita a los tramos siguientes: ventana Salado, primer kilómetro desde la embocadura, 1 km de la ventana intermedia, 600 m entre las conexiones de la ventana intermedia con el túnel y 500 m del tramo terminal del túnel que llega al embalse compensador. Todos estos tramos tendrán una sección de excavación en herradura que a lo largo del túnel tendrá que ser revestida en hormigón esencialmente por razones hidráulicas.

Las dimensiones hidráulicas del túnel se han determinado introduciendo un coeficiente de seguridad de aproximadamente un 10% con respecto a los criterios adoptados anteriormente y descritos al numeral 10.3.2. En lugar de los valores de rugosidad según Strickler de 75 y 60 $m^{1/3}s^{-1}$ (respectivamente para tramos revestidos y no revestidos pero excavados con topos) se han adoptado los valores de rugosidad de 66 y de 55.

En los tramos del túnel excavados con método tradicional el diámetro de excavación varía generalmente entre 5,24 y 5,34 m según el tipo de roca y baja a 5,10 en el tramo terminal en Hollín. El espesor del revestimiento hidráulico es de 25-30 cm. Todos los tramos excavados con los topos presentan un diámetro de excavación de 5,4 m. En este caso de necesitarse el revestimiento se aplicarán directamente elementos prefabricados de espesor variable entre 20 y 35 cm. La velocidad del agua varía generalmente entre 2,77 y 3,66 m/s, alcanzando el valor máximo de 3,99 m/s en el tramo terminal en Hollín.

12.3 Embalse Compensador

El embalse compensador se obtiene mediante la construcción de una presa en el valle de la quebrada Granadillas unos 450 m aguas arriba de la confluencia de la quebrada de Los Gallos.

Con el factor de planta seleccionado (0,8) el volumen útil a desarrollo completo del proyecto resulta de $460 \times 10^3 \text{ m}^3$; a este valor se ha añadido un 15% más, para tomar en cuenta eventuales deslizamientos de las laderas, obteniendo un valor de $530 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Como nivel mínimo de operación del embalse se ha asumido la cota 1.216, cota a la cual corresponde un volumen muerto de $280 \times 10^3 \text{ m}^3$ que se prevé se llenado en 5-10 años; al término de este período (posiblemente coincidente con la construcción de la segunda etapa) hay que prever en el sitio la presencia de un pequeño equipo de dragado.

La cota máxima de operación normal del embalse a desarrollo completo del proyecto resulta 1.229,5 lo que significa que el agua del embalse se encuentra siempre por debajo del contacto entre las formaciones Hollín y Napo que en la zona del embalse siempre se encuentra arriba de la cota 1.230.

12.3.1 Presa La presa adoptada es del tipo de escollera con pantalla de hormigón como se indica en los Planos 0209-B-1551 y 0209-B-1552. La cota de coronamiento al final escogida es 1.234,5, el ancho máximo con inclusión del vertedero de 190 m y la altura máxima sobre el piso de cimentación de 53,50 m. Las pendientes de los taludes son respectivamente de 2 (en horizontal) sobre 1 aguas arriba y de 1,8 sobre 1 aguas abajo.

El volumen total recalculado del cuerpo de la presa, sin el hormigonado, alcanza unos 320.000 m^3 de los cuales 120.000 de material fino (arenisca) de apoyo a la pantalla de hormigón y el restante en enrocado proveniente de la cantera en granodiorita del Mirador.

Terminada la colocación del colchón de arenisca compactada, se vaciará la pantalla en hormigón desde su pie sin tener juntas horizontales. El espesor de la pantalla es de 50 cm y la armadura prevista de 60 kg/m^2 . El pie de la pantalla apoya en una maciza viga perimetral de 10 m de ancho mínimo cuya función es alargar el recorrido de filtración.

En la viga perimetral se aloja la galería de inyecciones y drenajes desde la cual se hará el tratamiento profundo de las cimentaciones (hasta 45-50 m) utilizando presiones elevadas con el método de penetración por "claquage".

El sistema de inyecciones y drenajes es completado con dos galerías que entran en cada estribo de la presa por un longitud de unos 150 m en el estribo izquierdo y de 450 en el estribo derecho; cada galería a su vez se divide en dos ramales, el de aguas arriba de inyección y el de aguas abajo de drenaje (ver Plano 0209-B-1551).

12.3.2 Otras obras Las otras obras del embalse compensador son constituidas por obras hidráulicas anexas a la presa, las obras de restitución de los túneles de aducción y las obras de toma para las tuberías de presión.

a. Obras anexas a la presa

Las obras hidráulicas anexas a la presa han sido diseñadas en base a los criterios mencionados al numeral 11.2.1.

El túnel de desvío y la descarga de fondo asociada, se ubican en la margen izquierda de la quebrada. El largo del túnel es de unos 360 m y la sección en herradura de 3 m. Después de 200 m el túnel se ensancha para alojar la cámara de control de una válvula tipo "Howell Burger" de 0,80 m de diámetro que controlará la descarga de fondo (ver Plano 0209-B-1554). El túnel termina con una obra de restitución a la quebrada Granadillas.

El vertedero libre de 24 m de ancho neto y con cota de coronación a 1290,5 m, se ubica a la izquierda de la presa y descarga las aguas hacia la quebrada de los Gallos. Para su construcción y para evitar problemas de inestabilidades en la formación Napo se prevé la utilización de micropilotes. Con el caudal máximo de diseño de 151 m³/s la cota excepcional que puede ser alcanzada en el embalse es de 1.231.1 m.

b. Obras de restitución de los túneles

Estas obras ilustradas en el Plano 0209-B-1555 son esencialmente constituidas por dos pozos de compuertas (a ser construidos ambos en primera etapa) que permiten la operación de compuertas deslizantes y de vagón de 4,5x3,0 m y con umbral a la cota 1.204, a ser cerradas sea en caso de inspección a los túneles que en el caso de rechazo de carga de la casa de máquinas para reducir la operación del vertedero de la presa.

c. Obras de toma de la tubería de presión

También estas obras sea de primera que de segunda etapa tienen que ser construidas de una vez. Las obras, ilustradas en el Plano antes mencionado 0209-B-1555, con umbral a la cota 1.208 son protegidas con rejas y controladas por compuertas deslizantes y de vagón de 4,6x3,0 m.

12.4 Obras de caída

Las obras de caída han sido dimensionadas para el caudal máximo de diseño de 80,25 m³/s.

12.4.1 Trazado El trazado de la tubería de presión está ilustrado planimétricamente y altimétricamente en el Plano 0209-B-1556. Como indicado al numeral 11.3.7 el trazado modifica un poco aquello de la Solución 3 de las obras de caída debido a un desplazamiento del pozo vertical de la tubería de unos 150 m hacia aguas abajo para alejarse de la zona investigada con el sondeo SCE2.

El largo total de la tubería es de unos 1.820 m, de los cuales 1.470 están previstos ser revestidos en hormigón de ligeramente a fuertemente armado, y los restantes 350 en proximidad de la casa de máquinas, revestidos en acero. Después de un tramo inicial subhorizontal de poco más de 200 m de largo, se prevé un pozo vertical de unos 450 m de alto y al fin un tramo inclinado con pendiente del 12% y un largo de unos 1.150 m que llega hasta el distribuidor.

La gran mayoría del material de excavación tendrá que ser sacado afuera a través del frente de trabajo de la casa de máquinas; la excavación del tramo terminal está prevista hacerse con método tradicional mientras que la excavación del pozo se hará con perforación piloto desde arriba, ensanche con "rise-borer" en subida y ensanche final con voladuras en bajada.

12.4.2 Condiciones esperadas de roca El primer tramo subhorizontal y la parte alta del pozo vertical se encontrarán en la formación Hollín caracterizada por roca bastante permeable y mecánicamente considerada de tipo mediano con presencia también de roca mala.

Toda la parte restante de la tubería de presión se encuentra en la formación Misahuallí investigada en esta área con varios sondeos y galerías según lo indicado en el Capítulo 6. Este tipo de roca, a pesar de su heterogeneidad litológica y estructural se puede considerar en su conjunto como roca prevalecientemente buena. A fines de cantidades y presupuestos se ha considerado que esta roca sea al 70% buena, al 25% mediana y al 5% mala.

12.4.3 Secciones típicas También las secciones típicas adoptadas para la tubería de presión se indican en el Plano mencionado 0209-B-1556.

Los tramos sea subhorizontales que vertical revestidos en hormigón presentan un espesor de revestimiento de 40 cm (que sube a 50 en caso de roca mala); el hormigón puede ser de ligeramente a fuertemente armado según la calidad de la roca y según la posición de la napa freática (ver Anexo O al presente informe). En todos estos tramos el diámetro interno de la tubería es 4,60 m y la velocidad máxima del agua de 4,83 m/s.

Los últimos 350 m de la tubería, aguas abajo de una extensa pantalla de inyección necesaria al fin de reducir el efecto drenante de la casa de máquinas al interior del macizo, son previstos ser revestidos en acero embebido en 70 cm de hormigón. El diámetro interno de este tramo es de 4,20 m y la velocidad máxima de 5,80 m/s. La inercia hidráulica del sistema alcanza 1,59 segundos.

12.5 Casa de máquinas, restitución y obras anexas

12.5.1 Disposición general Para la ubicación y orientación de la casa de máquinas (véase Plano 0209-B-1559) se han mantenido los criterios ilustrados al numeral 11.4.1 de este informe, es decir una

ubicación en subterráneo unos 550 m al oeste del río Coca en el Codo Sinclair y una orientación N-O.

El conjunto en subterráneo del sistema casa de máquinas y restitución está constituido por: dos cavernas, una principal de los grupos y una secundaria de los transformadores; dos túneles de acceso, uno principal de unos 500 m de largo y uno secundario de unos 530 m que contiene en su bóveda los cables de alta; una galería de descarga de unos 630 m de largo.

12.5.2 Cavernas Las cavernas de la casa de máquinas son ilustradas en los Planos 0209-B-1557 y 0209-B-1558 y se encuentran totalmente en la formación Misahuallí.

La caverna principal, que aloja a los grupos, tiene un ancho de 24,0 m y un alto máximo en correspondencia de la bóveda semicircular de 44,50 m. La longitud total alcanza los 86,0 m de los cuales 27,0 están ocupados por el área de montaje ubicada en la extremidad sur-este de la caverna.

La caverna de los transformadores cuyo eje tiene una distancia de 43,75 m del eje de la caverna de los grupos, resulta de 13,50 m de ancho, 25,50 m de alto y 92,50 m de largo. Esta caverna aloja también en su parte superior la subestación en SF₆.

Las dos cavernas están conectadas con galerías de barras y túneles de acceso principal y secundario. En segunda etapa las dos cavernas serán prolongadas en dirección sur-este para alojar el equipo correspondiente.

12.5.3 Equipo electromecánico En la primera etapa del proyecto se prevé la instalación de 3 turbinas Pelton de eje vertical de 360 rpm con 6 chorros y una potencia unitaria instalada de 144 MW. A cada turbina se asocia una válvula esférica de 1,8 m de diámetro que actúa como órgano de mantenimiento y de emergencia y un generador de 160 MVA.

La disposición de las unidades en la casa de máquinas es convencional, con los grupos en línea, con distancia entre ellos de 17 m. Cada unidad tiene un sistema de enfriamiento separado, mientras los otros sistemas auxiliares, como agua potable, aire comprimido, ventilación y aire acondicionado, drenaje, contraincendio, son centralizados.

La casa de máquinas dispondrá de 4 niveles, a saber:

- Nivel de acceso y desmontaje a la cota 621,0 en el cual se ubicarán los equipos de mando y de control local.
- Nivel generador a la cota 616,0 en el cual se instalarán las celdas, los equipos de excitación y otros auxiliares de los generadores.

- Nivel turbina a la cota 612,0 en el cual se instalarán los equipos de enfriamiento y aire comprimido y los auxiliares de las turbinas.
- Nivel de válvula y extracción del rodete a la cota 609,0.

Para el montaje y desmontaje de los grupos están previstas dos grúas de una capacidad de 130 t cada una que trabajando conjuntamente permiten levantar y transportar el rotor de 220 t que constituye la pieza más pesada.

Los transformadores de 13,8/230 kV, ubicados en la caverna secundaria, son monofásicos, debido a limitaciones de capacidad de carga en las carreteras, y son agrupados en bancos de 3 unidades monofásicas de 53,3 MVA, enfriadas con agua. Se ha estimado para cada unidad un peso de transporte de 46 t, y un peso del transformador completo de 68 t.

En la parte baja de la caverna secundaria se ubican también el equipo anti-incendio y los servicios auxiliares de los transformadores, mientras que en la parte alta se ubica la subestación en SF₆ de 230 kV. Las conexiones entre generadores y transformadores están previstas con ductos de barras de fases separadas, aisladas en aire.

Para mayores detalles sobre el equipo de casa de máquinas se hace referencia al Anexo M del presente informe.

12.5.4 Accesos El túnel de acceso principal tiene una sección neta de 6 m de ancho por 7,5 m de alto con un largo de unos 500 m y se desarrolla por completo en la formación Misahuallí; la embocadura del túnel ha sido ubicada en una zona rocosa sin recubrimiento de material de derrumbe (embocadura de la galería exploratoria GCM1).

El túnel de acceso secundario, o galería de cables, conecta la caverna de los transformadores con el patio de maniobra y tiene un largo de unos 530 m y una sección revestida de 3 m de ancho y 5,5 de alto (con bóveda circular de 1,5 m de radio).

12.5.5 Galería de restitución La galería de restitución diseñada para trabajar generalmente a flujo libre está constituida por una galería revestida en hormigón por razones hidráulicas con sección en herradura de 5,8 m de diámetro.

El caudal de diseño de la galería queda siempre 80,25 m³/s, la pendiente escogida es 0,12% y la cota del fondo de la galería en correspondencia del río Coca de 600,50.

En condiciones de grandes crecientes en el río con valores comprendidos entre 1.600 y 3.200 m³/s (siendo este último el valor máximo de funcionamiento de la planta), la galería de restitución funcionará aún si de poco en baja presión.

12.5.6 Obras al exterior Las obras al exterior consisten en el patio de salida de líneas, en el edificio de control y en talleres ubicados a la cota 640,0 no muy lejos de la orilla del río Coca unos 550 m aguas arriba del Codo Sinclair como se indica en los Planos de 0209-R-1559 a 0209-R-1561.

El patio de salida con los pórticos de alto voltaje constituye el comienzo de las líneas de transmisión y contiene el equipo esencial para éstas.

El edificio de control ubicado antes de los pórticos de alto voltaje contiene la sala de control, la sala de comunicación, la sala de tableros, el cuarto de baterías, los transformadores de reducción, el sistema de aire acondicionado, los paneles de bajo voltaje, oficinas y sala de reunión.

12.6 Líneas de transmisión

Las líneas de transmisión a 230 kV (véase Plano 0209-R-1538) unen los pórticos de salida del proyecto a la subestación de Santa Rosa en las cercanías de Quito, a través de un largo de 151 km de los cuales unos 30 arriba de los 3.000 m de altitud. En el mismo plano mencionado se indican también las características de las torres previstas. Para mayores detalles sobre las líneas de transmisión, véase el Anexo M al presente informe.

13. METODOLOGIA CONSTRUCTIVA E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se describen brevemente la metodología constructiva adoptada y la programación de las actividades previstas para las diferentes obras del proyecto. Para mayores detalles sobre estos asuntos se hace referencia al Anexo N del presente informe.

13.1 Caminos y campamentos

13.1.1 Caminos Para el presente estudio se ha considerado que los caminos de acceso a las obras, canteras y campamentos, empalmen con la carretera Lago Agrio-Quito y que ésta opere en toda su longitud. Además se ha considerado que la carretera Lago Agrio-Quito durante la construcción de la obra tenga características suficientes como para permitir el tránsito de los equipos más pesados y de los transformadores.

Además de un adecuado reacondicionamiento de la carretera Lago Agrio-Quito, los accesos nuevos a construirse (véase Plano 0209-B-1542) son tres, dos principales y uno secundario:

- El primero (principal) empalma con la carretera Lago Agrio-Quito en correspondencia de la captación del Salado y, después de cruzar con dos puentes provisionales de 115 y 170 m respectivamente el canal de desvío y el cauce actual del río Coca aguas abajo de las obras de captación, sube a la meseta pasando por el área del campamento del Salado. El camino sigue cruzando la meseta, pasa cerca de la cantera de granodiorita y baja al campamento principal del compensador. Este mismo camino, que tiene un largo total de 35,5 km, está también previsto ser utilizado para la construcción y el mantenimiento de las líneas de transmisión.
- El segundo (siempre principal) empalma con la carretera Lago Agrio-Quito en correspondencia al km 74 y se desarrolla a lo largo de la cuchilla conformada por la divisoria entre los ríos Coca y Dashiño, bajando finalmente al Codo Sinclair. Este camino cruza el río Coca con un puente de 80 m de largo y llega a la casa de máquinas y a sus obras anexas con un recorrido total de 18,3 km.
- El tercero (secundario) empalma con la carretera Lago Agrio-Quito unos pocos kilómetros aguas abajo de la confluencia del río Malo con el río Coca, cruza el río Coca con un puente de aproximadamente 90 m de largo y llega a la ventana de construcción del túnel de aducción con un recorrido de 1,8 km.

La conexión entre la casa de máquinas ("Codo Bajo") y el compensador ("Codo Alto") se realizará con un teleférico de ida y vuelta, que a un lado será habilitado para transporte de 30-35 personas y al otro lado para transporte de hormigón (tolva de 3 m³) o de materiales y equipos livianos.

Durante los primeros dos años de actividades se construirán todos los caminos de accesos principales así como el teleférico Casa de Máquinas Compensador. Los accesos secundarios y de servicio a los diferentes sectores de las obras, a ser construidos cuando necesario, estarán a cargo del Contratista.

13.1.2 Campamentos Se han previsto dos campamentos principales y dos secundarios.

Entre los principales el mayor se ha ubicado en la zona del compensador por ser ésta la zona más baricéntrica para los trabajos y por ser la más segura. Este campamento además de oficinas, talleres y almacenes incluirá viviendas, hospital, escuelas, albergue, clubs, etc, ocupando un área total de unas 12 ha.

El segundo campamento en orden de importancia será ubicado cerca de las obras de captación, un poco aguas abajo de las mismas al lado derecho del río Coca. Por su ubicación será el campo base de la obra, a través del cual se movilizarán equipos y materiales; su extensión prevista será del orden de 9 ha.

Los campamentos secundarios se ubican respectivamente cerca de la ventana de acceso al túnel de aducción y cerca de la casa de máquinas y de sus obras anexas. En éstos campamentos se prevén solamente oficinas, talleres, almacenes y plantas e instalaciones para la construcción, pero no viviendas y centros relacionados a las mismas, que serán ubicados solamente en los campamentos principales.

El tiempo necesario para la construcción de todos los campamentos será de 18 meses.

13.2 Obras de captación y manejo del río

Las obras de captación, constituidas por dos vertederos y la obra de toma con su respectivo desarenador, están ubicadas en correspondencia del morro granodiorítico aguas abajo de la confluencia de los ríos Quijos y Salado. La presencia del morro permite un buen manejo del río vertiendo el caudal del mismo a un lado o al otro del morro según las necesidades.

En base a lo antedicho el desarrollo de las obras de captación se prevé ser el siguiente:

- Construcción de los puentes provisionales que cruzan el canal de desvío y el río Coca y que forman parte del camino de acceso al compensador.

- Excavación del tramo central del canal de desvío y construcción del vertedero secundario.
- Abertura del canal de desvío y construcción de las ataguías en el cauce actual del río.
- Construcción del vertedero principal.
- Demolición de las ataguías y terminación del vertedero secundario.
- Conexión de la carretera que pasa sobre los vertederos al camino de acceso al compensador y demolición de los puentes provisionales.

El esquema del manejo del río durante la construcción se indica en el Plano 0209-R-1563.

13.2.1 Canal de desvío y vertedero secundario Para permitir la excavación de la parte central del canal de desvío es necesario construir una pequeña ataguía aguas arriba de unos 5 m de alto. Al pie de aguas abajo de la ataguía, desde la cota natural del terreno (1.270 m) se construirá un tablestacado de unos 15 m de profundidad.

Al lado de aguas abajo del canal no será necesario construir una ataguía porque limitando las excavaciones a la cota 1.270 m, se tendrá una ataguía natural suficiente.

La excavación del canal se hará con equipos tradicionales tipo Caterpillar y el transporte en volquetas de 8 m³ hasta las dos penínsulas, ubicadas aguas arriba y aguas abajo del morro.

El material aluvial de las cimentaciones se encuentra lo suficientemente compactado como para permitir la construcción inmediata del vertedero secundario. Las obras en hormigón se realizarán con la utilización de dos grúas de torre, con plumas de 35 m de largo montadas sobre rieles en cada estribo del vertedero más una tercera grúa ubicada en zona baricéntrica.

El vertedero secundario será construido totalmente hasta las cotas 1.260-1.263 m, mientras de esta cota para arriba se realizarán solamente los dos primeros bloques, al lado izquierdo del canal, con sus paredes laterales y muros intermedios. En los otros dos bloques se dejarán libres los vanos entre las pilas del puente, permitiendo así el paso del agua durante la construcción del vertedero principal.

Una vez completados los vaciados hasta las cotas 1.260 o 1.263 m y mientras se procede a los vaciados de los primeros dos bloques de izquierda y del puente, se realizarán los diafragmas de impermeabilización definitivos con el sistema de "jet grouting".

El tiempo total necesario para la construcción de las obras antes descritas se estima ser de unos 21 meses.

13.2.2 Ataguías principales y vertedero principal Una vez que las aguas se viertan por el canal de desvío se procederá a la construcción de la ataguía de aguas arriba en el cauce natural del río Coca. Será inicialmente construida la pre-ataguía con material rocoso de gran tamaño y sucesivamente impermeabilizada con material fino de matriz arcillosa y limosa depositado a lo largo de su talud de aguas arriba.

La fase siguiente será constituida por la construcción en paralelo de la ataguía de aguas arriba, cuyo pie será constituido por la pre-ataguía, y de la ataguía de aguas abajo. Terminadas las ataguías se deberán construir diafragmas provisionales del tipo "jet-grouting" que crucen el cuerpo de las ataguías hasta alcanzar una profundidad de unos 30-35 m para garantizar una suficiente estanqueidad en la zona del vertedero principal.

Se procederá entonces a la excavación en el área del vertedero principal hasta alcanzar la cota de cimentación del mismo. Siendo que en esta zona se detectó presencia de limo no sobreconsolidado se tendrá que hacer una precarga de 9 a 12 meses hasta la cota 1.280-1.285 m con el material procedente de la excavación del desarenador.

Terminado el periodo de precarga se procederá a sacar el material y a construir el vertedero principal utilizando las mismas grúas utilizadas para el otro vertedero y el desarenador. En cuanto la construcción del vertedero haya llegado a la cota 1.264 m, se procederá aguas arriba a la ejecución del diafragma definitivo en "jet grouting" de 25 m de profundidad. También aguas abajo del cuenco disipador se hará un segundo diafragma de solo 10 m de profundidad para proteger la estructura de eventuales erosiones.

Completada la construcción del vertedero principal y de los diafragmas definitivos se procederá a la demolición de las ataguías. El tiempo necesario para la ejecución de las actividades descritas en este numeral se estima en unos 38 meses.

13.2.3 Desarenador y terminación obras de captación Las excavaciones del desarenador podrán ejecutarse en paralelo a la construcción del vertedero secundario, acumulando el material sobre las penínsulas para utilizarlo después como precarga de las cimentaciones del vertedero principal.

Durante los meses de precarga del vertedero principal, se procederá al vaciado de las estructuras del desarenador utilizando las mismas grúas a torre ya instaladas para el vertedero secundario. El tiempo total de construcción del desarenador se estima en 24 meses.

Después que el río Coca vuelva a pasar también por su cauce natural se podrán cerrar con tablonés los dos vanos derechos del vertede-

ro secundario por los cuales ha sido vertido el río durante la construcción del vertedero principal; se procederá al vaciado del tercer elemento del vertedero y de las obras de limpia asociadas a la toma.

Paralelamente se procederá a completar la península de aguas arriba según el perfil hidráulico definitivo de primera etapa y por último se completará la conexión entre la carretera Lago Agrio-Quito y el camino hacia el compensador y se demolerán los puentes provisionales ubicados aguas abajo de los vertederos.

13.3 Túnel de aducción

La metodología constructiva para el túnel de aducción ha sido reanalizada a la luz de los últimos datos de rendimiento obtenidos de firmas especializadas en topos (TRM), los mismos que han permitido cambiar el esquema general de excavación del túnel y de utilizar dos topos en lugar de los tres previstos en la Fase A del estudio.

El esquema de excavación del túnel de aducción y de sus ventanas de construcción es el siguiente:

- Ventana 1 (de aguas arriba) y primer tramo hasta la abscisa 1.000 m: excavación con método tradicional.
- Ventana 2 (intermedia) hasta su abscisa 1.000 m: excavación con método tradicional.
- Ventana 2 de la abscisa 1.000 m al túnel con curva hacia aguas abajo y tramo del túnel desde la abscisa 10.834 m a 12.030 m: excavación con el Topo 1, que sucesivamente vuelve a la ventana 2, hace la curva hacia aguas arriba y sigue excavando el tramo de túnel de la abscisa 10.234 m a la abscisa 1.000 m.
- Ventana 3 (de aguas abajo) y tramo del túnel desde la abscisa 24.430 m a 12.030 m: excavación con el Topo 2.
- Tramo final del primer túnel, tramo final del segundo túnel y tramo intermedio del primero entre la abscisa 10.234 m y 10.834 m: excavación tradicional.

13.3.1 Ventana 1 y tramo inicial Tanto la ventana 1, con longitud de unos 400 m, como el tramo inicial del túnel hasta la abscisa 700-800 m, cruzan la formación granodiorítica generalmente bastante fracturada. Este tramo se excavará con método tradicional siendo la granodiorita muy dura y difícilmente excavable con el topo seleccionado para rocas hasta 180-190 MPa.

El tramo inicial del túnel hasta la abscisa 1.000 m, bien adentro de la formación Misahualli, será excavado con pendiente contraria al sentido del escurrimiento del drenaje y será por lo tanto necesario bombear al exterior el agua de filtración.

En el caso de roca de buena calidad (tipo A) no se aplicará ninguna protección a la excavación, mientras para roca de mediana (tipo B) o de mala calidad (tipo C) se prevé una capa de hormigón lanzado en la bóveda y los flancos con menor o mayor intensidad de anclajes de ϕ 24 mm de 3,0 m de longitud.

El revestimiento definitivo (a fines hidráulicos) se realizará en hormigón ligeramente armado de 25-30 cm de espesor. Para el vaciado se utilizará un encofrado metálico de tipo telescópico.

Se estima que para la excavación de la ventana 1 y del tramo inicial del túnel se necesitará un tiempo de 13 meses a los cuales hay que añadir otros 6 meses para el vaciado y las inyecciones.

13.3.2 Ventana 2, tramo en derrumbe Se estima que los primeros 800 m de la ventana 2 se desarrollen en material laharrítico de derrumbe (roca tipo C) y por lo tanto la excavación deberá ser protegida continuamente con cimbras, hormigón lanzado y si necesario con planchas metálicas. Por estas razones los primeros 1.000 m de la ventana 2 se excavarán con método tradicional.

La sección de excavación ha sido ensanchada a 7 m de diámetro para asegurar que pueda pasar el topo 1 completamente ensamblado aún después de haber puesto las protecciones. El tiempo necesario para la excavación de este tramo se estima ser de 15 meses.

13.3.3 Excavación con topo 1 El tramo de la ventana 2 y del túnel a ser excavado por el topo 1 cruza la formación Misahuallí que, sobre todo hacia el río Salado resulta bastante fracturada con posible presencia de fallas. La dureza de la formación Misahuallí es bastante heterogénea sin exceder de todas maneras los 180-190 MPa.

El topo escogido tendrá una cabeza fresadora de 5,4 m de diámetro con una potencia (de 1.200 kW) adecuada a una dureza máxima de roca de unos 200 MPa y será dotado de un escudo protector y de un equipo para instalar elementos prefabricados de 1 m de ancho.

La longitud total a ser excavada por el topo 1 resulta en 11.900 m, de esta aproximadamente el 58% se considera roca de buena calidad (tipo A), el 32% roca de mediana calidad (tipo B) y el 10% roca de mala calidad (tipo C).

Para la roca tipo A no se prevé ningún tipo de revestimiento, para la roca tipo B se instalará un revestimiento prefabricado de 20 cm de espesor conformado por 4 segmentos y una clave y para la roca tipo C se instalará el mismo revestimiento prefabricado pero con un espesor de 35 cm. Lejos del topo se rellenará el vacío entre elementos prefabricados y roca inyectando mortero de arena fina y cemento.

El avance promedio del topo 1 se considera en unos 2,1 m/h y el tiempo total de excavación y revestimiento, incluyendo los tiempos de traslado a los frentes de trabajo, se estima en unos 33 meses.

Durante la excavación del tramo de túnel entre la ventana 2 y el Salado, deberán excavar, con método tradicional, los 600 m del túnel entre las abscisas 10.234 y 10.834 m.

13.3.4 Excavación con topo 2 El topo 2 está previsto entrar por la ventana 3, cuyos primeros 100 m tendrán que haber sido excavados anteriormente con método tradicional, completar la excavación de la ventana y excavar unos 12,4 km del túnel de aducción. La roca a ser excavada estará constituida, en el tramo inicial de unos 2.500 m, por la formación Hollín y sucesivamente por la formación Misahuallí que en este tramo se presentará posiblemente bastante compacta y poco fracturada.

Hay que anotar que la formación Hollín durante la excavación se pone inestable en la bóveda y por lo tanto es necesario proceder con un topo protegido y dotado del equipo para la instalación de un revestimiento prefabricado; por esta razón el topo 2 tendrá las mismas características del topo 1.

Los tipos de protección de las excavaciones y de revestimiento para la formación Misahuallí quedan los mismos ya indicados en el párrafo anterior. En la formación Hollín se instalará siempre un revestimiento prefabricado de 20 cm y en el tramo terminal, adonde la piezométrica está por encima de la napa freática, deberá ejecutarse un revestimiento adicional en hormigón armado de unos 25 cm de espesor.

El tiempo estimado para completar todas las excavaciones de este numeral, incluyendo aquellas con método tradicional del tramo terminal ya sea del túnel de la primera como del de la segunda etapa, suma a unos 33 meses; añadiendo los tiempos para desarmar el topo y para ejecutar el revestimiento definitivo en Hollín, se llega a unos 46 meses.

13.4 Presa del embalse compensador

El tipo de presa escogido consiste en una presa en enrocado, proveniente de la cantera en granodiorita del Mirador, protegida aguas arriba con una pantalla de hormigón armado.

Las fases de construcción de la presa y de sus obras anexas se indican a continuación.

13.4.1 Túnel de desvío y ataquías El túnel de desvío, ubicado en la margen izquierda de la quebrada Granadillas, se desarrolla completamente en la formación Hollín. La excavación prevista es del tipo tradicional con voladuras y transporte con equipo sobre ruedas; con un avance diario estimado de 4,8 m, serán necesarios 4 meses para, completar la excavación.

Como protección de la excavación, se prevé una capa de hormigón lanzado de 5 cm de espesor reforzado con una malla electrosoldada

asegurada a la bóveda por series alternadas de 3 y 4 anclajes de 24 mm de diámetro y de 3 m de largo, a distancia de 1,5 m entre sí.

Para el revestimiento con fines hidráulicos se utilizará, para las paredes, un encofrado en paneles metálicos que apoyará directamente sobre la losa y para la bóveda otro encofrado metálico de 6 m de largo que apoyará sobre las paredes. El tiempo total para el revestimiento será del orden de 3 meses.

Una vez completado el desvío se construirá la ataguía de aguas arriba con la arenisca de la formación Hollín protegida aguas arriba con una pantalla de 3 m de lutita. En consideración de la fuerte gradiente de la quebrada no será necesario construir la ataguía de aguas abajo.

Una vez vertida la quebrada Granadillas, se empezarán las excavaciones, todas en la formación Hollín, para las cimentaciones de la presa; las excavaciones se realizarán con equipos tradicionales como tractores, cargadoras y camiones, hasta llegar a la roca lo suficientemente competente.

El volumen de material a ser excavado se estima en 60.000 m³, del cual no más del 30% necesitará ser excavado con uso de explosivo. El tiempo necesario para la ejecución de las actividades descritas en este numeral se estima ser de 4 meses.

13.4.2 Construcción de la presa El cuerpo de la presa se construirá con enrocado procedente de la cantera en granodiorita ubicada en el Mirador. Para el pie aguas abajo se utilizarán las rocas más gruesas, de aproximadamente 0,5 m³. Además se utilizará el enrocado grueso para formar la cara aguas abajo de la presa mientras para el cuerpo central se utilizará material "tout venant".

Mientras el cuerpo en enrocado avanza, se colocará sobre el talud aguas arriba del mismo la transición de arenisca. La arenisca se colocará en lugar en camadas de 0,50-0,60 m y será compactada adecuadamente de manera que pueda recibir sobre su talud de aguas arriba la pantalla de hormigón armado.

Terminada la construcción de la presa se vaciará la pantalla de hormigón armado con espesor uniforme de 0,50 m y un volumen total de 5.000 m³. El vaciado de la pantalla se realizará con grúas de torre.

El pie de las losas se apoya en una viga perimetral de 10 m de ancho y 5 m de espesor, la cual sube lateralmente hasta llegar en la margen izquierda a la cota del aliviadero. Al interior de la viga corre una galería de 1,8 x 2,2 m desde la cual se ejecutarán las inyecciones y los drenajes.

Durante la construcción de la presa se ejecutarán las excavaciones y los vaciados del aliviadero. Las excavaciones para el estribo izquierdo de esta obra representan una actividad de cierto cuidado

por deberse cortar la formación Napo con un corte de más de 10 m de altura. Para la protección de las excavaciones y la ejecución en condiciones de seguridad de las mismas se considera oportuno construir una pared en micropilotes de tipo "berlinesa" como está descrito en el numeral 7.4 del Anexo N.

El tiempo estimado para la construcción de la presa se considera en 31 meses mientras aquel necesario para la construcción del aliviadero en 15 meses; la construcción del aliviadero será contemporánea a la construcción de la presa.

13.4.3 Tratamientos Desde la galería de la viga perimetral se ejecutará una cortina de inyecciones de impermeabilización, constituidas por cuatro hileras, con una profundidad de hasta 40 m por debajo de las cimentaciones.

De la galería de inspección, a mitad de la altura de la presa, parten dos ramales que entran en cada estribo por una longitud de 150 m en el estribo izquierdo y 450 m en el estribo derecho; cada ramal a su vez se divide en dos subramales, el de aguas arriba de inyección y el de aguas abajo de drenaje.

Para estos tratamientos se necesitará de un período total de 24 meses, que se considera ser paralelo al período de construcción de la presa.

13.5 Obras de caída

La alternativa seleccionada de obras de caída que tendrá que ser confirmada durante el diseño definitivo, consiste en un tramo inicial subhorizontal de unos 200 m en Hollín seguido por un pozo vertical de unos 430 m de alto, que después de unos 30 m entra en la formación Misahuallí y al final otro tramo subhorizontal con una pendiente del 12% y un largo de unos 1.300 m hasta la casa de máquinas.

13.5.1 Tramo subhorizontal final Este tramo deberá excavarse primero para poder llegar a la parte inferior del pozo vertical. La excavación se hará con método tradicional con empleo de jumbos hidráulicos, cargadoras y volquetas. Con la hipótesis de encontrar un 70% de roca buena, un 25% de roca mediana y un 5% de roca mala, el tiempo de excavación necesario se estima en 12 meses.

Después de haber excavado el pozo vertical (ver numeral siguiente) se pasará al hormigonado. Se revestirán antes los primeros 950 m del tramo subhorizontal utilizando encofrado telescópico y se harán a todo lo largo inyecciones de consolidación de 6 m de longitud y de 30±50 atmósferas de presión. El tiempo necesario para revestir e inyectar este tramo es de 6 meses.

En el tramo terminal deberán instalarse los 350 m de blindaje en acero. El transporte de las virolas de 4,2 m de diámetro y de 6 m de largo deberá transitar por el túnel de acceso y la casa de máquinas. El hormigón de embebido se vaciará en contemporaneidad a la instalación de las virolas.

El tiempo necesario para completar el tramo blindado se estima en 8 meses.

13.5.2 Pozo vertical Para la excavación del pozo se piensa utilizar un equipo a cabeza rodante tipo "raise borer" previendo entonces las fases siguientes: ejecución desde aguas arriba de un pozo piloto de 250 mm de diámetro, instalación aguas abajo de una cabeza fresadora de unos 2 m de diámetro que será halada hacia aguas arriba, luego desde arriba hacia abajo ensanche al diámetro definitivo.

Como protección de la excavación se prevé un sistema conjunto de hormigón lanzado y de pernos de anclajes de características diferenciadas según el tipo de roca atravesado.

El revestimiento se realizará utilizando un encofrado metálico deslizante. Para los primeros 100 m desde abajo, podrá bombearse el hormigón desde el tramo subhorizontal, sucesivamente deberá bombearse desde la parte superior utilizando reductores de velocidad para evitar la segregación del hormigón.

El tiempo necesario para la ejecución de todas las actividades descritas en este numeral, incluyendo las inyecciones de contacto y consolidación, se estima en 18 meses.

13.6 Casa de máquinas

La casa de máquinas prevista se ubica en subterráneo unos 500-600 m adentro en el macizo de la formación Misahuallí. Esta ubicación permite considerar una metodología constructiva clásica con excavación de la bóveda de la caverna principal en dos fases, instalación de anclajes en la misma y sucesiva excavación de la caverna con aplicación simultánea de las protecciones en las paredes.

A su vez la excavación de la sección rectangular de la caverna principal, se efectuará en cuatro o cinco fases sucesivas, transportando los escombros al exterior a través de las galerías de acceso y de descarga.

13.6.1 Túnel de acceso principal El túnel con un largo de unos 500 m se desarrolla por completo en la formación Misahuallí; la entrada de la galería ha sido ubicada en una zona rocosa sin recubrimiento de material de derrumbe.

En base a las investigaciones geológicas de la galería exploratoria GCM1 se estima que el 75% del túnel de acceso sea caracterizado

por roca de buena calidad (tipo A), el 20% por roca de mediana calidad (tipo B) y el 5% por roca de mala calidad (tipo C).

La excavación de la galería se realizará con método tradicional ya sea de perforación (con jumbos hidráulicos) como de transporte (con llantas).

Durante la excavación se aplicarán según los tipos de roca las protecciones siguientes:

- en la roca tipo A una capa de hormigón lanzado en la bóveda;
- en la roca tipo B capa de hormigón lanzado tanto en la bóveda como en las paredes con una malla electrosoldada; en la bóveda se instalarán anclajes de 3 m de largo y 24 mm de diámetro a una distancia de 1,5 m;
- en la roca tipo C cimbras metálicas I 160 a una distancia de 1 m entre sí con planchas metálicas en la bóveda y hormigón lanzado en las paredes.

El revestimiento de la galería se efectuará una vez completada la excavación de la caverna principal de la casa de máquinas, según las modalidades siguientes:

- la losa se ejecutará por vaciado directo del hormigón en tramos de 12 m de longitud;
- el revestimiento de paredes y bóveda se ejecutará solamente en los tramos excavados en roca de tipo C; en este caso se utilizará un encofrado metálico de 6 m de largo.

Se estima que la excavación del túnel de acceso requiera 5 meses y que el revestimiento y las inyecciones asociadas requieran otros 4 meses.

13.6.2 Galería de cables (acceso secundario) La galería de cables conecta la caverna de los transformadores con el patio de maniobra y tiene un largo de unos 530 m. La galería se desarrolla casi completamente en la formación Misahuallí con excepción del tramo inicial en derrumbe.

Se estima que el 60% de la longitud de la galería de cables esté caracterizado por roca de buena calidad (tipo A), el 25% por roca de mediana calidad (tipo B) y el 15% por roca de mala calidad (tipo C). Como metodología de excavación y como protecciones de las mismas vale en general cuanto se ha indicado para el túnel de acceso.

Una vez completada la excavación se procederá al revestimiento en hormigón armado vaciando primero la losa y sucesivamente las paredes con la utilización de encofrado en paneles metálicos. Por último se vaciará la bóveda utilizando encofrados metálicos apoyados a las paredes.

Se estima que la excavación de la galería de cables requiera 5 meses y que el revestimiento y las inyecciones asociadas requieran otros 6 meses.

13.6.3 Galería de descarga Siendo que la salida definitiva de la galería se encuentra unos metros bajo el nivel normal del río, la galería deberá excavarse entrando unos 8 m más arriba y bajando rápidamente con una pendiente del 10% hasta alcanzar la cota definitiva de la misma.

El tramo inicial se excavará a su cota definitiva y será revestido una vez completada la casa de máquinas y construida una pequeña atagüa de protección en la orilla derecha del río.

La galería de unos 640 m de largo se desarrolla casi totalmente en la formación Misahuallí, excepto por un corto tramo inicial en derrumbe.

Se estima que el 65% del largo de la galería de descarga será caracterizado por roca de buena calidad (tipo A), el 25% por roca de mediana calidad (tipo B) y el 10% por roca de mala calidad (tipo C). Como metodología de excavación y como protecciones de las mismas vale exactamente lo indicado en el numeral anterior.

Una vez completada la excavación del tramo inferior de la tubería de presión, la galería de descarga quedará inutilizada y se podrá por lo tanto proceder a ejecutar el revestimiento de la galería misma vaciando la losa directamente en tramos de 12 m y las paredes y bóveda simultáneamente utilizando un encofrado metálico de 6 m.

Se estima que la excavación de la galería de descarga requiera 6 meses y que el revestimiento y las inyecciones asociadas requieran otros 6 meses.

13.6.4 Excavación en casa de máquinas Una vez completada la excavación de la galería de acceso, se excavará en el interior de la casa de máquinas una galería inclinada hasta llegar a la bóveda de la caverna principal. La excavación de esta última se empezará en primera fase quitando con voladuras y desalojo de escombros el material en las dos secciones laterales y en segunda etapa en la parte central.

Durante la excavación se aplicará en la bóveda una protección de dos capas de hormigón lanzado con malla electrosoldada entre las capas anclada con pernos a expansión de 3 m de largo. Cuando el frente de excavación esté suficientemente avanzado, se procederá a

instalar, si es necesario, anclajes definitivos postensados hasta un máximo de 120 t y de 25 m de largo.

Una vez completado el tensado de los anclajes se procederá a la excavación de la parte restante de la caverna (parte rectangular de la sección transversal). Esta excavación se realizará con el sistema de voladura por bancadas (en total cuatro o cinco) protegiendo las paredes con una malla anclada con pernos de 3 m de largo y aplicando sucesivamente (si es necesario) anclajes postensados de 20 m de largo y 80 t de tensión máxima.

El tiempo necesario para la excavación de la caverna principal de la casa de máquinas y para la instalación de los soportes se estima ser de 18 meses.

13.6.5 Hormigones en casa de máquinas El vaciado del hormigón, tanto en las cavernas como en las galerías se realizará utilizando bombas para hormigón de media y alta presión.

Al completarse las excavaciones se empezarán los vaciados de hormigón masivo de la parte inferior de la caverna principal. El vaciado del hormigón estructural será realizado para cada grupo al terminar el respectivo hormigón masivo. Entre un grupo y el sucesivo habrá un retardo de aproximadamente dos meses dando prioridad al grupo más cercano a la galería de acceso. Esto permite el montaje de la primera grúa cerca del acceso mientras se están completando los vaciados en la parte terminal de la caverna.

Se estima que el plazo necesario para completar el vaciado de los hormigones de la casa de máquinas será de 21 meses. Por otro lado el montaje de la primera grúa puede empezarse seis meses antes de completarse los hormigones estructurales. Los acabados de paredes y pisos se realizarán paralelamente a los montajes electromecánicos.

13.6.6 Caverna de transformadores Una vez terminada la excavación de la bóveda de la caverna principal se pasará a excavar la bóveda de la caverna de los transformadores. El acceso a la bóveda se realizará a través de la galería de conexión entre las dos cavernas y de una rampa similar a la realizada en la caverna principal.

Por ser menos amplia la bóveda de la caverna de los transformadores se excavará en solo dos fases y la parte restante en solo tres bancadas. Las protecciones de las excavaciones serán similares a aquellas de la caverna principal.

También en este caso el vaciado de los hormigones se realizará utilizando bombas para hormigón con las mismas modalidades indicadas para la caverna principal. La ejecución, sin embargo, deberá realizarse con personal y equipos distintos para no afectar el cumplimiento del programa de vaciados de las cavernas.

Al culminarse el tiempo de construcción entrará en operación el primer grupo. El segundo y el tercer grupo entrarán en operación secuencialmente uno cada tres meses, al completarse las respectivas pruebas.

13.7.2 Segunda etapa La segunda etapa del proyecto entrará en operación cuando el Sistema Nacional Interconectado lo requiera para cubrir la demanda del país. El tiempo de construcción de esta etapa se ha estimado en 5 años.

La reducción del plazo con respecto a la primera etapa se debe a que las ventanas ya están excavadas y los dos topos pueden empezar a excavar el túnel, luego de haberse concluido la instalación de los servicios. La reducción se debe también al hecho que todas las obras de infraestructura, caminos y campamentos permanentes, se han quedado operando por ser propiedad de INECCEL.

En la segunda etapa se vuelve crítica la construcción de la casa de máquinas, cuyas secuencias no pueden reducirse y además todo el tránsito de los equipos de escombreción y de construcción deberá pasar únicamente por la segunda galería de descarga para no afectar la operación de la casa de máquinas.

14. PRESUPUESTO E INVERSIONES

En este capítulo se describen brevemente los análisis de los costos unitarios, el presupuesto y el cronograma de inversiones de la primera etapa del proyecto. Para mayores detalles sobre los asuntos antes mencionados se hace referencia al Anexo N del presente informe.

14.1 Costos unitarios de las obras civiles

A continuación se tratan separadamente los criterios generales adoptados en los análisis de costos unitarios directos y totales de la gran mayoría de rubros relacionados a las obras civiles del proyecto.

14.1.1 Generalidades En la determinación de los costos y de los presupuestos se han considerado las condiciones del mercado al mes de enero de 1991. Todos los precios se han expresado en sus componentes en moneda nacional (sucres) y moneda extranjera (dólares americanos); para el cálculo del costo equivalente en dólares, se ha utilizado la tasa de cambio oficial del mercado de intervención de enero de 1991, es decir 894 sucres por un dólar norteamericano.

En la evaluación de los costos unitarios de las obras civiles se ha considerado que la construcción será objeto de licitaciones públicas abiertas a compañías nacionales e internacionales asociadas, que demuestren una capacidad técnico financiera adecuada, y que las obras sean financiadas por entidades financieras internacionales y/o Fondos del Tesoro Público. Estas mismas hipótesis se han adoptado para la determinación de los costos del equipo electro-mecánico (véase numeral 14.2).

El costo de construcción de las carreteras de acceso y de los campamentos, ha sido evaluado a parte e incluido en la tabla de cantidades y precios, porque se considera conveniente que la construcción se realice a cargo de INECEL, la cual quedará como propietaria de estas instalaciones, hecho particularmente importante siendo el proyecto previsto a desarrollarse por etapas.

También se ha considerado a cargo de INECEL la construcción del teleférico entre la zona de casa de máquinas y la zona del compensador, el mismo que quedará en operación una vez terminada la construcción de las obras, para permitir una rápida conexión entre la villa de operadores de la casa de máquinas y la villa de operadores del compensador.

Quedarán a cargo del contratista y por esta razón el costo respectivo se ha incluido como costos indirectos en los análisis de

precios unitarios, los caminos secundarios de servicio como los accesos a las canteras, a las plantas trituradoras y de hormigón y a algunos frentes secundarios de trabajo.

14.1.2 Análisis de los costos unitarios directos El análisis de los costos unitarios directos se ha realizado desglosando cada rubro en sus componentes de mano de obra, materiales y equipo.

Los costos de "mano de obra", que incluyen todos los gastos de Ley, beneficios, vacaciones, porcentaje de días perdidos, etc, han sido obtenidos de la "tabla de sueldos, de costos mínimos y de costos horarios", vigente a enero de 1991 de conformidad con los cálculos efectuados por INECEL. Estos costos se dividen en dos grupos según si el personal desempeña sus labores a cielo abierto o en subterráneo.

Para los componentes en moneda nacional y extranjera de los costos de los materiales, que incluyen también la incidencia del transporte y manejo hasta el sitio de la obra, se hizo referencia al "archivo de datos de costos de materiales" de INECEL (marzo de 1991).

También los costos horarios del equipo en sus componentes en moneda nacional y extranjera han sido obtenidos con las tablas de "costo horario del equipo mecanizado" de INECEL (marzo de 1991). En estas tablas los costos se subdividen en sus componentes de "costo de propiedad", que incluye la amortización del valor de adquisición, los intereses, los seguros, etc, y de "costo de operación" que incluye los combustibles y los gastos de mantenimiento.

Una vez obtenido el costo unitario combinando los costos de mano de obra, de materiales y de equipo, se ha añadido un porcentaje de imprevistos (aproximadamente el 2%) para cubrir eventuales deficiencias en las operaciones involucradas en la ejecución del trabajo analizado. De esta manera se ha obtenido, para cada rubro, el costo unitario directo.

14.1.3 Costos unitarios totales Los costos unitarios totales se obtienen sumando a los costos directos los costos indirectos del contratista.

Estos últimos están constituidos por todos los gastos que no es posible cargar en forma directa a la partida de trabajo analizada, como son los sueldos, beneficios y gastos de Ley de todo el personal técnico y administrativo del contratista; la incidencia de los accesos secundarios, las oficinas, alquileres, seguros, impuestos, vehículos, viajes, honorarios legales, médicos, gastos de hospitalización y otros similares.

La incidencia de los costos indirectos, que incluyen los ítem arriba indicados y las utilidades del contratista, corresponde al 53,1% de los costos directos; por lo tanto, agregando este porcentaje a los últimos se obtienen los costos unitarios totales.

senta el promedio siguiente: 76% suministro, 8% transporte y 16% montaje. Para las líneas de transmisión estos porcentajes varían como sigue: 54% suministro, 7% transporte y 39% montaje y obras civiles.

14.3 Presupuesto

El presupuesto del proyecto se determinó calculando separadamente los costos de las obras civiles y del equipo después de haber asociado a los costos unitarios totales las correspondientes cantidades.

Como ya fue mencionado, los análisis de costos unitarios de las obras civiles indicados en el Cuadro 14/1 cubren (incluyendo los costos unitarios estimados) aproximadamente el 95% del presupuesto total de estas obras. La parte restante del presupuesto se evaluó con estimación de costos unitarios de algunos rubros como bloques de hormigón prevaciado, cortina de impermeabilización, etc y en parte añadiendo una estimación global de la incidencia de los ítem menores y de los acabados.

Esta última incidencia se ha considerado variable según las obras de un mínimo de un 3% para el túnel de aducción y la tubería de presión, hasta un máximo de un 12% para la casa de máquinas y los edificios de mando y control de la misma.

La suma de los costos de las obras civiles así obtenidos y de los costos del equipo ilustrados en el párrafo anterior, conlleva al monto total directo del proyecto. A este monto se añade un 10% para cubrir los gastos de ingeniería y administración.

Los imprevistos, generalmente relacionados al incompleto conocimiento geológico y topográfico, fueron calculados como porcentajes del monto total de cada obra según lo indicado a continuación:

- 20 por ciento en general para las obras civiles en subterráneo (casa de máquinas excluida), para los diafragmas en "jet grouting" o en micropilotes;
- 18 por ciento para las obras civiles de casa de máquinas;
- 15 por ciento para la gran mayoría de las obras civiles al exterior;
- 10 por ciento para los campamentos y adquisición y limpieza del terreno.
- 5 por ciento para el equipo electromecánico.

La incidencia ponderada de los imprevistos arriba indicados es de 17,5% para las obras civiles y de 12,9% para el total del proyecto. Este último porcentaje de imprevistos se ha aplicado, según el crite-

rio generalmente adoptado por INECEL, también a los gastos de ingeniería y administración.

El presupuesto definitivo de la primera etapa del proyecto, con inclusión de las líneas de transmisión, resulta por lo tanto de 443,83 millones de dólares siendo la componente en moneda local del 36,5% y aquella en moneda extranjera del 63,5%. La incidencia de la mano de obra constituye el 11,7% de la moneda local y el 7,6% de la moneda extranjera. Sin las líneas de transmisión el presupuesto baja a 393,1 millones de dólares.

El resumen de los costos totales de construcción del proyecto dividido en obras civiles, equipo e ingeniería, se indica en el Cuadro 14/2, mientras para mayores detalles se hace referencia al Tomo II del Anexo N del presente informe.

14.4 Calendario de inversiones

Combinando los presupuestos de las diferentes obras civiles y de los diferentes equipos del proyecto con el correspondiente cronograma de construcción mencionado en el numeral 13.7.1 se ha obtenido el calendario de inversiones ilustrado en el Cuadro 14/3.

14.5 Costos de operaciones y mantenimiento

Como costos anuales de operación y mantenimiento, en base a experiencia internacional, se ha adoptado un monto correspondiente al 1% del costo de inversión de las obras civiles, más el 2% del costo de inversión del equipo, obteniendo así un valor de 5,98 millones de US\$. Este valor incluye también el mantenimiento de las líneas de transmisión.

14.6 Costos ambientales

Los costos ambientales descritos en el numeral 5.8 se componen de costos de inversiones y costos de operación. Los costos de inversiones suman a 5.2 millones de US\$, mientras los costos anuales de operación se han estimado en 0.83 millones de US\$.

CUADRO RESUMEN DE LOS COSTOS UNITARIOS DE LAS OBRAS CIVILES

Rubro No.	D e s c r i p c i ó n	Unidad	Costo unitario		Equivalente
			Sucres	Dólares	(Dólares)
1.E.A	EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO				
1.E.A.1.1	Excavación en roca Presa Compensador(Hollin)	m3	5 118	5.45	11.18
* 1.E.A.1.2	Excavación en material común (Napó)	m3	1 600	3.00	4.80
1.E.A.2.1	Excavación en roca de la captación	m3	5 218	4.99	10.83
1.E.A.2.2	Excavación en material común captación	m3	1 747	3.44	5.40
1.E.A.3	Excavación en aluvial con presencia de agua	m3	3 674	6.32	10.43
* 1.E.A.4.1	Excavación en roca (otro)	m3	5 400	5.40	11.40
* 1.E.A.4.2	Excavación en material común (otro)	m3	1 800	3.60	5.60
2.E.S	EXCAVACIONES EN SUBTERRANEO				
2.E.S.1	Excavación método tradicional túnel acceso				
2.E.S.1.1	En roca Tipo A	m3	27 281	17.71	48.23
2.E.S.1.2	En roca Tipo B	m3	30 462	19.37	53.44
2.E.S.1.3	En roca Tipo C	m3	33 586	21.74	59.31
2.E.S.2	Excavación método tradicional descarga				
2.E.S.2.1	En roca Tipo A	m3	29 979	19.93	53.47
2.E.S.2.2	En roca Tipo B	m3	33 703	22.15	59.85
2.E.S.2.3	En roca Tipo C	m3	37 693	25.00	67.16
2.E.S.3	Excavación inclinada (45o) tubería forzada				
2.E.S.3.1	En roca Tipo A	m3	33 686	44.12	81.80
2.E.S.3.2	En roca Tipo B	m3	35 573	46.59	86.38
2.E.S.3.3	En roca Tipo C	m3	37 565	49.20	91.21
2.E.S.4	Excavación en pozo tubería forzada				
2.E.S.4.1	En roca Tipo A	m3	30 953	31.11	65.73
2.E.S.4.2	En roca Tipo B	m3	33 677	33.85	71.52
2.E.S.4.3	En roca Tipo C	m3	36 641	36.83	77.81
2.E.S.5	Excavación de la casa de máquinas	m3	19 134	16.12	37.52
2.E.S.6	Excavación método tradicional túnel aducción				
2.E.S.6.1	En roca Tipo A	m3	27 913	18.72	49.95
2.E.S.6.2	En roca Tipo B	m3	30 664	20.45	54.75
2.E.S.6.3	En roca Tipo C	m3	34 446	23.15	61.68
2.E.S.7	Excavación método tradicional tubería (pend. 12%)				
* 2.E.S.7.1	En roca Tipo A	m3	30 705	20.60	54.94
* 2.E.S.7.2	En roca Tipo B	m3	33 731	22.50	60.23
* 2.E.S.7.3	En roca Tipo C	m3	37 891	25.46	67.85
2.E.S.8	Excavación desvío Compensador	m3	46 250	33.08	84.82
2.E.S.9	Excavación galerías de cables	m3	37 920	24.36	66.77
2.E.S.10	Excavación con Topo del túnel de aducción				
2.E.S.10.1	En roca Tipo A	m3	22 064	56.05	80.73
2.E.S.10.2	En roca Tipo B	m3	23 167	58.86	84.77
2.E.S.10.3	En roca Tipo C	m3	24 325	61.80	89.01
2.E.S.11	Excavación del patio de transformadores	m3	17 383	14.74	34.19
2.E.S.12	Excavación galerías de drenajes e inyecciones	m3	54 436	40.19	101.08

Cuadro 14/1 (Continuación)

CUADRO RESUMEN DE LOS COSTOS UNITARIOS DE LAS OBRAS CIVILES

Rubro No.	Descripción	Unidad	Costo unitario		Equivalente
			Sucres	Dólares	(Dólares)
3.P.E	PROTECCION DE LAS EXCAVACIONES SUBTERRANEAS				
3.P.E.1	Protección en hormigon lanzado (5 cm)	m2	4 435	3.58	8.54
3.P.E.2	Protección en hormigon lanzado (10 cm)	m2	10 187	7.81	19.20
3.P.E.3.2	Malla electrosoldada (15x15 cm, D=4 mm)	m2	11 792	8.74	21.93
3.P.E.4.1	Anclajes (3 m) a expansión	c.u.	27 221	65.05	95.50
3.P.E.5	Anclajes (20 m) postensados	c.u.	1 753 488	1 857.91	3 819.24
3.P.E.6	Planchas	m2	54 291	1.54	62.27
3.P.E.6.1	Cimbras (120 mm)	c.u.	98 810	1 438.24	1 548.76
3.P.E.6.2	Cimbras (160 mm)	c.u.	219 578	3 196.08	3 441.69
4.H	HORMIGONES				
4.H.1	Hormigón en masa presa de captación	m3	38 033	53.65	96.19
4.H.1.1	Hormigón estructura gruesa de la captación	m3	44 025	53.45	102.69
4.H.1.2	Hormigón estructura gruesa (otras)	m3	48 917	53.45	108.16
4.H.2.1	Hormigón estructural captación (210 kg/cm2)	m3	48 049	58.71	112.46
4.H.2.2	Hormigón estructural (210 kg/cm2)	m3	50 451	58.71	115.15
4.H.2.3	Hormigón estructural captación (280 kg/cm2)	m3	60 589	71.11	138.89
4.H.2.4	Hormigón estructural (280 kg/cm2)	m3	63 619	71.11	142.27
4.H.3	Hormigón en masa en caverna	m3	68 258	58.01	134.36
4.H.3.1	Hormigón estructura gruesa en caverna	m3	69 842	60.33	138.45
4.H.4.1	Hormigón estructural (210 kg/cm2) en caverna	m3	77 674	66.35	153.23
4.H.4.2	Hormigón estructural (280 kg/cm2) en caverna	m3	89 536	71.80	171.95
4.H.5	Hormigón de revestimiento del túnel	m3	85 891	69.69	165.76
4.H.6	Hormigón de revestimiento tubería en pozo	m3	86 544	80.94	177.75
4.H.7.2	Hormigón de revestimiento tubería alta presión	m3	126 156	92.46	233.57
4.H.7.3	Hormigón de rev. de la tubería forzada	m3	84 640	73.78	168.45
4.H.9.	Acero de refuerzo				
4.H.9.1	Acero de refuerzo al exterior	kg	914	0.06	1.08
4.H.9.2	Acero de refuerzo en caverna	kg	972	0.06	1.15
4.H.10	Hormigón de la pantalla presa compensador	m3	87 316	46.78	144.45
4.H.11	Hormigón prevaciado para rev. del túnel (Topo)	m3	66 782	61.81	136.50
4.H.12	Hormigón de revestimiento galerías inyecciones	m3	87 206	77.36	174.90
4.H.13	Hormigón de revestimiento del desvío	m3	76 166	66.93	152.12
4.H.14	Bloques de hormigón prevaciado	m3	36 131	48.28	88.70
4.H.15	Geobloques	m3	39 935	48.28	92.95
5.P.I	PERFORACIONES E INYECCIONES				
5.P.I.1	Perforaciones para inyecciones	m	23 202	36.04	61.99
5.P.I.2	Perforaciones para drenajes	m	19 056	31.86	53.18
5.P.I.3	Cortina de impermeabilización	m2	23 245	34.00	60.00
6.P.R	ATAGUIAS, PRESAS EN ESCOLLERA Y RELLENOS				
6.P.R.1.2	Ataguías del desvío (captación, Compensador)	m3	5 470	5.79	11.91
6.P.R.2.1	Transición en arenisca Compensador	m3	4 213	4.95	9.66
6.P.R.3	Terraplén para dique de la captación	m3	4 845	5.69	11.11

Cuadro 14/1 (Continuación)

CUADRO RESUMEN DE LOS COSTOS UNITARIOS DE LAS OBRAS CIVILES

Rubro No.	Descripción		Costo unitario Sucres	Equivalente Dólares (Dólares)
6.P.R	ATAGUJAS, PRESAS EN ESCOLLERA Y RELLENOS	(Continuación)		
6.P.R.4	Enrocado en granadiorita Compensador	m3	4 954	5.66
6.P.R.5.2	Relleno común de la captación (Terraplén)	m3	767	1.33
6.P.R.6.2	Enrocado de protección de la captación	m3	2 401	3.28
6.P.R.7	Relleno contra estructuras de la captación	m3	959	1.73
6.P.R.8	Material de precarga vertedero principal	m3	1 241	2.19
7.C.C	CAMINOS, CAMPAMENTOS y EDIFICIOS (1)			
7.C.C.1	Construcción de carreteras de accesos			
	Carreteras afirmadas, 6m de ancho	Km	124 089 081	208 203
	Construcción de carreteras de servicio			
	Carreteras afirmadas, 6m de ancho	Km	124 089 081	208 203
	Carreteras no pavimentadas, 6m de ancho	Km	99 415 485	166 801
	Puentes temporales, 8m de ancho			
	Puentes Salado	m	1 270 000	5 450
	Puentes permanentes, 8m de ancho :			
	Puentes Casa Máquinas y Galindo	m	1 080 000	4 500
	Edificios industriales			
	Edificio de mando	m3	45 000	0.00
	Edificio del taller mecánico	m3	45 000	0.00
7.C.C.2.1	Campamentos (Compensador y Salado)			
	Viviendas familiar	m2	156 162	0.00
	Viviendas colectivas	m2	132 738	0.00
	Edificios de servicio	m2	132 738	0.00
	Oficinas	m2	148 354	0.00
7.C.C.2.2	Centros recreativos	m2	124 930	0.00
	Villas de operadores	m2	140 546	0.00
8.L.A	DESBROCE Y LIMPIEZA			
8.L.A.1	Limpieza de áreas, vegetación media	Ha	87 273	44.58
8.L.A.2	Limpieza de áreas, vegetación escasa	Ha	56 728	33.44
8.L.A.3	Limpieza de áreas, vegetación densa	Ha	113 455	55.73
8.L.A.4	Limpieza embalse, vegetación media	Ha	122 182	57.96
10.D.C.	DIAFRAGMAS			
10.D.C.1	Diafragma de hormigón (jet-grouting)	m2	105 073	64.47
10.D.C.2	Diafragma de hormigón provisional (jet-grout.)	m2	77 391	49.77
10.D.C.3	Diafragma en micropilotes	m2	407 633	405.27
Tipo de cambio utilizado (Enero 1991)			1 US\$	=
Factor de mayoración por Costos Indirectos				894.03 Sucres
Costos unitarios estimados por analogía				1.531
(1)Costos unitarios obtenidos por síntesis de estimativos detallados				

Cuadro 14/2

RESUMEN DE LOS COSTOS TOTALES DE CONSTRUCCION - I ETAPA
 OBRAS CIVILES - EQUIPO ELECTROMECHANICO - INGENIERIA

	Descripción	Costo directo (US\$)		Imprevistos (US\$)	Costo total (US\$)
A	OBRAS CIVILES				
1	Adquisición y limpieza de áreas	96.100	10	9.600	105.700
2	Carreteras permanentes y temporales	24'621.300	15	3'693.200	28'314.500
3	Campamentos para la construcción	3'775.500	10	377.600	4'153.100
4	Obra de captación (desarenador y toma)	64'391.800	16	10'302.700	74'694.500
5	Túnel de aducción	72'829.700	20	14'565.900	87'395.600
6	Embalse compensador	19'966.000	17	3'394.200	23'360.200
7	Tubería de presión	9'612.300	20	1'922.500	11'534.800
8	Casa de máquinas	14'600.500	18	2'628.100	17'228.600
9	Patio de transformación y manobra	4'041.300	18	727.400	4'768.700
10	Galería de descarga de la casa de máquinas	3'415.500	20	683.100	4'098.600
11	Patio de salidas líneas	522.300	15	78.300	600.600
12	Jardinización y otras instalaciones (teleférico)	6'311.700	15	946.800	7'258.500
	TOTAL OBRAS CIVILES	224'184.000	17,5	39'329.400	263'513.400
B	EQUIPO ELECTROMECHANICO				
4	Vertedero secundario	1'627.600	5	81.400	1'709.000
	Bocatoma	945.800	5	47.300	993.100
	Desarenador	3'315.700	5	165.800	3'481.500
5	Túnel de aducción (salida)	482.300	5	24.100	506.400
6	Embalse compensador	40.000	5	2.000	42.000
7	Tubería de baja presión	311.100	5	15.600	326.700
	Tubería de alta presión	6'711.500	5	335.600	7'047.100
8	Casa de máquinas	71'224.800	5	3'561.200	74'786.000
9	Subestación	5'179.700	5	259.000	5'438.700
10	Galería de descarga	246.300	5	12.300	258.600
11	Patio de salida y líneas de transmisión	45'218.700	5	2'160.900	45'379.600
	TOTAL EQUIPO ELECTROMECHANICO	133'303.500	5	6'665.200	139'968.700
C	INGENIERIA, INVESTIGACIONES, ADMINISTRACION, ETC (10%)	33'748.800	12,9	4'599.500	40'348.300
	COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION	393'236.300	12,9	50'594.100	443'830.400

Cuadro 14/3

CALENDARIO DE INVERSIONES - I ETAPA DEL PROYECTO
EN BILLONES DE SUQUES Y EN MILLONES DE DOLARES

Descripción	Costo total (US\$)	Años de Construcción													
		1 (ML) (ME)	2 (ML) (ME)	3 (ML) (ME)	4 (ML) (ME)	5 (ML) (ME)	6 (ML) (ME)	7 (ML) (ME)							
Obras Civiles	263,51	7,42	12,18	13,26	17,49	17,81	23,50	26,26	32,27	28,33	35,12	15,32	18,82	0,98	1,74
Equipo Electromecánico	139,96	0,00	0,00	3,76	18,62	2,07	10,25	7,83	25,69	8,55	27,43	4,40	12,33	3,60	11,80
Ingeniería y Administración	<u>40,34</u>	<u>10,82</u>	<u>4,84</u>	<u>1,44</u>	<u>6,45</u>	<u>1,08</u>	<u>4,84</u>	<u>1,08</u>	<u>4,84</u>	<u>1,08</u>	<u>4,84</u>	<u>1,08</u>	<u>4,84</u>	<u>0,36</u>	<u>1,61</u>
Total con Líneas de Transmisión	443,82	8,50	17,02	18,46	42,57	20,97	38,59	35,17	62,80	37,96	67,39	20,81	36,00	4,95	15,16
Total sin Líneas de Transmisión	393,91	8,50	17,02	18,46	42,57	20,97	38,59	30,62	52,92	33,41	57,51	17,01	27,76	2,68	10,22

ML = Moneda local en billones de sucres

ME = Moneda extranjera en millones de dólares

15. EVALUACIONES ECONOMICAS

El presente capítulo contiene en forma resumida las evaluaciones económicas del proyecto hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair considerado como integrado al Sistema Nacional Interconectado. Para mayores detalles se hace referencia al Anexo R del presente informe.

15.1 Planificación económica

15.1.1 Generalidades El objetivo del estudio de planificación económica fue de escoger dentro del Sistema Nacional Interconectado (SNI) la alternativa más interesante del proyecto Coca-Codo Sinclair y en particular determinar su primera etapa de desarrollo.

Como situación eléctrica actual del país como escenarios futuros de demanda eléctrica y como plan de equipamiento a corto y mediano plazo se han considerado aquellos descritos en el Capítulo 9, suponiendo considerar escenarios de equipamiento variables solamente a partir del comienzo del año 1999.

La metodología utilizada (basada en el modelo DSIG de Planificación de INECEL) consiste en la determinación de secuencias de generación eléctrica que cubran la demanda del sistema en un periodo de expansión dado, las simulaciones del sistema según las mencionadas secuencias de generaciones y la selección de las secuencias más atractivas caracterizadas por los valores presentes más bajos.

La información utilizada consta esencialmente en el escenario futuro de demanda eléctrica y en las características tanto energéticas como económicas de los proyectos de generación disponibles para incorporarse al SNI a partir del año 1999.

15.1.2 Planes de equipamiento de las varias alternativas del proyecto Según lo indicado en el numeral 10.6.1 del presente informe, durante la fase de selección de alternativas del factor de planta del proyecto se habían comparado dentro del SNI las 9 alternativas identificadas del proyecto.

En este ejercicio Planificación de INECEL había asumido a nivel puramente indicativo como fecha más temprana de entrada en operación de la primera etapa del proyecto la de octubre de 2004 y se habían considerado dos familias de escenarios sin y con el proyecto Mazar.

Los resultados de estos análisis, ilustrados al mencionado numeral 10.6.1, han permitido seleccionar la Alternativa 4 como la más atractiva entre las alternativas del factor de planta del proyecto:

además, se habían obtenido indicaciones puramente referenciales sobre los años de entrada en operación de las dos etapas del proyecto.

15.1.3 Actualización de los planes de equipamiento Una vez optimizada la Alternativa 4 a través del proceso de selección de alternativas de obras componentes y definido el presupuesto final del proyecto se hizo una actualización de los planes de equipamiento identificados obteniendo para los planes que incluyen el proyecto resultados aún más atractivos. Esto se debe a una reducción del presupuesto de aproximadamente el 10% con respecto a aquella obtenida en julio de 1991, debido al proceso de optimización y a la definición final de los costos unitarios.

15.1.4 Conclusiones De los ejercicios de planificación económica llevados adelante durante la Fase B del estudio se confirma el gran interés que el proyecto Coca-Codo Sinclair presenta dentro del Sistema Nacional Interconectado.

Cabe anotar que una definición más precisa de las fechas más convenientes de entrada en operación de las dos etapas del proyecto, se tendrá solamente una vez que se acabe por parte de Planificación de INECEL la actualización en curso del Plan Maestro.

15.2 Parámetros económicos del proyecto

15.2.1 Generalidades Los parámetros económicos del proyecto han sido determinados tanto para la primera como para la segunda etapa del proyecto.

Para ambas etapas y para los diferentes casos considerados (ver más adelante) se han determinado los flujos de costos y de beneficios necesarios para los análisis económicos como se ilustra en el Anexo R del presente informe.

Los análisis económicos han sido basados sobre las hipótesis simplificativas siguientes:

- Mercado eléctrico capaz de absorber toda la potencia y energía producida por el proyecto apagando las plantas termoeléctricas existentes.
- Producciones energéticas brutas según lo calculado por Planificación de INECEL (ver Anexo R).
- Tasa referencial de actualización al 8% adoptando el criterio empresarial o de mercado.
- Costos de operaciones y mantenimiento iguales al 1% del presupuesto de las obras civiles y del 2% del presupuesto del equipo.
- Costos y beneficios considerados constantes en el tiempo e iguales a aquellos de enero de 1991.

15.2.2 Costos Los costos de la primera etapa del proyecto con su correspondiente cronograma de inversiones se han descrito en el capítulo anterior, mientras que los costos y el cronograma de inversiones de la segunda etapa se incluyen en el Anexo R.

15.2.3 Beneficios Los beneficios energéticos a enero de 1991 entregados por Planificación de INECEL se basan sobre los costos marginales del sistema de generación existente según el criterio empresarial o de mercado, como se indica a continuación:

Tasa de actualización (%)	Precios de potencia (US\$/kW/año)	Precios de energía primaria (US\$/MWh)
8	41,81	22,15
10	45,12	28,69
12	48,47	36,87

Los beneficios del impacto ambiental descritos en el Capítulo 5 suman a 2,5 millones de dólares anuales.

Cabe recordar que en el caso que se quiera mantener como caudal mínimo de la cascada de San Rafael el valor de 56,8 m³/s (mínimo histórico registrado) otro efecto del impacto ambiental (en este caso negativo), conlleva a una reducción de la energía primaria de primera etapa del 1,8% y de la de segunda etapa del 13,2% (casos e y f del numeral siguiente).

15.2.4 Casos analizados Se han analizado los 6 casos siguientes del proyecto:

- Con líneas de transmisión y sin impacto ambiental (EIA)
- Sin líneas de transmisión y sin EIA
- Con líneas de transmisión y EIA
- Sin líneas de transmisión y con EIA
- Como el caso c pero con reducción de la producción energética
- Como el caso d pero con reducción de la producción energética

15.2.5 Resultados obtenidos Los Cuadros 15/1 a 15/3, indican tanto para la primera como para la segunda etapa, los parámetros económicos de los seis casos analizados con tasa de interés al 8%.

Entre otros se ve que según los casos la relación beneficios costos (B/C) de la primera etapa del proyecto varía entre 1,61 y 1,83; para la segunda etapa los valores están comprendidos entre 2,25 y 3,04 y para la primera más segunda entre 1,84 y 2,26.

Los resultados de un análisis de sensibilidad a la variación de la tasa de interés, con aumento de la misma respectivamente al 10 y 12%, se ilustra en el Cuadro 15/4.

Cuadro 15/1

ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO SIN EIA
CRITERIO DE MERCADO CON TASA DE INTERES DEL 8%

Casos analizados y parámetros económicos		1a. Etapa	2a. Etapa	1a+2a Etapa
<u>Con líneas de transmisión</u>				
Costo total	(C)	648,3	379,7	1.028,0
Beneficio total	(B)	1.049,6	957,3	2.006,9
Beneficio neto	(B-C)	401,4	577,5	978,9
Relación B/C		1,62	2,52	1,95
Costo de la potencia (US\$/kW)		1.341,5	783,1	1.064,5
Costo de la energía (mill. US\$/kWh)		18,4	10,9	14,7
<u>Sin líneas de transmisión</u>				
Costo total	(C)	575,1	314,5	889,6
Beneficio total	(B)	1.049,6	957,3	2.006,9
Beneficio neto	(B-C)	474,5	642,7	1.117,3
Relación B/C		1,82	3,04	2,26
Costo de la potencia (US\$/kW)		1.200,1	654,1	929,3
Costo de la energía (mill. US\$/kWh)		16,3	9,1	12,6

- Costos y beneficios expresados en millones de US\$ son actualizados al año de inicio de la producción energética de cada etapa.
- Hipótesis de mercado infinito.
- El costo de la potencia que incluye los intereses intercalares se refiere a la potencia instalada.
- El costo de la energía se refiere a la energía primaria neta.

Cuadro 15/2

ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO CON EIA SIN REDUCCION ENERGETICA
CRITERIO DE MERCADO CON TASA DE INTERES DEL 8%

Casos analizados y parámetros económicos		1a. Etapa	2a. Etapa	1a+2a Etapa
<u>Con líneas de transmisión</u>				
Costo total	(C)	665,9	379,7	1.045,6
Beneficio total	(B)	1.083,9	957,3	2.041,2
Beneficio neto	(B-C)	418,0	577,5	995,6
Relación B/C		1,63	2,52	1,95
Costo de la potencia (US\$/kW)		1.357,0	783,1	1.072,4
Costo de la energía (mill. US\$/kWh)		18,9	10,9	14,9
<u>Sin líneas de transmisión</u>				
Costo total	(C)	592,7	314,5	907,2
Beneficio total	(B)	1.083,9	957,3	2.041,2
Beneficio neto	(B-C)	491,2	642,7	1.133,9
Relación B/C		1,83	3,04	2,26
Costo de la potencia (US\$/kW)		1.215,6	654,1	937,1
Costo de la energía (mill. US\$/kWh)		16,8	9,1	13,0

- Costos y beneficios expresados en millones de US\$ son actualizados al año de inicio de la producción energética de cada etapa.
- Hipótesis de mercado infinito.
- El costo de la potencia que incluye los intereses intercalares se refiere a la potencia instalada.
- El costo de la energía se refiere a la energía primaria neta.

Cuadro 15/3

ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO CON EIA Y REDUCCION ENERGETICA
CRITERIO DE MERCADO CON TASA DE INTERES DEL 8%

Casos analizados y parámetros económicos		1a. Etapa	2a. Etapa	1a+2a Etapa
<u>Con líneas de transmisión</u>				
Costo total	(C)	665,9	379,7	1.045,6
Beneficio total	(B)	1.068,8	855,8	1.924,6
Beneficio neto	(B-C)	476,1	476,1	952,2
Relación B/C		1,61	2,25	1,84
Costo de la potencia (US\$/kW)		1.357,0	783,1	1.072,4
Costo de la energía (mill. US\$/kWh)		19,2	12,3	15,8
<u>Sin líneas de transmisión</u>				
Costo total	(C)	592,7	314,5	907,2
Beneficio total	(B)	1.068,8	855,8	1.924,6
Beneficio neto	(B-C)	476,1	541,2	1.017,3
Relación B/C		1,80	2,72	2,12
Costo de la potencia (US\$/kW)		1.215,6	654,1	937,1
Costo de la energía (mill. US\$/kWh)		17,1	10,4	13,8

- Costos y beneficios expresados en millones de US\$ son actualizados al año de inicio de la producción energética de cada etapa.
- Hipótesis de mercado infinito.
- El costo de la potencia que incluye los intereses intercalares se refiere a la potencia instalada.
- El costo de la energía se refiere a la energía primaria neta.

Cuadro 15/4

ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO
 CRITERIO DE MERCADO - SENSIBILIDAD A LA VARIACION DE LA TASA DE INTERES

Casos analizados y parámetros económicos	Tasa de interés 10%			Tasa de interés 12%		
	1a. Etapa	2a. Etapa	1a+2a Etapa	1a. Etapa	2a. Etapa	1a+2a Etapa
a. Con líneas y sin EIA						
Beneficio neto (B-C)	421,6	594,0	1.015,6	469,1	636,0	1.105,1
Relación B/C	1,63	2,57	1,97	1,68	2,67	2,03
b. Con líneas y sin EIA						
Beneficio neto (B-C)	493,1	657,7	1.150,8	540,3	699,4	1.239,7
Relación B/C	1,83	3,09	2,27	1,88	3,20	2,32
c. Con líneas y sin EIA						
Beneficio neto (B-C)	433,8	594,0	1.027,8	478,1	636,0	1.114,1
Relación B/C	1,64	2,57	1,97	1,69	2,67	2,03
d. Con líneas y sin EIA						
Beneficio neto (B-C)	505,3	657,7	1.163,0	549,3	699,4	1.248,7
Relación B/C	1,84	3,09	2,27	1,87	3,20	2,32
e. Con líneas y sin EIA						
Beneficio neto (B-C)	417,6	487,5	905,1	460,3	521,4	981,7
Relación B/C	1,61	2,29	1,90	1,65	2,37	1,95
f. Con líneas y sin EIA						
Beneficio neto (B-C)	489,1	551,2	1.040,3	531,5	584,5	1.116,3
Relación B/C	1,80	2,75	2,13	1,84	2,84	2,18

16. INVESTIGACIONES ADICIONALES

Para una mejor definición y optimización de las obras previstas del proyecto se recomiendan, para la etapa de diseño definitivo, las investigaciones adicionales que se indican a continuación:

16.1 Topografía

Para mejorar la información topográfica disponible necesaria para el diseño definitivo del proyecto, se sugiere lo siguiente:

- Revisión de la red geodésica del proyecto puesto que el sismo del 5 de marzo de 1987 puede haber determinado desplazamientos de los vértices de la red tanto en coordenadas como en cotas.
- Levantamiento topográfico de detalle para el sitio de la casa de máquinas, donde se recomienda un levantamiento en escala 1:1.000 para completar la información disponible y poder empalmar con la topografía del compensador.
- Enlace topográfico de la red sísmica del proyecto a la red geodésica revisada.
- Levantamiento topográfico en escala 1:1.000 de las áreas de los campamentos y de una faja de 100 m de ancho a lo largo del trazado de la línea de transmisión.
- Levantamiento detallado en escala 1:500 de algunas zonas de mayor interés para las estructuras al exterior como la presa del embalse compensador y sus obras anexas.
- Levantamientos necesarios para el diseño definitivo de los caminos de acceso hacia el embalse compensador y a la ventana intermedia.

16.2 Hidrología y Sedimentología

Para una ulterior definición hidrosedimentológica de algunos aspectos de interés para el diseño definitivo de las obras se formulan las recomendaciones siguientes:

- Instalación y/o reactivación de sendas estaciones pluviométricas en la cuenca del río Salado en los sitios de Plana de la Virgen, Salado AJ Cascabel y Salado AJ Guataringo.

- Instalación de otro pluviógrafo en el área del embalse compensador.
- Instalación y/o reactivación de las estaciones limnigráficas y de aforos siguientes: río Salado en un sitio más apropiado que el anterior; río Coca DJ Salado con desplazamiento del limnigrafo en la orilla derecha y más aguas abajo; en la quebrada Granadillas en correspondencia con el eje de la presa.
- Intensificación de la frecuencia de los aforos líquidos y de sedimentos sobre todo durante la temporada de aguas altas con particular referencia a la estación de Quijos AJ Bombón y las de nueva instalación en el río Salado y en el sitio de presa de derivación Salado.

16.3 Impacto ambiental

Las principales investigaciones recomendadas para la complementación del estudio de impacto ambiental consisten en lo siguiente:

- Investigaciones sobre las modificaciones ecológicas en el cauce del río Coca con monitoreo del tramo del río comprendido entre el sitio Salado y el Codo Sinclair recopilando informaciones sobre caudales, características fisico-químicas del agua e información biótica con particular atención a los periodos de sequías.
- Observaciones sobre la apariencia física de la cascada con relativa documentación topográfica sobre todo durante los periodos de sequías.
- De ser posible, instalaciones de estaciones hidrométricas en los principales tributarios del río Coca entre el sitio Salado y la cascada San Rafael (ríos Malo, Marker y Reventador).
- Investigaciones sobre las especies vulnerables (grandes mamíferos) existentes en el área de la meseta.
- Investigaciones en la cuenca del río Machacuyacu con el propósito de determinar el equilibrio biológico existente y compararlo con aquél de la meseta.

Además de estas investigaciones se prevén para esta área, varias actividades adicionales de estudio, según lo que se indica en el numeral 1.10 del Tomo II del Anexo C del presente informe.

16.4 Geología

16.4.1 Embalse compensador En el curso del levantamiento del embalse y de la zona de cierre fue observada, en las laderas abruptas de la quebrada Granadillas, la presencia de zonas inestables de roca fracturada y descomprimida y de bloques aislados por diaclasas sub-verticales en condiciones de colapso potencial. Evidencias de des-

prendimientos recientes fueron observadas también en varios lugares al fondo de la quebrada.

En vista de las modalidades de ejercicio del embalse, con amplias y continuas excursiones del nivel, se considera que la estabilidad de las laderas representa un aspecto muy importante que deberá ser cuidadosamente evaluado para definir los tratamientos a ser adoptados durante la etapa de construcción.

En la actualidad, el reconocimiento de las inestabilidades potenciales existentes resulta ser bastante difícil por la presencia de vegetación sobre todas las laderas.

Por lo tanto, será necesario proceder al desbroce total de la parte encañonada de la quebrada, hasta el contacto entre la formación Hollín y la suprayacente formación Napo que evidencia un cambio morfológico muy notorio. Luego se deberá proceder al reconocimiento de todos los sitios inestables y para cada uno de ellos definir los trabajos de estabilización más adecuados.

Todas estas actividades de no ser posible realizarlas durante la etapa de diseño definitivo, tendrán que ser entre las primeras del diseño de construcción.

Otro aspecto que deberá ser reconsiderado es la estanqueidad del vaso, para complementar la información obtenida durante los estudios de factibilidad. Para una evaluación más detallada de las condiciones hidrogeológicas del macizo de la formación Hollín, en el cual estará enclavado el embalse compensador, será necesario perforar dos sondeos de 100-120 m cada uno, ubicados en ambas márgenes hacia la cabecera de la quebrada Granadillas, equipados con piezómetros para medir las variaciones de nivel freático en la formación Hollín, es decir que los tubos piezométricos no deberán alcanzar el contacto con la subyacente formación Misahuallí.

Una vez instalados estos piezómetros serán medidos dos veces por semana, conjuntamente con los piezómetros SC9 y SC10 existentes, por un período de tres meses, aproximadamente, para obtener los datos necesarios para el análisis de estanqueidad del embalse.

En fin, para estudiar las condiciones geomecánicas y estructurales de los estribos de la presa del embalse compensador, será conveniente excavar, en ambas márgenes, dos galerías exploratorias de unos 80 m de longitud ubicadas en el eje de la presa a una cota 8-10 m más alta del fondo de la quebrada.

En consideración de la heterogeneidad areal y vertical que presenta la formación Hollín, se considera que estas investigaciones serán necesarias para el diseño de la pantalla de inyección y drenaje y de la misma presa.

Una vez concluida la excavación de las galerías, después de un detallado mapeo geestructural, serán excavadas, en el interior de las mismas, algunas calicatas de diámetro 1,0 m, en correspondencia de las principales discontinuidades, subverticales o inclinadas, encontradas o, en su defecto, cada 15-20 m a lo largo de las galerías. La profundidad de estas calicatas será hasta encontrar el nivel freático en el macizo. Será conveniente evaluar la oportunidad de ejecutar piques verticales en la clave de las galerías para investigar también el macizo arriba de la cota de las galerías. Estas calicatas y piques sustituirían las perforaciones rotativas cuyos resultados en las areniscas alteradas y friables son bastante dudosos.

La información con un levantamiento muy detallado (escala 1:500) del sitio de implantación de la presa, previo desbroce y limpieza de las laderas para evidenciar la presencia de capas de lutitas o estratos alterados de arenisca.

16.4.2 Tubería de presión La información obtenida de los sondeos perforados para investigar la alternativa de tubería de presión con pozo vertical, ha indicado la presencia en el macizo de la formación Misahualli de zonas homogéneas y macizas alternadas a zonas de litología variable tectonizadas o muy fracturadas.

Para optimizar la ubicación del pozo vertical es, por lo tanto, recomendable realizar en la meseta del sector Codo, en el sector entre el embalse compensador y la parte alta de la margen derecha del río Coca, una o dos perforaciones profundas (hasta unos 500 m) para completar la investigación del macizo mediante correlaciones con los sondeos SCE1 y SCE2 ejecutados durante los estudios de factibilidad.

En esta(s) perforación(es) con recuperación continua de testigos serán realizados ensayos de absorción de agua en tramos de 5 m a lo largo de todo el tramo en la formación Misahualli.

16.4.3 Casa de máquinas La ubicación de la caverna para la casa de máquinas, definida en base a las investigaciones llevadas a cabo hasta la fecha, deberá ser alcanzada prolongando la galería exploratoria GCM1 hasta la abscisa 0+550 m. A partir del tramo recto de la galería, dependiendo de las condiciones estructurales del macizo, serán convenientes dos o tres cruceros en dirección norte y sur, de unos 30 m de longitud cada uno, que reemplazarían las perforaciones rotativas horizontales o inclinadas de difícil ejecución e interpretación. Eventualmente, dos sondeos verticales al fondo de la galería serían recomendables para investigar el macizo hasta la cota de las turbinas.

16.5 Modelos hidráulicos

Las investigaciones sobre modelos hidráulicos tendrán que continuar también durante la fase de diseño definitivo para estudiar en

detalle el conjunto de la obra de toma, el desarenador y su sistema de limpieza.




En principio se está pensando en dos modelos físicos: uno general de todo el conjunto en escala 1:30 y otro de detalle de una sola cámara desarenadora en escala 1:10 ó 1:15.

Mayores detalles a este respecto se incluyen en el Anexo Q de este informe.

PLANOS

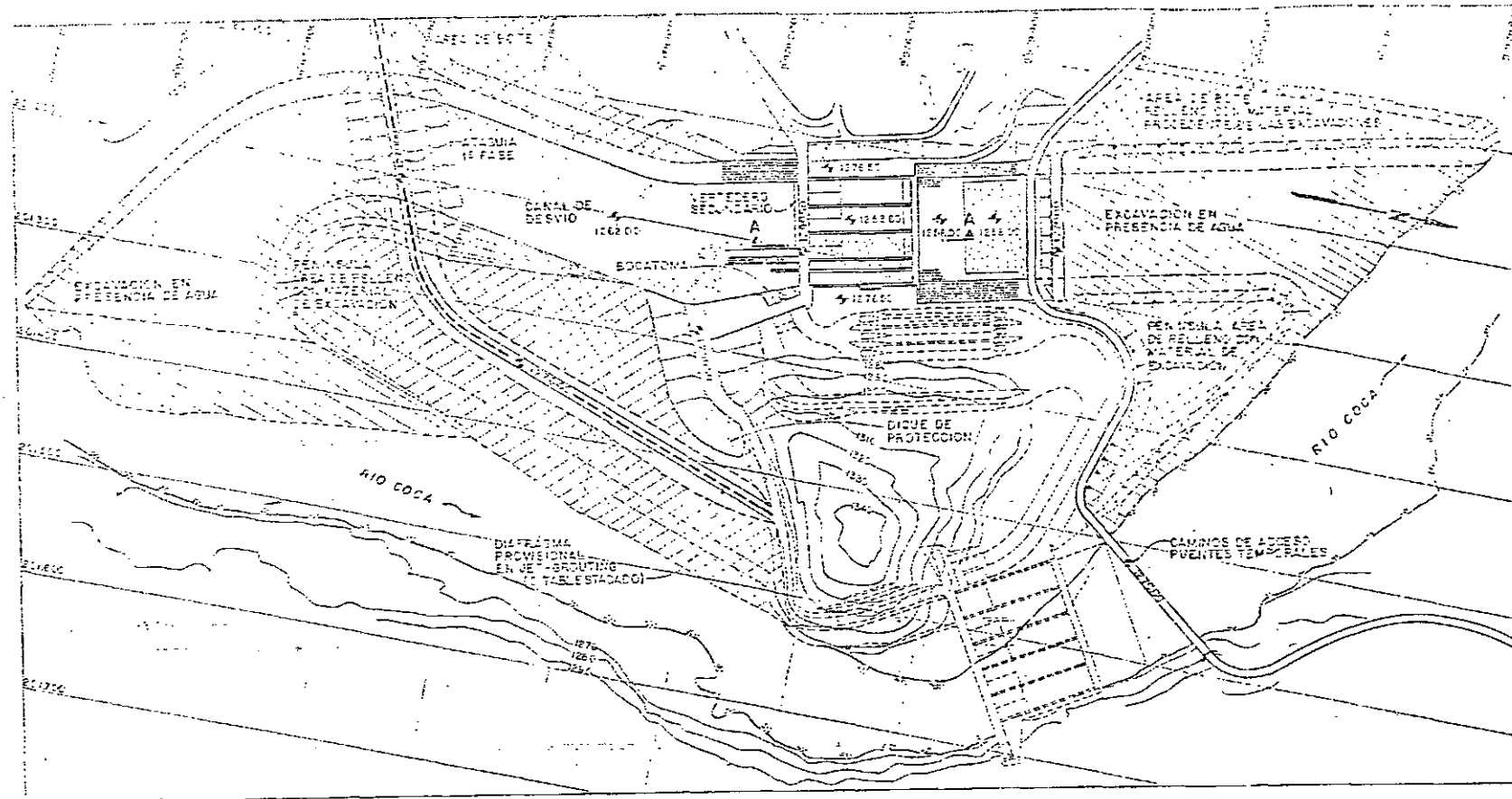
LEYENDA:

▼	FECHA LIMITE
-----	RUTA CRITICA
~~~~~	PERIODO LLUVIOSO
=====	DISEÑO DE LICITACION EJECUTADO
=====	licitacion
=====	GERAS CIVILES
=====	FABRICACION EQUIPO
=====	TRANSPORTE EQUIPO
=====	MONTAJE EQUIPO
=====	PRUEBAS ELECTROMECAICAS
=====	ENTREGA PRIMER GRUPO

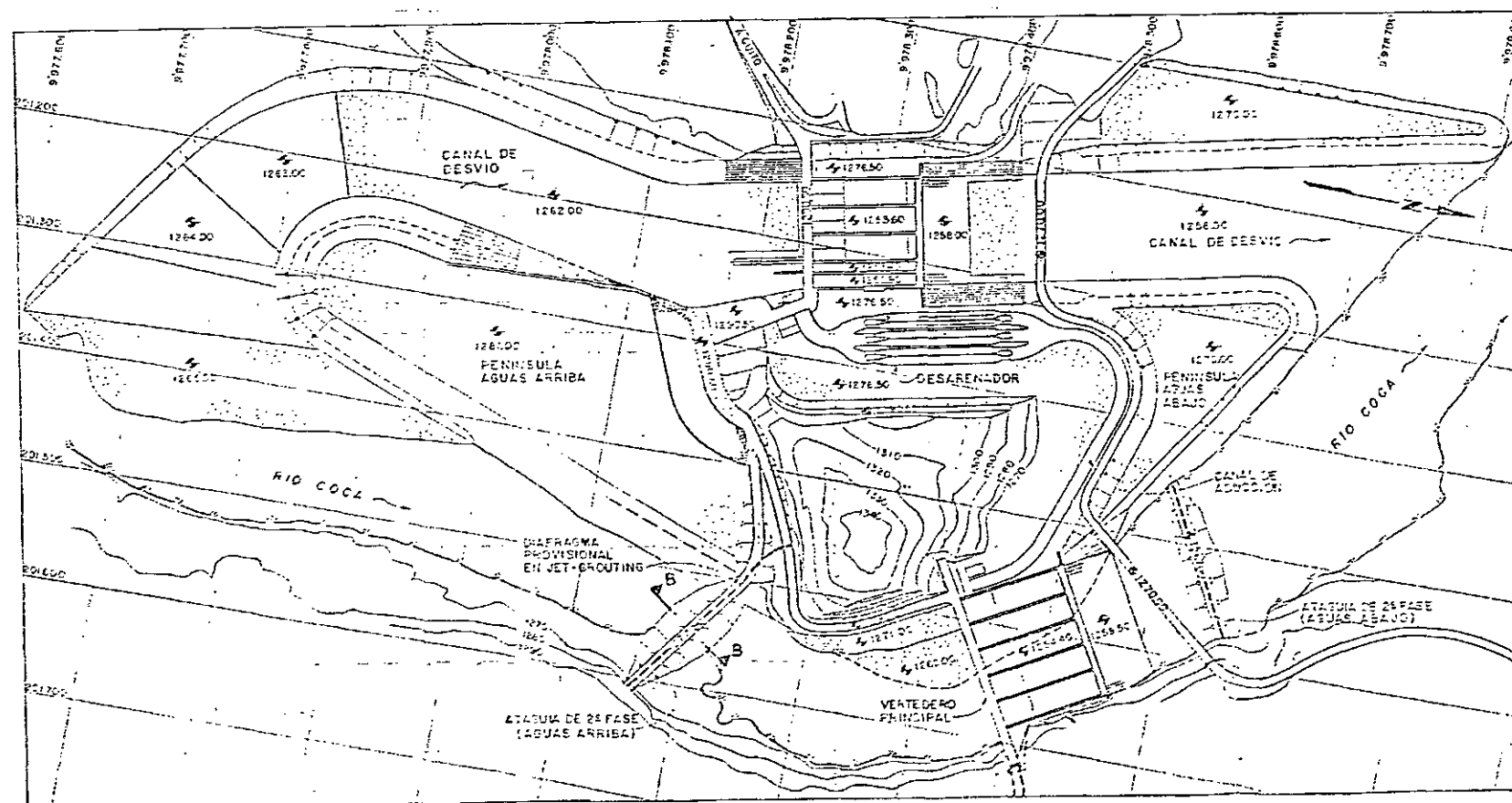
ELECTROCONSULT-TRACCIÓNEL-RODIO ASTEC-INELIN-INSECONSULT-CAMINOS Y CANALES				
 INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR				
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD OBRAS CIVILES Y EQUIPOS ELECTROMECHANICOS CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION				
NOJA DE				ESC
DISEÑADO	A. L. / G. F.			RECOMENDADO
DEBELLADO	M. M. T.			 / /
REVISADO				APROBADO
FECHA	ABRIL / 1992			PER 0209-B-1564



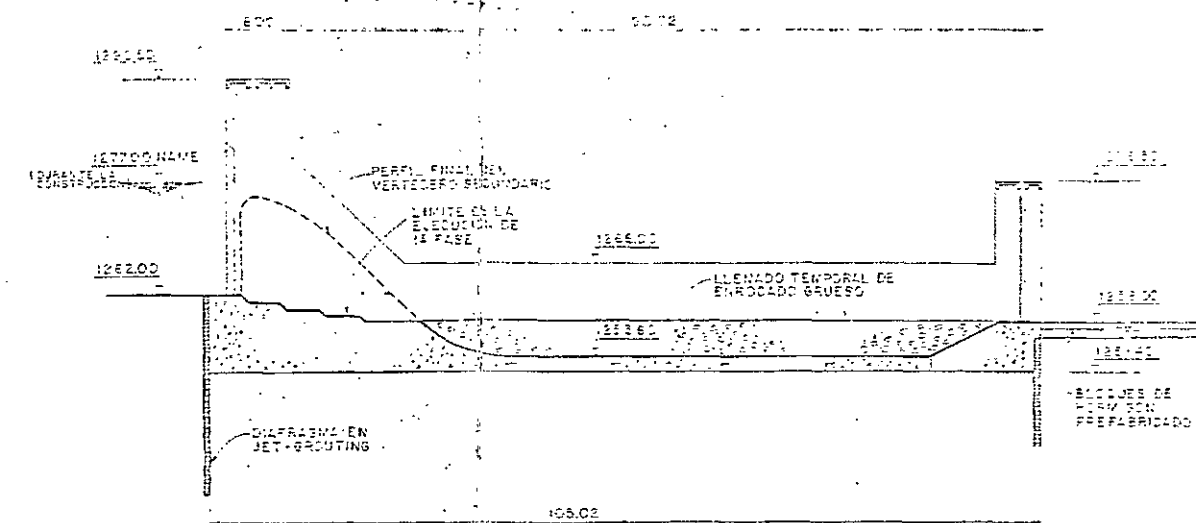
PRIMERA FASE  
CONSTRUCCION DESVIO, ALIVADERO SECUNDARIO Y OBRA DE TINA



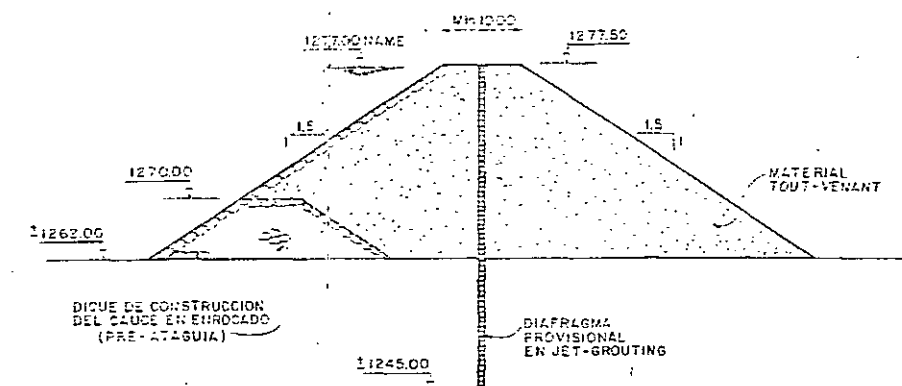
SEGUNDA FASE  
CONSTRUCCION, DESARENADOR ALIVADERO PRINCIPAL



CORTE A-A



CORTE B-B (ATAGUIA DE 2ª FASE)

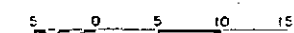


CONSTRUCCION DE PRIMERA FASE

- CANAL DE DESVIO
- VERTEDERO SECUNDARIO (PARCIAL)
- BOCATOMA
- DIQUE DE PROTECCION
- PENINSULAS (PARCIAL)
- ACCESOS TEMPORALES

CONSTRUCCION DE SEGUNDA FASE

- VERTEDERO PRINCIPAL
- DESARENADOR Y CANAL DE ADUCCION
- PENINSULAS (COMPLEMENTO)
- VERTEDERO SECUNDARIO (COMPLEMENTO)
- EVENTUAL DESMANTELAMIENTO ACCESOS TEMPORALES

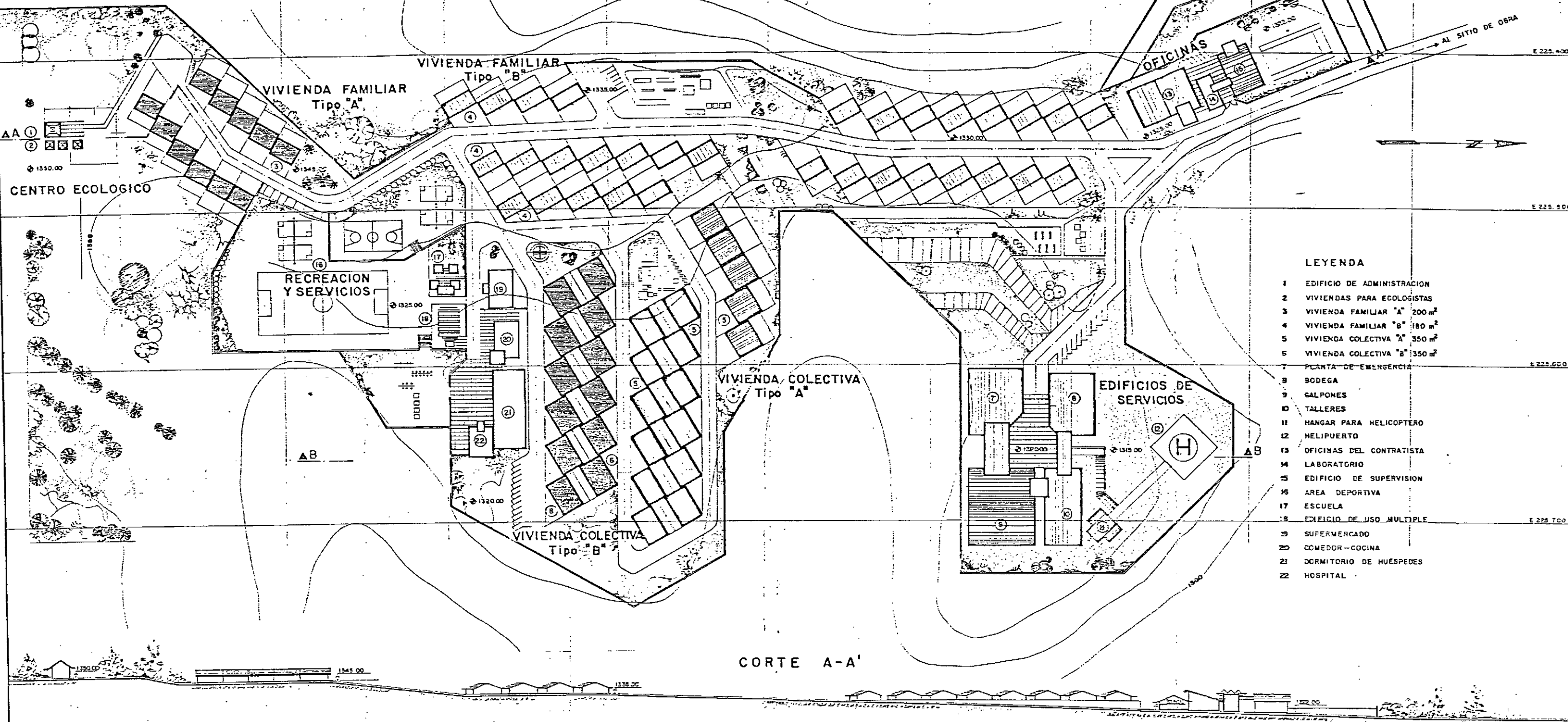


ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMBIOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD			
CAPTACION SALADO MANEJO DEL RIO DURANTE LA CONSTRUCCION PRIMERA Y SEGUNDA FASE			
NO. DE	FECHA	ESTADO	APROBADO
1	1992	REVISADO	APROBADO
2	1992	REVISADO	APROBADO
3	1992	REVISADO	APROBADO
4	1992	REVISADO	APROBADO
5	1992	REVISADO	APROBADO
6	1992	REVISADO	APROBADO
7	1992	REVISADO	APROBADO
8	1992	REVISADO	APROBADO
9	1992	REVISADO	APROBADO
10	1992	REVISADO	APROBADO
11	1992	REVISADO	APROBADO
12	1992	REVISADO	APROBADO
13	1992	REVISADO	APROBADO
14	1992	REVISADO	APROBADO
15	1992	REVISADO	APROBADO
16	1992	REVISADO	APROBADO
17	1992	REVISADO	APROBADO
18	1992	REVISADO	APROBADO
19	1992	REVISADO	APROBADO
20	1992	REVISADO	APROBADO
21	1992	REVISADO	APROBADO
22	1992	REVISADO	APROBADO
23	1992	REVISADO	APROBADO
24	1992	REVISADO	APROBADO
25	1992	REVISADO	APROBADO
26	1992	REVISADO	APROBADO
27	1992	REVISADO	APROBADO
28	1992	REVISADO	APROBADO
29	1992	REVISADO	APROBADO
30	1992	REVISADO	APROBADO
31	1992	REVISADO	APROBADO
32	1992	REVISADO	APROBADO
33	1992	REVISADO	APROBADO
34	1992	REVISADO	APROBADO
35	1992	REVISADO	APROBADO
36	1992	REVISADO	APROBADO
37	1992	REVISADO	APROBADO
38	1992	REVISADO	APROBADO
39	1992	REVISADO	APROBADO
40	1992	REVISADO	APROBADO
41	1992	REVISADO	APROBADO
42	1992	REVISADO	APROBADO
43	1992	REVISADO	APROBADO
44	1992	REVISADO	APROBADO
45	1992	REVISADO	APROBADO
46	1992	REVISADO	APROBADO
47	1992	REVISADO	APROBADO
48	1992	REVISADO	APROBADO
49	1992	REVISADO	APROBADO
50	1992	REVISADO	APROBADO
51	1992	REVISADO	APROBADO
52	1992	REVISADO	APROBADO
53	1992	REVISADO	APROBADO
54	1992	REVISADO	APROBADO
55	1992	REVISADO	APROBADO
56	1992	REVISADO	APROBADO
57	1992	REVISADO	APROBADO
58	1992	REVISADO	APROBADO
59	1992	REVISADO	APROBADO
60	1992	REVISADO	APROBADO
61	1992	REVISADO	APROBADO
62	1992	REVISADO	APROBADO
63	1992	REVISADO	APROBADO
64	1992	REVISADO	APROBADO
65	1992	REVISADO	APROBADO
66	1992	REVISADO	APROBADO
67	1992	REVISADO	APROBADO
68	1992	REVISADO	APROBADO
69	1992	REVISADO	APROBADO
70	1992	REVISADO	APROBADO
71	1992	REVISADO	APROBADO
72	1992	REVISADO	APROBADO
73	1992	REVISADO	APROBADO
74	1992	REVISADO	APROBADO
75	1992	REVISADO	APROBADO
76	1992	REVISADO	APROBADO
77	1992	REVISADO	APROBADO
78	1992	REVISADO	APROBADO
79	1992	REVISADO	APROBADO
80	1992	REVISADO	APROBADO
81	1992	REVISADO	APROBADO
82	1992	REVISADO	APROBADO
83	1992	REVISADO	APROBADO
84	1992	REVISADO	APROBADO
85	1992	REVISADO	APROBADO
86	1992	REVISADO	APROBADO
87	1992	REVISADO	APROBADO
88	1992	REVISADO	APROBADO
89	1992	REVISADO	APROBADO
90	1992	REVISADO	APROBADO
91	1992	REVISADO	APROBADO
92	1992	REVISADO	APROBADO
93	1992	REVISADO	APROBADO
94	1992	REVISADO	APROBADO
95	1992	REVISADO	APROBADO
96	1992	REVISADO	APROBADO
97	1992	REVISADO	APROBADO
98	1992	REVISADO	APROBADO
99	1992	REVISADO	APROBADO
100	1992	REVISADO	APROBADO



# PLANTA

ESC. 1:0 = 1:0 20 30 40 50



## LEYENDA

- 1 EDIFICIO DE ADMINISTRACION
- 2 VIVIENDAS PARA ECOLOGISTAS
- 3 VIVIENDA FAMILIAR "A" 200 m²
- 4 VIVIENDA FAMILIAR "B" 180 m²
- 5 VIVIENDA COLECTIVA "A" 350 m²
- 6 VIVIENDA COLECTIVA "B" 350 m²
- 7 PLANTA DE EMERGENCIA
- 8 BODEGA
- 9 GALPONES
- 10 TALLERES
- 11 HANGAR PARA HELICOPTERO
- 12 HELIPUERTO
- 13 OFICINAS DEL CONTRATISTA
- 14 LABORATORIO
- 15 EDIFICIO DE SUPERVISION
- 16 AREA DEPORTIVA
- 17 ESCUELA
- 18 EDIFICIO DE USO MULTIPLE
- 19 SUPERMERCADO
- 20 COMEDOR-COCINA
- 21 DORMITORIO DE HUESPEDES
- 22 HOSPITAL

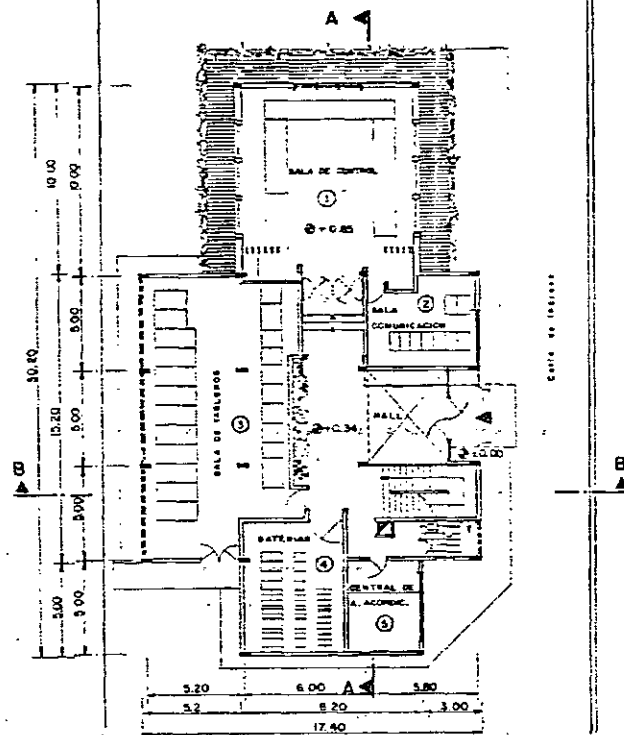
CORTE A-A'

CORTE B-B'

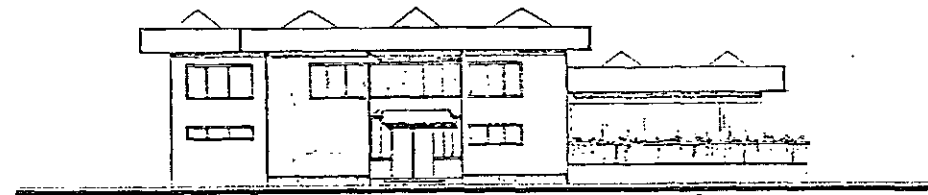
ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INSECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO MICROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE			
CONSTRUCCION DE OBRAS			
CAMPAMENTO PRINCIPAL			
PLANTA-CORTES			
HOJA 1 DE 1			
DISENADO	C.V.	REVISADO	EST.
DISENADO	C.V.	REVISADO	EST.
REVISADO	EST.	APROBADO	EST.
FECHA	AERIL - 1992		REF. 0209-B-1562



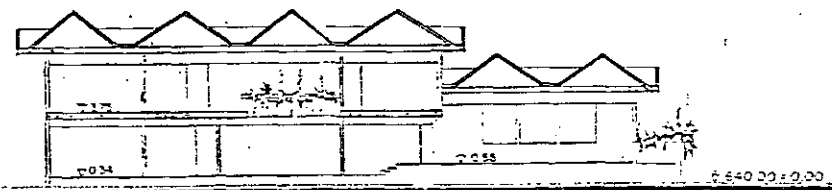
PLANTA BAJA



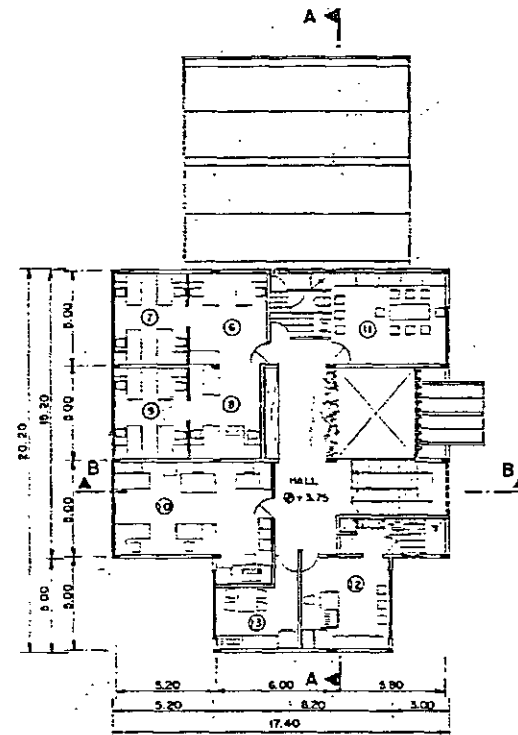
FACHADA PRINCIPAL



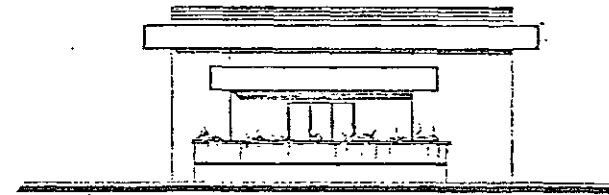
CORTE A-A'



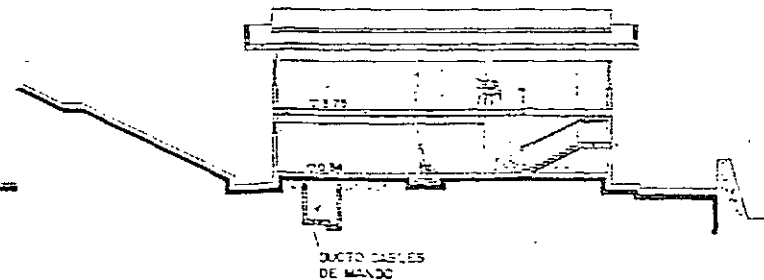
PLANTA ALTA



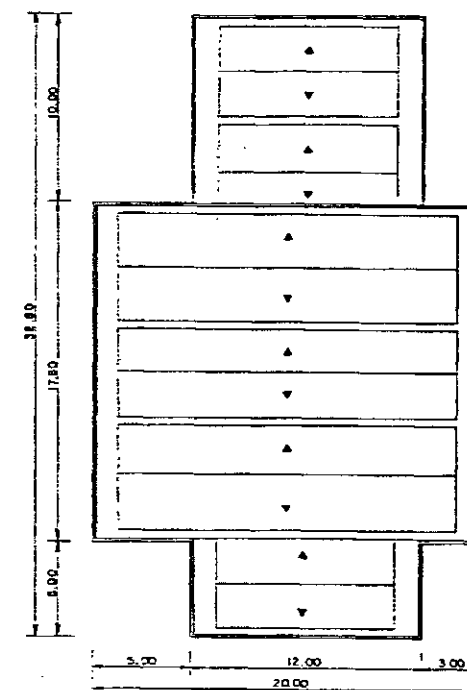
FACHADA LATERAL



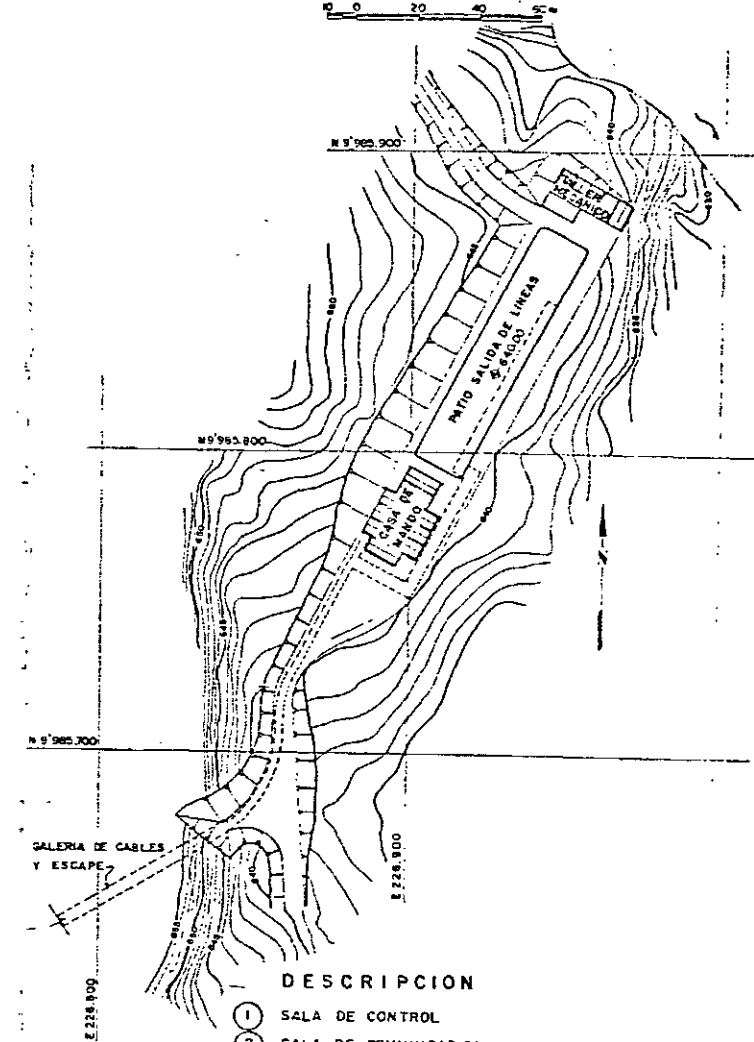
CORTE B-B'



PLANTA DE CUBIERTAS



IMPLANTACION



DESCRIPCION

- 1 SALA DE CONTROL
- 2 SALA DE COMUNICACION
- 3 SALA DE TABLEROS
- 4 CUARTO DE BATERIAS
- 5 CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO
- 6 SEGURIDAD INDUSTRIAL
- 7 MANTENIMIENTO MECANICO
- 8 MANTENIMIENTO CIVIL
- 9 MANTENIMIENTO ELECTRICO-ELECTRONICO
- 10 OPERACION Y COMPUTO
- 11 BIBLIOTECA - AULA
- 12 SECRETARIA
- 13 CAFETERIA

ESC 1 0 1 2 3 4 5 m

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO  
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION  
QUITO - ECUADOR

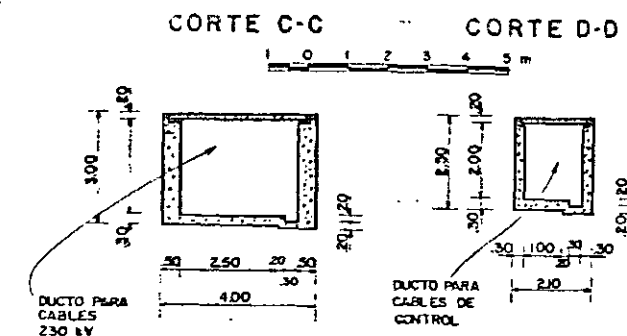
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

CASA DE MANDO  
PLANTAS - FACHADAS - CORTES

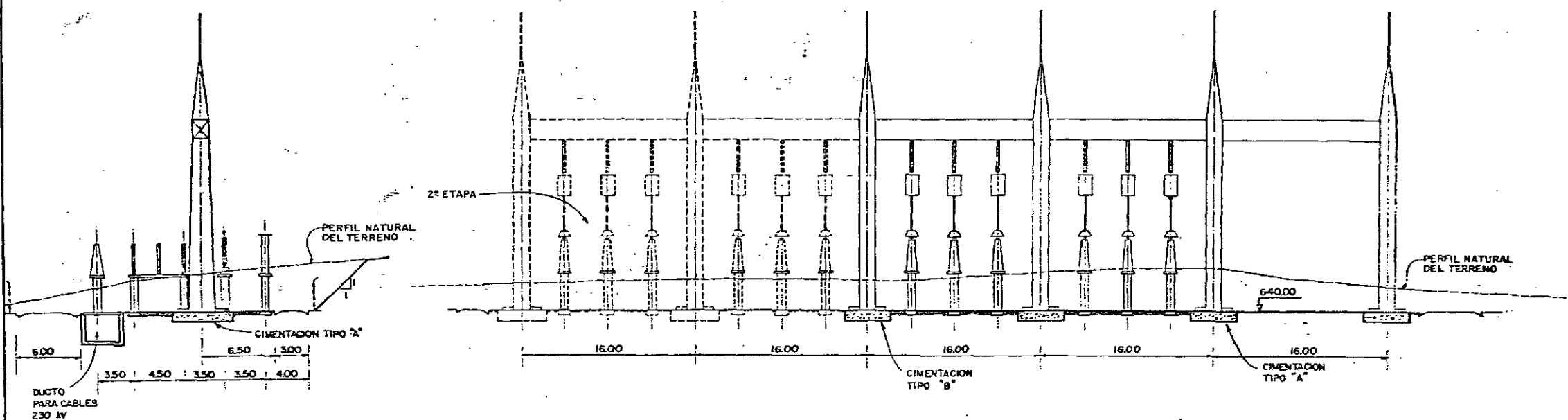
ELABORADO	C.V.	REVISADO	C.V.
DISEÑADO	C.V.	APROBADO	
FECHA	ABRIL 1992	REF	0209-B-1561



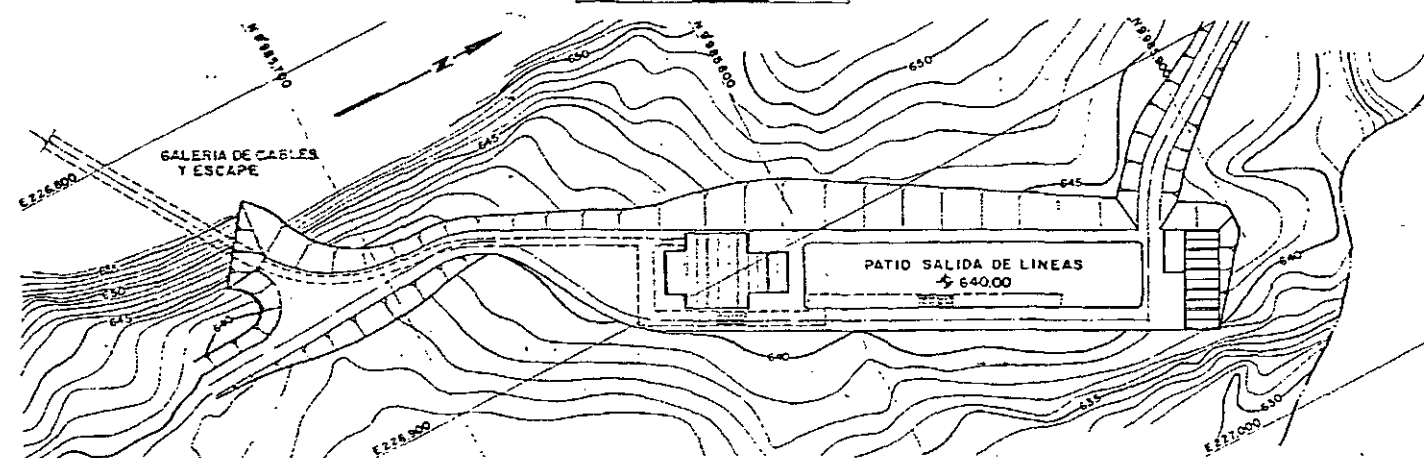
## A



CORTE B-B



A horizontal scale bar with markings at 10, 0, 20, 40, and 60 m.

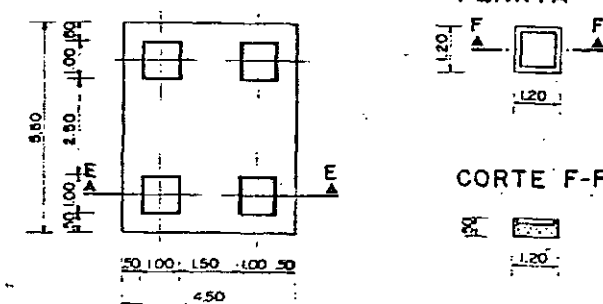


TIPO "A"

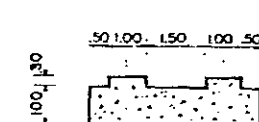
TIPO "B"


PLANTA

PLANTA

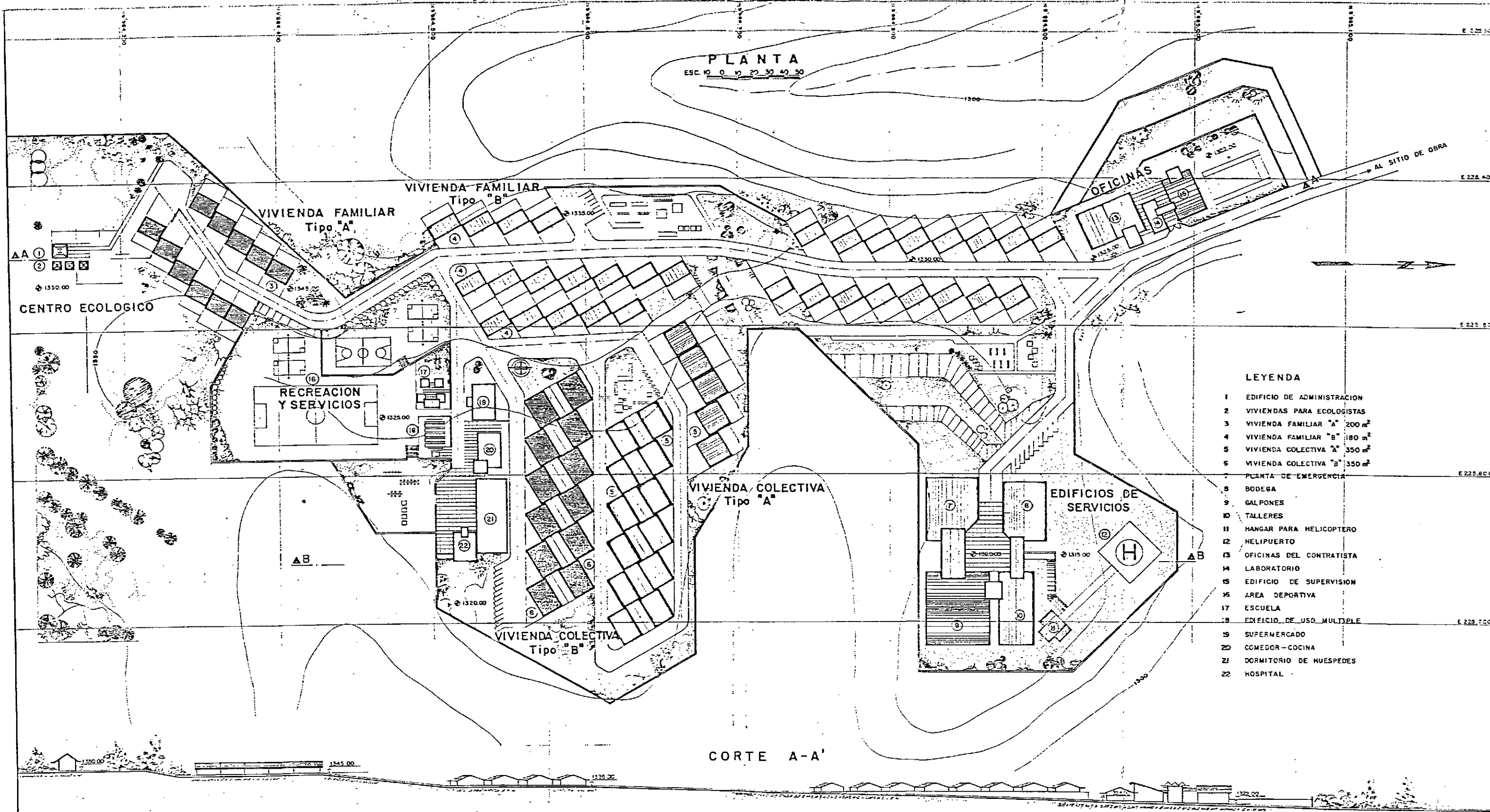


CORTE E-E



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-MOYUO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD			
OBRAS DE GENERACION PATIO DE SALIDAS LINEAS PLANIMETRIA - CORTES Y DETALLES			
USUARIO DE		ESC	
DESIGNADO	G.F.	RECOMENDADO	<i>Pm</i>
DESIGNADO	G.M.	APROBADO	
REVISADO	<i>h</i>	APROBADO	
FECHA	ABRIL - 1992	REF	0209 - 8 - 1560





PLANTA  
ESC. 1:0 0 10 20 30 40 50

LEYENDA

- 1 EDIFICIO DE ADMINISTRACION
- 2 VIVIENDAS PARA ECOLOGISTAS
- 3 VIVIENDA FAMILIAR "A" 200 m²
- 4 VIVIENDA FAMILIAR "B" 180 m²
- 5 VIVIENDA COLECTIVA "A" 350 m²
- 6 VIVIENDA COLECTIVA "B" 350 m²
- 7 PLANTA DE EMERGENCIA
- 8 BODEGA
- 9 GALPONES
- 10 TALLERES
- 11 HANGAR PARA HELICOPTERO
- 12 HELIPUERTO
- 13 OFICINAS DEL CONTRATISTA
- 14 LABORATORIO
- 15 EDIFICIO DE SUPERVISION
- 16 AREA DEPORTIVA
- 17 ESCUELA
- 18 EDIFICIO DE USO MULTIPLE
- 19 SUPERMERCADO
- 20 COMEDOR-COCINA
- 21 DORMITORIO DE HUESPEDES
- 22 HOSPITAL

CORTE A-A'




CORTE B-B'

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO MICROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE			
CONSTRUCCION DE OBRAS			
CAMPAMENTO PRINCIPAL			
PLANTA-CORTES			
HOJA 1 DE 1			
ELABORADO	C.V.	REVISADO	C.V.
ELABORADO	C.V.	REVISADO	C.V.
ELABORADO	C.V.	REVISADO	C.V.
FECHA	ABRIL - 1992	NO. 0209-B-1562	

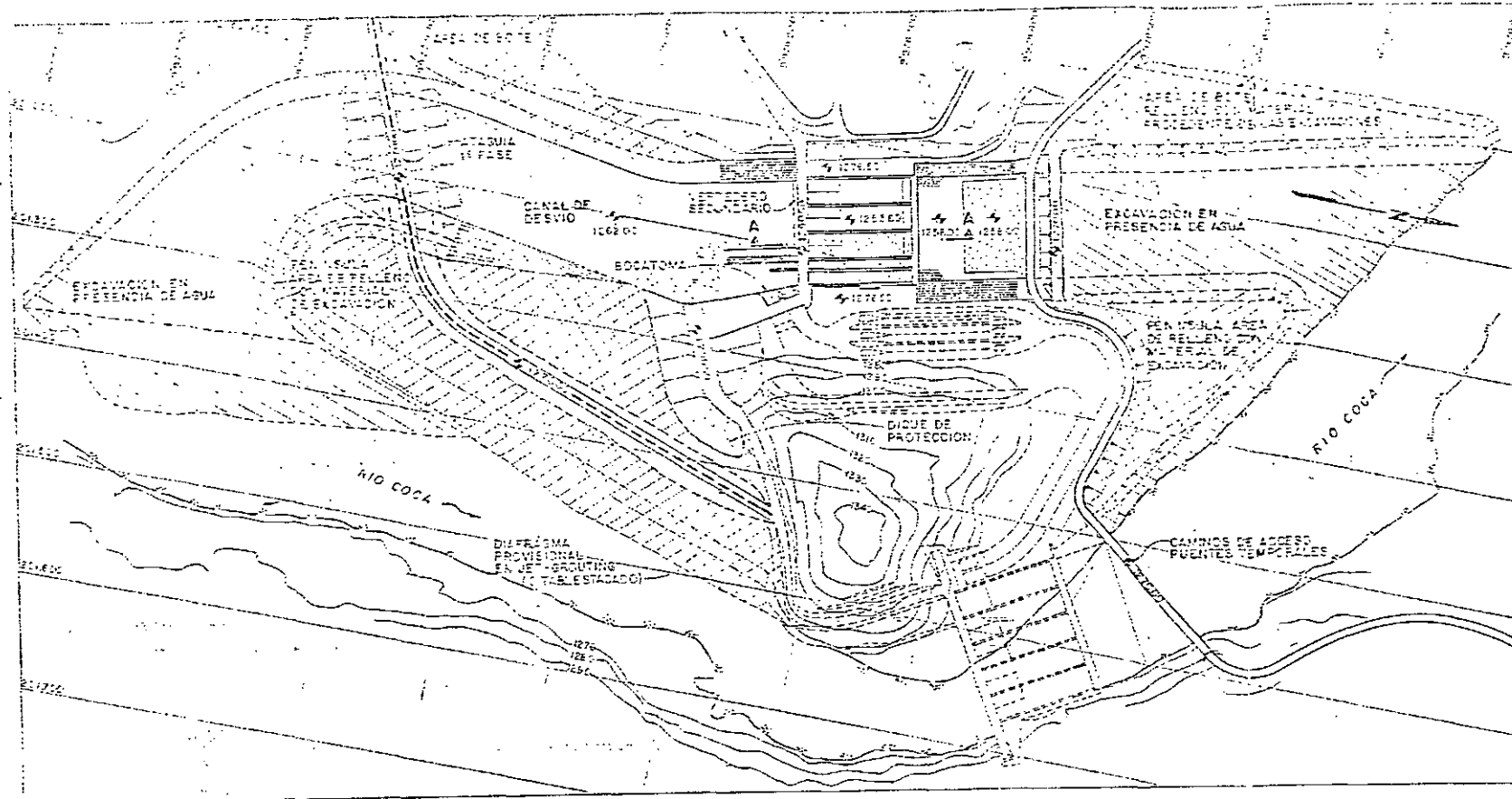


LEYENDA:

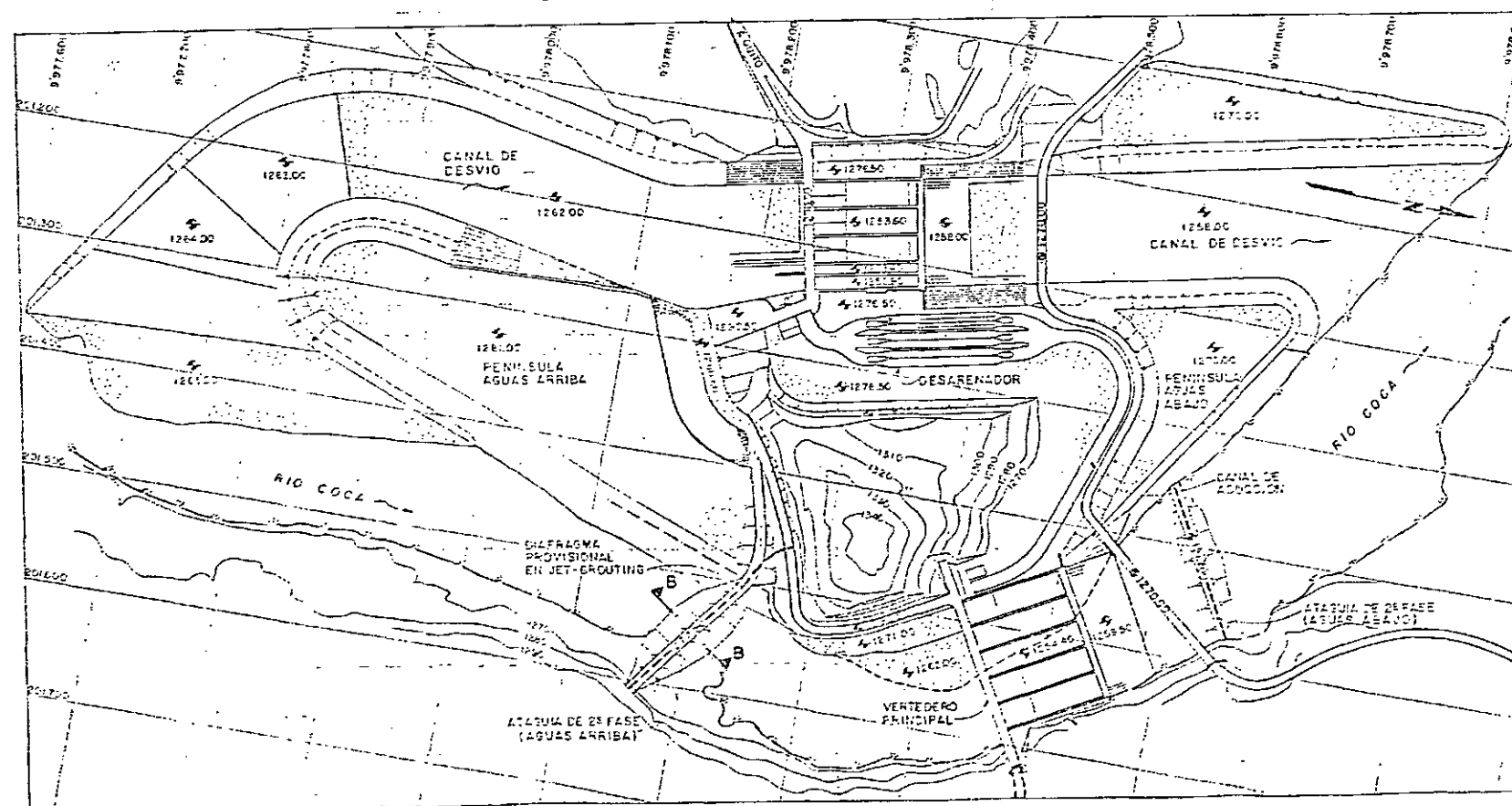
▼	FECHA LIMITE
-----	ROUTE CRITICA
~~~~~	PERIODO LLOVIOSO
=====	DISEÑO DE LICITACION - EJECUTADO
=====	LICITACION
=====	OBRAS CIVILES
=====	FABRICACION EQUIPO
=====	TRANSPORTE EQUIPO
=====	MONTAJE EQUIPO
=====	PRUEBAS ELECTROMECANICAS
=====	ENTREGA PRIMER GRUPO

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RADIO ASTEC-INELIN-INSECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
 INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD OBRAS CIVILES Y EQUIPOS ELECTROMECHANICOS CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION			
NOSE DE _____ ESC _____			
DELEGADO	A. C. / G. F.		RECOMENDADO
CHABLADE	W. I.		
REVISADO			APROBADO
FECHA	ABRIL / 1982		REF 0209-B-1564

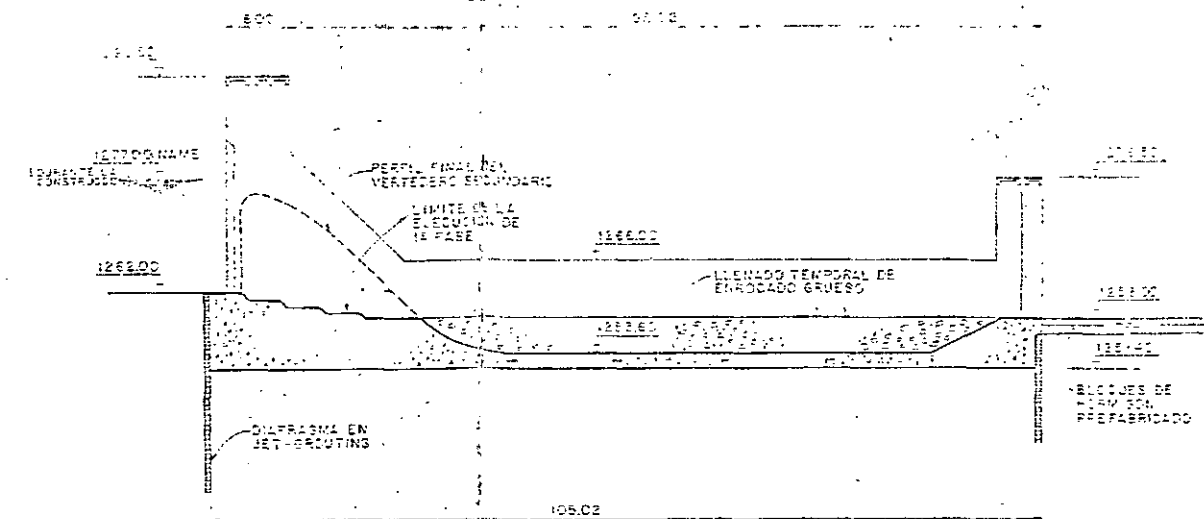
PRIMERA FASE
CONSTRUCCION DESVIO, ALIVADERO SECUNDARIO Y OBRA DE TERCERA



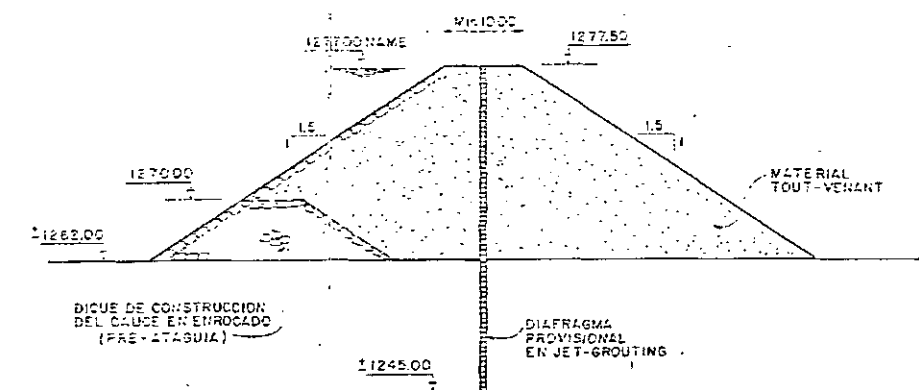
SEGUNDA FASE
CONSTRUCCION, DESARENADOR ALIVADERO PRINCIPAL



CORTE A-A



CORTE B-B (ATAGUIA DE 2ª FASE)



CONSTRUCCION DE PRIMERA FASE

- CANAL DE DESVIO
- VERTEDERO SECUNDARIO (PARCIAL)
- BOCATOMA
- DIQUE DE PROTECCION
- PENINSULAS (PARCIAL)
- ACCESOS TEMPORALES

CONSTRUCCION DE SEGUNDA FASE

- VERTEDERO PRINCIPAL
- DESARENADOR Y CANAL DE ADUCCION
- PENINSULAS (COMPLEMENTO)
- VERTEDERO SECUNDARIO (COMPLEMENTO)
- EVENTUAL DESMANTELAMIENTO ACCESOS TEMPORALES

5 0 5 10 15 m

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INSECONSULT-CAMINOS Y CAVALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

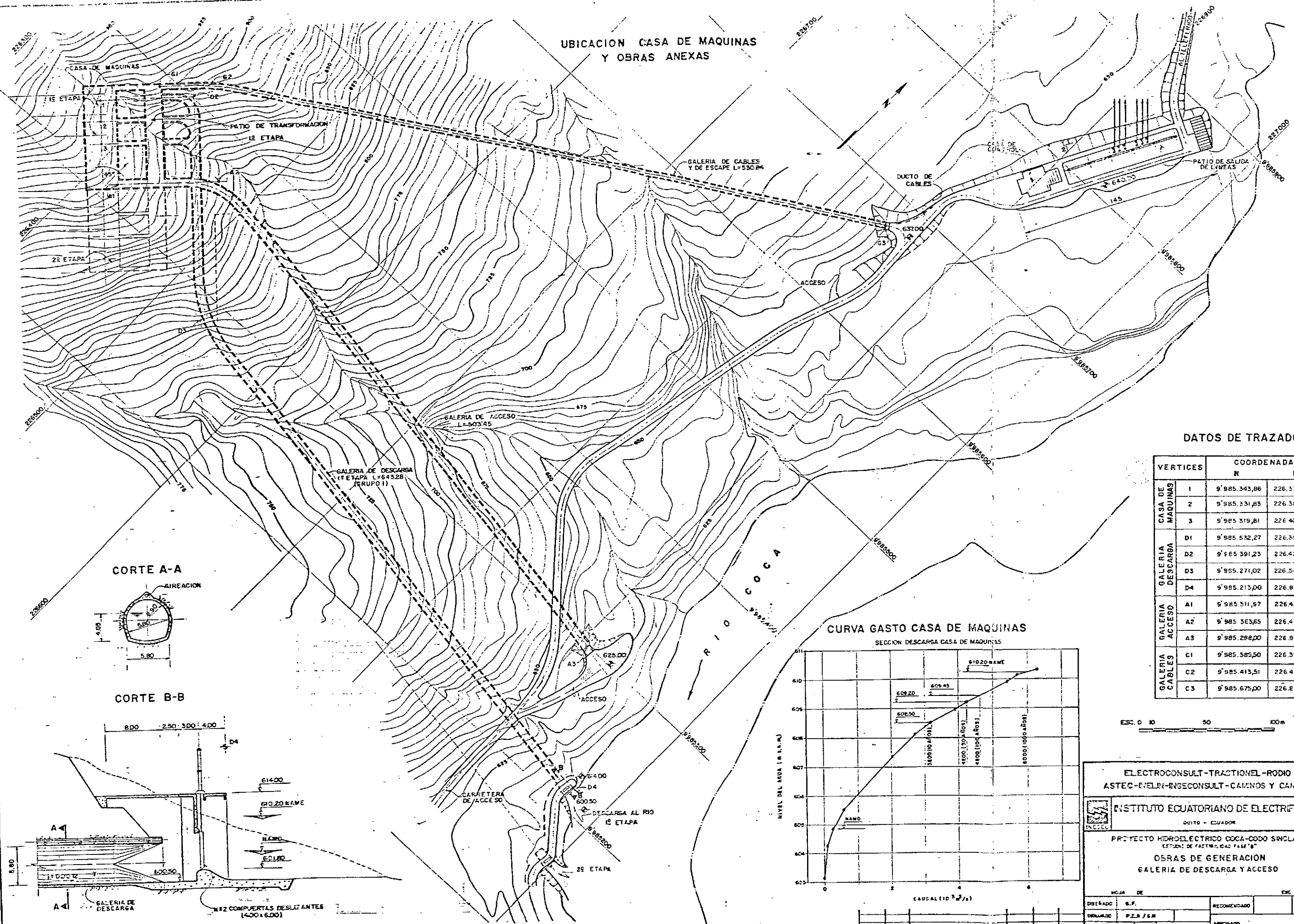
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

CAPTACION SALADO
MANEJO DEL RIO DURANTE LA CONSTRUCCION
PRIMERA Y SEGUNDA FASE

FECHA DE: 1992
DISEÑADO: S.F.
REVISADO: S.M.
APROBADO: S.M.
FECHA: ABRIL-1992
Nº 0209-8-1563

PLANOS

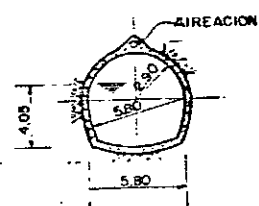
UBICACION CASA DE MAQUINAS Y OBRAS ANEXAS



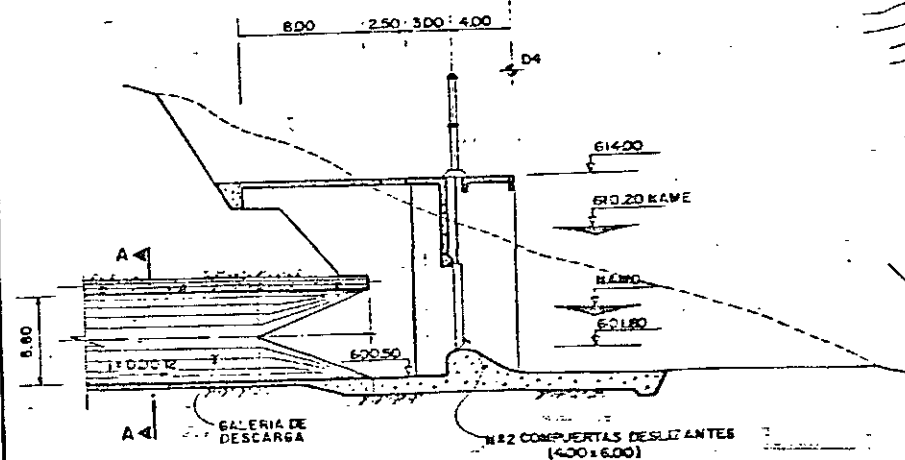
DATOS DE TRAZADO

VERTICES	COORDENADAS	
	N	E
CASA DE MAQUINAS	1	9° 58' 34.86", 226° 37' 47"
	2	9° 58' 31.83", 226° 38' 49"
	3	9° 58' 31.81", 226° 40' 51"
GALERIA DE DESCARGA	D1	9° 58' 53.27", 226° 35' 48"
	D2	9° 58' 39.23", 226° 42' 55"
	D3	9° 58' 27.02", 226° 54' 25"
	D4	9° 58' 21.00", 226° 56' 00"
GALERIA DE ACCESO	A1	9° 58' 31.97", 226° 42' 15"
	A2	9° 58' 36.65", 226° 47' 68"
	A3	9° 58' 29.00", 226° 50' 00"
GALERIA DE CABLES	C1	9° 58' 38.50", 226° 39' 03"
	C2	9° 58' 41.51", 226° 42' 03"
	C3	9° 58' 67.00", 226° 44' 00"

CORTE A-A

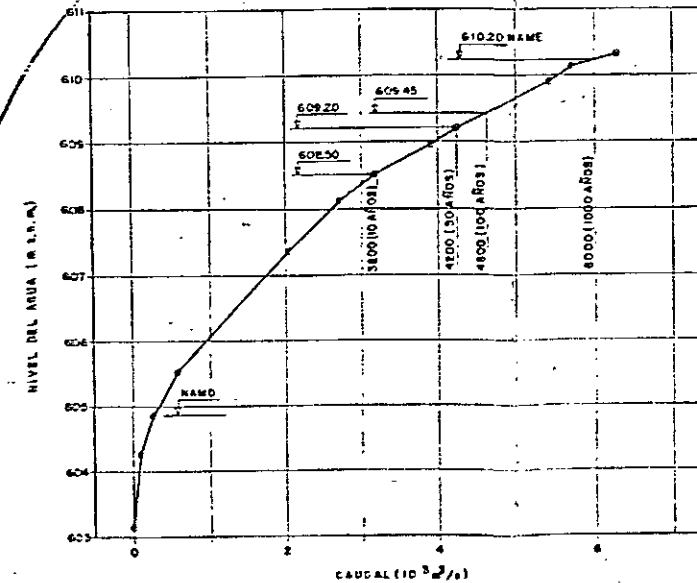


CORTE B-B



CURVA GASTO CASA DE MAQUINAS

SECCION DESCARGA CASA DE MAQUINAS



ES 0 10 50 100m

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-EVELIN-RIECONSULT-CAMPOS Y CANALES

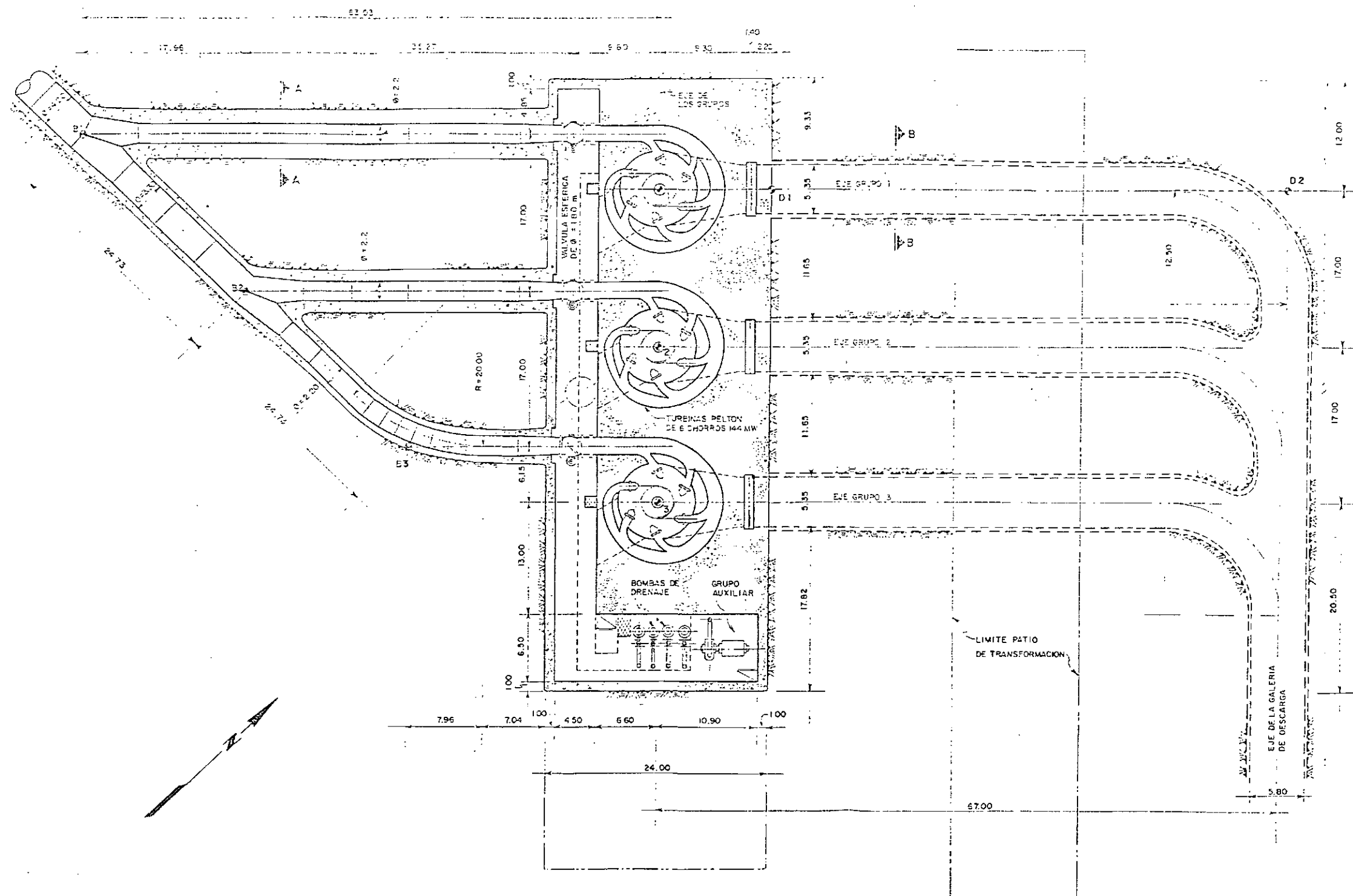
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

OBRAS DE GENERACION
GALERIA DE DESCARGA Y ACCESO

NO. DE	DE	ENC.
DISEÑADO	E.F.	RECOMENDADO
DISEÑADO	P.L.B. / G.M.	APROBADO
REVISADO		
FECHA	ABRIL - 1982	REF 0209-B-1559

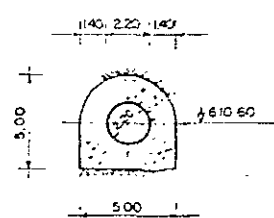
CORTE HORIZONTAL A COTA 610.60



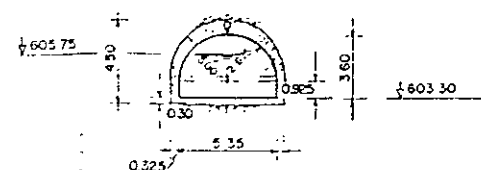
DATOS DE TRAZADO

VERTICES		COORDENADAS	
		N	E
TURBINA	B 1	5'985.303.43	226.327.15
	B 2	5'985.304.32	226.312.27
	B 3	5'985.304.01	226.377.00
CASA MAQUINAS	1	5'985.343.66	226.376.47
	2	5'985.331.82	226.369.45
	3	5'985.315.67	226.400.51
DESCARGA	D 1	5'985.632.27	226.384.66
	D 2	5'985.351.23	226.422.65

CORTE A-A



CORTE B-B
(DESCARGA GRUPO)



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

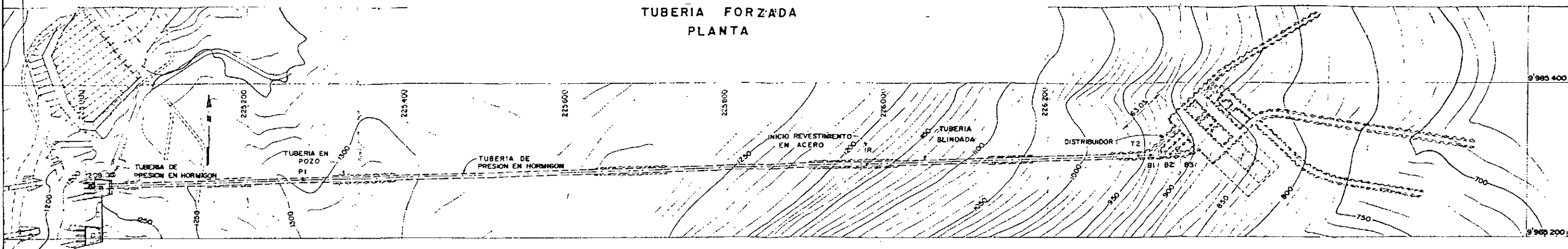
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
OBRAS DE GENERACION
CASA DE MAQUINAS
PLANTA EN EJE TURBINAS

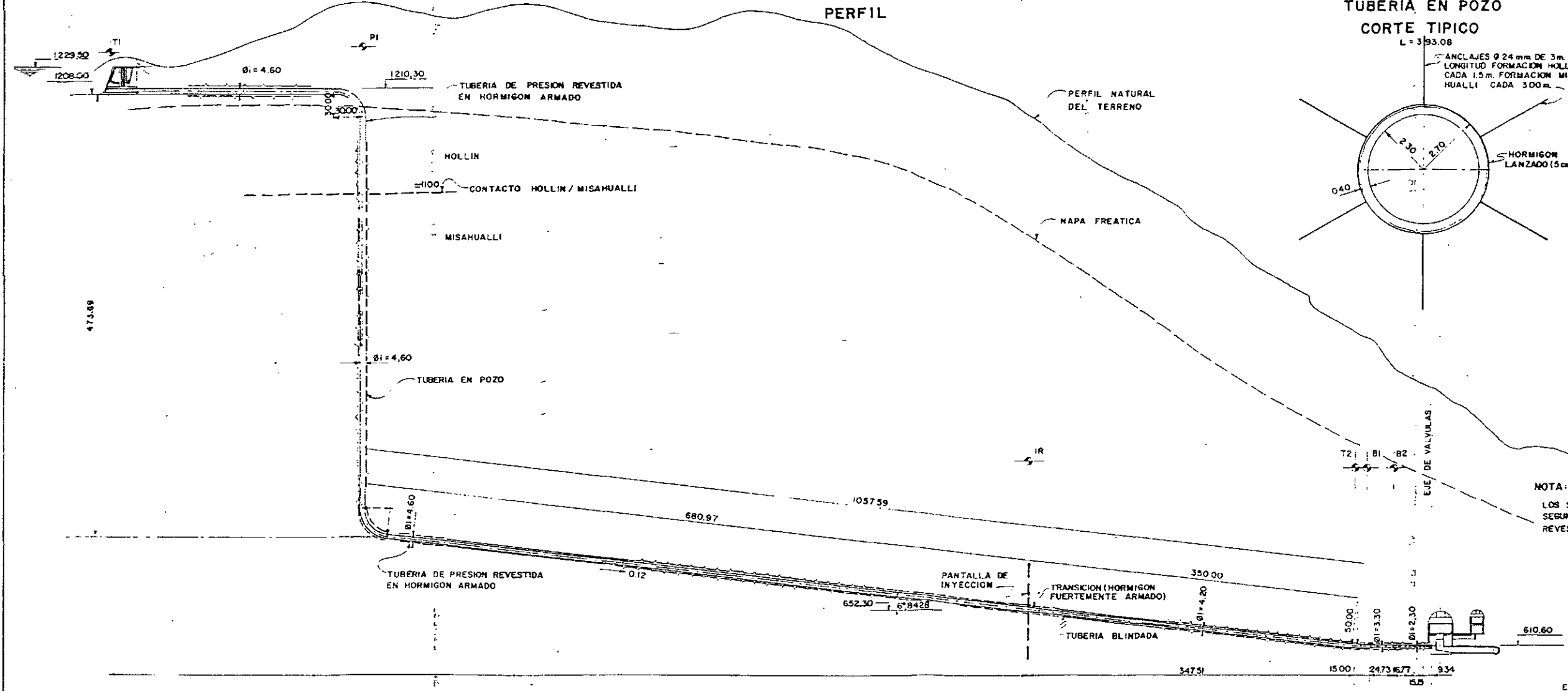
HOJA DE 15

DISEÑADO: G. F.
 DIBUJADO: H. F.
 REVISADO: J.
 FECHA: ABRIL - 1992
 RECOMENDADO: [Signature]
 APROBADO:
 REF: 0209-B-1557

TUBERIA FORZADA PLANTA



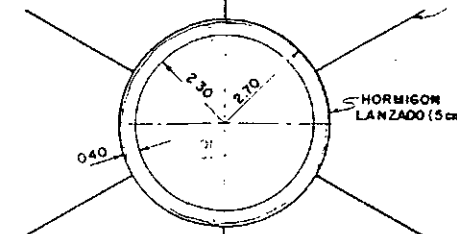
PERFIL



TUBERIA EN POZO CORTE TÍPICO

L = 3.93.08

ANCLAJES Ø 24 mm DE 3m. DE LONGITUD FORMACION HOLLIN CADA 1.5 m. FORMACION MISA HUALLI CADA 3.00 m.



DATOS DE TRAZADO

VERTICES	COORDENADAS	
	N	E
T1	9'985.267.00	225.003.00
P1	9'985.274.19	225.262.90
T2	9'985.303.22	226.312.55
B1	9'985.303.63	226.327.55
B2	9'985.304.32	226.352.27
B3	9'985.305.00	226.377.00

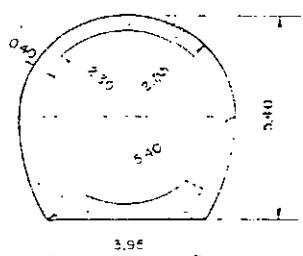
NOTA:

LOS SOPORTES DE EXCAVACION DEL TRAMO BLINDADO VARIAN SEGUN EL TIPO DE ROCA Y SON LOS MISMOS DEL TRAMO REVESTIDO EN HORMIGON

ESC. 50 0 50 100 150 200m

ROCA TIPO "A"

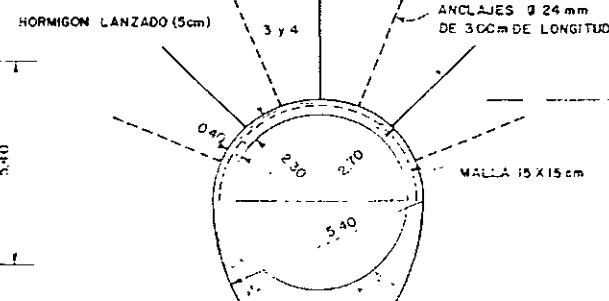
L = 590.00 m.



TRAMO REVESTIDO EN HORMIGON - CORTES TÍPICOS

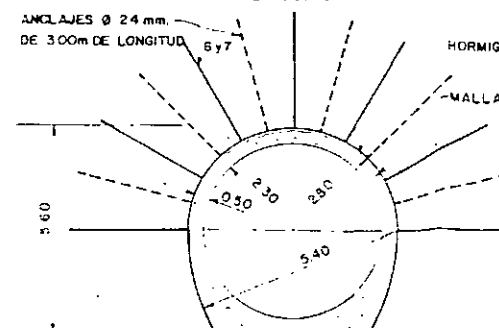
ROCA TIPO "B"

L = 307.65 m



ROCA TIPO "C"

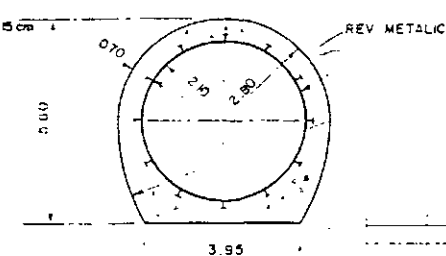
L = 80.42 m



TRAMO BLINDADO

CORTE TÍPICO

L = 350.00 m



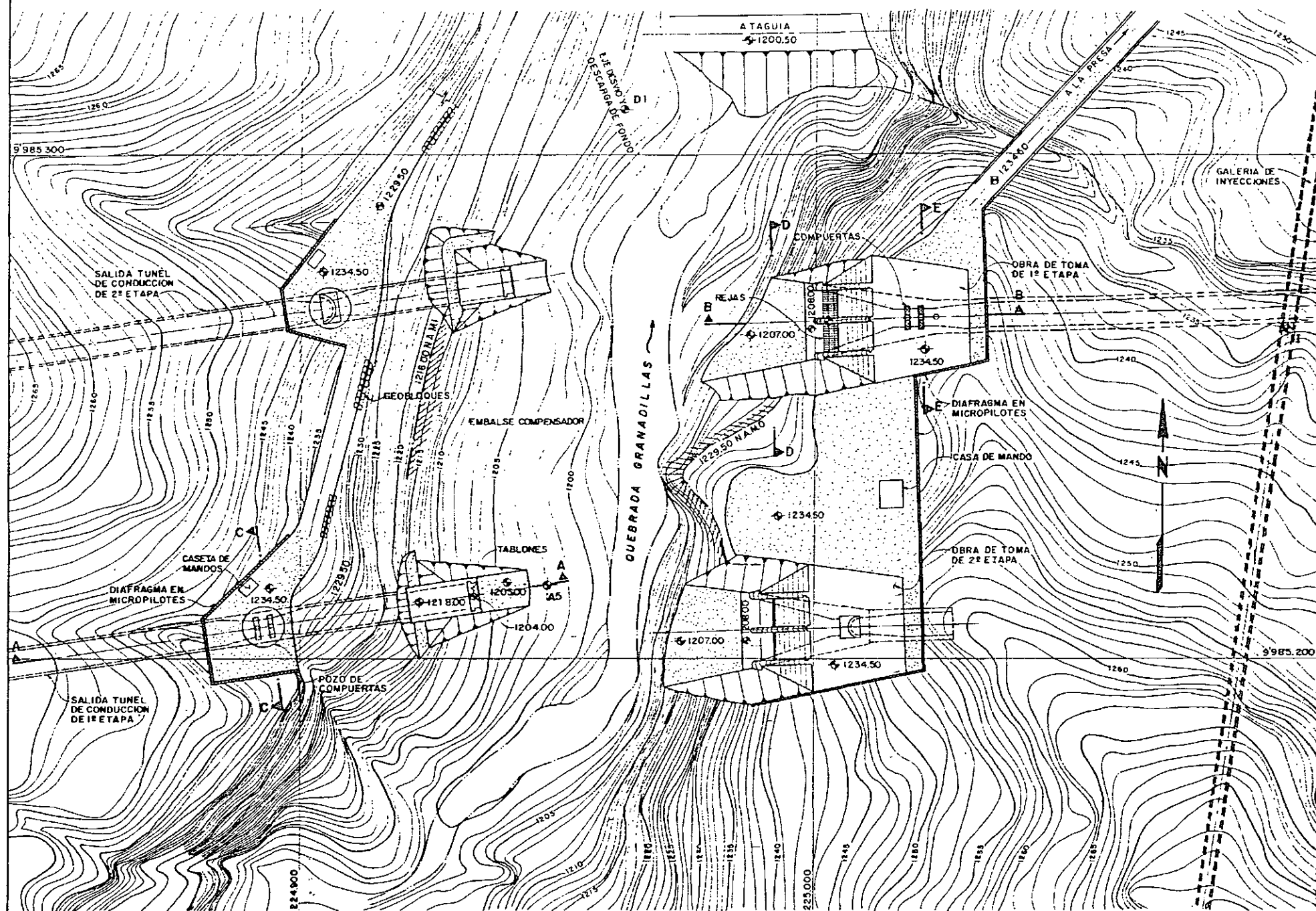
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
1070 - ECUADOR

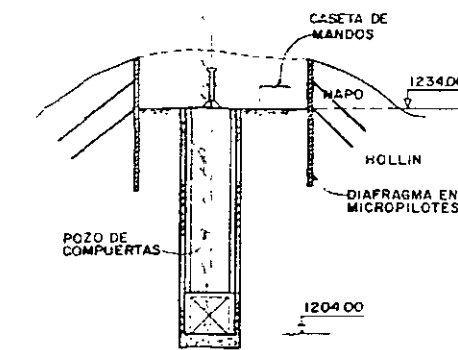
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
OBRAS DE GENERACION
TUBERIA DE PRESION
PLANTA, PERFIL Y CORTES

ABRIL - 1992
0209-B-1556

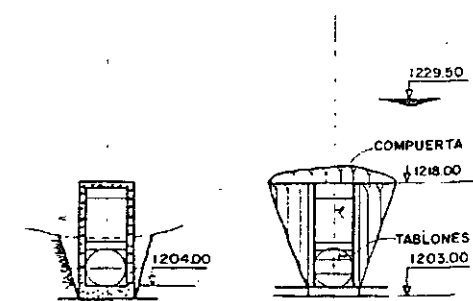
PLANTA



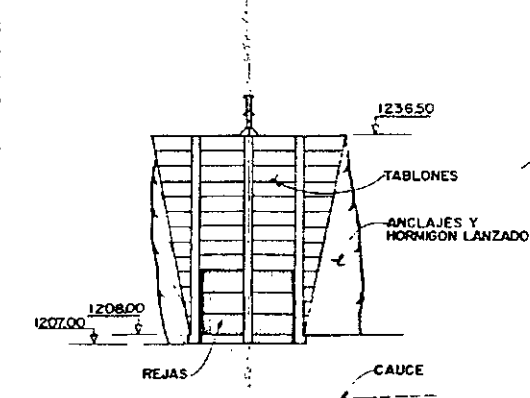
POZO DE COMPUERTAS
CORTE C-C



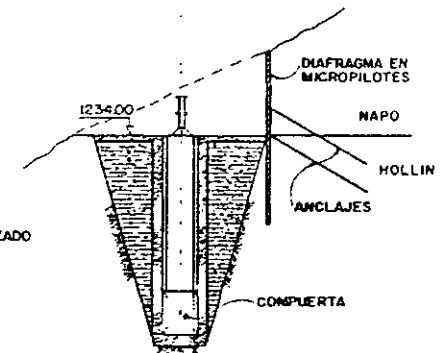
CORTE EXTERIOR CORTE EXTERIOR
SALIDA SALIDA



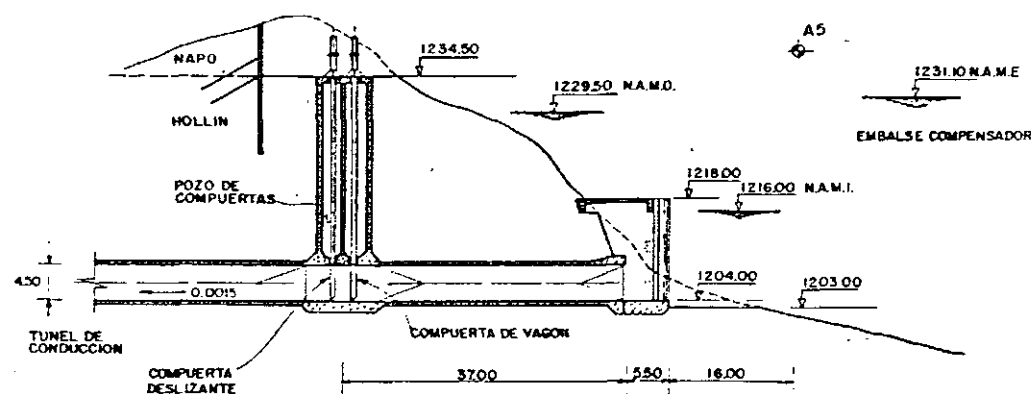
CORTE D-D



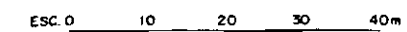
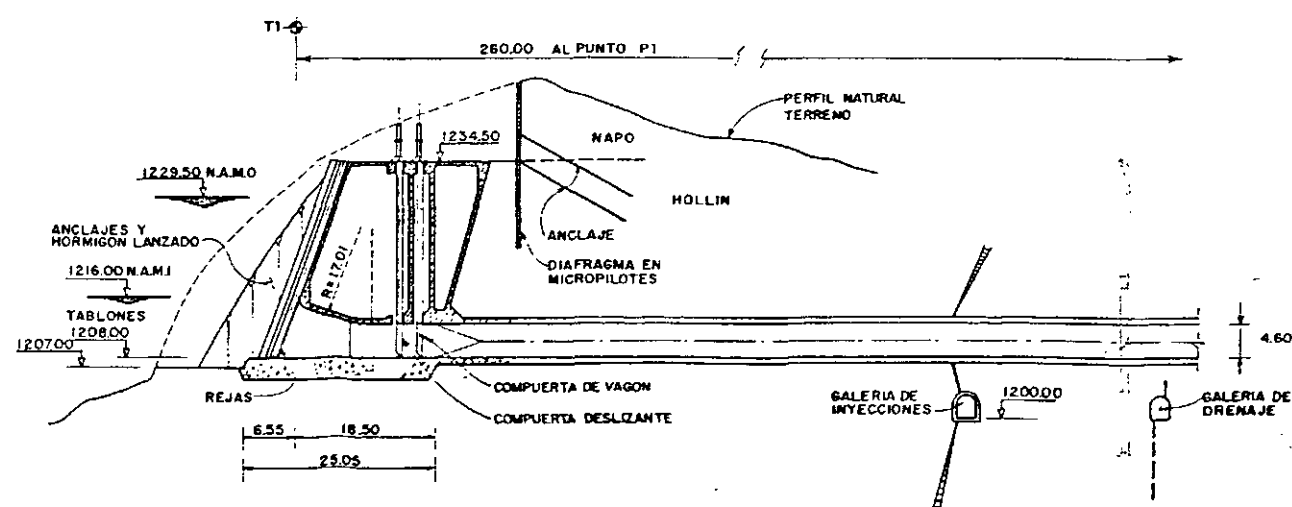
CORTE E-E



SALIDA TUNEL -CORTE A-A



OBRA DE TOMA - CORTE B-B

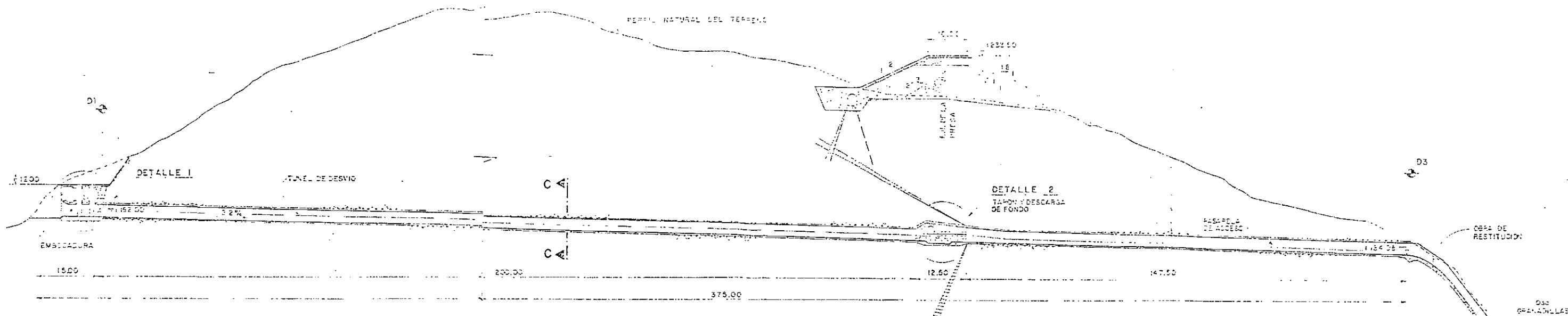


ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RADIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
		INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD OBRAS DE GENERACION SALIDA TUNEL DE ADUCCION Y OBRA DE TOMA TUBERIA DE PRESION CORTES Y DETALLES			
BOJA DE			ESC.
DESARROLLADO	G.F.		RECOMENDADO
REVISADO	G.H.		<i>Boff</i>
REVISADO	<i>h</i>		APROBADO
FECHA	ABRIL - 1992		REF. 0209 - B - 1555

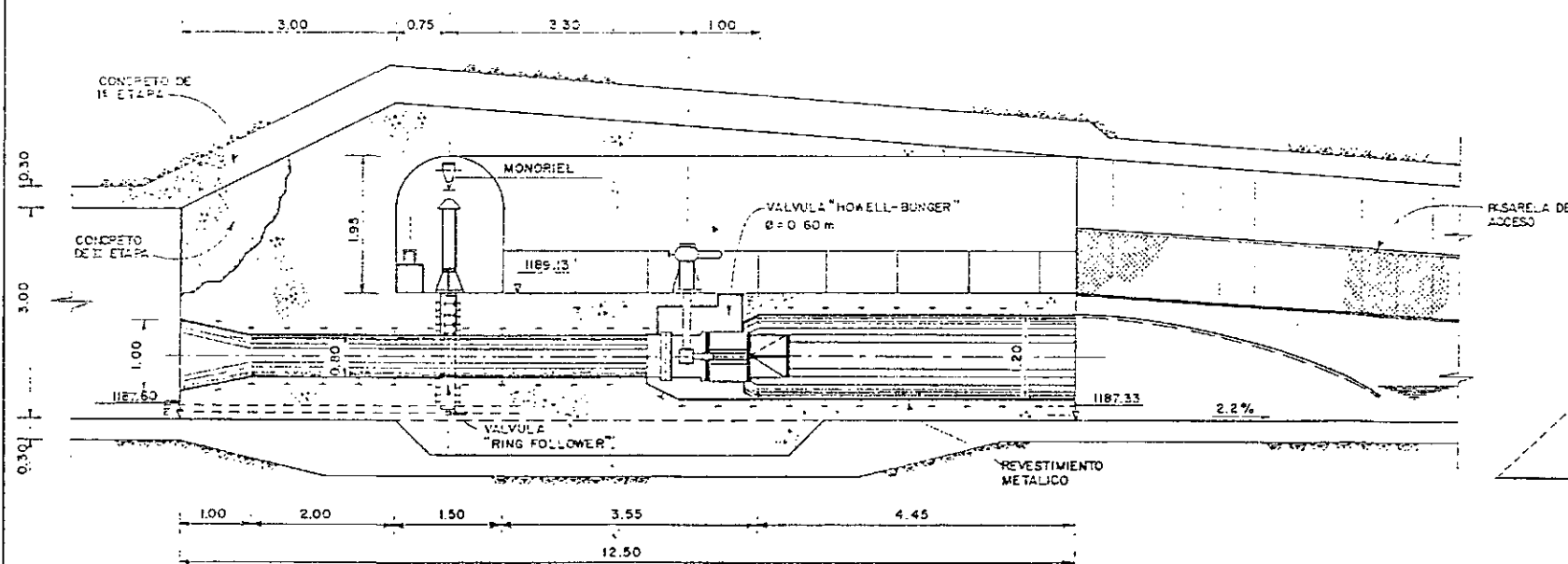
PERFIL - TUNEL DE DESVIO Y DESAGUE DE FONDO

1:1000

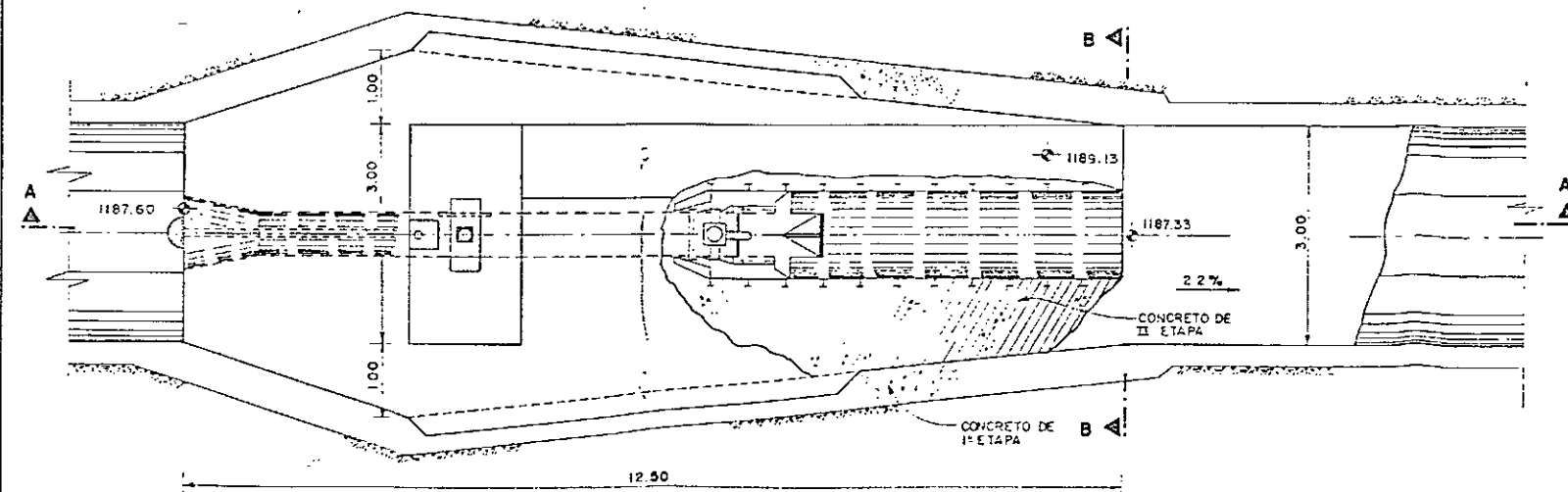
PERFIL NATURAL DEL TERRENO



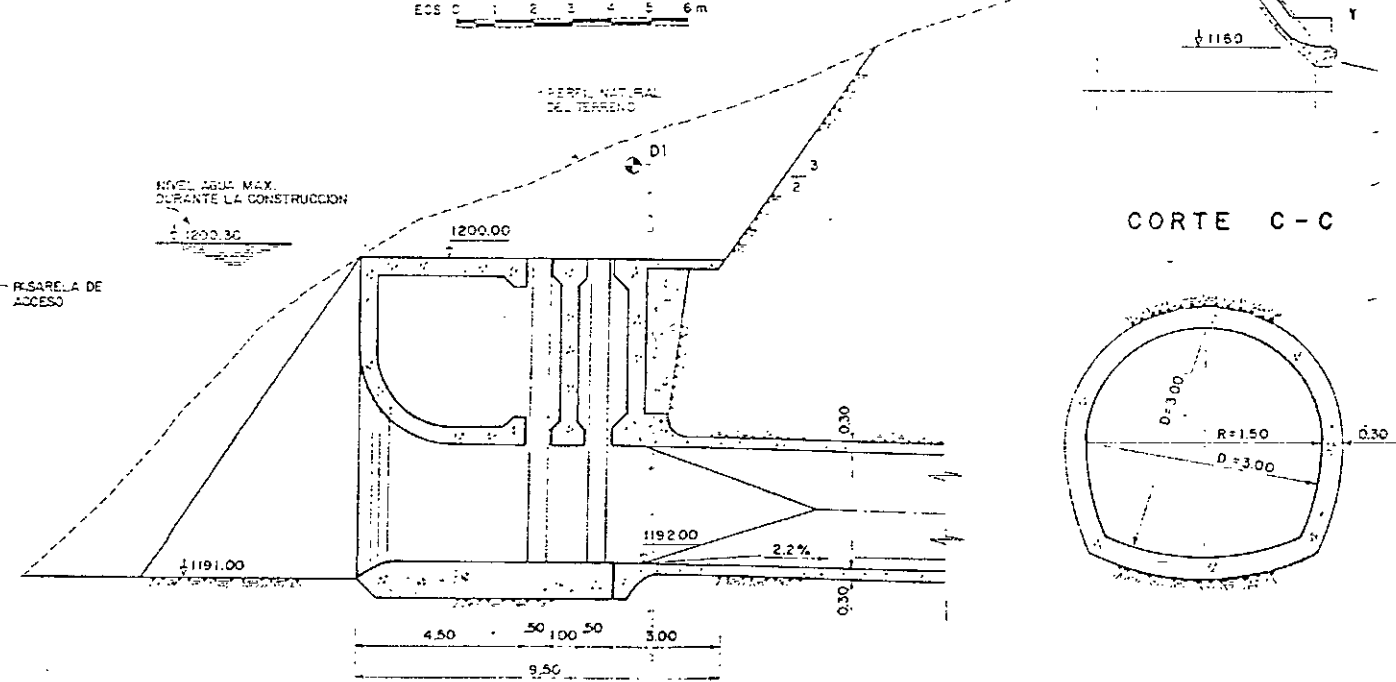
DETALLE 2 TAPON Y DESCARGA DE FONDO
CORTE A-A



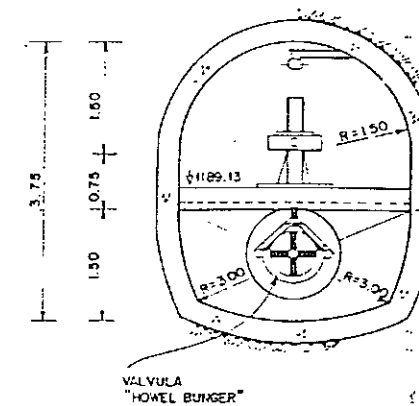
PLANTA



DETALLE 1- EMBODADURA DESVIO



CORTE B-B



1:1000

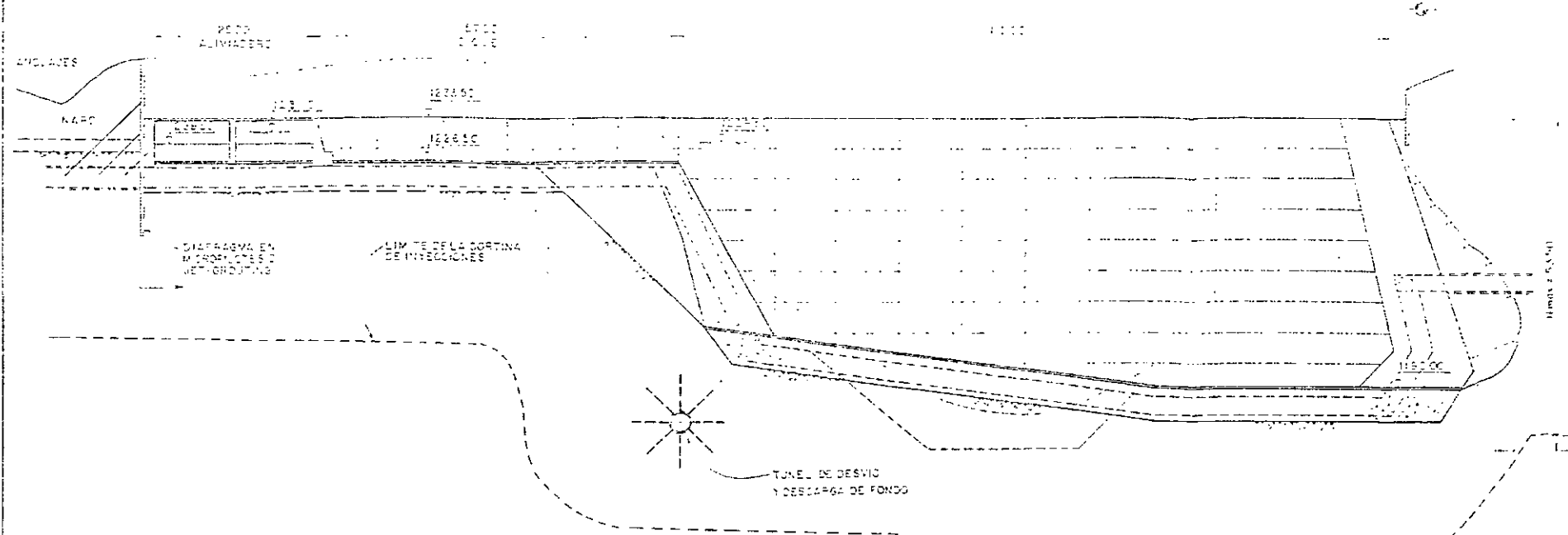
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

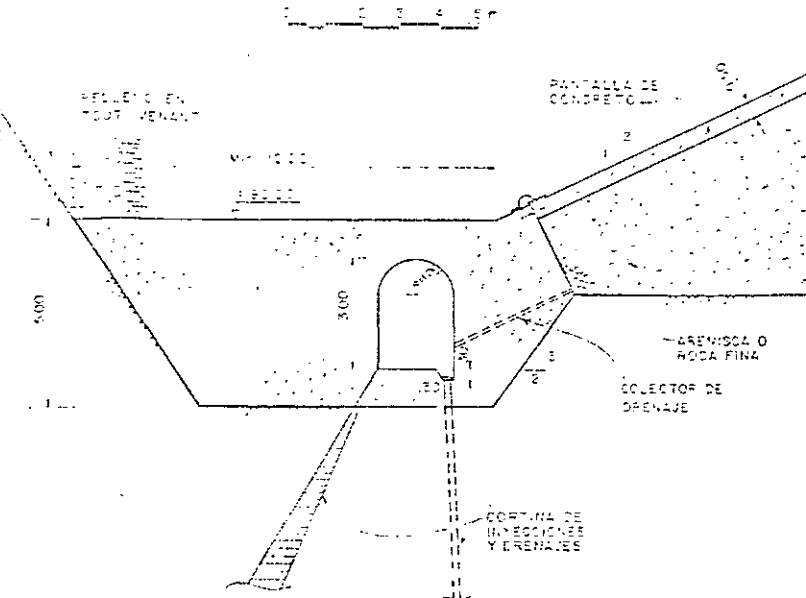
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
EMBALSE COMPENSADOR
TUNEL DE DESVIO Y DESAGUE DE FONDO
CORTES

DISENADO	G.F.	RECOMENDADO	R.F.
ELABORADO	P.L.A.	APROBADO	
REVISADO	L.	FECHA	ABRIL - 1952
REF			0209-B-1553

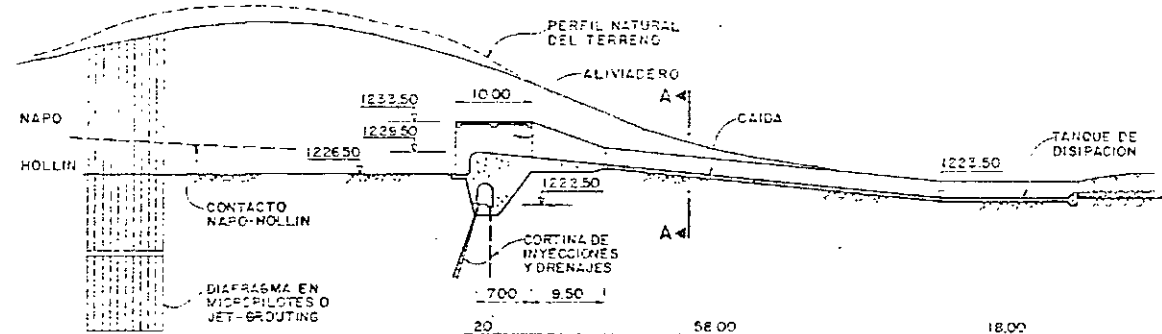
CORTE LONGITUDINAL-PRESA



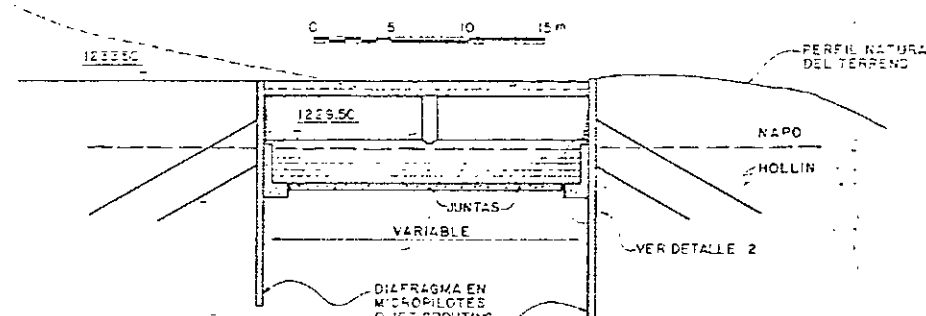
DETALLE 1 DETALLE PANTALLA DE CONCRETO-VIGA PERIMETRAL



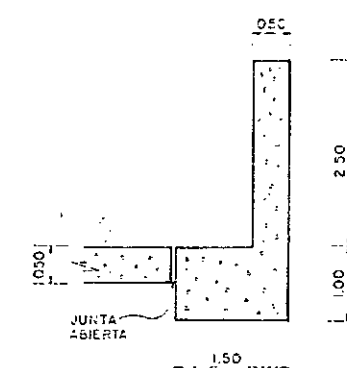
CORTE LONGITUDINAL ALIVIADERO



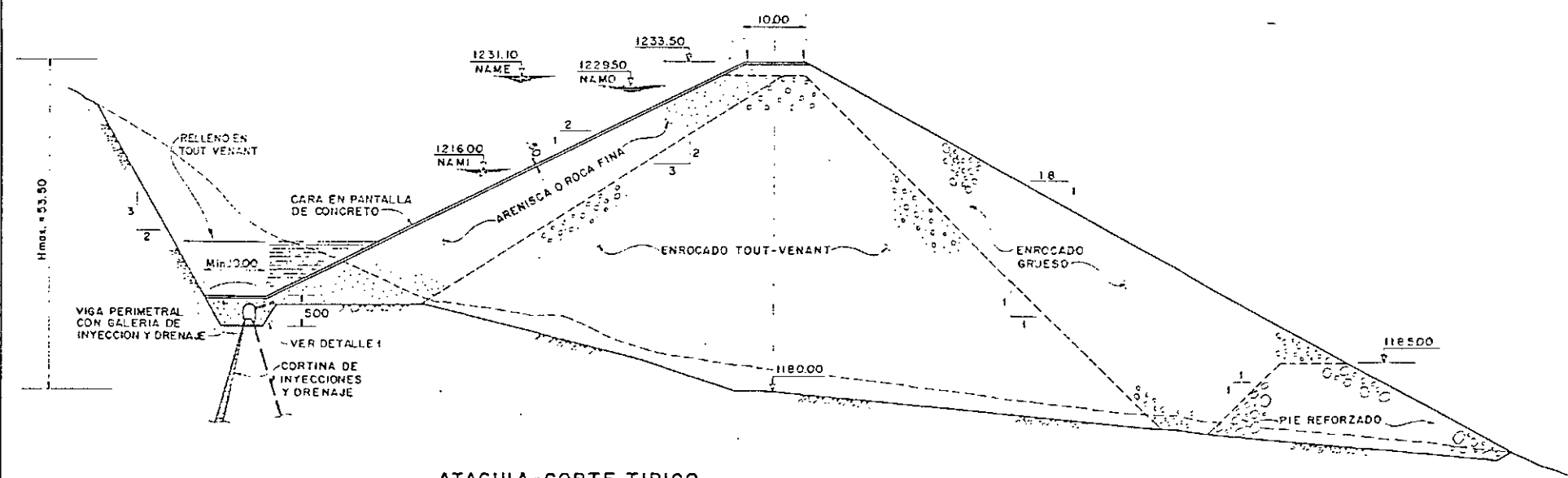
CORTE A-A



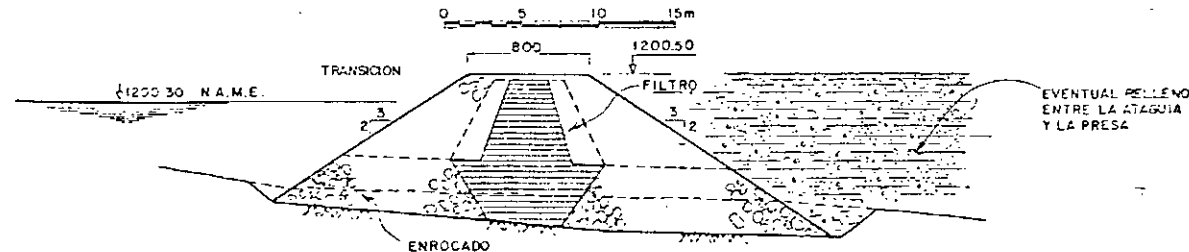
DETALLE 2 - MURO



CORTE TIPICO PRESA

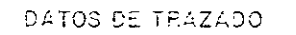


ATAGUIA-CORTE TIPICO

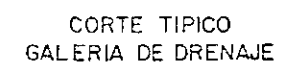


ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD			
EMBALSE COMPENSADOR			
PRESA			
CORTES Y DETALLES			
HOJA DE		ESC	
DISEÑADO	G.F.	RECOMENDADO	B.H.
DIBUJADO	G.M.	APROBADO	
REVISADO	A.	FECHA	ABRIL-1992
REF 0209-B-1552			

Page 10 of 10

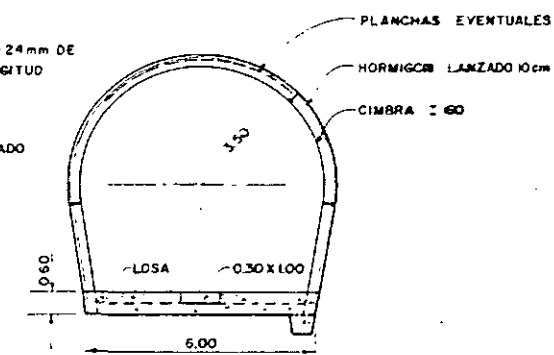


CORTE TIPOICO GALERIA DE
INYECCION Y ACCESO



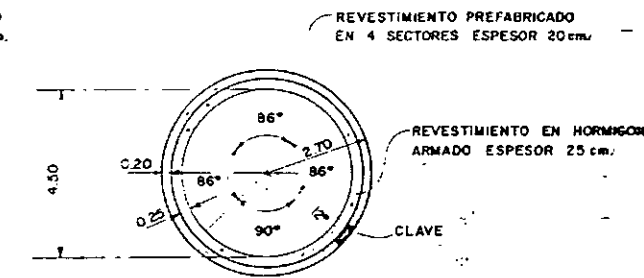
MOJA DE		ESC	
DESARROLLADO	G. F.	RECOMENDADO	<i>Fin</i>
DEBUTADO	G. M.		
REVISADO	<i>A</i>	APROBADO	
FECHA	ABRIL - 1992	REF. 0209 - B-1551	

TRAMO : VENTANA I Y TRAMO INICIAL



ROCA C
VENTANA 2

CORTE TIPO T4



TRAMO ROCA HOLLIN

CARACTERÍSTICAS HIDRAULICAS.

CORTE TIPO	DIAMETRO (m)	AREA (m ²)	PERIMETRO HUMEDO (m)	RADIO HIDRAULICO (m)	RUGOSIDAD X (STRICKLER)	CAUDAL DE DISEÑO (m ³ /s)	VELOCIDAD (m/s)	PENDIENTE HIDRAULICA
MT1	4.74	17.65	14.89	1.185	66	63.50	3.60	0.002337
MT2	4.74	17.65	14.89	1.185	66	63.50	3.60	0.002337
MT3	4.74	17.65	14.89	1.185	66	63.50	3.60	0.002337
MT4	4.50	15.90	14.14	1.125	66	63.50	3.99	0.003111
T1	5.40	22.90	16.96	1.350	55	63.50	2.77	0.001695
T2	5.00	19.63	15.71	1.250	66	63.50	3.23	0.001765
T3	4.70	17.35	14.77	1.175	66	63.50	3.66	0.002464
T4	4.50	15.90	14.14	1.125	66	63.50	3.99	0.003111

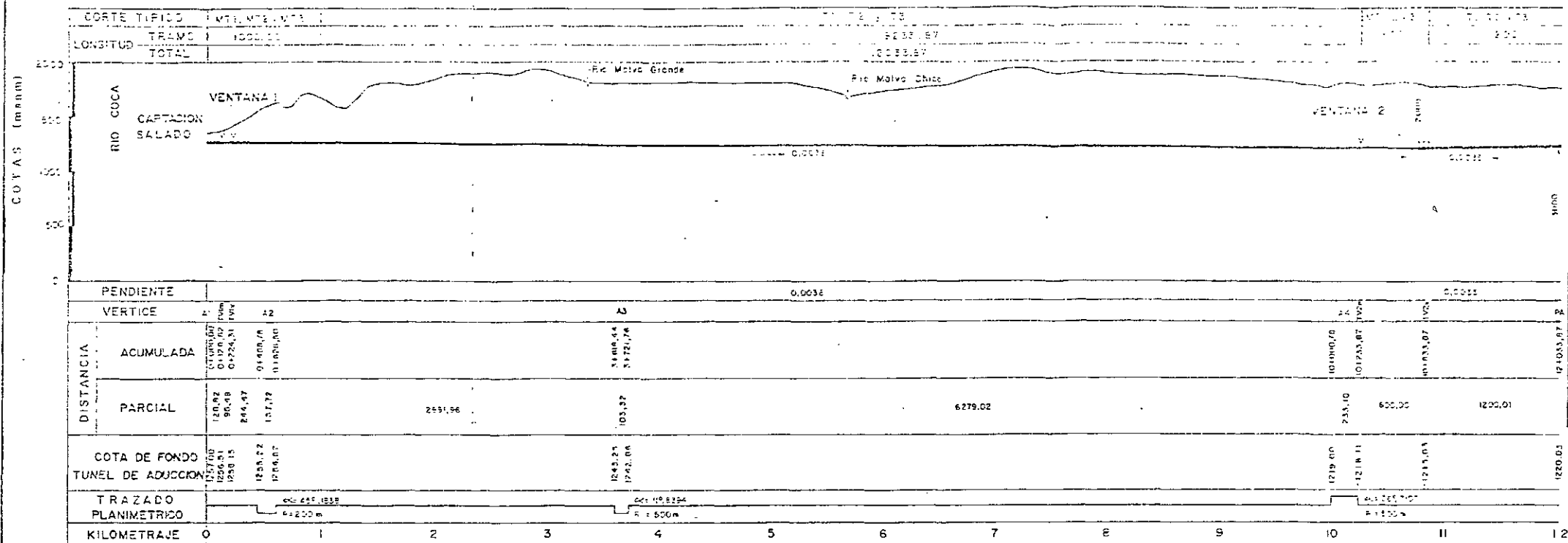
EXCAVACION CON TOPO

	REV. PRES. REV. H. Arm		
T 1	22.90	—	—
T 2	22.90	3.27	—
T 3	22.90	5.55	—
T 4	22.90	7.00	—

C. CIMBRAS Y PLANCHAS

N.º DE		ESP.
PREVISTO - G.F.	RECOMENDADO - 7, 8	
SUBVENCIONADO - P.Z.A		
PREVISTO - 25	APROBADO	
FECHA	ABRIL - 1992	REF 0209 - B - 1550

TUNEL DE ADUCCION TRAMO CAPTACION VENTANA 2 (12033.67)

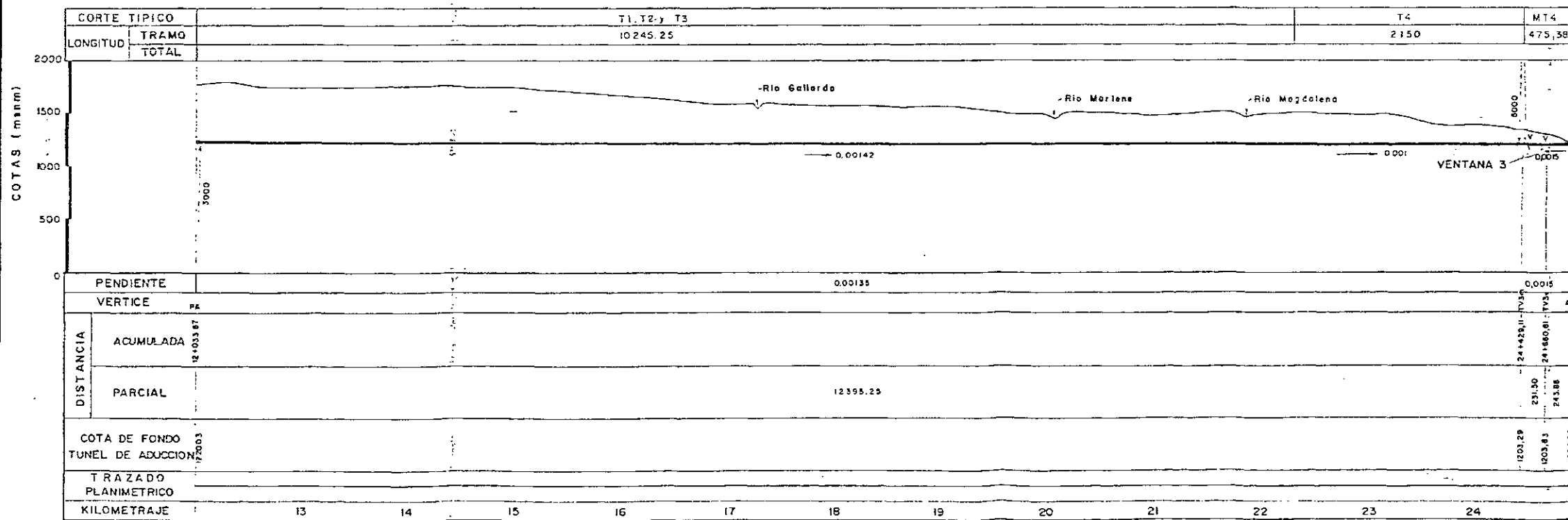


TRACADO TUNEL DE CONDUCCION - COMPENSADA (en el plano vertical)

ERTICE	CODERENCLAS	ESTANDA	AZIMUT	REFLEXION	RADIO-DESARROLLO	TANGENTE	DISTANCIAS
N.Y.	E.Y.		DESDE NORTE	EN GRADOS			PROGRESIVAS
(m)	(m)	(m)			(m)	(m)	PUNTO A PUNTO
A1	1257.00	0.00					0.00 0.00
TV1a	1256.51	128.82	90.2177	0.0000	0.00	0.00	128.82 128.82
TV1b	1256.15	224.31	90.2177	0.0000	0.00	0.00	224.31 224.31
A2a	1255.22	458.78	90.2177	0.0000	0.00	0.00	458.78 458.78
A2b	1254.62	616.50	90.2177	0.0000	0.00	0.00	616.50 616.50
A3a	1243.25	3.618.44	90.2177	0.0000	0.00	0.00	3.618.44 3.618.44
A3b	1242.85	3.721.76	90.2177	0.0000	0.00	0.00	3.721.76 3.721.76
A4a	1219.50	10.000.78	90.2177	0.0000	0.00	0.00	10.000.78 10.000.78
A4b	1218.11	10.233.87	90.2177	0.0000	0.00	0.00	10.233.87 10.233.87
TV2a	1218.11	10.233.87	90.2177	0.0000	0.00	0.00	10.233.87 10.233.87
TV2b	1215.83	10.433.87	89.7995	0.4180	2000.00	14.60	10.433.87 10.433.87
PA	1200.05	12.033.87	90.2177	0.2779	3000.00	14.55	12.033.87 12.033.87
TV3a	1204.05	22.355.96	90.2177	0.0000	0.00	0.00	22.355.96 22.355.96
TV3b	1203.29	24.429.11	89.0778	0.1633	5000.00	14.25	24.429.11 24.429.11
TV3c	1203.63	24.660.61	89.0741	0.0000	0.00	0.00	24.660.61 24.660.61
A5	1204.00	24.904.49	89.5141	0.0000	0.00	0.00	24.904.49 24.904.49


LONGITUD TOTAL DEL TUNEL DE CONDUCCION = 24,504,56 m.

TRAMO VENTANA 2 EMBALSE COMPENSADOR (12870,62)

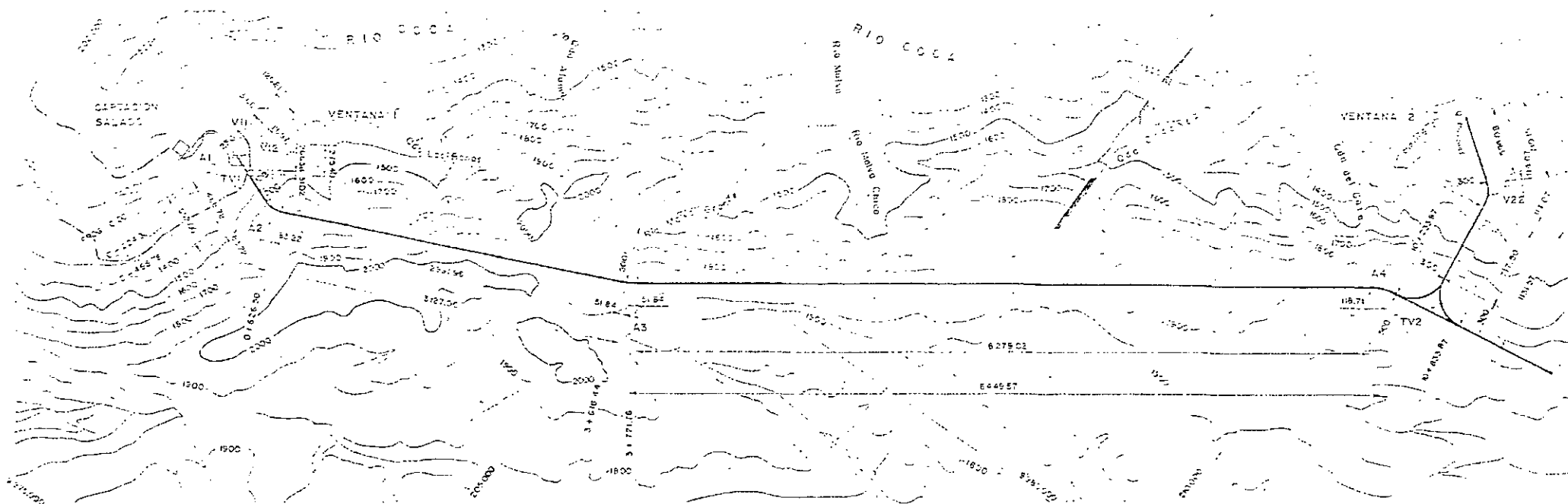


EMBALSE
COMPENSADOR

NOTA: PARA CORTES TÍPICOS
VER PLANO 0209-B-1550

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL - RODIO			
ASTEC-INELIN-INSECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
		INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD			
TUNEL DE ADUCCION			
PERFIL			
HORA DE			ESC
DISEÑADO	S.F.		RECOMENDADO
DISEÑADO	P.I.A.		APROBADO
REVISADO			REF
FECHA	ABRIL - 1992		0209 - B - 1549

TUNEL DE ADUCCION - TRAMO CAPTACION - VENTANA 2

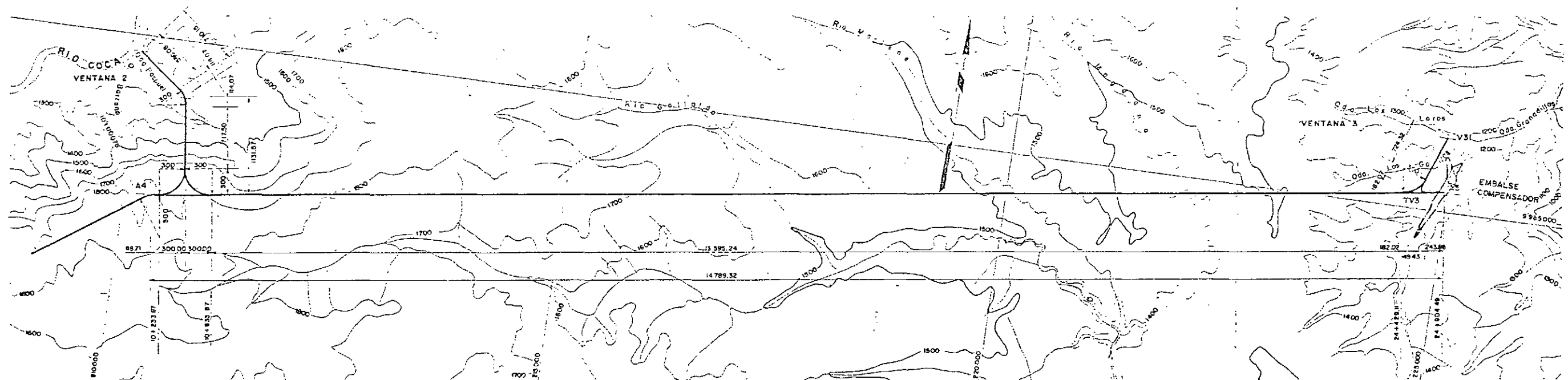


TRAZADO TUNEL DE CONDUCCION - COMPENSADOR (en el plano horizontal)

VERTICE	COORDENADAS N, Y (m.)	E, X (m.)	DISTANCIA (m.)	AZIMUT DESDE NORTE SEXADECIMAL	DEFLEXION SEXADECIMAL	RADIO DESARROLLO CURVA (m.)	TANGENTE (m.)	DISTANCIAS PROGRESIVAS PCURVA PTANG (m.)
A1	978 426 00	201 607 00						0.00
A2	978 437 00	201 726 10	122.82	112.3338	0.0000	0.00	0.00	0.00
A3	978 401 71	201 814 46	91.49	112.3338	0.0000	0.00	0.00	0.00
A4	978 276 24	202 475 59	327.69	112.3338	45.1838	200.00	157.72	157.72
TV1	979 450 52	204 999 20	3127.06	67.1500	11.8394	500.00	101.32	5.84
TV2	983 161 12	210 302 35	6 445.07	85.3101	26.7107	500.00	233.10	119.71
TV3	983 260 91	211 014 09	116.71	82.0212	0.0000	0.00	0.00	0.00
TV4	985 148 01	224 477 72	15 595.24	82.0212	0.0000	0.00	0.00	0.00
TV5	985 185 12	224 706 96	231.50	82.0212	82.0212	0.00	0.00	0.00
TV6	985 214 00	224 546 50	243.56	82.0212	82.0212	0.00	0.00	0.00

LONGITUD TOTAL DEL TUNEL DE CONDUCCION = 24 504.45 m

TRAMO VENTANA 2 - EMBALSE COMPENSADOR



TRAZADO DE LA VENTANA 1 DE ACCESO (en el plano horizontal)

VERTICE	COORDENADAS N, Y (m.)	E, X (m.)	DISTANCIA (m.)	AZIMUT DESDE NORTE SEXADECIMAL	DEFLEXION SEXADECIMAL	RADIO DESARROLLO CURVA (m.)	TANGENTE (m.)	DISTANCIAS PROGRESIVAS PCURVA PTANG (m.)
V1	978 657 00	201 515 00						0.00
V2	978 643 00	201 635 00	120.81	96.6544	50.1480	250.00	218.81	3.84
TV1	978 412 33	204 785 79	275.40	146.8024	34.4687	100.00	60.16	31.02
TV2	978 400 76	204 814 48	31.02	112.3338	112.3338	0.00	0.00	0.00

LONGITUD TOTAL DE LA VENTANA 1 = 410.22 m. (HACIA AGUAS ABAJO)

TRAZADO DE LA VENTANA 2 DE ACCESO (en el plano horizontal)

VERTICE	COORDENADAS N, Y (m.)	E, X (m.)	DISTANCIA (m.)	AZIMUT DESDE NORTE SEXADECIMAL	DEFLEXION SEXADECIMAL	RADIO DESARROLLO CURVA (m.)	TANGENTE (m.)	DISTANCIAS PROGRESIVAS PCURVA PTANG (m.)
V21	984 800 00	210 019 00						0.00
V22	984 339 89	210 559 93	710.15	130.5842	41.6370	300.00	218.01	114.07
TV2	983 218 27	210 717 00	1131.57	172.0212	90.0000	500.00	471.24	300.00
TV3	983 260 91	211 014 09	300.00	82.0212	82.0212	0.00	0.00	0.00

LONGITUD TOTAL DE LA VENTANA 2 = 2 002.83 m. (HACIA AGUAS ABAJO)

TRAZADO DE LA VENTANA 3 DE ACCESO (en el plano horizontal)

VERTICE	COORDENADAS N, Y (m.)	E, X (m.)	DISTANCIA (m.)	AZIMUT DESDE NORTE SEXADECIMAL	DEFLEXION SEXADECIMAL	RADIO DESARROLLO CURVA (m.)	TANGENTE (m.)	DISTANCIAS PROGRESIVAS PCURVA PTANG (m.)
V31	985 856 00	224 900 00						0.00
TV3	985 173 29	224 658 05	724.32	-160.4846	62.5059	300.00	327.28	182.07
TV4	985 148 01	224 477 72	182.07	-97.3788	97.3788	0.00	0.00	0.00

LONGITUD TOTAL DE LA VENTANA 3 = 869.54 m. (HACIA AGUAS ARRIBA)

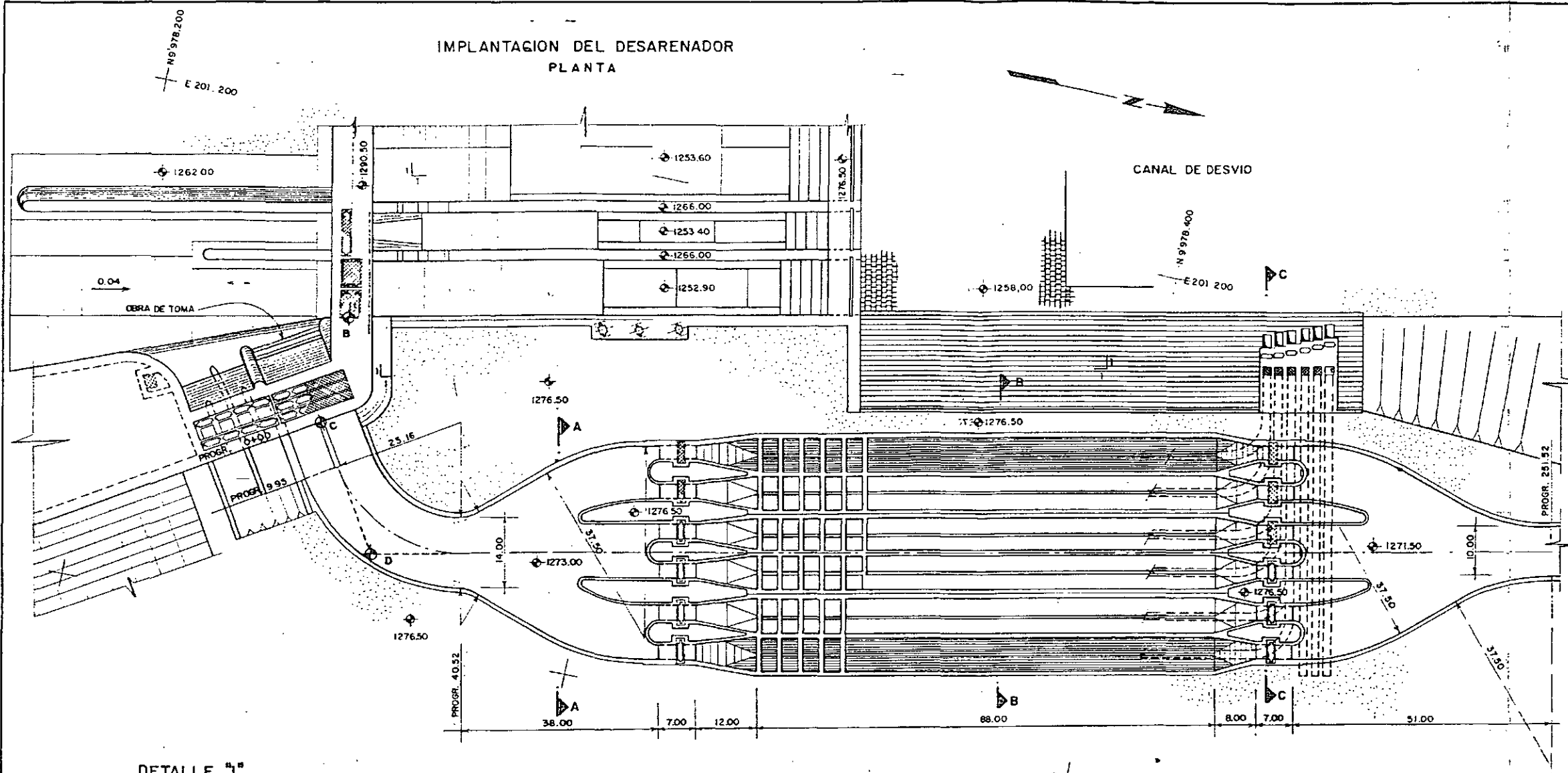
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL - RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
TUNEL DE ADUCCION
PLANIMETRIA GENERAL

Hoja de
REVISADO: G.F.
DISEÑADO: P.Z.A.
REVISADO: J.
FECHA: ABRIL - 1992
RECUPERADO: J.
APROBADO:
REF: 0209 - B - 1548

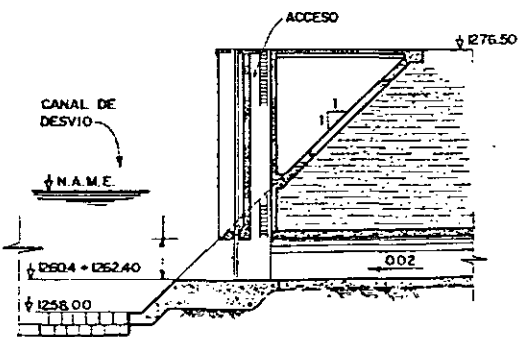
IMPLANTACION DEL DESARENADOR PLANTA



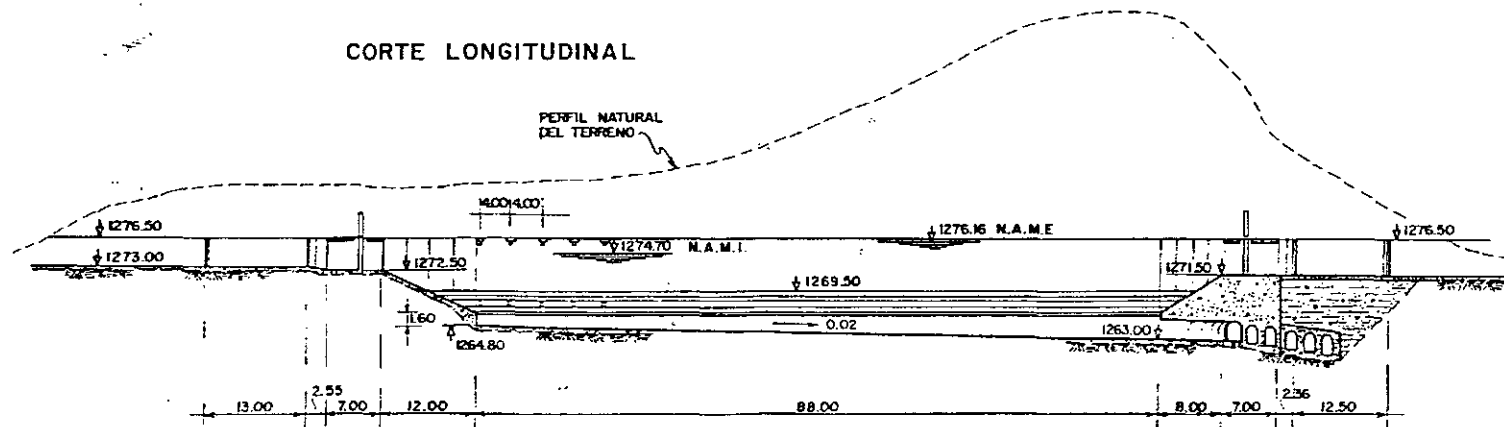
TRAZADO DEL DESARENADOR

VERTICES	COORDENADAS	
	N	E
B	9'978.244.49	201.238.93
C	9'978.243.50	201.281.00
D	9'978.258.00	201.284.30
E	9'978.547.73	201.225.19

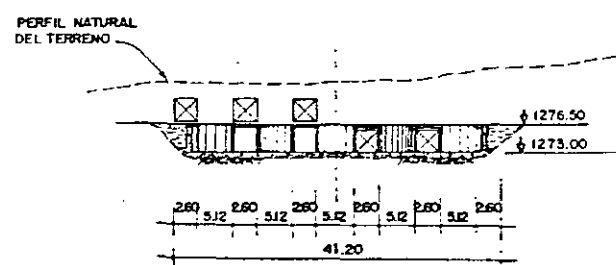
DETALLE "1" "FLUSHING" DESCARGA AL CANAL DE DESVIO



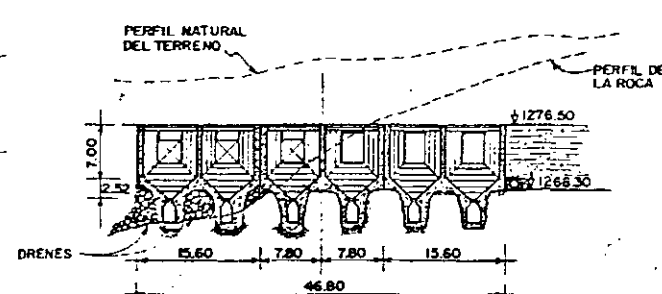
CORTE LONGITUDINAL



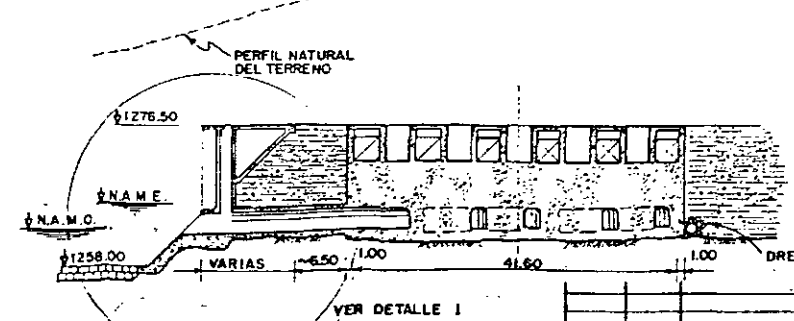
CORTE A-A



CORTE B-B



CORTE C-C



ESC. 0 10 20 30 40 50 m

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

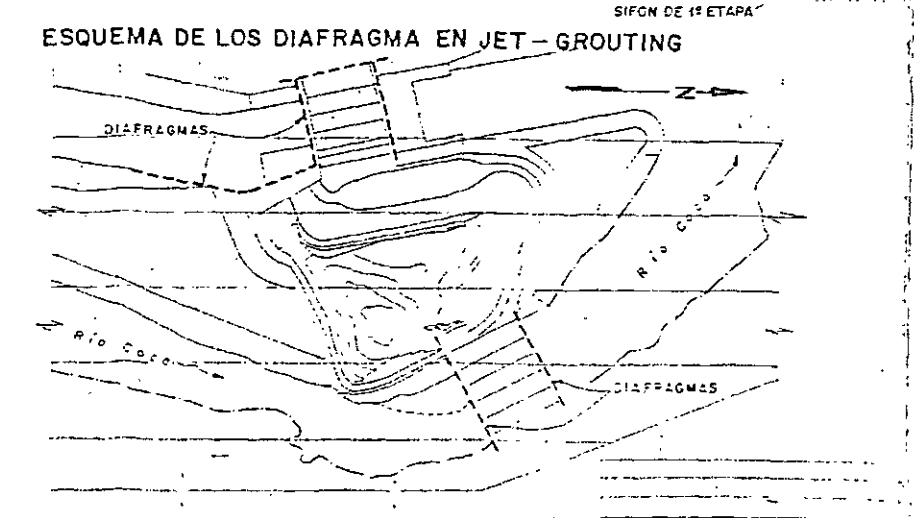
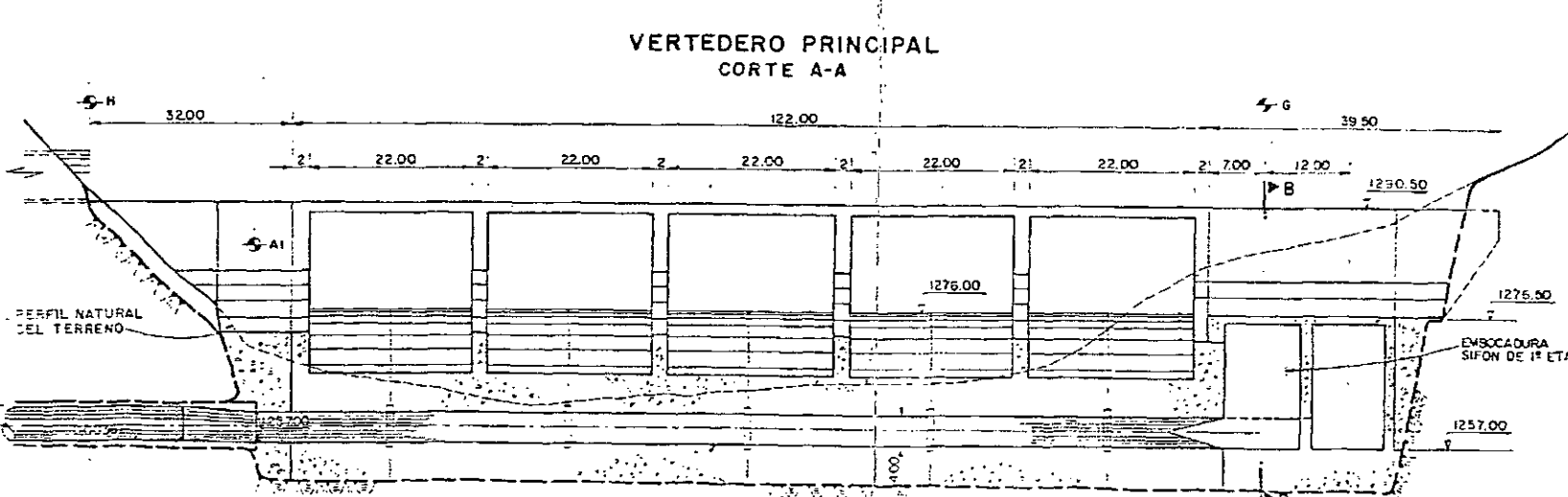
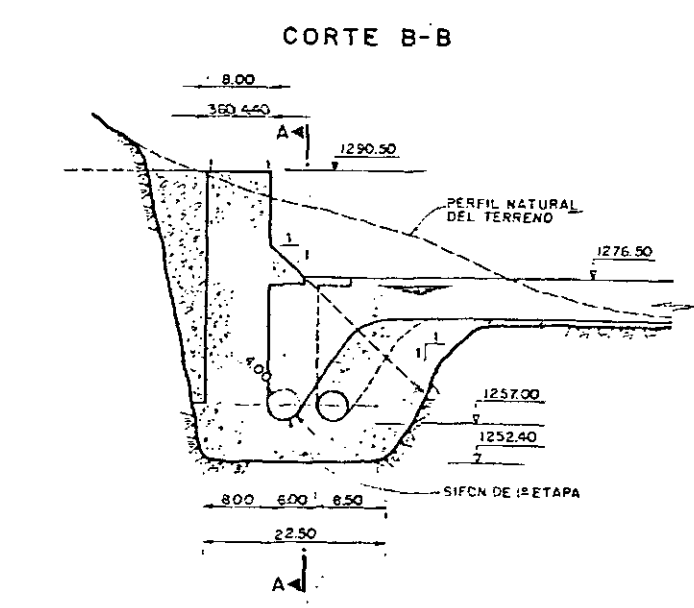
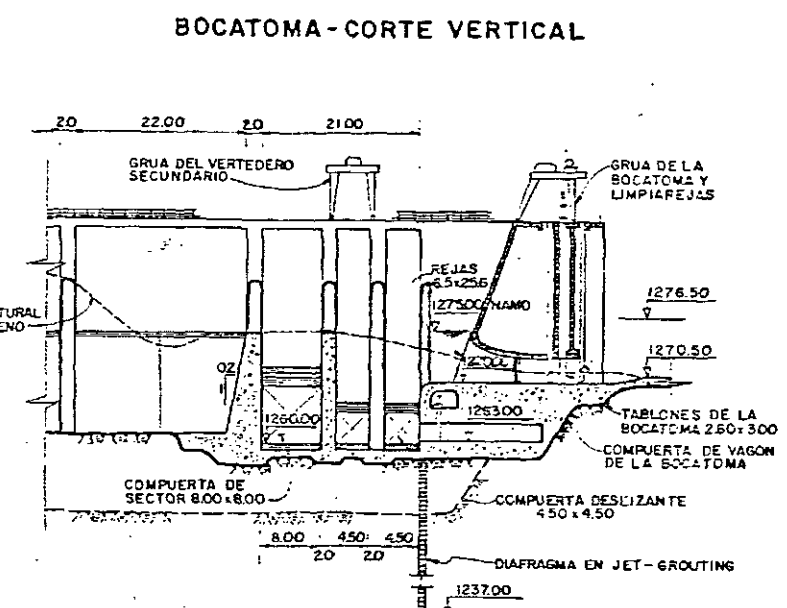
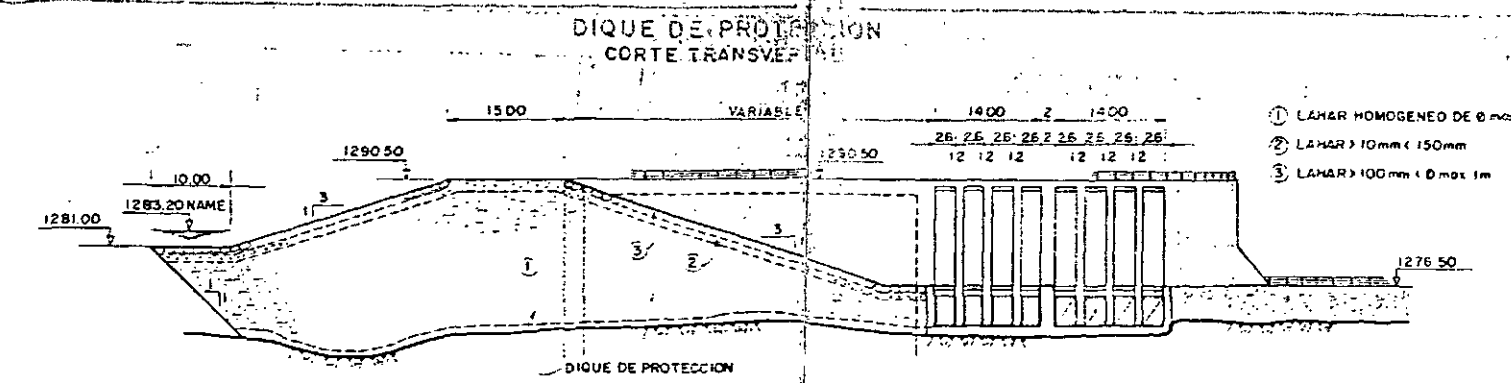
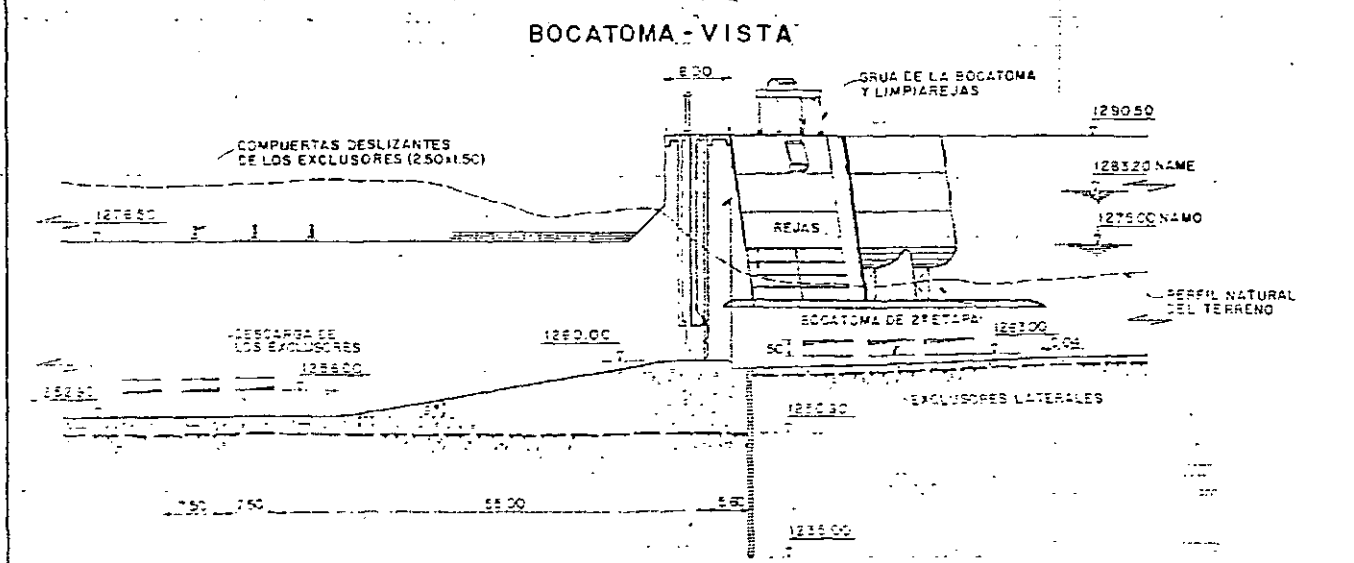
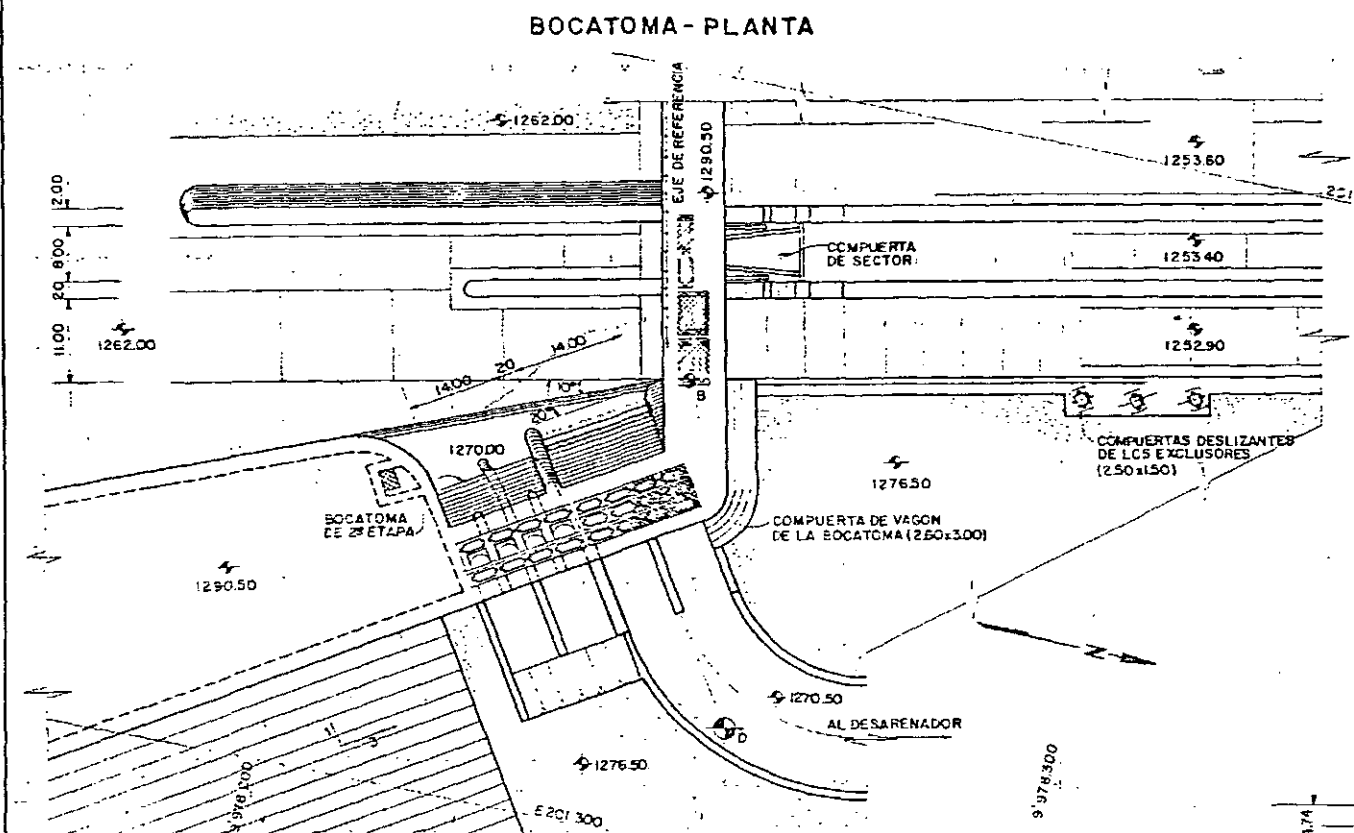
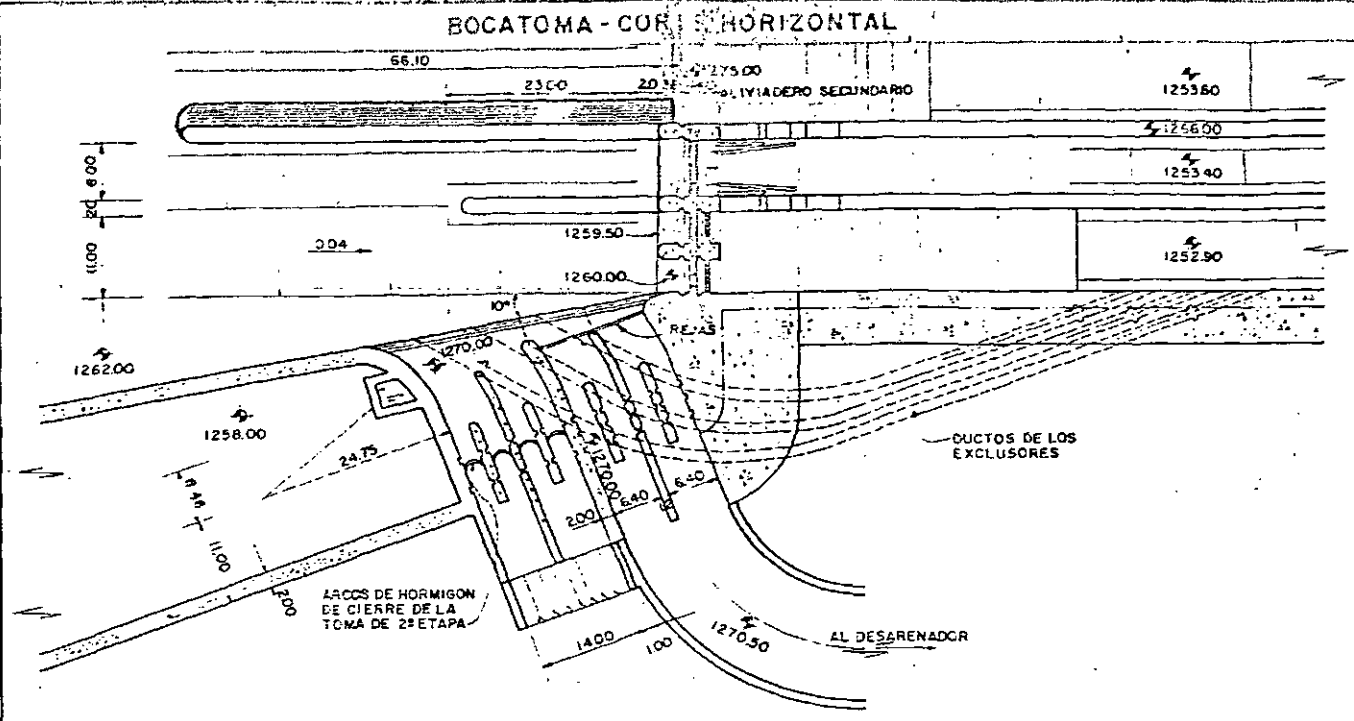
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

CAPTACION FILO DE AGUA SALADO
DESARENADOR
PLANTA, CORTES Y DETALLES

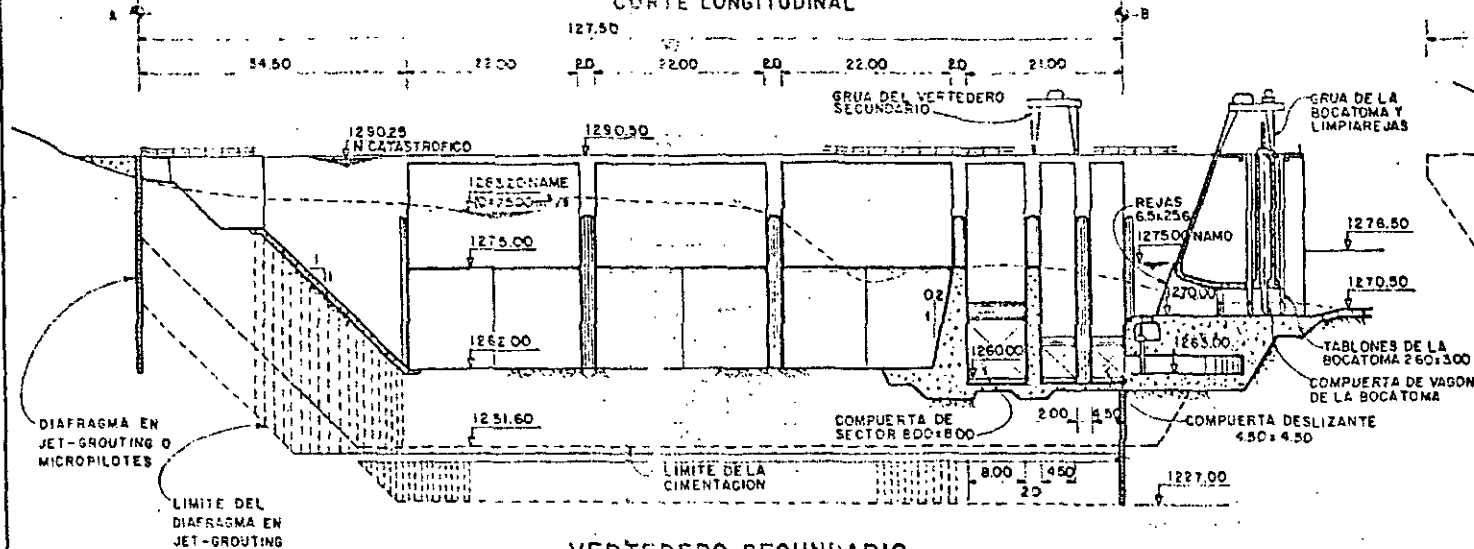
NO. DE	FECHA	REVISOR	VERIFICADOR	APROBADO
DISEÑADO	G. R.			
DISEÑADO	G. R.			
REVISADO				
FECHA	ABRIL - 1982			

REF. 0209-B-1547

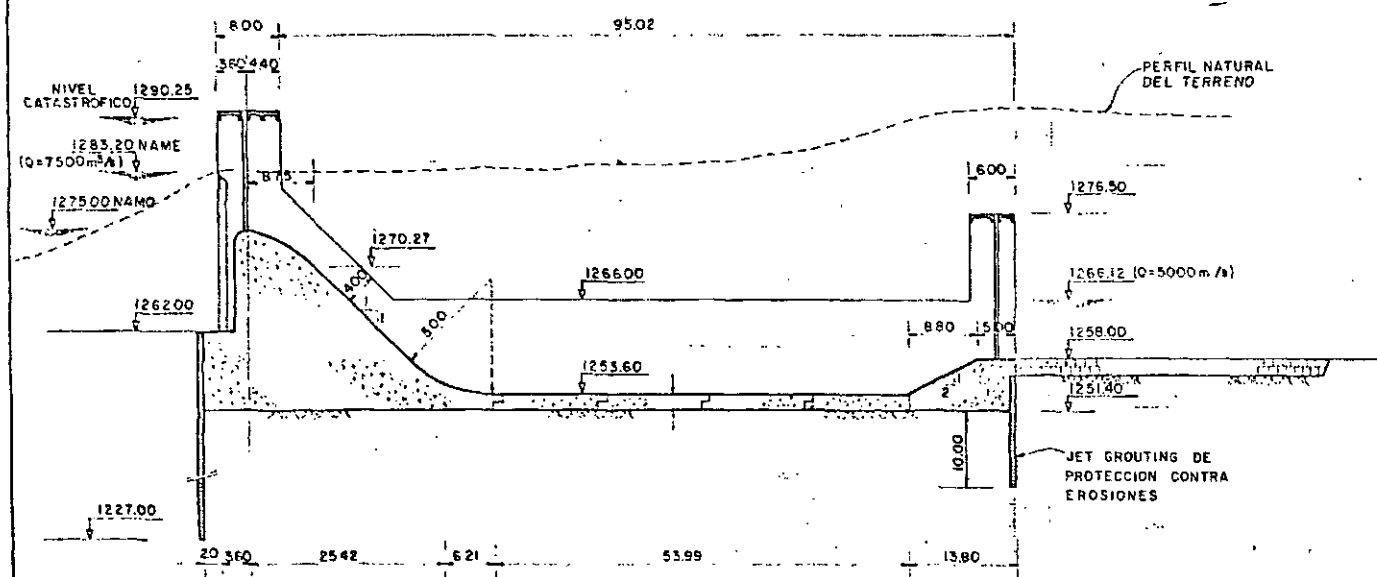


ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
SUNTS - ELABOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	
CAPTACION FILO DE AGUA SALADO	
OBRA DE TOMA	
PLANTA Y CORTES	
FECHA: 1972	REVISADO: 1972
ELABORADO: 1972	APROBADO: 1972
NO. 0209-B-1546	

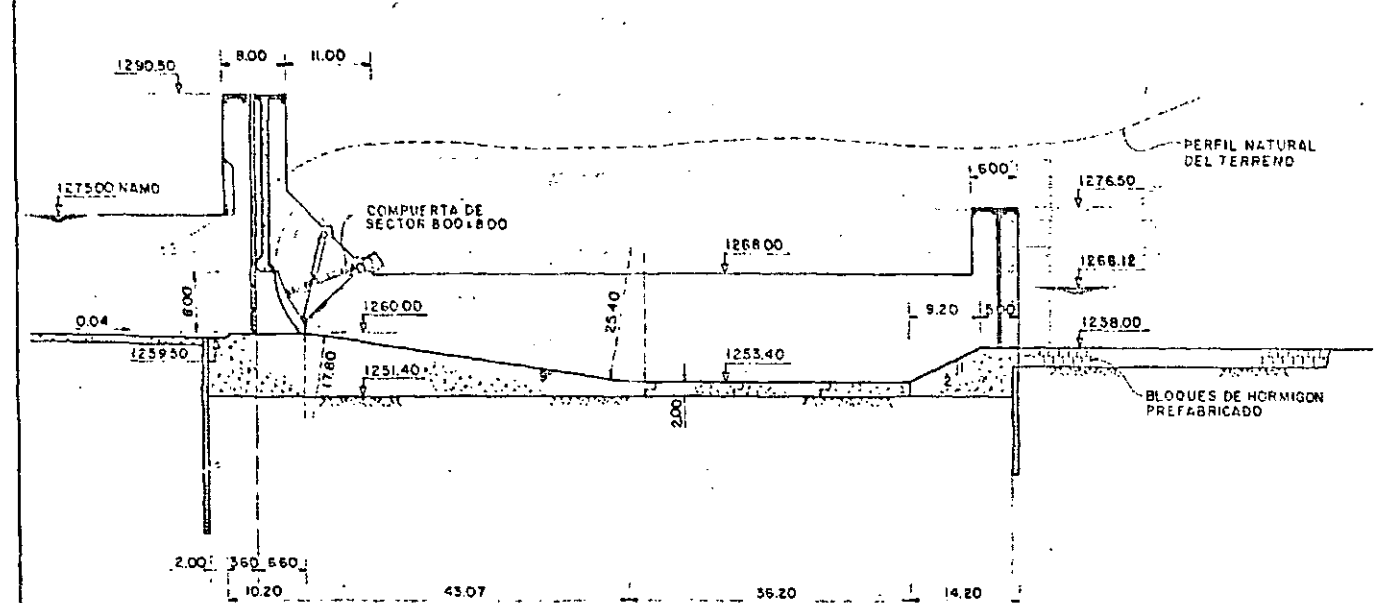
VERTEDERO SECUNDARIO CORTE LONGITUDINAL



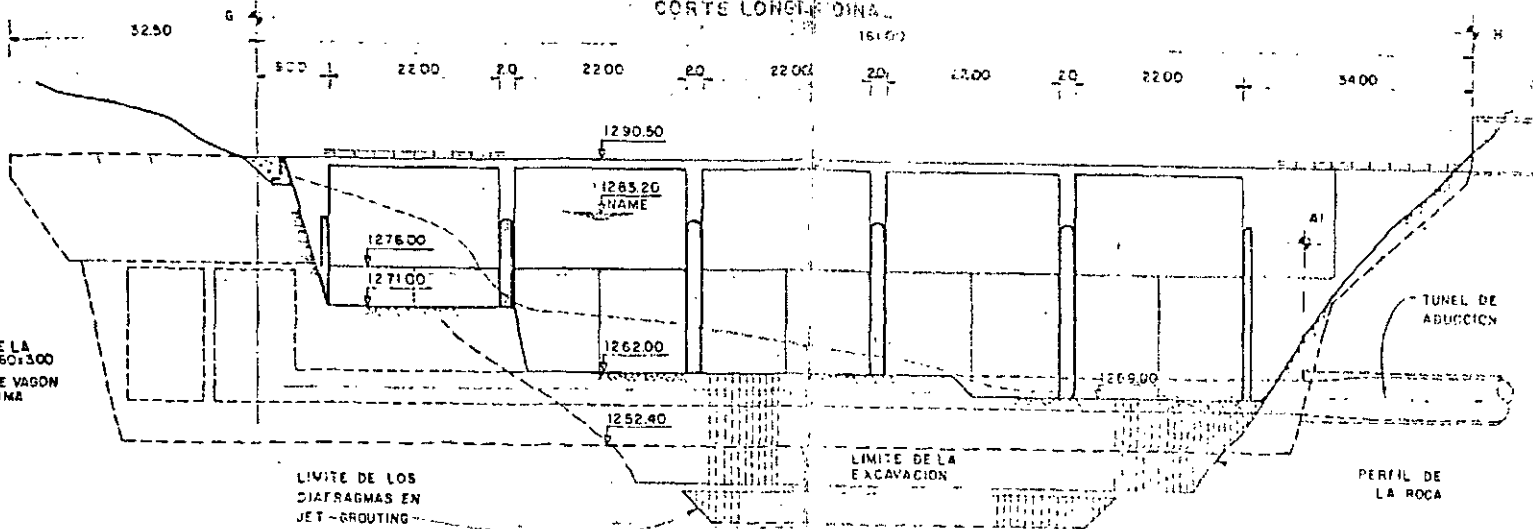
VERTEDERO SECUNDARIO CORTE TRANSVERSAL



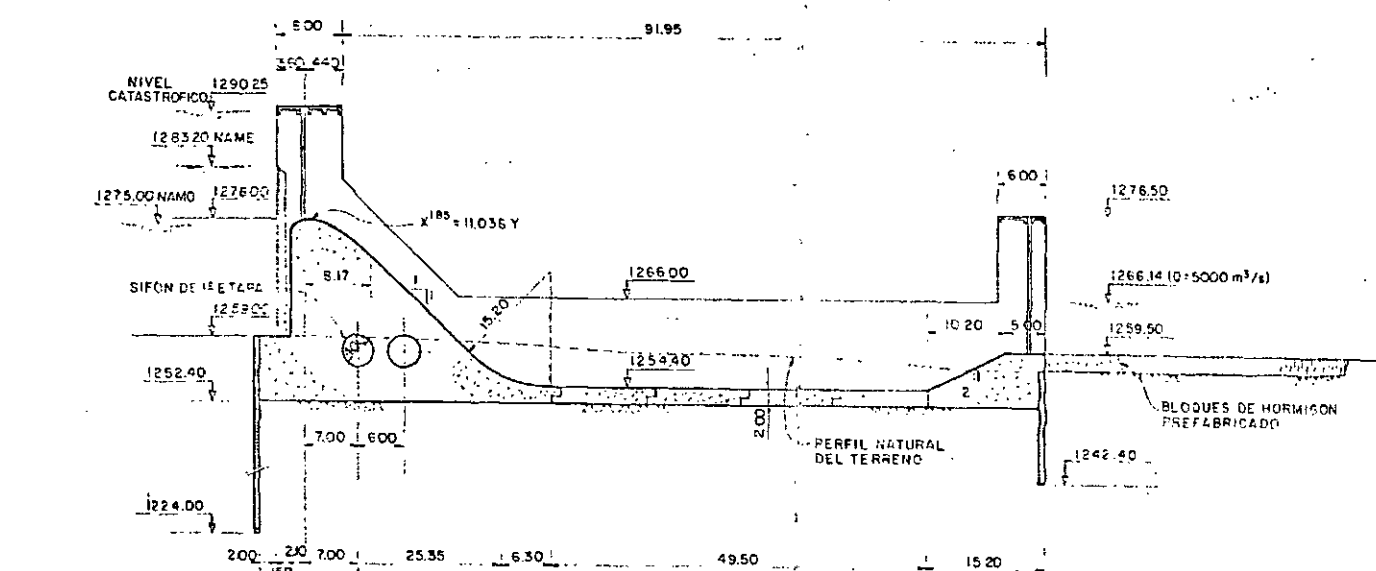
VERTEDERO SECUNDARIO COMPUERTA DE SECTOR - CORTE TRANSVERSAL



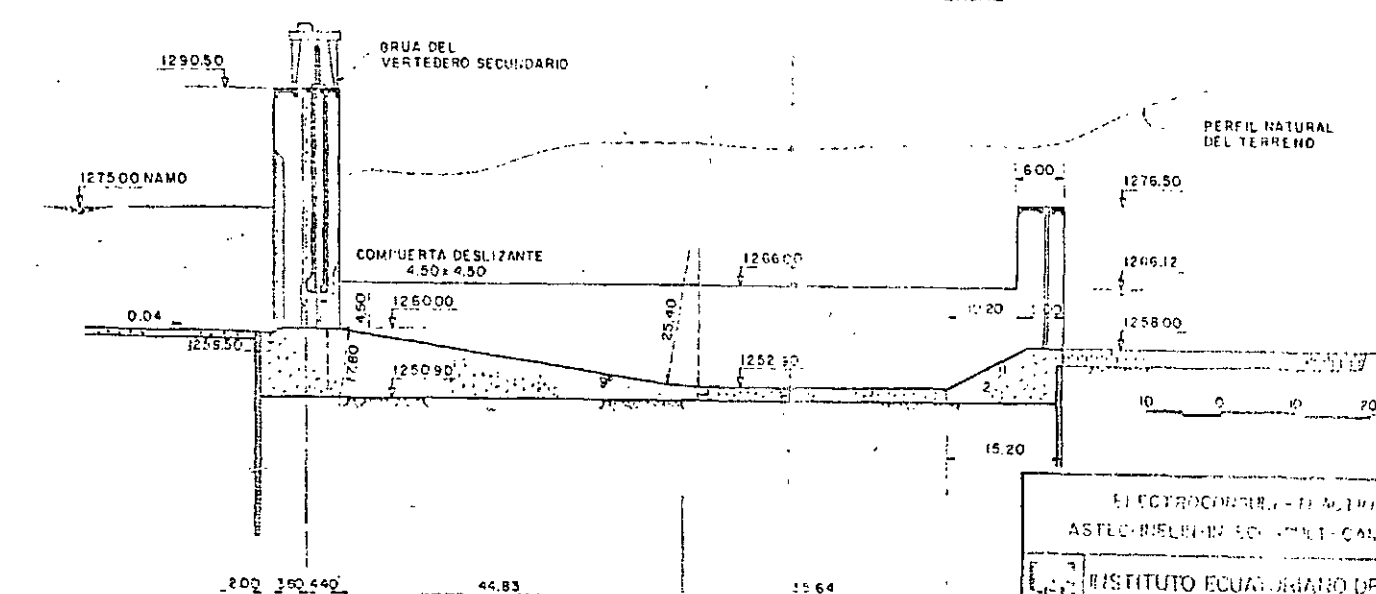
VERTEDERO PRINCIPAL CORTE LONGITUDINAL



VERTEDERO PRINCIPAL CORTE TRANSVERSAL



VERTEDERO SECUNDARIO COMPUERTA DESLIZANTE - CORTE TRANSVERSAL

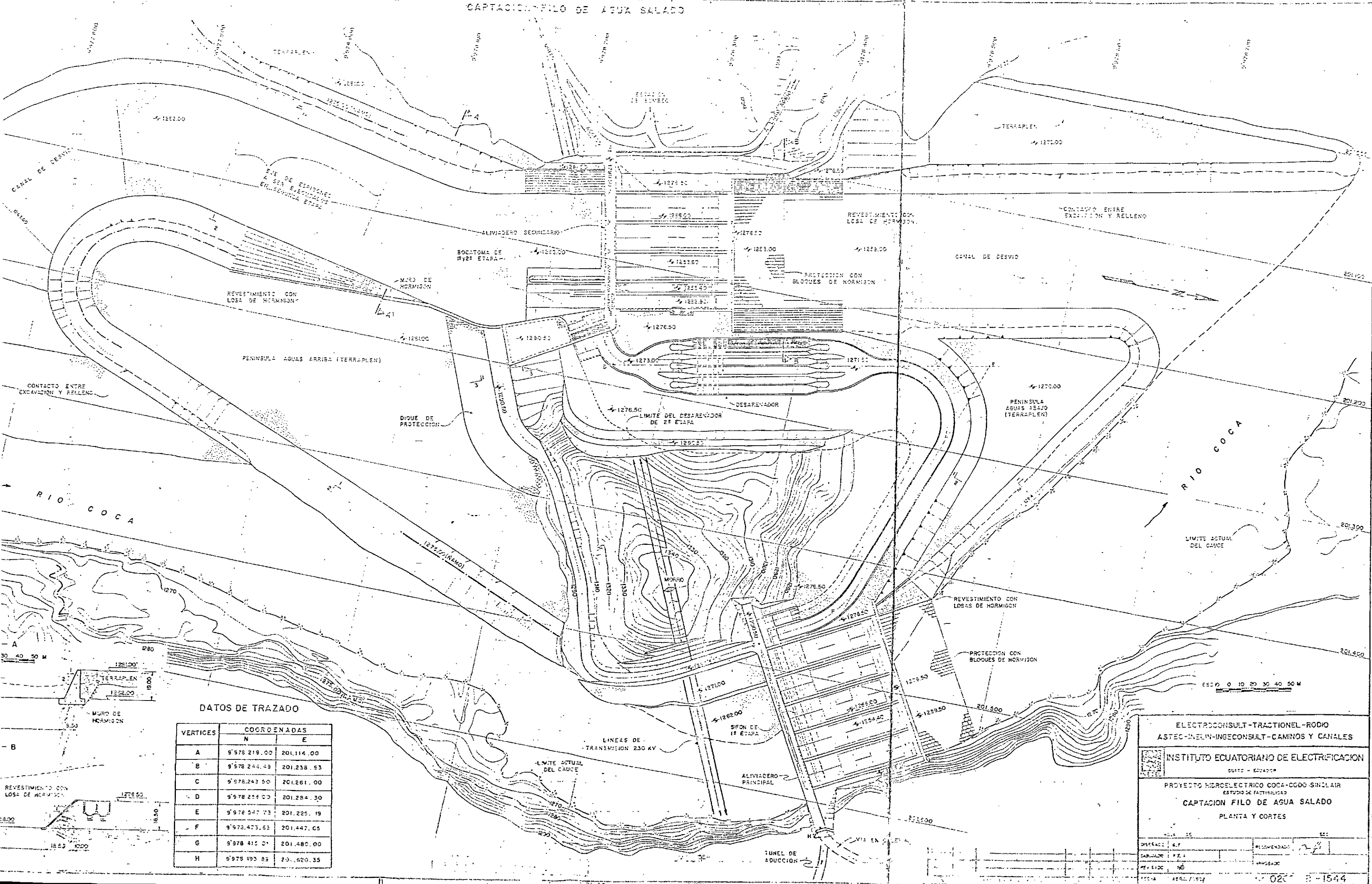


ELECTROCONTROL - EL ALVARILLO - RODIO
ASTEC - INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y CANALES
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRICIDAD
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SIMILAR
CAPTACION FILO DE AGUA SALADO
ALVIADERO PRINCIPAL Y SECUNDARIO
CORTES

NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4	NO. 5	NO. 6	NO. 7	NO. 8	NO. 9	NO. 10	NO. 11	NO. 12	NO. 13	NO. 14	NO. 15	NO. 16	NO. 17	NO. 18	NO. 19	NO. 20	NO. 21	NO. 22	NO. 23	NO. 24	NO. 25	NO. 26	NO. 27	NO. 28	NO. 29	NO. 30	NO. 31	NO. 32	NO. 33	NO. 34	NO. 35	NO. 36	NO. 37	NO. 38	NO. 39	NO. 40	NO. 41	NO. 42	NO. 43	NO. 44	NO. 45	NO. 46	NO. 47	NO. 48	NO. 49	NO. 50	NO. 51	NO. 52	NO. 53	NO. 54	NO. 55	NO. 56	NO. 57	NO. 58	NO. 59	NO. 60	NO. 61	NO. 62	NO. 63	NO. 64	NO. 65	NO. 66	NO. 67	NO. 68	NO. 69	NO. 70	NO. 71	NO. 72	NO. 73	NO. 74	NO. 75	NO. 76	NO. 77	NO. 78	NO. 79	NO. 80	NO. 81	NO. 82	NO. 83	NO. 84	NO. 85	NO. 86	NO. 87	NO. 88	NO. 89	NO. 90	NO. 91	NO. 92	NO. 93	NO. 94	NO. 95	NO. 96	NO. 97	NO. 98	NO. 99	NO. 100
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4	NO. 5	NO. 6	NO. 7	NO. 8	NO. 9	NO. 10	NO. 11	NO. 12	NO. 13	NO. 14	NO. 15	NO. 16	NO. 17	NO. 18	NO. 19	NO. 20	NO. 21	NO. 22	NO. 23	NO. 24	NO. 25	NO. 26	NO. 27	NO. 28	NO. 29	NO. 30	NO. 31	NO. 32	NO. 33	NO. 34	NO. 35	NO. 36	NO. 37	NO. 38	NO. 39	NO. 40	NO. 41	NO. 42	NO. 43	NO. 44	NO. 45	NO. 46	NO. 47	NO. 48	NO. 49	NO. 50	NO. 51	NO. 52	NO. 53	NO. 54	NO. 55	NO. 56	NO. 57	NO. 58	NO. 59	NO. 60	NO. 61	NO. 62	NO. 63	NO. 64	NO. 65	NO. 66	NO. 67	NO. 68	NO. 69	NO. 70	NO. 71	NO. 72	NO. 73	NO. 74	NO. 75	NO. 76	NO. 77	NO. 78	NO. 79	NO. 80	NO. 81	NO. 82	NO. 83	NO. 84	NO. 85	NO. 86	NO. 87	NO. 88	NO. 89	NO. 90	NO. 91	NO. 92	NO. 93	NO. 94	NO. 95	NO. 96	NO. 97	NO. 98	NO. 99	NO. 100
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

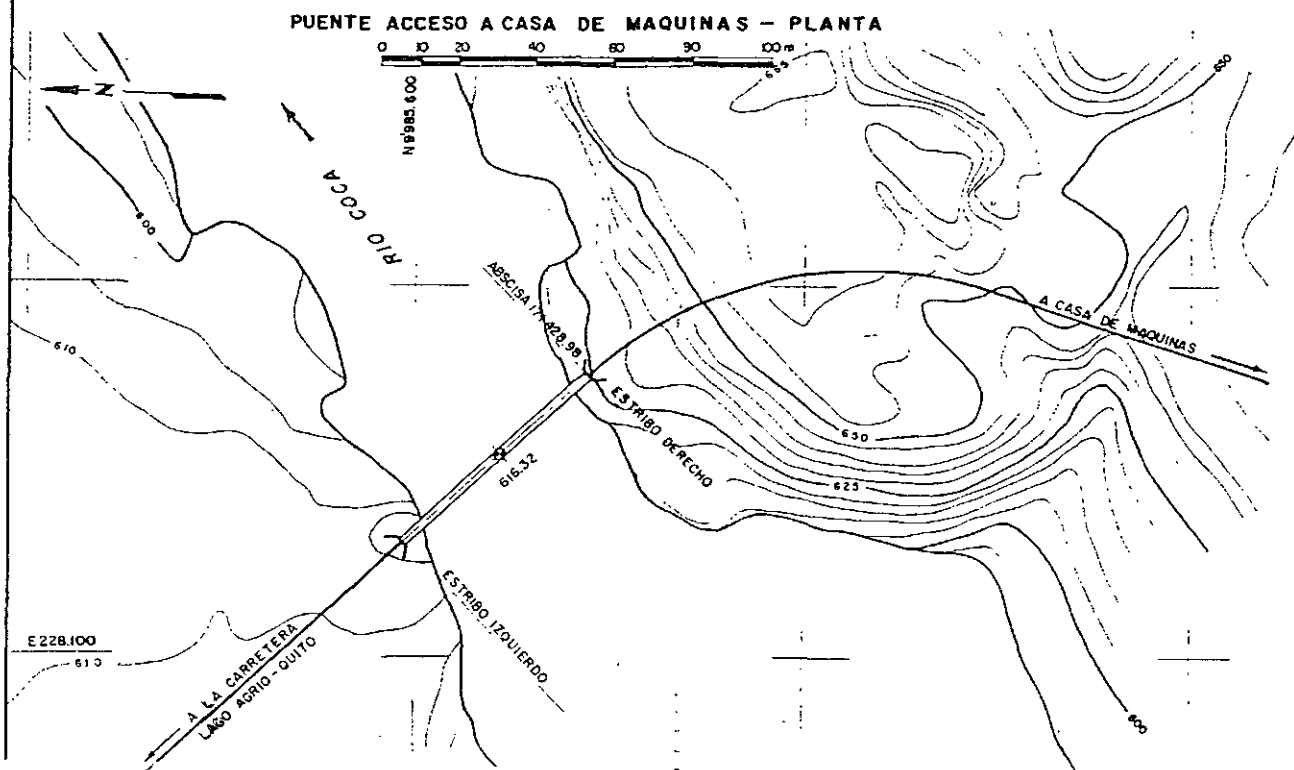
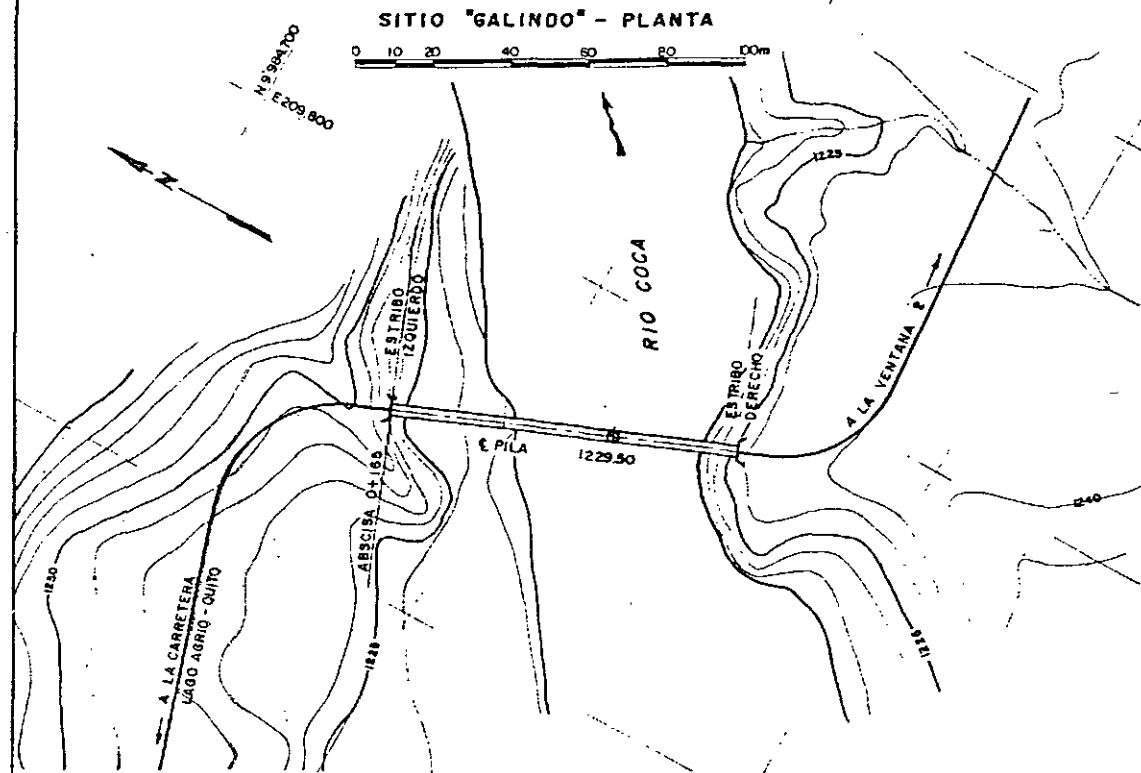
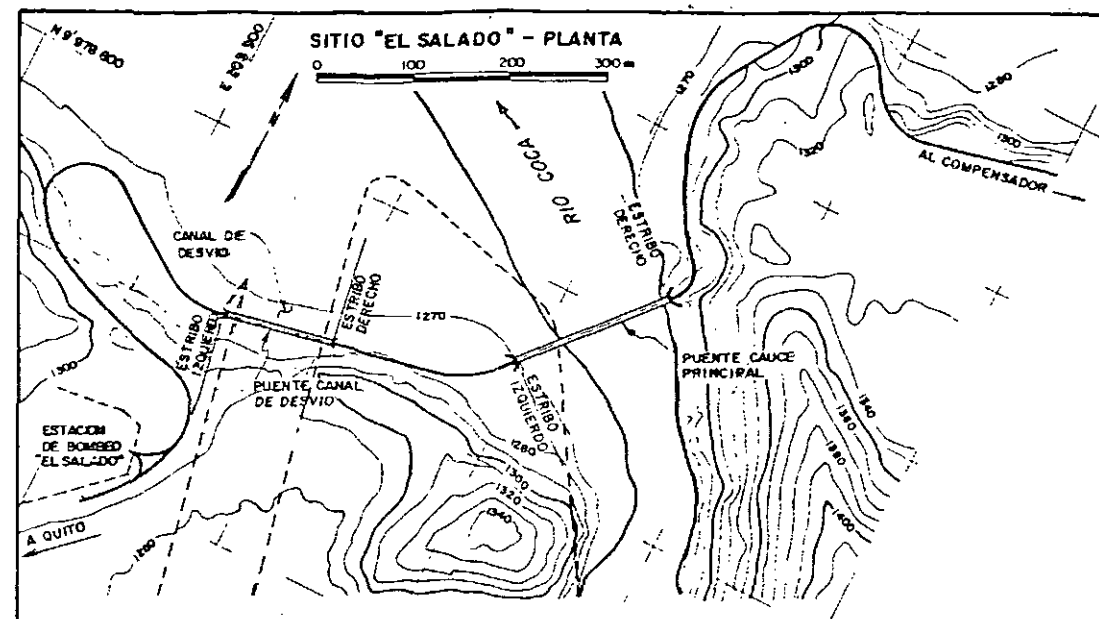
CAPTACION FILO DE AGUA SALADO



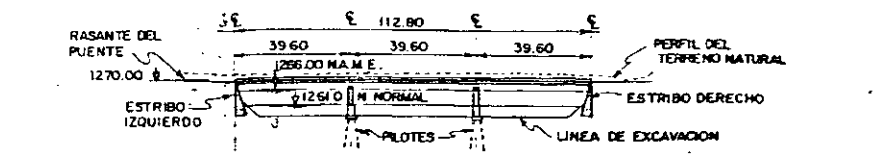
DATOS DE TRAZADO

VERTICES	COORDENADAS	
	N	E
A	9°57' 219.00	201.114.00
B	9°57' 244.43	201.238.53
C	9°57' 243.50	201.261.00
D	9°57' 255.00	201.284.30
E	9°57' 547.73	201.225.19
F	9°57' 473.53	201.447.05
G	9°57' 415.01	201.480.00
H	9°57' 493.83	201.520.35

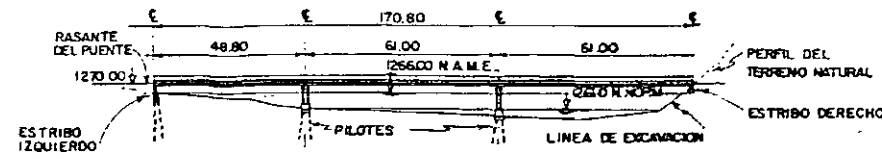
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO MICROELECTRICO COCA-CODO-SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	
CAPTACION FILO DE AGUA SALADO	
PLANTA Y CORTES	
ESCALA: 1:500	FECHA: 15/04/1972
PROYECTADO: [Firma]	APROBADO: [Firma]
CALIFICADO: [Firma]	REVISADO: [Firma]
VERIFICADO: [Firma]	020 B-1544



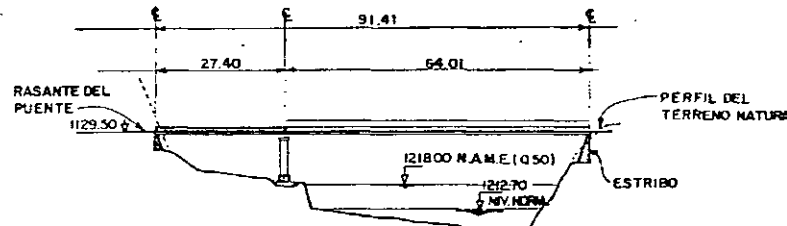
PUNTES TEMPORALES
PUNTE CANAL DE DESVIO - PERFIL LONGITUDINAL



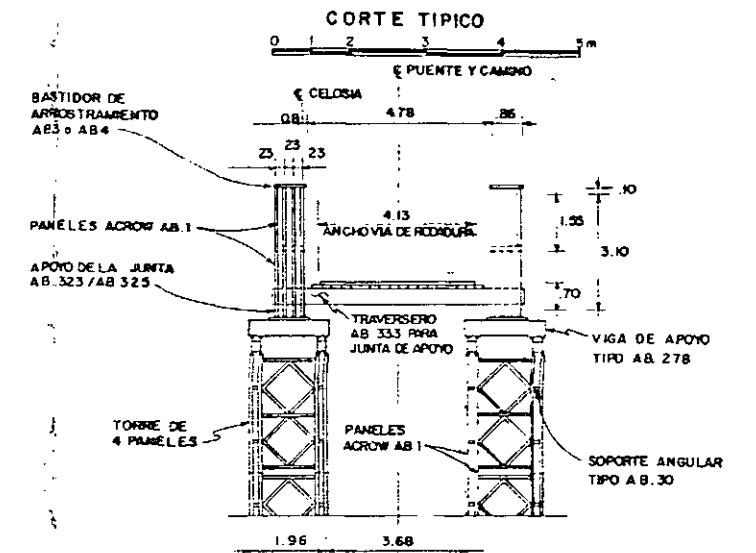
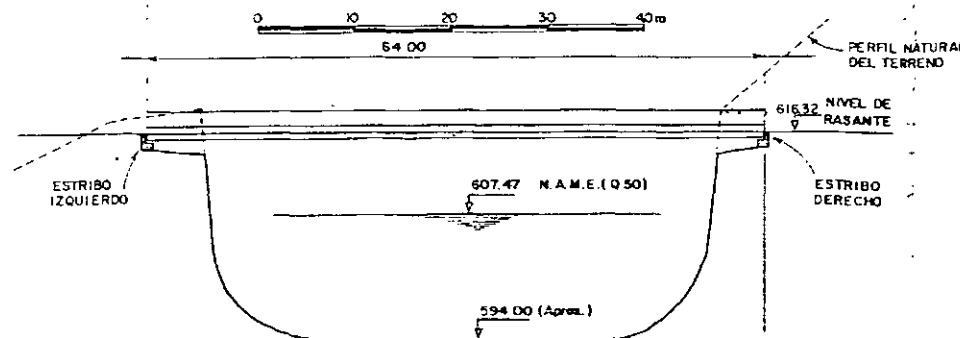
PUNTE EL SALADO CAUCE PRINCIPAL - PERFIL LONGITUDINAL



PUNTES PERMANENTES
PUNTE SITIO "GALINDO" PERFIL LONGITUDINAL



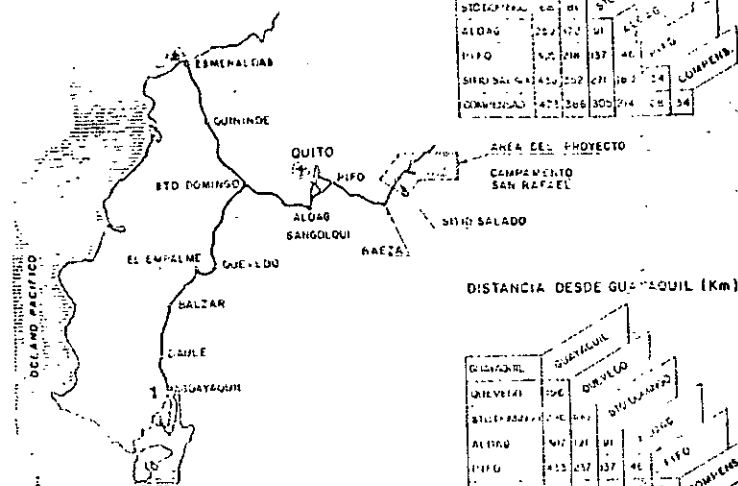
PUNTE ACCESO A CASA DE MAQUINAS - PERFIL LONGITUDINAL



- NOTAS:**
- LOS PUNTES DE LOS SITIOS SALADO Y GALINDO ESTAN DETALLADOS EN EL PLANO DE CAMINOS DE ACCESO-PUNTES TEMPORALES 0209-C-2042.
 - EL PUENTE DE LA CASA DE MAQUINAS ESTA DETALLADO EN EL PLANO DE CAMINOS DE ACCESO-PUNTE PERMANENTE 0209-C-2043.

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD			
INFRAESTRUCTURAS DE LAS OBRAS			
-PUNTES			
HOJA DE	ESC.		
DISEÑADO P. L. M.	RECOMENDADO		
DIBUJADO H. F.	APROBADO		
REVISADO			
FECHA ABRIL - 1992	REF 0209-B-1543		

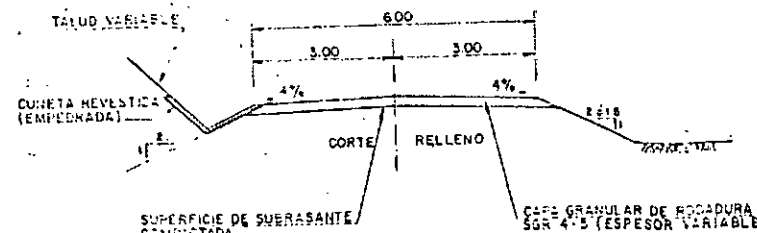
INFRAESTRUCTURA VIAL HASTA EL PROYECTO



DISTANCIA DESDE QUITO (Km)

QUINTA	QUINTA	QUINTA	QUINTA	QUINTA	QUINTA
1	2	3	4	5	6
10	20	30	40	50	60
100	200	300	400	500	600
1000	2000	3000	4000	5000	6000
10000	20000	30000	40000	50000	60000

SECCION TIPICA DE CAMINO VECINAL TIPO 5

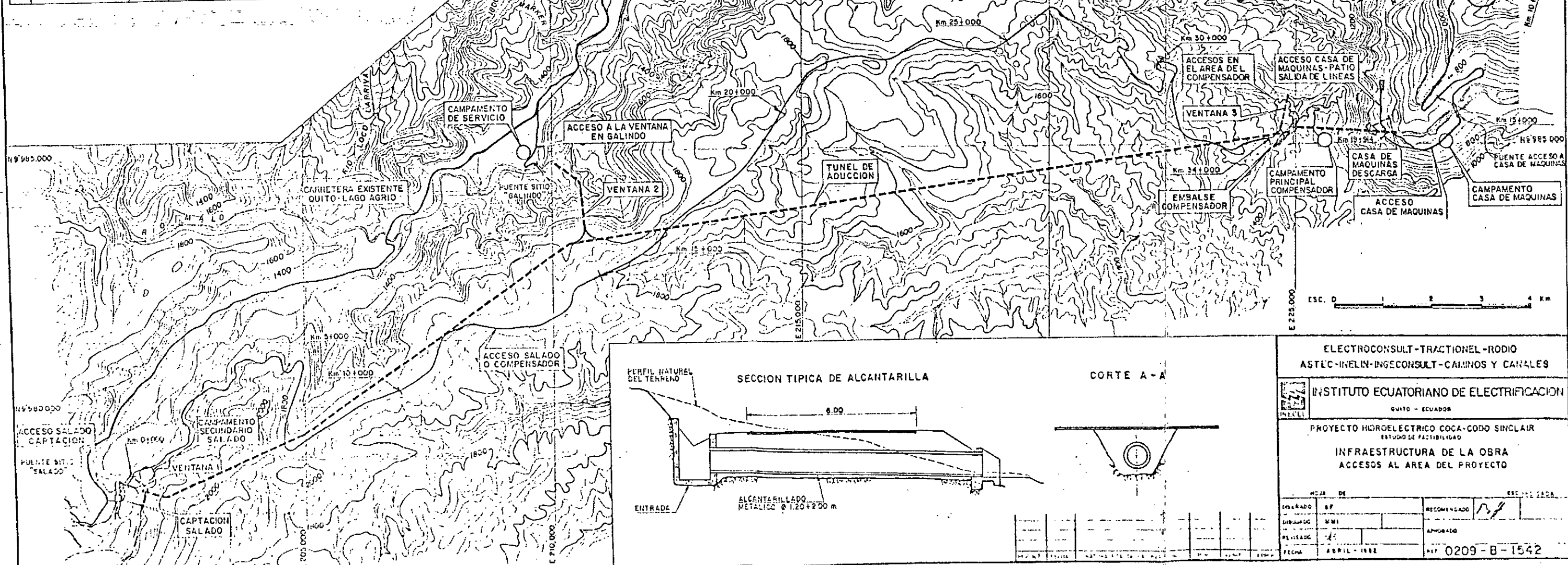


LEYENDA

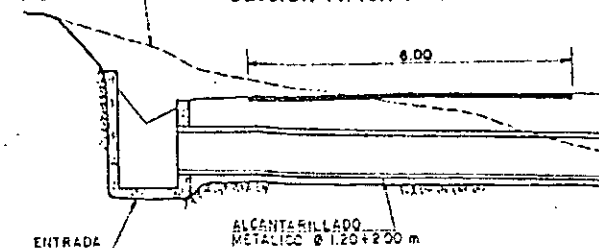
- CAPITAL DE LA REPUBLICA
- CAPITAL DE PROVINCIA
- PUNTOS DE ENLACE
- CARRETERA EXISTENTE ASFALTADA
- - - CARRETERA EXISTENTE AFIRMADA
- - - ACCESOS EN PROYECTO
- ⊕ AEROPUERTO INTERNACIONAL
- ⊙ PUERTO MARITIMO
- ⊙ AREAS DE CAMPAMENTOS
- ⊙ AREAS DE FRESTAMO DE MATERIALES

DATOS CARACTERISTICOS DE LOS CAMINOS Y ACCESOS

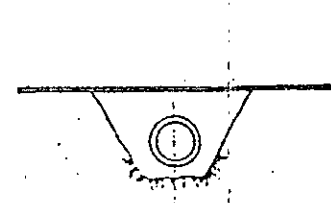
TRAMO	LONGITUD TOTAL (m)	RADIO MINIMO (m)	PENDIENTE MAXIMA (%)	ANCHO DE VIA (m)
ACCESO-SALADO COMPENSADOR	54600	50	8%	600
ACCESO SALADO CAPTACION	1200	12	10%	600
ACCESO A LA VENTANA EN GALINDO	800	12	15%	600
LAGO AGRILO - BAEZA Km 74 a CASA DE MAQUINAS	19310	12	12%	600
CASA DE MAQUINAS - PATIO DE LINEAS TELEFERICO	859	50	6%	600
CASA DE MAQUINAS - SALIDA DEL TUNEL	280	12	12%	600
ACCESOS EN EL AREA DEL COMPENSADOR	5210	18	15%	600



SECCION TIPICA DE ALCANTARILLA



CORTE A-A



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

INFRAESTRUCTURA DE LA OBRA
ACCESOS AL AREA DEL PROYECTO

NO.	FECHA	REVISADO	APROBADO
1	1982		
2	1982		
3	1982		
4	1982		
5	1982		
6	1982		
7	1982		
8	1982		
9	1982		
10	1982		

DATOS CARACTERISTICOS (1ª ETAPA)

CUENCA HIDROGRAFICA
 AREA DE LA CUENCA (SITIO SALADO)
 CAUDAL 90% DIARIO
 CRECIENTE MAX. 10000 AÑOS
 CRECIENTE CATASTROFICA

km² 3600.00
 m³/s 127.00
 m³/s 7500.00
 m³/s 20000.00

OBRA DE CAPTACION

ALTURA UMBRAL SOBRE CIMENTACION
 ANCHO VERTEDERO PRINCIPAL
 ANCHO VERTEDERO SECUNDARIO
 NIVEL AGUA MAX ORD N.A.M.O.
 NIVEL AGUA MAX EXC N.A.M.E.
 COTA CORONACION

m 23.60
 m 110.00
 m 66.00
 m s n m 1275.00
 m s n m 1283.20
 m s n m 1290.50

TUNEL DE ADUCCION

CAUDAL DE DISEÑO
 DIAMETRO DE EXCAVACION
 LONGITUD TOTAL

m³/s 64.25
 m 5.40
 km 2490

EMBALSE COMPENSADOR

ALTURA MAX PRESA
 NIVEL AGUA MINIMO N.A.M.I.
 NIVEL AGUA MAX ORD N.A.M.O.
 NIVEL AGUA MAX EXC N.A.M.E.
 COTA CORONACION
 VOLUMEN TOTAL PRESA
 CAUDAL VERTEDERO
 CAUDAL DESCARGA DE FONDO

m 53.50
 m s n m 1216.00
 m s n m 1225.50
 m s n m 1231.10
 m s n m 1233.50
 m³ 318.00
 m³/s 151.00
 m³/s 12.00

TUBERIA DE PRESION

CAUDAL DE DISEÑO
 DIAMETRO TUBERIA EN HORMIGON
 DIAMETRO TUBERIA BLINDADA
 LONGITUD TUBERIA EN HORMIGON
 LONGITUD TUBERIA BLINDADA
 LONGITUD TOTAL TUBERIA

m³/s 80.25
 m 4.60
 m 4.20
 m 1418.72
 m 424.99
 m 1843.71

CASA DE MAQUINAS

FACTOR DE PLANTA
 ANCHO
 ALTURA
 LONGITUD
 CAIDA NETA
 POTENCIA INSTALADA
 Nº DE GRUPOS
 POTENCIA DEL GRUPO
 ENERGIA ANUAL

0.80
 24.00
 44.50
 86.00
 609.00
 432.00
 3
 144.00
 6 kWh/año : 297830

TUNEL DE DESCARGA

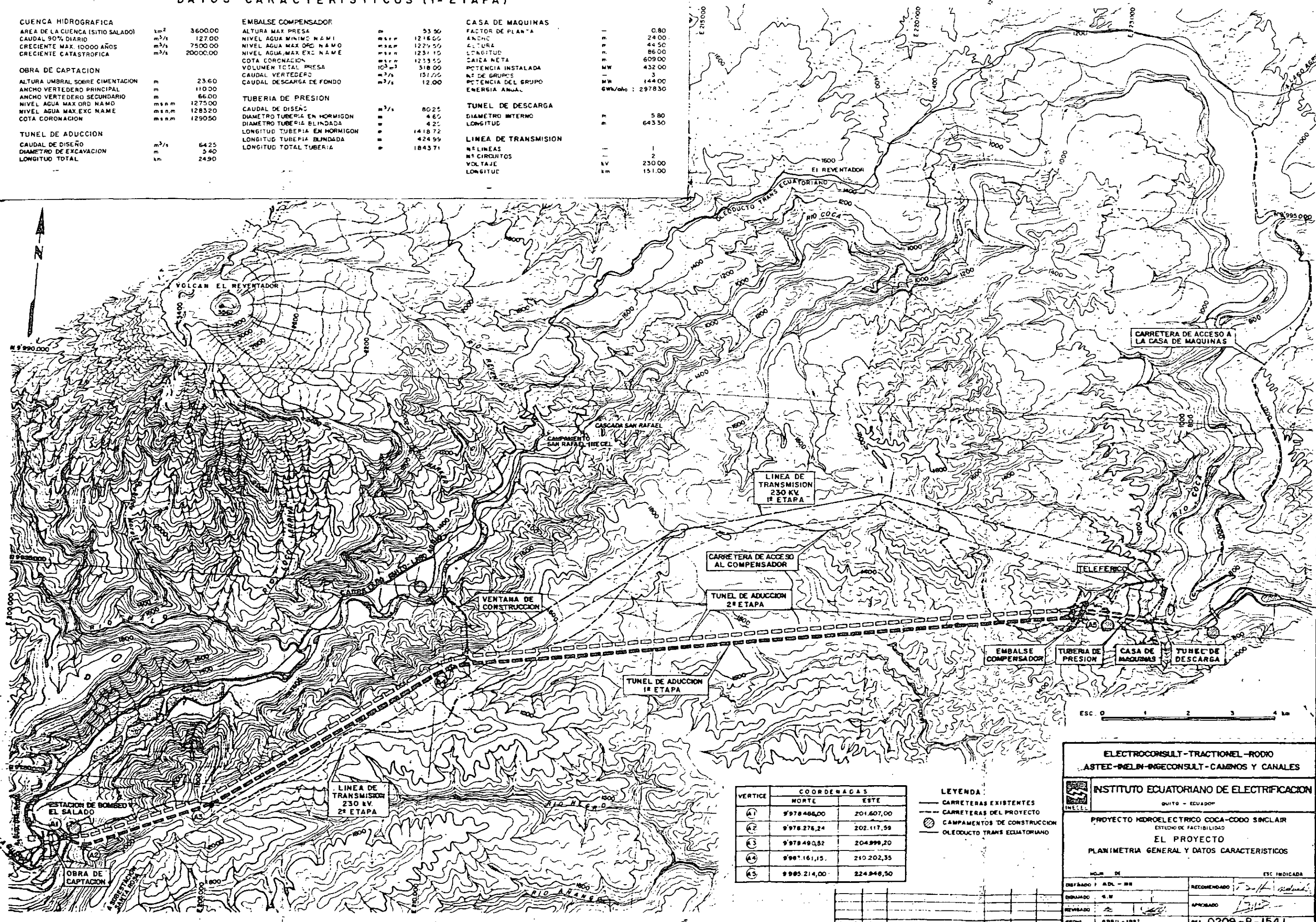
DIAMETRO INTERNO
 LONGITUD

m 5.80
 m 643.30

LINEA DE TRANSMISION

Nº LINEAS
 Nº CIRCUITOS
 VOLTAJE
 LONGITUD

1
 2
 kV 230.00
 km 151.00



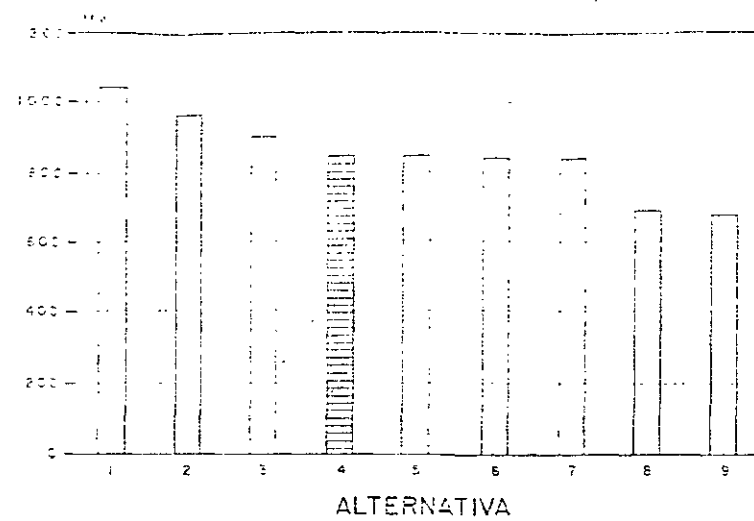
VERTICE	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
(A1)	9'978.486,00	201.607,00
(A2)	9'978.276,24	202.117,59
(A3)	9'978.490,82	204.999,20
(A4)	9'981.161,15	210.202,35
(A5)	9'985.214,00	224.948,50

LEYENDA

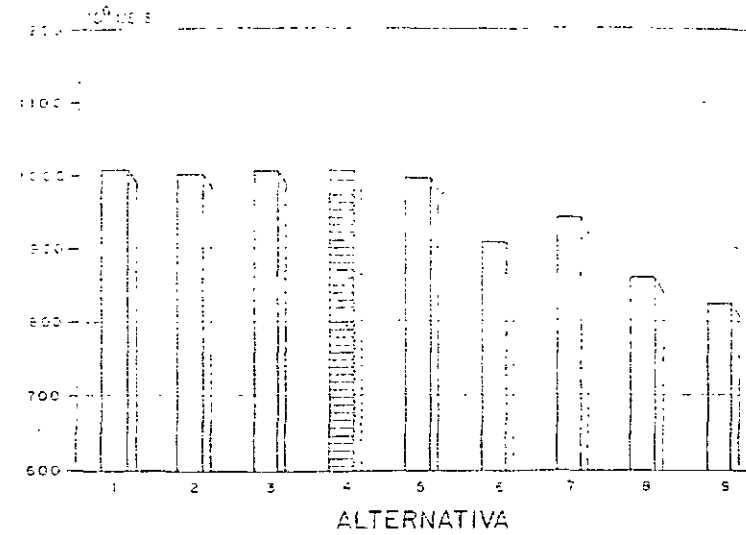
- CARRETERAS EXISTENTES
- CARRETERAS DEL PROYECTO
- CAMPAMENTOS DE CONSTRUCCION
- OLEODUCTO TRANS ECUATORIANO

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-PELIN-INGECONSULT-CAMPOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	
EL PROYECTO	
PLANIMETRIA GENERAL Y DATOS CARACTERISTICOS	
NOMBRE DE	ESC. INDICADA
DISEÑADO: A.D.L. - M.R.	RECOMENDADO: [Firma]
DIBUJADO: S.M.	APROBADO: [Firma]
REVISADO: [Firma]	
FECHA: ABRIL - 1992	REF: 0209-B-1541

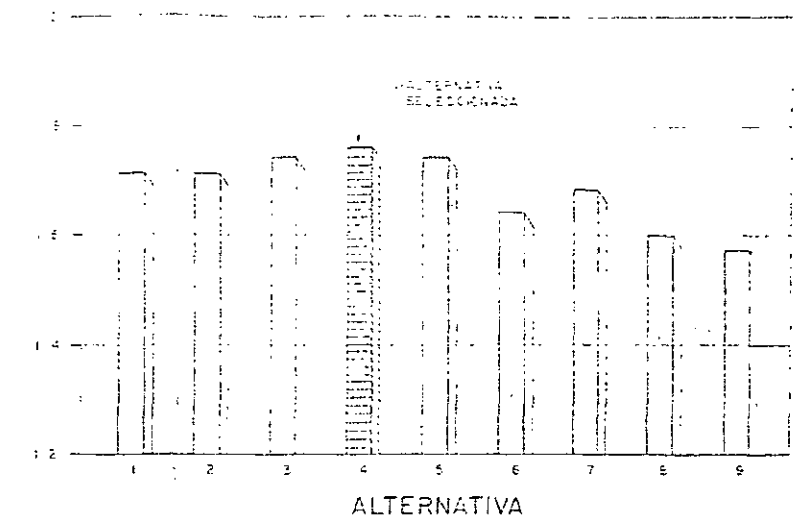
POTENCIA INSTALADA



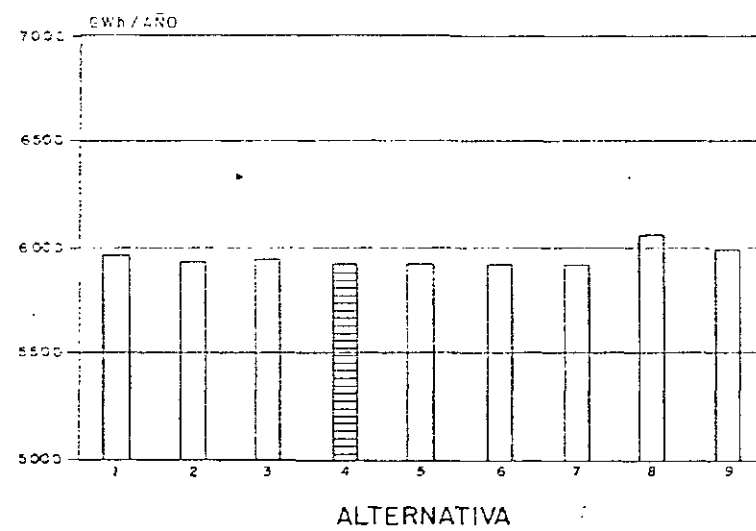
BENEFICIO NETO ACTUALIZADO



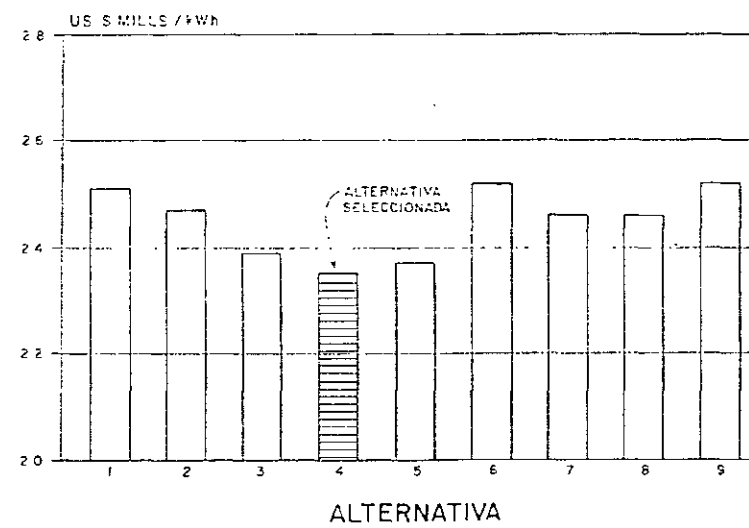
INDICE BENEFICIO/COSTO



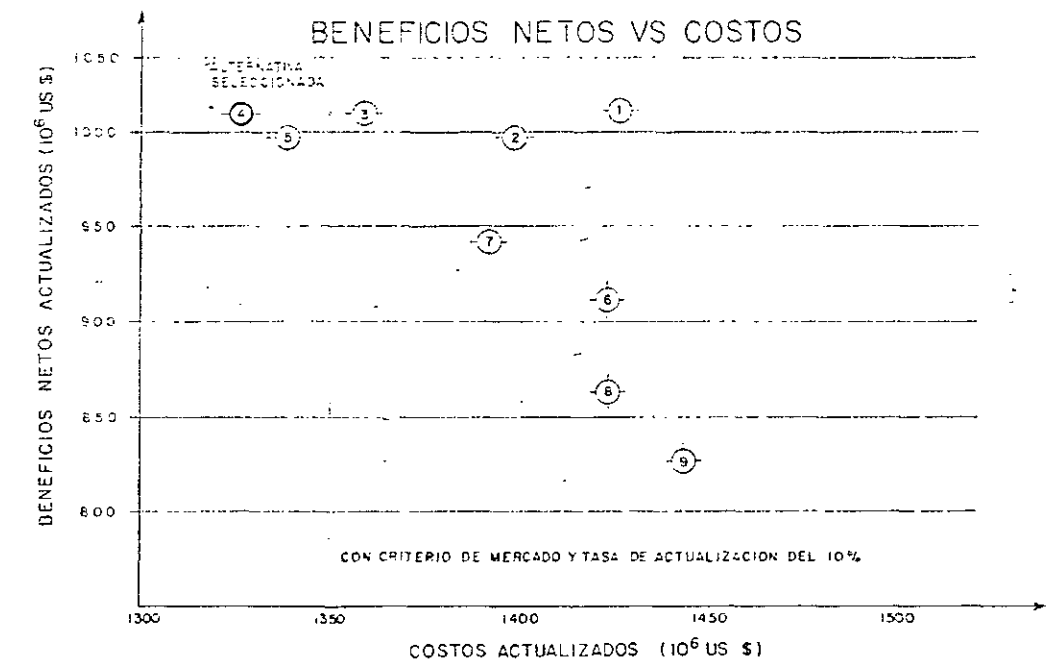
ENERGIA ANUAL



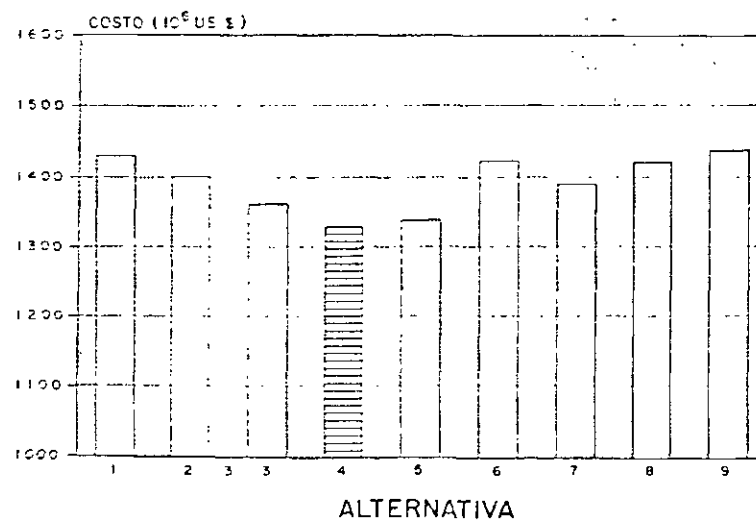
COSTO DE ENERGIA



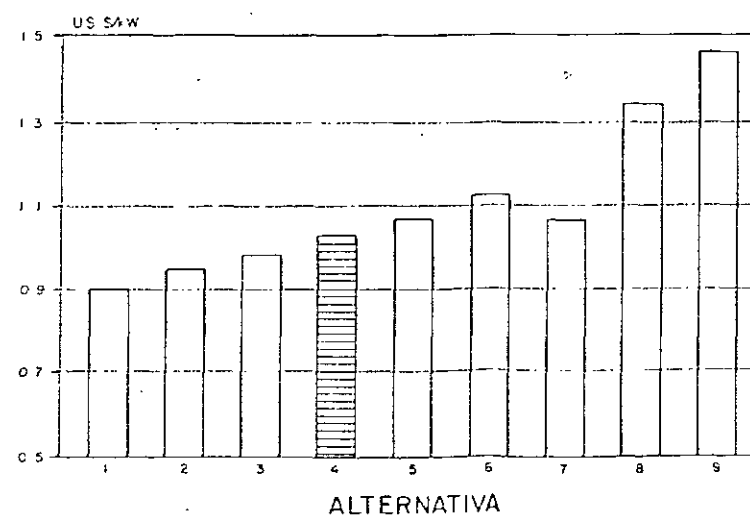
BENEFICIOS NETOS VS COSTOS



COSTO ACTUALIZADO



COSTO DE POTENCIA



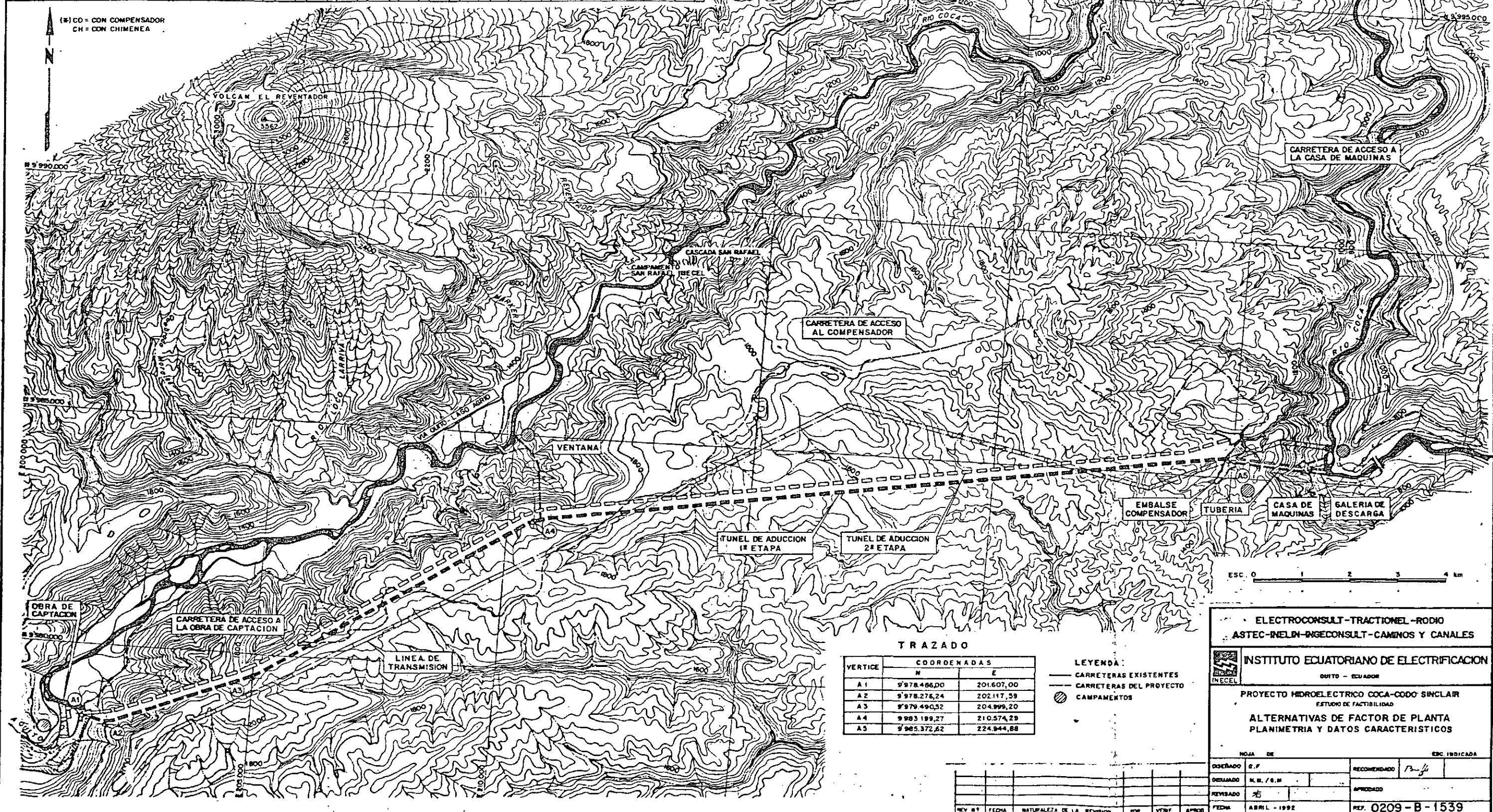
FACTORES DE PLANTA ANALIZADOS

ALTERNATIVA	FACTOR DE PLANTA		
	1ª ETAPA	2ª ETAPA	FINAL
1	0.65	0.65	0.65
2	0.70	0.70	0.70
3	0.75	0.75	0.75
4	0.80	0.80	0.80
5	0.70	0.80	0.80
6	0.70	0.80	0.80
7	0.80	0.80	0.80
8	1.00	1.00	1.00
9	0.80	1.00	1.00

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	
ALTERNATIVAS DE FACTOR DE PLANTA	
RESUMEN PARAMETROS ECONOMICOS	
HECHA DE	ESC
DISEÑADO A L	REVISADO P. J.
CONSTRUIDO N F	APROBADO
FECHA ABRIL - 1992	REF 0209-B-1540

RESUMEN DE CARACTERISTICAS DE LAS ALTERNATIVAS																			
ITEM	UNIDAD	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2		ALTERNATIVA 3		ALTERNATIVA 4		ALTERNATIVA 5		ALTERNATIVA 6		ALTERNATIVA 7		ALTERNATIVA 8		ALTERNATIVA 9	
		ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 1	ETAPA 2
FACTOR DE PLANTA		0.65	0.65	0.70	0.70	0.75	0.75	0.80	0.80	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	0.80	1.00
SISTEMA DE ADUCCION (S)		CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CO	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
CAUDAL GARANTIZADO (Q ₉₀)	m ³ /s	6420	6380	6420	6380	6420	6350	6420	6350	6420	6350	6350	6420	6350	6420	6350	6350	6350	6350
CAUDAL MAXIMO	m ³ /s	98.77	98.15	91.71	191.14	85.60	84.67	80.25	79.38	91.71	87.91	90.71	88.91	79.38	80.25	63.50	63.50	79.38	63.50
NIVEL NORMAL DE CAPTACION	m.s.n.m.	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00
NIVEL MAX. NOR. EMB. COMP.	m.s.n.m.	1230.20	1230.50	1228.50	1228.90	1229.50	1232.10	1227.10	1229.50	1228.80	1229.50	1228.50	1229.50	1228.50	1229.50	1228.50	1229.50	1228.50	1229.50
NIVEL MIN. NOR. EMB. COMP.	m.s.n.m.	1216.80	1216.00	1216.60	1216.00	1221.90	1216.00	1216.00	1216.00	1217.30	1216.00	1216.00	1216.00	1216.00	1216.00	1216.00	1216.00	1216.00	1216.00
NIVEL BARICENTRICO EMB.	m.s.n.m.	1225.08	1225.08	1223.63	1223.63	1226.23	1226.23	1224.27	1224.27	1224.27	1224.27	1224.27	1224.27	1224.27	1224.27	1224.27	1224.27	1224.27	1224.27
NIVEL DEL EJE TURBINA	m.s.n.m.	610.20	610.20	610.20	610.20	610.20	610.20	610.20	610.20	610.20	610.20	610.20	610.20	610.20	610.20	609.50	609.50	610.20	610.20
CAIDA NETA	m	605.42	605.31	604.30	604.18	607.08	606.96	605.41	605.38	604.94	605.90	603.57	606.58	604.60	605.41	624.79	624.79	618.49	615.58
DIAMETRO TUNEL DE ADUCCION	m	5.24	5.24	5.21	5.21	5.26	5.26	5.22	5.22	5.22	5.22	5.89	4.38	5.60	4.79	4.95	4.95	5.25	4.25
LONGITUD TUNEL DE ADUCCION	Km	24.89	24.89	24.89	24.89	24.89	24.89	24.89	24.89	24.89	24.89	24.89	25.69	24.89	25.69	24.89	25.69	25.69	25.69
DIAMETRO TUB. BAJA PRESION	m	5.07	5.04	4.96	4.93	4.84	4.81	4.75	4.72	4.66	4.49	4.52	4.52	4.52	4.52	4.75	4.75	4.00	3.32
DIAMETRO TUB. ALTA PRESION	m	4.35	4.33	4.25	4.23	4.15	4.12	4.07	4.05	4.25	3.85	4.12	3.87	4.00	4.07	3.75	3.75	4.00	3.32
LONGITUD TUB. BAJA PRESION	m	915.23	915.23	915.23	915.23	915.23	915.23	915.23	915.23	915.23	915.23	915.23	915.23	915.23	915.23	915.23	915.23	915.23	915.23
LONGITUD TUB. ALTA PRESION	m	791.00	791.00	791.00	791.00	791.00	791.00	791.00	791.00	791.00	791.00	945.09	791.00	945.00	791.00	945.00	945.00	945.00	945.00
POTENCIA INSTALADA	MW	522.08	518.73	483.89	480.78	453.71	448.68	424.19	419.53	476.26	364.53	484.40	358.85	417.47	424.19	461.86	346.39	428.62	383.96
POTENCIA CONTINUA	MW	339.35	337.17	338.85	336.67	340.28	336.51	339.35	335.63	333.38	291.63	339.08	287.35	333.98	339.35	346.39	346.39	342.90	341.69
NUMERO DE UNIDADES	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3+1	3	3	2+1
POTENCIA UNITARIA	MW	174.03	172.91	161.36	160.32	151.24	149.56	141.40	139.84	158.75	121.51	161.47	119.62	139.16	141.40	115.46	115.46	142.87	127.98
ENERGIA PRIMARIA ANUAL	GWh/a	2988.98	2970.00	2980.67	2961.71	2991.85	2958.81	2961.19	2948.81	3359.36	2563.78	3407.92	2521.44	2943.47	2983.79	3034.40	3034.40	3046.81	2980.15

(S) CO = CON COMPENSADOR
CH = CON CHIMENEA



TRAZADO

VERTICE	COORDENADAS	
	N	E
A1	9°37'48.486,00	201.607,00
A2	9°37'48.276,24	202.117,59
A3	9°37'49.052,52	204.999,20
A4	9°38'3.199,27	210.574,28
A5	9°38'5.372,62	224.944,88

LEYENDA:

- CARRETERAS EXISTENTES
- - - CARRETERAS DEL PROYECTO
- CAMPAMENTOS

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

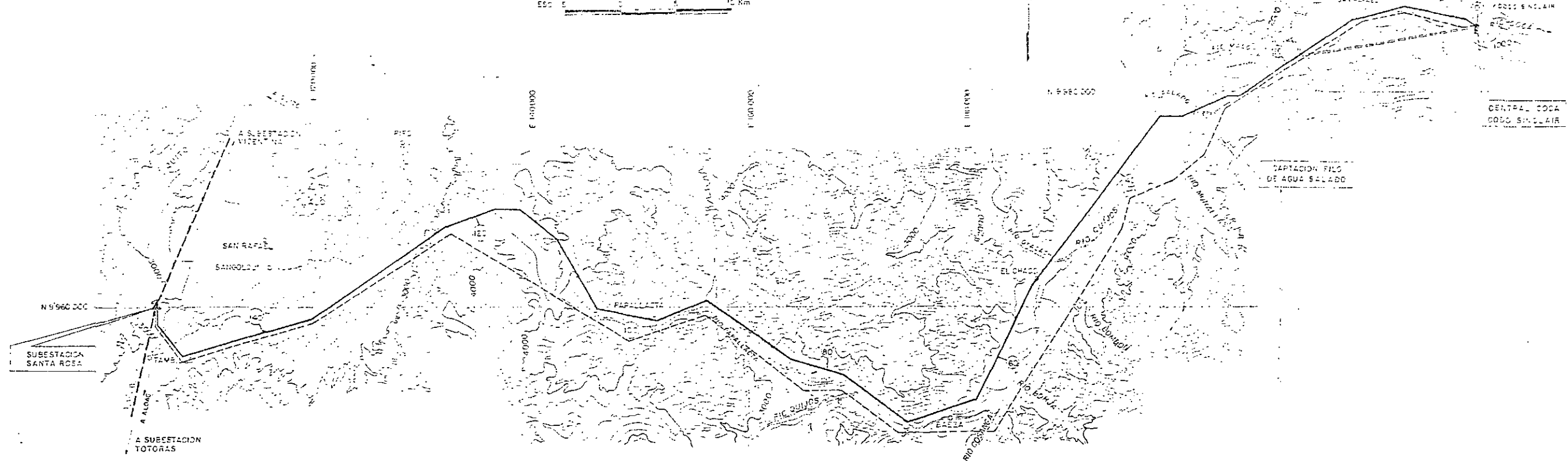
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO-SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

ALTERNATIVAS DE FACTOR DE PLANTA
PLANIMETRIA Y DATOS CARACTERISTICOS

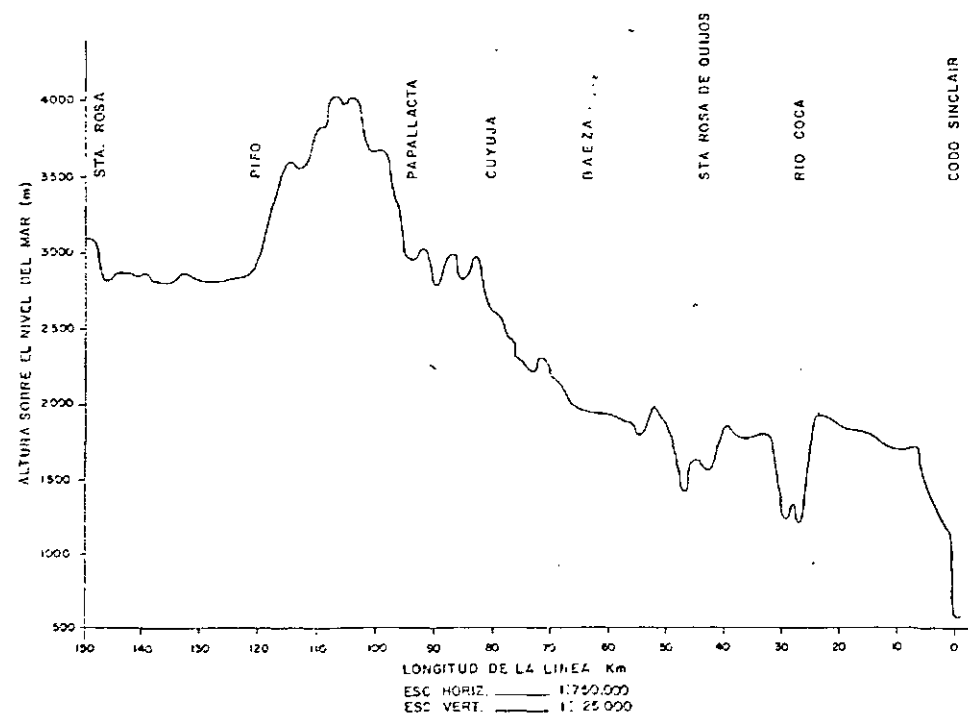
HOJA DE

ELABORADO	E.F.	RECOMENDADO	P. J.
REVISADO	N.B. / G.M.	APROBADO	
FECHA	ABRIL - 1992	REF.	0209-B-1539

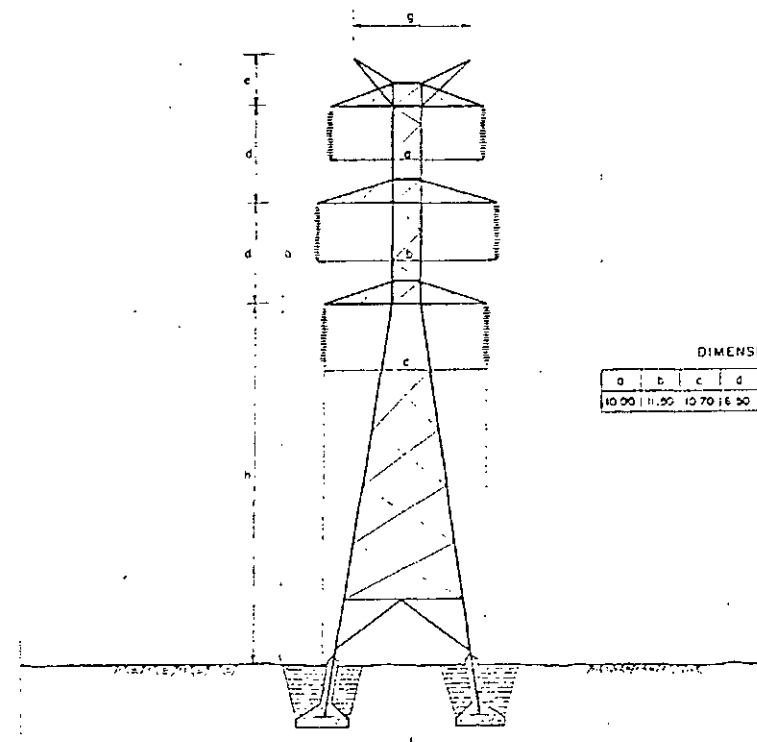
SISTEMA DE TRANSMISION DISPOSICION GENERAL - PLANTA



PERFIL DEL RECORRIDO DE LA LINEA (1ª ETAPA)



ESTRUCTURA TIPO DE 230 KV



LEYENDA:

- LINEA DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO
- LONGITUD EN Km
- LINEA DE TRANSMISION (230 KV) EN PROYECTO
- LINEA DE TRANSMISION (230 KV) 2ª ETAPA
- OBRAS DEL PROYECTO
- CARRETERA EN PROYECTO
- CARRETERA EXISTENTE
- ▲ SUBESTACION
- △ ELEVACION
- POBLACION

NOTA:

EL TRAZADO DE LA LINEA DE SEGUNDA ETAPA PODRA SER RECONSIDERADO EN FUTURO

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

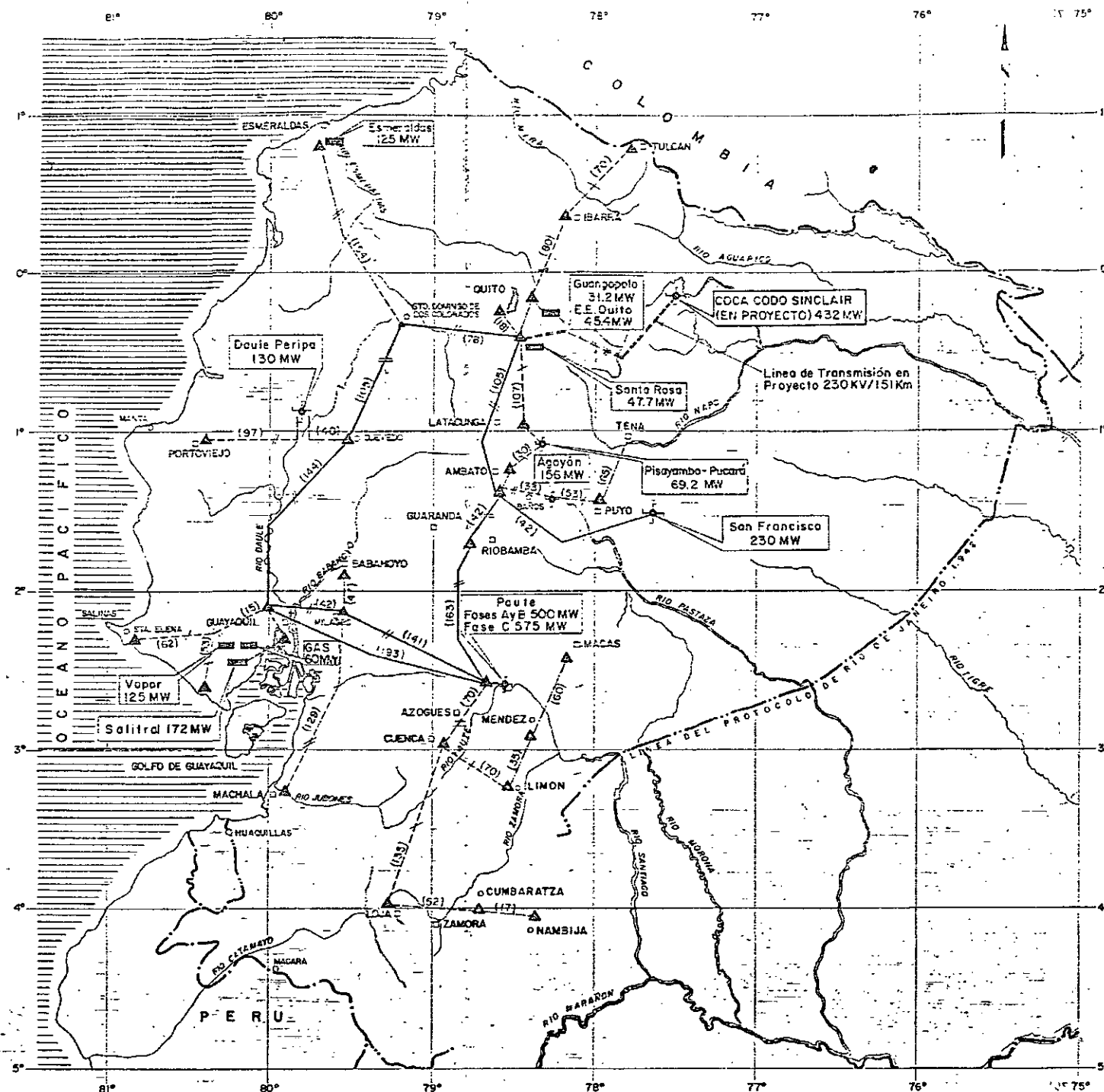
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

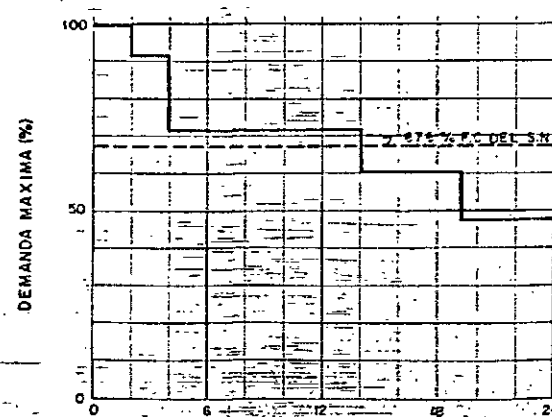
SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO
LINEAS DE TRANSMISION DEL PROYECTO

DISENADO	J. F.	RECOMENDADO	
DISEÑADO	M. M.	APROBADO	
REVISADO			
FECHA	ABRIL 1952	REF	0209-B-1538

SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO A 1998

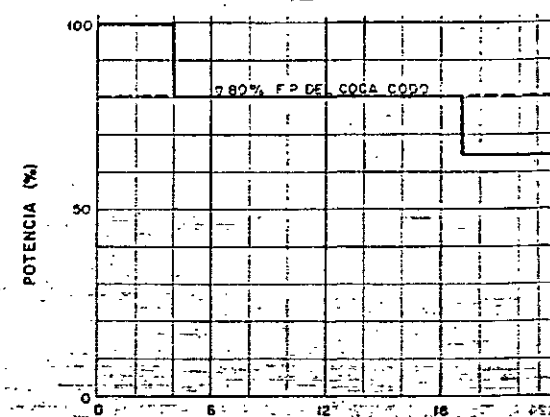


CURVA DE CARGA DIARIA DEL S.N.I.



S.N.I. - SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO

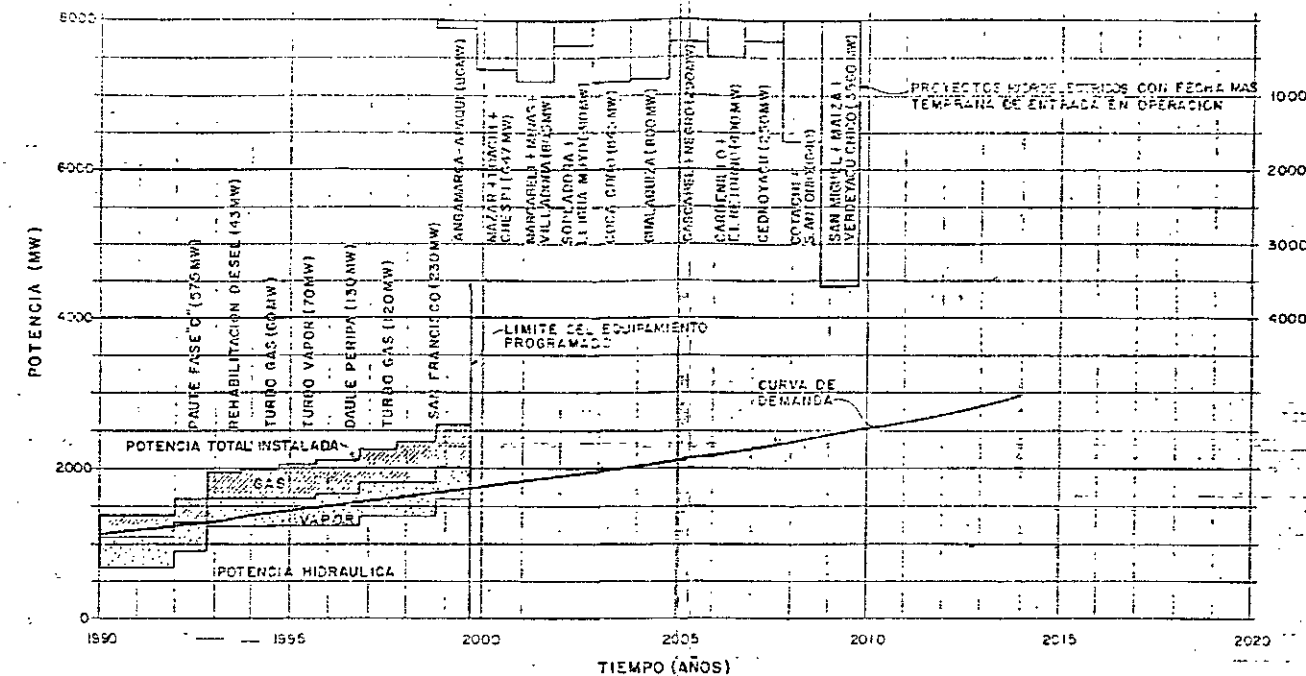
CURVA DE CARGA DIARIA DEL COCA CODO



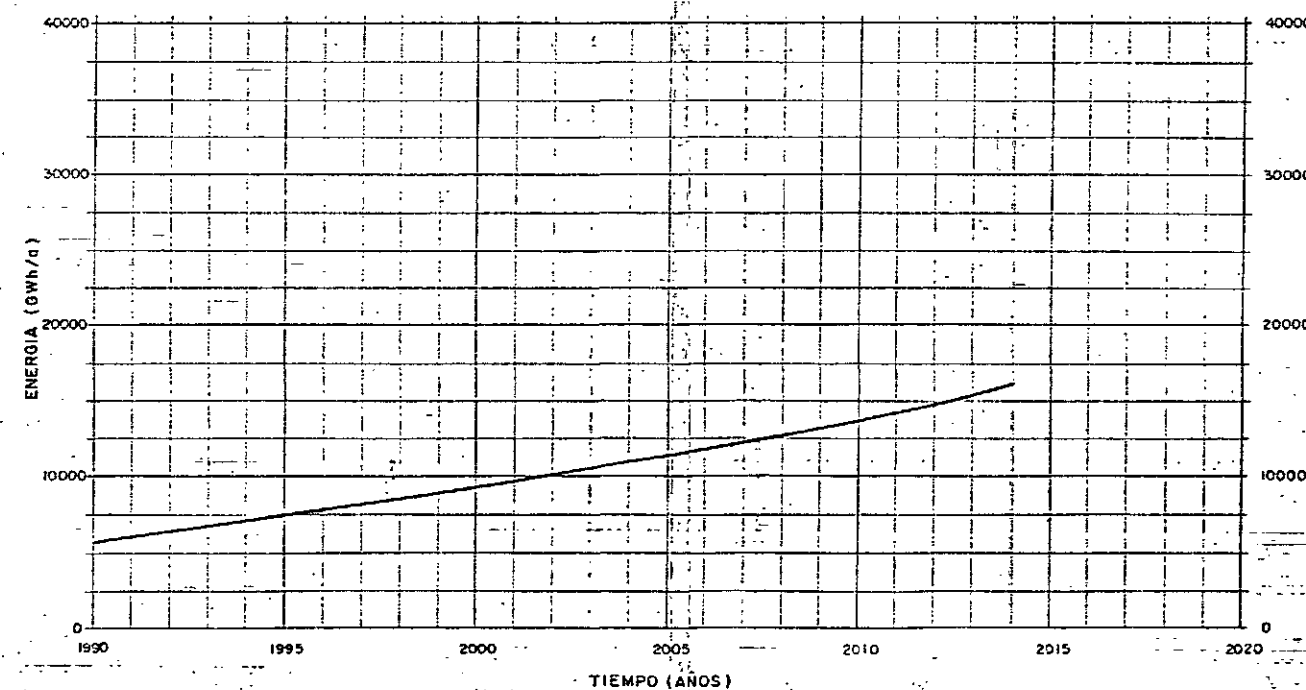
HORAS

- LEYENDA:
- CAPITAL DE LA REPUBLICA
 - CAPITAL DE PROVINCIA
 - CABECERA CANTONAL
 - LIMITE INTERNACIONAL
 - ⚡ CENTRAL HIDROELECTRICA
 - ☼ CENTRAL TERMICA
 - △ SUBESTACION
 - LINEA DE TRANSMISION 230KV
 - LINEA DE TRANSMISION 138KV
 - LINEA DE TRANSMISION 69KV
 - // SIMPLE Y DOBLE CIRCUITO
 - (80) LONGITUD EN KILOMETROS

CURVA DE DEMANDA DE POTENCIA DEL SISTEMA GLOBAL NACIONAL EQUIPAMIENTO HASTA 1998 - PROYECTOS HIDROELECTRICOS ALTERNATIVOS



CURVA DE DEMANDA DE ENERGIA DEL SISTEMA GLOBAL NACIONAL



ES 20 0 20 40 60 80 Km

NOTAS

- LAS INFORMACIONES DE DEMANDA Y ENERGIA ASI COMO DE CURVAS DE CARGA DIARIA FUERON PROPORCIONADAS POR INECEL
- LAS CURVAS DE LA DEMANDA DE POTENCIA Y ENERGIA SE REFIEREN AL ESCENARIO MENOS FAVORABLE

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

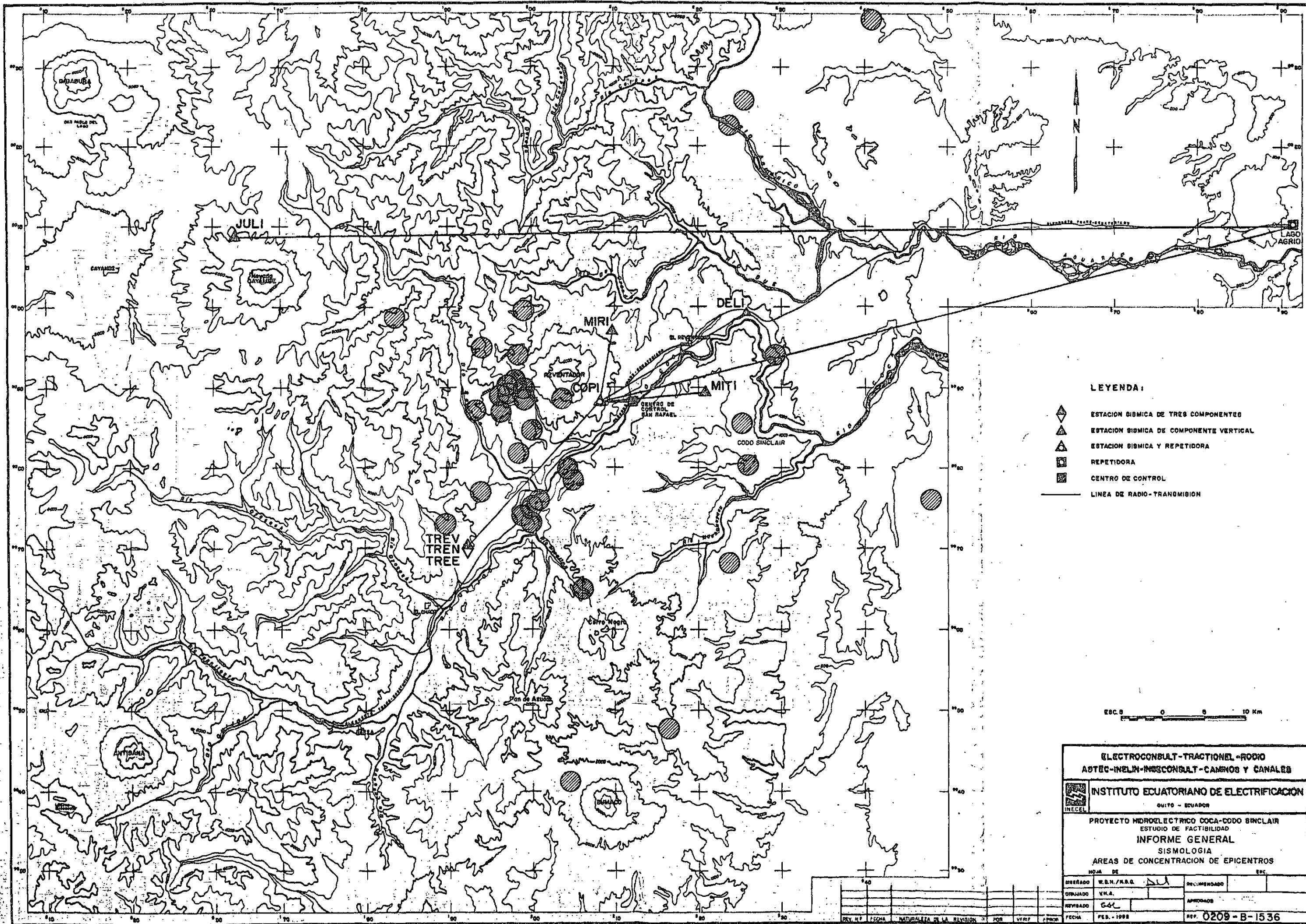
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

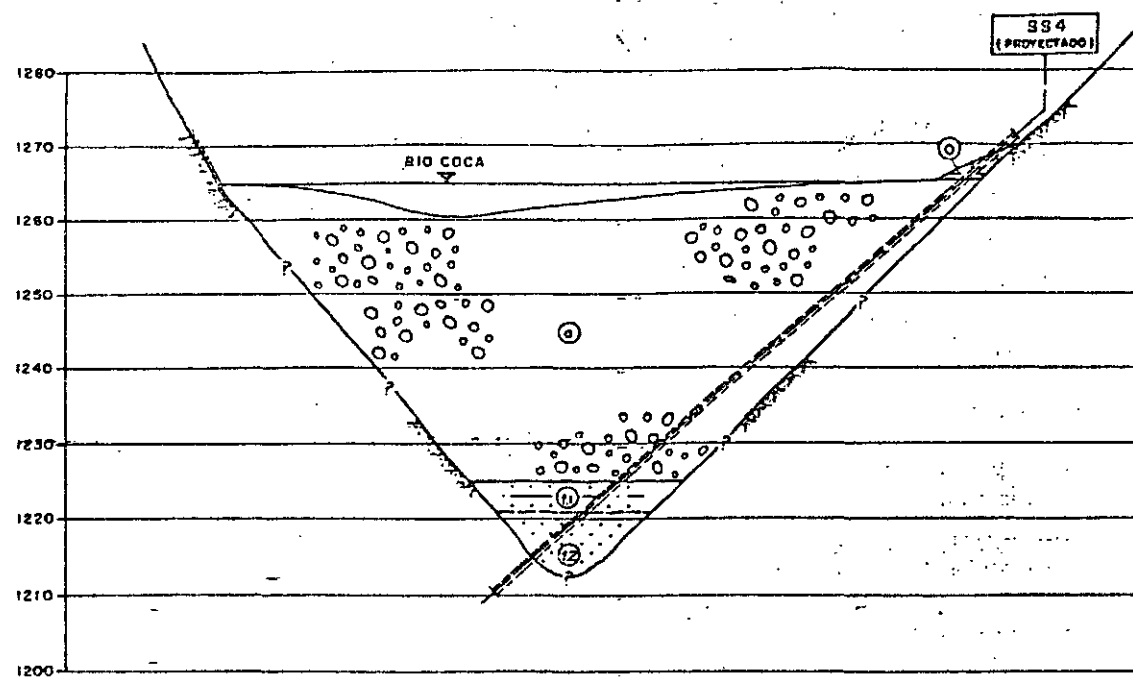
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO
Y MERCADO ELECTRICO

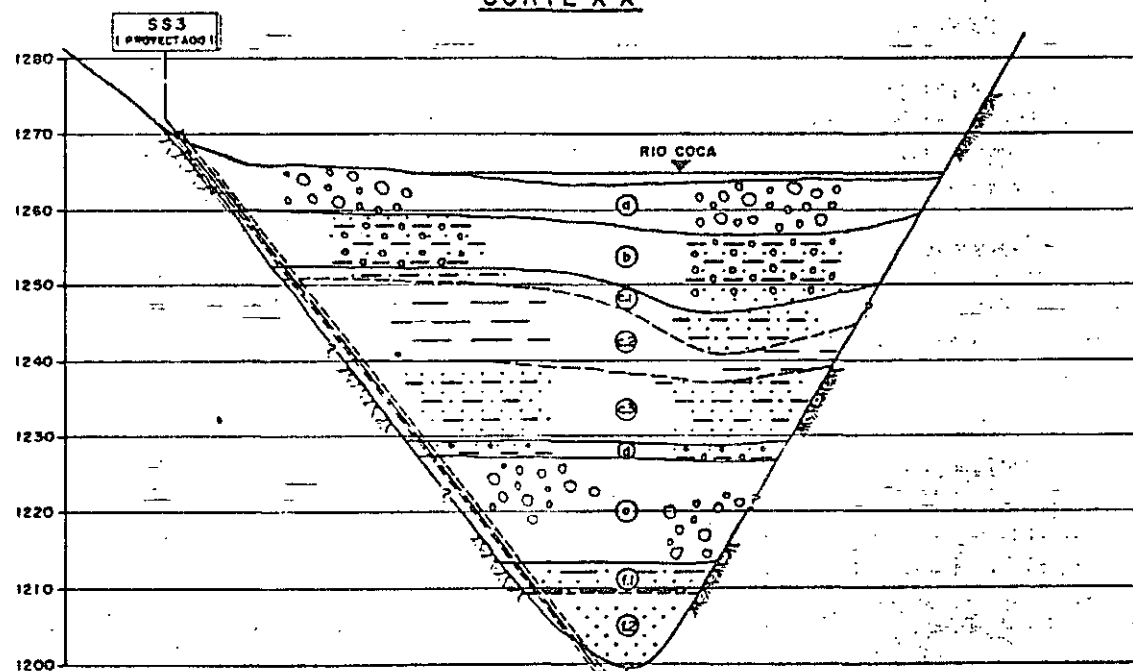
HOJA DE

DISERADO	G.F.	RECOMENDADO	
DIBUJADO	M.M.I./E.M.	APROBADO	
REVISADO			
FECHA	ABRIL - 1992	REF.	0209-B-1537

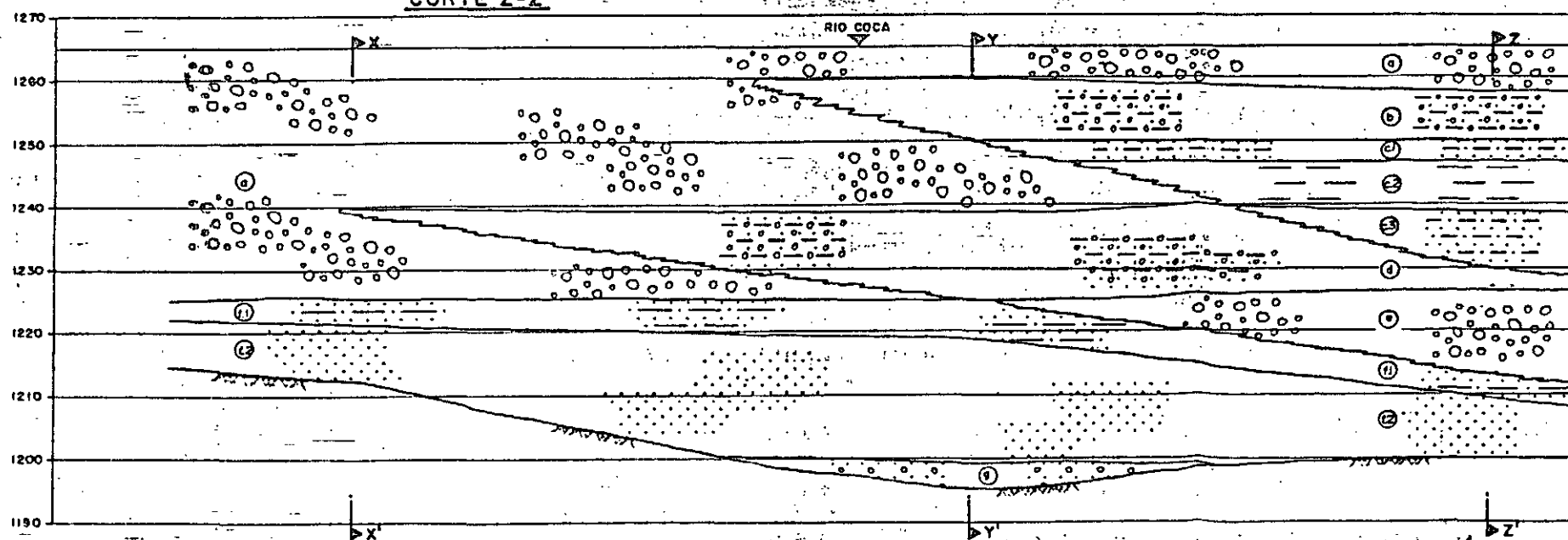




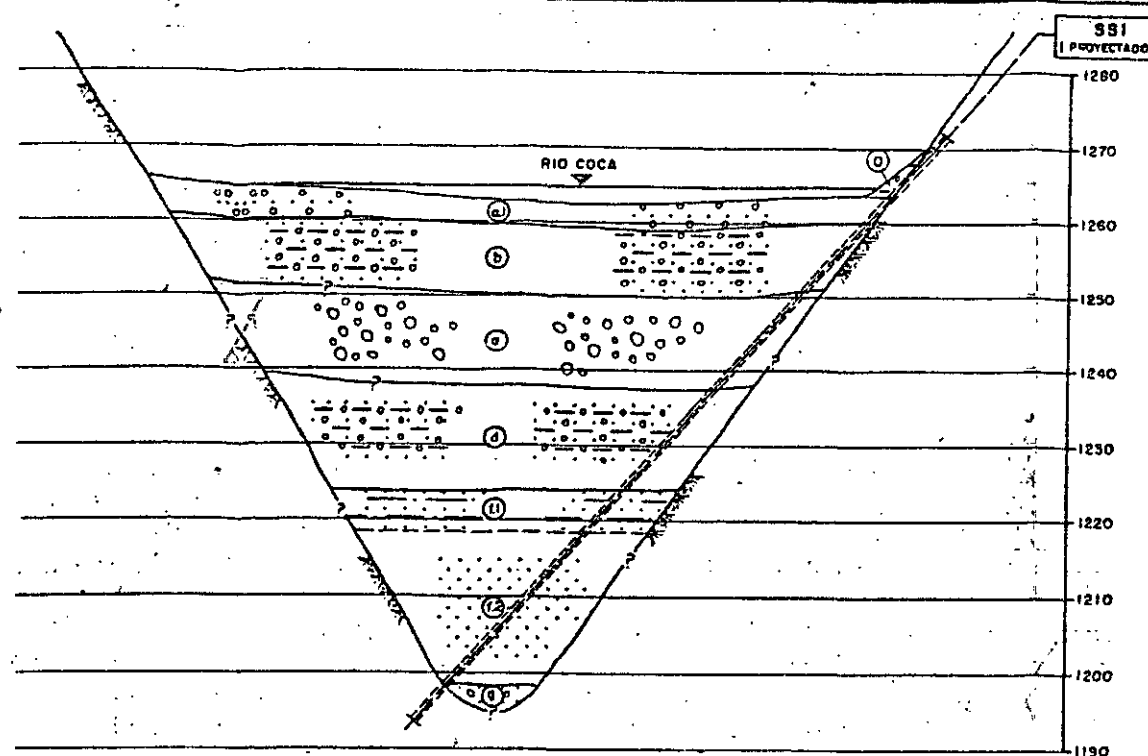
CORTE X-X'



CORTE Z-Z'

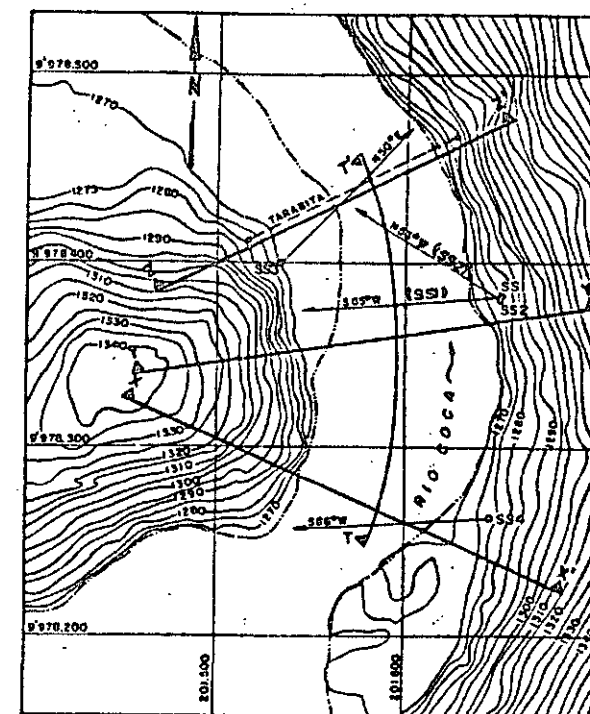


CORTE T-T'



CORTE Y-Y'

ESTRATO	HUMEDAD %	PLASTICIDAD %	GRANULOMETRIA %	PESOS ESPECIFICOS 1/m ³
a	—	WL = NP Wp = NP Ip = NP	G = 31.52 S = 33.63 M/C = 6.19	Is = 2.73
b	—	WL = NP Wp = NP Ip = NP	G = 35.16 S = 27.54 M/C = 3.13	Is = 2.78
c.1	—	WL = NP+64 Wp = NP+36 Ip = NP+26	S = 0+60 M = 33.07 C = 71.13	Is = 2.63-2.73
c.2	20-45	WL = NP+36 Wp = NP+29 Ip = NP+7	S = 37.60 M = 364.96 C = 4.17	Is = 1.79-1.82
c.3	26-36	WL = NP+36 Wp = NP+29 Ip = NP+7	S = 37.60 M = 364.96 C = 4.17	Is = 2.65-2.70
d	—	WL = NP Wp = NP Ip = NP	G = 45.50 S = 404.42 M/C = 8.15	Is = 2.74
e	—	WL = NP+60 Wp = NP+30 Ip = NP+10	S = 11+39 M = 64.09	Is = 2.59-2.67
f.1	—	WL = NP Wp = NP Ip = NP	G = 0+16 S = 901.93 M/C = 71.50	Is = 2.72-2.77
f.2	—	WL = NP Wp = NP Ip = NP	G = 0+16 S = 901.93 M/C = 71.50	Is = 2.72-2.77
g	—	—	—	—



UBICACION

ESC. 02 0 0.2 0.4 0.6 0.8 Km

LEYENDA:

- COLUVIAL: GRAVA LIMOSA CON LENTES DE ARENA LIMOSA O ZONA ALTERADA DEL TALUD DE GRANODIORITA.
- ALUVIAL: BLOQUES, CANTOS RODADOS Y GRAVA. FRAGMENTOS SUBANGULOSOS A SEMIRECONDADOS.
- MATERIAL LAHARITICO: GRAVA ARENO-LIMOSA, LIGERAMENTE CEMENTADA, POCOS BLOQUES SUBANGULOSOS.
- LACUSTRE SUPERIOR: ARENA MUY FINA, LIMOSA, CON POCA GRAVA Y LIMO LIGERAMENTE PLASTICO.
- LACUSTRE SUPERIOR: LIMO LIGERAMENTE ARCILLOSO Y ORGANICO, POCO COMPACTO, CON GRAVILLA Y NIVELLES MILIMETRICOS DE ARENA FINA.
- LACUSTRE SUPERIOR: ARENA MUY FINA, LIMOSA, CON VESTIGIOS DE GRAVILLA Y NODULOS DE MATERIA ORGANICA.
- LACUSTRE INFERIOR: LIMO ARENO-ARCILLOSO CON LENTES DE ARENA FINA Y ESPORADICA GRAVILLA.
- LACUSTRE INFERIOR: ARENA FINA, UNIFORME, CON LENTES LIMOSOS, OCASIONAL PRESENCIA DE GRAVILLA Y MADERA.
- ALUVIAL: GRAVA ARENOSA REDONDEADA, CON FRAGMENTOS INTRUSIVOS Y VOLCANICOS.

NOTA:

PARA COMPLEMENTAR LA LEYENDA VER PLANO 0209-B-1533

ESC: 20 10 0 10 20 m.
1:500

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

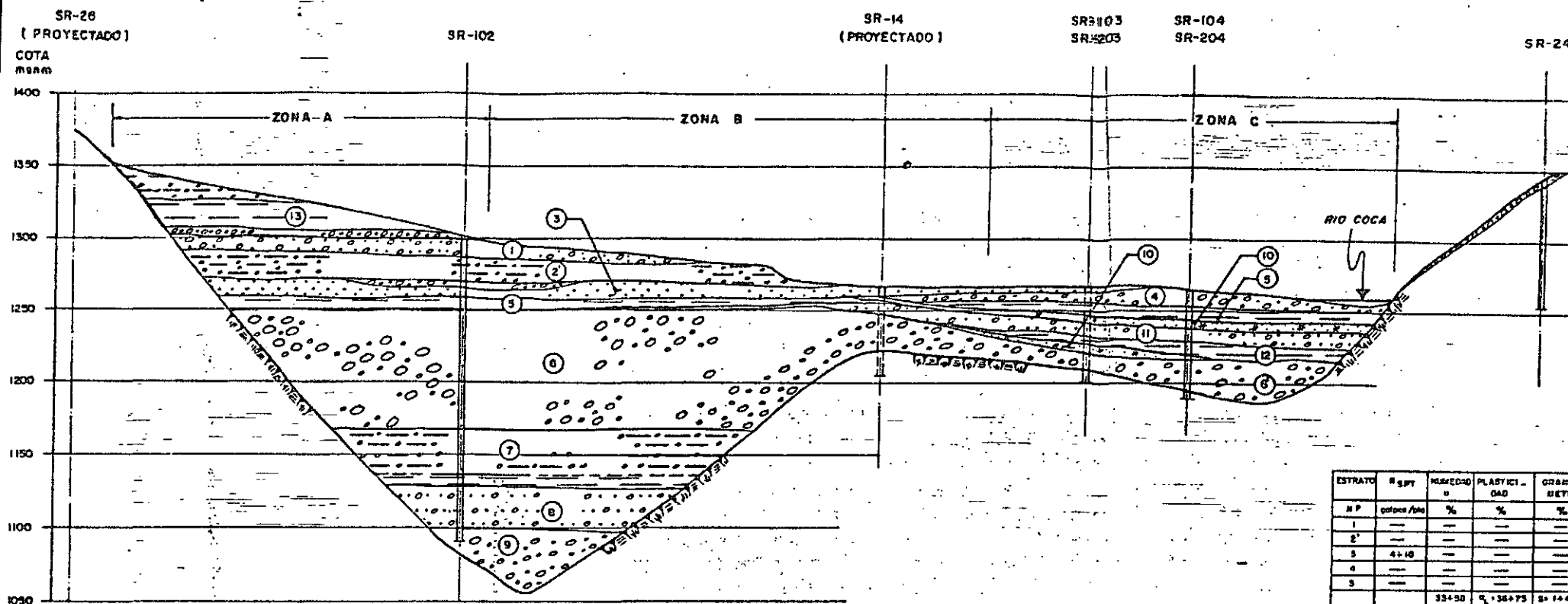
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL
MECANICA DE SUELOS
CORTES GEOESTRATIGRAFICOS
(X-X', Y-Y', Z-Z', T-T')

HOJA 3 DE 3

USADO: P.O.M. RECONSTRUIDO: APROBADO: NOVIEMBRE-1991
DISEÑADO: G.M. REVISADO: REP. 0209-B-1533

NO.	FECHA	REVISION	GENERAL	P.O.M.	FECHA	REVISION	GENERAL	P.O.M.	FECHA
1	ABR-92	REVISION	GENERAL	P.O.M.					
2	MAY-91	11/91	NATURALEZA DE LA REVISION	DOR	VERA	11/91	FECHA		



CORTE H-H'

ESTRATO	N.º	HUMEDAD	PLASTICIDAD	GRANULOMETRIA	PESOS ESPECIFICOS	RESISTENCIA AL CORTE
1	1	35+50	15+75	14.40	2.64+2.79	2
2	2	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
3	3	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
4	4	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
5	5	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
6	6	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
7	7	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
8	8	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
9	9	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
10	10	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
11	11	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
12	12	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
13	13	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
14	14	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
15	15	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
16	16	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
17	17	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
18	18	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
19	19	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2
20	20	27+52	21+50	14.40	2.64+2.79	2

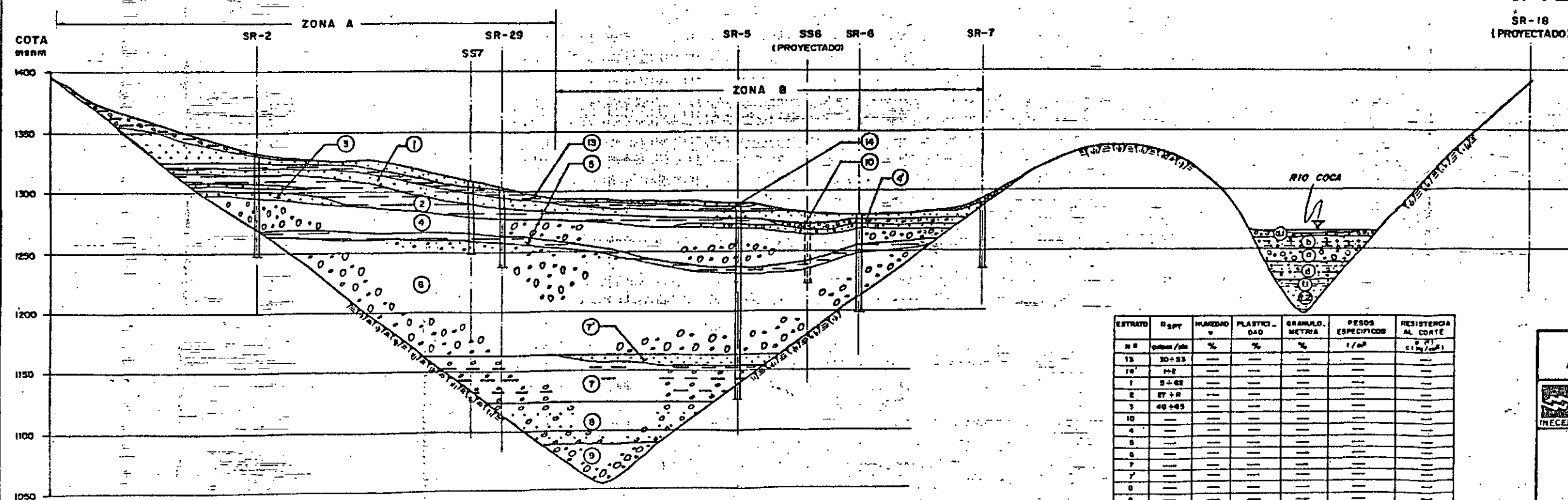
LEYENDA

- R RECHAZO
- W_L LIMITE LIQUIDO
- W_P LIMITE PLASTICO
- Ip INDICE DE PLASTICIDAD
- G GRAVA
- S ARENA
- M LIMO
- C ARCILLA
- γ_s PESO UNITARIO DE SOLIDOS
- γ_t PESO UNITARIO DEL SUELO
- φ_a ANGULO DE FRICCION APARENTE, EN ESFUERZOS TOTALES
- c_a COHESION APARENTE, EN ESFUERZOS TOTALES
- φ' ANGULO DE FRICCION INTERNA, EN ESFUERZOS EFECTIVOS
- c' COHESION DRENADA, EN ESFUERZOS EFECTIVOS
- LIMITE PROBABLE DE LOS ESTRATOS

NOTAS:

PARA UBICACION, VER PLANO 0209-B-1532

ESTE PLANO ES UNA ACTUALIZACION DEL 0209-B-1152-1, DE LA FASE "A"



CORTE A-A'

ESTRATO	N.º	HUMEDAD	PLASTICIDAD	GRANULOMETRIA	PESOS ESPECIFICOS	RESISTENCIA AL CORTE
13	13	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
14	14	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
15	15	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
16	16	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
17	17	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
18	18	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
19	19	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
20	20	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
21	21	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
22	22	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
23	23	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
24	24	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
25	25	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
26	26	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
27	27	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
28	28	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
29	29	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
30	30	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
31	31	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
32	32	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
33	33	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
34	34	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
35	35	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
36	36	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
37	37	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
38	38	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
39	39	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2
40	40	30+53	15+75	14.40	2.64+2.79	2

ESC. 50 0 50 100 m

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL
MECANICA DE SUELOS
CORTES GEOSTRATIGRAFICOS
(H-H', A-A')

HOJA 2 DE 3

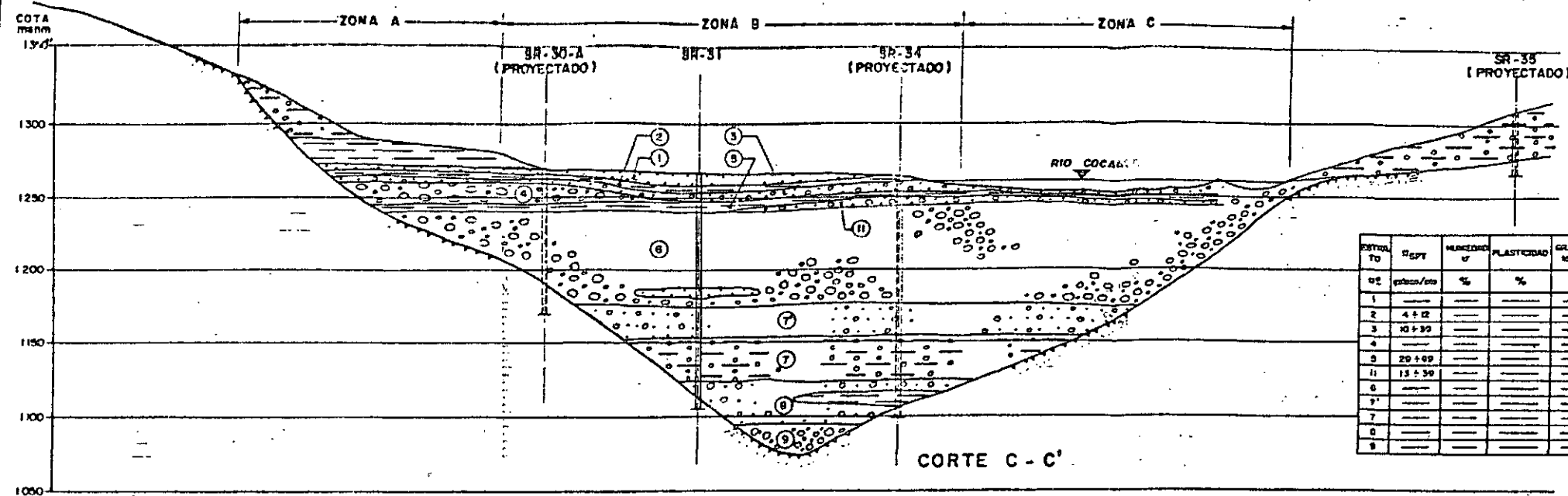
REVISADO: F.B.M. / RECOMENDADO: R.D. / APROBADO: R.D.

FECHA: MAR-92 / FECHA: ABRIL-1992

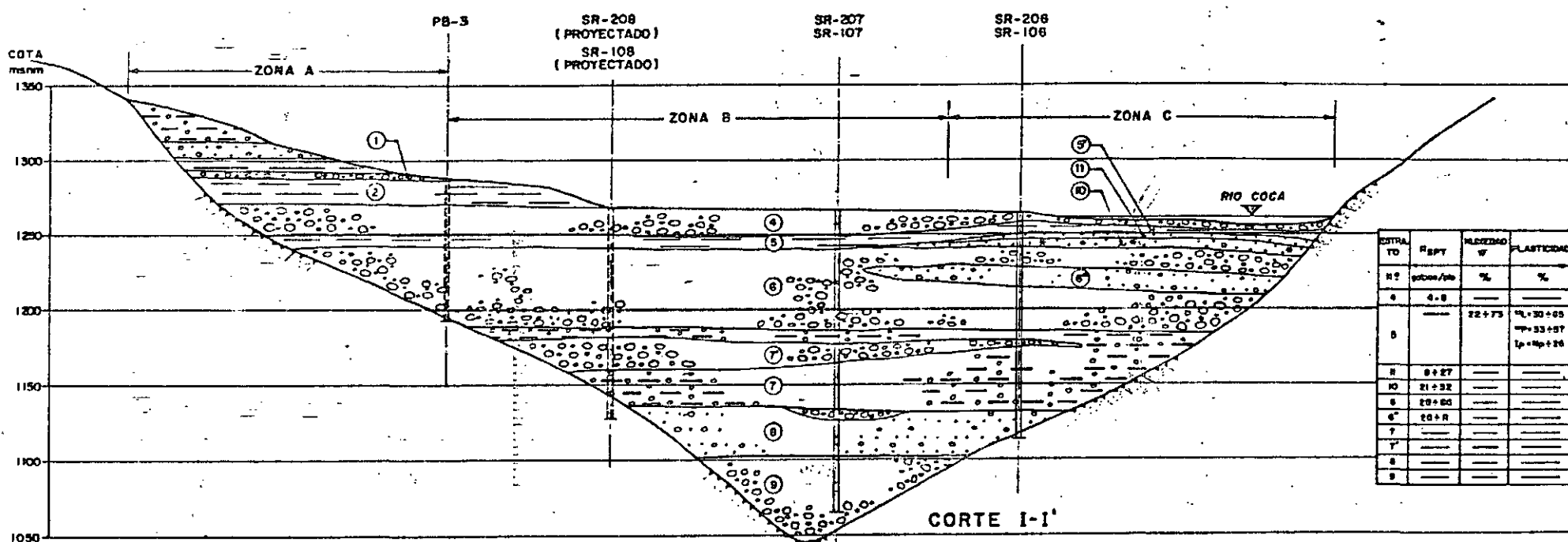
REVISOR: F.B.M. / REVISOR: F.B.M.

FECHA: MAR-92 / FECHA: ABRIL-1992

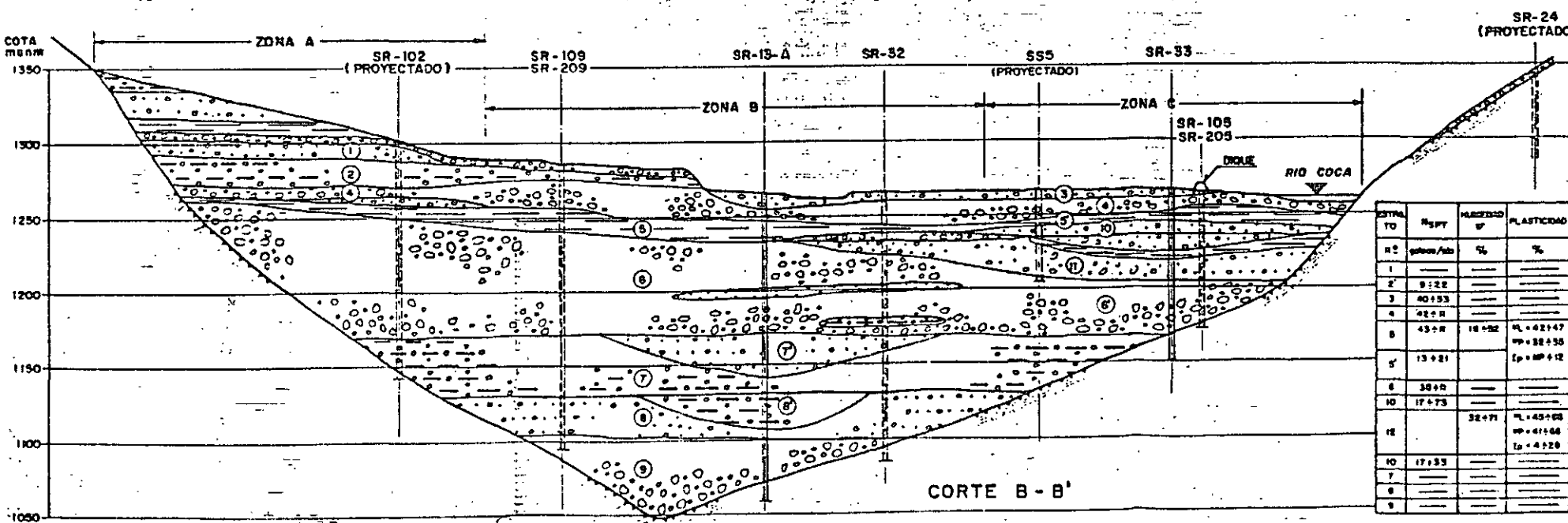
PROY. 0209-B-1533



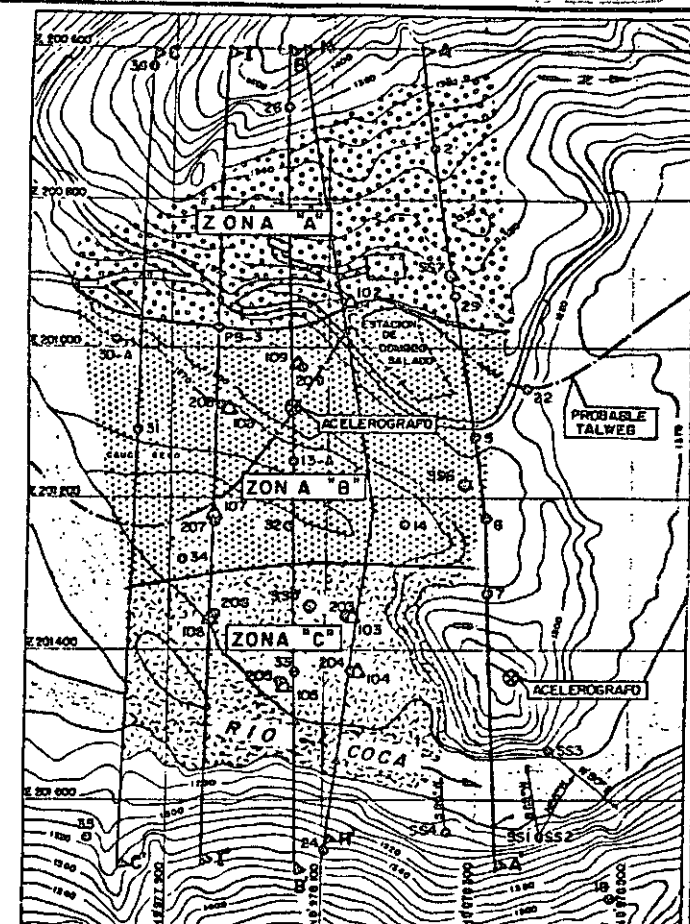
ESTRATO	RSPT	MOLEDAZ	PLASTICIDAD	GRANULOMETRIA	PESOS ESPECIFICOS	RESISTENCIA AL CORTE
1	4-12	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
2	10-20	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
3	20-40	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
4	15-30	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
5	20-40	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
6	15-30	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
7	20-40	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
8	15-30	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
9	20-40	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$



ESTRATO	RSPT	MOLEDAZ	PLASTICIDAD	GRANULOMETRIA	PESOS ESPECIFICOS	RESISTENCIA AL CORTE
1	4-12	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
2	10-20	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
3	20-40	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
4	15-30	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
5	20-40	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
6	15-30	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
7	20-40	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
8	15-30	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
9	20-40	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$



ESTRATO	RSPT	MOLEDAZ	PLASTICIDAD	GRANULOMETRIA	PESOS ESPECIFICOS	RESISTENCIA AL CORTE
1	4-12	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
2	10-20	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
3	20-40	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
4	15-30	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
5	20-40	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
6	15-30	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
7	20-40	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
8	15-30	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$
9	20-40	22-25	15-20	S=50-60 P=30-40 C=10-20	$\rho_s = 2.65 \pm 0.03$ $\rho_w = 1.00 \pm 0.01$	$c_u = 0.5-1.0$ $c_v = 0.2-0.5$



UBICACION Y ZONIFICACION

100 0 100 200 300 m

LEYENDA

- R RECHAZO
- w_L LIMITE LIQUIDO
- w_p LIMITE PLASTICO
- I_p INDICE DE PLASTICIDAD
- G GRAVA
- S ARENA
- M LIMO
- C ARCILLA
- T_s PESO UNITARIO DE SOLIDOS
- T_w PESO UNITARIO DEL SUELO
- c_u ANGULO DE FRICCION APARENTE, EN ESFUERZOS TOTALES
- c_v COHESION APARENTE, EN ESFUERZOS TOTALES
- ϕ' ANGULO DE FRICCION INTERNA, EN ESFUERZOS EFECTIVOS
- c' COHESION DRENADA, EN ESFUERZOS EFECTIVOS
- LIMITE PROBABLE DE LAS ZONAS

NOTAS:

- PARA CORTES GEOSTRATIGRAFICOS A-A' Y H-H', VER PLANO 0209-B-1533
- ESTE PLANO ES UNA ACTUALIZACION DEL 0209-B-1153-1 DE LA FASE A

50 0 50 100 m

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMEROS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CORO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL
MECANICA DE SUELOS
CORTES GEOSTRATIGRAFICOS
(C-C', I-I', B-B')

HOJA 1 DE 3

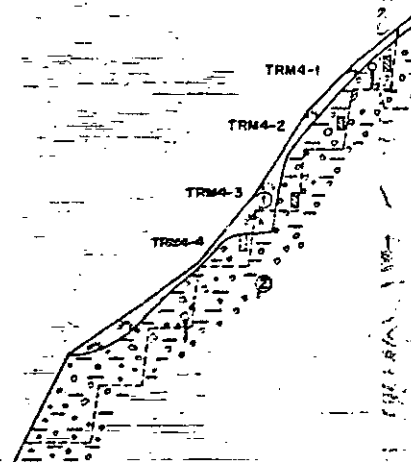
ELABORADO P.E.M. REVISADO P.E.M.

ORDENADO Y.R.A. APROBADO

REVISADO 947

FECHA MARZO - 1992

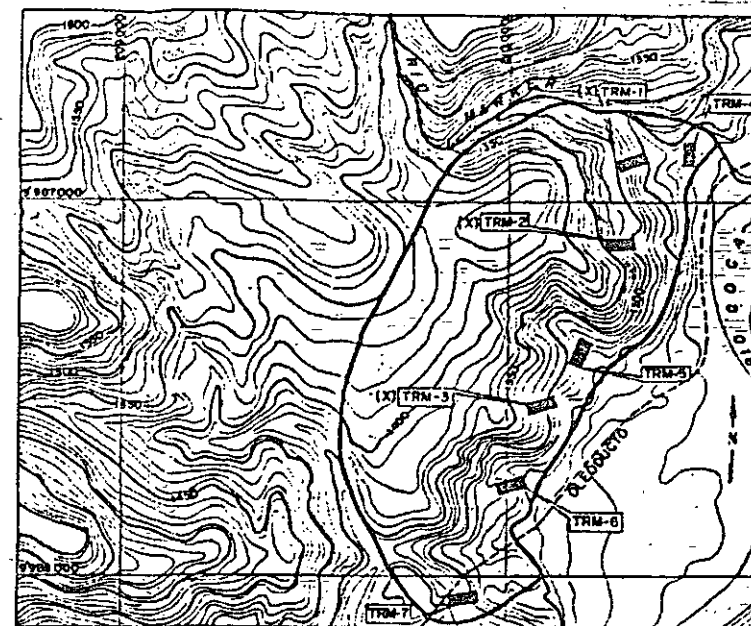
REF. 0209-B-1532



TRINCHERA TRM-4

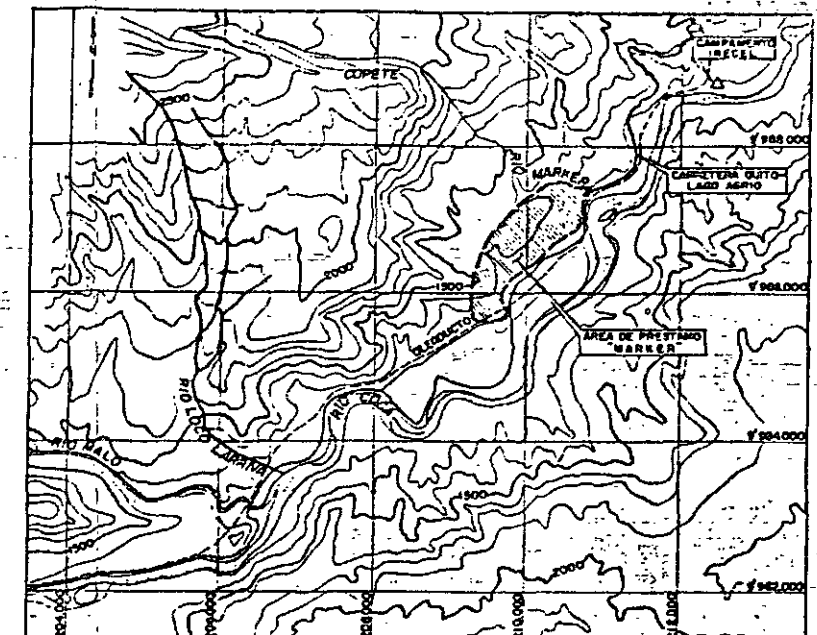
2 0 2 4 6 8m

- ① COBERTURA VEGETAL DE ESPESOR VARIABLE, ABUNDANTES RAÍCES Y OTÍDOS
- ② MATERIAL LAHARÍTICO GRIS OSCURO A GRIS ROJIZO LIGERAMENTE CEMENTADO, ARENA LL. MOJA CON POCAS GRAVA Y ALCUNAS PIEDRAS AREOLASAS 50x100cm, DE WALA CALICAS, ALCUNOS FRAGMENTOS VOLCANICOS PEQUEÑOS TOTALMENTE FRACURADOS, MANCHAS DE HED. DO EN LAS FILTRACIONES.



LOCALIZACION

0.1 0 0.1 0.2 0.3 0.4 Km

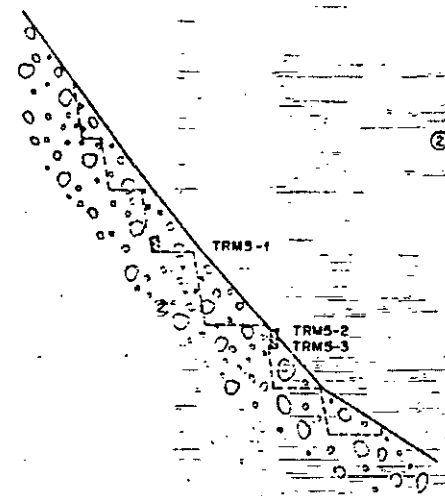


UBICACION

0.5 0 0.5 1.5 Km

SIMBOLOGIA

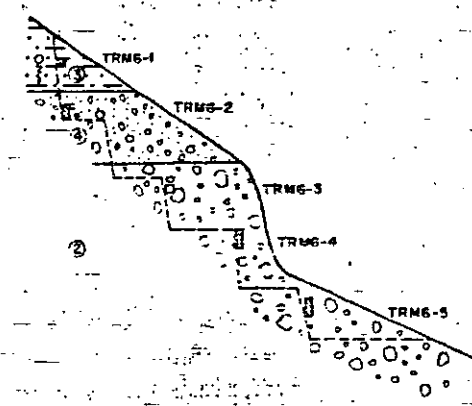
- SUELO VEGETAL
- ARCILLA INORGANICA
- LIMO, LIMO ARCILLOSO
- LIMO ARENOSO
- ARENA LIMOSA, ARENA ARCILLOSA
- ARENA LIMPIA
- GRAVA ARENOSA Y/O ARENA GRAVOSA, MAL GRADUADA
- GRAVA Y CANTOS RODADOS O BLOQUES, LIMPIA, BIEN GRADUADA, CON POCAS ARENA
- GRAVA LIMOSA, GRAVA ARCILLOSA
- CANTOS RODADOS Y BLOQUES
- TURBA, SUELOS MUY ORGANICOS
- MATERIA ORGANICA- RESTOS VEGETALES
- INTERVALO MUESTREADO
- TRINCHERA
- POZO
- LIMITE PROBABLE DEL AREA DE PRESTAMO
- CAMBIO DE TIPO DE SUELO
- FILTRACION
- NIVEL FREATICO
- PERFORACION ROTATIVA
- INVESTIGACION DE LA FASE 'A'



TRINCHERA TRM-5

2 0 2 4 6 8m

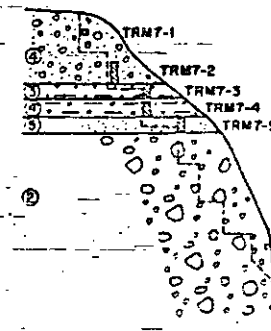
- ② MATERIAL LAHARÍTICO GRIS ROJIZO A GRIS, CON 50% PIEDRAS 50x100cm, EN MATRIZ DE GRAVA ARENOSA LIMPIA, NO CEMENTADA, PRACTICAMENTE NO EXISTE CAPA VEGETAL EN LA BASE DE LA TERCERA GRADA (50cm) E. KISTEN GRANDES PIEDRAS 50x100cm



TRINCHERA TRM-6

2 0 2 4 6 8m

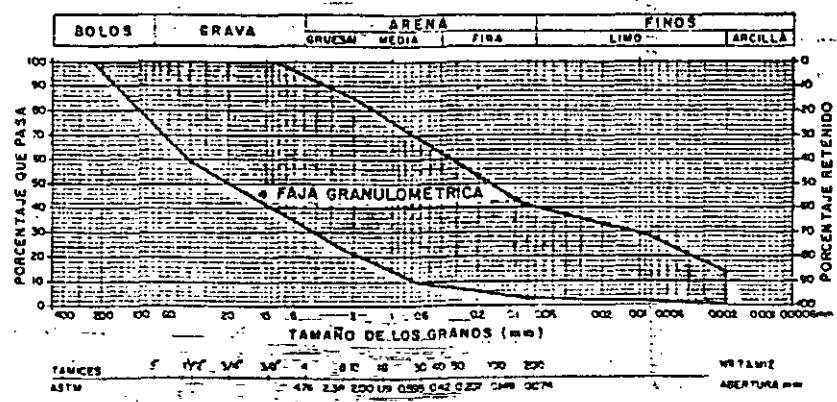
- ③ ARENA LIMO ARCILLOSA GRIS, CON ABUNDANTES RAÍCES Y ZONAS PLASTICAS, PRESENCIA DE OTÍDOS
- ④ GRAVA ARENOSA GRIS OSCURO, LIGERAMENTE DENSE, CON 20% PIEDRAS Y BLOQUES, MANCHAS AMARILLENAS, ROJIZAS Y MARRON
- ② MATERIAL LAHARÍTICO GRIS OSCURO, INICIALMENTE ARENOSO CON POCAS GRAVA Y PIEDRAS, LIGERAMENTE CEMENTADO A PARTIR DE LA CUARTA GRADA EL MATERIAL ES GRAVO-ARENOSO CON CANTOS Y PIEDRAS EN PORCENTAJE VARIABLE (MAX 200cm), QUE SE INCLUYEN EN LA MATRIZ LAHARITICA CEMENTADA



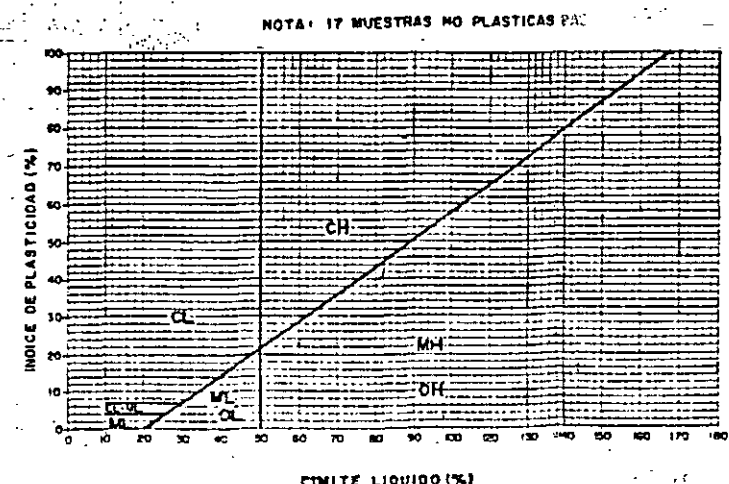
TRINCHERA TRM-7

2 0 2 4 6 8m

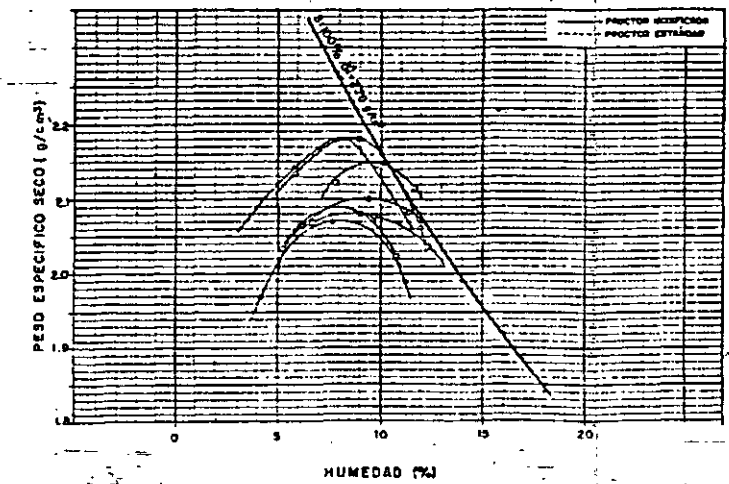
- ④ GRAVA ARENOSA MARRON CLARO CON BLOQUES 50x100cm, BIEN GRADUADA, SUELTA, COLUVIAL
- ③ ARENA LIMOSA MARRON GRISACEO CON GRAVILLA Y ESCASOS BLOQUES
- ④ GRAVA LIMO ARENOSA, MAL GRADUADA, HETEROGENEA, CON PIÑOS LIGERAMENTE PLASTICOS
- ③ ARENA FINA LIMPIA, GRIS OSCURO, HOMOGENEA, MAL GRADUADA
- ② GRAVA ARENOSA CON POCOS PIÑOS, LIGERAMENTE CEMENTADO, BIEN GRADUADA, AL FINAL BLOQUES 50x100cm EN MATRIZ GRAVO-ARENOSA



GRANULOMETRIA



CARTA DE PLASTICIDAD



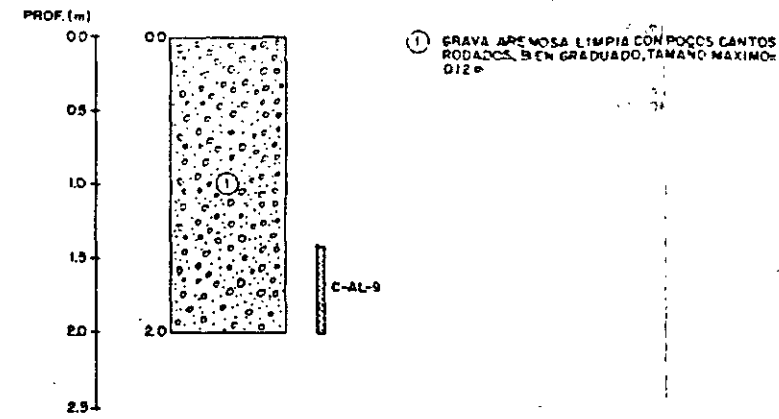
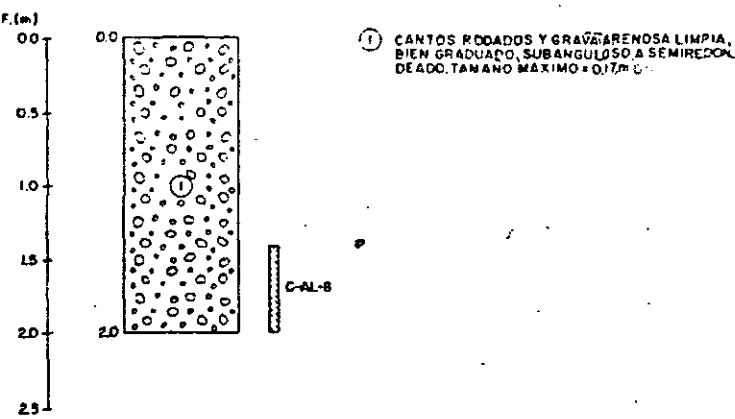
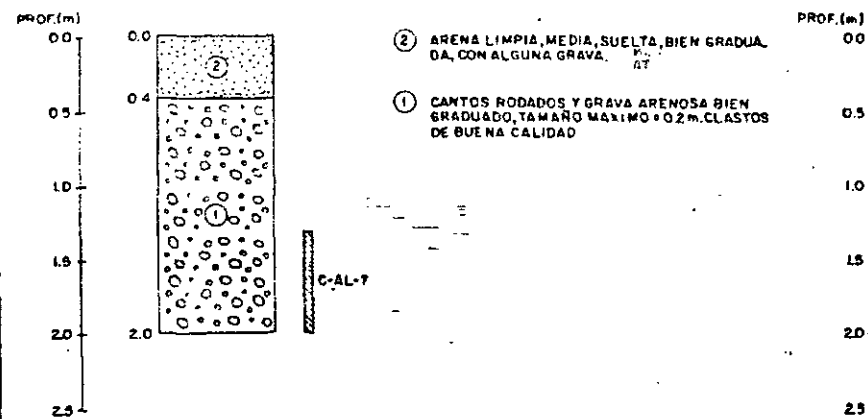
ENSAYO DE COMPACTACION

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMENOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

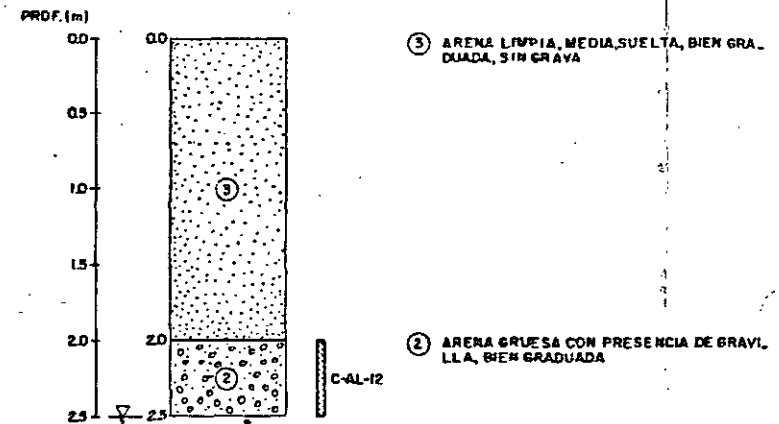
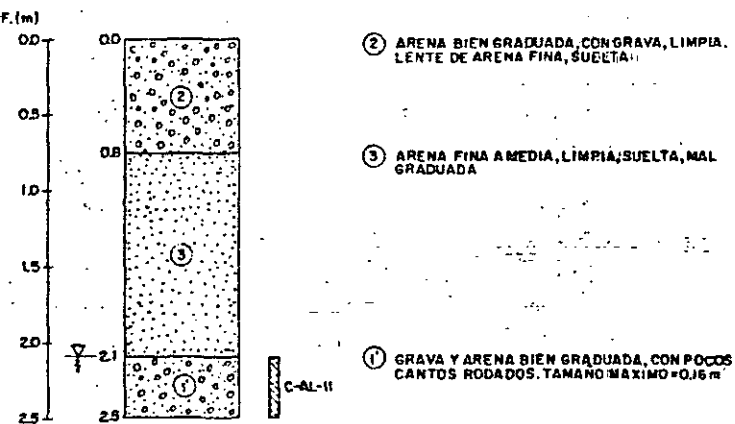
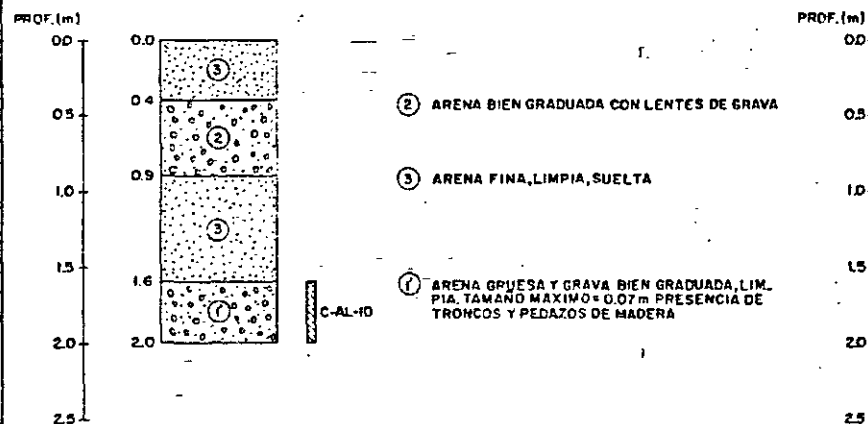
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL
MECANICA DE SUELOS
AREA DE PRESTAMO "MARKER"
MATERIALES LAHARITICOS

FECHA: 15/01/91
AUTOR: J. J. J. J.
REVISADO: J. J. J. J.
APROBADO: J. J. J. J.
FECHA: 15/01/91
REF: 0209-B-1531



POZO	PROF.	DESGASTE		PESOS ESPECÍFICOS			ABSORCIÓN	REACTIVIDAD
		ABRASIÓN	SULFATOS	SECO	SS.	APARENTE		
Nº	m.	%	%	1/m	1/m	1/m	%	POTENCIAL
C-AL-1	0.5 - 0.7	—	0.8	2.77	2.82	2.91	1.8	—
C-AL-2	1.5 - 1.8	24.3	—	—	—	—	—	I
C-AL-3	1.2 - 1.4	—	1.7	2.64	2.68	2.74	1.5	—
C-AL-4	1.0 - 1.5	23.6	—	—	—	—	—	—
C-AL-5	1.0 - 1.5	—	0.0	2.64	2.69	2.79	2.0	—
C-AL-6	1.4 - 2.0	28.1	—	—	—	—	—	I.
C-AL-7	1.3 - 2.0	—	1.4	2.67	2.70	2.75	1.1	—
C-AL-8	1.4 - 2.0	30.7	—	—	—	—	—	I
C-AL-9	1.4 - 2.0	—	2.5	2.80	2.86	2.78	2.2	—
C-AL-10	1.8 - 2.0	28.8	—	—	—	—	—	I
C-AL-11	1.5 - 2.0	—	—	2.59	2.63	2.71	1.7	—
C-AL-12	2.0 - 2.5	—	—	2.64	2.88	2.74	1.3	—

NOTA: Iº INOCUO (ASTM C-289)

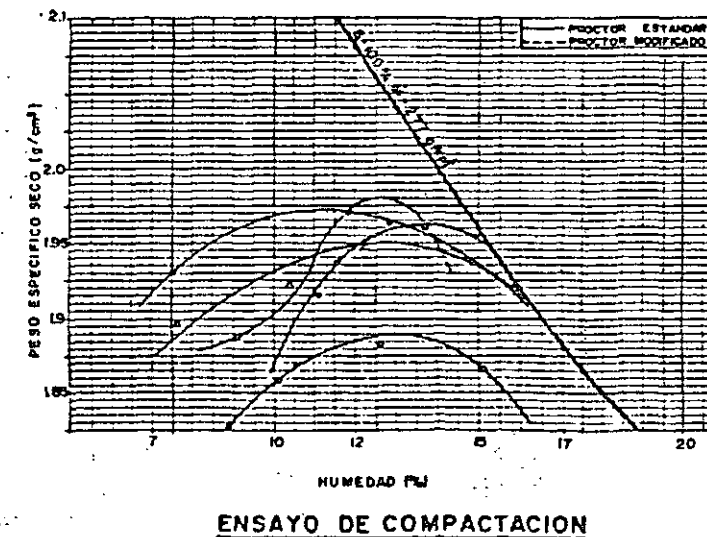
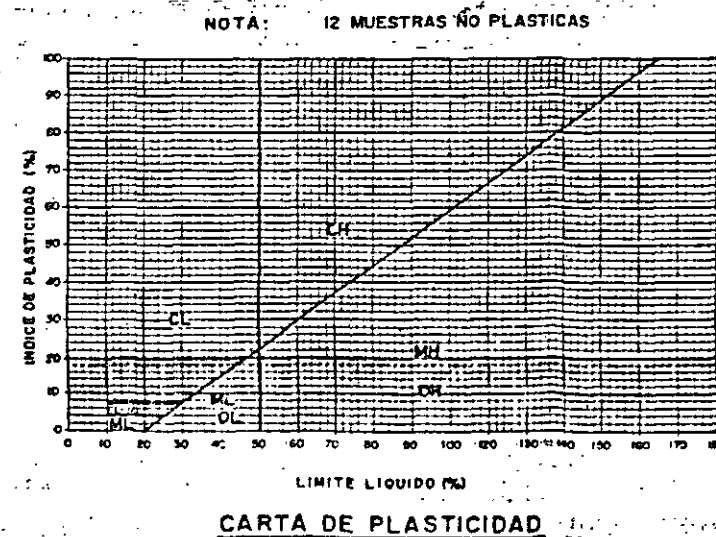
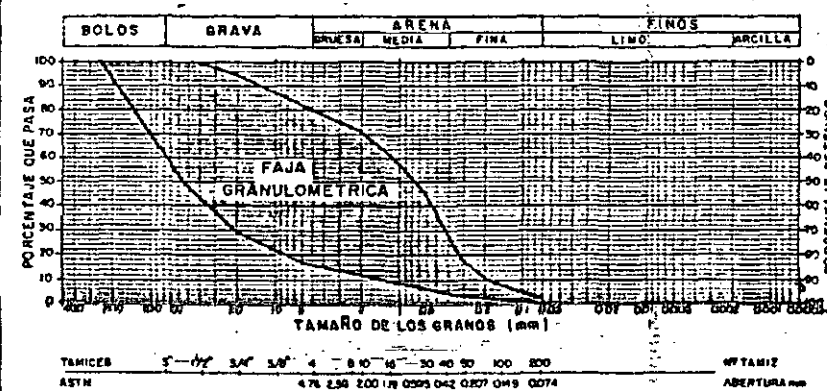


CUADRO DE RESUMEN

SIMBOLOGIA

	SUELO VEGETAL
	ARCILLA INORGANICA
	LIMO, LIMO ARCILLOSO
	LIMO ARENOSO
	ARENA LIMOSA, ARENA ARCILLOSA
	ARENA LIMPIA
	GRAVA ARENOSA Y/O ARENA GRUOSA, MAL GRADUADA
	GRAVA Y CANTOS RODADOS O BLOQUES, LIMPIA, BIEN GRADUADA, CON POCA ARENA
	GRAVA LIMOSA, GRAVA ARCILLOSA
	CANTOS RODADOS Y BLOQUES
	TURBA, SUELOS MUY ORGANICOS
	MATERIA ORGANICA - RESTOS VEGETALES
	INTERVALO MUESTREADO
	TRINCHERA
	POZO
	LIMITE PROBABLE DEL AREA DE PRESTAMO
	CAMBIO DE TIPO DE SUELO
	FILTRACION
	NIVEL FREATICO
	PERFORACION ROTATIVA

NOTA: PARA UBICACION Y LOCALIZACION VER PLANO 0209-B-1529



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO

ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

INFORME GENERAL

MECANICA DE SUELOS

AREA DE PRESTAMO "RIO COCA"

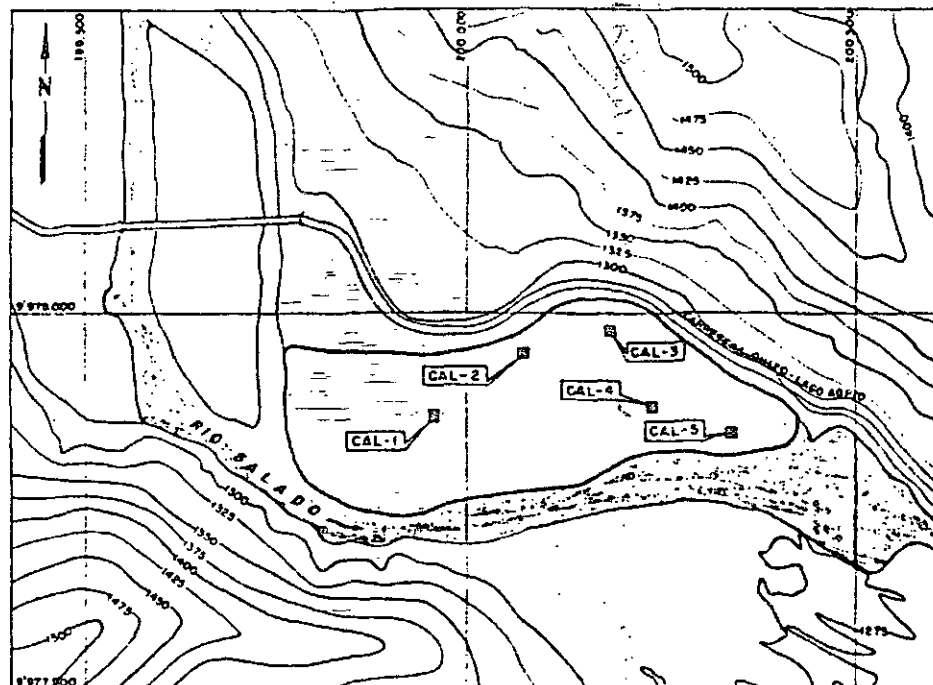
ALUVIALES

HOJA 8 DE 21

REVISADO: F.B.M. / REVISADO: S.M. / REVISADO: S.M.

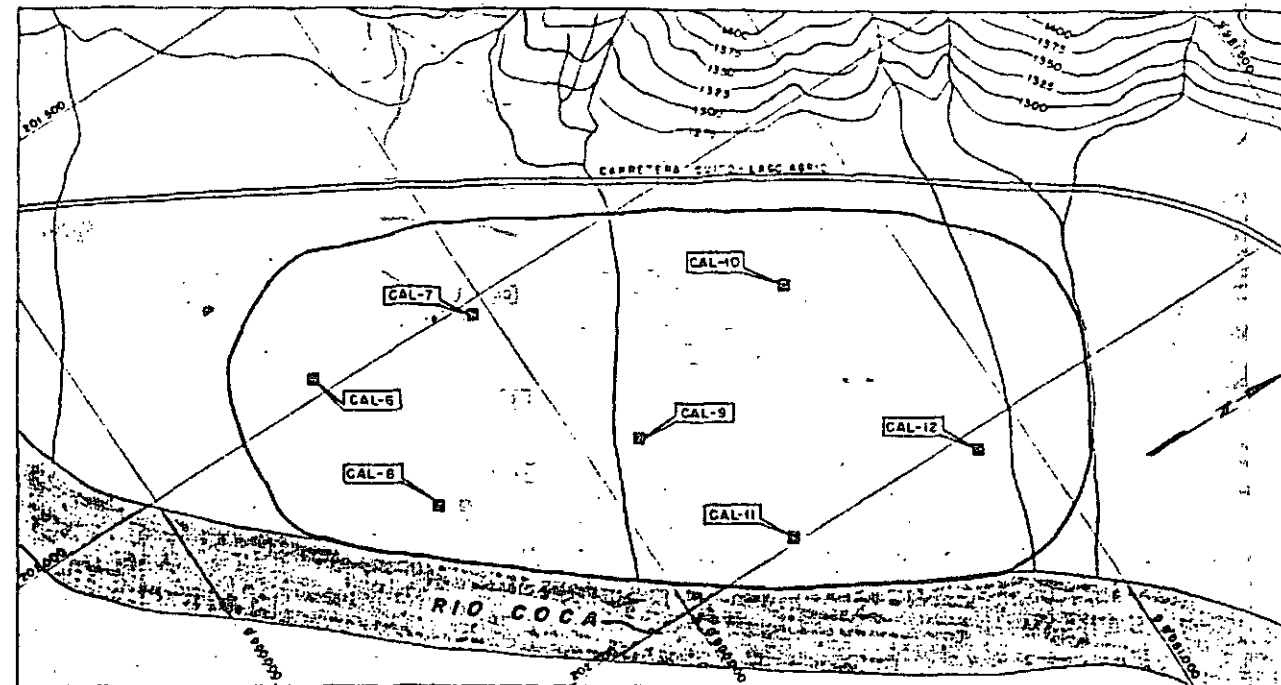
FECHA: NOVIEMBRE - 1991

REF. 0209-B-1530



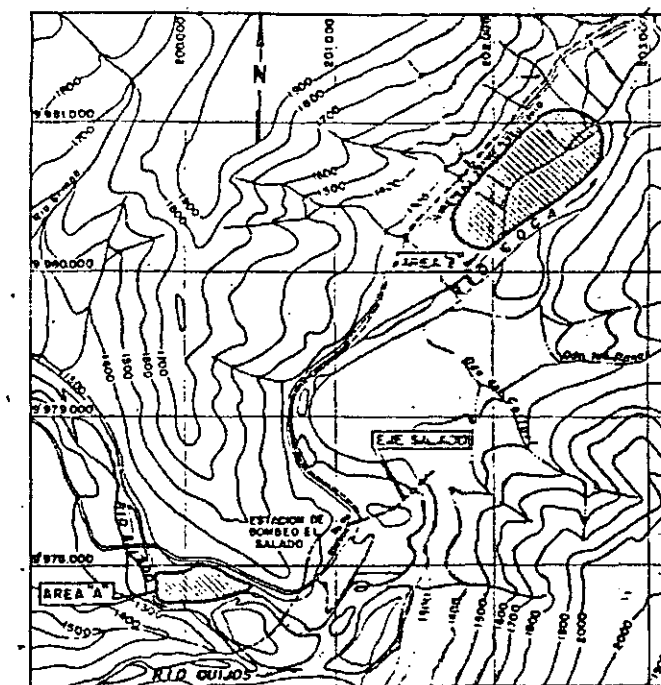
AREA "A": LOCALIZACION

ESC. 01 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 Km



AREA "B": LOCALIZACION

ESC. 01 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 Km

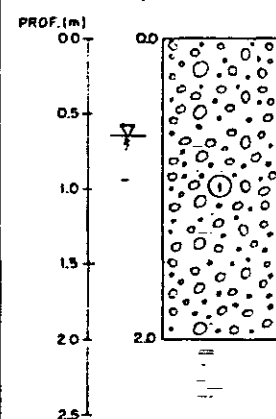


UBICACION

ESC. 02 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 Km

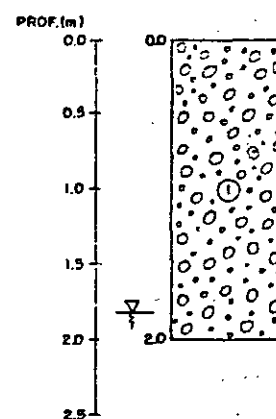
SIMBOLOGIA

- SUELO VEGETAL
- ARCILLA INORGANICA
- LIMO, LIMO ARCILLOSO
- LIMO ARENOSO
- ARENA LIMOSA, ARENA ARCILLOSA
- LIMO ORGANICO, ARCILLA ORGANICA
- GRAVA ARENOSA Y/O ARENA GRAVOSA, MAL GRADUADA
- GRAVA Y CANTOS RODADOS O BLOQUES, LIMPIA, BIEN GRADUADA, CON POCA ARENA
- GRAVA LIMOSA, GRAVA ARCILLOSA
- CANTOS RODADOS Y BLOQUES
- TURBA, SUELOS MUY ORGANICOS
- MATERIA ORGANICA-RESTOS VEGETALES
- INTERVALO MUESTREADO
- TRINCHERA
- POZO
- LIMITE PROBABLE DEL AREA DE PRESTAMO
- CAMBIO DE TIPO DE SUELO
- FILTRACION
- NIVEL FREATICO
- PERFORACION ROTATIVA



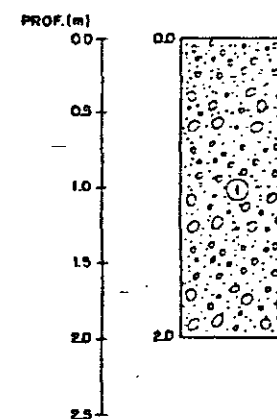
① CANTOS RODADOS Y GRAVA ARENOSA LIMPIA, BIEN GRADUADO, CON CLASTOS SUBANGULO, SOS O SEMIREDONDEADOS, TAMAÑO MÁXIMO = 0.23m

POZO CAL-1



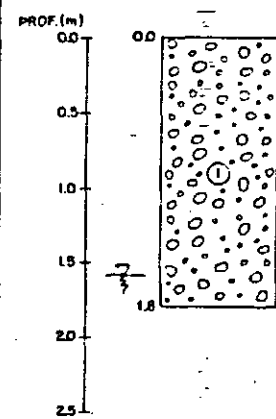
① CANTOS RODADOS Y GRAVA ARENOSA LIMPIA CON ALGUNOS BLOQUES, TAMAÑO MÁXIMO = 0.35m. MATERIAL BIEN GRADUADO

POZO CAL-2



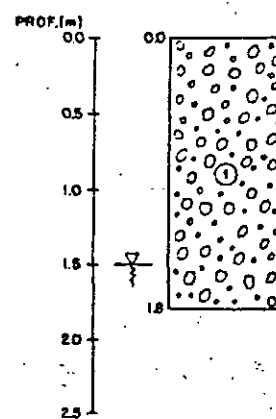
① CANTOS RODADOS Y GRAVA ARENOSA BIEN GRADUADA, CON FRAGMENTOS SUBANGULO, SOS A SEMIREDONDEADOS, TAMAÑO MÁXIMO = 0.2m. MAYOR CANTIDAD DE ARENA.

POZO CAL-3



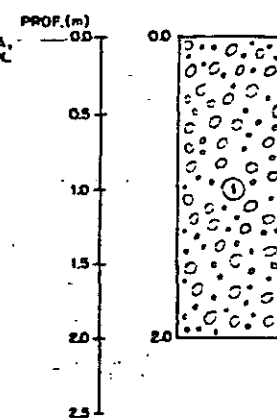
① CANTOS RODADOS Y GRAVA ARENOSA LIMPIA CON ESCASOS BLOQUES, TAMAÑO MÁXIMO = 0.3m, BIEN GRADUADO

POZO CAL-4



① CANTOS RODADOS Y GRAVA ARENOSA LIMPIA, TAMAÑO MÁXIMO = 0.21m. MATERIA SUBREDONDEADA, BIEN GRADUADO

POZO CAL-5

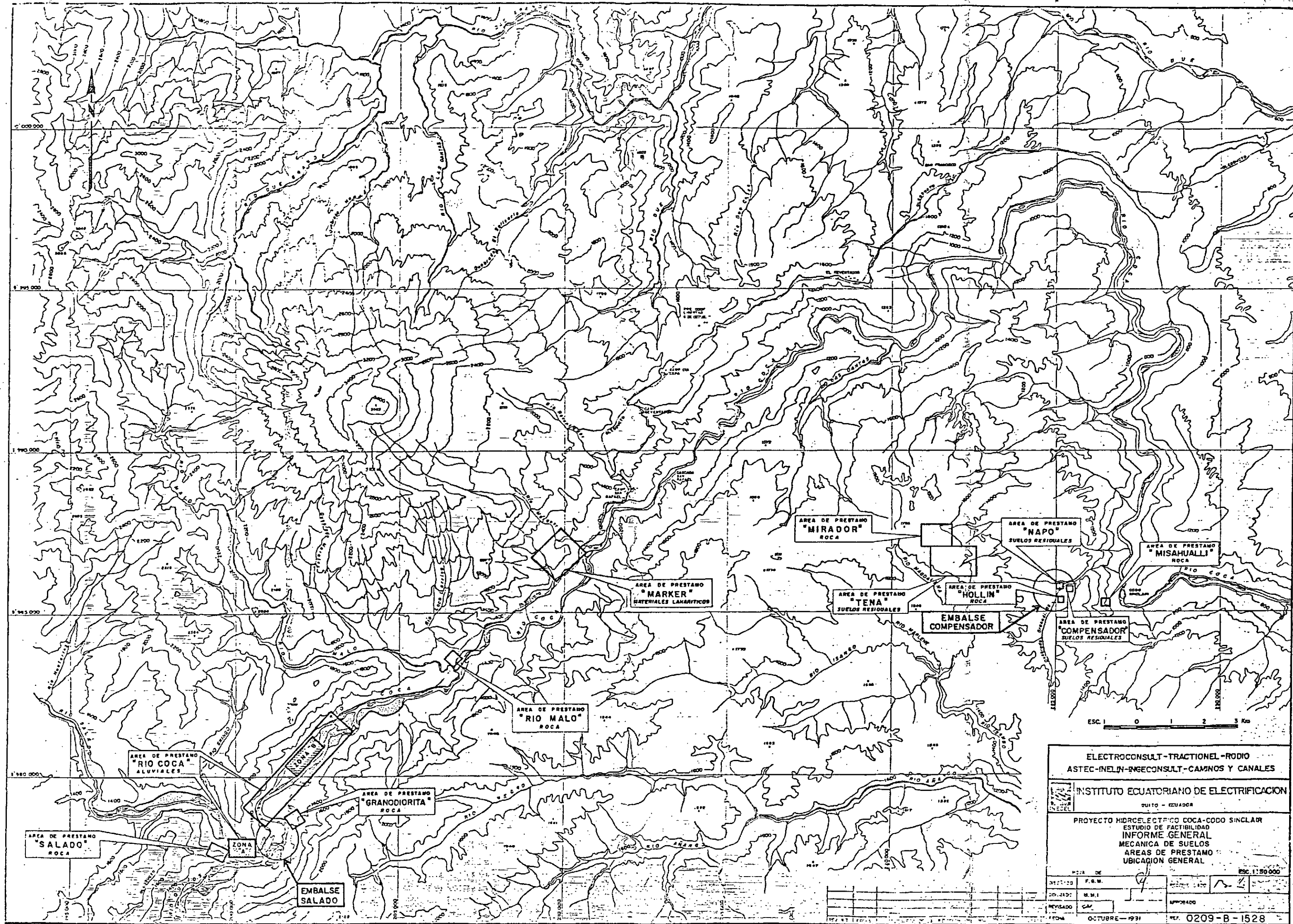


① CANTOS RODADOS, TAMAÑO MÁXIMO = 0.27m CON MENOR CANTIDAD DE GRAVA ARENOSA, BIEN GRADUADO, SUB ANGULOSO A SEMIRE, DONDEADO, FRAGMENTOS POCO ALTERADOS

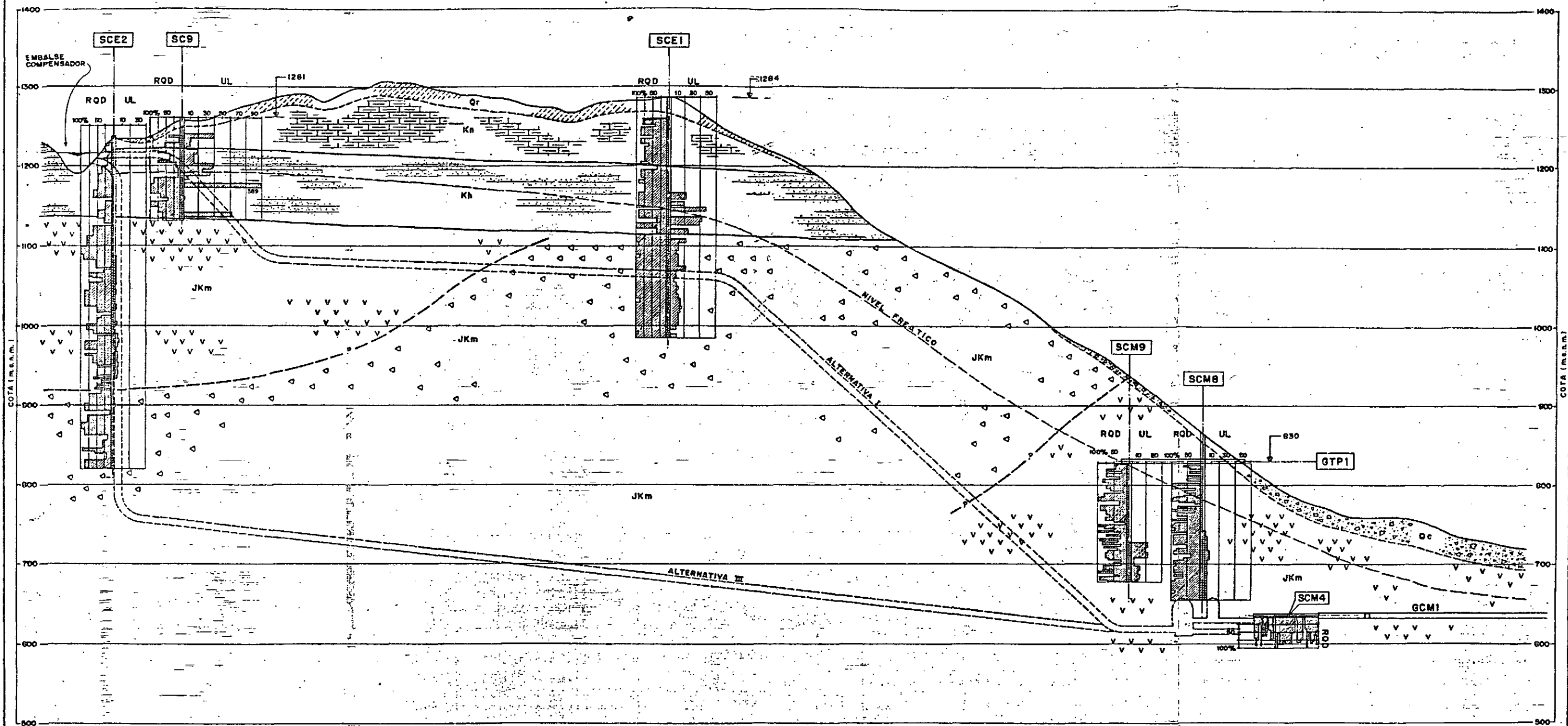
POZO CAL-6

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECOMSULT-CAMINOS Y CANALES
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL
MECANICA DE SUELOS
AREA DE PRESTAMO "RIO COCA"
ALUVIALES

ELABORADO	F.S.M.	REVISADO	
DISEÑADO	S.M.	APROBADO	
REVISADO			
FECHA	OCTUBRE - 1994	NOV	0209-B-1529



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMNOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO MICROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD			
INFORME GENERAL			
MECANICA DE SUELOS			
AREAS DE PRESTAMO			
UBICACION GENERAL			
NO. DE	P.R.M.	FECHA	ESC. 1:50,000
25.213	4	25.213	
25.213	M.M.I.	25.213	
REVISADO	CAV	APPROBADO	
FECHA		OCTUBRE - 1991	
REF.		0209-B-1528	

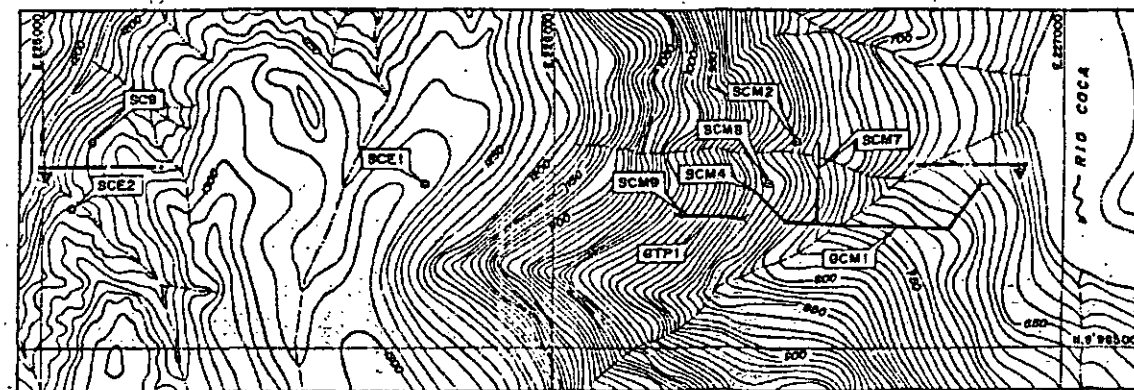


LEYENDA

- SUELOS RESIDUALES
- DEPOSITOS COLUVIALES
- FORMACION NAPO
- FORMACION MOLLIN
- FORMACION MISAHUALLI (TOSAS VOLCANICAS Y RIOLITAS)
- FORMACION MISAHUALLI (BRECHAS VOLCANICAS DE CLASTOS GRANDES)
- CONTACTO OBSERVADO
- CONTACTO INFERIDO

MAPA DE UBICACION

ESC. 200 0 200 400 m



NOTAS:

- EL MAPA GEOLOGICO DE LA ZONA DE CAIDA SE PRESENTA EN EL PLANO 0209-B-1523
- EL MAPA GEOLOGICO DEL AREA DE LA CASA DE MAQUINAS SE PRESENTA EN EL PLANO 0209-B-1525

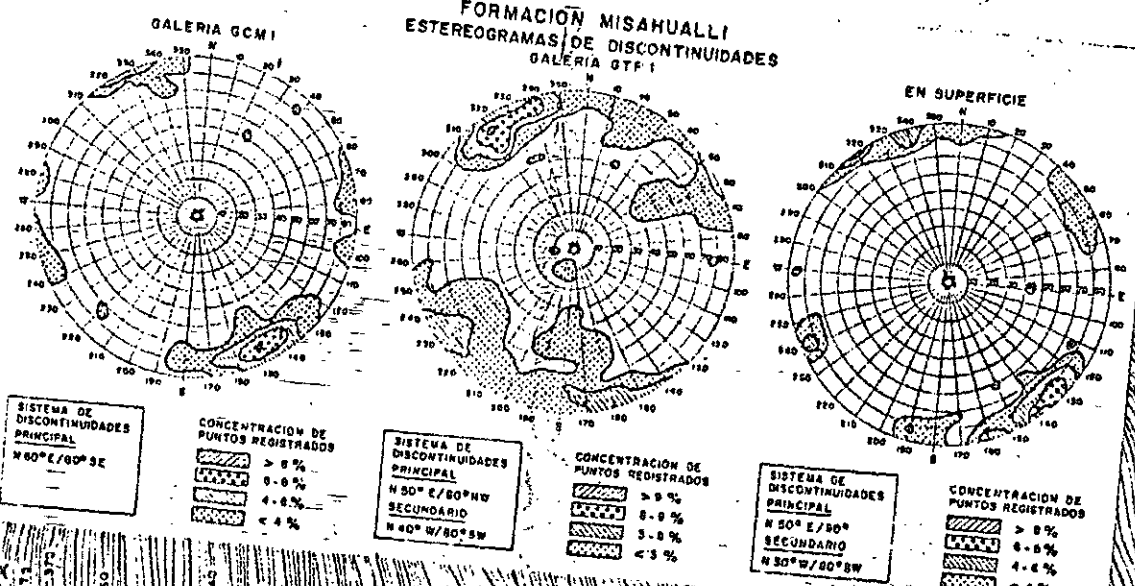
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-DELIN-INGECONSULT-CAMENOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL
OBRAS DE GENERACION
CORTE GEOLOGICO TYPICO

NO. DE	FECHA	REVISADO	APPROBADO
1	01.01.92	ING. J. A. R.	ING. J. A. R.
2	01.01.92	ING. J. A. R.	ING. J. A. R.
3	01.01.92	ING. J. A. R.	ING. J. A. R.
4	01.01.92	ING. J. A. R.	ING. J. A. R.
5	01.01.92	ING. J. A. R.	ING. J. A. R.
6	01.01.92	ING. J. A. R.	ING. J. A. R.
7	01.01.92	ING. J. A. R.	ING. J. A. R.
8	01.01.92	ING. J. A. R.	ING. J. A. R.
9	01.01.92	ING. J. A. R.	ING. J. A. R.
10	01.01.92	ING. J. A. R.	ING. J. A. R.

FECHA: FEBRERO - 1992
REV. 0209-B-1527



SISTEMA DE DISCONTINUIDADES PRINCIPAL
N 60° E / 60° SE

CONCENTRACION DE PUNTOS REGISTRADOS
 > 8%
 4-8%
 < 4%

SISTEMA DE DISCONTINUIDADES PRINCIPAL
N 50° E / 60° NW
SECUNDARIO
N 40° W / 60° SW

CONCENTRACION DE PUNTOS REGISTRADOS
 > 8%
 4-8%
 < 4%

SISTEMA DE DISCONTINUIDADES PRINCIPAL
N 50° E / 60°
SECUNDARIO
N 30° W / 60° SW

CONCENTRACION DE PUNTOS REGISTRADOS
 > 8%
 4-8%
 < 4%



LEYENDA:

Qc - DEPOSITOS COLUVIALES

Qal - DEPOSITOS ALUVIALES

Qf - TERRAZAS ALUVIALES

Qih - DEPOSITOS LAMINARIOS

Jkm - FORMACION MISAHUALLI

SIMBOLOGIA:

CONTACTO OBSERVADO

CONTACTO INFERIDO

FALLA NORMAL

FALLA INFERIDA

FALLA CUBIERTA

ESTRATIFICACION INCLINADA, VERTICAL

FRACTURA INCLINADA, VERTICAL

DESPLAZAMIENTO ACTIVO

CONO DE DEYECCION

HELIPUERTO

PERFORACION ROTATIVA VERTICAL

PERFORACION HORIZONTAL

GALERIA EXPLORATORIA

NOTA:
- LOS CORTES GEOLOGICOS SE PRESENTAN EN EL PLANO 0209-B-1526

REV. NO.	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERIF.	APROB.

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL
GEOLOGIA
CASA DE MAQUINAS
MAPA GEOLOGICO

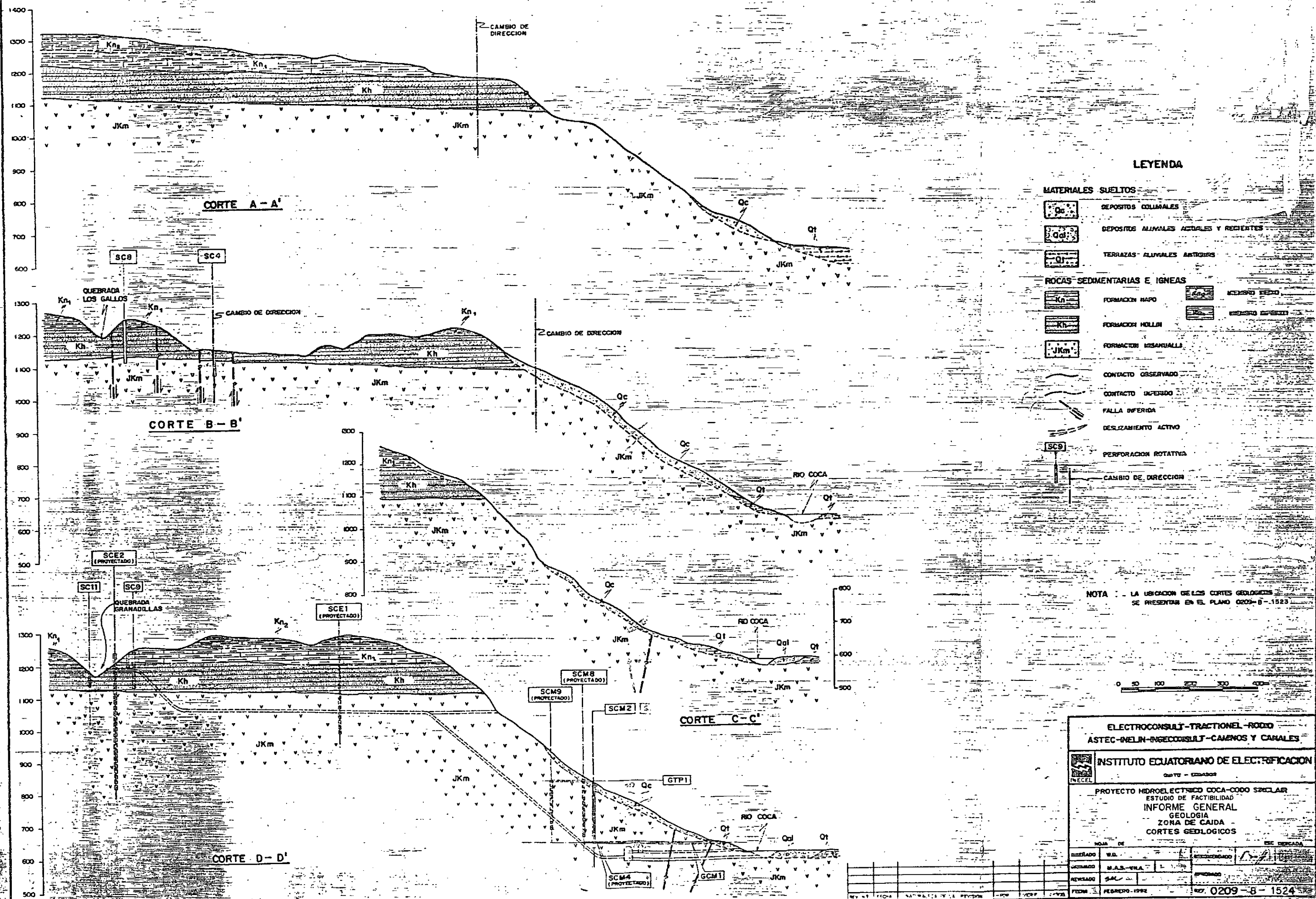
HOJA 1 DE 1

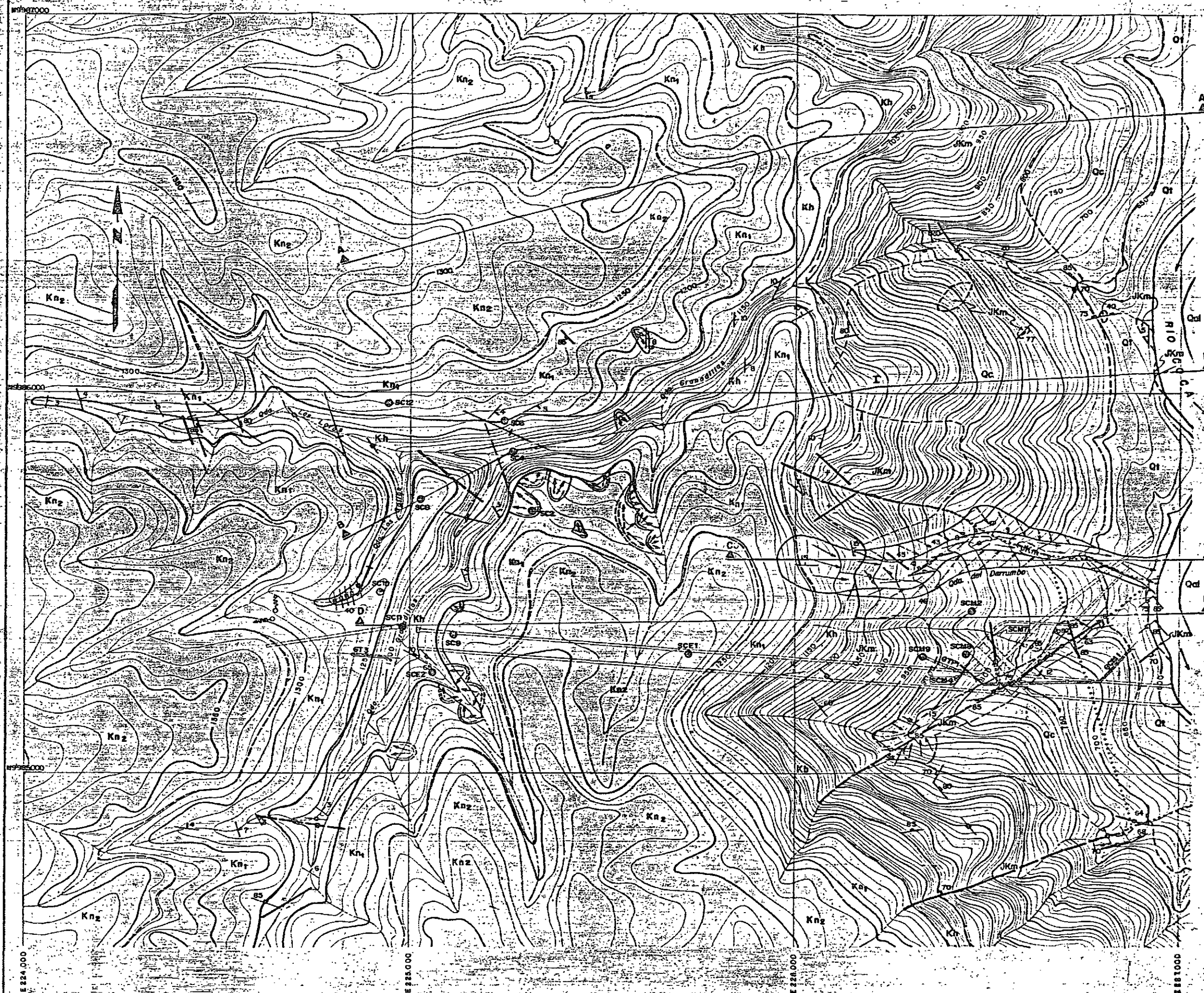
ELABORADO: W.B.M. - H.B.G.

REVISADO: V.H.A.

RECOMENDADO: []

ESCALA: 1:1000





LEYENDA

MATERIALES SUELTOS

- Qc** DEPOSITO COLUMNALES
- Qal** DEPOSITOS ALUVIALES ACTUALES Y RECIENTES
(gravas, arenas, limos)
- Qt** TERRAZAS ALUVIALES ANTIGUAS
(gravas, arenas, limos)

ROCAS SEDIMENTARIAS E IGNEAS

- Kn** FORMACIONES KAPU
(arenas con intercalaciones de lutita y caliche)
- Kh** FORMACIONES HOLLIN
(arenas con intercalaciones de lutita y caliche)
- JKm** FORMACIONES MISAHUALLI
(rocas volcánicas)

SIMBOLOGIA

- CONTACTO OBSERVADO
- CONTACTO INFERIDO
- FALLA CUBIERTA
- FALLA INFERIDA
- FALLA NORMAL + BLOQUE LEVANTADO
- FALLA NORMAL - BLOQUE HUNDIDO
- ESTRATIFICACION
- FRACTURAS
- DESPLAZAMIENTOS ACTIVOS Y POTENCIALES
- PUNTOS DE AGUA

NOTAS:

- DUEO A LAS LIMITACIONES QUE PRESENTA LA TOPOGRAFIA, ESTE PLANO ES SOLAMENTE ILUSTRATIVO.
- EL MAPA GEOLOGICO DE DETALLE DEL EXBALSE COMPENSADOR SE PRESENTA EN EL PLANO 0209-B-1521.
- LOS CORTES GEOLOGICOS SE PRESENTAN EN EL PLANO 0209-B-1524.

ESC. 1:50,000

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL - RODIO
ASTEC - INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES

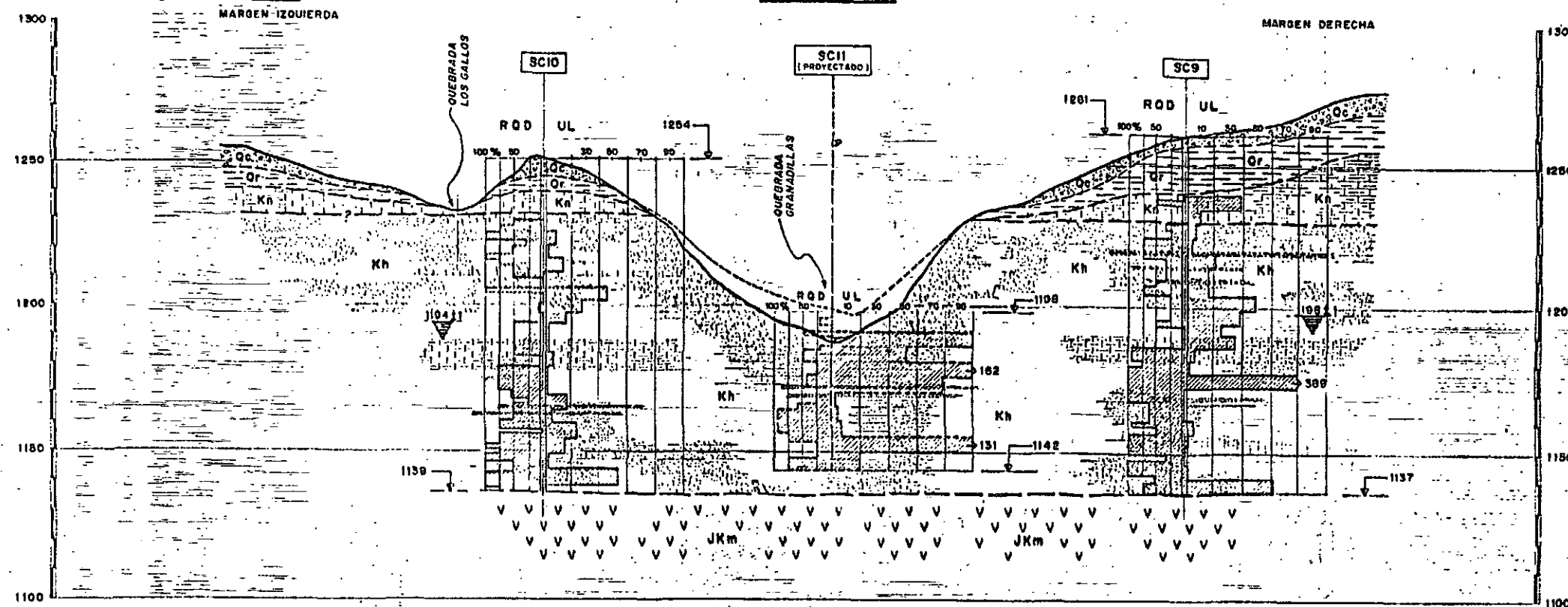
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL
GEOLOGIA
ZONA DE CAIDA
MAPA GEOLOGICO

REVISADO: J. C. VELAZQUEZ	APROBADO: J. C. VELAZQUEZ
ELABORADO: M. R. BAS-VAL	APROBADO: J. C. VELAZQUEZ
REVISADO: J. C. VELAZQUEZ	APROBADO: J. C. VELAZQUEZ
FECHA: MARZO 1992	NO. 0209-B-1523

EJE DE ALTERNATIVA DE CIERRE EN LA QDA. GRANADILLAS

CORTE C-C

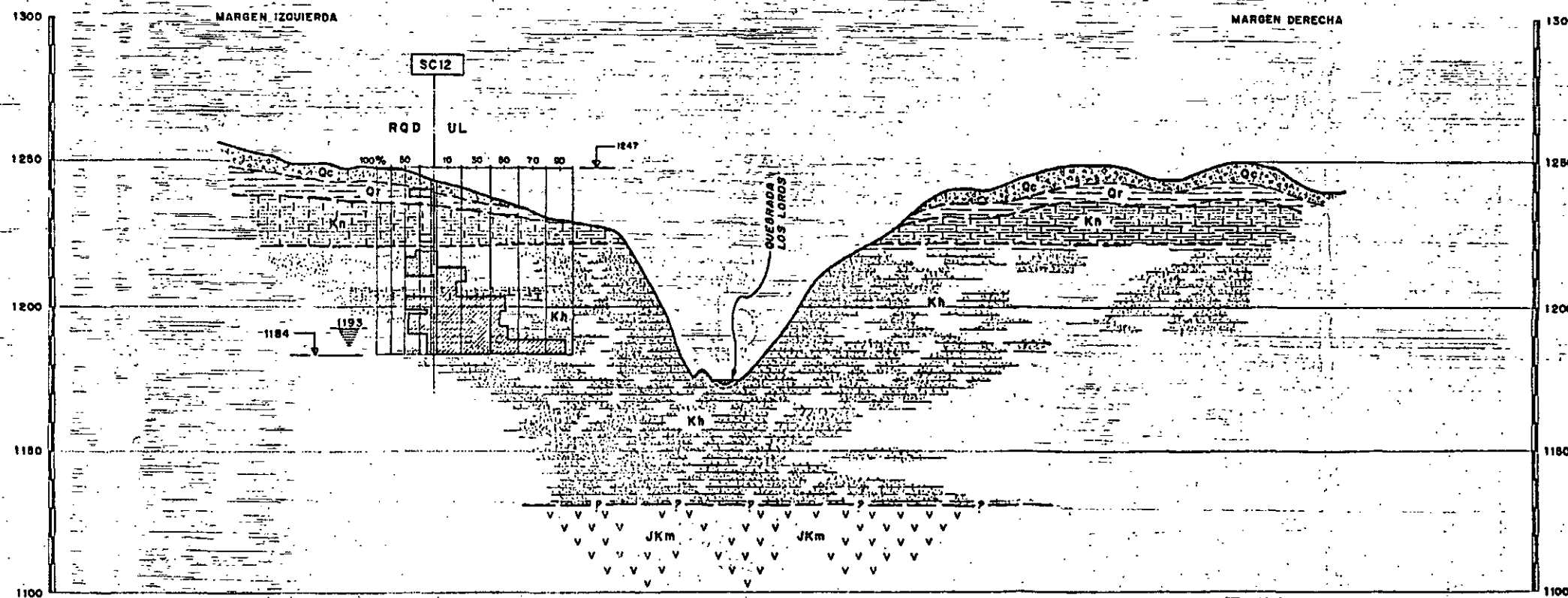


LEYENDA

- DEPOSITOS COLUVIALES
- SUELOS RESIDUALES
- FORMACION NAPO (Lutitas)
- FORMACION HOLLIN (Areniscas con intercalaciones de lutitas y basalto)
- FORMACION MISAHUALLI (Rocas volcánicas)
- LUTITAS
- ASFALTO
- SONDEO ROTATIVO
- SONDEO ROTATIVO PROYECTADO

EJE DE ALTERNATIVA DE CIERRE EN LA QDA. LOS LOROS

CORTE D-D



NOTAS:

LA UBICACION DE LOS CORTES SE PRESENTA EN EL PLANO 0209-B-1521

ESC. 1:10 0 20 40 60 m

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

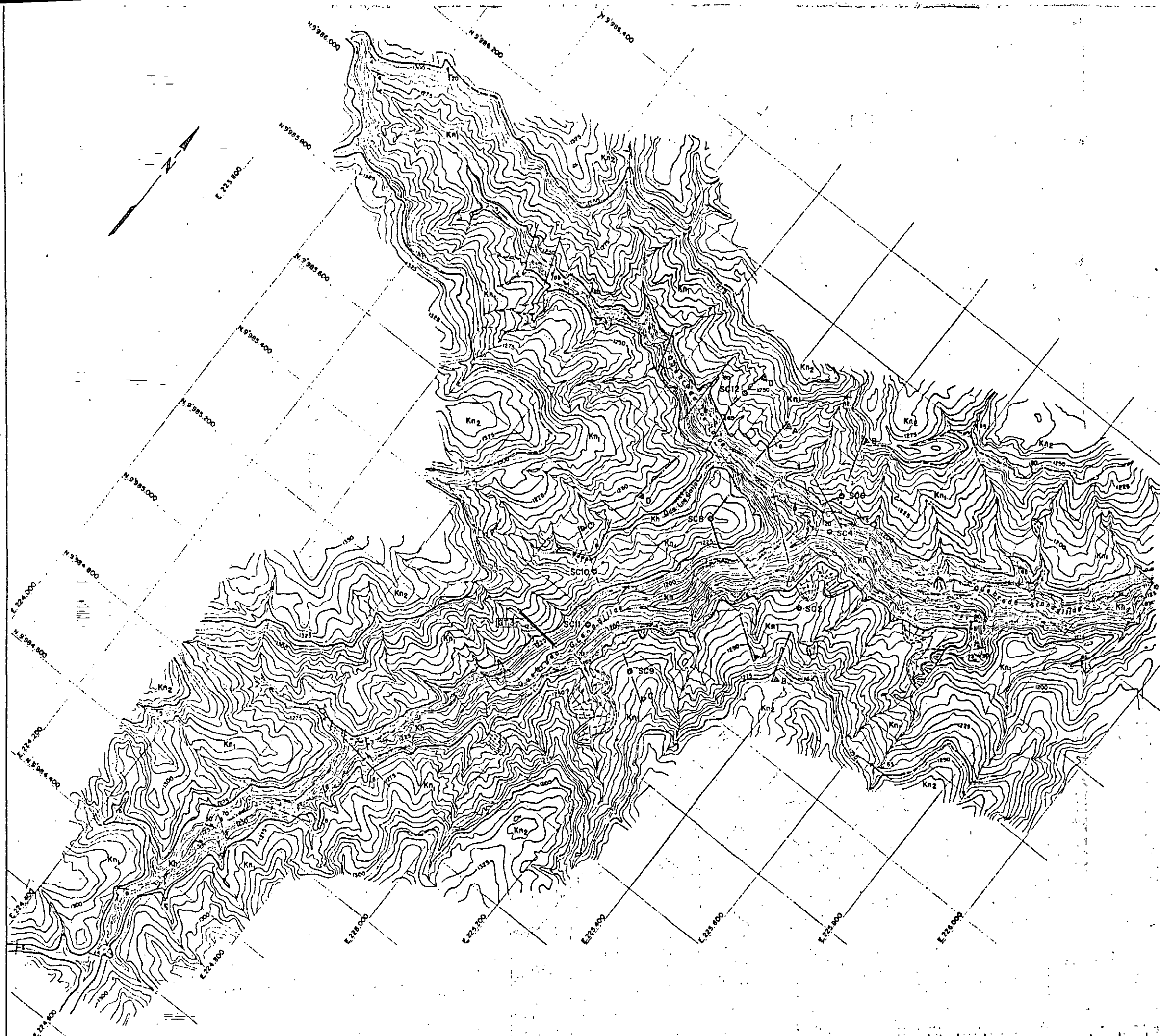
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL
GEOLOGIA
PRESA DEL EMBALSE COMPENSADOR
ALTERNATIVAS AGUAS ARRIBA
CORTES GEOLOGICOS

NO. DE	FECHA	REVISADO	APROBADO	FECHA
1	5/4	5/4	5/4	5/4
2	5/4	5/4	5/4	5/4
3	5/4	5/4	5/4	5/4
4	5/4	5/4	5/4	5/4
5	5/4	5/4	5/4	5/4
6	5/4	5/4	5/4	5/4
7	5/4	5/4	5/4	5/4
8	5/4	5/4	5/4	5/4
9	5/4	5/4	5/4	5/4
10	5/4	5/4	5/4	5/4

NO. DE	FECHA	REVISADO	APROBADO	FECHA
1	5/4	5/4	5/4	5/4
2	5/4	5/4	5/4	5/4
3	5/4	5/4	5/4	5/4
4	5/4	5/4	5/4	5/4
5	5/4	5/4	5/4	5/4
6	5/4	5/4	5/4	5/4
7	5/4	5/4	5/4	5/4
8	5/4	5/4	5/4	5/4
9	5/4	5/4	5/4	5/4
10	5/4	5/4	5/4	5/4

REF. 0209-B-1522



LEYENDA

- Kn FORMACION NAPO
- Kn1 FORMACION HOLLIN (Areniscas)
- Kn2 MIEMBRO MEDIO (MARGAS, CALIZAS Y LUTITAS)
- Kn3 MIEMBRO INFERIOR (LUTITAS Y LUTITAS CON ARENISCAS CALCAREAS)
- CONTACTO OBSERVADO
- - - CONTACTO INFERIDO
- FALLA NORMAL
- ↗ ↘ ESTRATIFICACION INCLINADA Y HORIZONTAL
- ↗ ↘ ↕ FRATURAS INCLINADA, VERTICAL, HORIZONTAL
- ↗ ↘ ↕ DESLIZAMIENTOS ACTIVOS Y POTENCIALES
- PUNTOS DE AGUA
- PERFORACION ROTATIVA

NOTAS.-

- LOS CORTES GEOLOGICOS SE PRESENTA EN EL PLANO 0209-B-1522
- EN ESTE PLANO NO ESTAN REPRESENTADOS LOS SUELOS RESIDUALES Y DEPOSITOS COLUVIALES

ESC. 100 0 100 200 250 m

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES



INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

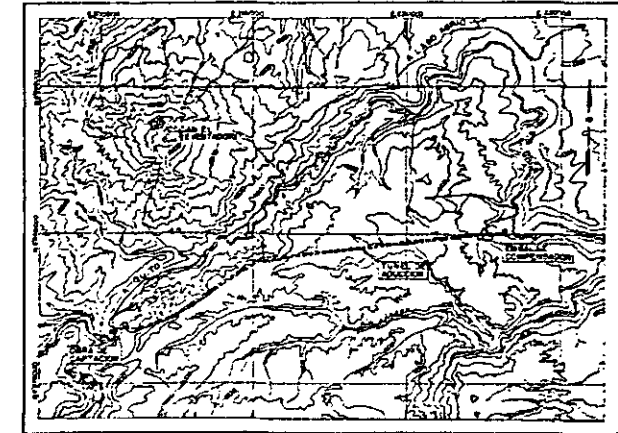
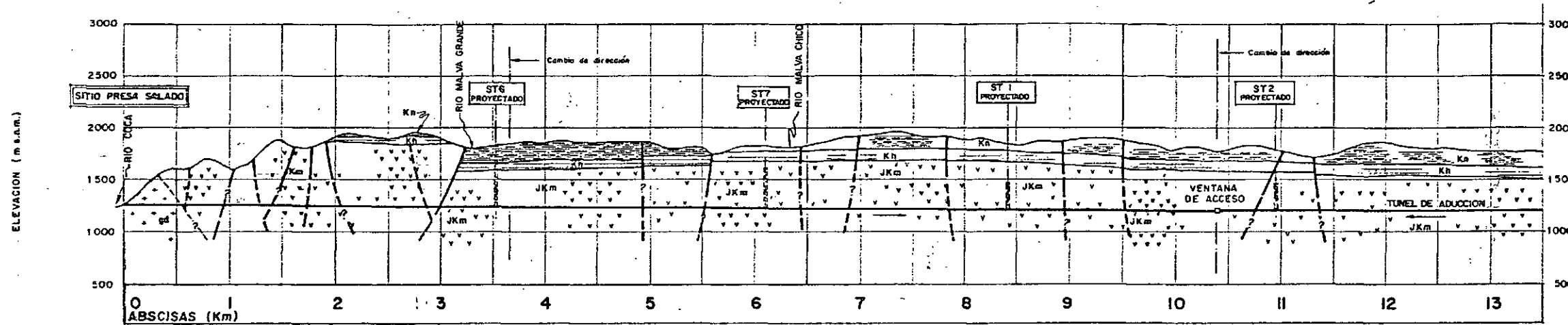
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL
GEOLOGIA
EMBALSE COMPENSADOR
MAPA GEOLOGICO

HOJA DE ESC. 1:4000

ELABORADO	W.D.M. / H.S.G.	RECOMENDADO	
DISEÑADO	M.M.I. / V.M.A.	APROBADO	
REVISADO	SAL		
FECHA	MAYO / 1991	REF	0209-B-1521

TUNEL DE ADUCCION
CAPTACION SALADO-EMBALSE COMPENSADOR
ABSCISA 0+000 A 13+500 Km



MAPA DE UBICACION
SIN ESCALA

LEYENDA

- | | | |
|--|------------|--|
| | Kn | FORMACION NAPO
(Lutitas, areniscas, calizas y margas) |
| | Kh | FORMACION HOLLÓN
(Areniscas) |
| | JKm | FORMACION MISAHUALLI
(Rocas volcánicas) |
| | gd | INTRUSIVO GRANODIORITICO |

SIMBOLOGIA

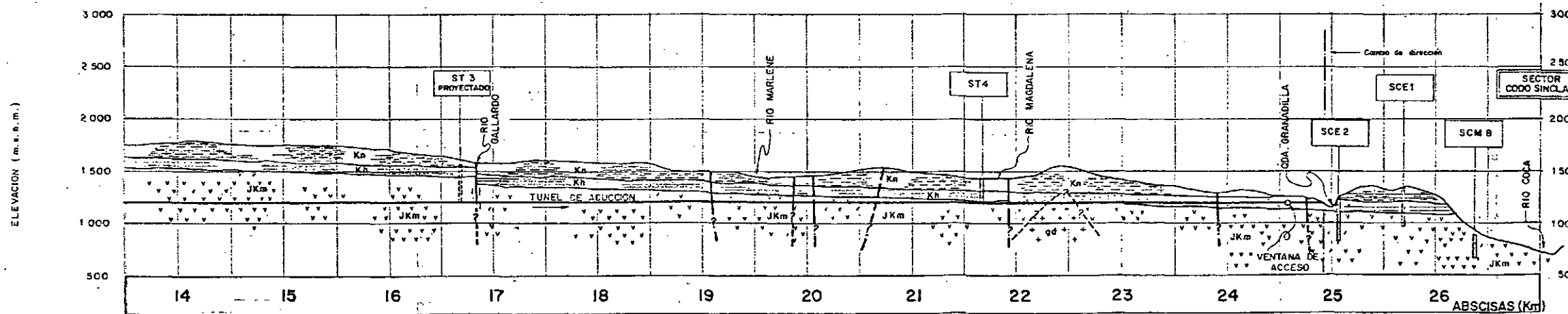
- | | |
|--|----------------------------------|
| | CONTACTO OBSERVADO |
| | CONTACTO INFERIDO |
| | FALLA INFERIDA |
| | PERFORACION ROTATIVA |
| | CAMBIO DE DIRECCION EN EL PERFIL |

NOTA: EL MAPA GEOLOGICO DEL TRAZADO DEL TUNEL DE ADUCCION SE PRESENTA EN EL PLANO 0209-B-1519

ESC: 0.0 0.5 1.0 1.5 2.0

TUNEL DE ADUCCION

CAPTACION SALADO-EMBALSE COMPENSADOR
ABSCISA 13+500 A 24+904,5 Km



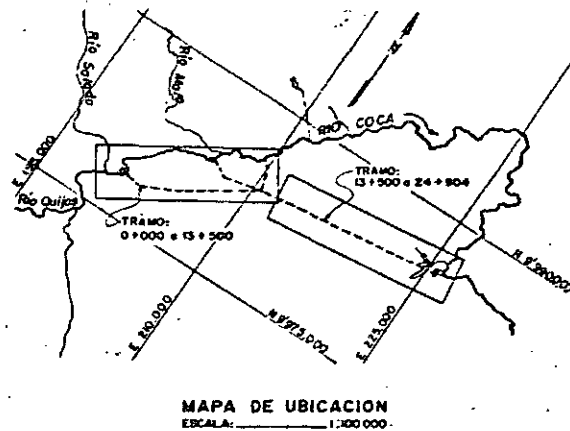
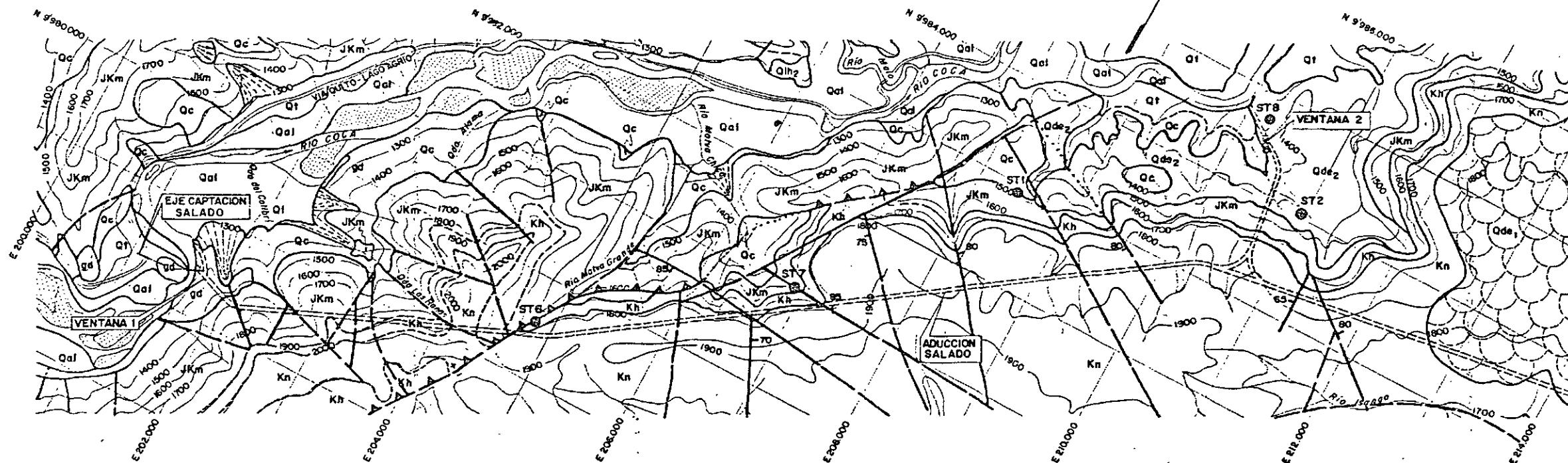
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

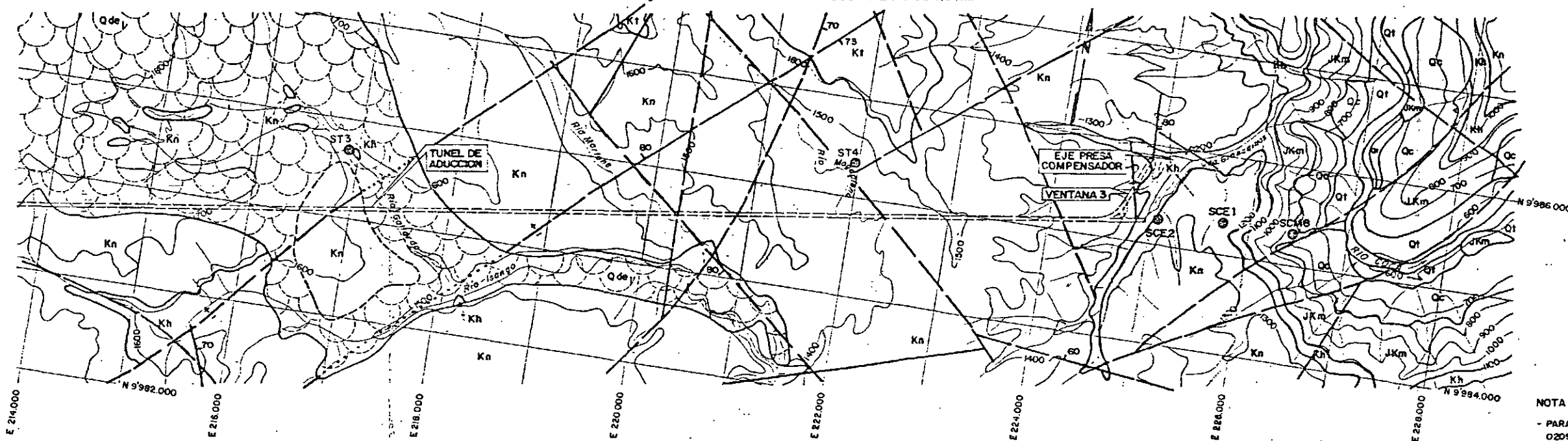
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL
GEOLOGIA
TUNEL DE ADUCCION
CORTE GEOLOGICO

DISENADO: WBM	RECOMENDADO: /
DISENADO: PZA / EGM	APROBADO: /
FECHA: ABRIL / 1992	REF: 0209-B-1520

**TUNEL DE ADUCCION
CAPTACION SALADO - EMBALSE COMPENSADOR
TRAMO DE 0 + 000 A 13 + 500 Km**



**TUNEL DE ADUCCION
CAPTACION SALADO - EMBALSE COMPENSADOR
TRAMO DE 13 + 500 A 24 + 904.5 Km**



NOTA:
- PARA PERFIL DEL TUNEL DE ADUCCION VER PLANO
0209-B-1520

LEYENDA:

**MATERIALES SUELTOS
ROCAS SEDIMENTARIAS E IGNEAS**

Qc	DEPOSITOS COLUVIALES	Kr	FORMACION TENA (Arcillas rojas)
Qal	DEPOSITOS ALUVIALES ACTUALES Y RECIENTES	Kn	FORMACION NAPO (Lunetas, areniscas, calizas y margas)
Ql	DEPOSITOS FLUVIO- LACUSTRES	Kh	FORMACION MOLLIN (Areniscas)
Ql	TERRAZAS ALUVIALES ANTIGUAS	JKm	FORMACION MISAHUALLI (Rocas volcanicas)
		gd	INTRUSIVO GRANODIORITICO

ROCAS VOLCANICAS

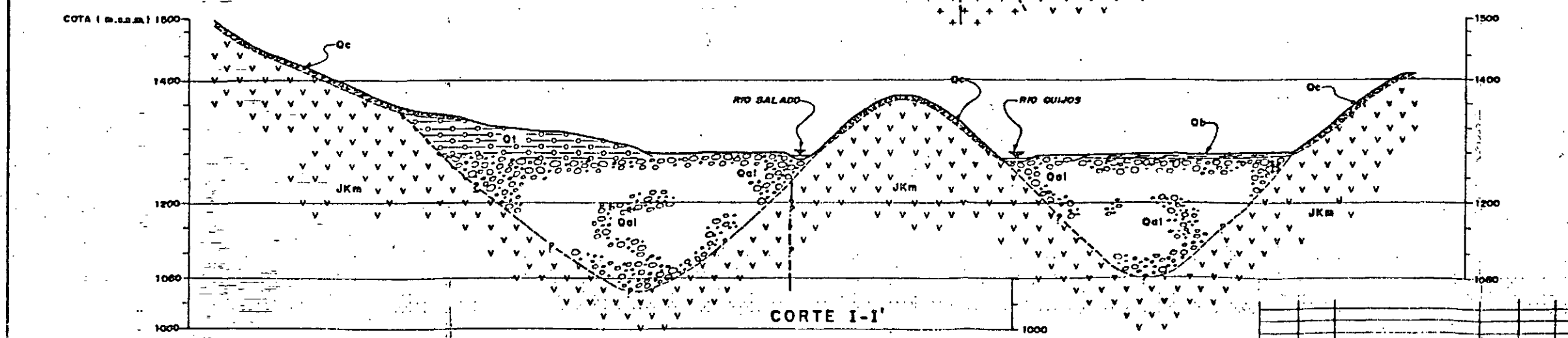
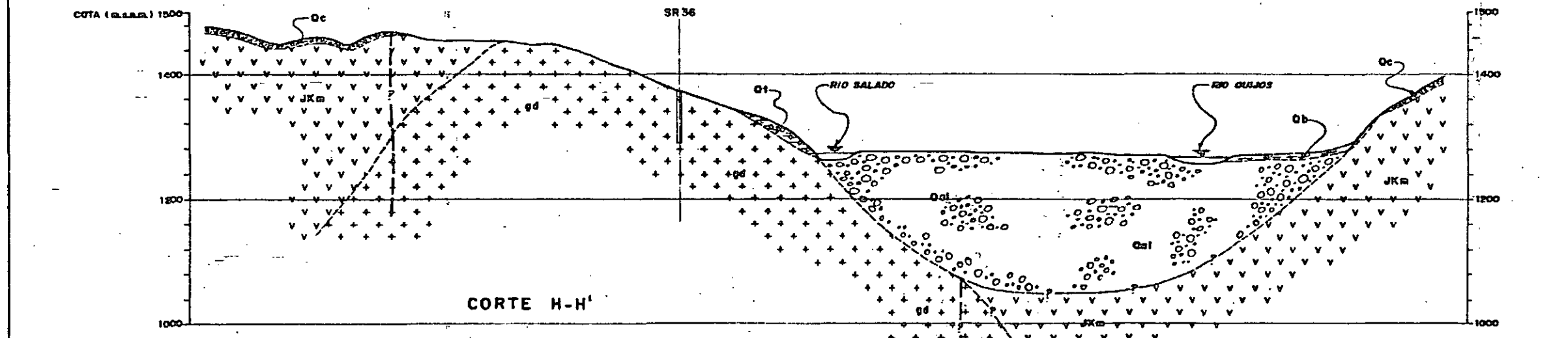
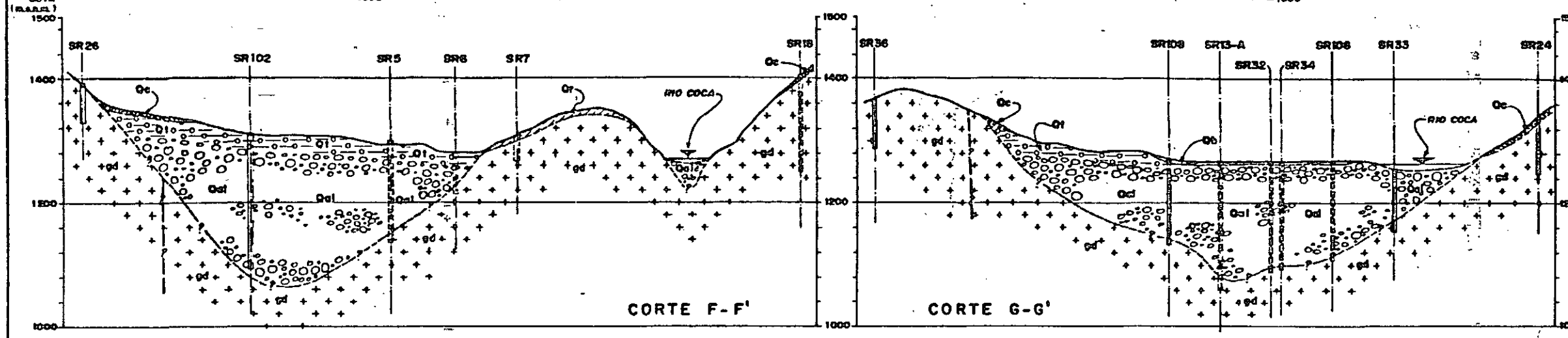
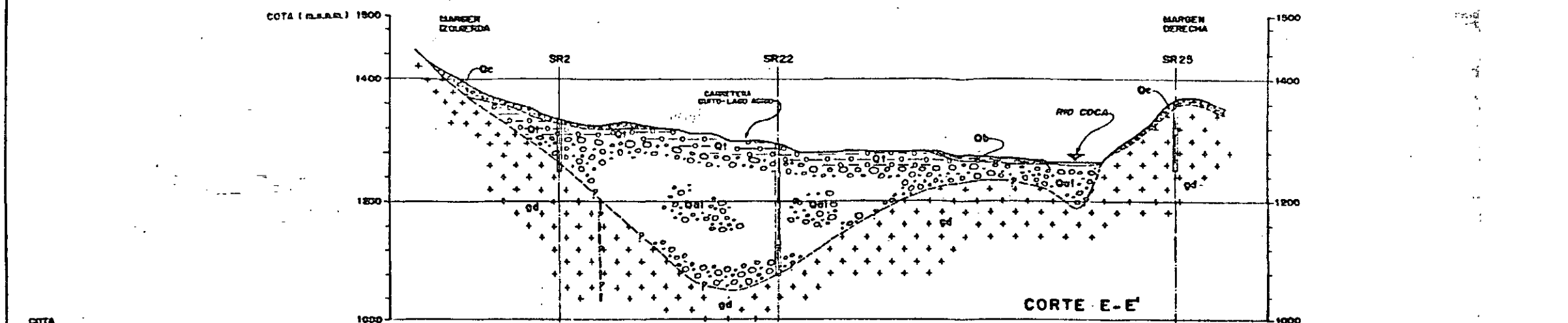
Qde2	DEPOSITOS DE AVALANCHA DE ESCOMBROS DEL VOLCAN PALEOREVENTADOR	Qih2	LAHARES Y AGLOMERADOS
Qj/ih2	ALTERNANCIA DE LAVAS, LAHARES Y AGLOMERADOS VOLCANICOS DEL VOLCAN PALEOREVENTADOR	Qj	LAVAS
Qde1	DEPOSITO DE AVALANCHA DE ESCOMBROS DEL COMPLEJO VOLCANICO BASAL	Qih1	LAHARES Y AGLOMERADOS
Q5/ih1	ALTERNANCIA DE LAVAS Y LAHARES CON AGLOMERADOS VOLCANICOS DEL COMPLEJO VOLCANICO BASAL	Q5	LAVAS

SIMBOLOGIA:

	CONTACTO OBSERVADO		FALLA NORMAL
	CONTACTO INFERIDO		FALLA INVERSA
	FALLA NORMAL		FALLA CUBIERTA
	FALLA INFERIDA		
	ESTRATIFICACION INCLINADA, VERTICAL		
	PUNTO DE AGUA		
	SONDEO EJECUTADO		
	DESIZAMIENTO ANTIGUO		
	CONO DE DEYECCION		

ESC. 0 0.5 1 1.5 2 km

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-ROCO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD			
INFORME GENERAL			
GEOLOGIA			
TUNEL DE ADUCCION			
MAPA GEOLOGICO			
HOJA DE	FECHA	REVISOR	ESC. INDICADA
DISEÑADO: S.A.L./G.F./L.S.L.	REVISADO: M.H./V.M.A.	APROBADO: [Signature]	FECHA: FEBRERO - 1992
REVISADO: [Signature]	FECHA: FEBRERO - 1992	REVISOR: [Signature]	FECHA: FEBRERO - 1992
REV. 0209-B-1519			



LEYENDA

MATERIALES SUELTOS

- Qb CORRIENTES BARROSAS
- Qc DEPOSITOS COLUMIALES
- Qal DEPOSITOS ALUVIALES
- Qd TERRAZAS ALUVIALES
- Qe SUELOS RESIDUALES

ROCAS SEDIMENTARIAS E IGNEAS

- gd INTRUSIVO GRANODIORITICO
- JKm FORMACION MISAHUALI

SIMBOLOGIA

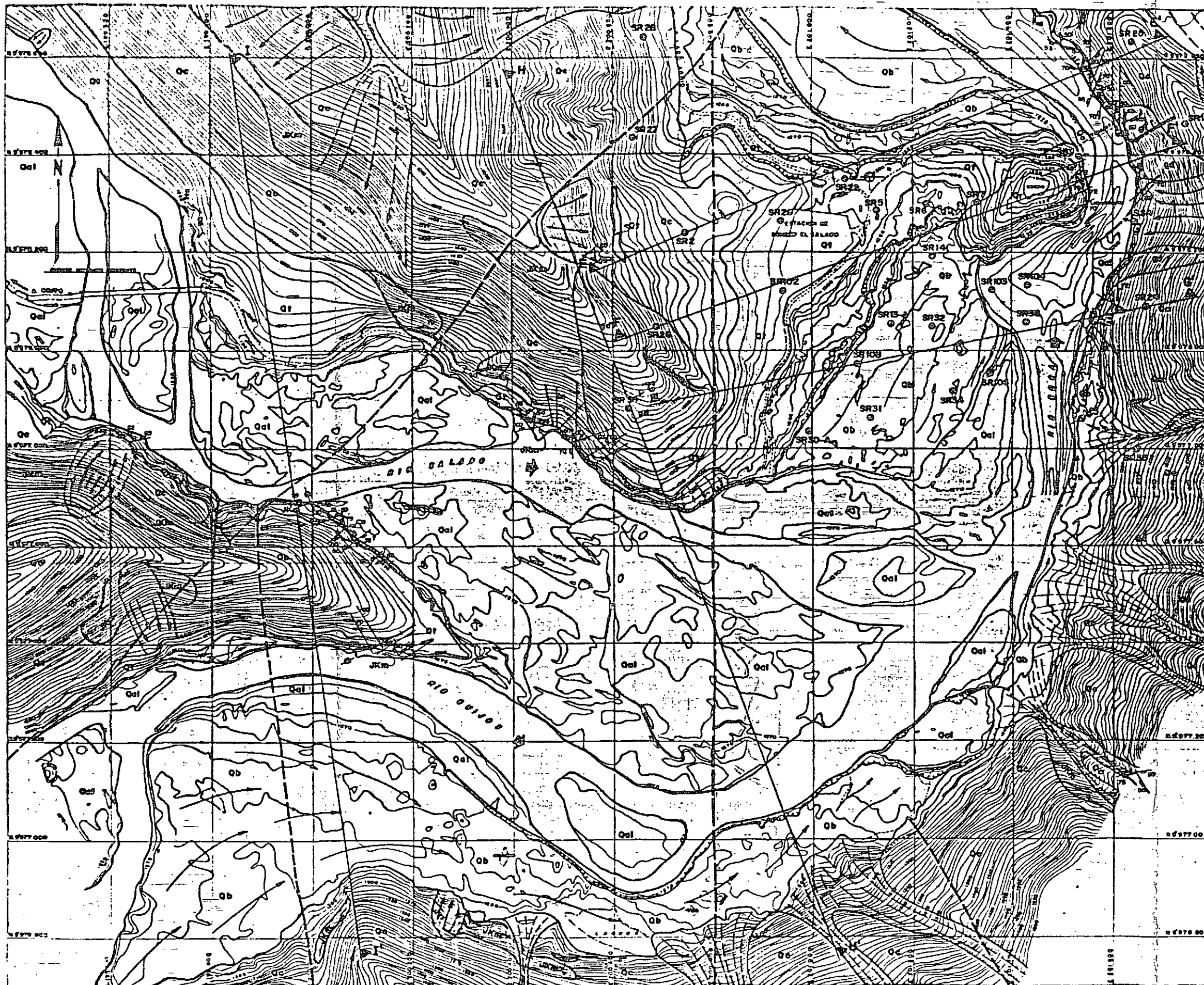
- CONTACTO OBSERVADO
- CONTACTO INFERIDO
- FALLA INFERIDA
- DESIZAMIENTO ACTUAL
- SORDEO ROTATIVO
- SORDEO ROTATIVO PROTECTADO

NOTA:

LA UBICACION DE LOS CORTES GEOLOGICOS SE PRESENTA EN EL PLANO 0209-B-1517



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INSECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD			
INFORME GENERAL			
GEOLOGIA			
EMBALSE SALADO			
CORTES GEOLOGICOS			
ELABORADO	E.E. - R.R.	REVISADO	
DISEÑADO	U.T.A.	APROBADO	
REVISADO			
FECHA: MARZO - 1991		REV: 0209-B-1518	



LEYENDA

MATERIALES SUELTOS

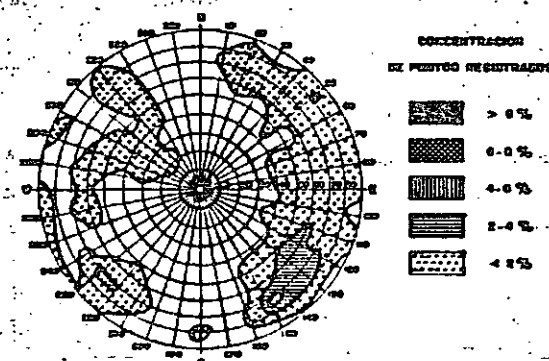
- Qb CORRIENTES BARROSAS
- Qc DEPÓSITOS COLUVIALES
- Qal DEPÓSITOS ALUVIALES
- Qf TERRAZAS ALUVIALES
- Qr SUELOS RESIDUALES

ROCAS SEDIMENTARIAS E IGNEAS

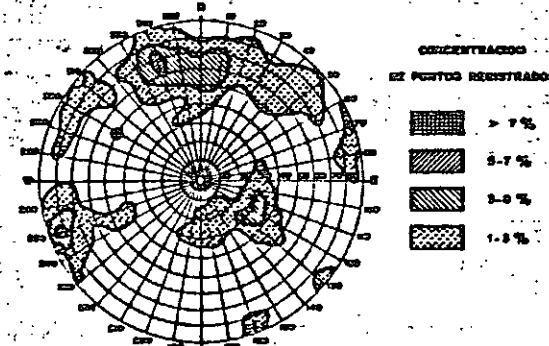
- Gd INTRUSIVO GRANODIORÍTICO
- Jkm FORMACIÓN ISAHUALI

ESTEREOGRAMAS DE DISCONTINUIDADES

INTRUSIVO GRANODIORÍTICO



FORMACIÓN ISAHUALI



NOTAS:

- EN ESTE PLANO ESTÁN INDICADOS SOLAMENTE LOS SONDEOS QUE ALCANZARON LA ROCA
- LOS CORTES GEOLÓGICOS SE PRESENTA EN EL PLANO 0209-B-1518

100 0 100 200m

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INTECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

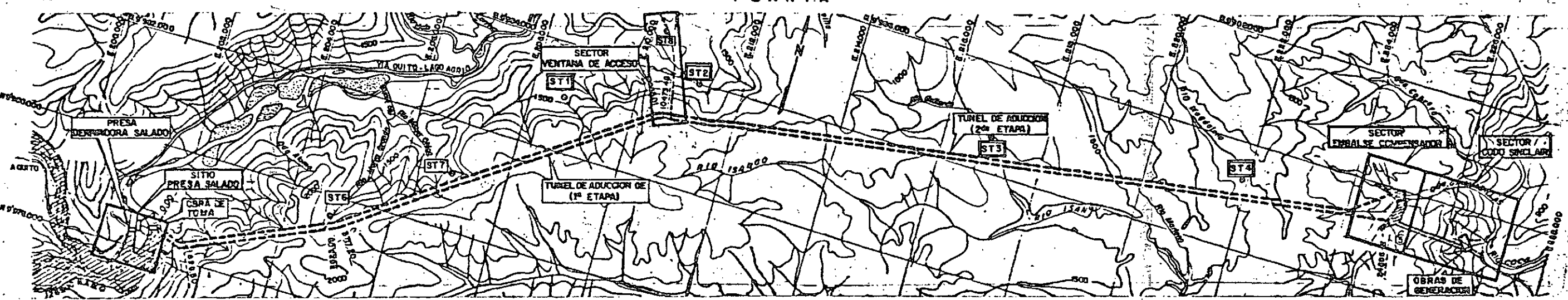
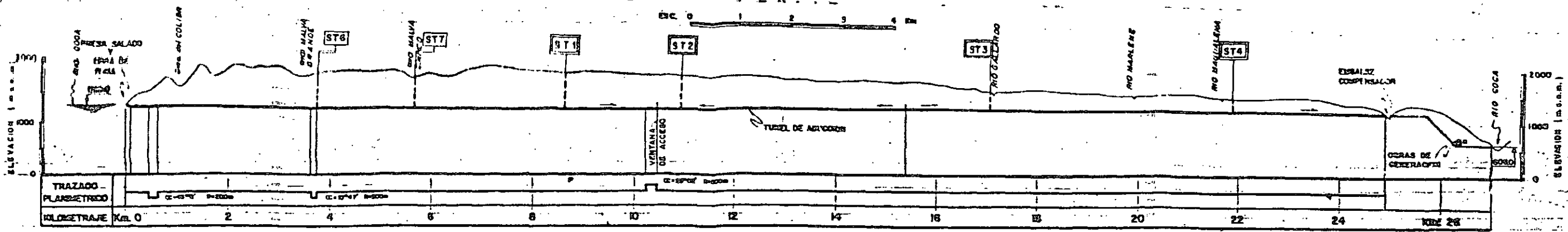
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL
GEOLOGIA
EMBALSE SALADO
MAPA GEOLOGICO

HOJA 02 ESC. 1:5000

ELABORADO	H.B. - M.D.	RECONOCIDO	
REVISADO	H.B. - M.D.	APROBADO	
REVISADO	H.B. - M.D.	APROBADO	
FECHA	MARZO / 1991	REP.	0209-B-1517

SIMBOLOGIA:

- CONTACTO OBSERVADO
- CONTACTO SUPUESTO
- FALLA NOROCCIDENTAL
- FALLA SURESTE
- ESTRATIFICACION INCLINADA, VERTICAL, HORIZONTAL
- FRACTURA INCLINADA, VERTICAL, HORIZONTAL
- DESPLAZAMIENTO ACTIVO
- CORO DE DETECCION
- PERFORACION ROTATIVA (CAMPAÑA 1977-78)
- PERFORACION ROTATIVA INCLINADA (CAMPAÑA 1990-91)
- HELIPUERTO

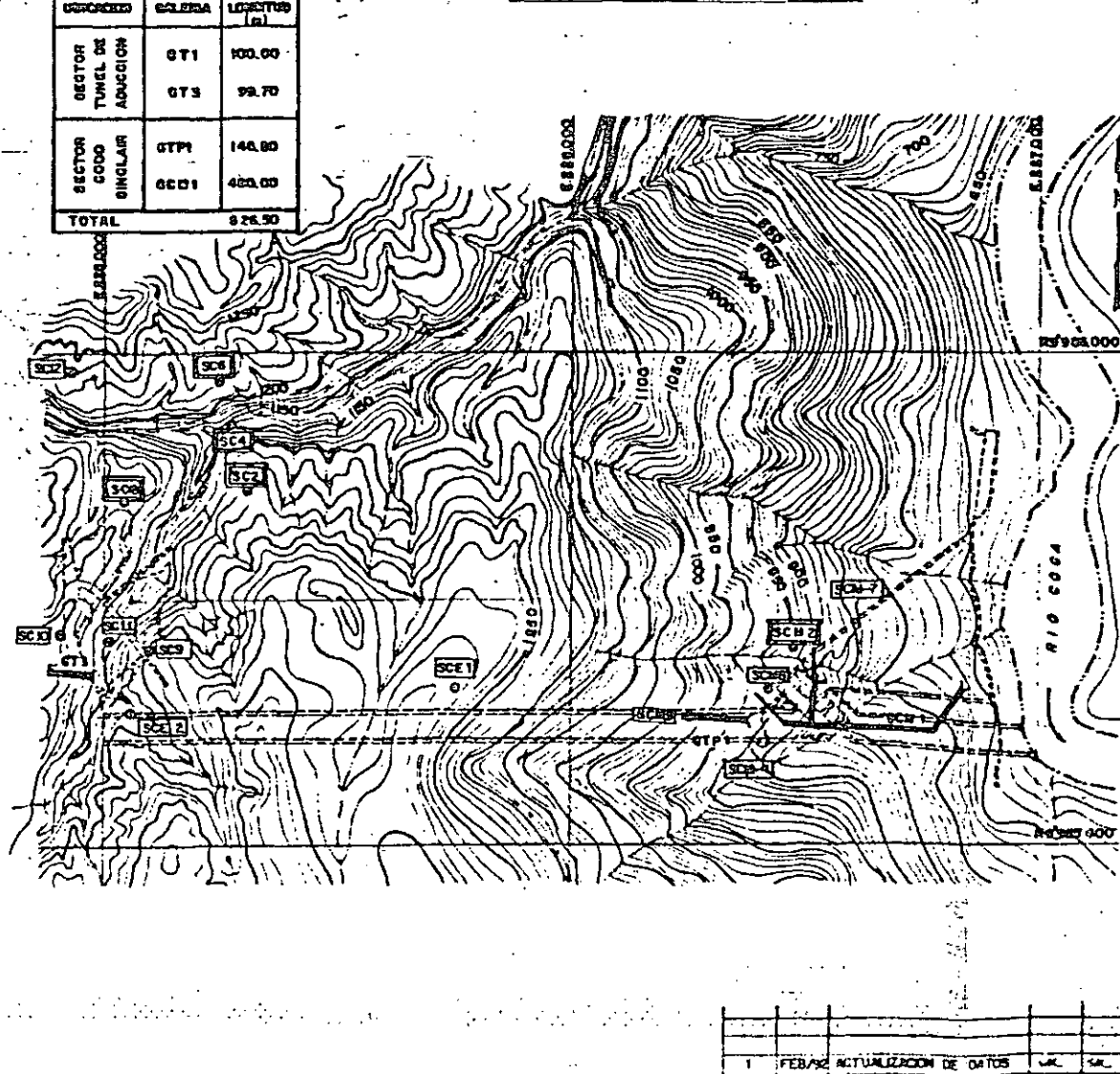
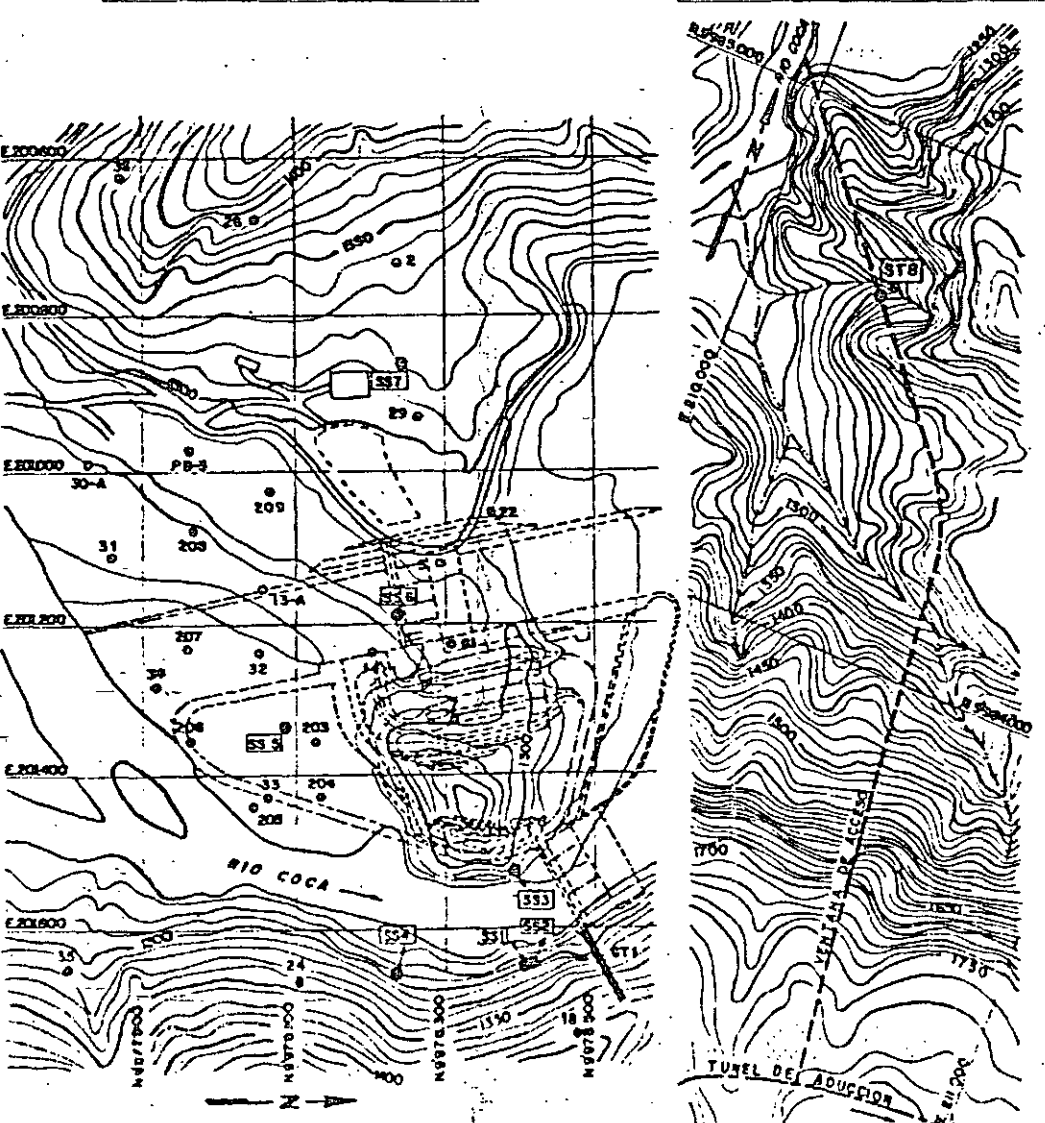


SITIO PRESA SALADO ESC. 0 100 200 300 400 500 m

SECTOR VENTANA DE ACCESO ESC. 0 200 400 600 750 m

GALERIAS EXPLORATORIAS EJECUTADAS EN LA FASE "B"

SECTOR EMBALSE COMPENSADOR Y SECTOR CODO SINCLAR ESC. 0 200 400 600 750 m



UBICACION	GALERIA	LONGITUD (m)
SECTOR TUNEL DE ADUCCION	GT1	100.00
	GT3	98.70
SECTOR CODO SINCLAR	GTP1	144.80
	GCD1	480.00
TOTAL		823.50

PERFORACIONES ROTATIVAS EJECUTADAS EN LA FASE "B"			
UBICACION	SERIE	DILATACION	PROFUNDIDAD (m)
SITIO PRESA SALADO	S 31	40°	106.15
	S 32	55°	73.53
	S 33	45°	100.50
	S 34	45°	103.15
	S 35	VERTICAL	61.56
	S 36	VERTICAL	61.00
	S 37	VERTICAL	60.00
SECTOR TUNEL DE ADUCCION	ST 6	VERTICAL	485.00
	ST 7	VERTICAL	390.00
	ST 8	VERTICAL	170.00
SECTOR EMBALSE COMPENSADOR	S C 9	VERTICAL	123.50
	S C 10	VERTICAL	114.70
	S C 11	VERTICAL	56.00
SECTOR CODO SINCLAR	S C 12	VERTICAL	80.00
	SCE1	VERTICAL	300.00
SECTOR CODO SINCLAR	SCE2	VERTICAL	420.00
	SCM0	VERTICAL	220.00
	SCM9	VERTICAL	150.00
	SCM4	HORIZONTAL	60.00
TOTAL	SCM7	HORIZONTAL	100.00
			3 237.75

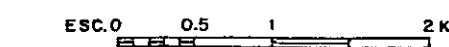
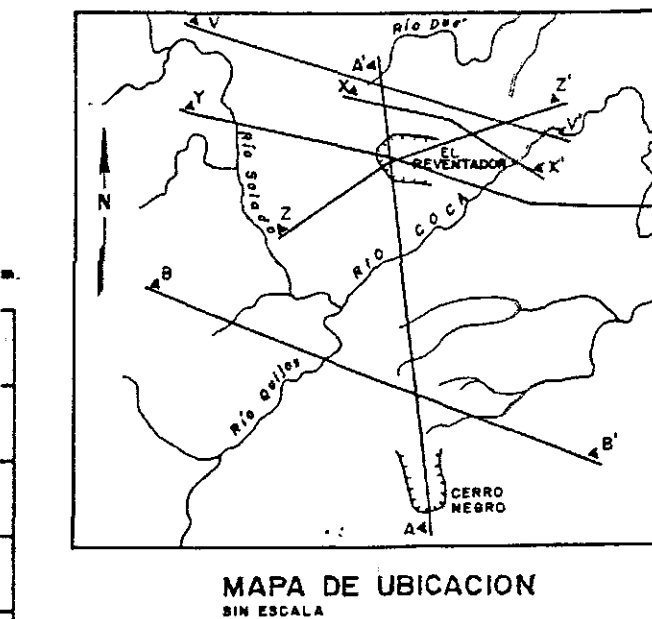
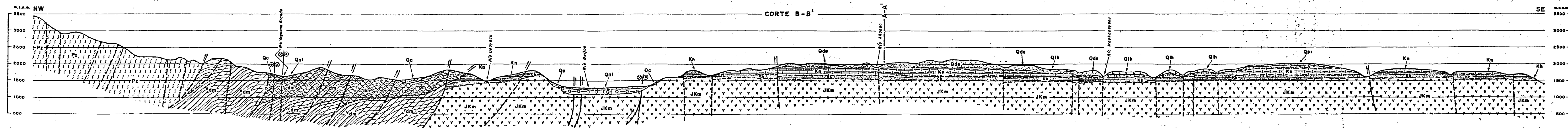
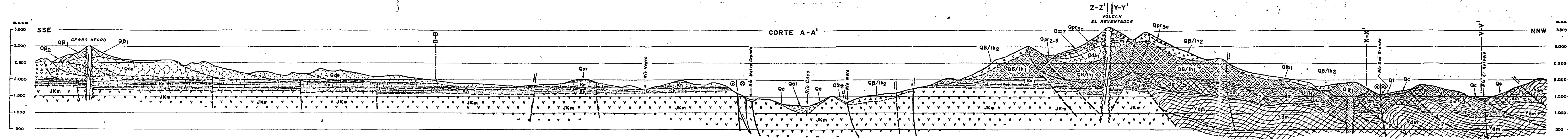
PERFORACION ROTATIVA EJECUTADA EN LA FASE "A"
 PERFORACION ROTATIVA EJECUTADA EN LA FASE "B"
 GALERIA EXPLORATORIA EJECUTADA EN LA FASE "B"


ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-PIELA-ENGECONSULT-CAMBIOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
 QUITO - ECUADOR

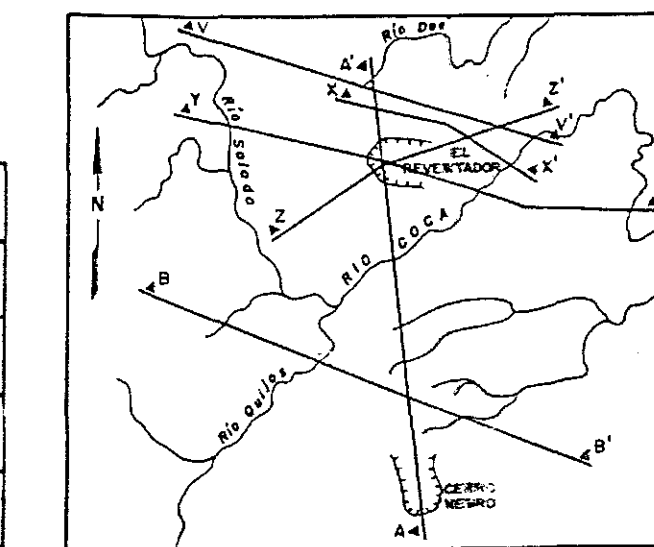
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAR
 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL
 GEOLOGIA
 INVESTIGACIONES GEOTECNICAS
 MAPA DE UBICACION

ELABORADO: **SAL**
 DISEÑADO: **M.G.L.**
 REVISADO: **SAL**
 FECHA: **1 FEBRERO 1994**
 ESCALA: **1:50,000**
 HOJA: **0209-8-1516**

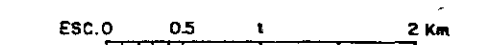


ELECTROCONSULT-TRACTIONEL- RODIO	
ASTEC-INEL-INSGCONSULT- CAMINOS Y CANALES	
 INECOL	INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR
	PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD INFORME GENERAL GEOLOGIA AREA DEL PROYECTO CORTES GEOLOGICOS
HOJA 1 DE 2	ESC. 1:50 000

						DISEÑADO	WBN / HSG	RECOMENDADO	<i>Ba</i>
						DIBUJADO	VNA	APROBADO	
						REVISADO	SAC		
REV. N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISIÓN	POR	VERIF.	APROB.	FECHA	MARZO-92	REF.	0209-B-1514



MAPA DE UBICACION
SIN ESCALA



ELECTROCONSULT- TRACTIONEL - RODIO .
ASTEC-INELIN- INGECONSULT- CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACIÓN

INECEL QUITO-ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL

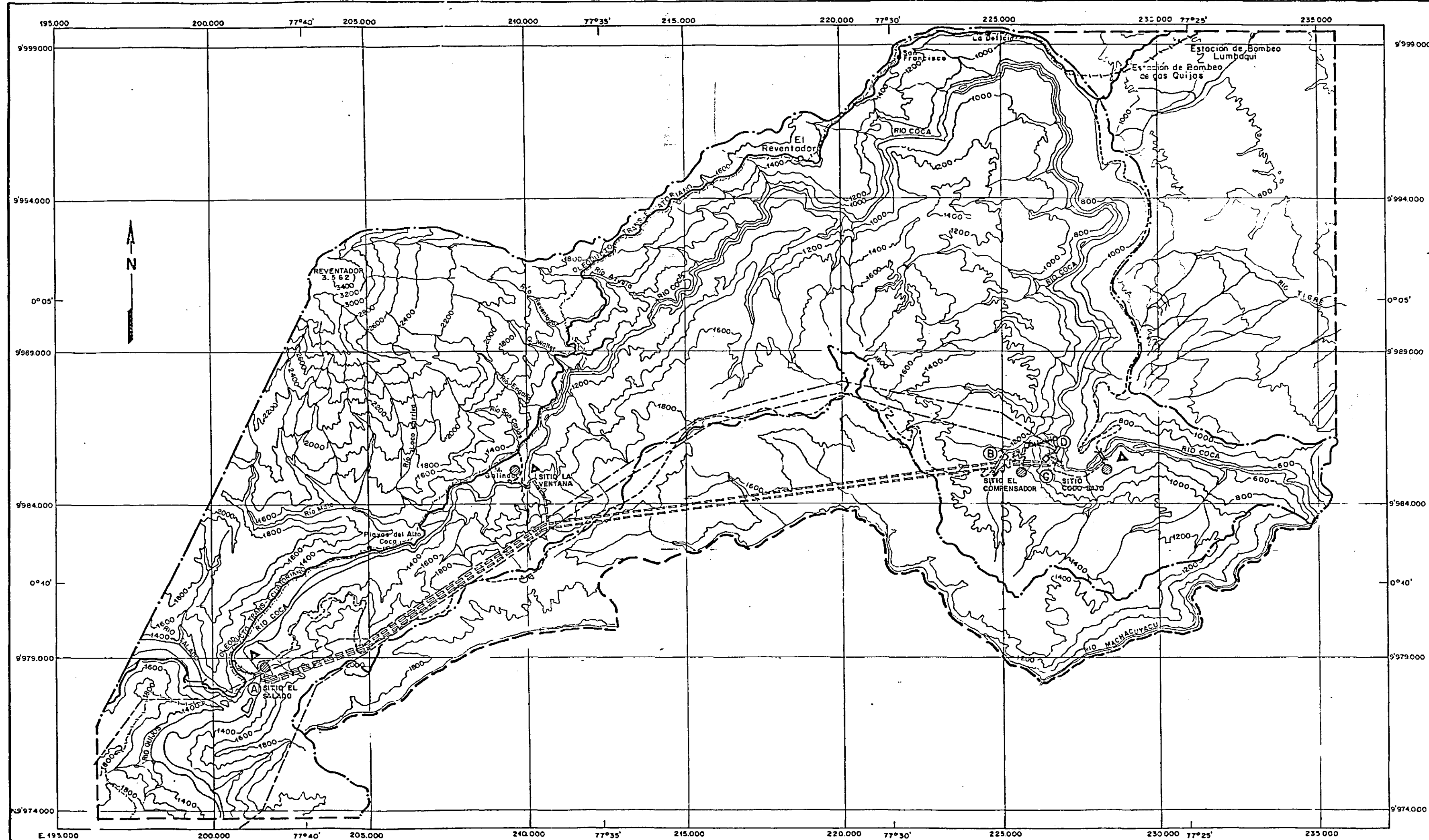
INFORME GENERAL
GEOLOGIA
AREA DEL PROYECTO

HOJA 2 DE 2

DISEÑADO	W9H / HSG	RECOMENDADO	B2/H
DISEÑADO	VHA		

REVISADO	SAC	APROBADO
FECHA	MARZO 93	0000 0000 0000

ROB.	FECNA	MANZO-BZ	REF.	0209-B-1515
------	-------	----------	------	-------------



SIMBOLOGIA

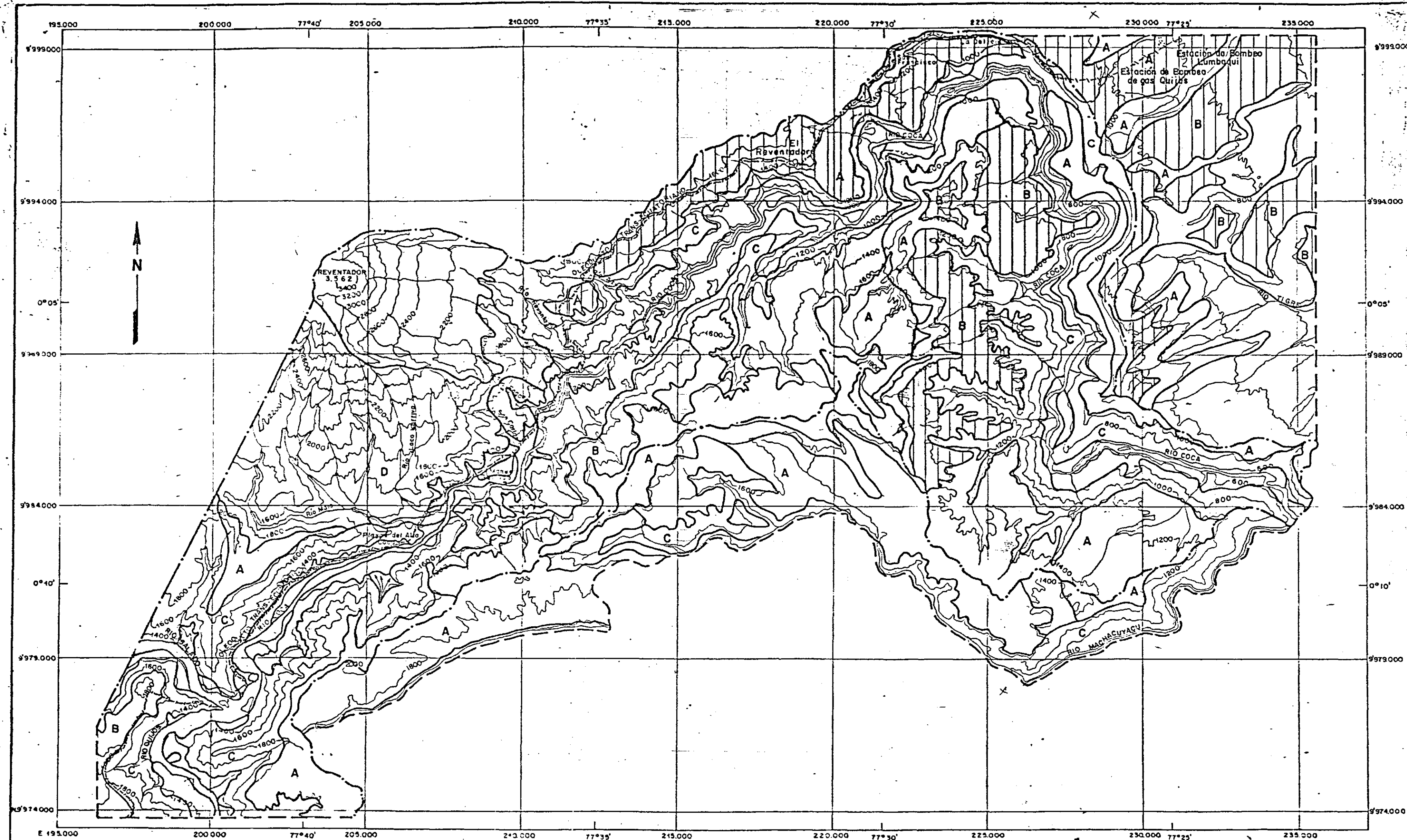
Límite de la cuenca	---
Límite del área de influencia directa	---
Carretera existente	---
Carretera en proyecto	---
Oleoducto	-/-/-
Obra de toma	(A)
Embalse	(B)
Túnel de aducción	----
Casa de máquinas	(C)
Patío de salida de líneas	(D)
Línea de Transmisión	---
Teleférico	
Sitio de almacenamiento de materiales de excavación	▲
Campamento	●

Cabecera parroquial	○ El Reventador
Caserío	● La Delicia
Río	Coca Salado
Curva de nivel	3200
Cumbre	REVENTADOR 3.562

ESCALA 1:400.000

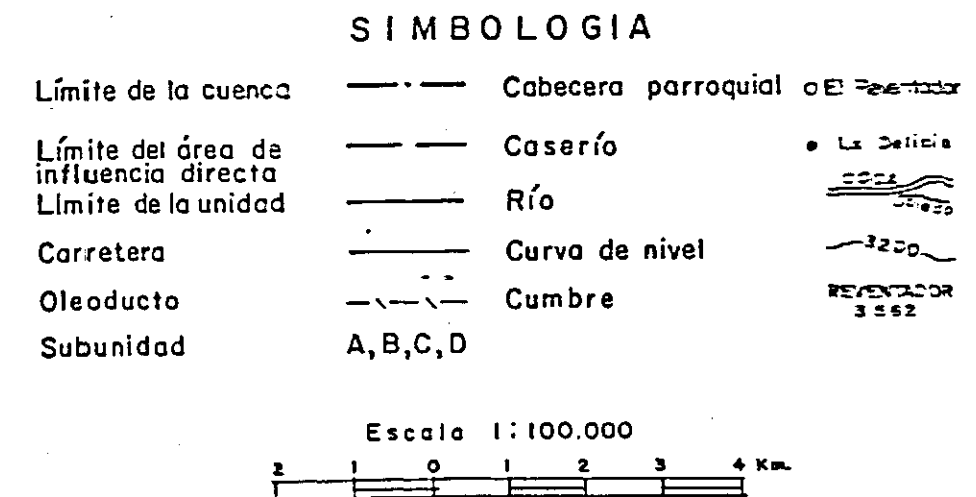
3 2 1 0 3 Km.

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-PIELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO-SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE	
IMPACTO AMBIENTAL	
PLAN DE MANEJO	
HOJA 1 DE 1	
DISEÑADO S. Z. de C.	RECOMENDADO
DIBUJADO J. F. M.	APROBADO
REVISADO	
FECHA ABRIL-1992	REF. 0209-B-1511



	L E Y E N D A		
	CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD	PROCESOS Y RIESGOS NATURALES	CONTROL Y MANEJO
VALLE	TERRAZA ALTA, PENDIENTE INCLINADA < 5%, CULTIVOS Y PASTOS	PROCESOS EROSIVOS ESTABILIZADOS	NINGUNO
	TERRAZAS BAJAS Y LECHO ACTUAL INDIFERENCIADOS, ASOCIADOS CON CONOS DE DETECCION Y DEPOSITOS COLUVIALES, PLANOS A ONDULADOS, PREDOMINA BOSQUE SECUNDARIO	PROCESOS M. DRODINAMICOS Y FLUVIALES (INUNDACIONES PERIODICAS POR AVALANCHAS Y CRECIDAS DE AGUAS)	DESESTABILIZACION Y DES. TRUCCION EN CONSTRUCCIONES E INFRAESTRUCTURA
	LECHO ACTUAL, PLANO, NO HAY COBERTURA VEGETAL	PROCESOS FLUVIALES (INUNDACIONES)	NINGUNO
ESCARPE ESTRUCTURAL	MORFOLOGIA SUAVE, CON PENDIENTES < 12.25% EN ALGUNOS LUGARES HASTA 40%, PREDOMINA BOSQUE PRIMARIO DENSO	SOLYFLUXION LEVE	EROSION DE SUELOS Y FORMACION DE "TERRACILLAS" EN TERRENOS INTERRIVADOS
	NIVELES DE SUPERFICIES HORIZONTALES A INCLINADAS, PLANAS A DISCONTINUAS, CON PENDIENTES < 12.25% Y EN ALGUNOS LUGARES HASTA 40%, PREDOMINA BOSQUE PRIMARIO DENSO	SOLYFLUXION LEVE A MODERADA	DESIZAMIENTOS ACTIVADOS POR CAMBIOS EN LA COBERTURA VEGETAL
	PENDIENTES MUY IRREGULARES, VARIAN EN EL RANGO 12-50%, PREDOMINA BOSQUE PRIMARIO DENSO	SOLYFLUXION LEVE A MODERADA	EROSION DE SUELOS Y FORMACION DE "TERRACILLAS" EN TERRENOS INTERRIVADOS
V O L C A N	PENDIENTES MEDIANAS ENTRE 40-70% A-BOSQUE PRIMARIO DENSO B-BOSQUE INTERMEDIO	SOLYFLUXION MODERADA A ALTA	FORMACION DE "TERRACILLAS" Y DESIZAMIENTOS EN TERRENOS INTERRIVADOS
	A-COLINAS Y LADERAS DE PENDIENTES HASTA 100%, CON METEORIZACION PROFUNDA, BOSQUE PRIMARIO DENSO	SOLYFLUXION MODERADA A ALTA	DESIZAMIENTOS POTENTES POR INTERVENCIÓN HUMANA
			BOSQUE DE PROTECCION

	L E Y E N D A		
	CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD	PROCESOS Y RIESGOS NATURALES	CONTROL Y MANEJO
VALLE	B-ZONA AFECTADA POR DESIZAMIENTOS ESTRUCTURALES, PENDIENTES MUY VARIABLES, BOSQUE PRIMARIO Y SECUNDARIO	PROCESOS GRAVITACIONALES ACTIVOS	REACTIVACION INMEDIATA DE PROCESOS GRAVITACIONALES POR INTERVENCIÓN HUMANA
	C-PENDIENTES FUERTES (> 70%) Y ESCARPES (> 100%), BOSQUE PRIMARIO CON PEQUEÑAS AREAS DE AFLORAMIENTO ROCOSOS Y EN ACUMULACIONES COLUVIALES, SE PRESENTAN COBERTURAS DE BOSQUE SECUNDARIO Y MATORRAL	PROCESOS GRAVITACIONALES ACTIVOS	PROCESOS GRAVITACIONALES SE REACTIVAN CON LA DESTRUCCION DE LA VEGETACION
	D-FLANCOS DEL VOLCAN REVENTADOR CUBIERTOS POR PROYECCIONES PROCLASTICAS RECENTES ACTUALES, EXCAVADOS POR AVALANCHAS, CORRIENTES BARROZAS BOSQUE DEGRADADO, CON EXTENSAS AREAS DE AFLORAMIENTOS ROCOSOS	PROCESOS GRAVITACIONALES Y HIDRODINAMICOS MUY ACTIVOS	REACTIVACION DE PROCESOS POR EL CORTE DE LA PENDIENTE
ESCARPE ESTRUCTURAL	AVALANCHAS DE ESCOMBROS DEL VOLCAN REVENTADOR, EXTENSAS AREAS CON PENDIENTES < 3-8%, REPRESENTAN MAL DRENAJE, VEGETACION HERBACEA, ARBUSTIVA Y ARBorea	SOLYFLUXION LEVE, PROCESOS HIDRODINAMICOS ACTIVOS	COMPACTACION DE SUELOS POR INTERVENCIÓN HUMANA
	AVALANCHAS DE ESCOMBROS DEL VOLCAN REVENTADOR, MORFOLOGIA IRREGULAR CON ESCARPES DE DIFERENTE TANGENTE, COBERTURA VEGETAL ABIERTA: ARBorea, ARBUSTIVA Y HERBACEA	FORMACION DE CARCAVAS Y ESCOMBROS, REACTIVADOS CONSIDERABLEMENTE A PARTIR DEL SISMO DEL AÑO 1987	CONTROL DIFERENCIAL DE LOS PROCESOS, ESPECIALIZACION EN AREAS DE VIAS Y CONSTRUCCIONES
	VOLCAN REVENTADOR (CALDERA Y CONO), PREDOMINAN AFLORAMIENTOS ROCOSOS CON AREAS LOCALIZADAS DE MATORRAL	VOLCANISMO RECIENTE	REACTIVACION VOLCANICA, ACTIVIDAD SISMICA



Escala 1:100.000

0 1 2 3 4 Km

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-COCO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

IMPACTO AMBIENTAL
MAPA : GEOMORFOLOGICO Y DE USO POTENCIA

HOJA 1 DE 1

ELABORADO S.2. de C. / J.T.

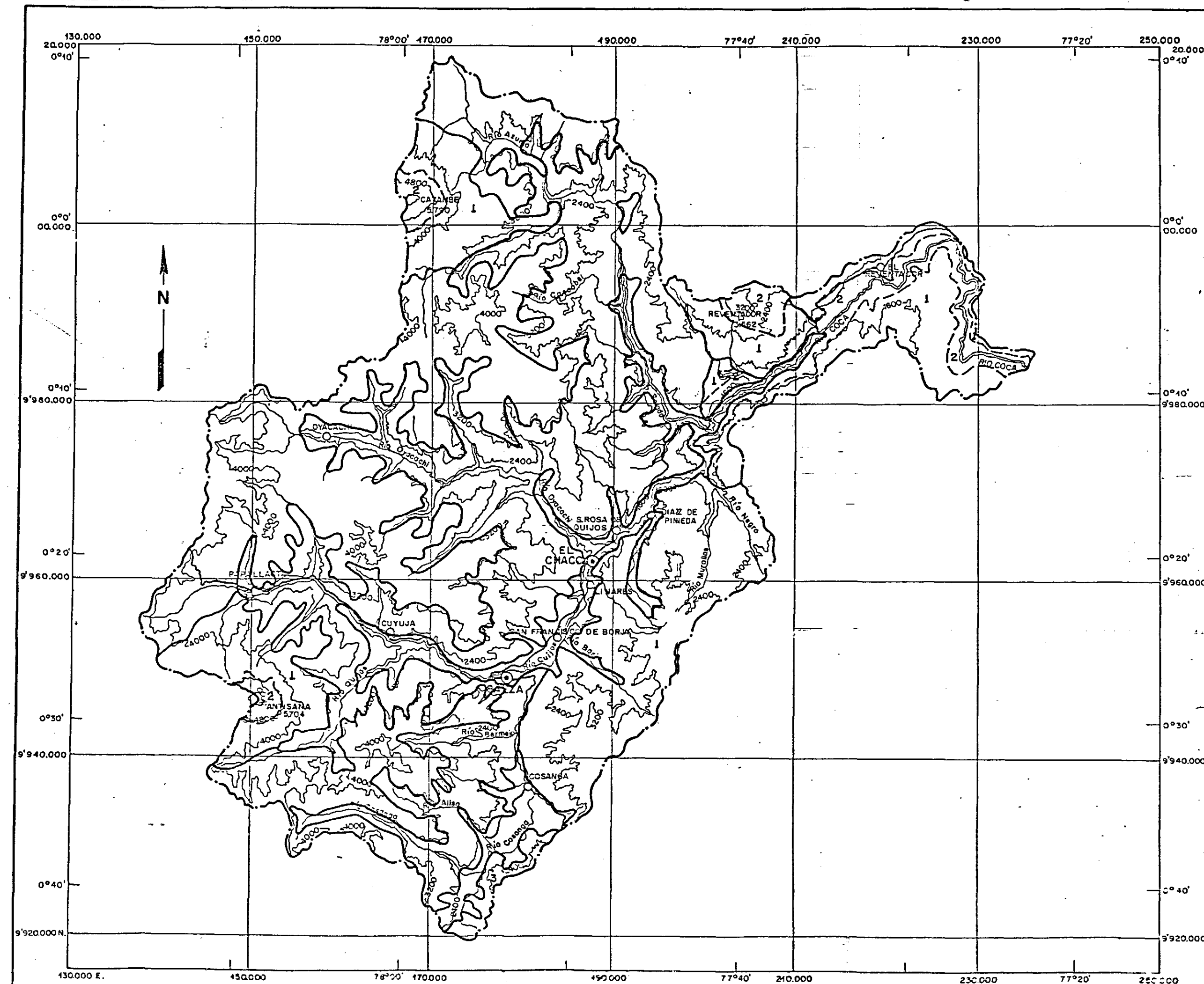
REVISADO J. M. R.

FECHA ABRIL-1992

RECOMENDADO B/A

APROBADO

REF. 0209-B-1510



L E Y E N D A

UNIDAD AMBIENTAL	ALTITUD m s n.m.	ZONAS DE VIDA SEGUN LA CLASIFICACION DE HOLDRIDGE	DIVERSIDAD FAUNISTICA / FLORISTICA	ESTABILIDAD DEL SISTEMA AMBIENTAL
<div><input type="checkbox"/></div> 1-CONOS VOLCANICOS DE LA CORDILLERA REAL <div><input type="checkbox"/></div> 2-CASQUETES GLACIALES	2.000—4.000 4.500—4.800	NIVAL	o Muy baja ▲ Muy baja o Muy baja ▲ Muy baja	Areas estables, existen riesgos naturales que pueden ocasionar cambios en el ambiente.
<div><input type="checkbox"/></div> -PARAMO	2.900—3.200	PARAMO MONTANO	o Muy baja ▲ Baja	Zonas frágiles por las condiciones y características de los suelos, actividad biológica lenta, pueden ocurrir cambios irreversibles por intervención humana inadecuada
<div><input type="checkbox"/></div> 1-VOLCANES DEL ORIENTE <div><input type="checkbox"/></div> 2-ANFITEATRO Y VOLCAN EL REVENTADOR <div><input type="checkbox"/></div> 3-CORDILLERA GUACAMAYOS	1.600—3.200 2.000—3.200	BOSQUE PLUVIAL MONTANO, MONTANO BAJO Y PREMONTANO	● Baja ▲ Media ● Baja ▲ Muy baja	Areas inestables, la eliminación o reemplazo de la cobertura vegetal provoca deslizamientos Riesgo de actividad volcánica y sísmica Riesgo de actividad volcánica y sísmica
<div><input type="checkbox"/></div> -ESTRIBACIONES DE LA CORDILLERA REAL	1.600—2.900	BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO Y MONTANO BAJO	o Muy baja ▲ Media a alta	Areas inestables, fácilmente erosionables, movimientos en masa, tienen alto riesgo de degradación por intervención humana
<div><input type="checkbox"/></div> 1-MESAS Y MESAS CUESTAS <div><input type="checkbox"/></div> 2-ABRUPTOS ESTRUCTURALES DE LAS MESAS	900—1.900 600—1.900	BOSQUE MUY HUMEDO EN TRANSICION A BOSQUE PLUVIAL MONTANO BAJO Y PREMONTANO	● Media a alta ▲ Alta ● Media a alta ▲ Medio a alta	Zonas de estabilidad variable, posibilidad de manejo de bosques y desarrollo agroproductivo, según pendientes Riesgo de reactivación de procesos gravitacionales por intervención humana
<div><input type="checkbox"/></div> -VALLE DEL RIO COSANGA	2.000—2.400	BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO BAJO	o Muy baja ▲ Medio a alta	Zonas estables con suelos fácilmente compactables.
<div><input type="checkbox"/></div> -VALLES Y/O ZONAS DE OCUPACION HUMANA	1.200—3.000	BOSQUE HUMEDO ENTRE MONTANO BAJO Y PREMONTANO	o Muy baja ▲ Muy baja	Areas con problemas de erosión, derivados de la actividad humana

SIMBOLOGIA

Límite de la cuenca
Límite de la unidad
Límite de la subunidad
Carretera
Subunidad

— . —	Cabecera cantonal,
— — —	Cabecera parroquial
— — —	Cumbre
— — —	Río
1, 2	Curva de nivel

(●) BAEZA
 ○ CUYUJA
 ANTISANA
 5.704
 COCA
 Salado
 3.200

0 4 8 12 16 20 Km

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

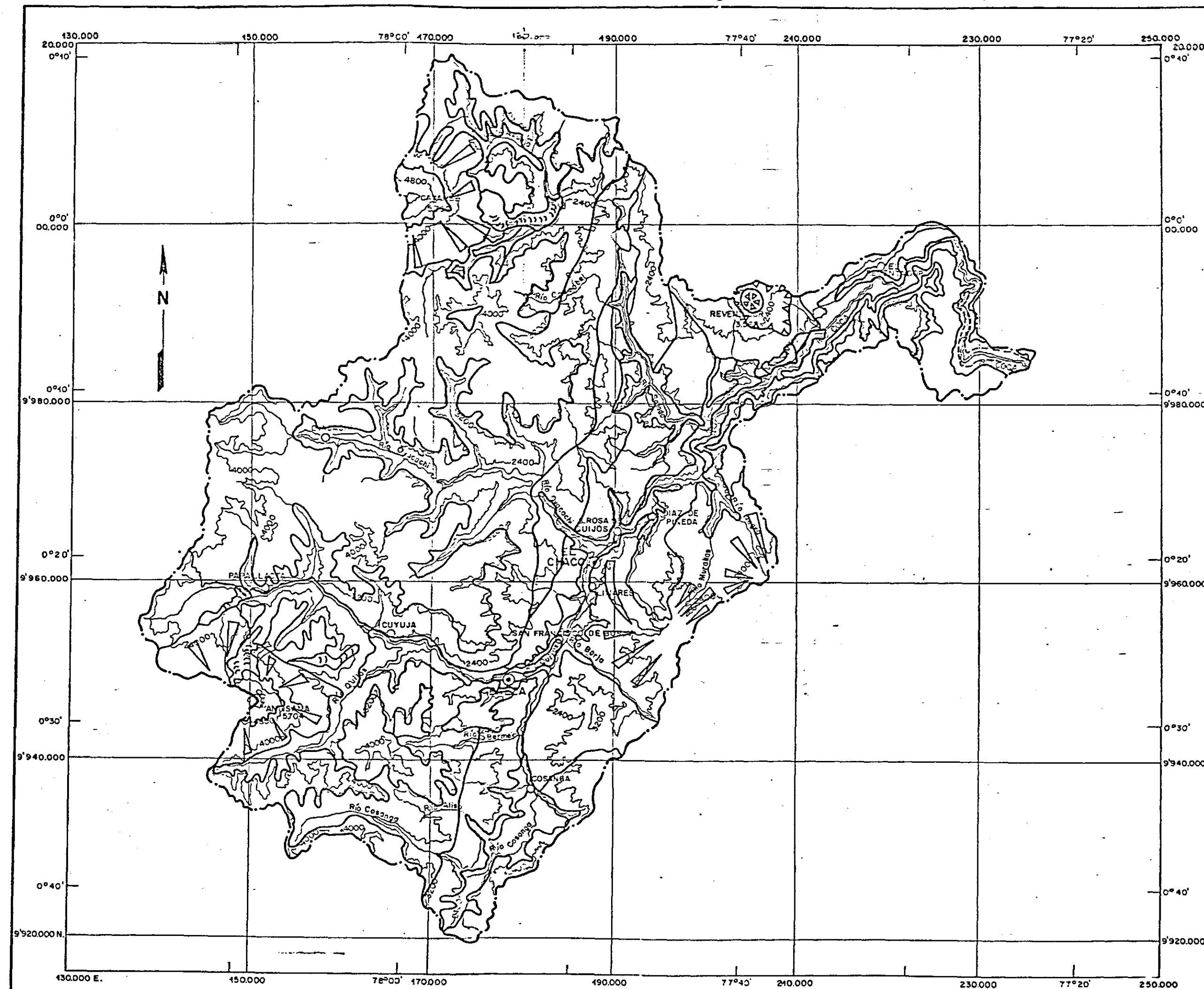
IMPACTO AMBIENTAL

MAPA : UNIDADES AMBIENTALES

HOJA 1 DE 1		ESC 1400.000	
SEÑADO	L.A.-S.Z.de C.- J.T.	RECOMENDADO	

ELABORADO	J. M. R.				
REVISADO				APROBADO	

THA	ABRIL-1992	REF. 0209-B-1509
-----	------------	------------------



CATEGORIA GENETICA DE RELIEVE		M O R F O L O G I A		SUELOS (Taxonomía)	
RELIEVE VOLCANICO	1. Coladas volcánicas historicas y recientes del Cuaternario		Derrames escoriáceos y flujos de lava		ROCA
			Volcán El Reventador cubierta por piroclásticos recientes y flujos lávicos		DYSTROPEPTS
	2. Conos conservados de edificios del Cuaternario, Pliocuatnario y Terciario		"Nevados": casquetes de cumbres nivales y/o glaciares actuales		NIEVE
			Flancos superiores rectilíneos, de distribución radial, cubiertos por proyecciones piroclásticas y/o escombros recientes		ROCA Y/O CRYORTHENTS
			Formas radiales asociadas con conos volcánicos (derrames, avalanchas, lahars y materiales retrabajados)		HIDRANDEPTS
	Anfiteatro y Caldera		ROCA		
3. Vestigios de edificios antiguos erosionados, flujos de lava y avalancha de escombros del Pliocuatnario y Terciario		Formas difícilmente identificables, vertientes escarpados (derrames indiferenciados de lavas y volcánoclasticos)		TROPORTHENTS	
RELIEVE ESTRUCTURAL -DENUDATIVO	4. Mesas estructurales constituidas por rocas sedimentarias del Cretácico indiferenciado (Fm. Hollín, Napo, Tena)		Niveles de superficies, poco a moderadamente disectados		HIDRANDEPTS Y/O DISTRANDEPTS
			Vertientes heterogeneas, circundantes representados por abruptos y cornisas con erosión diferencial		TROPORTHENTS
	5. Pliegues muy disectados, mesas y mesetas tectonizadas representadas por rocas sedimentarias del Cretácico indiferenciado (Fm. Hollín, Napo y Tena)		Mesas, mesetas, cuerdas y chevrones en diferente estado de disección		DISTRANDEPTS
RELIEVE ESTRUCTURAL -DENUDATIVO	6. Vertientes heterogéneas sobre rocas volcánico-sedimentarias del Jurásico-Cretácico (Fm. Misahuallí)		Vertientes rectilíneos con flancos escarpados		DISTRANDEPTS
	7. Grandes vertientes sobre rocas metamórficas del Paleozoico		Vertientes escarpados, asimétricos		TROPORTHENTS
	8. Vertientes homogéneas sobre rocas intrusivas indiferenciadas (?)		Vertientes con disección densa y regular		HYDRANDEPTS
RELIEVE EXOGENO	9. Glacial y periglacial del Cuaternario		Asociación de circos, valles, cuchillas rocosas con morrenas, etc. cubiertos por proyecciones piroclásticas recientes		CRYANDEPTS
	10. Fluvial del Cuaternario		Valles indiferenciados		TROPHLUENTS
	11. Relleno fluvio-gravitacional del Cuaternario y Pliocuatnario		Abanicos amplios cubiertos por proyecciones piroclásticas recientes, retrabajados y materiales de Pie de Monte		HYDRANDEPTS

SIMBOLOGIA

Límite de la cuenca	---
Límite de la unidad	---
Cabecera cantonal	⊙ BAEZA
Cabecera parroquial	○ CUYUJA
Carretera	---
Río	COCA
Curva de nivel	3200
Cumbre	ANTISANA 5704

Escala 1: 400.000

ELECTROCONSULTA-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

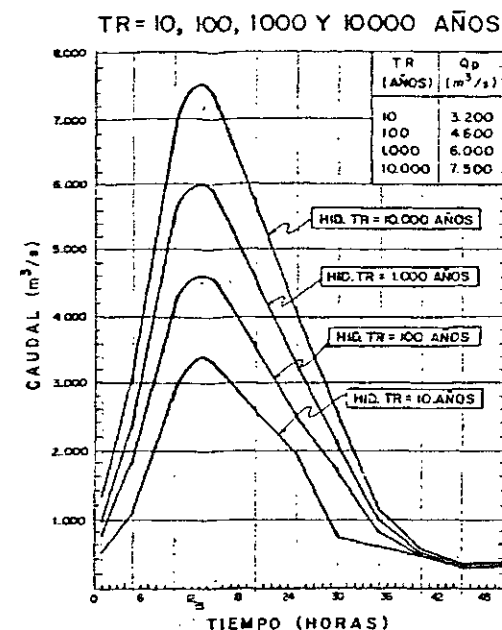
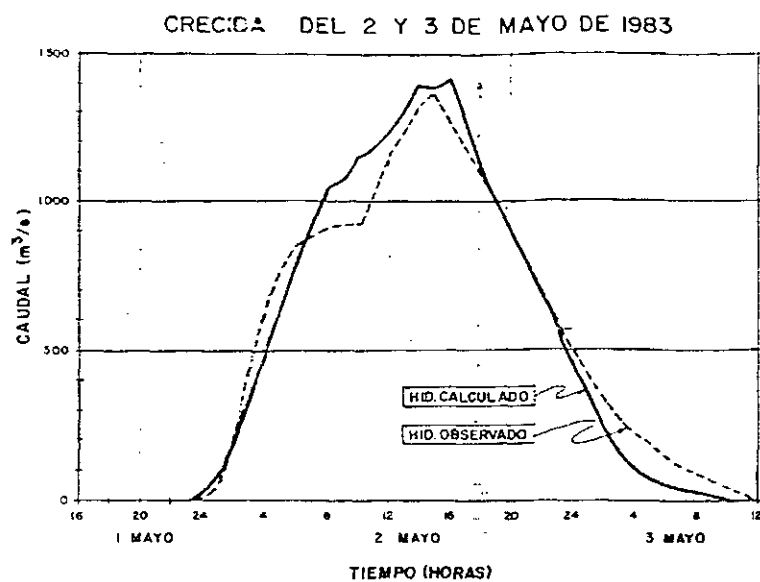
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE

IMPACTO AMBIENTAL.
MAPA : MORFOPEDELOGICO

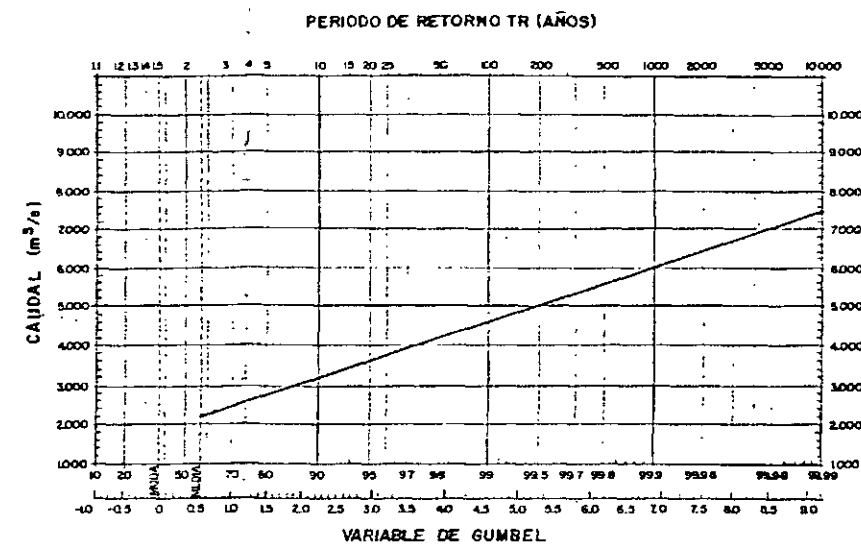
HOJA 1 DE 1
DISEÑADO S. Z. de C. / J. T.
DIBUJADO J. M.
REVISADO J. M.
FECHA ABRIL-1992

RECOMENDADO 12/4
APROBADO
REF. 0209-B-1508

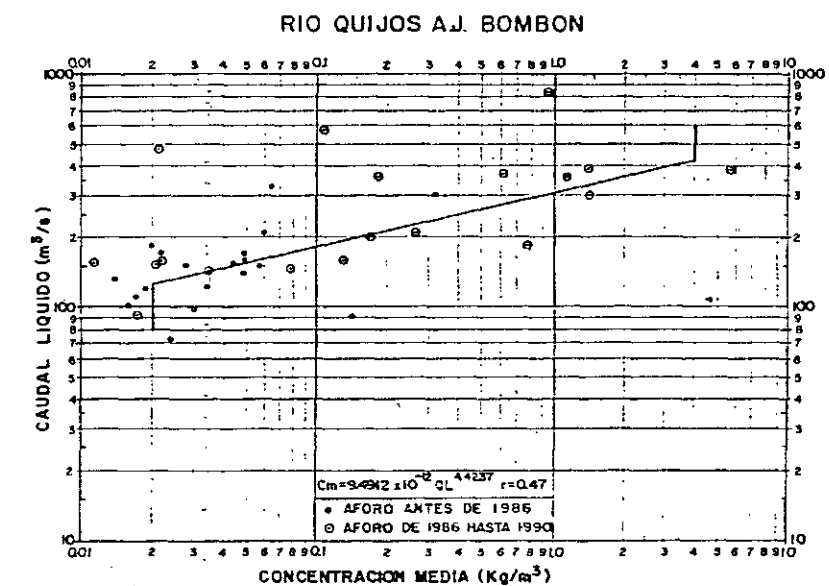
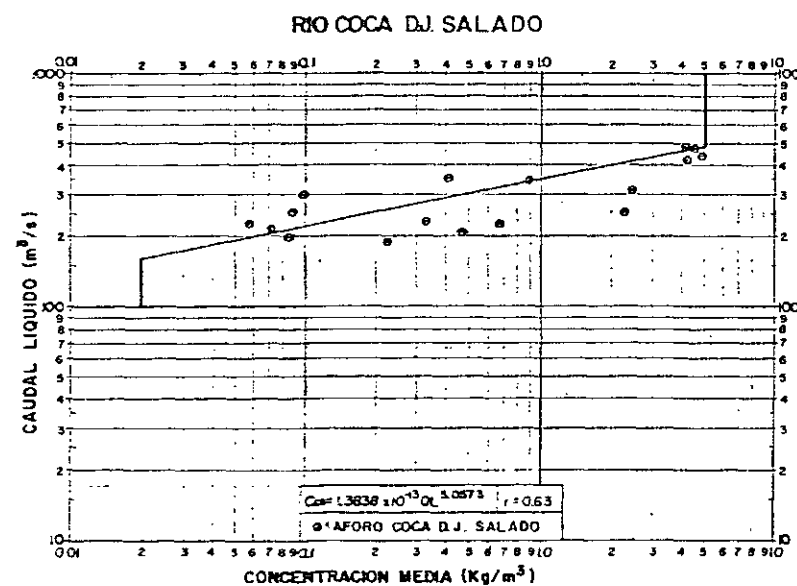
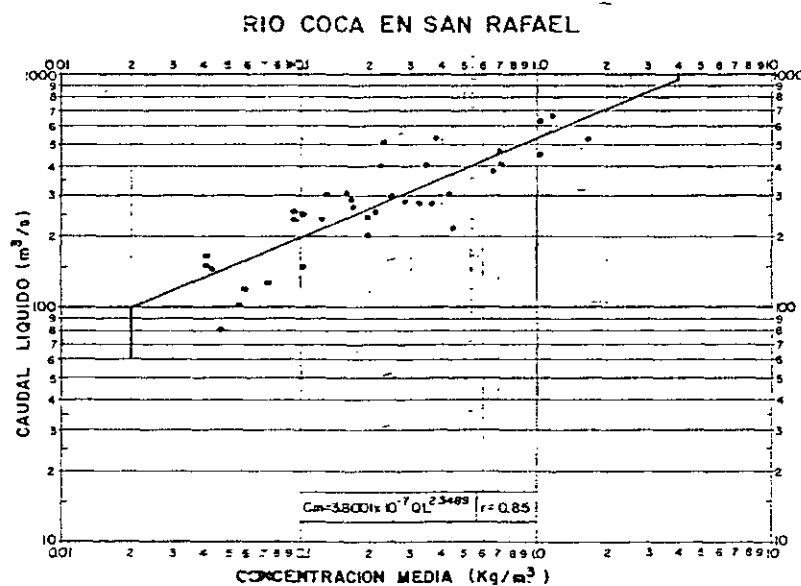
ESTUDIO DE CRECIDAS-SITIO DE PRESA EL SALADO (A=3600 Km.²) HIDROGRAMAS DE CRECIDAS CRITICAS-SITIO EL SALADO



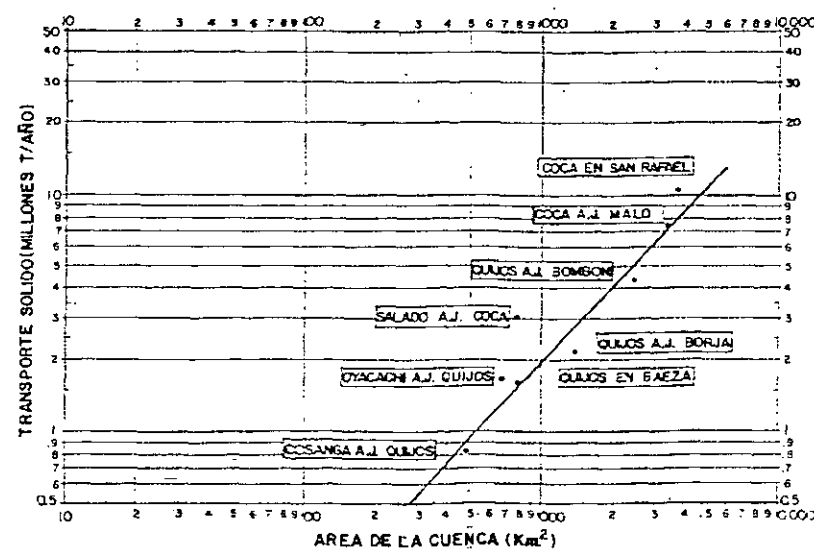
CURVAS DE FRECUENCIA DE CAUDALES MAXIMOS



SEDIMENTOLOGIA-CONCENTRACION DE SEDIMENTOS



RELACION TRANSPORTE SOLIDO-AREA DE LA CUENCA



NOTAS:

- r = COEFICIENTE DE CORRELACION
- LOS HIDROGRAMAS DE CRECIDA DEL RIO COCA EN EL SITIO DE LA PRESA HAN SIDO ASUMIDOS IGUALES A LOS DEL SITIO MALO

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

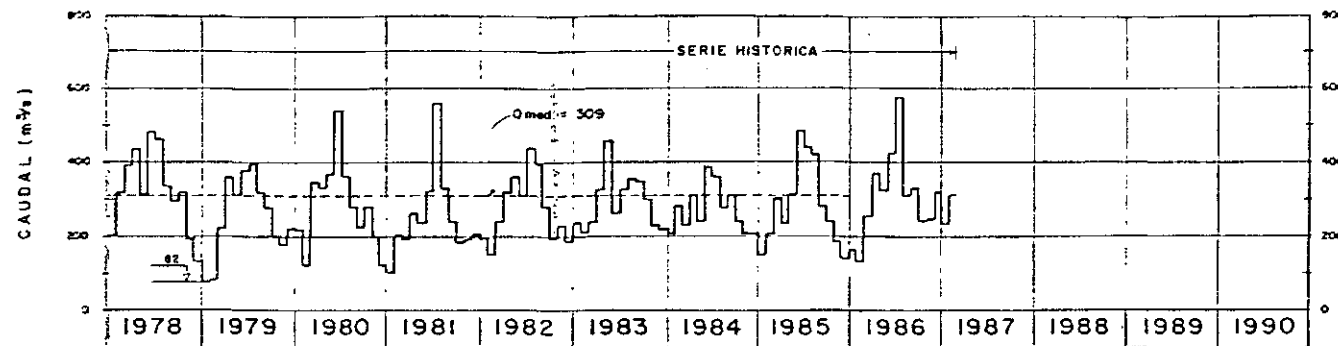
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL
HIDROLOGIA Y SEDIMENTOLOGIA
ESTUDIO DE CRECIDAS
CONCENTRACION DE SEDIMENTOS

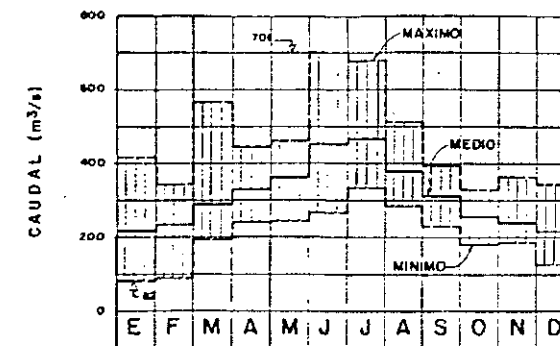
HOJA DE
DISEÑADO: G.F.
REVISADO: L.B.M.
FECHA: ABRIL - 1992
RECOMENDADO: [Signature]
APROBADO:
REF. 0209-B-1507

RIO COCA EN SAN RAFAEL (AREA = 3790 Km²)

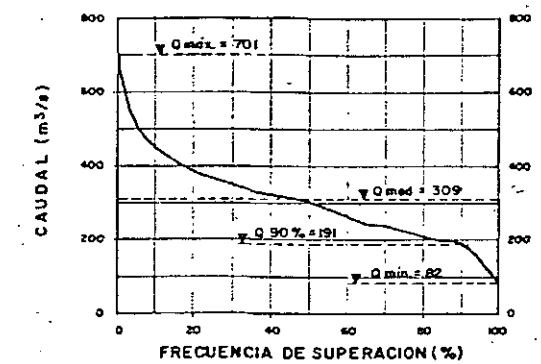
CAUDALES MEDIOS MENSUALES
PERIODO: 1978-1990



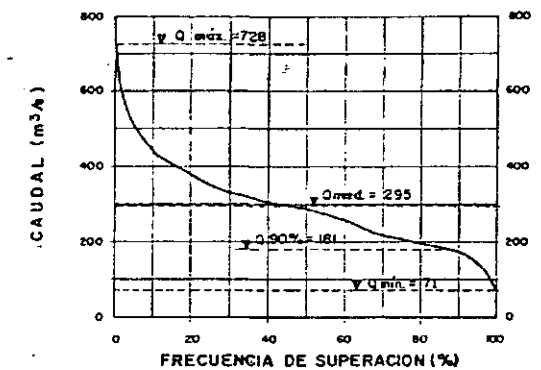
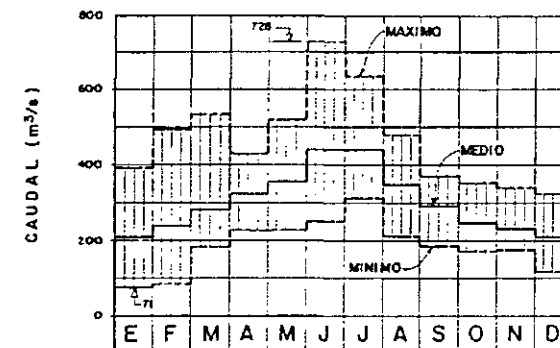
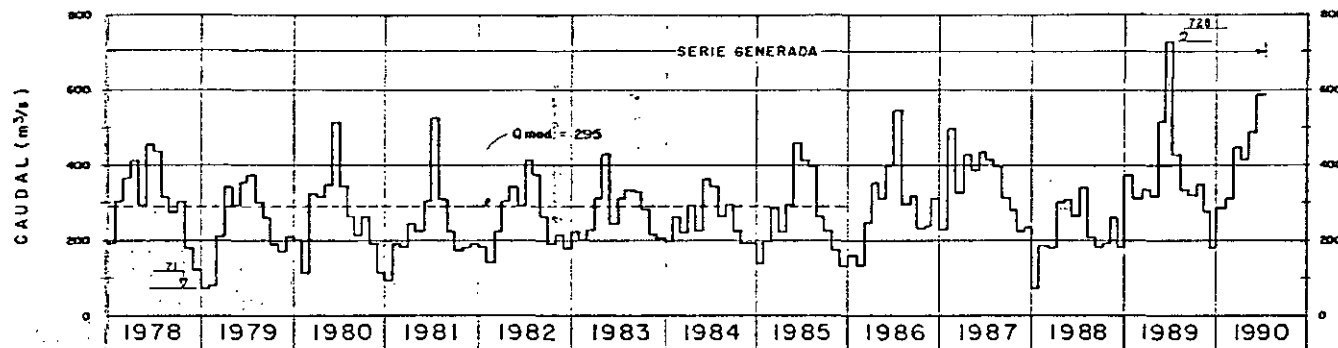
RESUMEN MEDIO MENSUAL
PERIODO: 1978-1990



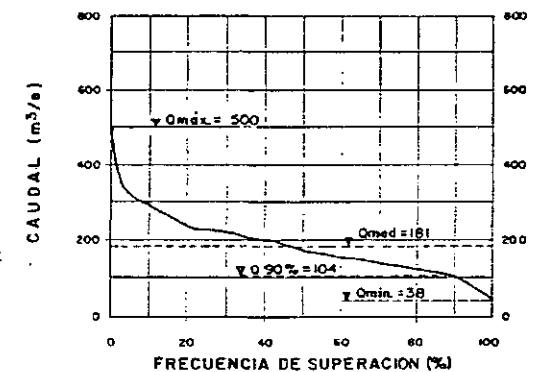
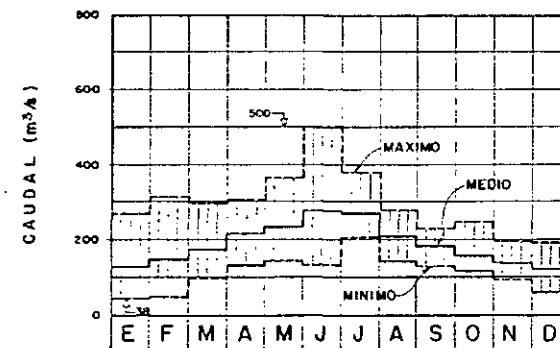
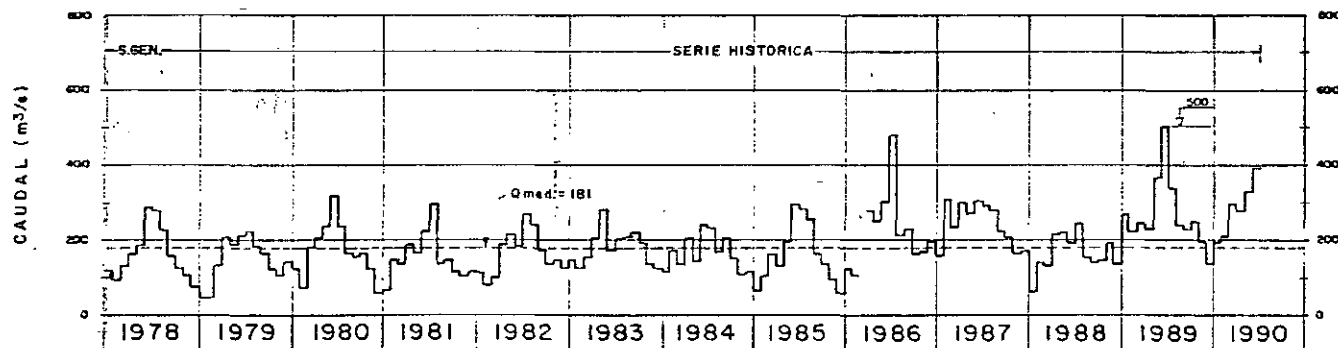
CURVAS DE DURACION MENSUAL
PERIODO: 1978-1990



RIO COCA EN SITIO DE PRESA SALADO (AREA = 3600 Km²)

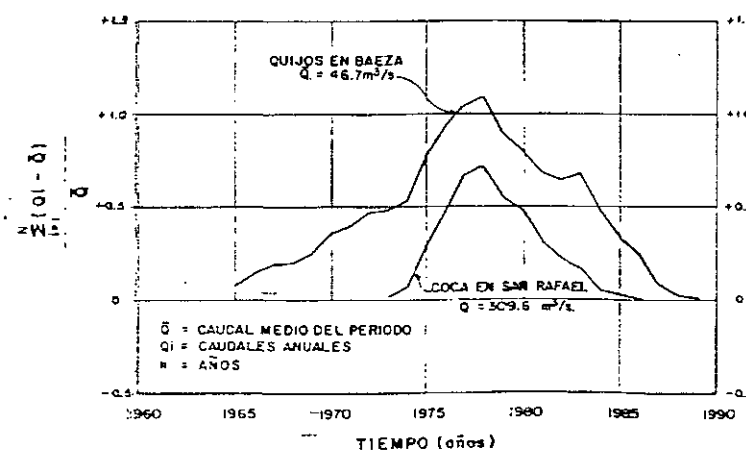


RIO QUIJOS A.J. BOMBON (AREA = 2448 Km²)



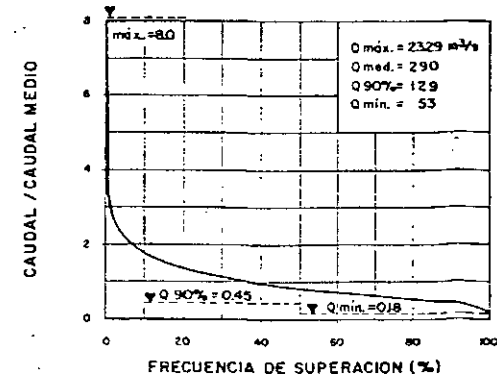
CURVAS DIFERENCIALES DE MASAS (ADIMENSIONALES)

QUIJOS EN BAEZA Y COCA EN SAN RAFAEL

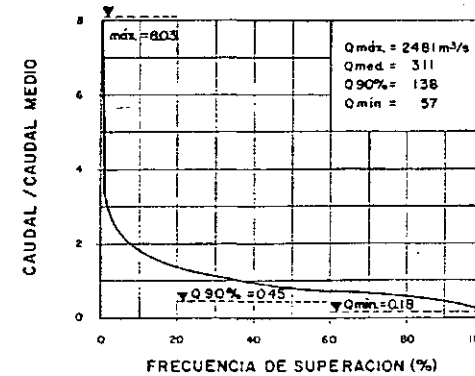


CURVAS ADIMENSIONALES DE DURACION DIARIA

SITIO DE PRESA SALADO
PERIODO 1973-1985

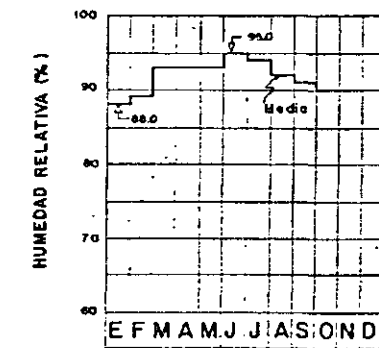
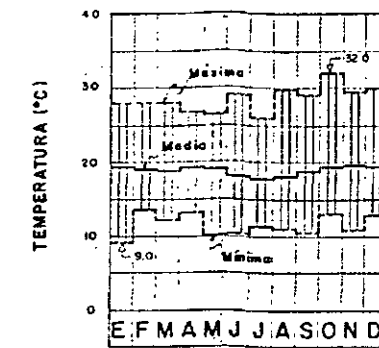
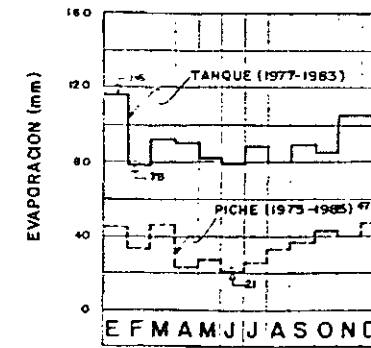
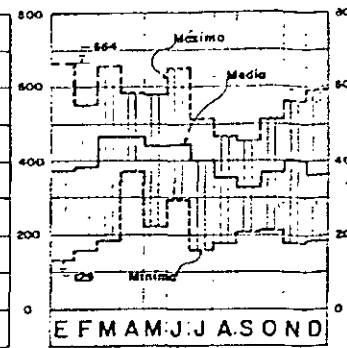
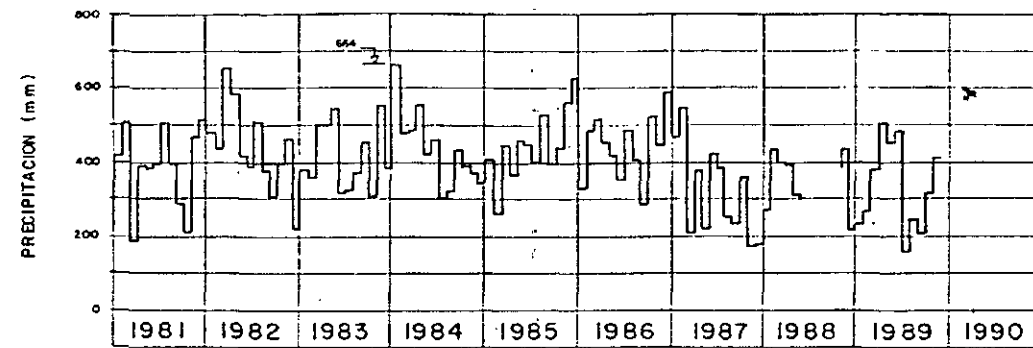


COCA EN SAN RAFAEL
PERIODO 1972-1987

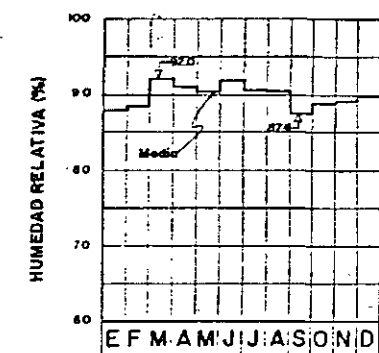
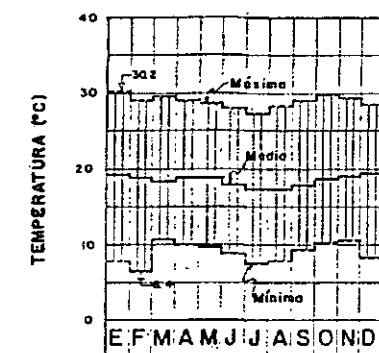
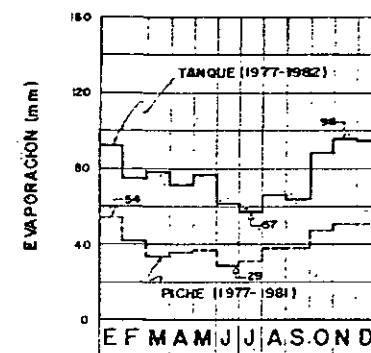
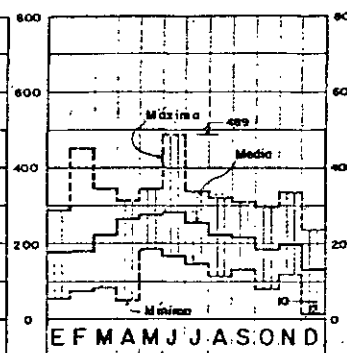
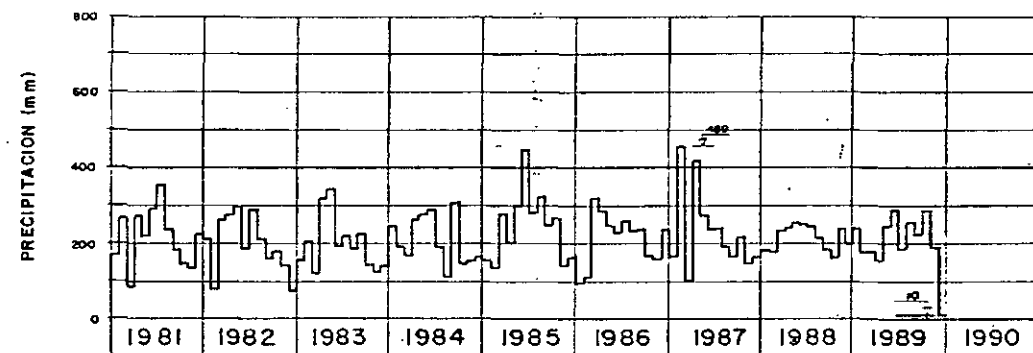


ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD			
INFORME GENERAL			
HIDROLOGIA			
CAUDALES			
HOJA DE			
ELABORADO	G.F.	RECOMENDADO	ESC.
DIBUJADO	G.H.	APROBADO	
REVISADO			
FECHA	ABRIL - 1992	PROY	0209-B-1506

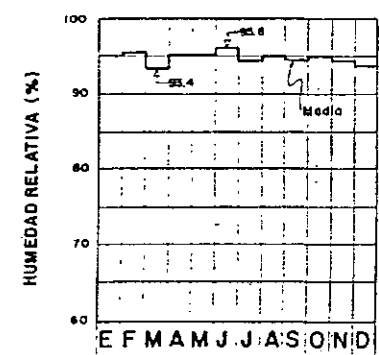
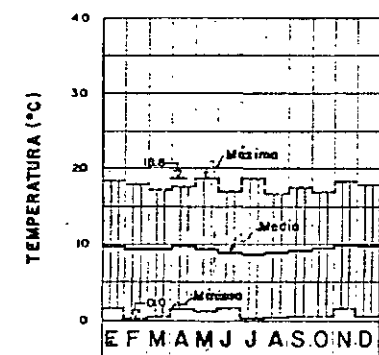
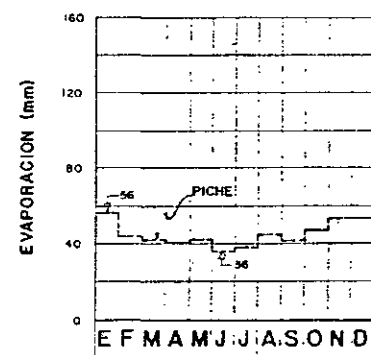
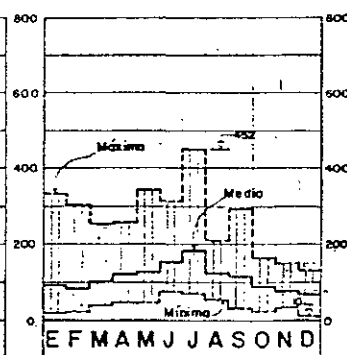
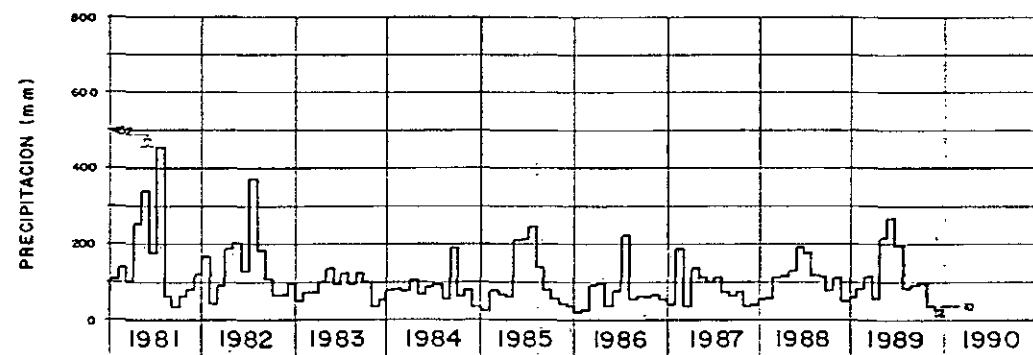
N MEDIA MENSUAL
 1000: 1975 - 1989



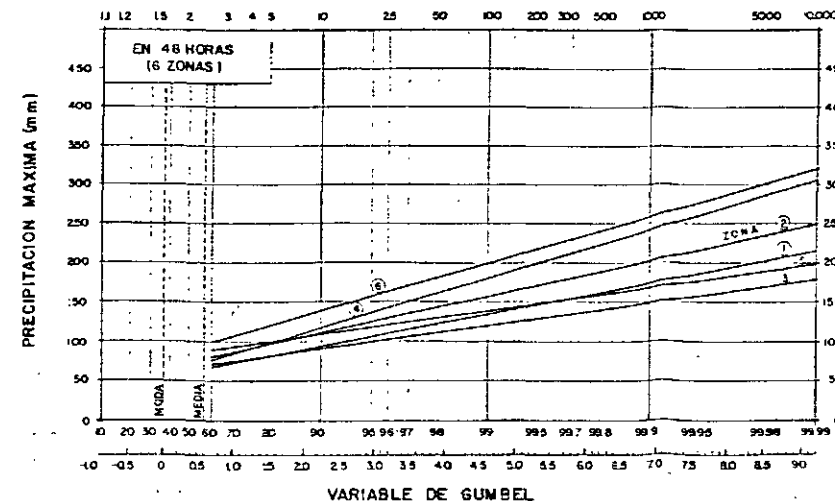
PERIODO: 1972-1989



PERIODO: 1964 - 1989

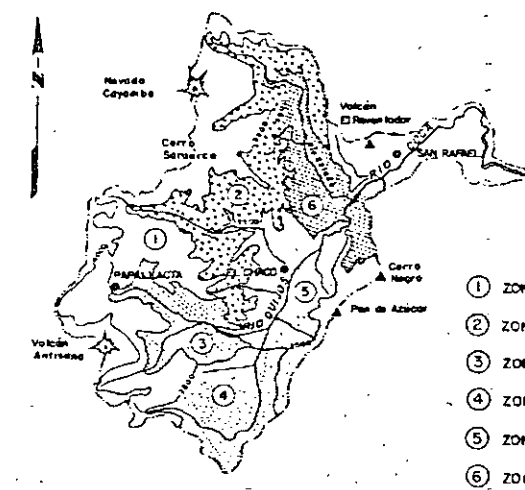



ESTADISTICA
DO DE RETORNO TR (AÑOS)



Este gráfico muestra la precipitación máxima esperada en milímetros (mm) en función del tiempo en días (Días) para tres localidades: San Rafael, Río Salado y Papallacta. El eje vertical (Y) representa la precipitación máxima en mm, con marcas a 0, 40, 80, 120, 160 y 200. El eje horizontal (X) representa el tiempo en días, con marcas a 0, 1 y 2. Las curvas indican que la precipitación máxima aumenta con el tiempo, siendo San Rafael la localidad con la mayor precipitación esperada, seguida por Río Salado y Papallacta.

Tiempo (Días)	San Rafael (mm)	Río Salado (mm)	Papallacta (mm)
0	0	0	0
1	~160	~100	~80
2	~180	~130	~100



ELECTROCONSULT-TRACCION-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
 INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD			
INFORME GENERAL HIDROLOGIA CARACTERISTICAS METEOROLOGICAS			
NOMBRE DE			
DISEÑADO DISEÑADO REVISADO	I. G. F. L. B. Mampias []	RECOMENDADO []	ETC. []
FECHA		REF	
ABRIL - 1992		0209-B-1505	

ESTACIONES METEOROLOGICAS Y PLUVIOMETRICAS

N°	ESTACION	TIPO	ELEVACION (m s.n.m.)	REGISTRO DE PRECIPITACIONES											
				AÑO	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
1	PAPALLACTA	M	3150												
2	EL CHACO	M	1640												
3	SAN RAFAEL	M	1330												
4	EL REVENTADOR	M	1470												
5	BAEZA	M	1925												
6	RIO SALADO	M	1310												
7	CUYUJA	Pg	2380												
8	QUIJOS SUPERIOR	Pg	2950												
9	COSANGA SUPERIOR	Pg	2150												
10	BORJA SUPERIOR	Pg	2120												
11	PLANADAS DE LA VIRGEN	Pg	3340												
12	MURALLAS DEL MEDIO	Pg	2180												
13	SANTA ROSA SUPERIOR	Pg	1870												
14	FALDAS DEL REVENTADOR	Pg	1800												
15	SARAURO SUR	Pg	2880												
16	SALADO A.J. HUATARUNGO	Pg	1500												
17	CODO SINCLAIR SUPERIOR	Pg	940												
18	SALADO A.J. CASCABEL	Pg	1530												
19	OTACACHI	Pg	3200												
20	COSANGA	Pg	1940												
21	SAN JUAN GRANDE	Pg	3200												
22	BORJA-MISION JOSEFINA	Pm	1740												
23	SANTA ROSA A.J. QUIJOS	Pm	1520												
24	SARDINAS	Pm	1615												
25	BORJA A.J. QUIJOS	Pm	1580												
26	CODO SINCLAIR INFERIOR	Pm	875												
27	CHALPI	Pm	2850												
28	TEMA	M	665												
29	SANTA CECILIA	M	395												
30	PUENTE AGUARICO	Pm	470												
31	BAÑOS	M	1043												
32	ARCHIDONA	M	630												
33	EL PUYO	M	960												
34	CABECERA SANTA ROSA														
35	EL COMPENSADOR														

SIMBOLOGIA: M ESTACION METEOROLOGICA Pg ESTACION PLUVIOGRAFICA Pm ESTACION PLUVIOMETRICA * ESTACIONES FUERA DE LA CUENCA

ESTACIONES HIDROLOGICAS

N°	ESTACION	TIPO	AREA DE DRENAJE (Km²)	REGISTRO DE CAUDALES											
				AÑO	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
1	COCA EN SAN RAFAEL	Lg	3 790												
2	COCA A.J. MALO	Lg	3 628												
3	QUIJOS A.J. BOMBON	Lg	2 448												
4	QUIJOS A.J. BORJA	Lg	1 398												
5	QUIJOS EN BAEZA	Lg	853												
6	COSANGA A.J. QUIJOS	Lg	483												
7	OTACACHI A.J. QUIJOS	Lg	692												
8	SALADO A.J. COCA	Lg	771												
9	MALO A.J. COCA	Lm	81												
10	COCA A.J. MACHACURUCU	Lg	4 004												
11	QUIJOS D.J. OTACACHI	Lg	2 381												
12	BOMBON A.J. QUIJOS	Lg	50												
13	BORJA A.J. QUIJOS	Lg	81												
14	SANTA ROSA A.J. QUIJOS	Lg	58												
15	SARDINAS GRANDE A.J. QUIJOS	Lg	97												

SIMBOLOGIA: Lg ESTACION LIMNIGRAFICA Lm ESTACION LIMNIMETRICA

LEYENDA

- ESTACION METEOROLOGICA
- ESTACION PLUVIOGRAFICA
- ESTACION PLUVIOMETRICA
- ESTACION LIMNIGRAFICA
- ESTACION LIMNIMETRICA
- NEVADO
- ELEVACION EN m.s.n.m.
- CURSO DE AGUA
- LIMITE DE LA CUENCA
- DIVISORIA DE AGUA
- CURVA DE NIVEL

ESC. 0 5 10 15 km

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

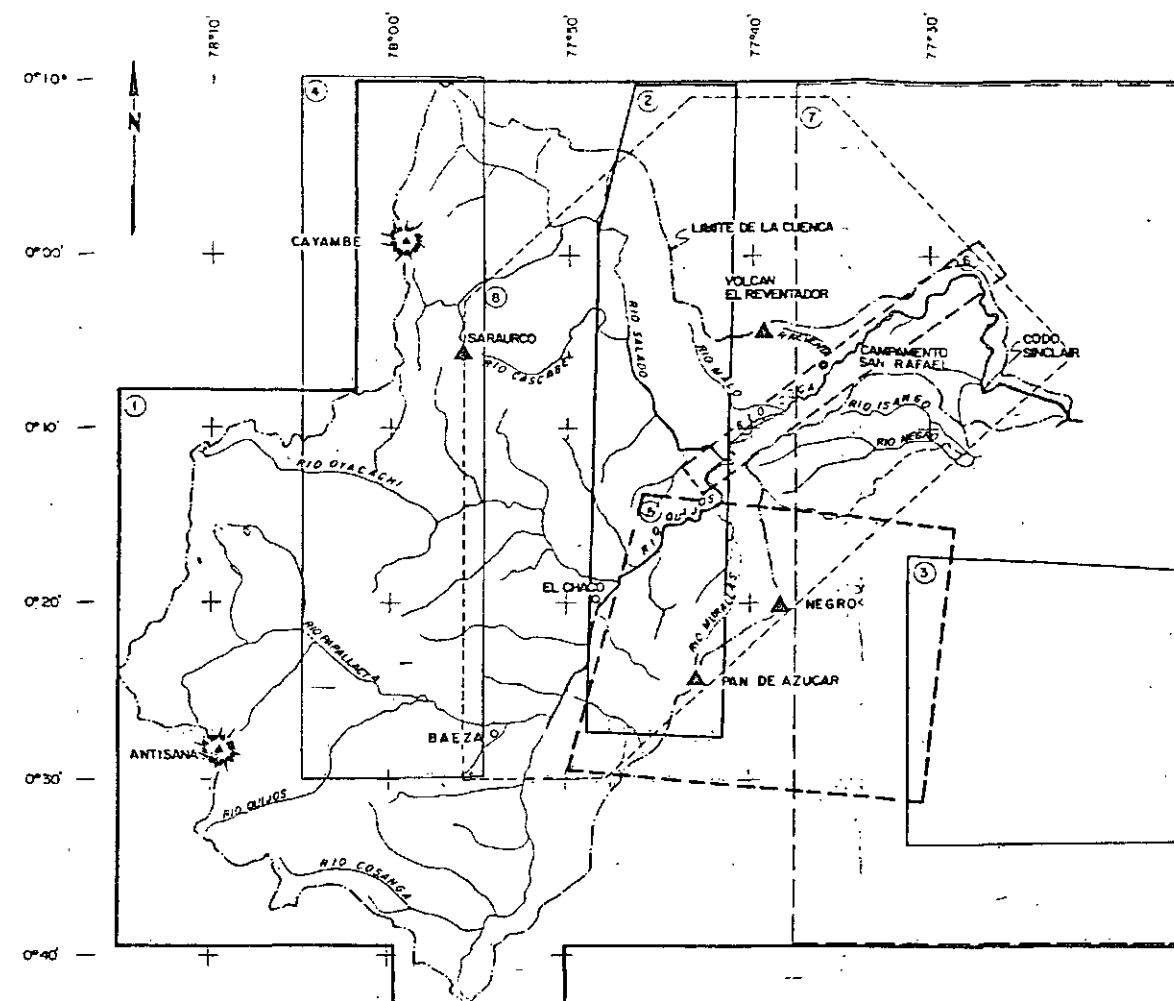
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

INFORME GENERAL
HIDROLOGIA
ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS

FECHA DE ABRIL - 1992


REVISADO: APROBADO: 0209-8-1504

AEROFOTOGRAMETRIA



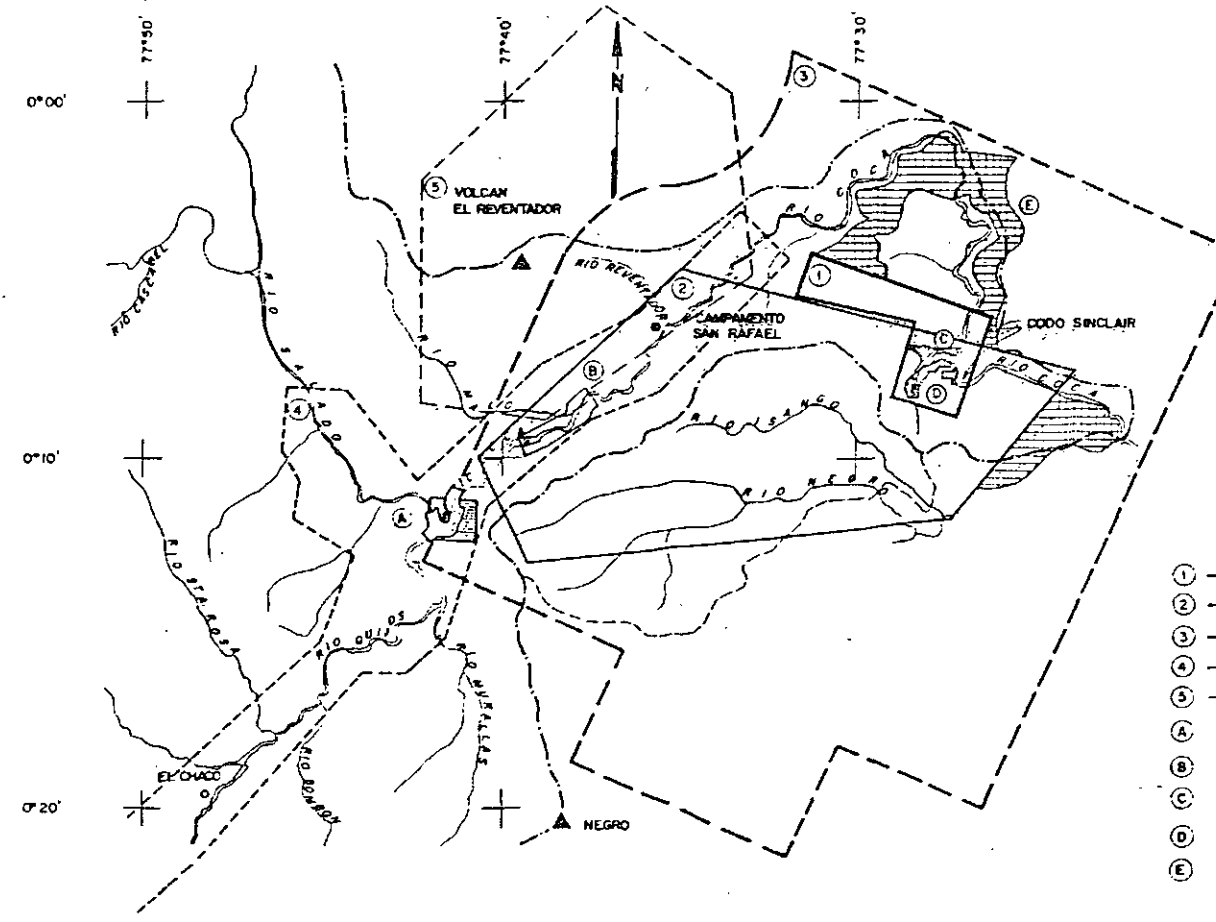
- ① ——— ESC. I: 60.000 (I.G.M. 1979 / 1983)
- ② ——— ESC. I: 31.500 (I.G.M. 1974)
- ③ ——— ESC. I: 25.000 (I.G.M. 1973)
- ④ ——— ESC. I: 34.000 (USAF. 1973)
- ⑤ ——— ESC. I: 31.000 (I.G.M.)
- ⑥ ——— ESC. I: 25.000 (I.G.M. 1979)
- ⑦ ——— ESC. I: 40.000 (TERACO 1965 / 1966)
- ⑧ ——— ESC. I: 30.000 + I: 60.000 (I.G.M. 1987)






SIMBOLOGIA GENERAL

- O CABECERA CANTONAL
 NEVADO
 ▲ ELEVACION EN m s.n.m
 ——— LIMITE DE LA CUENCA

- EN ESTE PLANO NO CONSTA LA RESTITUCION ESC. 1:10000 REALIZADA POR HIDROSERVICE, POR ENCONTRARSE DIFERENCIAS ALTIMETRICAS Y PLANIMETRICAS CON LAS RESTITUCIONES ACTUALES.
- TODAS LAS RESTITUCIONES TOPOGRAFICAS HAN SIDO ENLAZADA A LA RED GEODESICA NACIONAL DEL INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR (I.G.M.)
- LAS CARTAS TOPOGRAFICAS ESC. 1:20000 UTILIZADAS, EN ESTA FASE SON DOCUMENTOS DEFINITIVOS DEL I.G.M.

ON-ES IDENTIFICACION DE LA CARTA 1:50,000



- | | | |
|---|---|--|
| ① | ———— | ESC. I: 10.000 (I.G.M. 1986 , 3 PLANOS) |
| ② | ———— | ESC. I: 10.000 (I.G.M. 1980 , 13 PLANOS) |
| ③ | ---- | ESC. I: 25.000 (I.G.M. 1984 , INEMIM) |
| ④ | ---- | ESC. I: 10.000 (I.G.M. 1976 / 1977) |
| ⑤ | ---- | ESC. I: 25.000 (I.G.M. 1986 , 6 PLANOS) |
| A |  | LEVANTAMIENTO ESC. I: 1000 (HIDROSERVICE, 1978) |
| B |  | RESTITUCION ESC. I: 2000 (AEROMAP, 1986, 8 PLANOS) |
| C |  | LEVANTAMIENTO ESC. I: 1000 (CCCS 1987, 17 PLANOS) |
| D |  | LEVANTAMIENTO ESC. I: 1000 (CCCS, 1990, 19 PLANOS) |
| E |  | RESTITUCION ESC. I: 1000 (CCCS, 1990, 7 PLANOS) |



INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

INFORME GENERAL

HOJA DE FOLIO 10

ESTADO				
--------	--	--	--	--

			RECEIVED	12/1
--	--	--	----------	------

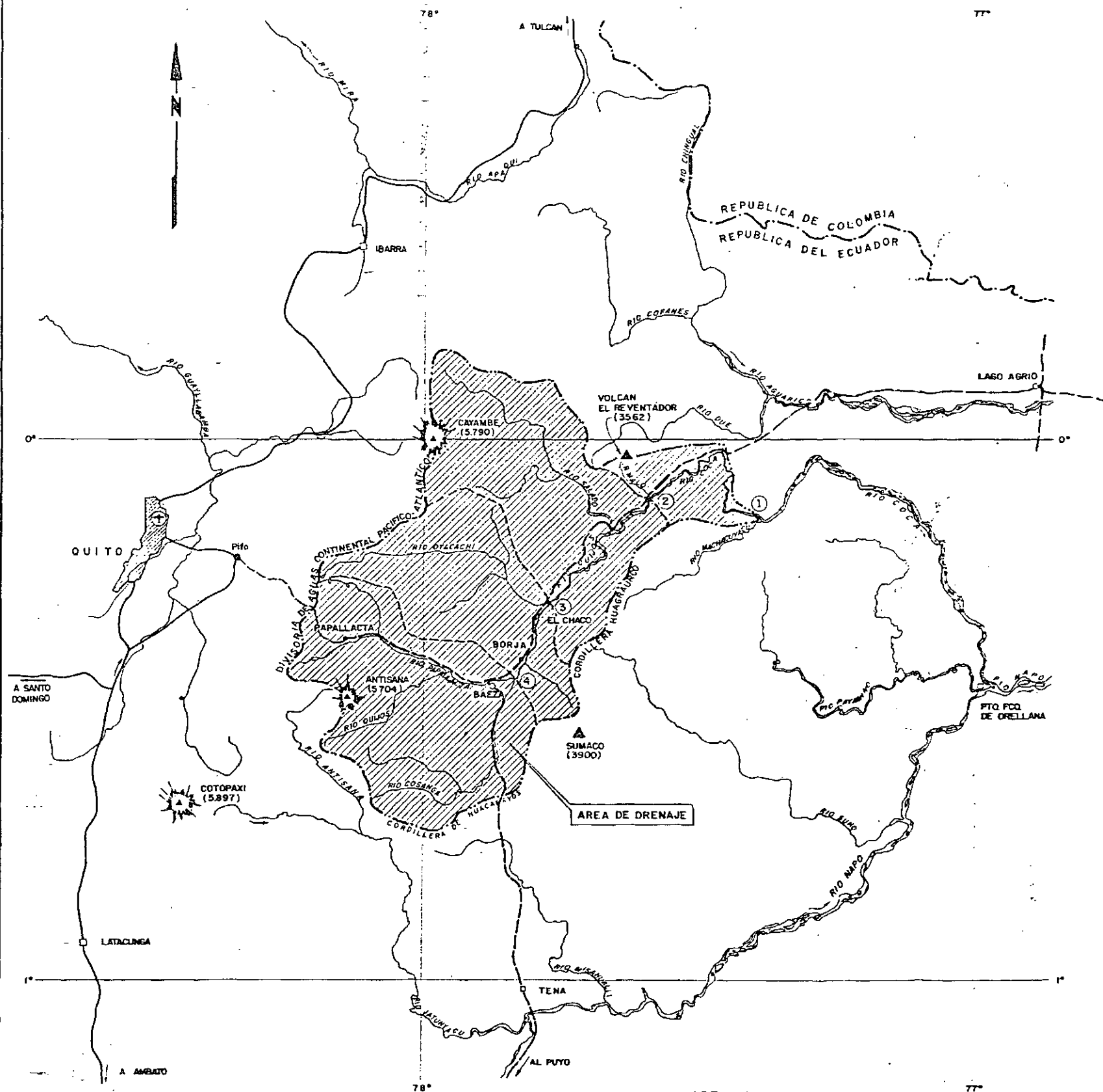
[illegible]

REVISADO			
----------	--	--	--

08 FLEDA APRIL - 1992 REF. 0209-B-1503

1000

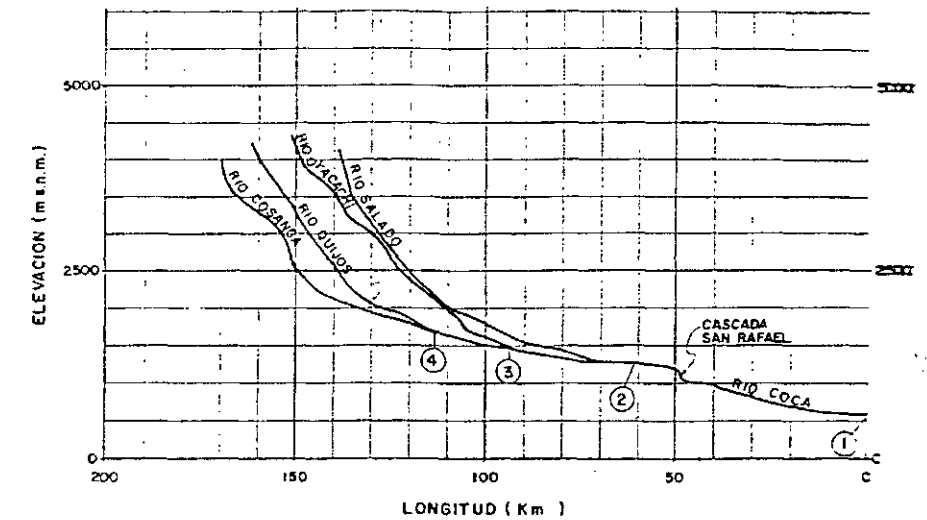
PLANTA



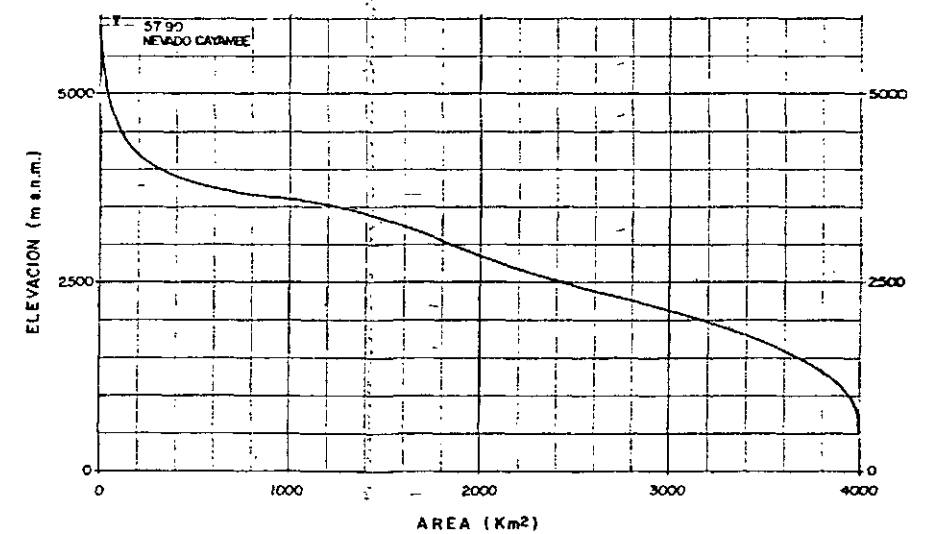
AREA DE DRENAJE

SECCION	AREA DE DRENAJE (Km ²)
① COCA A.J. MACHACUYACU	4 004
② COCA A.J. MALO	3 628
③ QUIJOS D.J. OYACACHI	2 381
④ QUIJOS D.J. COSANGA	1 385

RIO QUIJOS - COCA PERFIL LONGITUDINAL



CURVA HIPSONOMETRICA



LEYENDA:

- CAPITAL DE LA REPUBLICA
- CAPITAL DE PROVINCIA
- CABECERA CANTONAL, PARROQUIA
- ✈ AEROPUERTO INTERNACIONAL
- LIMITE INTERNACIONAL
- ▲ NEVADO
- ▲ ELEVACION EN m.n.m.
- LIMITE DE SUBCUENCA
- ① CIERRE DE LA SUBCUENCA
- LIMITE DE CUENCA
- CARRETERA ASFALTADA
- CARRETERA AFIRMADA

ESC. 20 10 0 10 20 km

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

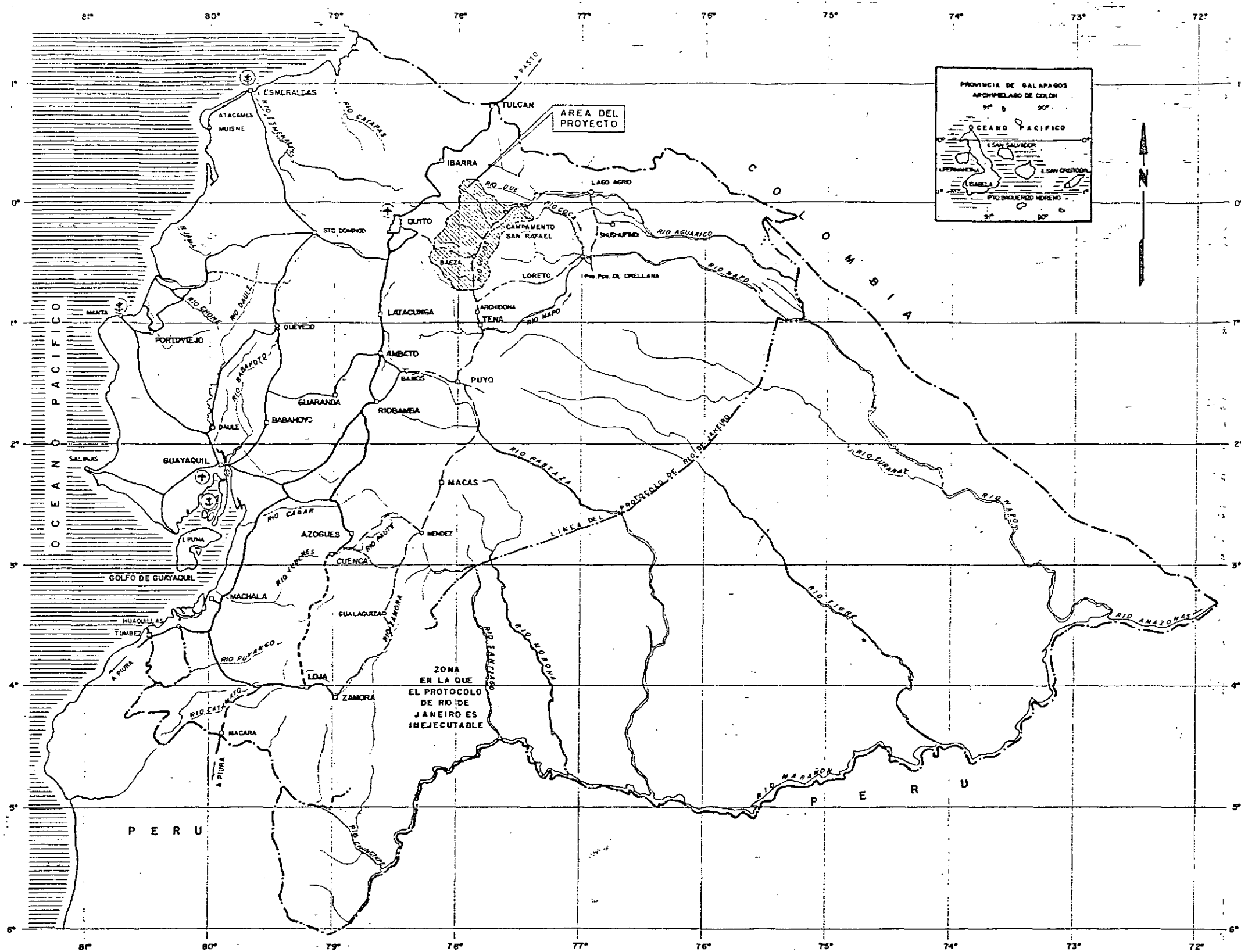
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

INFORME GENERAL
AREA DEL PROYECTO

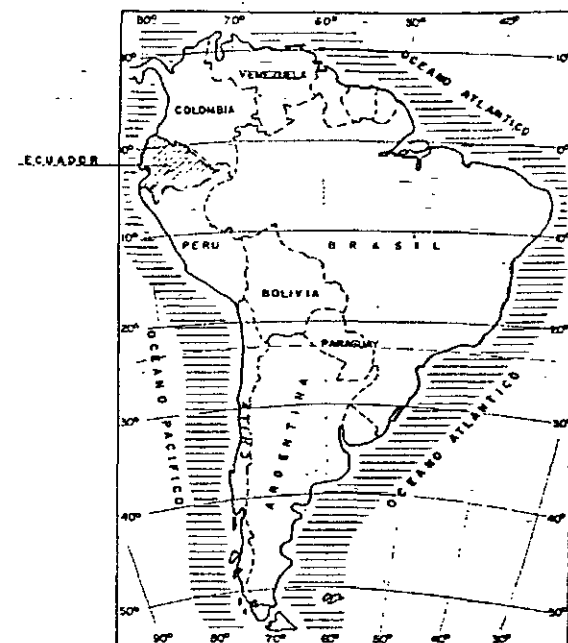
HOJA DE ESC. INDICADA

DISCENADO	RECOMENDADO
DISEÑADO	APROBADO
FECHA	FECHA

ABRIL - 1992 REF. 0209-B-1502



SITUACION GEOGRAFICA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR



LEYENDA:

- CAPITAL DE LA REPUBLICA
- CAPITAL DE PROVINCIA
- CABECERA CANTONAL, PARROQUIAL
- CARRETERA PANAMERICANA
- CARRETERA ASFALTADA
- CARRETERA AFIRMADA
- CARRETERA EN CONSTRUCCION
- LIMITE INTERNACIONAL
- AEROPUERTOS INTERNACIONALES
- PUERTOS MARITIMOS

NOTA:
- SE HAN INDICADO UNICAMENTE LOS PUERTOS Y AEROPUERTOS MAS IMPORTANTES DEL PAIS Y QUE PODRAN SER UTILIZADOS PARA EL DESARROLLO FUTURO DEL PROYECTO

ESC. 20 0 20 40 60 80 km

DISTANCIAS TERRESTRES (KILOMETROS)

	QUITO	GUAYAQUIL	ESMERALDAS	MANTA	TENA	BAEZA	C. SAN RAFAEL
QUITO	-	420	318	390	186	94	180
GUAYAQUIL	420	-	472	196	428	514	600
ESMERALDAS	318	472	-	442	497	412	498
MANTA	390	196	442	-	584	484	570
TENA	186	428	497	584	-	92	178
BAEZA	94	514	412	484	92	-	86
C. SAN RAFAEL	180	600	498	570	178	86	-

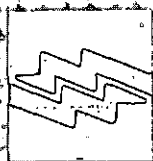
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
INFORME GENERAL
UBICACION DEL AREA DEL PROYECTO

HOJA DE
DISEÑADO
DIBUJADO
REVISADO
FECHA
ABRIL - 1992
REC. 0209-B-1501

40-201157-EC RPT



INECEL

REPUBLICA DEL ECUADOR

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO-SINCLAIR

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

ANEXO A TOPOGRAFIA, CARTOGRAFIA Y CAMINOS

BORRADOR

ESTUDIOS REALIZADOS POR INECEL Y LA ASOCIACION DE FIRMAS CONSULTORAS

**ELECTROCONSULT - TRACTIONEE - RODIO
ASTEC - INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES**

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

ANEXO A

TOPOGRAFIA, CARTOGRAFIA Y CAMINOS

Borrador

Abril de 1992

El presente Anexo forma parte de los documentos que constituyen el Informe Final del Estudio de Factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair.

La documentación completa se compone de los siguientes informes:

0209-B-150 INFORME GENERAL

0209-B-151	ANEXO A:	Topografía, Cartografía y Caminos
0209-B-152	ANEXO B:	Hidrología y Sedimentología
0209-B-153	ANEXO C:	Impacto Ambiental del Proyecto
0209-B-154	ANEXO D:	Geología
0209-B-155	ANEXO E:	Geofísica
0209-B-156	ANEXO F:	Perforaciones y Galerías Exploratorias
0209-B-157	ANEXO G:	Vulcanología
0209-B-158	ANEXO H:	Sismología y Tectónica
0209-B-159	ANEXO I:	Mecánica de Suelos
0209-B-160	ANEXO J:	Mecánica de Rocas
0209-B-161	ANEXO K:	Selección de Alternativas del Factor de Planta
0209-B-162	ANEXO L:	Selección de Alternativas de Obras Componentes
0209-B-163	ANEXO M:	Equipos Electromecánicos
0209-B-164	ANEXO N:	Metodología Constructiva y Presupuesto del Proyecto
0209-B-165	ANEXO O:	Obras Subterráneas
0209-B-166	ANEXO P:	Análisis Geotécnicos, Hidráulicos y Estructurales
0209-B-167	ANEXO Q:	Modelos Hidráulicos
0209-B-168	ANEXO R:	Evaluaciones Económicas

El presente volumen constituye el Anexo A del Estudio de Factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair.

INDICE.

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. ANALISIS DE LA INFORMACION DISPONIBLE AL INICIO DE LA FASE B	2
2.1 Aerofotogrametría	2
2.2 Cartografía general y fotorestitución	3
2.3 Planos topográficos con levantamiento terrestre	4
2.4 Controles y trabajos topográficos varios	5
2.4.1 Estudio de Inventario	5
2.4.2 Estudio de Prefactibilidad	5
2.4.3 Estudio de Factibilidad (Fase A)	6
2.5 Problemas y aspectos a ser investigados	6
3. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA FASE B DEL PRESENTE ESTUDIO	8
3.1 Restituciones aerofotogramétricas	8
3.1.1 Area del compensador y del Codo Sinclair	8
3.2 Recuperación de vértices IGM, vértices del enlace geodésico principal de INECEL	9
3.3 Poligonal electrónica (niveles de agua de los ríos Coca, Salado y Quijos)	9
3.4 Levantamiento topográfico y perfiles transversales del valle del río Coca, sectores Salado, Malo, cascada San Rafael y Codo Sinclair	10
3.4.1 Perfiles topográficos transversales	11
3.5 Replanteo para perfiles geofísicos, perforaciones, galerías, pozos y zanjas	11
3.5.1 Perfiles topográficos para geofísica	11
3.5.2 Ubicación de las perforaciones geotécnicas	12
3.5.3 Ubicación de galerías de investigación geotécnica	13
3.5.4 Ubicación de pozos y zanjas	14
3.6 Red geodésica del proyecto	15
3.7 Red sísmica del proyecto	16
3.8 Bases topográficas	17
4. CAMINOS DE ACCESO	18

4.1	Selección de alternativas	18
4.1.1	Metodología	18
4.1.2	Alternativas estudiadas	18
4.2	Estudio preliminar del camino del Km 74 Lago Agrio-Baeza-Casa de Máquinas	20
4.2.1	Objetivo	20
4.2.2	Metodología	20
4.2.3	Descripción de la ruta	20
4.3	Otros accesos estudiados en escala 1:1.000	21
4.3.1	Casa de máquinas-patio de maniobras- teleférico	21
4.3.2	Casa de máquinas-ventana inferior de la tubería de presión	21
4.3.3	Camino de acceso hacia la ventana superior del túnel de descarga	22
4.3.4	Caminos de acceso en el sector compensador	22
4.3.5	Camino de acceso hacia la ventana ubicado en el sitio Galindo	22
4.3.6	Camino de acceso Salado-presa de derivación	22
4.4	Secciones típicas adoptadas	23
4.5	Plano inclinado - Teleférico	23
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
5.1	Conclusiones	24
5.2	Recomendaciones	24
5.2.1	Red geodésica del proyecto	24
5.2.2	Red sísmica del proyecto	25
5.2.3	Levantamientos topográficos de detalle	25
5.2.4	Caminos de acceso	25

CUADRO

Cuadro 4/1	Alternativas de Caminos de Acceso	19
------------	-----------------------------------	----

FIGURAS

Figura 4/1	Ubicación de Caminos de Acceso al Proyecto Hidroeléctrico Coca	
Figura 4/2	Sección Típica de Camino Vecinal Tipo 5	

MONOGRAFIAS

PLANOS

TOPOGRAFIA

0209-T-2000	Topografía Información Topográfica y Aerofotogramétrica
0209-T-2001	Topografía Enlace Geodésico Principal
0209-T-2002	Topografía Levantamiento Aerofotogramétrico Sector Salado-Codo Sinclair. Hoja 1 de 7
0209-T-2003	Topografía Levantamiento Aerofotogramétrico Sector Salado-Codo Sinclair. Hoja 2 de 7
0209-T-2004	Topografía Levantamiento Aerofotogramétrico Sector Salado-Codo Sinclair. Hoja 3 de 7
0209-T-2005	Topografía Levantamiento Aerofotogramétrico Sector Salado-Codo Sinclair. Hoja 4 de 7
0209-T-2006	Topografía Levantamiento Aerofotogramétrico Sector Salado-Codo Sinclair. Hoja 5 de 7
0209-T-2007	Topografía Levantamiento Aerofotogramétrico Sector Salado-Codo Sinclair. Hoja 6 de 7
0209-T-2008	Topografía Levantamiento Aerofotogramétrico Sector Salado-Codo Sinclair. Hoja 7 de 7
0209-T-2009	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico. Hoja 1 de 19
0209-T-2010	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico. Hoja 2 de 19
0209-T-2011	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico. Hoja 3 de 19

0209-B-151

0209-T-2012	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 4 de 19
0209-T-2013	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 5 de 19
0209-T-2014	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 6 de 19
0209-T-2015	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 7 de 19
0209-T-2016	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 8 de 19
0209-T-2017	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 9 de 19
0209-T-2018	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 10 de 19
0209-T-2019	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 11 de 19
0209-T-2020	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 12 de 19
0209-T-2021	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 13 de 19
0209-T-2022	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 14 de 19
0209-T-2023	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 15 de 19
0209-T-2024	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 16 de 19

0209-T-2025	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 17 de 19
0209-T-2026	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 18 de 19
0209-T-2027	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 19 de 19
0209-T-2028	Topografía Sector Salado Levantamiento Topográfico.	Hoja 1 de 1
0209-T-2029	Topografía Sitio Galindo Levantamiento Topográfico.	Hoja 1 de 5
0209-T-2030	Topografía Sitio Galindo Levantamiento Topográfico.	Hoja 2 de 5
0209-T-2031	Topografía Sitio Galindo Levantamiento Topográfico.	Hoja 3 de 5
0209-T-2032	Topografía Sitio Galindo Levantamiento Topográfico.	Hoja 4 de 5
0209-T-2033	Topografía Sitio Galindo Levantamiento Topográfico.	Hoja 5 de 5
0209-T-2034	Topografía Sector Compensador Levantamiento Topográfico.	Hoja 1 de 6
0209-T-2035	Topografía Sector Compensador Levantamiento Topográfico.	Hoja 2 de 6
0209-T-2036	Topografía Sector Compensador Levantamiento Topográfico.	Hoja 3 de 6
0209-T-2037	Topografía Sector Compensador Levantamiento Topográfico.	Hoja 4 de 6

0209-T-2038	Topografía Sector Compensador Levantamiento Topográfico. Hoja 5 de 6
0209-T-2039	Topografía Sector Compensador Levantamiento Topográfico. Hoja 6 de 6
0209-T-2040	Topografía Sector Compensador Levantamiento Topográfico. Hoja 1 de 4
0209-T-2041	Topografía Sector Compensador Levantamiento Topográfico. Hoja 2 de 4
0209-T-2042	Topografía Sector Compensador Levantamiento Topográfico. Hoja 3 de 4
0209-T-2043	Topografía Sector Compensador Levantamiento Topográfico. Hoja 4 de 4
0209-T-2044	Topografía Sector Codo Sinclair Levantamiento Topográfico. Hoja 1 de 6
0209-T-2045	Topografía Sector Codo Sinclair Levantamiento Topográfico. Hoja 2 de 6
0209-T-2046	Topografía Sector Codo Sinclair Levantamiento Topográfico. Hoja 3 de 6
0209-T-2047	Topografía Sector Codo Sinclair Levantamiento Topográfico. Hoja 4 de 6
0209-T-2048	Topografía Sector Codo Sinclair Levantamiento Topográfico. Hoja 5 de 6
0209-T-2049	Topografía Sector Codo Sinclair Levantamiento Topográfico. Hoja 6 de 6
0209-T-2050	Topografía Sector Salado Base Topográfica. Hoja 1 de 11

0209-T-2051	Topografía Sector Salado Base Topográfica. Hoja 2 de 11
0209-T-2052	Topografía Sector Salado Base Topográfica. Hoja 3 de 11
0209-T-2053	Topografía Sector Salado Base Topográfica. Hoja 4 de 11
0209-T-2054	Topografía Sector Salado Base Topográfica. Hoja 5 de 11
0209-T-2055	Topografía Sector Salado Base Topográfica. Hoja 6 de 11
0209-T-2056	Topografía Sector Salado Base Topográfica. Hoja 7 de 11
0209-T-2057	Topografía Sector Salado Base Topográfica. Hoja 8 de 11
0209-T-2058	Topografía Sector Salado Base Topográfica. Hoja 9 de 11
0209-T-2059	Topografía Sector Salado Base Topográfica. Hoja 10 de 11
0209-T-2060	Topografía Sector Salado Base Topográfica. Hoja 11 de 11
POLIGONOS	
0209-T-2061	Topografía Sitio río Quijos Estación AJ Bombón Polígono de Precisión, Niveles de Agua. Hoja 1 de 1
0209-T-2062	Topografía Sitio Salado Polígono de Precisión, Niveles de Agua. Hoja 1 de 2

- 0209-T-2063 Topografía
 Sitio Salado
 Polígono de Precisión, Niveles de Agua. Hoja 2 de 2
- 0209-T-2064 Topografía
 Sitio Galindo
 Polígono, Triangulación. Hoja 1 de 1
- 0209-T-2065 Topografía
 Sector Codo Sinclair
 Polígono, Triangulación. Hoja 1 de 1

PERFILES

- 0209-T-2066 Topografía
 Sector Galindo-Ventana de Acceso
 Polígono de Precisión
 Hoja 1 de 1
- 0209-T-2067 Topografía
 Sector Galindo-Ventana de Acceso
 Planimetría Líneas Sísmicas
 Hoja 1 de 6
- 0209-T-2068 Topografía
 Sector Galindo-Ventana de Acceso
 Perfil Longitudinal Línea Sísmica "VA"
 Hoja 2 de 6
- 0209-T-2069 Topografía
 Sector Galindo-Ventana de Acceso
 Perfil Longitudinal Línea Sísmica "VB"
 Hoja 3 de 6
- 0209-T-2070 Topografía
 Sector Galindo-Ventana de Acceso
 Perfil Longitudinal Líneas Sísmicas "VC" y "VCH"
 Hoja 4 de 6
- 0209-T-2071 Topografía
 Sector Galindo-Ventana de Acceso
 Perfil Longitudinal Líneas Sísmicas "VD" y "VE"
 Hoja 5 de 6
- 0209-T-2072 Topografía
 Sector Galindo-Ventana de Acceso
 Perfil Longitudinal Líneas Sísmicas "VF"
 Hoja 6 de 6

0209-T-2073	Topografía Sector río Malo Planimetría Líneas Sísmicas. Hoja 1 de 2
0209-T-2074	Topografía Sector Codo Sinclair Perfil Longitudinal Líneas Sísmicas "RR" y "FF" Hoja 2 de 2
0209-T-2075	Topografía Sector Codo Sinclair Planimetría Líneas Sísmicas Hoja 1 de 4
0209-T-2076	Topografía Sector Codo Sinclair Perfil Longitudinal Líneas Sísmicas "M-M" y "N-N" Hoja 2 de 4
0209-T-2077	Topografía Sector Codo Sinclair Perfil Longitudinal Líneas Sísmicas "P-P" y "Q-Q" Hoja 3 de 4
0209-T-2078	Topografía Sector Codo Sinclair Perfil Longitudinal Líneas Sísmicas "S-S", "R-R" Y "Q-Q" Hoja 4 de 4
0209-T-2079	Topografía Sector río Coca Planimetría Perfiles Transversales al Río Salado y Río Coca Hoja 1 de 21
0209-T-2080	Topografía Sector río Coca Planimetría Perfiles Transversales al Río Salado y Río Coca Hoja 2 de 21
0209-T-2081	Topografía Sector río Coca Planimetría Perfiles Transversales al Río Salado y Río Coca Hoja 3 de 21
0209-T-2082	Topografía Sector río Coca Perfiles Transversales # 10 y 11 al Río Salado Hoja 4 de 21

0209-T-2083	Topografía Sector río Coca Perfiles Transversales # 1 y 5 al Río Salado Hoja 5 de 21
0209-T-2084	Topografía Sector río Coca Perfiles Transversales # 2 al Río Coca Hoja 6 de 21
0209-T-2085	Topografía Sector río Coca Perfiles Transversales # 3 al Río Coca Hoja 7 de 21
0209-T-2086	Topografía Sector río Coca Perfiles Transversales # 4, 6 y 7 al Río Coca Hoja 8 de 21
0209-T-2087	Topografía Sector río Coca Perfiles Transversales # 8 y 9 al Río Coca Hoja 9 de 21
0209-T-2088	Topografía Sector río Coca Perfil Transversal # 12 al Río Coca Hoja 10 de 21
0209-T-2089	Topografía Sector río Coca Perfil Transversal # 13 al Río Coca Hoja 11 de 21
0209-T-2090	Topografía Sector río Coca Perfil Transversal # 14 al Río Coca Hoja 12 de 21
0209-T-2091	Topografía Sector río Coca Perfil Transversal # 15 al Río Coca Hoja 13 de 21
0209-T-2092	Topografía Sector río Coca Perfil Transversal # 16 al Río Coca Hoja 14 de 21

- 0209-T-2093 Topografía
Sector río Coca
Perfil Transversal # 17 al Río Coca
Hoja 15 de 21
- 0209-T-2094 Topografía
Sector río Coca
Perfil Transversal # 18 al Río Coca
Hoja 16 de 21
- 0209-T-2095 Topografía
Sector río Coca
Perfil Transversal # 19 al Río Coca
Hoja 17 de 21
- 0209-T-2096 Topografía
Sector río Coca
Perfiles Transversales # 20 y 21 al Río Coca
Hoja 18 de 21
- 0209-T-2097 Topografía
Sector río Coca
Perfiles Transversales # 22 y 23 al Río Coca
Hoja 19 de 21
- 0209-T-2098 Topografía
Sector río Coca
Perfiles Transversales # 24 y 25 al Río Coca
Hoja 20 de 21
- 0209-T-2099 Topografía
Sector río Coca
Perfiles Transversales # 29 y 30 al Río Coca
Hoja 21 de 21
- 0209-T-2100 Topografía
Sector Codo Sinclair
Planimetría Perfiles Transversales al Río Coca
Hoja 1 de 2
- 0209-T-2101 Topografía
Sector Codo Sinclair
Perfiles Transversales # 26, 27 y 28 al Río Coca
Hoja 2 de 2
- 0209-T-2102 Topografía
Sector Salado
Planta y Perfil de la Galería GT1. Hoja 1 de 1

0209-T-2103	Topografía Sector Compensador Planta y Perfil de la Galería GT3. Hoja 1 de 1
0209-T-2104	Topografía Sector Codo Sinclair Planta y Perfil de la Galería GTP1. Hoja 1 de 1
0209-T-2105	Topografía Sector Codo Sinclair Planta y Perfil de la Galería GCM1. Hoja 1 de 1
0209-T-2106	Topografía Sector Codo Sinclair Planta y Perfil Funicular. Hoja 1 de 1
0209-T-2107	Topografía Alternativas de Teleférico y Funicular Mapa Geológico Planta y Perfil
0209-T-2108	Camino de Acceso Sector Salado Estudio Preliminar. Hoja 1 de 1
0209-T-2109	Camino de Acceso Sector Galindo Estudio Preliminar. Hoja 1 de 1
0209-T-2110	Camino de Acceso Sector Compensador Estudio Preliminar. Hoja 1 de 7
0209-T-2111	Camino de Acceso Sector Compensador Estudio Preliminar. Hoja 2 de 7
0209-T-2112	Camino de Acceso Sector Compensador Estudio Preliminar. Hoja 3 de 7
0209-T-2113	Camino de Acceso Sector Compensador Estudio Preliminar. Hoja 4 de 7
0209-T-2114	Camino de Acceso Sector Compensador Estudio Preliminar. Hoja 5 de 7
0209-T-2115	Camino de Acceso Sector Compensador Estudio Preliminar. Hoja 6 de 7

-
- 0209-T-2116 Caminos de Acceso
Sector Compensador
Estudio Preliminar. Hoja 7 de 7
- 0209-T-2117 Caminos de Acceso
Sector Codo Sinclair
Estudio Preliminar. Hoja 1 de 2
- 0209-T-2118 Caminos de Acceso
Sector Codo Sinclair
Estudio Preliminar. Hoja 2 de 2

1. INTRODUCCION

Este anexo al estudio de Factibilidad de la primera etapa del Proyecto Coca-Codo Sinclair, describe las informaciones y elaboraciones de topografía y cartografía recibidas al inicio y realizada durante la ejecución de la Fase B del estudio.

Se da información sobre las áreas donde van a ser ubicadas las obras previstas para este estudio, como son:

- Obras de captación
- Túneles de aducción
- Embalse compensador
- Obras de caída
- Casa de máquinas
- Obras de restitución

Los levantamientos topográficos están enlazados por medio de control horizontal y vertical a la red geodésica existente de INECEL, habiéndose utilizado para el efecto equipos electrónicos, debido a la precisión requerida y a la distancia existente entre las obras.

2. ANALISIS DE LA INFORMACION DISPONIBLE AL INICIO DE LA FASE B

Como trabajo previo se realizó una evaluación de toda la información cartográfica, fotográfica y topográfica existente, en los archivos del proyecto y ejecutados a lo largo de las diferentes fases del estudio y durante la Fase A del actual estudio de la factibilidad.

Esta información se divide en:

- Aerofotogrametría
- Cartografía general y fotorestitución
- Levantamientos topográficos terrestres
- Controles y trabajos varios

2.1 Aerofotogrametría

Durante y después de los estudios de Inventario y factibilidad, INECEL tuvo disponible el siguiente material aerofotogramétrico:

- a. Fotoíndice y fotografías aéreas del área del río Coca y de gran parte del río Quijos, ejecutadas por Texaco-Aeroservice, a escala 1:40.000 en los años 1965/1966.
- b. Fotoíndice y fotografías aéreas de las cuencas superiores de los ríos Quijos-Papallacta-Oyacachi, ejecutadas por USAF a escala 1:50.000 en el año 1965.
- c. Fotoíndice y fotografías aéreas de las zonas de Cuyuja, Saraurco y Oyacachi, ejecutadas por el IGM a escala 1:24.000 en el año 1973.
- d. Fotoíndice y fotografías aéreas de las zonas de El Chaco, río Quijos, río Salado y volcán El Reventador, ejecutadas por el IGM a escala 1:34.000 en el año 1973.
- e. Fotoíndice y fotografías aéreas a lo largo del tramo principal de los ríos Papallacta, Quijos y Coca, ejecutadas por INECEL-IGM a escalas 1:25.000, 1:30.000 en el año 1976.
- f. Serie de fotos en escala 1:60.000 del área del río Salado y desde la cascada San Rafael hasta el Codo Sinclair, año 1979.
- g. Serie de fotos aéreas al infrarrojo del río Coca, río Malo y volcán El Reventador, en escala 1:62.000, año 1983.

Del estudio realizado a estas fotografías durante la Fase A, se consideró que las series indicadas en los literales a y e son de buena calidad, no así las de los literales b, c y d, que adolecen de deficiencias, tales como deriva, falla de recubrimiento lateral o presencia de nubes.

Las fotografías del literal f, son de buena resolución y fueron utilizadas para la restitución aerofotogramétrica IGM 1980, en escala 1:10.000.

Sus fotografías infrarrojas mencionadas en el literal g son de buena resolución y se utilizaron para el estudio vulcanológico del volcán El Reventador.

Durante la Fase A del estudio de factibilidad y debido al sismo de marzo de 1987, el que produjo grandes deslizamientos que modificaron la topografía del área del proyecto, con fines de fotointerpretación y posibles áreas a ser restituidas, se efectuó la toma de fotos aéreas por parte del IGM para INECEL de un área aproximada de 288.450 ha, en escala aproximada de 1:30.000 y 1:60.000. Estas fotos son de buena resolución, aptas para ser utilizadas en procesos de fotorestitución.

El Consorcio CEPE-TEXACO contrató con el IGM la toma de fotografías en escala 1:35.000, en el valle del río Coca, desde la confluencia del río Salado con el Quijos hasta la población del Reventador, las que fueron tomadas con fecha 26 de marzo de 1987. El proyecto dispone de una copia de estas fotografías.

2.2 Cartografía general y fotorestitución

El proyecto dispone para el estudio de las siguientes cartas:

Mapa Nacional	IGM	escala 1:500.000
Mapa de la Provincia del Napo	INECEL	escala 1:250.000
Mapa de Integración Fronteriza	SIFCE	escala 1:250.000
Croquis planimétrico	INECEL	escala 1:100.000
Croquis planimétrico	INEC	escala 1: 50.000
Cartas planimétricas	IGM	escala 1: 50.000
Cartas planimétricas	IGM	escala 1: 50.000
Cartas topográficas	IGM	escala 1: 25.000
Cartas topográficas	IGM	escala 1: 50.000

Durante las diferentes etapas de los estudios anteriores, se obtuvieron las siguientes restituciones fotogramétricas enlazadas a la red Geodésica Nacional (Coordenadas UTM).

- Area Quijos-Salado en escala 1:10.000, ejecutada por IGM en el año 1973.
- Area Quijos-Oyacachi en escala 1:10.000, ejecutada por IGM en el año 1973.

- c. Area cascada San Rafael en escala 1:10.000, ejecutada por IGM en el año 1973.
- d. Area cascada San Rafael hasta el Codo Sinclair y ríos Negro e Isango en escala 1:25.000, ejecutada por el IGM en el año 1975.
- e. Diferentes áreas a lo largo del tramo principal del río Coca, para integrar las restituciones indicadas en los puntos a, b y c en escala 1:10.000, ejecutadas por IGM en los años 1976/1977.
- f. Areas de los ríos Isango, Negro y Machacuyacu en escala 1:10.000, ejecutadas por MAPSERVICE en el año 1977.
- g. Restitución en escala 1:10.000 de la zona comprendida entre el sitio Malo, el Codo Sinclair y los ríos Isango y Negro en el año 1980, relacionados los datos altimétricos a la nivelación electrónica de la carretera.
- h. Restitución aerofotogramétrica del volcán El Reventador a escala 1:25.000 del año 1986, ejecutados por el IGM.
- i. Restitución en escala 1:2.000 de 680 ha, que cubren los sitios Malo M0, Malo M1 y Malo M2 Fase A, ejecutados por Aeromapa.
- j. Restitución en escala 1:10.000 de la zona del Codo Sinclair ejecutados por el IGM en el año 1986
- k. Restitución en escala 1:5.000 de la margen izquierda del río Coca, ejecutada por Cartotecnia en abril de 1987 para Petroecuador.

2.3 Planos topográficos con levantamiento terrestre

Los planos topográficos obtenidos con levantamiento terrestre son los siguientes:

- a. Planos de las áreas urbanas de los poblados de Papallacta, Baeza, Borja, Cuyuja, Sardinas, Santa Rosa, Linares y El Chaco, en escala 1:1.000, con curvas de nivel cada metro ejecutadas por ECUACARTO, mientras se estaba haciendo el estudio de Inventario.
- b. Planos de los sitios de las presas de Borja, El Chaco, Balsas, Salado y Malo en escala 1:5.000, con curvas de nivel cada 2-5 metros, ejecutadas por el Consorcio de Consultores para el estudio de Prefactibilidad en el año 1977.
- c. Planos del sitio de la presa Salado en escala 1:1.000, con curvas de nivel cada 2 metros, ejecutadas por el Consorcio de Consultores para el estudio de Factibilidad del Aprovechamiento Salado.
- d. Planos topográficos, ejecutados en la Fase A del presente estudio, de los sitios alternativos de la presa compensadora en las

quebradas Granadillas y Los Loros en escala 1:1.000 con curvas de nivel cada metro, en febrero de 1987.

- e. Planos topográficos del embalse compensador, ampliación de la quebrada Granadillas y Los Loros en escala 1:1.000 con curvas de nivel cada metro en septiembre de 1987 (Fase A del presente estudio).

2.4 Controles y trabajos topográficos varios

Los controles y trabajos topográficos, ejecutados durante los estudios anteriores, por los Consorcios, se agrupan según las diferentes etapas de los mismos.

2.4.1 Estudio de Inventario

- Control vertical y horizontal de la línea de nivelación de primer orden a lo largo de la carretera Papallacta-Baeza-Lago Agrio, con resultados bastante satisfactorios.
- Extensión de la nivelación con red suplementaria de 4 líneas: Baeza-Cosanga-Aliso (32 km), geométrica y taquimétrica; El Chacco-Pueblo Viejo (40 km), taquimétrica; Santa Rosa-Rombón (14 km), geométrica, y Salado-San Simón (40 km), taquimétrica.
- Transporte de cotas desde la nivelación de la carretera a puntos fotoidentificables a lo largo de los ríos y restitución altimétrica de los perfiles de los mismos.
- Poligonal electrónica abierta San Rafael-Codo Sinclair sin comprobaciones ni coordenadas, con nivelación geométrica de ida y vuelta, de tercer orden, para ajustar los mapas en escala 1:25.000 del literal d del numeral 2.2; debido a que en comparación con la restitución en escala 1:10.000 de 1980 existen diferencias altimétricas bastante evidentes, entre 10 y 80 m; la cota preliminar así obtenida en el Codo Sinclair fue de 321,44.

2.4.2 Estudio de Prefactibilidad

- INECEL contrató con el IGM la ubicación de seis radiales geodésicos de III orden en Papallacta (RC1), estación de bombeo de Baeza (RC2), en Sardinas (RC3), estación de bombeo del Salado (RC4), campamento San Rafael (RC5) y Codo Sinclair (RC6); estos radiales geodésicos a su vez están enlazados a la Red Geodésica Nacional del IGM.
- Polígono electrónico de III orden en base a cuatro de los seis radiales antedichos desde Borja hasta la cascada San Rafael, enlazado a este polígono por triangulación de los 5 sitios de presa.

- Perfiles taquimétricos en los lugares requeridos para la investigación geofísica.
- Nivelación a lo largo de los ríos Isango y Negro hasta su confluencia con el río Machacuyacu, con un circuito taquimétrico de 40 km.

2.4.3 Estudio de Factibilidad (Fase A)

- Ubicación de los 44 sondeos ejecutados en el sitio Salado con enlace a la poligonal electrónica.
- Poligonal electrónica (Malo-Salado).
- Enlace Geodésico de II orden para relacionar las diferentes implantaciones de las obras, iniciándose en 2 vértices del IGM, siguiendo el método de las triangulaciones, 1986.
- Perfiles topográficos transversales a la quebrada Granadillas, en escala 1:1.000, 1987.
- Perfiles topográficos transversales al río Coca, tanto en el sitio Salado como en el Malo M1, 1987.
- Perfiles topográficos para geofísica en las zonas del sitio original de la presa Malo y sus ejes alternativos, en escala 1:1.000.
- Perfiles topográficos para geofísica en las zonas del compensador, chimenea de equilibrio, tubería de presión y casa de máquinas, en escala 1:1.000.
- Perfiles topográficos para geofísica en el sitio Salado, en escala 1:1.000.
- Ubicación de sondeos ST1, ST2, ST3 y ST4, a lo largo del túnel de aducción margen derecha del río Coca.
- Ubicación de sondeos SC1, SC2, SC6, SC8 y SCM1 localizados en los sitios de la presa del embalse compensador y casa de máquinas.
- Ubicación de pozos y zanjas para las investigaciones geotécnicas en la zona del embalse compensador.

2.5 Problemas y aspectos a ser investigados

Antes del sismo del 5 de marzo de 1987 se ejecutó la medición en el campo de una red geodésica de II orden, para poder enlazar posteriormente todos los trabajos a ejecutarse en las Fases A y B, pero como consecuencia del sismo, los vértices tanto del IGM como de INECEL, en unos casos sufrieron pequeños desplazamientos y en otros se

salieron de sus sitios; era necesario, por lo tanto, realizar la revisión de la red, de acuerdo a las especificaciones de INECEL.

3. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA FASE B DEL PRESENTE ESTUDIO

Los trabajos de Topografía y Cartografía del proyecto de la Fase B del presente estudio de Factibilidad, se ejecutaron de acuerdo a especificaciones con el objeto de disponer de la información básica necesaria para la implantación y diseño de las obras.

Se analizaron trabajos ya realizados en la Fase A como son: Cartografía, fotografías aéreas, restitutiones fotogramétricas, red de puntos geodésicos de INECEL y levantamientos topográficos, y en base a la evaluación de esta información, el Área de topografía realizó las siguientes actividades.

3.1 Restituciones aerofotogramétricas

En este capítulo se pretende dar información necesaria de Áreas de superficie terrestre sobre sitios especialmente por donde se desarrollarían los caminos de acceso. Los planos obtenidos de la restitución aerofotogramétrica, se utilizaron para definir la localización de las carreteras, conservación del suelo, geología, estimativo de bosques, medición de Áreas y posible localización de líneas de transmisión.

3.1.1 Área del compensador y del Codo Sinclair Una vez que se definieron los posibles corredores de rutas en cartas topográficas editadas por el Instituto Geográfico Militar, en escala 1:50.000, que permiten el acceso a la casa de máquinas y al compensador del proyecto desde la carretera Quito-Baeza-Lago Agrio, y una vez determinada el área de cartografía existente, se autorizó realizar con la compañía Aeromapa una restitución en escala 1:10.000, que cubre el Área necesaria considerándose un ancho de 500 m a cada lado del trazado de la ruta. Esta restitución cubre especialmente desde el Km 74 de la carretera Lago Agrio-Baeza-Quito, hacia el sector del Codo Sinclair (casa de máquinas) y hasta el Mirador Topográfico, empalmándose en todos los casos con la restitución realizada en la Fase A.

Para esta restitución no fue necesario realizar apoyo de campo directo, ya que existía información de puntos de control de levantamientos anteriores, utilizándose las fotografías tomadas después del sismo del 5 de marzo de 1987.

En total se produjeron 7 planos que van desde el número 0209-T-2002 hasta el 0209-T-2008.

3.2 Recuperación de vértices IGM, vértices del enlace geodésico principal de INECEL

Antes de comenzar los trabajos de campo se debió realizar la recuperación de los vértices geodésicos, tanto del IGM como de INECEL, así como debió realizarse la red geodésica principal del proyecto, por cuanto como consecuencia del sismo, estos vértices pueden haber sufrido algún desplazamiento. Esta revisión según recomendaciones del informe de la Fase A, debió realizarse en la Fase B, a cargo del Departamento de Topografía de INECEL.

Durante los trabajos de campo entre los sitios Lumbaqui y el Salado, se recuperaron los siguientes vértices IGM:

IGM Lumbaqui
IGM Mama Rosa

Así como también los siguientes vértices INECEL:

INECEL Manzo
INECEL RC-5
INECEL M-5
INECEL M-7
INECEL Morro
INECEL Antena

En resumen no se realizó una revisión de la red geodésica principal del proyecto, a lo largo de la vía entre Lumbaqui y el Salado. Para levantamientos en los sectores del compensador, como de la casa de máquinas, se partió de vértices existentes antes del sismo.

3.3 Poligonal electrónica (niveles de agua de los ríos Coca, Salado y Quijos)

Para poder determinar los niveles del espejo de agua a lo largo de los ríos Coca, Salado y Quijos, se materializó una poligonal electrónica, considerando las especificaciones técnicas que INECEL exige para este tipo de trabajo, esto es:

- a. 4 reiteraciones.
- b. Medición de distancias electrónicas.
- c. Enlaces a vértices existentes.
- d. Cálculos de coordenadas planas.

Estas poligonales están ubicadas en el sector Salado y en el sector El Rombón.

La poligonal del sector El Rombón no está enlazada a la red geodésica por no existir ningún vértice en la zona, por esto, tanto las coordenadas como las cotas son arbitrarias, considerándose únicamente las diferencias de nivel para fines de cálculo en la obtención de caudales y niveles de agua.

Se presentan los Planos 0209-T-2061 hasta el 0209-T-2063, que ilustran estas poligonales, donde además constan los datos de coordenadas, cotas y niveles de agua tomados en diferentes fechas.

3.4 Levantamiento topográfico y perfiles transversales del valle del río Coca, sectores Salado, Malo, cascada San Rafael y Codo Sinclair

Para el estudio de las distintas alternativas se realizó un levantamiento topográfico, debido a la necesidad de complementar la información de la Fase A, para tener una topografía precisa y detallada de los sitios de obra que carecían de ésta.

La metodología utilizada para estos levantamientos fue la indicada en las especificaciones entregadas por INECCEL, es decir:

- a. Poligonal principal enlazada a vértices de la red geodésica.
- b. Poligonal secundaria enlazada a la poligonal principal.
- c. Mediciones electrónicas para todos los lados de las poligonales.
- d. Cálculo de coordenadas planas.

Antes de proceder al levantamiento topográfico se realizaron triangulaciones para obtener vértices de partida enlazados a la red de INECCEL, cuyos datos constan en los Planos del 0209-T-2064 al 0209-T-2066.

Se realizaron los siguientes levantamientos topográficos en escala 1:1.000:

a. Sector Salado

Por estar ubicadas en este sitio las obras de captación y por ser necesario para la elaboración de los modelos hidráulicos se realizó un levantamiento topográfico en escala 1:1.000, ya que existía únicamente una restitución en escala 1:10.000. El levantamiento abarcó hasta la cota 1.300, obteniéndose 19 planos desde el 0209-T-2009 al 0209-T-2027, con curvas de nivel cada metro. Adicionalmente se realizó un levantamiento del río Salado por haber cambiado de curso el río, obteniéndose un plano con numeración 0209-T-2028.

b. Sector Galindo (túnel de aducción)

En este sector se realizó el levantamiento topográfico en correspondencia de posible zonas de ubicación del portal de la ventana intermedia del túnel de aducción, trabajo realizado a lo largo de la margen derecha del río Coca. Para fines de ubicación del camino de acceso y de un puente sobre el río Coca, se obtuvo una franja de topografía de la margen izquierda, produciéndose 5 Planos del 0209-T-2029 al 0209-T-2033, con curvas de nivel cada metro.

c. Sector compensador

En este sector y especialmente en las quebradas Granadillas y Los Loros, se realizó una ampliación a la topografía existente, la que se dibujó en los planos ya existentes de la Fase A, cuya numeración va del 0209-T-1034, 0209-T-1035, 0209-T-1037 al 0209-T-1039. Sobre los planos topográficos ya existentes del sector compensador y por no disponer de topografía sobre los cauces de las quebradas Granadillas y Los Loros de la Fase A, se dibujó la topografía desde los bordes superiores hasta el fondo de las mencionadas quebradas, obteniéndose los Planos 0209-T-2040 al 0209-T-2044 con curvas de nivel cada metro.

Esta ampliación de la topografía permitió completar el levantamiento geológico de detalle del vaso y definir la estabilidad de los terrenos de cobertura en las áreas donde podrían estar ubicadas las excavaciones para eventuales áreas de préstamo.

d. Sector Codo Sinclair (casa de máquinas)

Con el propósito de tener información para poder ubicar los diseños de las obras exteriores en la zona baja del Codo, se realizó un levantamiento topográfico a partir de la margen derecha del río Coca, hasta la galería GTP1 ubicada en una cota más alta, realizándose además una ampliación hacia el sitio posible de ubicación de un plano inclinado o un teleférico, obteniéndose 6 Planos del 0209-T-2044 al 0209-T-2049.

3.4.1 Perfiles topográficos transversales Con el objeto de tener los elementos necesarios para poder realizar el modelo matemático previsto en las especificaciones técnicas y para tener información sobre las topografías, se realizaron 27 perfiles transversales a lo largo del sitio Salado y la cascada de San Rafael sobre los ríos Salado y Coca, así como 3 perfiles transversales ubicados en el sector del Codo Sinclair, a lo largo del río Coca; estos perfiles alcanzaron aproximadamente una cota 15 m más alta del nivel del espejo de agua. Se hace notar además, que para completar el perfil topográfico fue necesario realizar batimetrías en el cauce del río en cada perfil, trabajo ejecutado por el Departamento de Hidrología de INECCEL.

Los perfiles transversales tanto en planta como en perfil a lo largo del río Salado y Coca están ilustrados en los Planos 0209-T-2079 al 0209-T-2099, los del Codo Sinclair en los Planos 0209-T-2100 al 0209-T-2101.

3.5 Replanteo para perfiles geofísicos, perforaciones, galerías, pozos y zanjas

3.5.1 Perfiles topográficos para geofísica Con el objeto de realizar los trabajos de campo e interpretación geofísica se realizó el replanteo de perfiles topográficos (7) ubicados en la zona de la entrada de la ventana de acceso, representados en 6 planos a escala 1:1.000, 0209-T-2067 al 0209-T-2072.

Muy próximos a la confluencia del río Coca con el río Malo se obtuvieron 2 perfiles representados en los Planos 0209-T-2073 y 0209-T-2074.

En la zona del Codo Sinclair en el ingreso a la casa de máquinas, se efectuaron 7 perfiles topográficos, representados en los Planos 0209-T-2075 al 0209-T-2078.

Todos estos perfiles están enlazados a la red geodésica del proyecto.

3.5.2 Ubicación de las perforaciones geotécnicas Las perforaciones se ubicaron inicialmente en unos casos en los planos en escala 1:1.000 y 1:10.000, en los cuales se determinaron las coordenadas y desde los vértices de las poligonales se localizó cada perforación.

En otros casos, se ubicó directamente por parte del área de Geología y Geotécnica en el campo, con ayuda de brújula y altímetro, una vez realizado el desbroce del sitio para cada sondeo y efectuada la ubicación de la perforadora, se replanteó con precisión cada perforación, enlazándose a los vértices geodésicos del proyecto y efectuando el cálculo en el sistema de coordenadas planas.

A continuación se indican las coordenadas y cotas de las perforaciones ejecutadas en las diversas obras del proyecto.

Perforación	Sector	Coordenadas		Cotas
		Norte	Este	
SS1	Salado	9'978.381.384	201.647.481	1.271.480
SS2	Salado	9'978.379.911	201.646.483	1.271.637
SS3	Salado	9'978.398.997	201.534.374	1.270.265
SS4	Salado	9'978.264.451	201.641.859	1.271.546
SS5	Salado	9'978.084.632	201.338.672	1.271.423
SS6	Salado	9'978.280.646	201.182.163	1.283.908
SS7	Salado	9'978.259.340	200.901.061	1.311.265
ST6	Río Malva Grande	9'979.558.990	204.803.172	1.725.541
ST7	Río Malva Chico	9'981.027.069	206.881.129	1.624.308
ST8	Portal de la Ventana	9'984.708.242	210.203.009	1.271.020
SC9	Compensador	9'985.360.624	225.116.024	1.260.663
SC10	Compensador	9'985.474.162	224.921.424	1.254.197
SC11	Compensador	9'985.381.931	224.981.709	1.198.034
SC12	Compensador	9'985.969.720	224.942.955	1.247.502
SCE1	Compensador	9'985.314.265	225.733.668	1.284.077
SCE2	Compensador	9'985.262.327	225.060.553	1.238.485
SCM4	Codo Sinclair	9'985.234.280	226.489.132	639.910
SCM7	Codo Sinclair	9'985.294.859	226.518.656	639.330
SCM8	Codo Sinclair	9'985.313.948	226.443.802	874.578
SCM9	Codo Sinclair	9'985.307.163	226.332.353	831.847

3.5.3 Ubicación de galerías de investigación geotécnica Con el fin de investigar las condiciones geológicas y geotécnicas del suelo se excavaron galerías de exploración en un número de 4, ubicadas en el Salado (1), Compensador (1) y Codo Sinclair (2).

Inicialmente la ubicación se efectuó en base a brújula y altímetro por parte de geología y geotécnica, posteriormente se ubicó y determinó con precisión por medio de un distanciómetro y continuamente se realizaba el chequeo de la alineación dada en su origen hasta su finalización.

Estas galerías una vez concluidas fueron replanteadas y abscisadas cada 10 m, obteniéndose el perfil longitudinal. Los Planos desde el 0209-T-2102 al 0209-T-2105 presentan las galerías en planta y perfil.

Los puntos de inicio, puntos de inflexión (PIs) y puntos de finalización, fueron enlazados a la red geodésica de INECOL, obteniéndose datos de coordenadas planas.

A continuación se indican las coordenadas y cotas de la entrada de las galerías.

Galería	Sector	Coordenadas		Cotas
		Norte	Este	
GT1	Salado	9'978.428.439	201.638.926	1.278.148
GT3	Compensador	9'985.301.432	224.949.939	1.203.452
GTP1	Codo Sinclair	9'985.254.260	226.468.200	830.188
GCM1	Codo Sinclair	9'985.327.504	226.871.181	635.995

3.5.4 Ubicación de pozos y zanjas Para las investigaciones geotécnicas en la zona de la presa del Salado, zona del embalse compensador y zona del Mirador Topográfico, se ubicaron y ejecutaron algunos pozos y zanjas. Siendo replanteados estos sitios desde las poligonales que se utilizaron para los levantamientos topográficos y desde los mojones de las poligonales de los perfiles transversales al río Coca.

Para la zona del Mirador Topográfico en vista de existir solo el mojón denominado Mirador, se realizó una poligonal electrónica (abierta) de aproximadamente 6 km con dirección hacia el compensador (quebrada Los Loros), las coordenadas y cotas de los vértices constan en el Plano 0209-T-2066.

A continuación se indican las coordenadas y las cotas de los sitios replanteados.

Punto	Sector	Coordenadas		Cotas
		Norte	Este	
CAL-1	Río Salado	9'977.932.248	199.955.962	1.280.570
CAL-2	Río Salado	9'977.945.958	200.075.507	1.279.752
CAL-3	Río Salado	9'977.977.699	200.184.770	1.278.855
CAL-4	Río Salado	9'977.875.441	200.241.615	1.277.415
CAL-5	Río Salado	9'977.935.780	200.246.061	1.277.605
CAL-6	Río Coca	9'980.253.435	202.127.660	1.259.590
CAL-7	Río Coca	9'980.355.949	202.162.250	1.259.375
CAL-8	Río Coca	9'980.305.455	202.207.836	1.259.629
CAL-9	Río Coca	9'980.386.982	202.262.445	1.259.347
CAL-10	Río Coca	9'980.479.335	202.257.216	1.259.106
CAL-11	Río Coca	9'980.496.870	202.375.178	1.258.852
CAL-12	Río Coca	9'980.931.078	202.526.813	1.259.487
TRM-4	Río Marker	9'987.143.746	210.482.092	1.233.336
TRM-5	Río Marker	9'986.540.882	210.196.450	1.279.107
TRM-6	Río Marker	9'986.234.967	210.016.260	1.265.056
TRM-7	Río Marker	9'985.938.330	209.857.611	1.345.129
PCT-7	Mirador	9'987.354.798	221.678.417	1.626.824
PCT-8	Mirador	9'986.878.225	222.238.143	1.593.490
PCT-9	Mirador	9'986.448.332	222.421.339	1.586.895
PCT-10	Mirador	9'986.184.577	222.205.496	1.644.311
PCT-11	Mirador	9'986.645.982	221.181.644	1.686.432
PCT-12	Mirador	9'987.129.542	221.058.230	1.741.619
PCT-13	Mirador	9'987.201.678	220.518.109	1.703.439
PCT-14	Mirador	9'987.621.247	220.679.758	1.749.104
PCT-15	Mirador	9'988.036.222	220.406.457	1.761.101
PCN-1	Compensador	9'985.746.698	226.506.430	1.209.724
PCN-2	Compensador	9'985.672.565	225.445.601	1.234.218
PCN-3	Compensador	9'985.740.279	225.368.427	1.220.253
PCN-4	Compensador	9'985.671.682	225.335.064	1.239.119
PCN-5	Compensador	9'985.619.800	225.239.984	1.231.547
PCN-6	Compensador	9'985.516.007	225.201.717	1.237.383
PCN-7	Compensador	9'985.771.366	225.024.773	1.229.727
PCN-8	Compensador	9'985.764.073	225.123.102	1.227.028
PCN-9	Compensador	9'985.692.823	225.079.650	1.228.344
PCN-10	Compensador	9'985.602.142	225.045.211	1.228.642

3.6 Red geodésica del proyecto

Según el informe de la Fase A antes del sismo del 5 de marzo de 1987, se ejecutó en el campo la medición y sus correspondientes cálculos de una triangulación de II orden, para así obtener una red primaria para enlazar todos los trabajos de investigación y estudios tanto de la Fase A como de la Fase B.

Como consecuencia del sismo estos vértices sufrieron en unos casos pequeños desplazamientos y en otros se salieron de sus sitios.

Por esta razón se recomendó realizar una revisión total de esta red, trabajo a ser ejecutado por INECCEL.

La revisión parcial realizada por parte de INECCEL se ejecutó en base a una poligonal abierta por los vértices existentes a lo largo de la carretera Quito-Baeza-Lago Agrio, cuyas coordenadas y cotas se indican a continuación.

Vértice	Coordenadas		Cotas
	Norte	Este	
IGM Lumbaqui	9'991.249.486	241.748.040	1.064.700
IGM Mama Rosa	9'995.534.291	218.274.606	1.553.060
IGM RC-5	9'988.748.215	212.036.661	1.319.550
INECEL Manzo	9'985.926.157	209.810.563	1.352.701
INECEL M-5	9'982.913.231	205.996.712	1.290.394
INECEL M-7	9'979.587.797	201.004.825	1.351.612
INECEL Morro	9'978.329.917	201.461.365	1.345.300
INECEL Antena	9'978.227.089	200.453.268	1.500.235

3.7 Red sísmica del proyecto

En esta fase del estudio, una vez ubicadas e instaladas en el campo las estaciones de la red sísmica, se determinaron las coordenadas y cotas mediante el replanteo por medio de una poligonal electrónica, la misma que está enlazada a la red geodésica del proyecto.

Las coordenadas obtenidas son planas y las cotas son trigonométricas.

A continuación se indican las estaciones, coordenadas y cotas.

Estación	Coordenadas		Cotas
	Norte	Este	
Tres Cruces	9'970.169.446	192.588.641	1.959.790
Copete	9'988.251.877	208.357.218	2.299.430
Cerro Mirador*	9'997.040.000	209.510.000	2.153.230
Mirador Topográfico	9'989.008.022	221.202.067	1.830.614
La Delicia	9'999.300.497	225.875.828	1.138.499

*: Las coordenadas fueron leídas de las cartas topográficas en escala 1:50.000 y su cota se obtuvo en base a una nivelación barométrica.

3.8 Bases topográficas

En base a la información obtenida en el campo del levantamiento topográfico del sector Salado en escala 1:1.000 y con fines de utilizar en una escala más reducida para interpretación de geología, se elaboraron planos bases en escala 1:2.000 con curvas de nivel cada metro que van desde el 0209-T-2050 al 0209-T-2054, adicionalmente en vista de que esta topografía de campo cubría hasta la cota 1.300, se elaboró otros planos bases en escala 1:2.000, complementándose con las curvas de nivel de la restitución existente en escala 1:10.000 hasta la cota 1.500 con curvas de nivel cada 5 m, los planos van desde el 0209-T-2055 al 0209-T-2059, finalmente se elaboró de la misma manera un plano en escala 1:4.000 solo con información topográfica de campo con curvas de nivel cada 5 m y es el 0209-T-2060.

4. CAMINOS DE ACCESO

4.1 Selección de alternativas

El objetivo de este estudio era el de analizar todas las posibilidades de acceso a los sitios de construcción de las diversas obras y seleccionar la solución más conveniente para el proyecto.

4.1.1 Metodología Se realizó un estudio en escala 1:50.000, obteniéndose como resultado una definición de rutas y tramos a ser estudiados utilizándose las siguientes cotas:

- Volcán El Reventador
- Lumbaqui
- Atenas
- Las Palmas
- Santa Rosa de Quijos

Teniendo como apoyo para chequeo de las alineaciones las fotografías aéreas del año 1987 en escala 1:30.000 tomadas por el IGM después del sismo de marzo de 1987, las líneas de vuelo de las fotografías utilizadas son:

L-11	24484-24451	escala 1:30.000
L-14	24284-24254	escala 1:30.000
R-129	24285-24311	escala 1:30.000
L-13	24226-24255	escala 1:30.000
R-126	23557-23546	escala 1:25.000

Una vez delimitada el área en el plano 1:50.000 se procedió a completar la restitución existente en escala 1:10.000 con curvas de nivel cada 10 m, trabajo realizado por la Compañía Aeromapa.

Sobre esta franja topográfica se realizó, a través de investigaciones, el diseño planialtimétrico de las rutas y tramos definidos en los planos 1:25.000, obteniéndose los planos en escala 1:10.000 en los que se indican los tramos de ruta, la planta con su respectiva topografía y proyecto horizontal así como el perfil longitudinal del terreno y el perfil proyectado, contienen además las abscisas, pendientes y alturas de corte y relleno.

4.1.2 Alternativas estudiadas En base a este estudio se han definido ocho tramos, los que se indican en la Figura 4/1, presentados de la siguiente manera:

Tramo	Nudos
1	A-B-C-D-E
2	D-F-G-H
3	B-J
4	G-L-C
5	F-N-I-H
6	I-J-K
7	L-M
8	N-H

De estos tramos se conformaron seis alternativas a ser analizadas, tanto de acuerdo a sus condiciones geológicas, geotécnicas, de diseño planialtimétrico y sus condiciones económicas.

En el Cuadro 4/1 se indican los subtramos que conforman las diferentes alternativas y en el que consta su longitud.

Cuadro 4/1

ALTERNATIVAS DE CAMINOS DE ACCESO

Alternativa	Nudos	Longitud parcial (km)	Longitud total (km)
1	A-B-C-G-H	29.410	45.163
	B-J-K	15.753	
2	A-B-C-D	22.715	47.509
	D-F	5.372	
	F-G	1.831	
	G-H	1.838	
	B-J-K	15.753	
3	A-B-C-D-F	28.088	46.273
	F-N	920	
	N-H	1.150	
	B-J-K	15.755	
4	A-B-C-D-F-N	29.008	58.172
	N-I-H	8.884	
	I-J-K	20.280	
5	A-B-J-K	18.319	52.617
	D-E-F-N-H	34.298	
6	A-B-J-K	18.319	40.227
	I-J	18.836	
	I-H	3.072	

En base a esta información y según consta en el informe Pre-preliminar de Caminos de Acceso del Proyecto, presentado en abril de 1991, se recomienda la realización de los estudios preliminares en esta fase del acceso hacia la casa de máquinas, a partir del Km 74 de la carretera Lago Agrio-Baeza, con una longitud aproximada de 20 km, más el estudio del acceso desde las obras de toma en el río Salado hasta el compensador con una longitud aproximada de 34 km.

Antes de aprobar el estudio preliminar de este segundo tramo, INECEL solicitó que se analice la posibilidad de reemplazarlo por medio del uso de un plano inclinado que uniera la zona de la casa de máquinas con el compensador.

4.2 Estudio preliminar del camino del Km 74 Lago Agrio-Baeza-Casa de Máquinas

4.2.1 Objetivo El objetivo básico del estudio preliminar de ingeniería es el que permite definir una ruta diseñada sobre datos obtenidos en el campo que incluyen la topografía, los problemas geológicos y geotécnicos, drenaje, obras de arte, tales como puentes y alcantarillas, y que permitan lograr una definición de las características de la vía y de su costo real.

4.2.2 Metodología El estudio preliminar del acceso hacia la casa de máquinas, comprende las siguientes actividades que fueron ejecutadas a través de investigaciones:

- a. Línea de gradiente
- b. Polígono
- c. Perfiles transversales y referencia
- d. Topografía auxiliar para el cruce de cauces importantes
- e. Trabajos de gabinete

Realizados los trabajos de campo se procedió a elaborar los respectivos cálculos y de dibujo, obteniéndose una franja topográfica de ± 100 m de ancho en escala 1:1.000 y con curvas de nivel cada metro.

Sobre esta topografía y en base a alineaciones controladas por líneas de gradiente con pendientes y radios de curvatura de acuerdo a las normas aprobadas por el Ministerio de Obras Públicas, se realizó el diseño geométrico del acceso, adoptándose una sección transversal correspondiente a un camino vecinal tipo 5, clase de camino aprobado por INECEL mediante memorándum 030/91 del 22 de enero de 1991.

4.2.3 Descripción de la ruta El estudio preliminar de este acceso se inició en el Km 74 de la carretera Baeza-Lago Agrio, desarrollándose por la meseta existente entre la margen izquierda del río Coca, descendiendo inicialmente con pendiente longitudinal que no exceden del 10%, hasta el Km 13+000, de este kilómetro hasta el km 17+500 el proyecto se ha diseñado con gradientes longitudinales combinadas hasta el 12% debido a la presencia de barrancos y peñas profundas, no existiendo otra ruta alterna en este descenso, considerán-

dose como único, cruza el río Coca y continúa hasta llegar a la quebrada de la galería.

Este proyecto tiene una longitud aproximada de 20 km, teniéndose previsto el estudio de 5 puentes ubicados en la margen derecha del río Coca en las siguientes abscisas:

Abscisa	Longitud metros
17+400	75,00
18+450	30,00
18+820	20,00
19+250	20,00
19+900	30,00

En los planos consta el polígono de campo, así como el diseño geométrico en planta y perfil, indicándose los datos de curvas, coordenadas, abscisado y cotas, tanto del terreno como del proyecto.

4.3 Otros accesos estudiados en escala 1:1.000

Por disponer de levantamientos topográficos en escala 1:1.000 con curvas de nivel cada metro en las diferentes obras se ha realizado un diseño preliminar de otros tramos de caminos de acceso a diferentes sitios del proyecto.

4.3.1 Casa de máquinas-patio de maniobras-teleférico Teniendo como base el polígono de campo y diseño geométrico preliminar hacia la casa de máquinas y disponiendo de topografía en escala 1:1.000 del sector del Codo Sinclair, se estudió un acceso que partiendo del Km 19+915 junto a la quebrada de la galería, llega al sitio donde va a estar ubicado tanto el patio de maniobras, como el teleférico de enlace entre el Codo Sinclair y el compensador. Se debe estudiar un puente de 30 m de longitud ubicado sobre la quebrada Granadillas.

La longitud de este acceso es de 0,899 km desarrollándose por la parte baja del Codo Sinclair obteniendo el Plano 0209-T-2116.

En este sector también se estudió un camino que parte del acceso a la casa de máquinas hacia la salida del túnel de descarga con una longitud de 0,290 km.

4.3.2 Casa de máquinas-ventana inferior de la tubería de presión Este acceso parte del km 19+100 del acceso hacia la casa de máquinas y asciende hacia la plataforma existente en la parte media del Codo Sinclair a 771 m s.n.m. con una pendiente longitudinal máxima del 11%, llega a la quebrada de la galería, cruza la misma por medio de un puente de luz de 25 m y se introduce hacia la ventana del túnel de la tubería de presión. Se estima, además, que en este acceso deberán diseñarse dos puentes adicionales de 25 y 30 m de longitud.

La longitud de este acceso es de 1,20 km, y consta en el Plano 0209-T-2116.

4.3.3 Camino de acceso hacia la ventana superior del túnel de descarga Habiéndose chequeado en el campo que no es posible la construcción de un camino que partiendo del Codo Sinclair llegue al sitio se definió que partiendo del camino que llega a la parte superior del teleférico se estudie un acceso combinado entre carretera y plano inclinado, el camino llegará hasta aproximadamente la cota 1.195. luego los vehículos descenderían por medio de un plano inclinado de aproximadamente 165 m de longitud hasta la posible ubicación de la ventana a 1.073 m s.n.m. donde se construirá una plataforma.

El acceso de camino desde la parte superior del teleférico tiene una longitud de 0,700 km, desarrollándose por una zona ondulada cuyas pendientes transversales no exceden del 50%, obteniéndose el Plano 0209-T-2117.

4.3.4 Caminos de acceso en el sector compensador A partir del final del estudio pre-preliminar en escala 1:10.000 del camino que uniría el sector Salado con el compensador se estudiaron varios caminos de acceso que enlazarían las diversas obras como son la presa del embalse, ventana hacia la quebrada Los Loros, campamentos y teleférico.

En vista de ser un camino de acceso y de construcción en el diseño geométrico se consideraron radios de curvatura de radio mínimo de 12 m y pendiente longitudinal que no sobrepasa del 15%, se prevé la construcción de un puente de longitud 30 m en la quebrada Granadillas, una vez construida la presa, se eliminaría una gran parte del camino circulado por la corona de la misma.

La longitud estimada de estos caminos es de 5.210 km.

Estos accesos se muestran en los planos que van numerados desde el 0209-T-2110 al 0209-T-2115.

4.3.5 Camino de acceso hacia la ventana ubicado en el sitio Galindo Este acceso parte de la carretera existente Baeza-Lago Agrio, sitio Galindo, desarrollándose por un camino existente de aproximadamente 0,600 km, luego de terminarse este camino continúa descendiendo por la margen izquierda del río Coca, hasta que lo cruza con un puente de 92 m de luz, continúa por la margen derecha y termina en la boca de la ventana de acceso al túnel de conducción.

La longitud total de este acceso más el tramo del camino existente es de 1,20 km, cuyos datos se ilustran en el Plano 0209-T-2109.

4.3.6 Camino de acceso Salado-presa de derivación Este acceso se estudió tomando en cuenta el encauzamiento que va a realizarse al río Coca, desarrollándose por la margen izquierda por una zona llana

luego cruza el río Coca y empalma al proyecto en escala 1:10.000 Salado-Mirador-compensador.

para este acceso se han considerado dos puentes de luces 113 m y 171 m.

La longitud de este acceso es de 1,20 km. Se indica el diseño en el Plano 0209-T-2108.

4.4 Secciones típicas adoptadas

De acuerdo a las Normas de Diseño del MOP y al tráfico que van a soportar estos caminos, se adoptó una sección típica vecinal montañosa clase V de dos carriles, con un ancho por carril de 3,00 m, lo que da un ancho total de calzada de 6,00 m, adoptándose como pendiente transversal el 4%, con pendiente única hacia la parte externa a partir del eje de la sección; no se ha considerado espaldones, pero sí sobreanchos y peraltes en las curvas horizontales de acuerdo al radio de curvatura utilizado (véase Figura 4/2).

En las secciones en corte se construirán cunetas de desagüe de hormigón tipo "R".

En resumen se han diseñado estos caminos de acuerdo a normas y especificaciones vigentes en el Ministerio de Obras Públicas, previamente aprobados por INECCEL. Normas que se indican en el informe para el estudio preliminar del acceso hacia la casa de máquinas.

Para el cálculo de cantidades de obra igualmente se ha tomado como referencia los datos de este informe.

4.5 Plano inclinado - Teleférico

Con el fin de analizar la posibilidad de reemplazar la vía de acceso del Salado al compensador con otro sistema no convencional de comunicación entre la Casa de Máquinas y el compensador, se analizó la posibilidad de construir un plano inclinado con capacidad para movilizar equipos y personal entre los dos sitios de obra.

Como resultado del análisis que consta en el informe 0209-B-177, se concluye que no conviene la construcción de un plano inclinado, pero se recomienda la construcción de un teleférico para la movilización de personas y cargas livianas. En consecuencia, se insiste en la construcción de un camino de acceso como la única solución para atender adecuadamente las necesidades del sitio de obra del compensador.

Los planos correspondientes a este análisis constan en los números 0209-T-2106 y 0029-T-2107.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La información topográfica y cartográfica obtenida en la Fase A se complementa en esta fase especialmente en lo que se refiere a levantamientos topográficos en escala 1:1.000 con curvas de nivel cada metro, obtenidas en la zona de captación, embalse compensador y área de casa de máquinas, así como también en la ventana del túnel de aducción.

En base a las fotografías obtenidas después del sismo de marzo de 1987, se complementó la información cartográfica en lo referente a restituciones obtenidas en escala 1:10.000, para el diseño de alternativas de los caminos de acceso hacia las diferentes obras.

Igualmente, se complementó el mosaico de cartas topográficas en escala 1:50.000, obtenidas en el Instituto Geográfico Militar.

Toda la información disponible a la fecha se indica en el Plano 0209-T-2000.

5.2 Recomendaciones

Para mejorar la información topográfica y cartográfica y poder continuar con futuras actividades de este estudio, se recomienda realizar las siguientes actividades.

5.2.1 Red geodésica del proyecto Se recomienda revisar la red geodésica principal del proyecto, se debe aclarar que esta revisión debía realizarse en esta fase por parte del personal de Topografía de INECEL, la metodología a utilizarse deberá ser la siguiente:

- a. Medición angular con instrumento tipo T-3.
- b. Medición de distancia con electrotape para distancias mayores a 15 km y para distancias menores, con distanciómetros.
- c. Medición de los ángulos horizontales con 8 reiteraciones nocturnas.
- d. La figura básica deberá tener mayor fuerza. Para ello deberá medirse la otra diagonal (Mama Rosa-CSI 1).
- e. Monumentación adecuada, que deberá realizarse para asegurar una mayor permanencia.

- f. Enlace de esta red a la nueva red que el IGM lleve hasta la zona del proyecto.
- g. Nivelación geométrica de precisión entre todos los sitios de las obras y en particular entre la embocadura del túnel de aducción y la desembocadura del túnel de descarga.

5.2.2 Red sísmica del proyecto Deberá ser enlazada topográficamente a la red geodésica la estación sísmica ubicada en el Cayambe, ya que en esta fase los datos topográficos fueron obtenidos de las cartas topográficas.

5.2.3 Levantamientos topográficos de detalle Para el sitio de la casa de máquinas ubicado en el Codo Sinclair, se recomienda realizar un levantamiento topográfico en escala 1:1.000 para completar la información disponible y poder empalmar con la topografía del compensador. Actualmente se dispone de aproximadamente 60 ha levantadas en el Codo Sinclair.

5.2.4 Caminos de acceso Teniendo disponible el estudio preliminar del camino de acceso hacia la casa de máquinas, se recomienda realizar el estudio definitivo que consiste en el replanteo del mismo, procediéndose posteriormente al reajuste del proyecto vertical, dando como consecuencia un estimado de cantidades de obra más exacto.

Igualmente deberá estudiarse la posibilidad de ingresar hacia el compensador desde el sector Salado realizando un estudio preliminar y definitivo, sobre la base del diseño pre-preliminar realizado en la Fase B en planos de 1:10.000 obtenidos de la restitución fotogramétrica.

Estos trabajos deberán realizarse siguiendo las especificaciones que el Ministerio de Obras Públicas dispone para este tipo de camino, complementándose con las disponibles en INECCEL.

Se debe hacer un levantamiento definitivo de los caminos de acceso a las ventanas que servirán para la construcción de la tubería de presión, así como los caminos de acceso a la presa en el compensador y al lugar donde estarán ubicados los campamentos de construcción.

Se deberá hacer también un levantamiento topográfico en escala 1:1.000 del área donde se ubicarán los campamentos en el compensador en el Km 10 de la carretera de acceso a la casa de máquinas, en el Salado y en la zona de la ventana de acceso al túnel de conducción.

Al fin, se necesita hacer un levantamiento topográfico en escala 1:1.000 de una faja de 100 m de ancho a lo largo de la línea de transmisión desde el patio de maniobras hasta la subestación en Santa Rosa, o en Pifo en caso de que se establezca una nueva subestación en ese sector. Para esto se utilizarán las especificaciones propias de INECCEL.

FIGURAS

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES



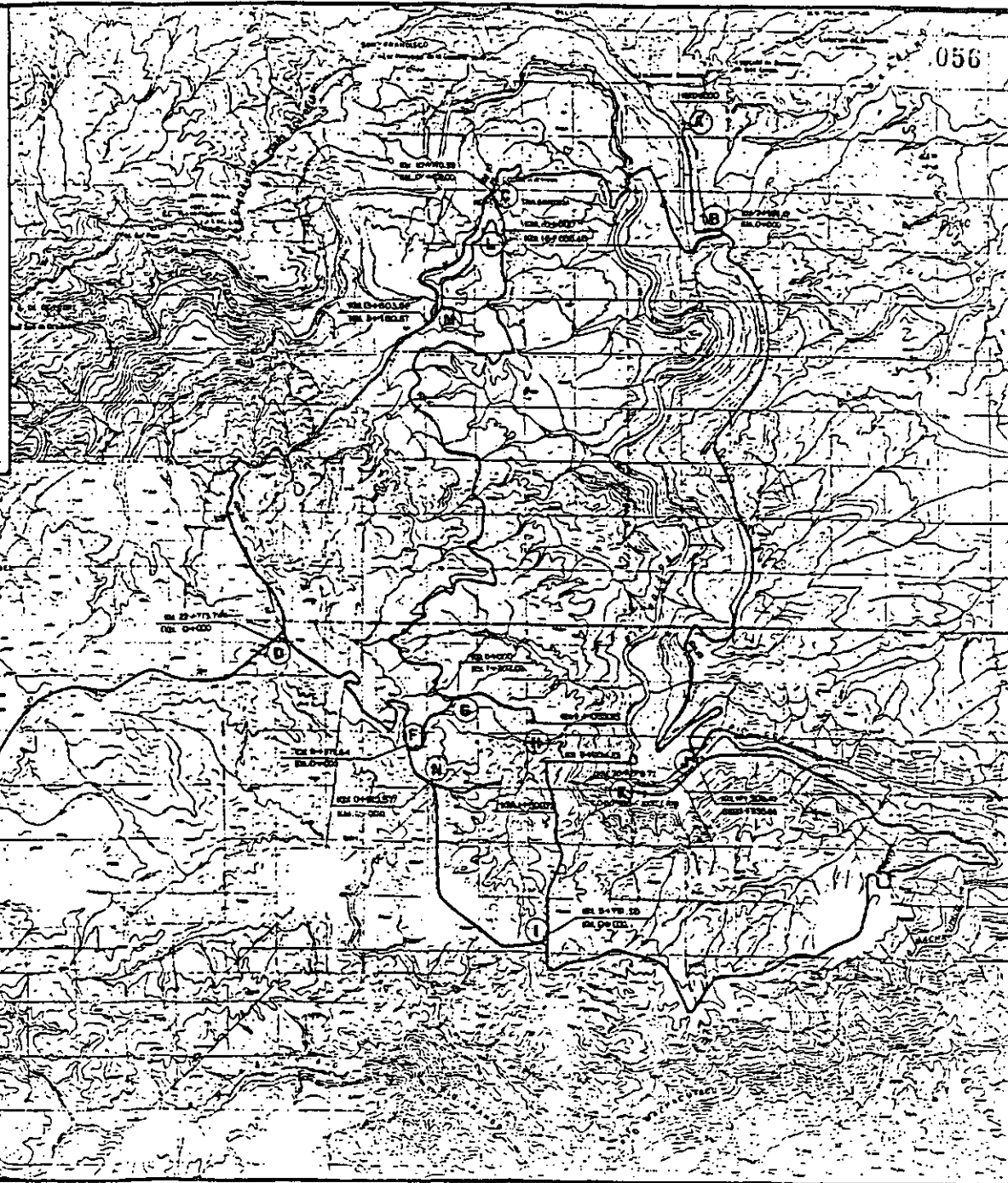
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

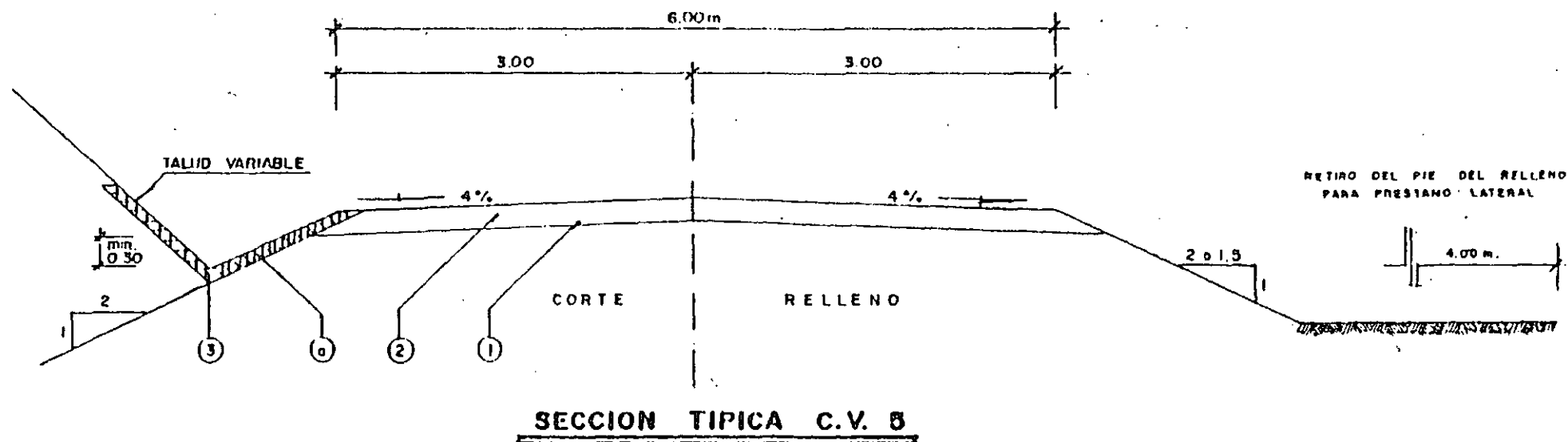
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

UBICACION DE CAMINOS DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO COCA

FIGURA 4/L



Traao	Nudos
1	A-B-C-D-E
2	D-F-G-H
3	H-J
4	G-L-C
5	F-N-I-H
6	I-J-K
7	L-M
8	N-H



LEYENDA

- ① SUPERFICIE DE SUBRASANTE COMPACTADA
- ② CAPA GRANULAR DE RODADURA SGR 4-5 (ESPESOR VARIABLE)
- ③ CUNETIA REVESTIDA (EMPEDRADA)

④ COMO REGLA GENERAL, USE CUANDO LA PENDIENTE LONGITUDINAL SEA MAYOR DE 4% Y DONDE EL MATERIAL EN SITIO, SEA EROSIONABLE.

Figura 4/2 **SECCION TIPICA DE CAMINO VECINAL TIPO 5**

MONOGRAFIAS

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - CODO SINCLAIR

MONOGRAFIA

VERTICE: V-300	PROVINCIA: NAPO	CANTON: QUIJOS
Ø =	COORDENADAS PLANAS	ELEVACION GEOMETRICA
Y = 9'985.786.394	X = 209.856.119 ZONA 18 UTM	ELEVACION 1.355.767 TRIGONOMETRICA
Y =	X = ZONA UTM	ORDEN:
VERTICE	ZONA CUADRICULA	DATO VERTICAL

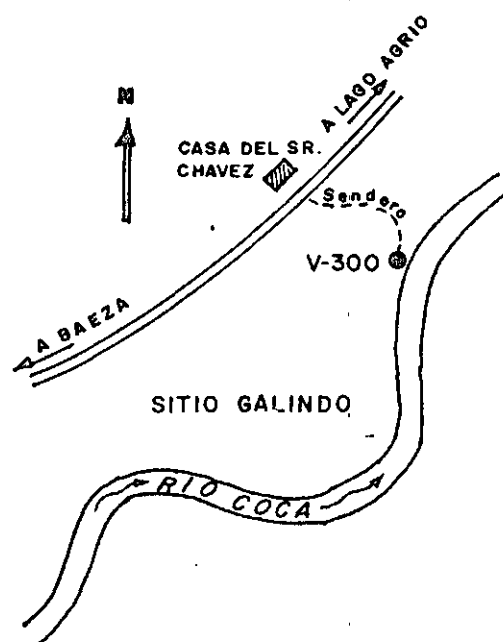
UBICACION:

El vértice V-300 se encuentra ubicado en la provincia del Napo, cantón Quijos, en el sitio denominado Galindo.

VIAS DE PENETRACION:

Partiendo del campamento de San Rafael con dirección al Salado se llega al sitio denominado Galindo en un recorrido en vehículo de 15 minutos, luego por un sendero se asciende con dirección sur-este en aproximadamente 300 m hacia la cuchilla más alta, encontrándose el vértice en el borde superior del talud del río Coca, margen izquierda.

CROQUIS



DOCUMENTACIONES:

El mojón es de concreto, circular de las siguientes dimensiones, diámetro 10 cm y altura 50 cm, sobresaliendo 10 cm del suelo y en bajo relieve aparece la leyenda P. Coca V-300.

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - CODO SINCLAIR

MONOGRAFIA

VERTICE: V-301	PROVINCIA: NAPO	CANTON: QUIJOS
Ø =	COORDENADAS PLANAS	ELEVACION GEOMETRICA
Y = 9'985.637.141	X = 209.502.481 ZONA 18 UTM	ELEVACION 1.329.648 TRIGONOMETRICA
Y =	X = ZONA UTM	ORDEN:
VERTICE	ZONA CUADRICULA	DATO VERTICAL

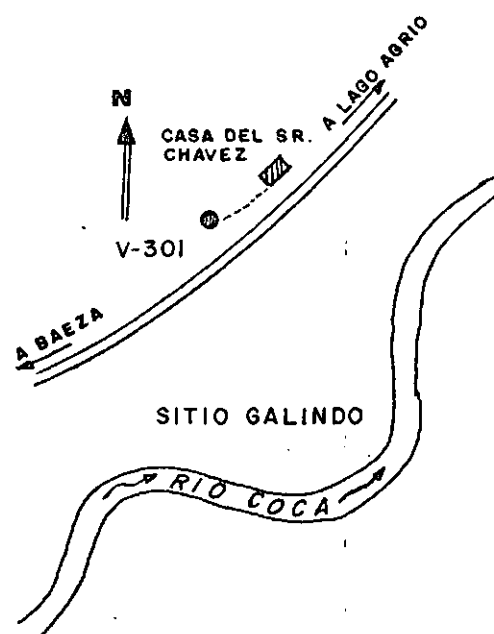
UBICACION:

El vértice V-301 se encuentra ubicado en la provincia del Napo, cantón Quijos, en el sitio denominado Galindo.

VIAS DE PENETRACION:

Partiendo del Campamento San Rafael con dirección al Salado se llega al sitio denominado Galindo en un recorrido en vehículo de 15 minutos, luego por un sendero se asciende con dirección sur-oeste en aproximadamente 100 m, encontrándose el vértice sobre la meseta de la pequeña elevación.

CROQUIS



DOCUMENTACIONES:

El mojón es de concreto, circular, de las siguientes dimensiones, diámetro 10 cm y altura 50 cm, sobresaliendo 10 cm del suelo y en bajo relieve aparece la leyenda P. Coca V-301.

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - CODO SINCLAIR

MONOGRAFIA

VERTICE: V-501	PROVINCIA: NAPO	CANTON: QUIJOS
Ø =	COORDENADAS PLANAS	ELEVACION GEOMETRICA
Y = 9'985.442.737	X = 226.437.561 ZONA 18 UTM	ELEVACION 886.359 TRIGONOMETRICA
Y =	X = ZONA UTM	ORDEN:
VERTICE	ZONA CUADRICULA	DATO VERTICAL

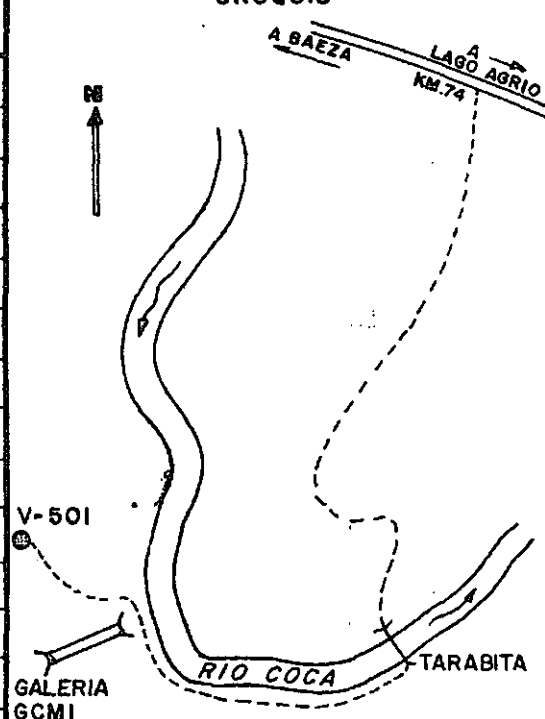
UBICACION:

El vértice V-501 se halla ubicado al sur-este del Campamento San Rafael de INECEL, en el sitio denominado Codo Bajo, margen derecha del río Coca y sobre la galería existente, junto al sondeo SC2 ejecutado en la Fase A.

VIAS DE PENETRACION:

En vuelo de helicóptero partiendo del Campamento San Rafael con dirección al Codo Bajo, margen derecha del río Coca. Además se puede penetrar al punto partiendo del Km. 74 de la carretera Lago Agrio-Baeza, por una trocha siguiendo la margen izquierda del río Coca hasta la tarabita existente sobre este río, se cruza y se continúa aguas arriba por la margen derecha hasta el sitio de la galería. El tiempo empleado es aproximadamente 9 horas.

CROQUIS



DOCUMENTACIONES:

El mojón es de concreto, circular, de las siguientes dimensiones, diámetro 10 cm y largo 50 cm, sobresaliendo 10 cm del suelo y en bajo relieve aparece la leyenda P. Coca V-501.

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - CODO SINCLAIR

MONOGRAFIA

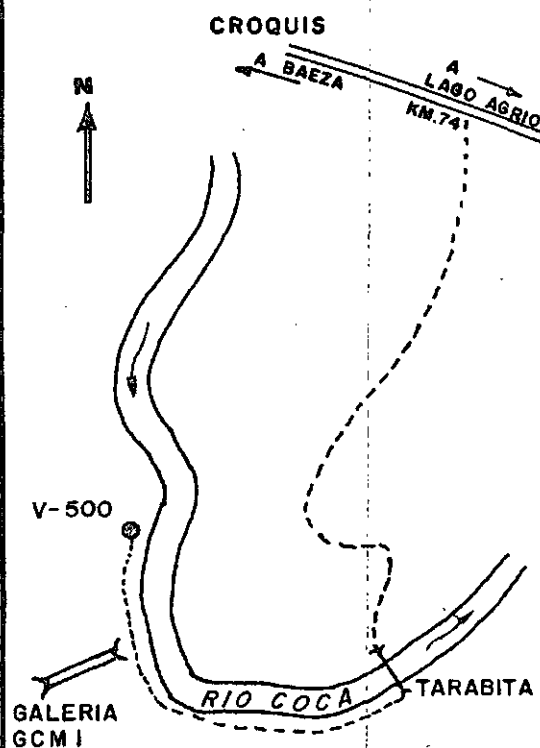
VERTICE: V-500	PROVINCIA: NAPO	CANTON: QUIJOS
Ø =	COORDENADAS PLANAS	ELEVACION GEOMETRICA
Y = 9'985.705.536	X = 226.984.652 ZONA 18 UTM	ELEVACION 628 513 TRIGONOMETRICA
Y =	X = ZONA UTM	ORDEN:
VERTICE	ZONA CUADRICULA	DATO VERTICAL

UBICACION:

El vértice V-500 se encuentra ubicado al sur-este del Campamento San Rafael de INECEL, en el sitio denominado Codo Bajo, margen derecha del río Coca, sobre el talud del mencionado río.

VIAS DE PENETRACION:

En vuelo de helicóptero partiendo del Campamento San Rafael con dirección al Codo Bajo, margen derecha del río Coca. Además se puede penetrar al punto partiendo del Km. 74 de la carretera Lago Agrio-Baeza, por una trocha siguiendo la margen izquierda del río Coca hasta la tarabita existente sobre este río, se cruza y se continúa aguas arriba por la margen derecha hasta el sitio de la galería. El tiempo empleado es aproximadamente 8 horas.



DOCUMENTACIONES: El mojón es de concreto, circular, de las siguientes dimensiones, diámetro 10 cm y largo 50 cm, sobresaliendo 10 cm del suelo y en bajo relieve aparece la leyenda P. Coca V-500.

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - CODO SINCLAIR

MONOGRAFIA

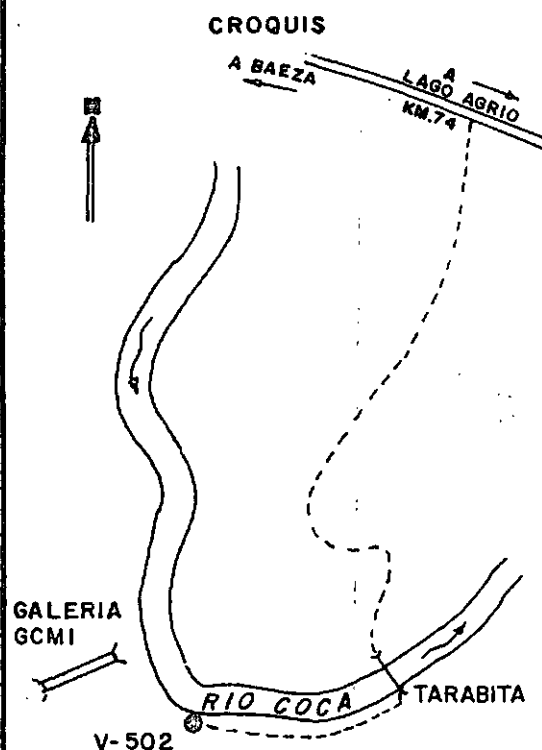
VERTICE: V-502	PROVINCIA: NAPO	CANTON: QUIJOS
Ø =	COORDENADAS PLANAS	ELEVACION GEOMETRICA
Y = 9'985.055.244	X = 227.149.634 ZONA 18 UTM	ELEVACION 631.709 TRIGONOMETRICA
Y =	X = ZONA UTM	ORDEN:
VERTICE	ZONA CUADRICULA	DATO VERTICAL

UBICACION:

El vértice V-502 se halla ubicado al sur-este del Campamento San Rafael de INECEL, en el sitio denominado Codo Bajo, margen derecha del río Coca, sobre el talud del mencionado río.

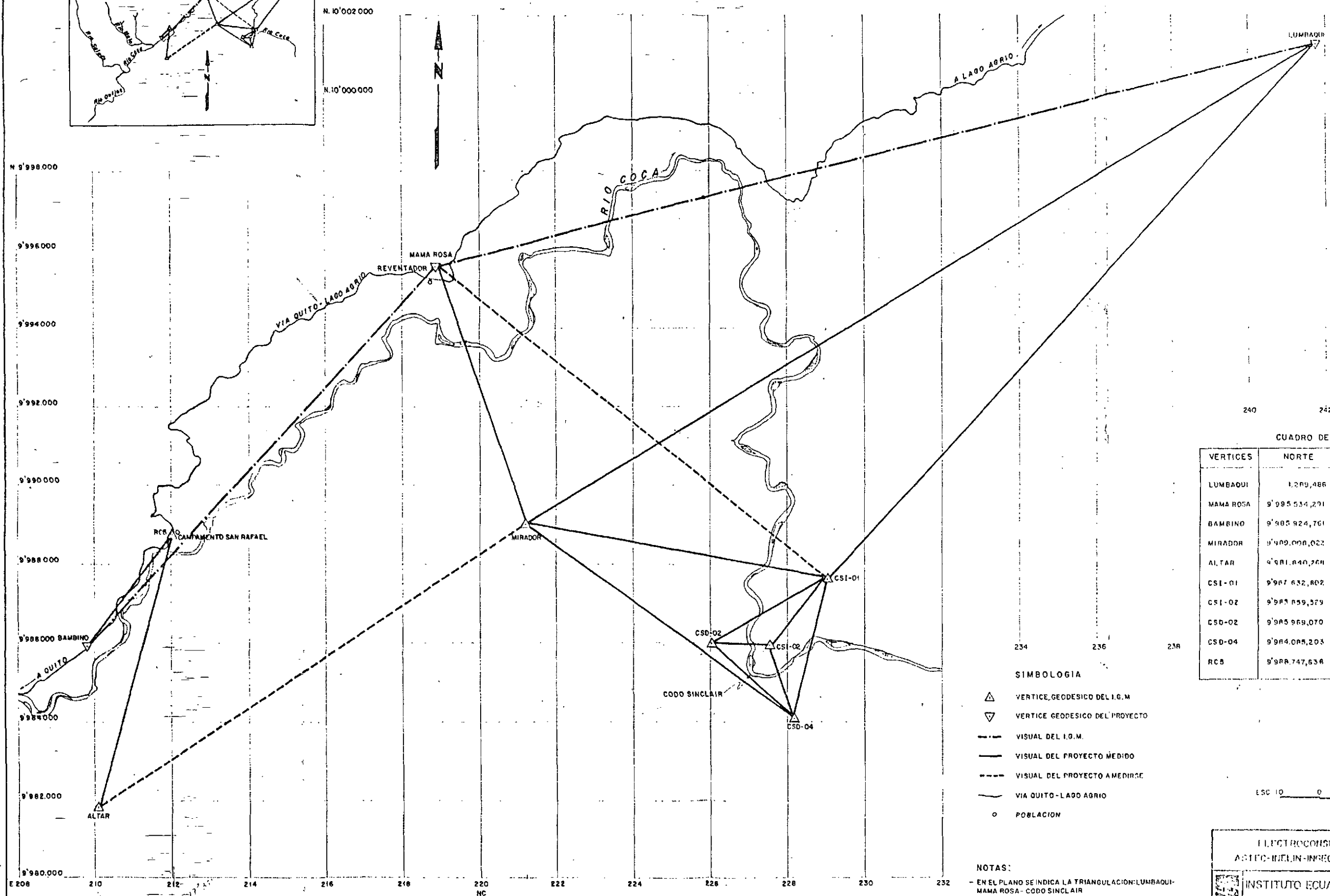
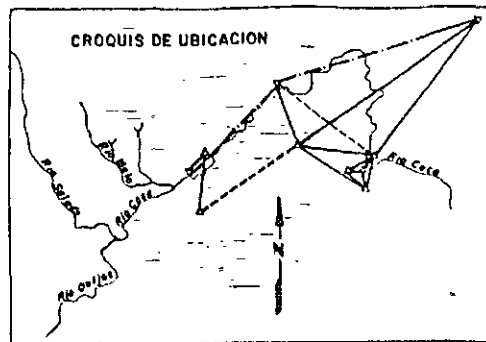
VIAS DE PENETRACION:

En vuelo de helicóptero partiendo del Campamento San Rafael con dirección al Codo Bajo, margen derecha del río Coca. Además se puede penetrar al punto partiendo del Km. 74 de la carretera Lago Agrio-Baeza, por una trocha siguiendo la margen izquierda del río Coca hasta la tarabita existente sobre este río, se cruza y se continúa aguas arriba por la margen derecha. El tiempo empleado es aproximadamente 8 horas.



DOCUMENTACIONES: El mojón es de concreto, circular, de las siguientes dimensiones, diámetro 10 cm y largo 50 cm, sobresaliendo 10 cm del suelo y en bajo relieve aparece la leyenda P. Coca V-502.

PLANOS



CUADRO DE COORDENADAS

VERTICES	NORTE	ESTE	ELEVACION
LUMBAQUI	1.209,486	241.746,049	1064,700
MAMA ROSA	9'995.534,291	218.874,606	1553,080
BAMBINO	9'985.924,761	209.808,882	1353,177
MIRADOR	9'989.008,022	221.202,067	1830,814
ALTAR	9'981.840,764	210.069,944	1973,270
CSI-01	9'987.632,802	229.081,314	1288,947
CSI-02	9'985.859,579	227.541,270	839,781
CSD-02	9'985.868,070	226.017,893	1202,086
CSD-04	9'984.085,203	226.158,909	1.178,268
RCB	9'988.747,636	212.035,930	1.519,926

SIMBOLOGIA

- △ VERTICE GEODESICO DEL I.G.M
- ▽ VERTICE GEODESICO DEL PROYECTO
- VISUAL DEL I.G.M.
- VISUAL DEL PROYECTO MEDIDO
- - - VISUAL DEL PROYECTO A MEDIRSE
- VIA QUITO-LAGO AGRIO
- POBLACION

NOTAS:

- EN EL PLANO SE INDICA LA TRIANGULACION: LUMBAQUI-MAMA ROSA-CODO SINCLAIR
- LA INFORMACION DE ESTE PLANO ES VALIDA HASTA EL 5 DE MARZO DE 1987

ZONA 18 (U.T.M.)

— ANGULO NC-M EN 1960
1° 45' (31.1 MILESIMAS)

NORTE DE CUADRICULA
NORTE MAGNETICO

ESC 10 0 10 20 30 Km

ELECTROCONSULTA-TIACCIONEL-RODIO
ACTIVO-INELIN-INNECONSULTA-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

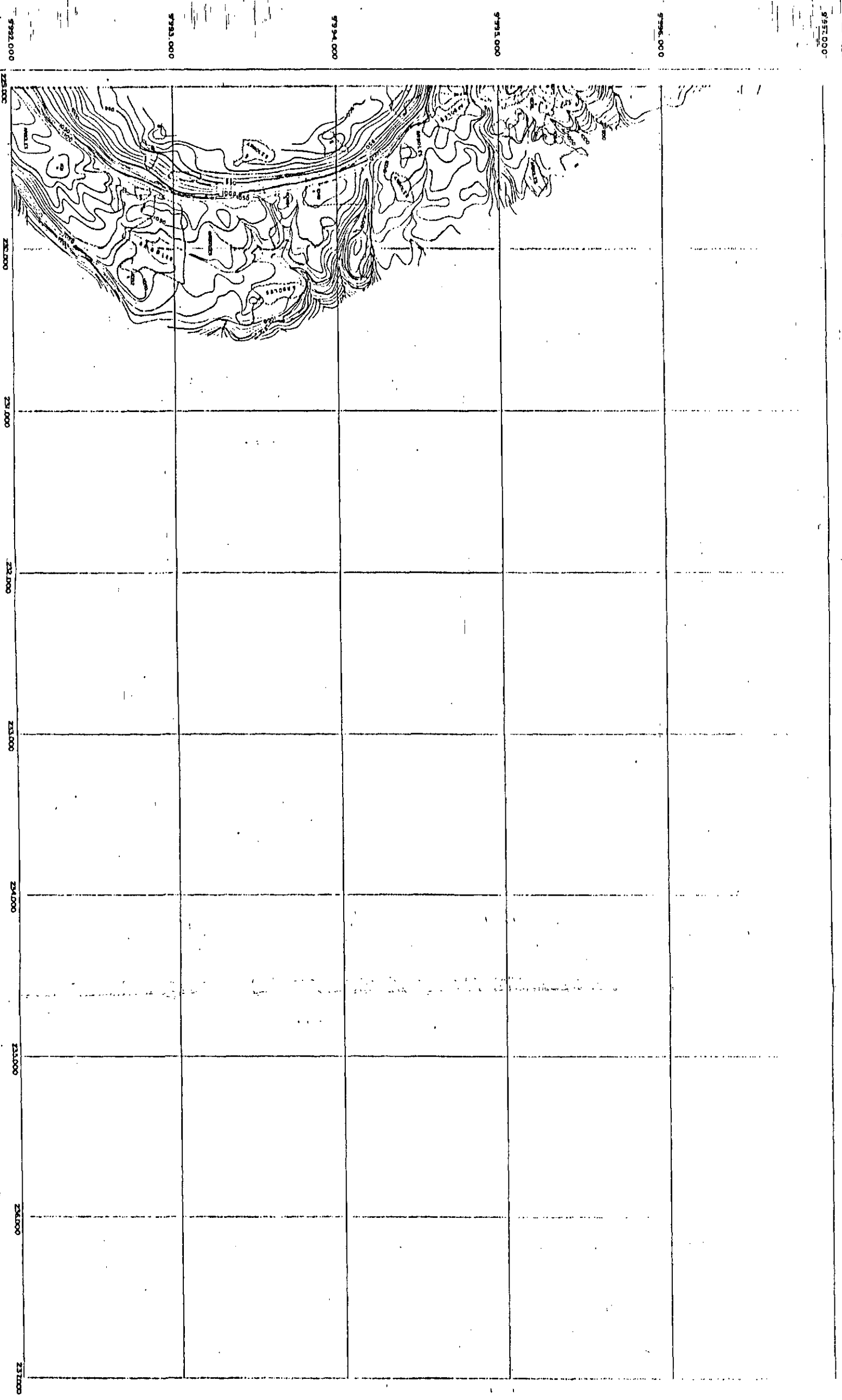
QUITO - Ecuador

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
(EXISTENTE Y A CONSTRUCCION)

TOPOGRAFIA
ENLACE GEODESICO PRINCIPAL

PROYECTO	0.9 / L. 4.1	REVISADO	
ELABORADO	0. M.	APROBADO	
FECHA	3/1	FECHA	
FECHA	DICIEMBRE / 86	FECHA	

REF 0209-T-2001



1.000

2.000

3.000

4.000

5.000

6.000

7.000

8.000

9.000

10.000

11.000

12.000

13.000

14.000

15.000

16.000

17.000

18.000

19.000

20.000

21.000

22.000

23.000

24.000

25.000

26.000

27.000

28.000

29.000

30.000

31.000

32.000

33.000

34.000

35.000

36.000

37.000

38.000

39.000

40.000

41.000

42.000

43.000

44.000

45.000

46.000

47.000

48.000

49.000

50.000

51.000

52.000

53.000

54.000

55.000

56.000

57.000

58.000

59.000

60.000

61.000

62.000

63.000

64.000

65.000

66.000

67.000

68.000

69.000

70.000

71.000

72.000

73.000

74.000

75.000

76.000

77.000

78.000

79.000

80.000

81.000

82.000

83.000

84.000

85.000

86.000

87.000

88.000

89.000

90.000

91.000

92.000

93.000

94.000

95.000

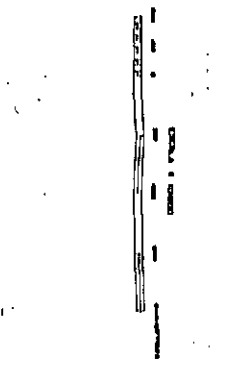
96.000

97.000

98.000

99.000

100.000



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100



1.000

2.000

3.000

4.000

5.000

6.000

7.000

8.000

9.000

10.000

11.000

12.000

13.000

14.000

15.000

16.000

17.000

18.000

19.000

20.000

21.000

22.000

23.000

24.000

25.000

26.000

27.000

28.000

29.000

30.000

31.000

32.000

33.000

34.000

35.000

36.000

37.000

38.000

39.000

40.000

41.000

42.000

43.000

44.000

45.000

46.000

47.000

48.000

49.000

50.000

51.000

52.000

53.000

54.000

55.000

56.000

57.000

58.000

59.000

60.000

61.000

62.000

63.000

64.000

65.000

66.000

67.000

68.000

69.000

70.000

71.000

72.000

73.000

74.000

75.000

76.000

77.000

78.000

79.000

80.000

81.000

82.000

83.000

84.000

85.000

86.000

87.000

88.000

89.000

90.000

91.000

92.000

93.000

94.000

95.000

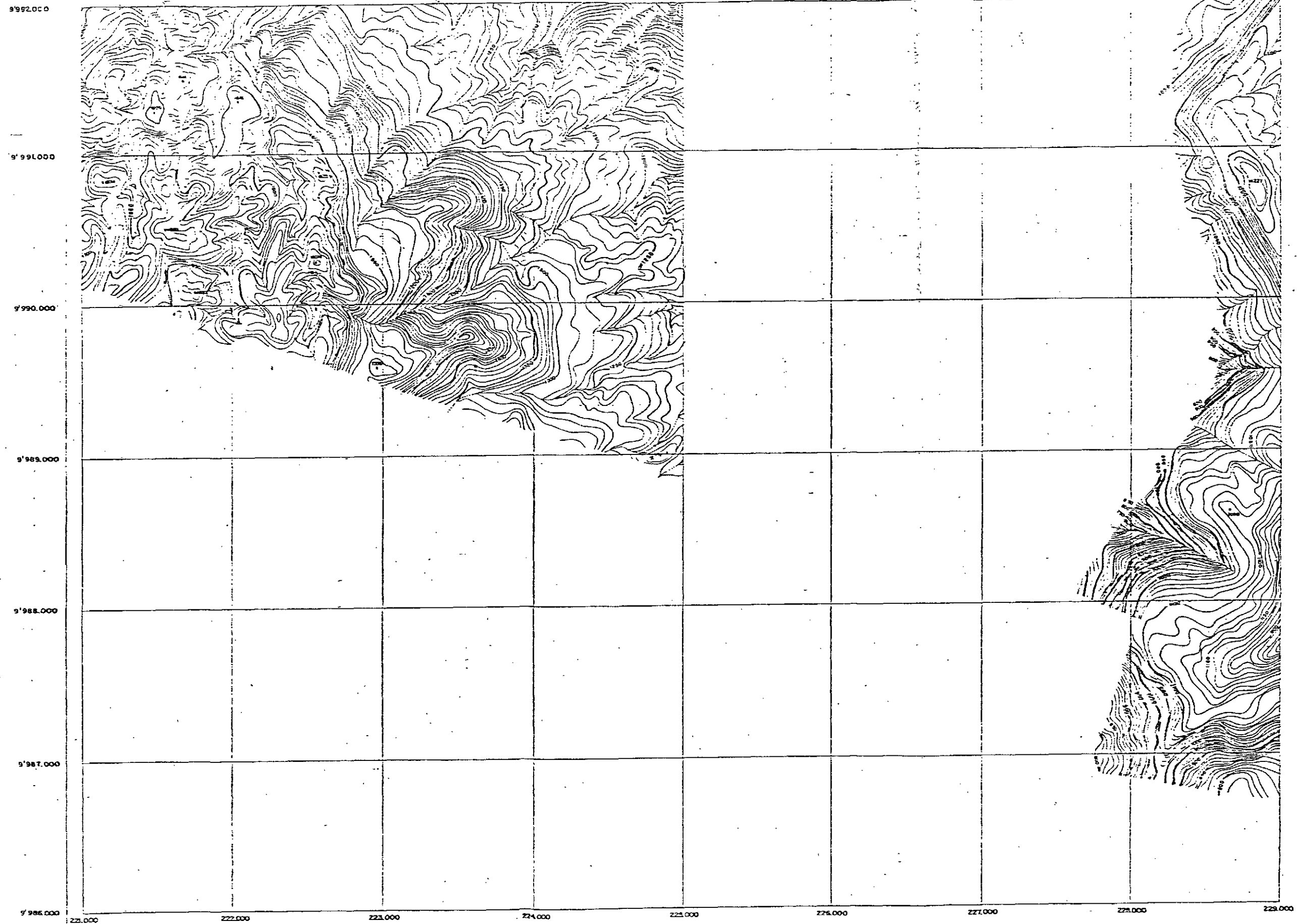
96.000

97.000

98.000

99.000

100.000



НОТА.

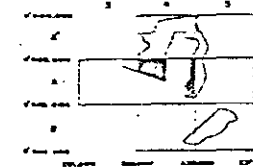
- 21 INTERVALO ENTRE LINEAS DE CROMOCLAVA HOUS METROS
DADA 10 DE LA PROTECCION NO. 1.7 P
- 22 CANTIDAD DE CUBOS DE 10 LITROS
CONTENIA VERTICALES ANALISIS EN EL AREA MEDIO DEL MAR.
- 23 COMPLETADO POR AGUAS POR METODOS
PARAMETRICOS EN ABRIL DE 1960
- 24 FOTODUPLICADOS SERIES TONICAS POR EL I.E.R.
EN NOVIEMBRE DE 1961 Y DICIEMBRE DE 1962
- 25 CLASIFICACION Y CONTROL DE CAMPO ESTABLECIDO
POR EL I.E.R. EN JUNIO DE 1960

2. STAGE 1, NOISE


INDEX OF VALUES REPRESENTED

	$\delta \rightarrow$	$\delta \rightarrow$
$\delta \rightarrow$	$\delta \rightarrow$	$\delta \rightarrow$
$\delta \rightarrow$	$\delta \rightarrow$	$\delta \rightarrow$

INDEX DE NOMS PROPRIETAIRES



ELECTROTECNIA - FRACTORES - PUNOS
ARTES ANILAS - INGENIERIA - CAMINOS Y CARRETERAS

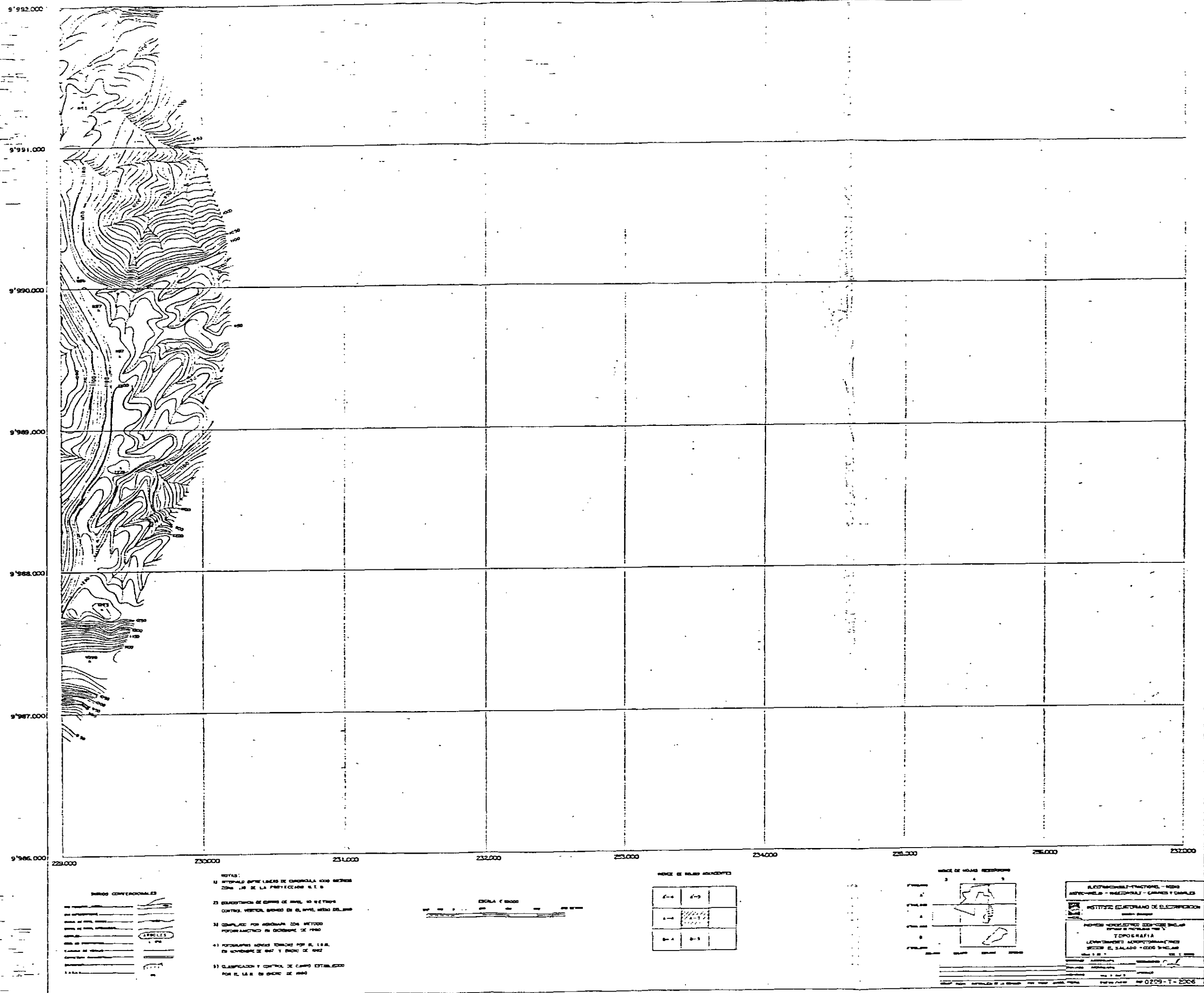
 **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ELECTRIFICACIÓN**
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ELECTRIFICACIÓN

PROYECTO DE INGENIERIA DE ELECTRIFICACIÓN
 PROYECTO DE INGENIERIA DE ELECTRIFICACIÓN

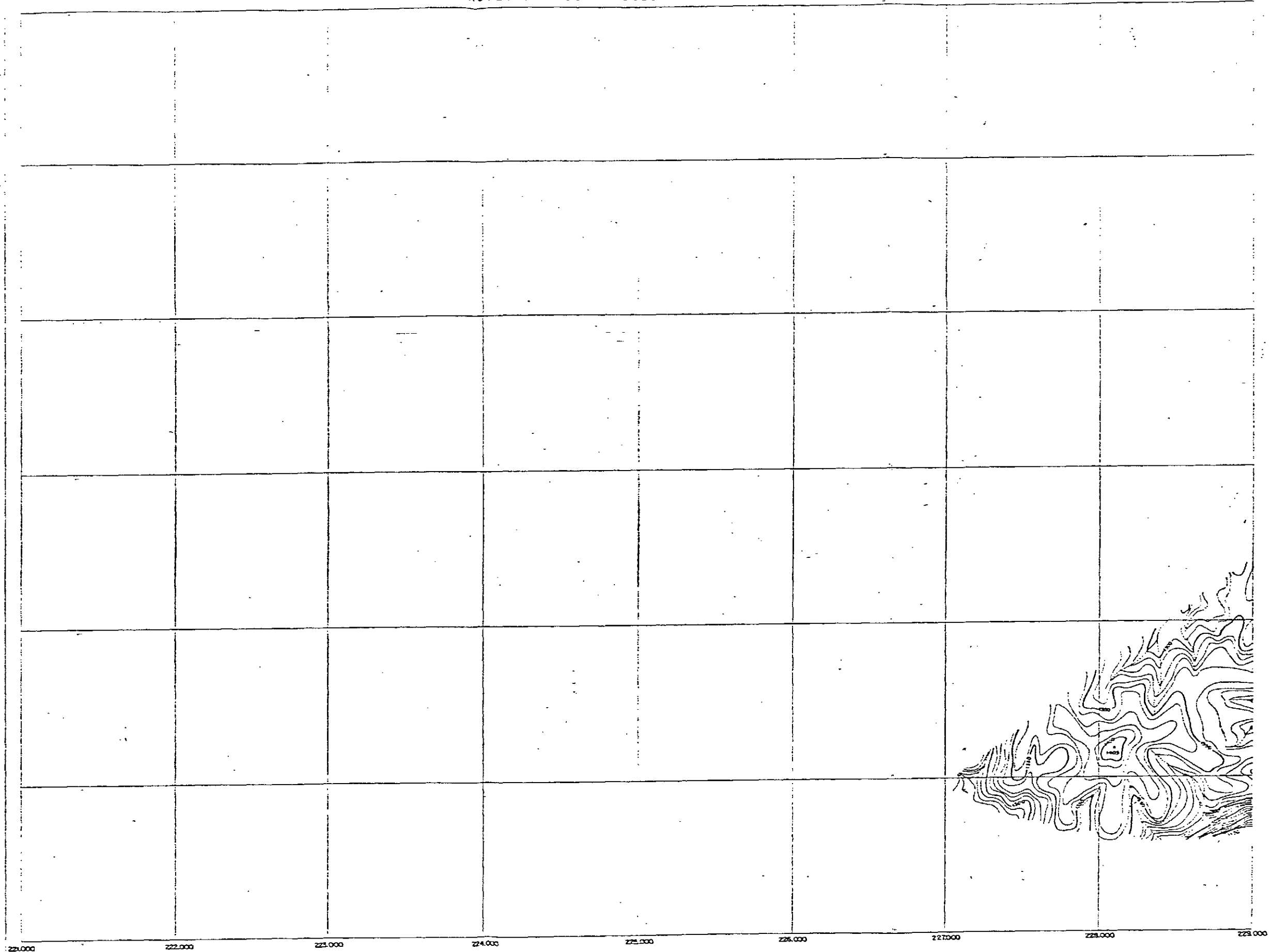
TOPOGRAFIA
 TOPOGRAFIA

LENGUAJE DE INGENIERIA DE ELECTRIFICACIÓN
 LENGUAJE DE INGENIERIA DE ELECTRIFICACIÓN

PROYECTO DE INGENIERIA DE ELECTRIFICACIÓN
 PROYECTO DE INGENIERIA DE ELECTRIFICACIÓN



9'980.000



SECRET CONFIDENTIAL

1. **NAME** _____

2. **DATE** _____

3. **TIME** _____

4. **LOCATION** _____

5. **REMARKS** _____

6. **SIGNATURE** _____

7. **DATE** _____

8. **TIME** _____

9. **LOCATION** _____

10. **REMARKS** _____

11. **SIGNATURE** _____

12. **DATE** _____

13. **TIME** _____

14. **LOCATION** _____

15. **REMARKS** _____

16. **SIGNATURE** _____

17. **DATE** _____

18. **TIME** _____

19. **LOCATION** _____

20. **REMARKS** _____

21. **SIGNATURE** _____

22. **DATE** _____

23. **TIME** _____

24. **LOCATION** _____

25. **REMARKS** _____

26. **SIGNATURE** _____

27. **DATE** _____

28. **TIME** _____

29. **LOCATION** _____

30. **REMARKS** _____

31. **SIGNATURE** _____

32. **DATE** _____

33. **TIME** _____

34. **LOCATION** _____

35. **REMARKS** _____

36. **SIGNATURE** _____

37. **DATE** _____

38. **TIME** _____

39. **LOCATION** _____

40. **REMARKS** _____

41. **SIGNATURE** _____

42. **DATE** _____

43. **TIME** _____

44. **LOCATION** _____

45. **REMARKS** _____

46. **SIGNATURE** _____

47. **DATE** _____

48. **TIME** _____

49. **LOCATION** _____

50. **REMARKS** _____

51. **SIGNATURE** _____

52. **DATE** _____

53. **TIME** _____

54. **LOCATION** _____

55. **REMARKS** _____

56. **SIGNATURE** _____

57. **DATE** _____

58. **TIME** _____

59. **LOCATION** _____

60. **REMARKS** _____

61. **SIGNATURE** _____

62. **DATE** _____

63. **TIME** _____

64. **LOCATION** _____

65. **REMARKS** _____

66. **SIGNATURE** _____

67. **DATE** _____

68. **TIME** _____

69. **LOCATION** _____

70. **REMARKS** _____

71. **SIGNATURE** _____

72. **DATE** _____

73. **TIME** _____

74. **LOCATION** _____

75. **REMARKS** _____

76. **SIGNATURE** _____

77. **DATE** _____

78. **TIME** _____

79. **LOCATION** _____

80. **REMARKS** _____

81. **SIGNATURE** _____

82. **DATE** _____

83. **TIME** _____

84. **LOCATION** _____

85. **REMARKS** _____

86. **SIGNATURE** _____

87. **DATE** _____

88. **TIME** _____

89. **LOCATION** _____

90. **REMARKS** _____

91. **SIGNATURE** _____

92. **DATE** _____

93. **TIME** _____

94. **LOCATION** _____

95. **REMARKS** _____

96. **SIGNATURE** _____

97. **DATE** _____

98. **TIME** _____

99. **LOCATION** _____

100. **REMARKS** _____

101. **SIGNATURE** _____

102. **DATE** _____

103. **TIME** _____

104. **LOCATION** _____

105. **REMARKS** _____

106. **SIGNATURE** _____

107. **DATE** _____

108. **TIME** _____

109. **LOCATION** _____

110. **REMARKS** _____

111. **SIGNATURE** _____

112. **DATE** _____

113. **TIME** _____

114. **LOCATION** _____

115. **REMARKS** _____

116. **SIGNATURE** _____

117. **DATE** _____

118. **TIME** _____

119. **LOCATION** _____

120. **REMARKS** _____

121. **SIGNATURE** _____

122. **DATE** _____

123. **TIME** _____

124. **LOCATION** _____

125. **REMARKS** _____

126. **SIGNATURE** _____

127. **DATE** _____

128. **TIME** _____

129. **LOCATION** _____

130. **REMARKS** _____

131. **SIGNATURE** _____

132. **DATE** _____

133. **TIME** _____

134. **LOCATION** _____

135. **REMARKS** _____

136. **SIGNATURE** _____

137. **DATE** _____

138. **TIME** _____

139. **LOCATION** _____

140. **REMARKS** _____

141. **SIGNATURE** _____

142. **DATE** _____

143. **TIME** _____

144. **LOCATION** _____

145. **REMARKS** _____

146. **SIGNATURE** _____

147. **DATE** _____

148. **TIME** _____

149. **LOCATION** _____

150. **REMARKS** _____

151. **SIGNATURE** _____

152. **DATE** _____

153. **TIME** _____

154. **LOCATION** _____

155. **REMARKS** _____

156. **SIGNATURE** _____

157. **DATE** _____

158. **TIME** _____

159. **LOCATION** _____

160. **REMARKS** _____

161. **SIGNATURE** _____

162. **DATE** _____

163. **TIME** _____

164. **LOCATION** _____

165. **REMARKS** _____

166. **SIGNATURE** _____

167. **DATE** _____

168. **TIME** _____

169. **LOCATION** _____

170. **REMARKS** _____

171. **SIGNATURE** _____

172. **DATE** _____

173. **TIME** _____

174. **LOCATION** _____

175. **REMARKS** _____

176. **SIGNATURE** _____

177. **DATE** _____

178. **TIME** _____

179. **LOCATION** _____

180. **REMARKS** _____

181. **SIGNATURE** _____

182. **DATE** _____

183. **TIME** _____

184. **LOCATION** _____

185. **REMARKS** _____

186. **SIGNATURE** _____

187. **DATE** _____

188. **TIME** _____

189. **LOCATION** _____

190. **REMARKS** _____

191. **SIGNATURE** _____

192. **DATE** _____

193. **TIME** _____

194. **LOCATION** _____

195. **REMARKS** _____

196. **SIGNATURE** _____

197. **DATE** _____

198. **TIME** _____

199. **LOCATION** _____

200. **REMARKS** _____

201. **SIGNATURE** _____

202. **DATE** _____

203. **TIME** _____

204. **LOCATION** _____

205. **REMARKS** _____

206. **SIGNATURE** _____

207. **DATE** _____

208. **TIME** _____

209. **LOCATION** _____

210. **REMARKS** _____

211. **SIGNATURE** _____

212. **DATE** _____

213. **TIME** _____

214. **LOCATION** _____

215. **REMARKS** _____

216. **SIGNATURE** _____

217. **DATE** _____

218. **TIME** _____

219. **LOCATION** _____

220. **REMARKS** _____

221. **SIGNATURE** _____

222. **DATE** _____

223. **TIME** _____

224. **LOCATION** _____

225. **REMARKS** _____

226. **SIGNATURE** _____

227. **DATE** _____

228. **TIME** _____

229. **LOCATION** _____

230. **REMARKS** _____

231. **SIGNATURE** _____

232. **DATE** _____

233. **TIME** _____

234. **LOCATION** _____

235. **REMARKS** _____

236. **SIGNATURE** _____

237. **DATE** _____

238. **TIME** _____

23

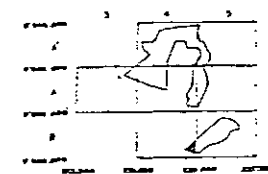
12. INTERFALLO ENTRE LANCHES DE QUADRÍCULA COM METROS
JUNTA Nº DE LA AMPLIACIÓN Nº 11.
21. DEMARCAÇÃO DE CAMPOS DE Jogo NO METROS
CONTORNO VERTICAL MARCA DO EL NOME, NOME DO Jogo
33. COMPLEXO POR AGLOMERAÇÃO COM METROS
PERIMETRO DE LA DEMARCAÇÃO DE Jogo
42. PERIMETRO DE Jogo MARCA DO EL NOME
EM MOVIMENTO DE Jogo E CONTORNO DE Jogo
51. CLASSIFICAÇÃO E CONTORNO DE CAMPO ESTADÍSTICO
DO EL NOME DO CAMPO DE Jogo

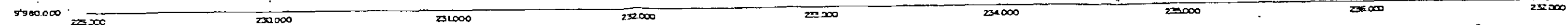
SCALE: 10000

INDEX DE MARCHÉ ADVANCEMENT

$A = 3$	$B = 4$	$C = 5$
$B = 3$	$E = 4$	$D = 5$
$C = 3$	$E = 4$	

INDEX DE MARCHÉ RESTITURDAS



[illegible]

- NOTAS
- 1) INTERVALOS ENTRE LINEAS DE CONDUCTIVIDAD CON METODOS TOTALES DE LAS PROYECCIONES 0 Y 1
- 2) ESTADISTICA DE CORRELACION DE PUNTO CON METODOS CORRELACIONAL Y ANALISIS DE P. PUNTO MEDIO DEL PUNTO
- 3) COMPARACION POR MEDIANAS CON METODOS PARAMETRICOS EN CONDUCTIVIDAD DE PUNTO
- 4) FOTOGRAFIAS AERIAS TOMADAS POR EL 1.º DE NOVEMBRE DE 1947 Y LUGAR DE PUNTO
- 5) CLASIFICACION Y CONTROL DE CAMPO ESTADISTICO POR EL 1.º DE NOVIEMBRE DE 1947

709

A-4	B-4	C-4
-----	-----	-----

[illegible]

1. INTERVALO ENTRE LÍNEA DE CUADRICULA 10 CM
ZONA 1B DE LA PROYECCIÓN ULM

CURVA DE FORMA
 NIVEL DE AGUA
 CAMINHO TERRA APIMARADA
 CAMINHO VERANEIRO
 CAMINHO EFICIL
 NORDE RIO
 ZANJA
 ACESUA O CANAL DE IRRIGACION
 POZO DE PERFORACION
 CERCA
 CERCA VIVA
 LAGO, LAGUNA Y CHARCO INTERMITENTE
 LAGO O LAGUNA PERMANENTE
 RIO-CAÑON DE CONTROL, HORIZONTAL-TRIANGULACION
 DE INCLINACION O REFERENCIA
 POLIGONO (POLIGONOS)
 ELEVACION NO QUIMPROBADA
 RIO GRANDE O PRINCIPAL
 RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
 CURVA DE NIVEL C/S/m
 CURVA DE NIVEL C/m
 CURVA DE NIVEL C/D 50m
 NORDE INTERIOR DE QUEBRADA
 MANANTIAL
 QUEBRADA INTERMITENTE
 CURVA DE QUIMPROBACION
 CAMINHO
 SENDERO

ESCALA 1:1000

n	k	G	H		80	90

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

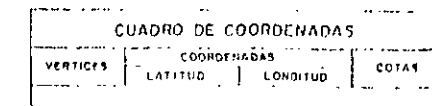
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
TOPOGRAFIA
SECTOR - SALADO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 2 DE 19 150 11600

ELABORADO	CAMINOS Y CANALES	RECOMENDADO	<i>[Signature]</i>
ELABORADO	CAMINOS Y CANALES	APROBADO	
RECIBIDO	Ing. R. Del S.		
FECHA	JULIO - 1970	REF.	0209-T-2010

REF. 0209-T-2010



1-INTERVALO ENTRE LINEA DE CUADRICULA 100 m
ZONA 10 DE LA PROYECCION UTM

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES

	1	2	3	4
5'070000			A-3	A-4
A				
5'070100			B-3	B-4
B				
5'070200			C-3	C-4
C	C-1			
5'070300			D-3	D-4
D	D-1	D-2		
5'070400			E-3	E-4
E	F-1	B-2		
5'070500			F-3	F-4
F	F-1	F-2		
5'070600				

SIGNOS CONVENCIONALES

- CURVA DE FORMA
 NIVEL DE AGUA
 CAMPESINA ALMOADA
 CAMINO VERANHEO
 SENDERO DIFICIL
 BONITE RIO
 ZANJA
 ACQUIA O CANAL DE IRRIGACION
 POZO DE PERFORACION
 CERCA
 CERCA VIVA
 LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
 LAGO O CHARCO PERMANENTE
 HITO, PUNTO DE CONTROL, HORIZONTAL TRIANGULACION
 DE PERIURNO O REFERENCIA
 POLIGONO (VERMEDI)
 FLECCION NO CORRIPIRADA
 RIO GRANDE O PRINCIPAL
 RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
 CUBA DE NIVEL C/m
 CURVA DE NIVEL C/m
 CURVA DE NIVEL C/100m
 OARDE INICIAL DE QUEBRADA
 BARRANCO
 QUEBRADA INTERMITENTE
 CURVA DE REFLEXION
 CAMPAMENTO
 SENDERO

ESCALA 1:1000

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

TOPOGRAFIA

SECTOR - SALADO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 4 DE 19 EDO. 1909

DISEÑO	CAMINOS Y CANALES	RECONSTRUCCIÓN	51
--------	-------------------	----------------	----

RECOMENDADO	1	1
-------------	---	---

APROBADO

REVISADO Ing D. H. S.

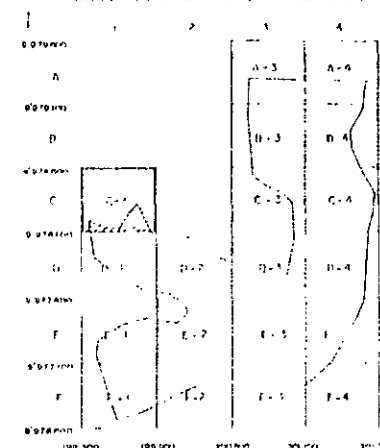
FECHA	JULIO - 1990	REF 0209 - T - 2012
-------	--------------	---------------------

[illegible]

CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
POLIGONO PRINCIPAL			
POLIGONO AUXILIAR			
AUX-1	144.122	144.122	144.122

1. INTERVALO ENTRE LINEAS DE CUADRICULA 100 METROS
ZONAS 1A DE LA PROYECCION UTM

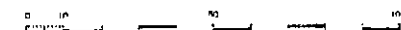
INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES



SIGNOS CONVENCIONALES

- CURVA DE FORMA
- NIVEL DE AGUA
- CARRETERA ASFALTADA
- CARRETERA DE HERRAJE
- VENTANA DE DIFUSION
- BORDO DE AGUA
- ZANJA
- ACUQUE O CANAL DE IRRIGACION
- PUNTO DE PERFORACION
- CERCA
- CERCA VIVA
- LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
- LAGO Y LAGUNA PERMANENTE
- PUNTO DE CONTROL TRIANGULAR-TRIANGULACION
- POLIGONO AUXILIAR
- ELEVACION NO COMPROBADA
- RIO GRANDE O PERMANENTE
- RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL 5m
- CURVA DE NIVEL 10m
- CURVA DE NIVEL 20m
- BOMBE INTERIOR DE QUERRAL
- BARRIACO
- QUERRAL INTERMITENTE
- CURVA DE DEPRESION
- CAMPAMENTO
- SENDERO

ESCALA 1:1000



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR

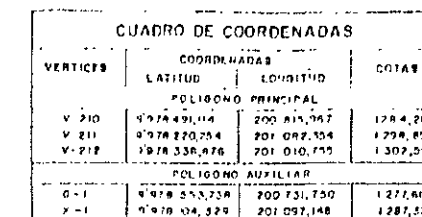
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

TOPOGRAFIA
SECTOR EL SALADO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 5 DE 19 ESCALA 1:1000

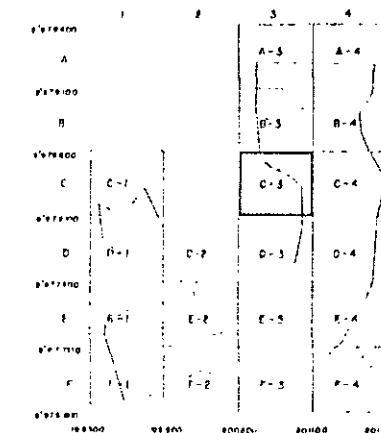
ELABORADO	ASTEC	RECOMENDADO	E. H.
REVISADO	ASTEC	APROBADO	
REVISADO	Ing. R. Del S.		
REV. N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR
			VERIF
			APROB.
FECHA	SEPTIEMBRE - 1990	REF	0209 - T - 2013





1. INTERVALO ENTRE LINEA DE CUADRICULA 100 m
ZONA 18 DE LA PROYECCION UTM

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES



SIGNOS CONVENCIONALES

- CURVA DE POSIÇÃO
 NIVEL DE ÁGUA
 CARRETERA AFUNDADA
 CAMINHO VERDADEIRO
 SENTIDO DE FLUXO
 BORDO RIO
 TANCA
 AÇUQUE O CANAL DE IRRIGAÇÃO
 POZO DE PERFORAÇÃO
 CERCA
 CERCAVIVA
 LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
 LAGO LAGUNA PERMANENTE
 INTERCORTADO DE CONTINUA INTERMITENTE - PERMANENTE
 DE POSIÇÃO O REFERENCIAL
 POLIGONO (VERDADEIRO)
 ELEVACION INCOMPLETADA
 PROBABILMENTE O PRINCIPAL
 RIO, POZEIRO O QUEBRADA
 CURVA DE NIVEL C/5m
 CURVA DE NIVEL C/2m
 CURVA DE NIVEL C/100m
 BORDO INTERIOR DE OMBRADA
 BARRAGEM
 QUEBRADA INTERMITENTE
 CURVA DE DEPRESSÃO
 CAMINHO
 SENDO

Escala 1-1000

6 8 7 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES



INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - GUANO

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

TOPOGRAFIA

SECTOR - SALADO

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 6 DE 19 ESC. 1:1000

DISEÑO O CAMINO Y CANALES	RECOMENDADO	12.1
---------------------------	-------------	------

DIBUJADO	CAMPOS Y CANALES	FECHA 04/07/73
----------	------------------	----------------

REVISADO	Ing. R. Del	APROBADO
----------	-------------	----------

SECRET JUL 10 - 1990 REF 0309 - T - 2014

FECHA	50610 - 1990	REF. 0203 - 1 - 2014
-------	--------------	----------------------

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES

CURVA DE FORMA
 NIVEL DE AGUA
 CARRETERA AFIRMADA
 CAMINO VERANERO
 DESEMBOCADA DO RIO
 BOMBE RIO
 TANJA
 ACESSO O CANAL DE IRRIGACION
 PUZO DE PENETRACION
 CERCA
 FENOMENA
 LAGO, LAMBA O CHARCO INTERMITENTE
 LAGO O LAMBA PERMANENTE
 PUNTO DE CONTROL HORIZONTAL TRIANGULACION
 DE POLIGONO O REFERENCIA
 POLIGONO (VERTICE)
 ELEVACION NO COMPROBADA
 RIO GRANDE O PRINCIPAL
 RIO PEQUENO O QUEBRADA
 CURVA DE NIVEL C/3 m
 CURVA DE NIVEL C/5 m
 CURVA DE NIVEL C/10 m
 BORDE SUPERIOR DE QUEBRADA
 BARRANCO
 QUEBRADA INTERMITENTE
 CURVA DE DEPRESION
 CAMPAMENTO
 DESEMBOCADA

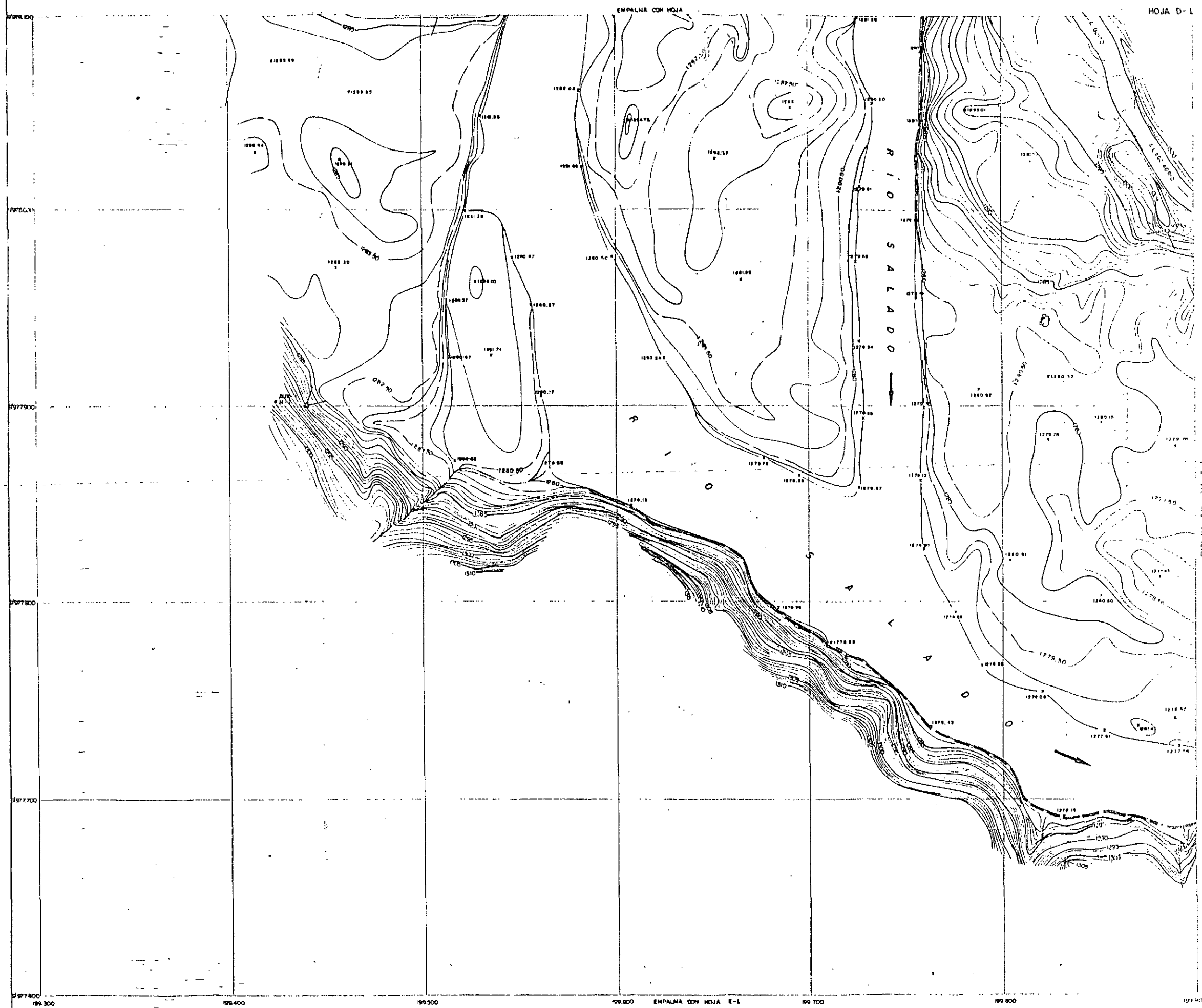
ESCALA 1:1000

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
TOPOGRAFIA
SECTOR - SALADO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

DISEÑADO	CAMINOS Y CAÑALES	RECOMENDADO	<i>[Signature]</i>
DIBUJADO	CAMINOS Y CAÑALES	APROBADO	
REVISADO	Ing. R. Del S.	REF.	0209 - T - 2015
FECHA	JULIO - 1990		

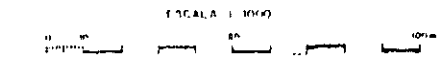


CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS	COTAS	
1	200000	1275.75	1275.75
2	200000	1275.75	1275.75
3	200000	1275.75	1275.75
4	200000	1275.75	1275.75

INTERVALO ENTRE LINEAS DE CUADRICULA: 100 METROS
ZONA 18 DE LA PROYECCION UTM

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES			
1	2	3	4
A	B	C	D
E	F	G	H
I	J	K	L
M	N	O	P
Q	R	S	T
U	V	W	X
Y	Z	AA	AB

- SIGNOS CONVENCIONALES**
- CURVA DE NIVEL
 - NIVEL DE AGUA
 - CANAL DE AGUADA
 - CAMINO VERANEADO
 - SENDERO DE FICOL
 - PUENTE
 - ZANJA
 - ACCIONA O CANAL DE IRRIGACION
 - PUENTE DE IRRIGACION
 - CERCA
 - CERCA VIVA
 - LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
 - LAGO O LAGUNA PERMANENTE
 - INTERSECCION DE CURVAS, VERTICEAL-TRIANGULACION
 - DE INGENIERO O REFERENCIA
 - POLIGONO AUXILIAR
 - ELEVACION NO COMPROBADA
 - RIO GRANDE O PRINCIPAL
 - RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
 - CURVA DE NIVEL C/3 m.
 - CURVA DE NIVEL C/5 m.
 - BORNE INTERIOR DE QUEBRADA
 - BAHIA
 - QUEBRADA INTERMITENTE
 - CURVA DE DEFINICION
 - CAMPAMENTO
 - SENDERO



ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

TOPOGRAFIA
SECTOR EL SALADO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 8 DE 19

INSTRUMENTO: ARTEC
INSTRUMENTO: ARTEC
REVISOR: Ing. R. Del B.

FECHA: SEPTIEMBRE - 1990

REF: 0209-T-2016

CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
V-703	9°57'08.3,888	80°07'23,078	1264,65

1:1 INTERVALO ENTRE LINEAS DE CUADRICULA 100 METROS
ZONA 18 DE LA PROYECCION UTM

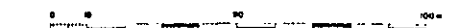
INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES

	1	2	3	4
A			A-3	A-4
B			B-3	B-4
C	C-1		C-3	C-4
D	D-1		D-3	D-4
E	E-1	E-2	E-3	E-4
F	F-1	F-2	F-3	F-4

SIGNOS CONVENCIONALES

	CURVA DE FORMA
	NIVEL DE AGUA
	CARRETERA AFIRMADA
	CAMINO VERANERO
	SENDERO DIFICIL
	BORDE RIO
	ZANJA
	ACUEDUCTO O CANAL DE IRRIGACION
	POZO DE PERFORACION
	CERCA
	LAGO, LAHUNA O CHARCO INTERMITENTE
	LAGO O LAHUNA PERMANENTE
	HITO-PIUNTO DE CONTROL HORIZONTAL TRIANGULACION
	POLIGONO AUXILIAR
	ELEVACION NO COMPROBADA
	RIO GRANDE O PRINCIPAL
	RIO PEQUEÑO O QUERRADA
	CURVA DE NIVEL 1/5000
	CURVA DE NIVEL 1/10000
	CURVA DE NIVEL 1/25000
	BORDE INTERIOR DE QUERRADA
	DAMBA
	QUERRADA INTERMITENTE
	CURVA DE DEPRESION
	CAMPAMENTO
	SENDERO

ESCALA 1:1000



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

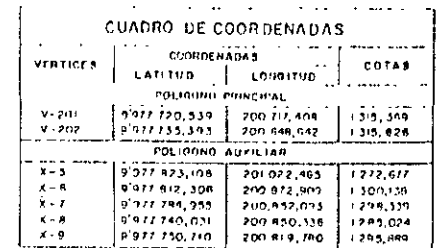
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

TOPOGRAFIA
SECTOR EL SALADO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 9 DE 19 ESC. 1:1000

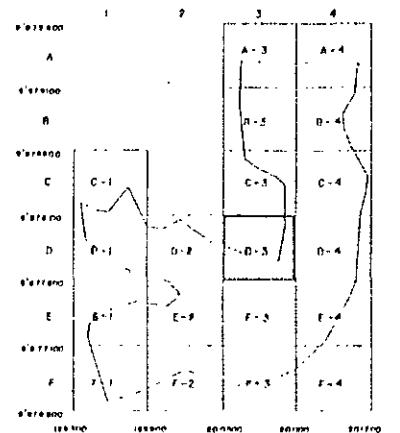
DISEÑADO	CAMINOS Y CANALES	RECOMENDADO	
DIBUJADO	CAMINOS Y CANALES	APROBADO	
REVISADO	Ing. R. Del S.		
FECHA	JULIO - 1990	REF.	0209 - T - 2017

REV. Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERIF.	APROR.



1 - INTERVALO ENTRE LINEA DE CUADRICULA 100 m
ZONA 18 DE LA PROYECCION UTM

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES



SIGNOS CONVENCIONALES

- 1982.3 1982.4
- CURVA DE FORMA
NIVEL DE AGUA
CARRETERA AFIRMADA
CAMINO VERANERO
SENDERO DIFICIL
BORDE RIO
ZANJA
ACEDUIA O CANAL DE IRRIGACION
POZO DE PERFORACION
CERCA
CERCA VIVA
LAGO, LAQUINA O CHARCO INTERMITENTE
LAGO O LAQUINA PERMANENTE
HITO JUNTO DE CONTROL, SEPARACION TRIANGULACION
DE POLIGONO O REFLEXIONA
POLIGONO (VERIFIC)
ELEVACION NO COMPROBADA
RIO GRANDE O PRINCIPAL
RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
CURVA DE NIVEL C/5 m
CURVA DE NIVEL C/m
CURVA DE NIVEL C/50m
BORDE INTERIOR DE QUEBRADA
DARRANCO
QUEBRADA INTERMITENTE
CURVA DE DE INTERION
CAMPEANIENTO
SENDERO

SCALE 1:1000

10 17 0

16

100%

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

TOPOGRAFIA

SECTOR - SALADO

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 10 DE 19

ESC. 1:1000

DISPATCH	CAMINO Y CANAL	RECOMENDADO	
----------	----------------	-------------	--

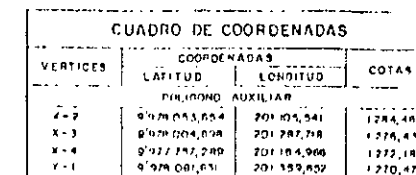
RECOMMENDATION	1. 5. 7. 8.	..
----------------	-------------	----

ПРИНЯТО	САМОУПРАВЛЕНИЕ	ПРИНЯТО	ПРИНЯТО
			ПРИНЯТО

REVISADO	Ing. R. Del S.	11/10/2014
----------	----------------	------------

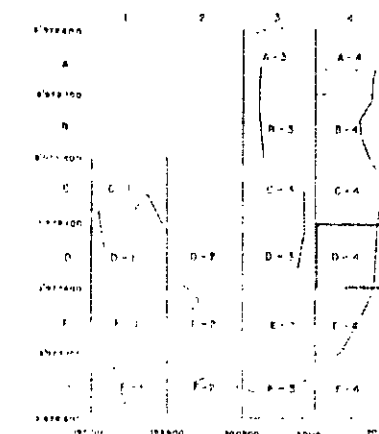
FECHA	JULIO - 1990	REF. 0209 - T - 2018
-------	--------------	----------------------

10



1 - INTERVALO ENTRE LINEA DE CUADRICULA 100 m
ZONA 1B DE LA PROYECCION UTM

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES



SIGLAS CONVENCIONALES

- 1980 1 1980 2
 1980 3 1980 4
 1980 5 1980 6
 1980 7 1980 8
 1980 9 1980 10
 1980 11 1980 12
 1980 13 1980 14
 1980 15 1980 16
 1980 17 1980 18
 1980 19 1980 20
 1980 21 1980 22
 1980 23 1980 24
 1980 25 1980 26
 1980 27 1980 28
 1980 29 1980 30
 1980 31 1980 32
 1980 33 1980 34
 1980 35 1980 36
 1980 37 1980 38
 1980 39 1980 40
 1980 41 1980 42
 1980 43 1980 44
 1980 45 1980 46
 1980 47 1980 48
 1980 49 1980 50
 1980 51 1980 52
 1980 53 1980 54
 1980 55 1980 56
 1980 57 1980 58
 1980 59 1980 60
 1980 61 1980 62
 1980 63 1980 64
 1980 65 1980 66
 1980 67 1980 68
 1980 69 1980 70
 1980 71 1980 72
 1980 73 1980 74
 1980 75 1980 76
 1980 77 1980 78
 1980 79 1980 80
 1980 81 1980 82
 1980 83 1980 84
 1980 85 1980 86
 1980 87 1980 88
 1980 89 1980 90
 1980 91 1980 92
 1980 93 1980 94
 1980 95 1980 96
 1980 97 1980 98
 1980 99 1980 100
 1980 101 1980 102
 1980 103 1980 104
 1980 105 1980 106
 1980 107 1980 108
 1980 109 1980 110
 1980 111 1980 112
 1980 113 1980 114
 1980 115 1980 116
 1980 117 1980 118
 1980 119 1980 120
 1980 121 1980 122
 1980 123 1980 124
 1980 125 1980 126
 1980 127 1980 128
 1980 129 1980 130
 1980 131 1980 132
 1980 133 1980 134
 1980 135 1980 136
 1980 137 1980 138
 1980 139 1980 140
 1980 141 1980 142
 1980 143 1980 144
 1980 145 1980 146
 1980 147 1980 148
 1980 149 1980 150
 1980 151 1980 152
 1980 153 1980 154
 1980 155 1980 156
 1980 157 1980 158
 1980 159 1980 160
 1980 161 1980 162
 1980 163 1980 164
 1980 165 1980 166
 1980 167 1980 168
 1980 169 1980 170
 1980 171 1980 172
 1980 173 1980 174
 1980 175 1980 176
 1980 177 1980 178
 1980 179 1980 180
 1980 181 1980 182
 1980 183 1980 184
 1980 185 1980 186
 1980 187 1980 188
 1980 189 1980 190
 1980 191 1980 192
 1980 193 1980 194
 1980 195 1980 196
 1980 197 1980 198
 1980 199 1980 200
 1980 201 1980 202
 1980 203 1980 204
 1980 205 1980 206
 1980 207 1980 208
 1980 209 1980 210
 1980 211 1980 212
 1980 213 1980 214
 1980 215 1980 216
 1980 217 1980 218
 1980 219 1980 220
 1980 221 1980 222
 1980 223 1980 224
 1980 225 1980 226
 1980 227 1980 228
 1980 229 1980 230
 1980 231 1980 232
 1980 233 1980 234
 1980 235 1980 236
 1980 237 1980 238
 1980 239 1980 240
 1980 241 1980 242
 1980 243 1980 244
 1980 245 1980 246
 1980 247 1980 248
 1980 249 1980 250
 1980 251 1980 252
 1980 253 1980 254
 1980 255 1980 256
 1980 257 1980 258
 1980 259 1980 260
 1980 261 1980 262
 1980 263 1980 264
 1980 265 1980 266
 1980 267 1980 268
 1980 269 1980 270
 1980 271 1980 272
 1980 273 1980 274
 1980 275 1980 276
 1980 277 1980 278
 1980 279 1980 280
 1980 281 1980 282
 1980 283 1980 284
 1980 285 1980 286
 1980 287 1980 288
 1980 289 1980 290
 1980 291 1980 292
 1980 293 1980 294
 1980 295 1980 296
 1980 297 1980 298
 1980 299 1980 300
 1980 301 1980 302
 1980 303 1980 304
 1980 305 1980 306
 1980 307 1980 308
 1980 309 1980 310
 1980 311 1980 312
 1980 313 1980 314
 1980 315 1980 316
 1980 317 1980 318
 1980 319 1980 320
 1980 321 1980 322
 1980 323 1980 324
 1980 325 1980 326
 1980 327 1980 328
 1980 329 1980 330
 1980 331 1980 332
 1980 333 1980 334
 1980 335 1980 336
 1980 337 1980 338
 1980 339 1980 340
 1980 341 1980 342
 1980 343 1980 344
 1980 345 1980 346
 1980 347 1980 348
 1980 349 1980 350
 1980 351 1980 352
 1980 353 1980 354
 1980 355 1980 356
 1980 357 1980 358
 1980 359 1980 360
 1980 361 1980 362
 1980 363 1980 364
 1980 365 1980 366
 1980 367 1980 368
 1980 369 1980 370
 1980 371 1980 372
 1980 373 1980 374
 1980 375 1980 376
 1980 377 1980 378
 1980 379 1980 380
 1980 381 1980 382

ESCALA 1:1000



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RADIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES



INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

T O P O G R A P H I A

SECTOR - SALADO

SECTOR = SALADO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 11 DE 19 E.C. 1-10-50

DISEÑO CAMBIO Y CANALES

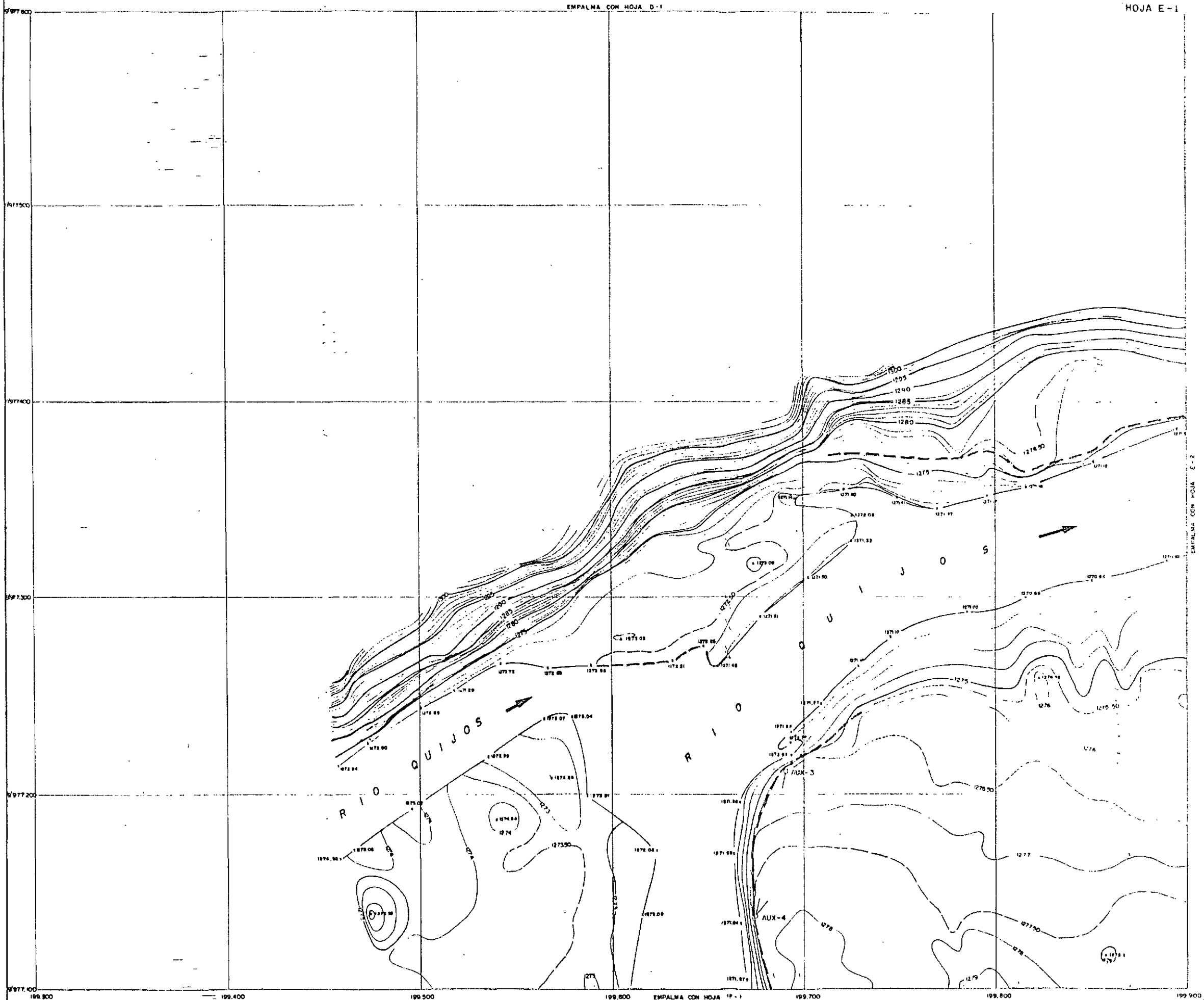
RECOMMENDED

DISEÑADO CAMINOS Y CAÑAL DE ESTERILIZACIÓN	APROBADO
--	----------

REVISADO Ing A 11:18

PPCHA	JULIO - 1990	REF. 0209-T-2019
-------	--------------	------------------

[illegible]



CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
	POLIGONO PRINCIPAL		
	POLIGONO AUXILIAR		
AUX-3	9 977 212,435	199 690,309	1 276,548
AUX-4	9 977 157,812	199 673,702	1 277,650

1 - INTERVALO ENTRE LINEAS DE CUADRICULA 100 METROS
ZONA 18 DE LA PROYECCION UTM.

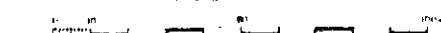
INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES

ESTRATO	1	2	3	4
A			A-3	A-4
B			B-3	B-4
C	C-1		C-3	C-4
D	D-1	D-2	D-3	D-4
E	E-1	E-2	E-3	E-4
F	F-1	F-2	F-3	F-4

SIGNOS CONVENCIONALES

	CURVA DE FORMA
	NIVEL DE AREA
	CAMBIETRA AFIRMADA
	CAMBIETRA VERIFICADA
	SENTIDO DIFICIL
	PUENTE
	ZANJA
	ACEQUIA O CANAL DE IRRIGACION
	POZO DE PERFORACION
	PERCA
	CEMERA VERA
	LACOLARINA O CARGO INTERMITENTE
	LAGO O LAGUNA PERMANENTE
	INTO-PUNTO DE CONTROL HORIZONTAL-ESTACIONACION
	DE REFERENCIA O REFERENCIA
	INTO-PUNTO AUXILIAR
	ELEVACION NO COMPROBADA
	RIO O MANEJO O RINCHAL
	RIO ELUENTO O QUEBRADA
	CURVA DE NIVEL 1:500
	CURVA DE NIVEL 1:1000
	CURVA DE NIVEL 1:2000
	BORDO INTERIOR DE QUEBRADA
	DEPRESION
	QUEBRADA INTERMITENTE
	CURVA DE DEPRESION
	CAMPAMENTO
	SENDERO

ESCALA 1:1000



ELECTRO CONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

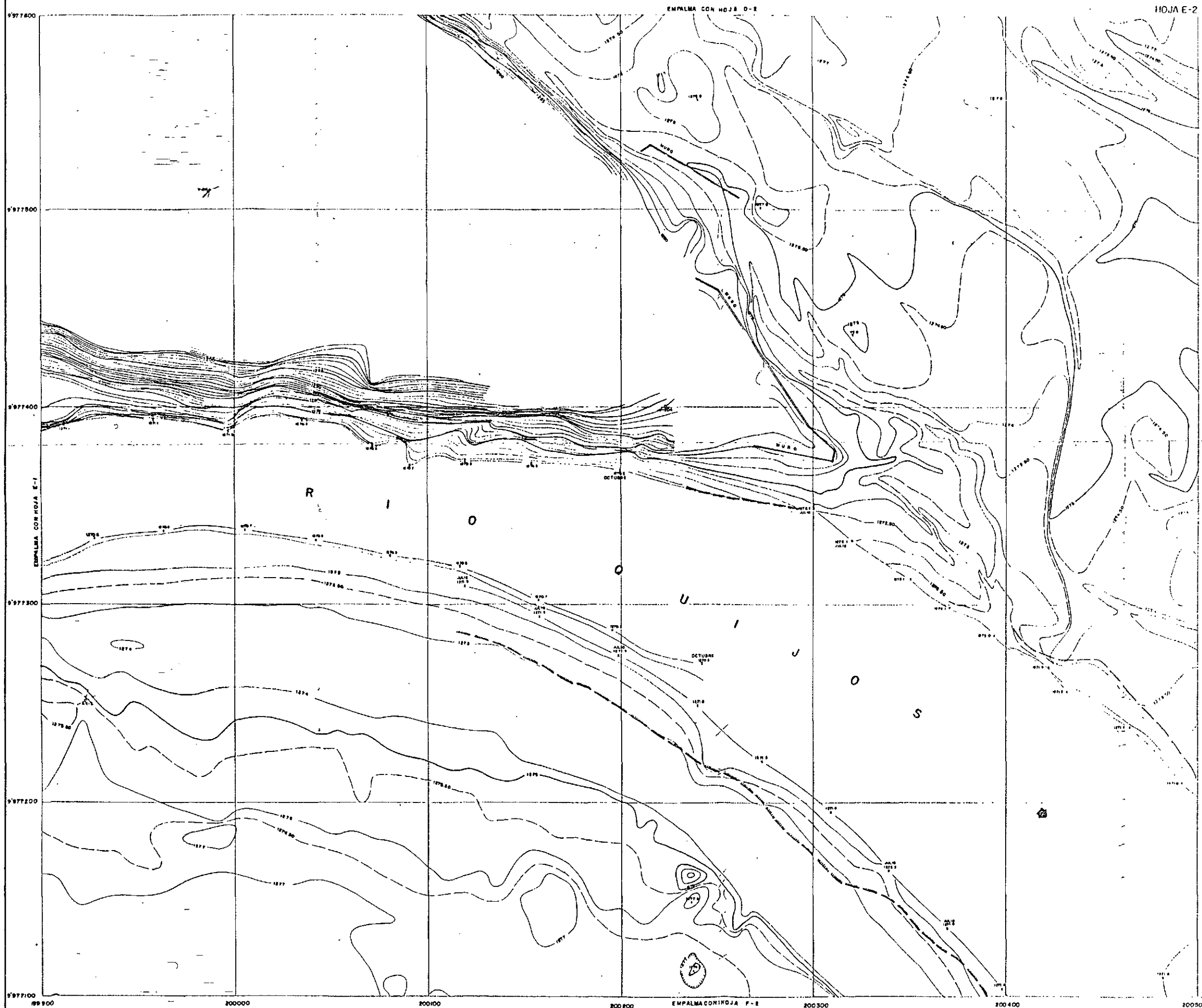
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

TOPOGRAFIA
SECTOR EL SALADO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 12 DE 13

ELABORADO	ASTEC	REVISADO	W S
REVISADO	ASTEC	APROBADO	
REVISADO	Ing. R. Del B.	FECHA	SEPTIEMBRE - 1990
REV. 01	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	FOR. VLR. AUTOM.

REF. 0209-T-2020



CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS	COORDENADAS	COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
V-218	0° 37' 40.12" S	78° 22' 40.5" W	1 293,270
V-214	0° 37' 51.12" S	78° 22' 40.5" W	1 274,500
A-1	0° 37' 21.15" S	78° 22' 23.1" W	1 275,254

1:1 INTERVALO ENTRE LINEAS DE CUADRICULA 100 METROS
ZONA 18 DE LA PROYECCION UTM

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES

	1	2	3	4
997800			A-3	A-4
997700	A-2		R-3	R-4
997600			C-3	C-4
997500	C-1	D-2	D-3	D-4
997400	D-1	E-2	E-3	E-4
997300	E-1	F-2	F-3	F-4
997200				

SIÑOS CONVENCIONALES

- CURVA DE FORMA
- NIVEL DE AGUA
- CARRETERA AFIRMADA
- CAMINO VERANERO
- SENDERO DIFÍCIL
- BORDE PISO
- TANJA
- ACEQUIA O CANAL DE IRRIGACION
- PONTO DE PERFORACION
- CERCA DE ALAMBRE
- CERCA VIVA
- LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
- LAGO O LAGUNA PERMANENTE
- HITO PUNTO DE CONTROL HORIZONTAL TRIANGULACION
- POLIGONO O REFERENCIA
- POLIGONO AUXILIAR
- ELEVACION NO COMPROBADA
- RIO GRANDE O PRINCIPAL
- RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
- CIENAGA (AL NIVEL C/M)
- CIENAGA (AL NIVEL C/M)
- CURVA DE NIVEL C/M
- CURVA DE NIVEL C/M
- BORDE INFERIOR DE QUEBRADA
- BARRANCO
- QUEBRADA INTERMITENTE
- CURVA DE DEPRESION
- CAMPAMENTO
- SENDERO

ESCALA 1:1000

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL- RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

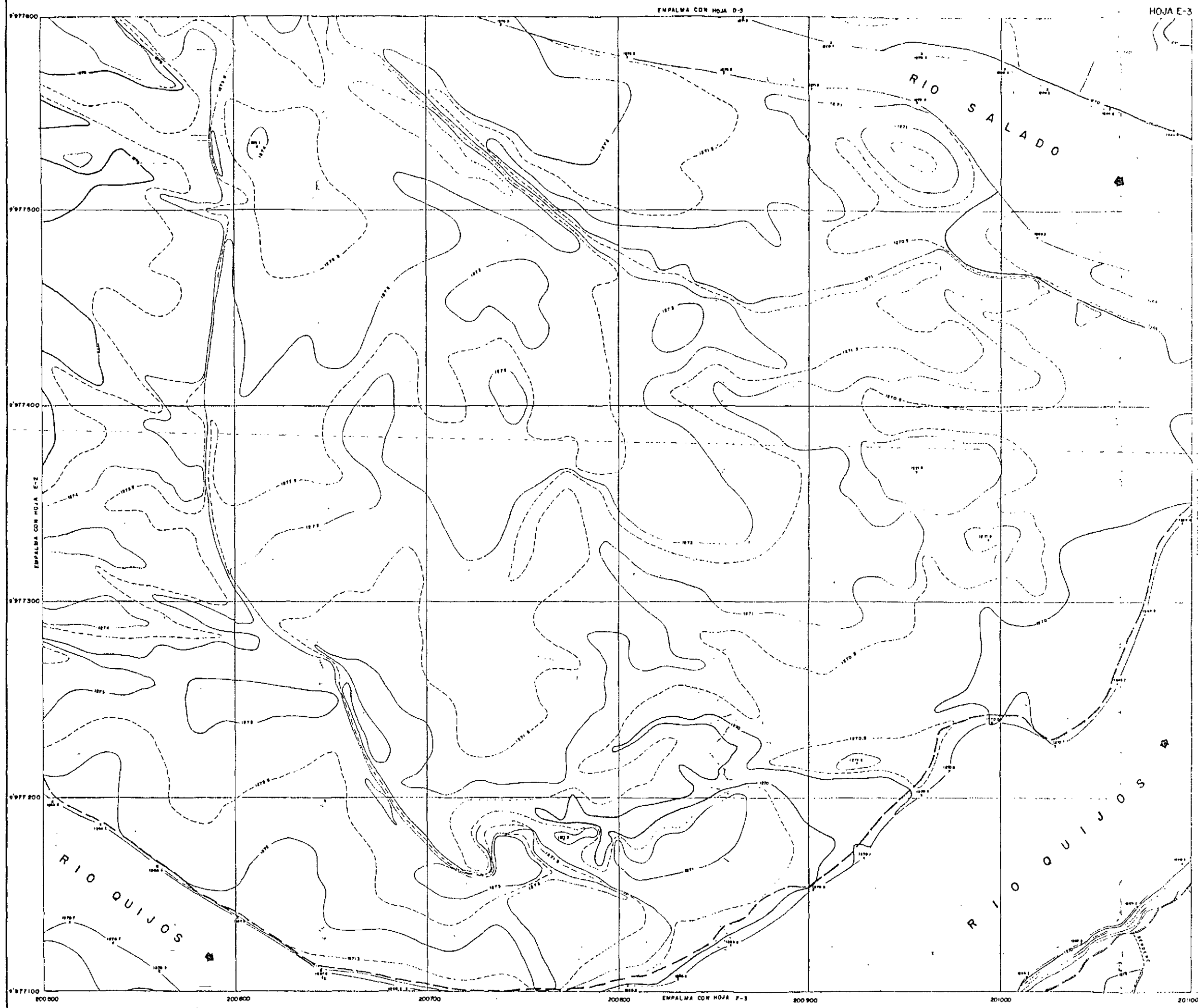
TOPOGRAFIA
SECTOR EL SALADO

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 13 DE 19 ESC 1:1000

DISEÑADO	CAMINOS Y CANALES	RECOMENDADO	13/1/84
DIBUJADO	CAMINOS Y CANALES	APROBADO	
REVISADO	ING. R. DEL B.		
FECHA	JULIO - 1980	REF.	0209-T-2021

REV. Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERIF.	APROB.



CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICALES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	

1. INTERVALO ENTRE LINEA DE CUADRICULA 100M
ZONA 18 DE LA PROYECCION UTM

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES

INTERVALO	1	2	3	4
A			A-3	A-4
B			B-3	B-4
C	C-1		C-3	C-4
D	D-1	D-2	D-3	D-4
E	E-1	E-2	E-3	E-4
F	F-1	F-2	F-3	F-4

SIGNOS CONVENCIONALES

- CURVA DE NIVEL
- NIVEL DE AGUA
- CARRETERA ASFALTADA
- CAMINO VERADERO
- SEÑAL DE PASEO
- BORDE RIO
- ZANJA
- ALFONJA O CANAL DE IRRIGACION
- POZO DE REPARACION
- CERCA
- CERCA VIVA
- LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
- LAGO O LAGUNA PERMANENTE
- HITO-PUNTO DE CONTROL HORIZONTAL - TRIANGULACION
- DE POLIGONO O REFERENCIA
- POLIGONO (VERIFICACION)
- ELEVACION NO CUMPLIDA
- RIO GRANDE O PRINCIPAL
- RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL C/5m
- CURVA DE NIVEL C/10m
- CURVA DE NIVEL C/20m
- BOQUE INFERIOR DE QUEBRADA
- BARRANCO
- QUEBRADA INTERMITENTE
- CURVA DE DEPRESION
- CAMPAMENTO
- SENTERO

ESCALA 1:1000

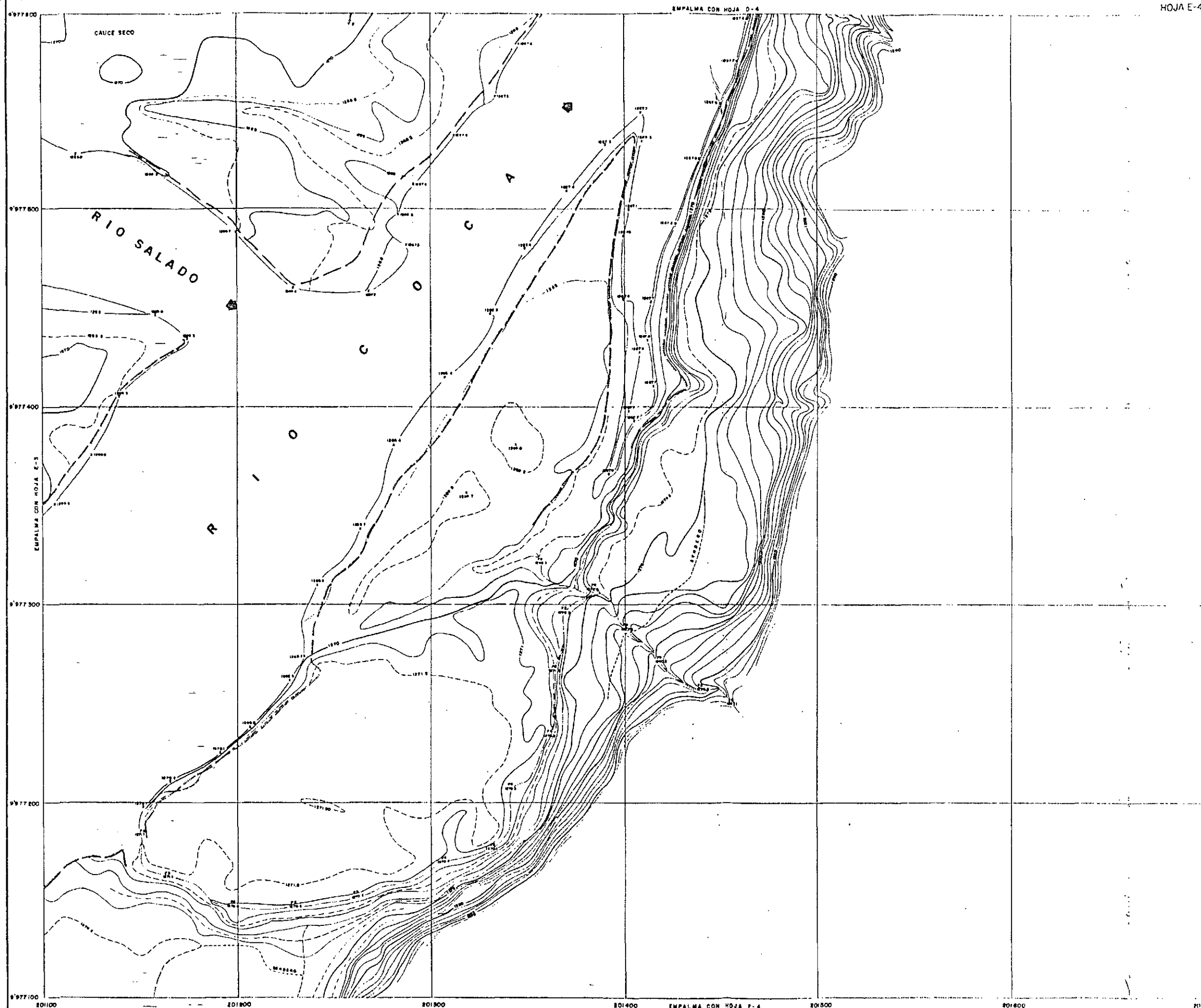
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
TOPOGRAFIA
SECTOR - SALADO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 14 DE 19	ESC 1:1000
DISEÑADO CAMINOS Y CANALES	RECOMENDADO
DIRECCION CAMINOS Y CANALES	APROBADO
REVISADO Ing. RUIZ	
FECHA JULIO - 1990	REF 0209 - T - 2022

REV. Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERIF.	APROB.



CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
V-2	0° 57' 59" S	77° 53' 42" W	1270.338

1: INTERVALO ENTRE LINEA DE CUADRICULA 100 m
ZONA 18 DE LA PROYECCION UTM

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES

	1	2	3	4
A			A-3	A-4
B			B-3	B-4
C	C-1		C-3	C-4
D	D-1	D-2	D-3	D-4
E	E-1	E-2	E-3	E-4
F	F-1	F-2	F-3	F-4

SIGNOS CONVENCIONALES

	CURVA DE FORMA
	NIVEL DE AGUA
	CARRETERA ASFALTADA
	CAMINO VERANERO
	SENDERO DIFICIL
	BORDE RIO
	ZANJA
	ACEDUIA O CANAL DE IRRIGACION
	POZO DE PERFORACION
	CERCA
	CERCA VIVA
	LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
	LAGO O LAGUNA PERMANENTE
	MITO-PUNTO DE CONTROL, TRIANGULACION
	DE POLIGONO O REFERENCIA
	POLIGONO (VERTICE)
	ELEVACION NO COMPROBADA
	RIO GRANDE O PRINCIPAL
	RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
	CURVA DE NIVEL 1/500
	CURVA DE NIVEL 1/200
	CURVA DE NIVEL 1/100
	CURVA DE NIVEL 1/50
	CURVA DE NIVEL 1/25
	BORDE INTERIOR DE QUEBRADA
	BARRANCO
	QUEBRADA INTERMITENTE
	CURVA DE DEPRESION
	CAMPAMENTO
	SENDERO

ESCALA 1:1000



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

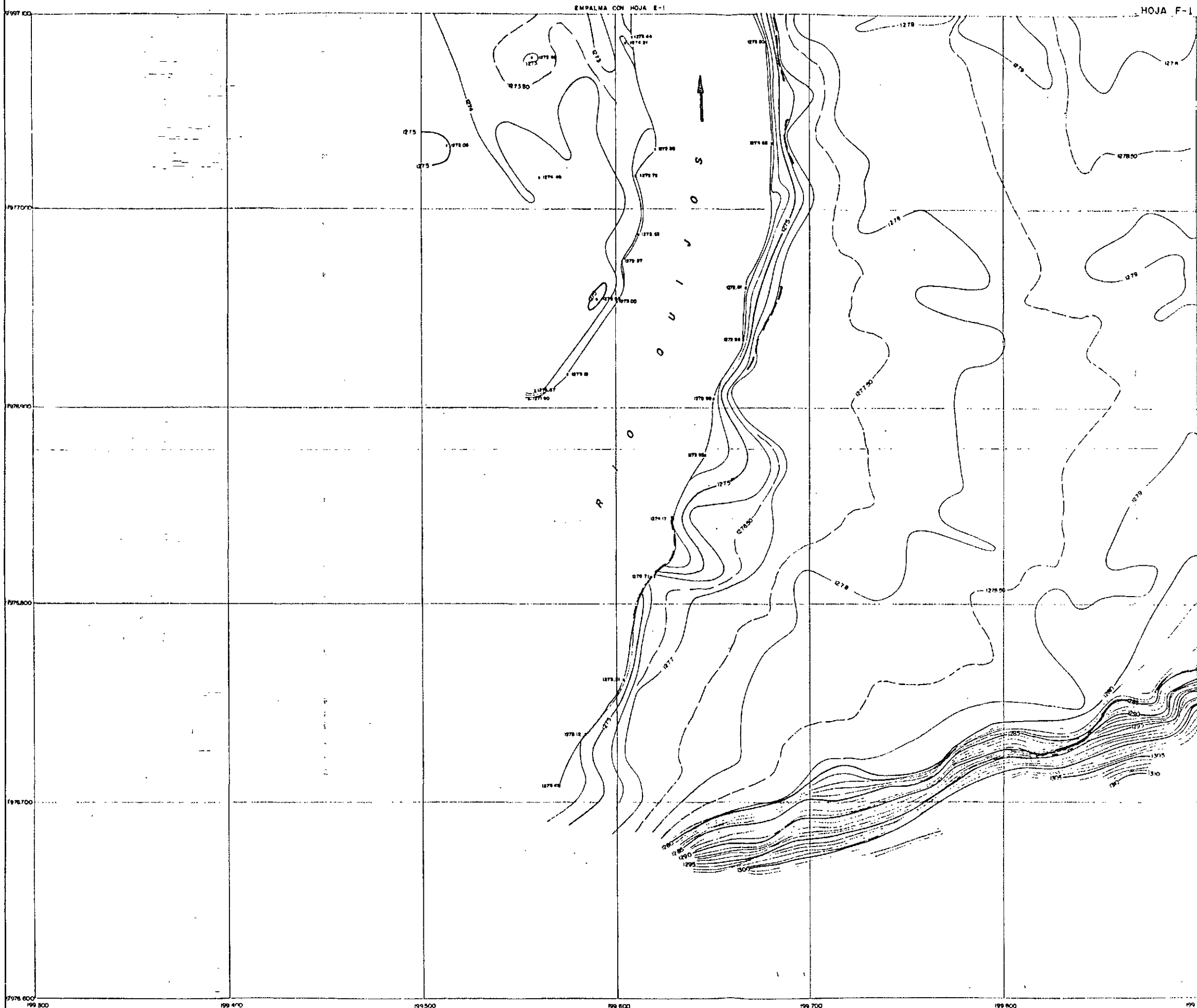
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
TOPOGRAFIA
SECTOR - SALADO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 15 DE 18 ESC 1:1000

DISENADO	CAMINOS Y CANALES	RECOMENDADO	
DIBUJADO	CAMINOS Y CANALES	INTERIOR ALFABETICO	
REVISADO	Ing R. D. S.	APROBADO	
FECHA	JULIO - 1990	REF	0209-T-2023

REV. N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERIF.	APROB.



CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
	POLIGONO PRINCIPAL		
	POLIGONO AUXILIAR		

1. INTERVALO ENTRE LINEAS DE CUADRICULA 100 METROS
ZONA 18 DE LA PROYECCION U.T.M.

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES

	1	2	3	4
A			A-3	A-4
B			B-3	B-4
C	C-1		C-3	C-4
D	D-1	D-2	D-3	D-4
E	E-1	E-2	E-3	E-4
F	F-1	F-2	F-3	F-4

SIGNOS CONVENCIONALES

	CURVA DE FORMA
	NIVEL DE AGUA
	CARRETERA ASFALTADA
	CAMINO VERANERO
	SENDERO DIFICIL
	BORDE RIO
	ZANJA
	ACEQUIA O CANAL DE IRRIGACION
	POZO DE PERFORACION
	CERCA
	CERCA VIVA
	LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
	LAGO O LAGUNA PERMANENTE
	HITO: PUNTO DE CONTROL, HORIZONTAL, TRIANGULACION
	POLIGONO AUXILIAR
	ELEVACION NO COMPROBADA
	RIO GRANDE O PRINCIPAL
	RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
	CURVA DE NIVEL 5m
	CURVA DE NIVEL 10m
	CURVA DE NIVEL 20m
	CURVA DE NIVEL 50m
	CURVA DE NIVEL 100m
	CURVA DE NIVEL 200m
	CURVA DE NIVEL 500m
	CURVA DE NIVEL 1000m
	QUEBRADA INTERMITENTE
	CURVA DE DEPRESION
	CAMPAMENTO
	SENDERO

ESCALA 1:1000

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES



INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

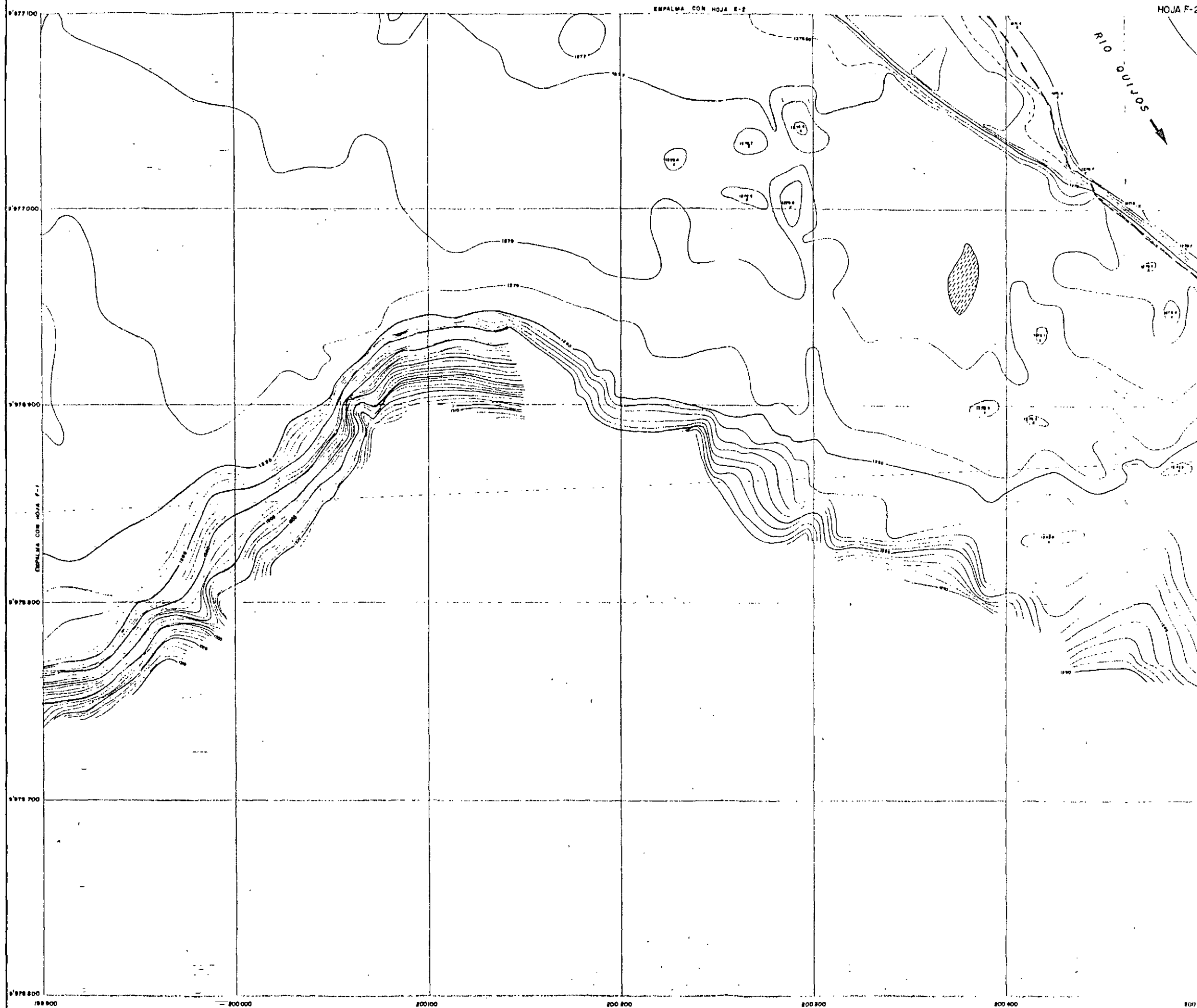
TOPOGRAFIA
SECTOR EL SALADO

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 18 DE 19 ESCALA 1:1000

DISEÑADO	ASTEC	RECOMENDADO	
DIBUJADO	ASTEC	W.S.	
REVISADO	Ing. R. Del S.	APROBADO	

REV. N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERF	APROR	FECHA	REF.
						SEPTIEMBRE - 1990	0209-T-2024



CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	

1.- INTERVALO ENTRE LINEAS DE CUADRICULA 100 METROS
ZONA 19 DE LA PROTECCION UTM.

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES

	1	2	3	4
A			A-3	A-4
B			B-3	B-4
C	C-1		C-3	C-4
D	D-1	D-2	D-3	D-4
E	E-1	E-2	E-3	E-4
F	F-1	F-2	F-3	F-4

SIGNOS CONVENCIONALES

- CURVA DE FORMA
- NIVEL DE AGUA
- CARRERA AFIRMADA
- CAMINO VERANERO
- SENDERO DIFICIL
- BORDE RIO
- TANJA
- ACEDUIA O CANAL DE IRRIGACION
- POZO DE PERFORACION
- CERCA
- CERCA VIVA
- LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
- LAGO O LAGUNA PERMANENTE
- HITO-PUNTO DE CONTROL, HORIZONTAL TRIANGULACION
- DE POLIGONO O REFERENCIA
- POLIGONO AUXILIAR
- ELEVACION NO COMPROBADA
- RIO GRANDE O PRINCIPAL
- RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL C/5m.
- CURVA DE NIVEL C/10m.
- CURVA DE NIVEL C/20m.
- BORDE INFERIOR DE QUEBRADA
- BARRANCO
- QUEBRADA INTERMITENTE
- CURVA DE DEPRESION
- CAMPAMENTO
- SEÑALERO

ESCALA 1:1000

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

TOPOGRAFIA
SECTOR EL SALADO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

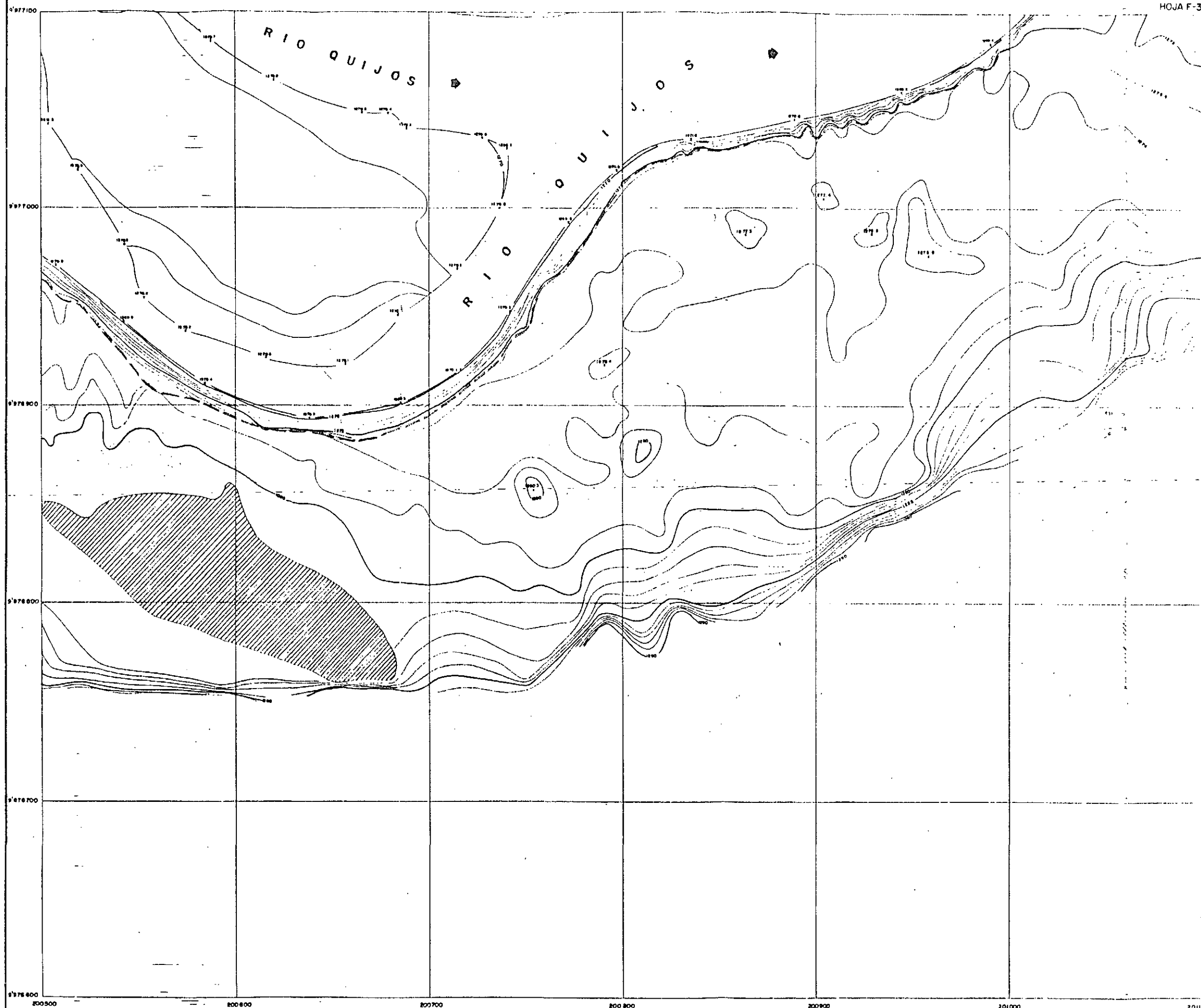
HOJA 17 DE 19

DISEÑADO CAMINOS Y CANALES RECOMENDADO

DIBUJADO CAMINOS Y CANALES APROBADO

REVISADO Ing. N. Del B. APROBADO

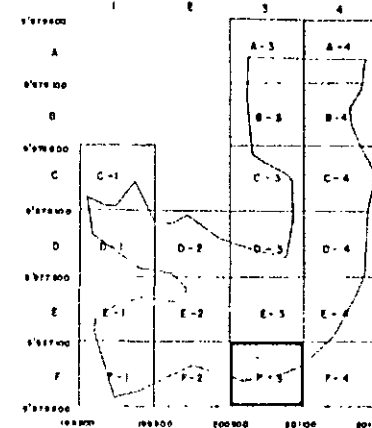
FECHA JULIO - 1990 REF. 0209-T-2025



CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	

1.- INTERVALO ENTRE LINEA DE CUADRICULA 100M
ZONA 18 DE LA PROYECCION UTM

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES



SIGNOS CONVENCIONALES

- CURVA DE FORMA
- NIVEL DE AGUA
- CARRETERA AFIRMADA
- CAMINO VERANERO
- SENDERO DIFICIL
- BORDE RIO
- ZANJA
- ACEQUIA O CANAL DE IRRIGACION
- POZO DE PERFORACION
- CERCA
- CERCA VIVA
- LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
- LAGO O LAGUNA PERMANENTE
- HTO-PUNTO DE CONTROL, HORIZONTAL TRIANGULACION DE POLIGONO O REFERENCIA
- POLIGONO (VERTICES)
- ELEVACION NO COMPROBADA
- RIO GRANDE O PRINCIPAL
- RIO PEQUEÑO O QUERRADA
- CURVA DE NIVEL C/5m
- CURVA DE NIVEL C/10m
- CURVA DE NIVEL C/20m
- BORDE INFERIOR DE QUERRADA
- BARRANCO
- QUERRADA INTERMITENTE
- CURVA DE DEPRESION
- CAMPAMENTO
- SENDERO

ESCALA 1:1000



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES



INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

TOPOGRAFIA

SECTOR - SALADO

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 18 DE 19 ESC. 1:1000

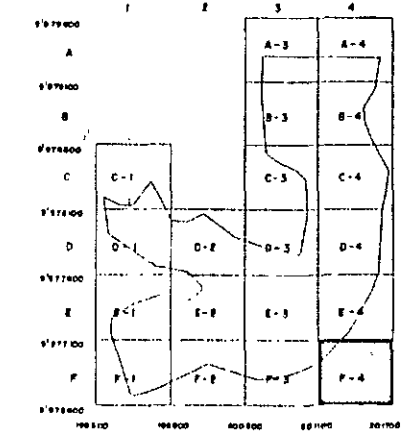
DISEÑADO	CAMINOS Y CANALES	RECOMENDADO	
DIBUJADO	CAMINOS Y CANALES	APROBADO	
REVISADO	Ing. R. Del S.		
FECHA	JULIO - 1990	REF.	0209-T-2026

REV. N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERIF.	APROB.

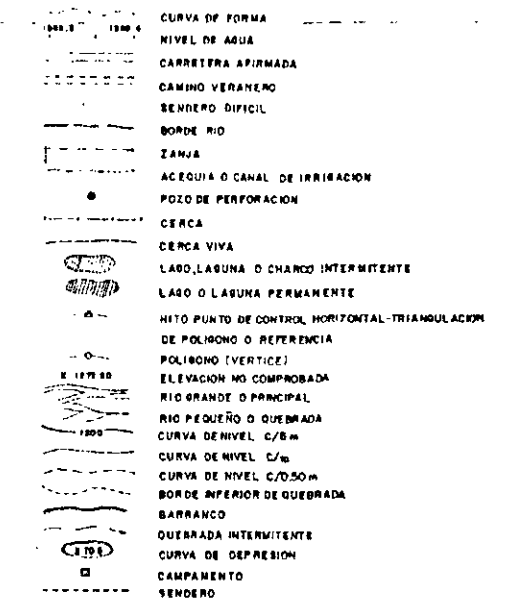
CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	

1.- INTERVALO ENTRE LINEA DE CUADRICULA 100 m
ZONA 18 DE LA PROYECCION UTM

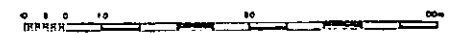
INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES



SIGNOS CONVENCIONALES

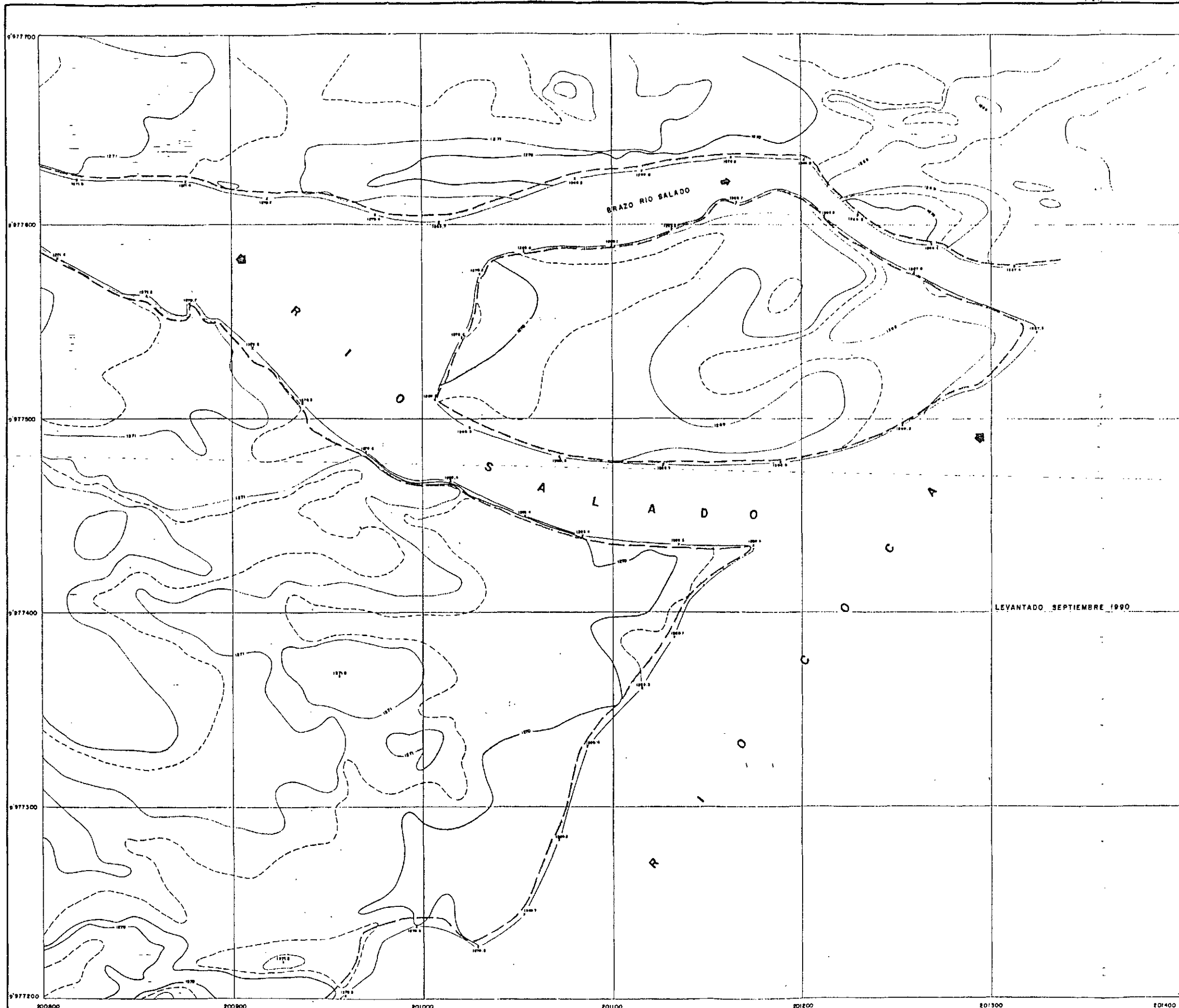


ESCALA 1:1000



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR - SALADO	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	
HOJA 19 DE 19	
DISEÑADO	CAMINOS Y CANALES
DIBUJADO	CAMINOS Y CANALES
REVISADO	Ing. R. Del S.
FECHA	JULIO - 1990
RECOMENDADO	Ing. R. Del S.
APROBADO	
REF.	0209 - T - 2027

REV. N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERIF.	APROB.



CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	

1. INTERVALO ENTRE LINEA DE CUADRICULA 100m
ZONA 18 DE LA PROYECCION U.T.M.

SIGNOS CONVENCIONALES

- CURVA DE FORMA
- NIVEL DE AGUA
- CARRETERA AFIRMADA
- CAMINO VERANERO
- SENDERO DIFICIL
- BORDE RIO
- ZANJA
- ACEQUIA O CANAL DE IRRIGACION
- POZO DE PERFORACION
- CERCA
- CERCA VIVA
- LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
- LAGO O LAGUNA PERMANENTE
- HITO-PUNTO DE CONTROL HORIZONTAL-TRIANGULACION
- DE POLIGONO O REFERENCIA
- POLIGONO (VERTICE)
- ELEVACION NO COMPROBADA
- RIO GRANDE O PRINCIPAL
- RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL 1:500
- CURVA DE NIVEL 1:200
- CURVA DE NIVEL 1:100
- CURVA DE NIVEL 1:50
- CURVA DE NIVEL 1:25
- BORDE INFERIOR DE QUEBRADA
- BARRANCO
- QUEBRADA INTERMITENTE
- CURVA DE DEPRESION
- CAMPAMENTO
- SENDERO

LEVANTADO SEPTIEMBRE 1990


ESCALA 1:1000

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
TOPOGRAFIA
SECTOR - SALADO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

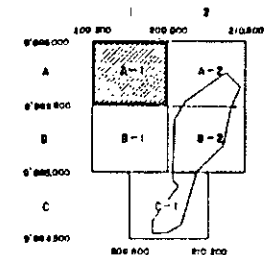
HOJA 1 DE 1 ESC. 1:1000

DISEÑADO CAMINOS Y CANALES		RECOMENDADO	
DIBUJADO CAMINOS Y CANALES		APROBADO	
REVISADO Ing R Del S.			
FECHA	SEPTIEMBRE-1990	REF. 0209-T-2028	

CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
POLIGONO PRINCIPAL			
MANZO	9°58'57.157	209°10.883	1352.701
V-300	9°58'57.154	209°09.119	1355.749
V-301	9°58'57.141	209°02.481	1329.648
POLIGONO AUXILIAR			

1. INTERVALO ENTRE LINEAS DE CUADRICULA 100 METROS
ZONA 18 DE LA PROYECCION U.T.M.

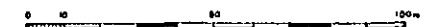
INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES



SIGNOS CONVENCIONALES

	CURVA DE FORMA
	NIVEL DE AGUA
	CARRETERA AFIRMADA
	CAMINO VFRANERO
	SENDERO DIFÍCIL
	BORDE RÍO
	ZANJA
	ACEQUIA O CANAL DE IRRIGACIÓN
	POZO DE PERFORACIÓN
	CERCA DE ALAMBRE
	CERCA VIVA
	LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
	LAGO O LAGUNA PERMANENTE
	HITO-PUNTO DE CONTROL HORIZONTAL-TRIANGULACIÓN
	HITO-PUNTO DE CONTROL VERTICAL-TRIANGULACIÓN
	POLIGONO AUXILIAR
	ELEVACIÓN NO COMPROBADA
	RÍO GRANDE O PRINCIPAL
	RÍO PEQUEÑO O QUEBRADA
	CURVA DE NIVEL 0/5 m.
	CURVA DE NIVEL 0/10 m.
	CURVA DE NIVEL 0/20 m.
	BORDE INFERIOR DE QUEBRADA
	BARRANCO
	QUEBRADA INTERMITENTE
	CURVA DE DEPRESIÓN
	CAMPAMENTO
	SENDERO

ESCALA 1:1000



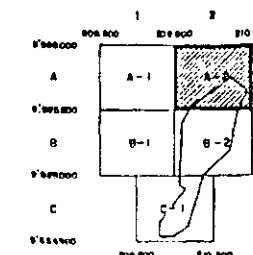
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
TOPOGRAFIA			
SITIO GALINDO			
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO			
HOJA 1 DE 3			
DISEÑADO		RECOMENDADO	
ASTEC		EH	
DIBUJADO		APROBADO	
ASTEC		ING. N. D. S.	
REVISO		FECHA	
NOVIEMBRE - 1990		REF. 0209-T-2029	

REV. N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISIÓN	POB.	VERP.	APROB.	FECHA

CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
	POLIGONO PRINCIPAL		
	POLIGONO AUXILIAR		

1. INTERVALO ENTRE LINEAS DE CUADRICULA 100 METROS
2. ONA 18 DE LA PROYECCION UTM

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES



SIGNOS CONVENCIONALES

- CURVA DE FORMA
- NIVEL DE AGUA
- CARRETERA AFIRMADA
- CAMINO VERANERO
- SENDERO DIFICIL
- BORDE RIO
- ZANJA
- ACEQUIA O CANAL DE IRRIGACION
- POZO DE PERFORACION
- CERCA DE ALAMBRE
- CERCA VIVA
- LAGO, LAQUA O CHARCO INTERMITENTE
- LAGO O LAQUA PERMANENTE
- HITO-PUNTO DE CONTROL HORIZONTAL-TRIANGULACION
- POLIGONO DE REFERENCIA
- POLIGONO AUXILIAR
- ELEVACION NO COMPROBADA
- RIO GRANDE O PRINCIPAL
- RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL C/5 m.
- CURVA DE NIVEL C/1 m.
- CURVA DE NIVEL C/0.50 m.
- BORDE INFERIOR DE QUEBRADA
- BARRANCO
- QUEBRADA INTERMITENTE
- CURVA DE DEPRESION
- CAMPAMENTO
- SENDERO

ESCALA 1:1000



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

TOPOGRAFIA

SITIO GALINDO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 2 DE 5

DISEÑADO ASTEC

ORIJADO ASTEC

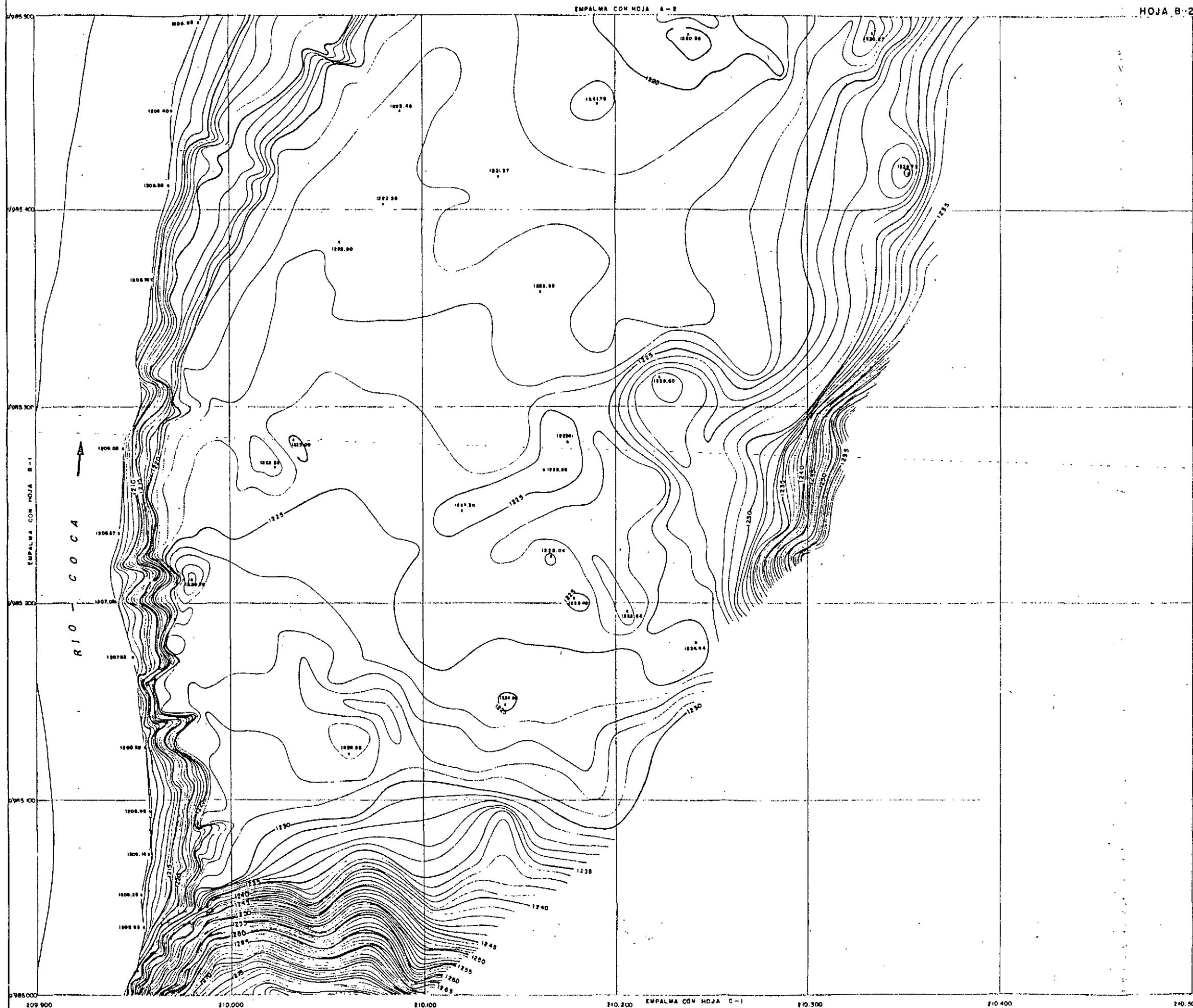
REVISADO Ing. R. Del S.

RECOMENDADO 13/5 ESC 1:1000

APROBADO

NOVIEMBRE, 1970 REF. 0209-T-2030

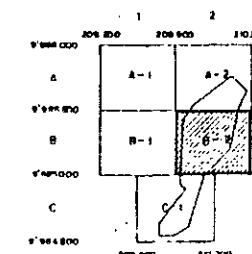
REV. Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERIF.	APROB.	FECHA



CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
	POLIGONO PRINCIPAL		
	POLIGONO AUXILIAR		

1. INTERVALO ENTRE LINEAS DE CUADRICULA 100 METROS
ZONA 18 DE LA PROYECCION U.T.M.

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES



SIGNOS CONVENCIONALES

- CURVA DE FORMA
- NIVEL DE AGUA
- CARRETERA AFIRMADA
- CAMINO VERANERO
- SENDERO DIFICIL
- BORDE RIO
- ZANJA
- ACEQUIA O CANAL DE IRRIGACION
- POZO DE PERFORACION
- CERCA DE ALAMBRE
- CERCA VIVA
- LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
- LAGO O LAGUNA PERMANENTE
- HITO - PUNTO DE CONTROL HORIZONTAL-TRIANGULACION
- DE POLIGONO O REFERENCIA
- POLIGONO AUXILIAR
- ELEVACION NO COMPROBADA
- RIO GRANDE O PRINCIPAL
- RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL C/5m.
- CURVA DE NIVEL C/10m.
- CURVA DE NIVEL C/20m.
- BORDE INFERIOR DE QUEBRADA
- BARRANCO
- QUEBRADA INTERMITENTE
- CURVA DE DEPRESION
- CAMPAMENTO
- SENDERO

ESCALA 1:1000



ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES



INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "D"

TOPOGRAFIA

SITIO GALINDO

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 4 DE 5

DISEÑADO ASTEC

DOBLADO ASTEC

REVISADO Ing. R. Del S.

RECOMENDADO

W. S.

APROBADO

FECHA

NOVIEMBRE - 1990

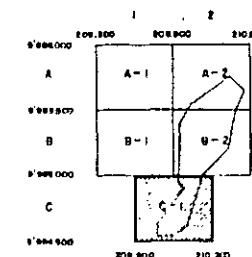
REF. 0209 - T - 2032

REV. N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERIF.	APROB.

CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
POLIGONO PRINCIPAL			
V-302	0°58'49.28.482	79°57'5.696	1279.97
POLIGONO AUXILIAR			
AUX-2	0°58'47.01.186	79°57'5.594	1287.08

1. INTERVALO ENTRE LINEAS DE CUADRICULA 100 METROS
ZONA 18 DE LA PROYECCION U.T.M.

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES



SIÑOS CONVENCIONALES

- CURVA DE FORMA
- NIVEL DE AGUA
- CARRETERA AFIRMADA
- CAMINO VERANERO
- SENDERO DIFICIL
- BORDE RIO
- ZANJA
- ACEQUIA O CANAL DE IRRIGACION
- POZO DE PERFORACION
- CERCA DE ALAMBRE
- CERCA VIVA
- LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
- LAGO O LAGUNA PERMANENTE
- HITO - PUNTO DE CONTROL HORIZONTAL - TRIANGULACION DE POLIGONO O REFERENCIA
- POLIGONO AUXILIAR
- ELEVACION NO COMPROBADA
- RIO GRANDE O PRINCIPAL
- RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL C/5 m.
- CURVA DE NIVEL C/10 m.
- CURVA DE NIVEL C/20 m.
- CURVA DE NIVEL C/50 m.
- BORDE INFERIOR DE QUEBRADA
- BARRANCO
- QUEBRADA INTERMITENTE
- CURVA DE DEPRESION
- CAMPAMENTO
- SENDERO

ESCALA 1:1000



ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO
ASTEC - INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
TOPOGRAFIA

SITIO GALINDO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

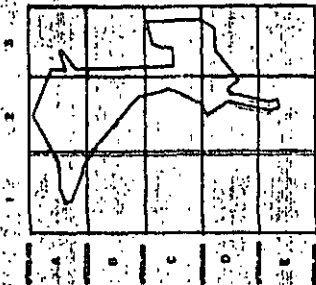
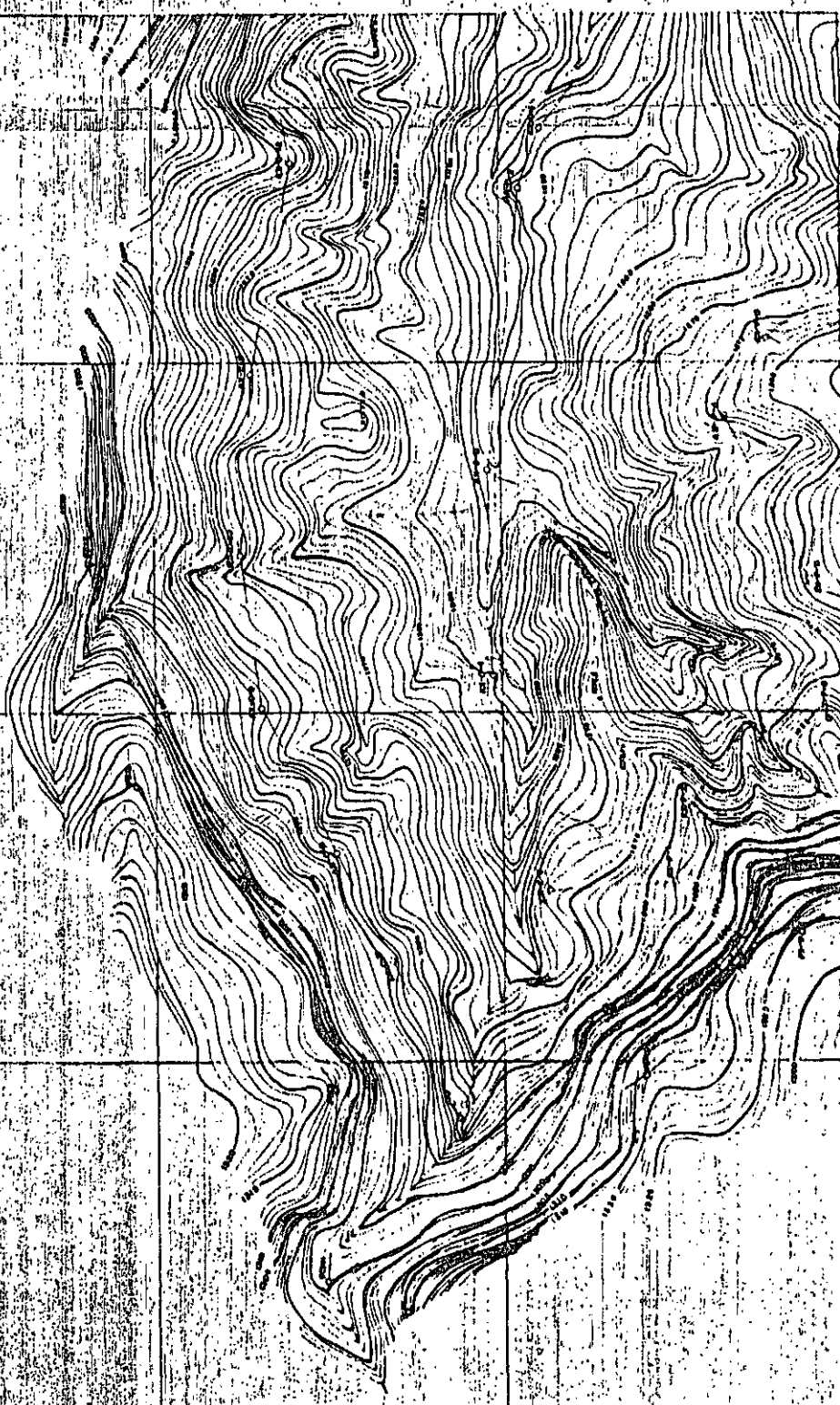
HOJA 3 DE 3 ESC. 1:1000

DISEÑADO	ASTEC	RECOMENDADO	
ORIJADO	ASTEC	W S	
REVISADO	Ing. R. Del S.	APROBADO	
FECHA	NOVIEMBRE - 1990	REF	0209-T-2033

REV. N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERIF.	APROB.

COORDENADAS Y COTAS DE VERTICES

VERTICES	ALTITUD	COTAS
AL-C-1	9705.967,861	1231.165
AL-C-2	9705.967,861	1231.177
AL-C-3	9705.967,861	1231.174
AL-C-4	9705.967,861	1231.175
AL-C-5	9705.967,861	1231.187
AL-C-6	9705.967,861	1231.187
AL-C-7	9705.967,861	1231.187
AL-C-8	9705.967,861	1231.187
AL-C-9	9705.967,861	1231.187
AL-C-10	9705.967,861	1231.187
AL-C-11	9705.967,861	1231.187
AL-C-12	9705.967,861	1231.187
AL-C-13	9705.967,861	1231.187
AL-C-14	9705.967,861	1231.187
AL-C-15	9705.967,861	1231.187
AL-C-16	9705.967,861	1231.187
AL-C-17	9705.967,861	1231.187
AL-C-18	9705.967,861	1231.187
AL-C-19	9705.967,861	1231.187
AL-C-20	9705.967,861	1231.187
AL-C-21	9705.967,861	1231.187
AL-C-22	9705.967,861	1231.187
AL-C-23	9705.967,861	1231.187
AL-C-24	9705.967,861	1231.187
AL-C-25	9705.967,861	1231.187
AL-C-26	9705.967,861	1231.187
AL-C-27	9705.967,861	1231.187
AL-C-28	9705.967,861	1231.187
AL-C-29	9705.967,861	1231.187
AL-C-30	9705.967,861	1231.187
AL-C-31	9705.967,861	1231.187
AL-C-32	9705.967,861	1231.187
AL-C-33	9705.967,861	1231.187
AL-C-34	9705.967,861	1231.187
AL-C-35	9705.967,861	1231.187
AL-C-36	9705.967,861	1231.187
AL-C-37	9705.967,861	1231.187
AL-C-38	9705.967,861	1231.187
AL-C-39	9705.967,861	1231.187
AL-C-40	9705.967,861	1231.187
AL-C-41	9705.967,861	1231.187
AL-C-42	9705.967,861	1231.187
AL-C-43	9705.967,861	1231.187
AL-C-44	9705.967,861	1231.187
AL-C-45	9705.967,861	1231.187
AL-C-46	9705.967,861	1231.187
AL-C-47	9705.967,861	1231.187
AL-C-48	9705.967,861	1231.187
AL-C-49	9705.967,861	1231.187
AL-C-50	9705.967,861	1231.187
AL-C-51	9705.967,861	1231.187
AL-C-52	9705.967,861	1231.187
AL-C-53	9705.967,861	1231.187
AL-C-54	9705.967,861	1231.187
AL-C-55	9705.967,861	1231.187
AL-C-56	9705.967,861	1231.187
AL-C-57	9705.967,861	1231.187
AL-C-58	9705.967,861	1231.187
AL-C-59	9705.967,861	1231.187
AL-C-60	9705.967,861	1231.187
AL-C-61	9705.967,861	1231.187
AL-C-62	9705.967,861	1231.187
AL-C-63	9705.967,861	1231.187
AL-C-64	9705.967,861	1231.187
AL-C-65	9705.967,861	1231.187
AL-C-66	9705.967,861	1231.187
AL-C-67	9705.967,861	1231.187
AL-C-68	9705.967,861	1231.187
AL-C-69	9705.967,861	1231.187
AL-C-70	9705.967,861	1231.187
AL-C-71	9705.967,861	1231.187
AL-C-72	9705.967,861	1231.187
AL-C-73	9705.967,861	1231.187
AL-C-74	9705.967,861	1231.187
AL-C-75	9705.967,861	1231.187
AL-C-76	9705.967,861	1231.187
AL-C-77	9705.967,861	1231.187
AL-C-78	9705.967,861	1231.187
AL-C-79	9705.967,861	1231.187
AL-C-80	9705.967,861	1231.187
AL-C-81	9705.967,861	1231.187
AL-C-82	9705.967,861	1231.187
AL-C-83	9705.967,861	1231.187
AL-C-84	9705.967,861	1231.187
AL-C-85	9705.967,861	1231.187
AL-C-86	9705.967,861	1231.187
AL-C-87	9705.967,861	1231.187
AL-C-88	9705.967,861	1231.187
AL-C-89	9705.967,861	1231.187
AL-C-90	9705.967,861	1231.187
AL-C-91	9705.967,861	1231.187
AL-C-92	9705.967,861	1231.187
AL-C-93	9705.967,861	1231.187
AL-C-94	9705.967,861	1231.187
AL-C-95	9705.967,861	1231.187
AL-C-96	9705.967,861	1231.187
AL-C-97	9705.967,861	1231.187
AL-C-98	9705.967,861	1231.187
AL-C-99	9705.967,861	1231.187
AL-C-100	9705.967,861	1231.187



ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-REELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

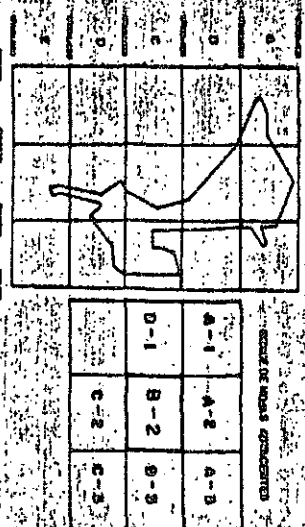
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA COCO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD "FASE A"
TOPOGRAFIA
SECTOR COMPENSADOR

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
ENC: 1:1000

FECHA: 02/09/2034

COORDENADAS Y COTAS DE VERTICES

VERTICE	LATITUD	LONGITUD	COTA
V-1006	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1007	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1008	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1009	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1010	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1011	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1012	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1013	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1014	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1015	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1016	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1017	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1018	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1019	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1020	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1021	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1022	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1023	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1024	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1025	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1026	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1027	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1028	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1029	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1030	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1031	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1032	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1033	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1034	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1035	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1036	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1037	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1038	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1039	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1040	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1041	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1042	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1043	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1044	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1045	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1046	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1047	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1048	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1049	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1050	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1051	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1052	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1053	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1054	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1055	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1056	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1057	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1058	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1059	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1060	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1061	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1062	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1063	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1064	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1065	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1066	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1067	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1068	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1069	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1070	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1071	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1072	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1073	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1074	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1075	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1076	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1077	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1078	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1079	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1080	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1081	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1082	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1083	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1084	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1085	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1086	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1087	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1088	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1089	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1090	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1091	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1092	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1093	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1094	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1095	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1096	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1097	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1098	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1099	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493
V-1100	9°03' 15.20"	78°17' 40.00"	1282.493



ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO
ASTED - MELIN - INGENIEROS - CAMINOS Y CANALES
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
SECTOR COMPENSADOR
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA COBO SINGULAR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FISICA

NOTA: Este levantamiento topografico fue realizado en el mes de mayo del 2009.

REVISADO: *[Signature]* **REVISADO**

ELABORADO: *[Signature]* **ELABORADO**

FECHA: 02-09-2009

PROYECTO: 0209-1-2036

COORDENADAS Y COTAS DE VERTICES

VERTICES	LATITUD	LONGITUD	COTAS
POT-3F	9°05' 46.223	224 715, 972	1285.115
AA-234A	9°05' 46.306	224 725, 830	1287.627
AA-235A	9°05' 235.722	224 749, 097	1290.030
AA-235A	9°05' 270, 384	224 757, 448	1294.139
AA-236A	9°05' 325, 292	224 754, 015	1301.863
AA-236A	9°05' 327, 875	224 745, 080	1303.170
AA-236A	9°05' 296, 007	224 706, 397	1317.531
AA-237A	9°05' 304, 194	224 683, 307	1322.708
POT 8 E-48	9°05' 020, 387	224 582, 659	1329.384
V-223	9°04' 576, 823	224 555, 732	1330.531
POT-E-2	9°05' 000, 431	224 587, 677	1319.932
V-224	9°05' 080, 087	224 632, 030	1326.630
POT-E	9°05' 103, 694	224 620, 637	1324.832
V-225	9°05' 205, 663	224 670, 392	1323.630
V-225-A	9°05' 223, 409	224 657, 352	1325.402
V-225-B	9°05' 301, 639	224 644, 259	1329.407
AA-238A	9°04' 582, 230	224 671, 486	1329.254
AA-238A	9°04' 545, 907	224 677, 161	1327.875
AA-239A	9°04' 558, 630	224 677, 247	1327.472
AA-239A	9°05' 000, 297	224 685, 111	1327.276
AA-240	9°05' 031, 716	224 688, 258	1329.034
AA-241	9°05' 062, 343	224 694, 273	1329.605
AA-242	9°05' 094, 459	224 702, 631	1329.863
AA-243	9°05' 130, 370	224 725, 819	1327.877
AA-244	9°05' 149, 383	224 714, 150	1330.434
AA-245	9°05' 041, 237	224 750, 080	1323.503
POT-48B-273A	9°05' 030, 036	224 762, 523	1323.523
AA-274A	9°04' 525, 688	224 731, 852	1326.675
AA-275A	9°04' 528, 250	224 733, 226	1323.274
AA-276A	9°04' 514, 230	224 730, 730	1321.684
AA-276B	9°04' 504, 573	224 750, 574	1321.214
V-226	9°05' 155, 053	224 704, 416	1323.544
V-227	9°05' 116, 965	224 694, 116	1324.316
V-228	9°05' 272, 602	224 589, 110	1331.308
P1-1	9°05' 211, 784	224 551, 181	1342.013
P1-2	9°05' 193, 041	224 646, 375	1340.036
P1-3	9°05' 170, 994	224 519, 621	1330.942
P1-4	9°05' 134, 376	224 500, 303	1333.079
P1-5	9°05' 084, 204	224 494, 540	1344.076
P1-6	9°05' 038, 812	224 470, 771	1342.304
P1-7	9°05' 025, 084	224 435, 409	1339.316
P1-8	9°05' 022, 310	224 388, 300	1337.001
P1-9	9°04' 994, 086	224 371, 352	1343.505
P1-10	9°04' 945, 483	224 378, 366	1336.230
P1-12	9°04' 917, 670	224 377, 800	1325.821
PA-48	9°04' 912, 007	224 516, 208	1323.257
PA-49	9°04' 949, 589	224 528, 378	1309.620

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS

1	2	3	INDICE DE HOJAS ADYACENTES	
A			B-2	B-3
B				
C			C-2	C-3
D			D-2	D-3
E				

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "A"

TOPOGRAFIA

SECTOR COMPENSADOR
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 02 DE 8

Escala: 1:1000

ELABORADO	REVISADO	APROBADO
FECHA	FECHA	FECHA
SEPTIEMBRE/87		
REV. 0209-T-2037		

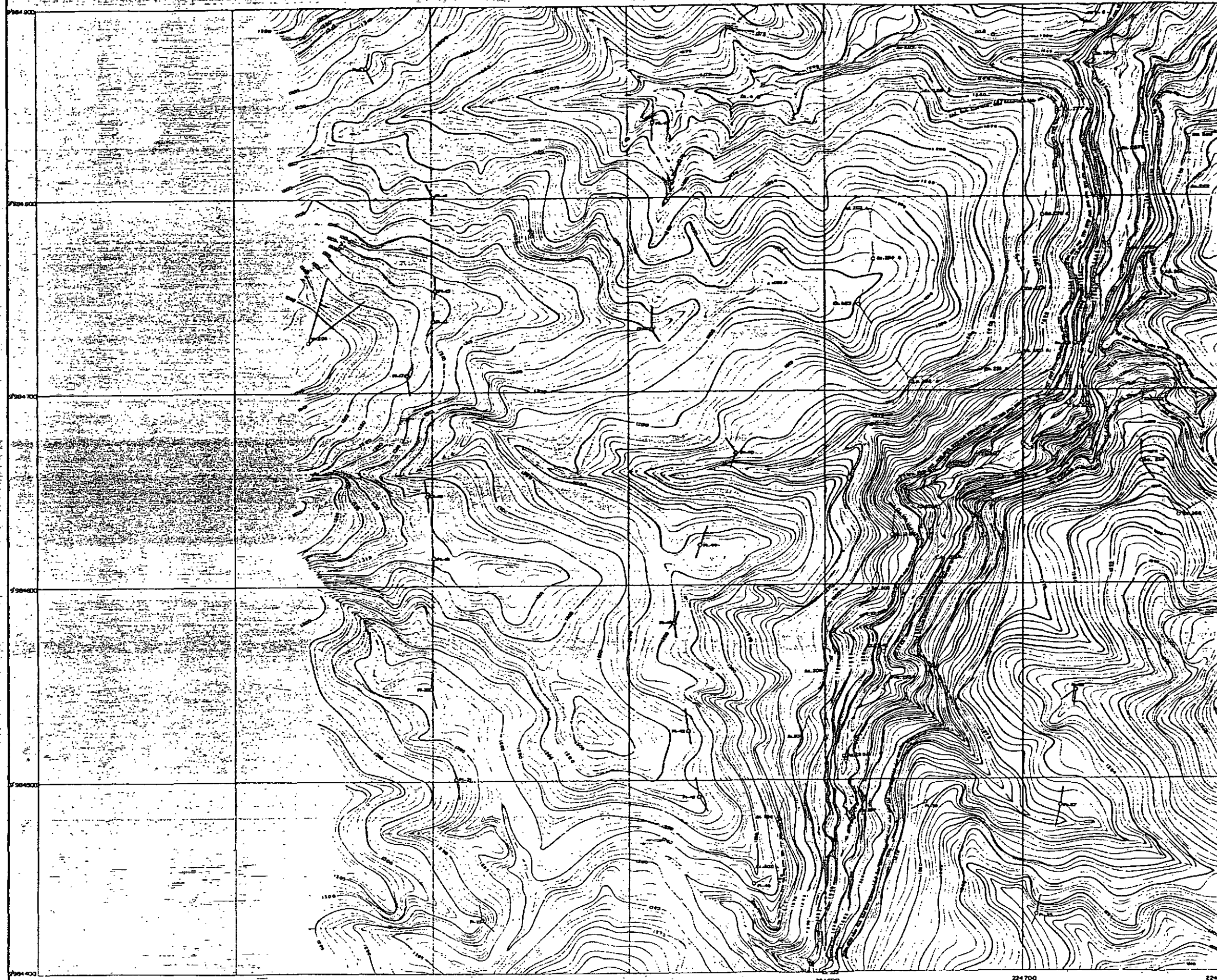
SÍMBOLOS CONVENCIONALES

NOTAS

- INTERVALO ENTRE LÍNEAS DE COTAS 500 METROS
- ESPACIACIÓN DE CURVAS DE NIVEL 1" = 10 METROS

Escala: 1:1000

REV	FECHA	NATURALEZA DE LA MODIFICACION	POR	VER	APROB



COORDENADAS Y COTAS DE VERTICES

VERTICES	LATITUD	LONGITUD	COTAS
VT-1	9984 002,13	224 732,35	1265.084
As-277 A	9984 005,27	224 719,44	1264.437
As-278 A	9984 700,70	224 700,28	1263.912
As-279 A	9984 700,00	224 700,32	1263.770
As-280 A	9984 710,200	224 698,00	1264.525
As-281 A	9984 711,40	224 676,274	1270.527
As-282 A	9984 705,16	224 642,35	1261.474
As-283 A	9984 704,028	224 646,700	1264.504
As-284 A	9984 707,323	224 624,405	1264.277
As-285 A	9984 702,250	224 623,130	1262.300
As-286 A	9984 693,620	224 640,081	1274.491
As-287 A	9984 677,949	224 634,607	1264.730
As-288	9984 680,213	224 704,671	1262.238
As-289	9984 683,203	224 704,184	1265.008
As-290	9984 709,304	224 771,050	1260.000
As-291	9984 623,688	224 760,528	1267.614
As-292	9984 623,643	224 760,447	1276.622
As-293	9984 623,232	224 770,823	1262.176
As-294	9984 673,422	224 747,191	1264.630
As-295	9984 623,220	224 753,529	1262.926
As-296	9984 679,340	224 753,594	1262.709
As-297	9984 720,757	224 726,140	1247.101
As-298	9984 601,343	224 723,744	1265.524
As-299 A	9984 637,028	224 695,227	1264.403
As-300 A	9984 633,806	224 695,928	1269.370
As-301 A	9984 613,800	224 696,00	1262.781
As-302 A	9984 620,232	224 620,425	1260.625
As-303 A	9984 622,000	224 620,230	1263.772
As-304	9984 622,321	224 620,383	1262.622
As-305	9984 626,179	224 615,189	1265.211
As-306	9984 600,707	224 528,027	1263.705
As-307	9984 603,739	224 575,050	1261.804
As-308	9984 470,225	224 575,900	1260.100
As-309	9984 571,420	224 577,753	1265.215
As-310	9984 565,304	224 570,756	1263.019
As-311	9984 567,250	224 522,678	1268.443
As-312	9984 623,325	224 624,410	1263.696
As-313	9984 723,328	224 537,335	1264.702
As-314	9984 690,342	224 537,020	1260.500
As-315	9984 600,007	224 400,473	1269.588
As-316	9984 736,020	224 400,347	1264.309
As-317	9984 735,020	224 400,094	1260.884
As-318	9984 700,020	224 397,220	1334.000
As-319	9984 643,724	224 397,485	1340.405
As-320	9984 644,044	224 400,840	1263.067
As-321	9984 547,377	224 390,470	1263.300
As-322	9984 509,427	224 42,132	1260.422
As-323	9984 420,549	224 425,485	1260.070
As-324	9984 430,213	224 707,212	1260.860
As-325	9984 465,715	224 705,404	1270.363
As-326	9984 543,527	224 727,600	1260.614
As-327	9984 480,300	224 620,490	1261.130
As-328	9984 446,700	224 563,000	1264.075
As-329	9984 491,713	224 528,209	1265.513
As-330	9984 524,300	224 528,673	1266.020
As-331	9984 580,307	224 523,020	1269.671
As-332	9984 620,340	224 523,540	1263.506
As-333	9984 668,001	224 523,634	1261.263
As-334	9984 732,130	224 511,610	1304.981
As-335	9984 830,024	224 512,300	1272.900

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS

1	2	3
A	B	C
D	E	F
G	H	I
J	K	L
M	N	O
P	Q	R
S	T	U
V	W	X
Y	Z	

INDICE DE HOJAS ADYACENTES

C-2	C-3
D-2	D-3
E-2	E-3

NOTAS

1) INTERVALO ENTRE LINEAS DE CUADRICULA 100 METROS

2) EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL 1 Y 5 METROS

3) EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL 1 Y 5 METROS

4) EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL 1 Y 5 METROS

5) EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL 1 Y 5 METROS

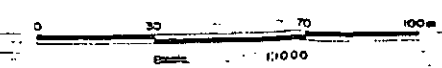
6) EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL 1 Y 5 METROS

7) EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL 1 Y 5 METROS

8) EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL 1 Y 5 METROS

9) EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL 1 Y 5 METROS

10) EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL 1 Y 5 METROS



REV. N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERIF.	APROB.
1	2009-07-07	REVISADO	2	3	4
2	2009-07-07	REVISADO	2	3	4
3	2009-07-07	REVISADO	2	3	4
4	2009-07-07	REVISADO	2	3	4
5	2009-07-07	REVISADO	2	3	4
6	2009-07-07	REVISADO	2	3	4
7	2009-07-07	REVISADO	2	3	4
8	2009-07-07	REVISADO	2	3	4
9	2009-07-07	REVISADO	2	3	4
10	2009-07-07	REVISADO	2	3	4

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO

ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA COCO SINCLAIR

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "A"

TOPOGRAFIA

SECTOR COMPENSADOR

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 0-2 DE 11

ESC. 1:1000

DI. SEÑALADO

REVISADO











APROBADO

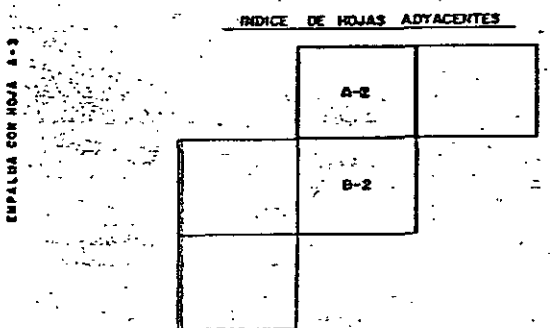
FECHA

2009-07-07

REF. 0209-T-2038



	<u>SIMBOLOGIA</u>
A	UNTO-PUERTO DE CONTROL INTERIOR - TRANSACCION
	DE POLICIA O SUPERVIA
B	UNTO DE REVELACION
	UNTO POLICIAO SECUNDARIO
1 23 40	ELEVACION NO CONFINADA
	NO GRANDE O PEQUENO
	NO PEQUENO O GRANDE
	CORNO DE SPIEL C/a
	CORNO DE SPIEL C/a
	CURVA DE FORMA
	BORDO INTERIOR DE CUBRADA
	SEPARADO
	CUBRADA DIFERENTE
	CORNO DE DEPENDENCIA
	DESALMENTO



ESC. HOR. 0 10 50 100 m

ESCALA GRAFICA

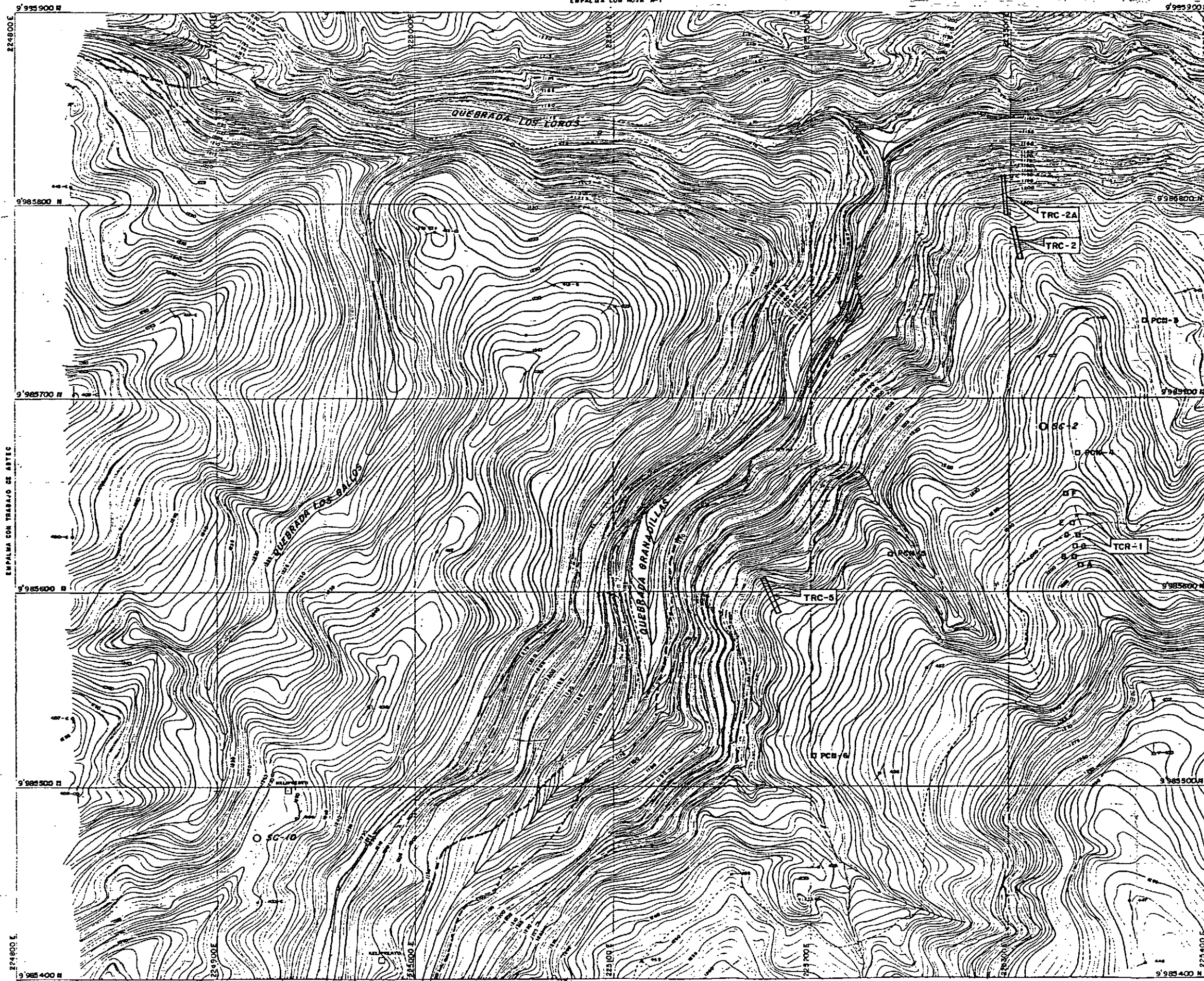
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SIMOLAR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
TOPOGRAFIA
SECTOR. COMPENSADOR
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

APROBADO	12/14/91	RECOMENDADO	
DEBIDO	CARGOS VINCULADOS	P.A.	
EDICADO	14/11	APROBADO	
FECHA	FEBRERO/1991	0209-T-2040	

[illegible]

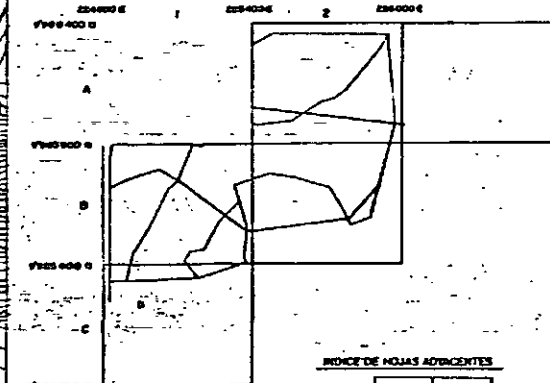


CUADRO DE COORDENADAS			
ABSCISAS	COORDENADAS		ORDENADAS
	LATITUD	LONGITUD	COTAS
POLIGONO SECUNDARIO "B"			
468	9° 58' 58.899,190	224° 55' 42.0	1229,429
473	9° 58' 58.897,285	225° 15' 58,888	1221,241
POLIGONO PRINCIPAL			
V-400	9° 58' 58.314,205	225° 37' 34,2	1208,043
V-405	9° 58' 58.743,542	225° 07' 87,1	1235,430
POLIGONO SECUNDARIO "A"			
486	9° 58' 58.712,271	225° 05' 58,608	1242,272
497	9° 58' 58.421,308	225° 01' 17,9	1242,654
498	9° 58' 58.407,712	224° 57' 36,8	1249,025
499	9° 58' 58.464,785	224° 54' 33,3	1250,362
400-C	9° 58' 58.440,170	224° 52' 30,707	1251,521
405-C	9° 58' 58.497,025	224° 51' 42,2	1251,239
407-C	9° 58' 58.535,622	224° 52' 36,3	1251,008
408-C	9° 58' 58.628,365	224° 52' 30,3	1250,216
409-C	9° 58' 58.701,434	224° 52' 36,4	1249,486
410-C	9° 58' 58.808,832	224° 52' 36,4	1249,734
411-C	9° 58' 58.742,526	224° 47' 07,0	1251,152
412-C	9° 58' 58.705,87	225° 00' 40,8	1251,392
413-C	9° 58' 58.737,746	225° 07' 13,2	1254,245
POLIGONO SECUNDARIO "C"			
437	9° 58' 58.543,273	225° 07' 31,44	1283,553
438	9° 58' 58.639,247	225° 33' 34,753	1244,632
439	9° 58' 58.721,040	225° 31' 47,3	1229,672
440	9° 58' 58.740,324	225° 33' 36,765	1231,719
441	9° 58' 58.754,537	225° 38' 39,4	1213,304
POLIGONO SECUNDARIO "D"			
453	9° 58' 58.409,280	225° 04' 41,2	1250,149
454	9° 58' 58.454,251	225° 05' 40,0	1246,623
455	9° 58' 58.456,619	225° 03' 34,2	1254,800
456	9° 58' 58.504,554	225° 23' 46,91	1246,606
457	9° 58' 58.561,003	225° 23' 47,0	1246,754
457	9° 58' 58.440,285	225° 38' 11,79	1296,613
448	9° 58' 58.407,977	225° 36' 38,2	1296,502

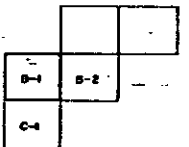
SIMBOLOGIA

- PUNTO DE CONTROL HORIZONTAL - TRANSACCION
- PUNTO DE REFERENCIA
- PUNTO DE REVELACION
- PUNTO POLIGONO SECUNDARIO
- ELEVACION NO COMPROBADA
- RIO GRANDE O PRINCIPAL
- RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL C/5m
- CURVA DE NIVEL C/1m
- CURVA DE FORMA
- BORDE INFERIOR DE QUEBRADA
- BARRANCO
- QUEBRADA INTERMITENTE
- CURVA DE DEPRESION
- CASAPUEBLO
- SENDERO

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS

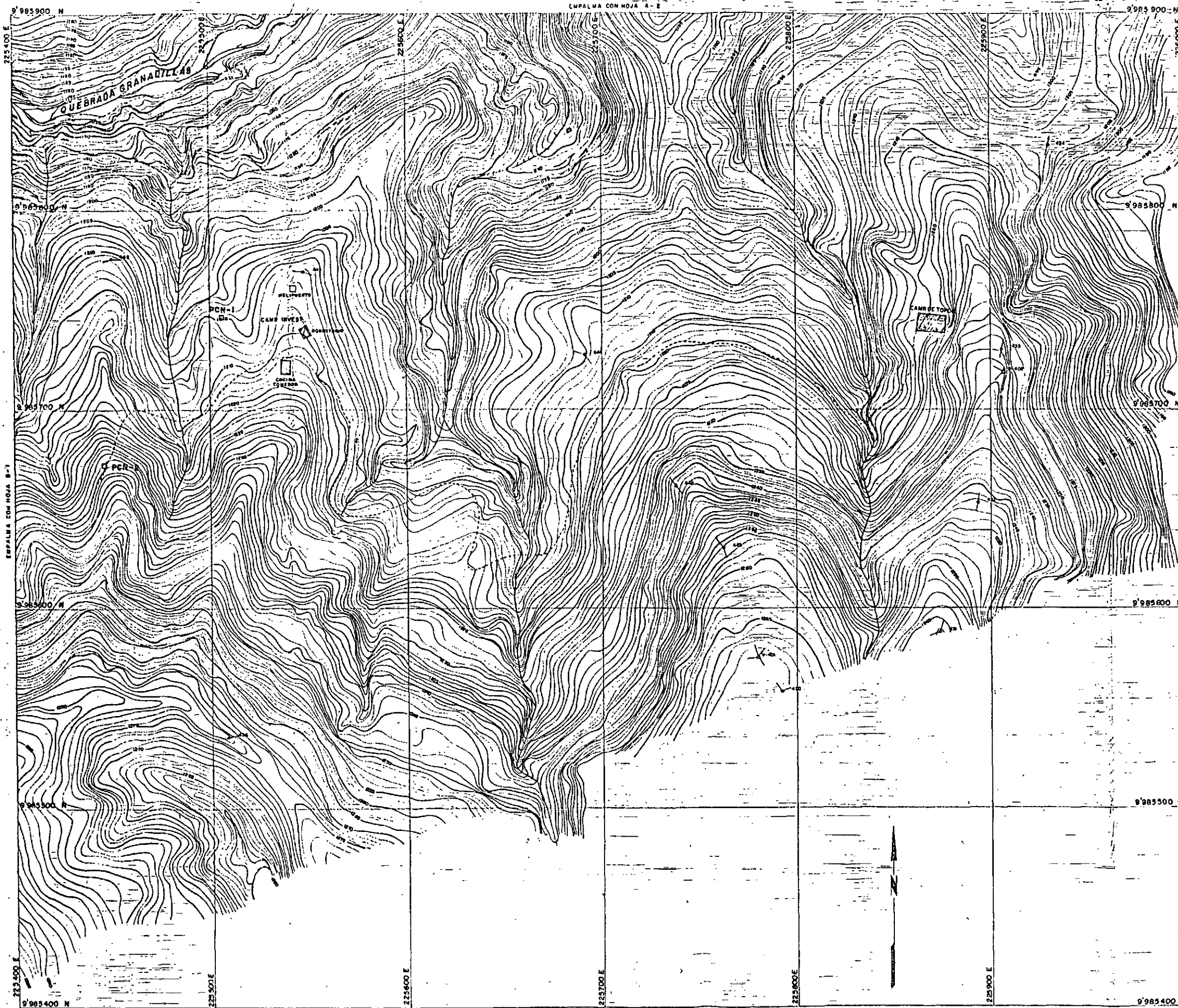


INDICE DE HOJAS ADYACENTES



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RADIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR COMPENSADOR	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	
HOJA 2 DE 4	
ELABORADO	RECOMENDADO
REVISADO	APROBADO
FECHA	FECHA
FECHA	FECHA

REV	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VER	APR
1	MAR-91	SEÑAL TOPOGRAFICA GRANADILLAS Y TOROS	CCCS	R.D.M.B.	

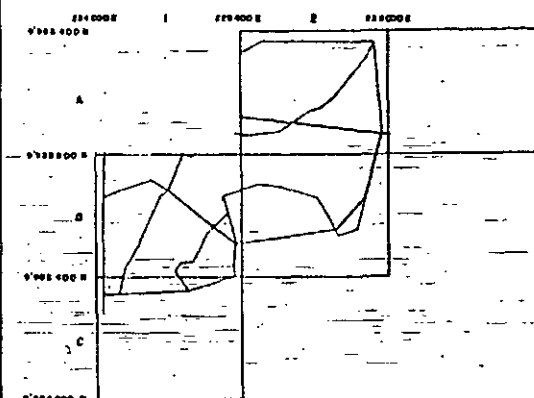


CUADRO DE COORDENADAS			
ABSCISAS	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
	POLIGONO PRINCIPAL		
V-401	9°58.575,420	225.780,395	1.289,783
V-402	9°58.718,682	225.806,244	1.234,630
POLIGONO SECUNDARIO			
430	9°58.558,143	225.782,557	1.289,871
431	9°58.587,851	225.874,085	1.281,121
432	9°58.613,225	225.893,385	1.247,320
433	9°58.729,985	225.905,955	1.232,976
434	9°58.832,933	225.930,245	1.208,017
435	9°58.935,908	225.908,181	1.277,041
436	9°58.718,878	225.448,745	1.211,187
437	9°58.708,838	225.947,667	1.219,510
438	9°58.726,879	225.890,682	1.209,808
439	9°58.681,907	225.750,029	1.241,874
440	9°58.630,619	225.783,082	1.258,791

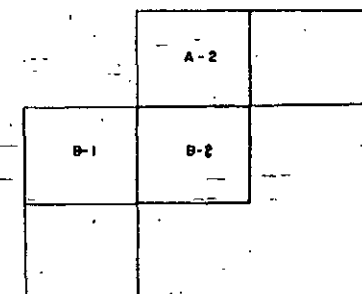
SIMBOLOGIA

- ▲ HITO-PUNTO DE CONTROL HORIZONTAL-TRIANGULACION
- DE POLIGONO O REFERENCIA
- HITO DE NIVELACION
- PUNTO POLIGONO SECUNDARIO
- 163.20 ELEVACION NO COMPROBADA
- RIO GRANDE O PRINCIPAL
- RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL C/5m
- CURVA DE NIVEL C/m
- CURVA DE FORMA
- BORDE INFERIOR DE QUEBRADA
- BARRANCO
- QUEBRADA INTERMITENTE
- CURVA DE DEPRESION
- CAMPAMENTO
- SENDERO

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS



INDICE DE HOJAS ADYACENTES



ESC. HOR. 0 10 50 100 m.
ESCALA GRAFICA

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

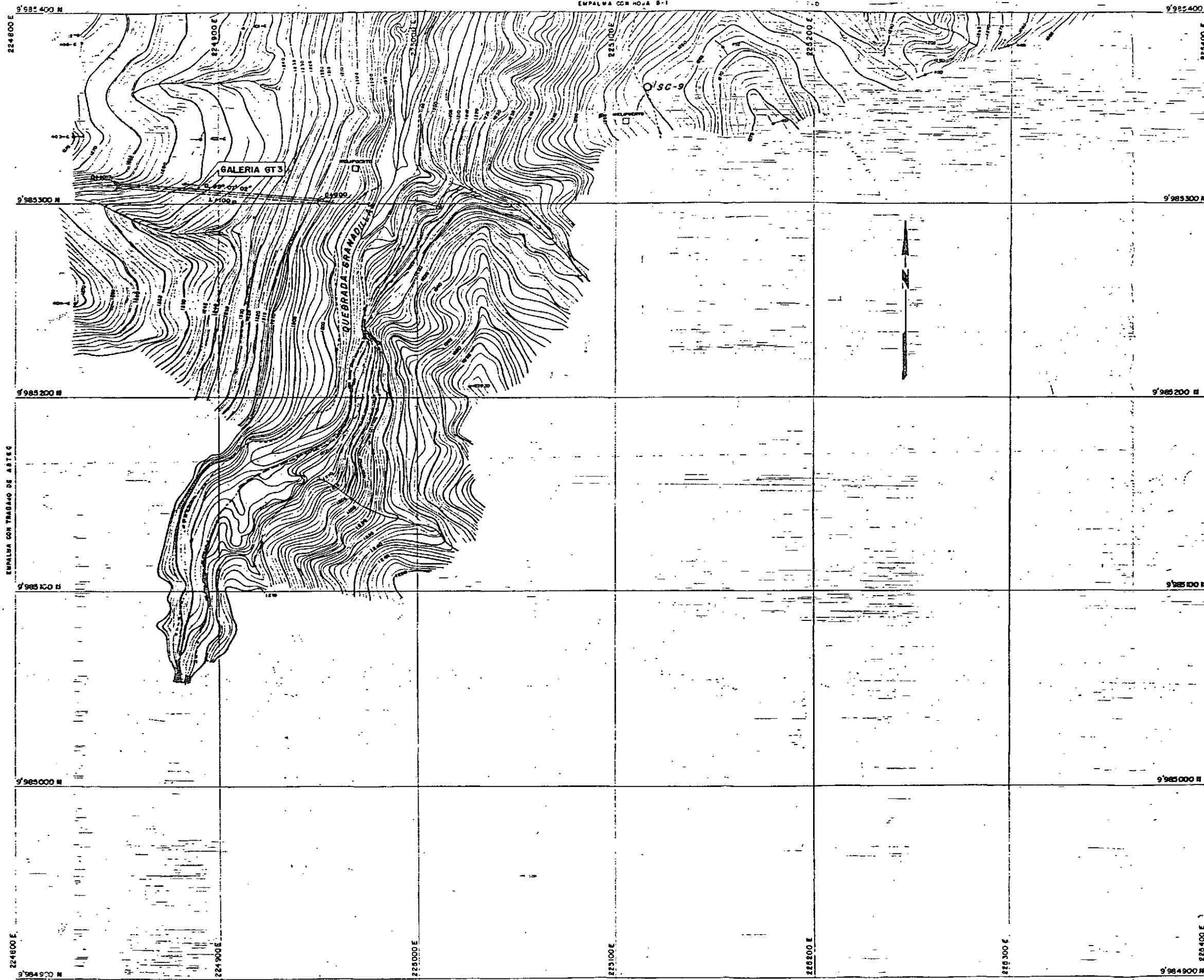
TOPOGRAFIA

SECTOR COMPENSADOR
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 5 DE 4 ESC. 1:1.000

DISEÑADO	SAJALAN	RECOMENDADO	
TRAZADO	CAMINOS Y CANALES P.A.	APROBADO	
REVISADO	SAJALAN	FECHA	FEBRERO/1991
REV. Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CCCS N DMS POR YCMF APROB

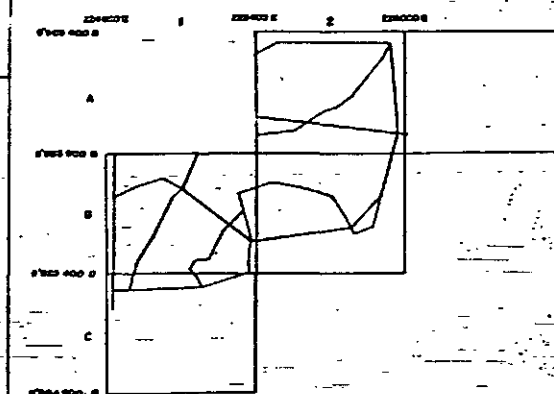
REV. Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CCCS	N DMS	POR	YCMF	APROB
1	MAR-91	DEL TOPO GONJANADILLAS Y LOROS	CCCS	N DMS			
2	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CCCS	N DMS			



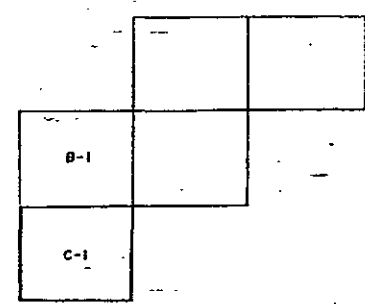
CUADRO DE COORDENADAS			
ABSCISAS	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
POLIGONO SECUNDARIO "A"			
401-C	9°58'39.2,310	224°52'53,4	1.251,865
402-C	9°58'33.863	224°50'0,34	1.256,216
403-C	9°58'33,813	224°52'52,4	1.275,225
404-C	9°58'24,227	224°52'52,1	1.271,08
405-C	9°58'24,527	224°52'52,1	1.272,822
POLIGONO SECUNDARIO "D"			
449	9°58'38,254	225°29'8,82	1.281,402
450	9°58'34,723	225°25'5,863	1.260,405
451	9°58'34,675	225°17'9,667	1.277,147
452	9°58'38,176	225°15'4,707	1.267,982

- SIMBOLOGIA**
- HITO DE REVELACION
 - PUNTO POLIGONO SECUNDARIO
 - 163.30 ELEVACION EN COMPAS
 - NO GRANDE O QUEBRADA
 - NO PEQUEÑO O QUEBRADA
 - 1000 CURVA DE NIVEL C/5m
 - CURVA DE NIVEL C/2m
 - CURVA DE FORMA
 - BORDE SUPERIOR DE QUEBRADA
 - BARRANCO
 - QUEBRADA INTERMITENTE
 - CURVA DE DEPRESION
 - CAMPAÑAMENTO
 - SENDERO
 - HITO-PUNTO DE CONTROL HORIZONTAL-TRIANGULACION DE POLIGONO O REFERENCIA

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS

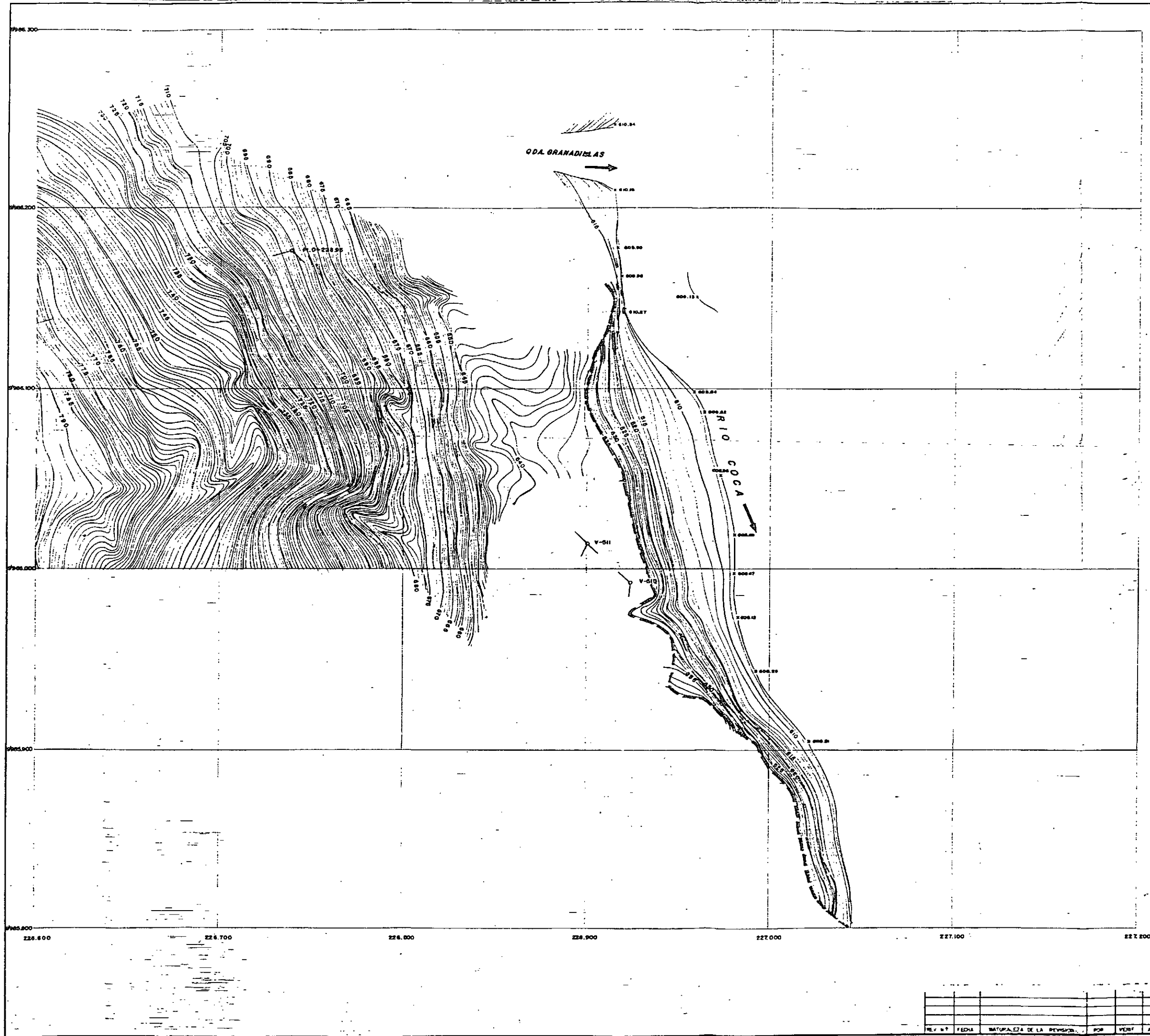


INDICE DE HOJAS ADYACENTES



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
TOPOGRAFIA SECTOR COMPENSADOR LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO			
HOJA 4 DE 4			
ELABORADO	REVISADO	RECOMENDADO	APROBADO
CAMEROS Y CANALES	PA.		
FECHA	FEBRERO/1991	REF	0209-T-2043

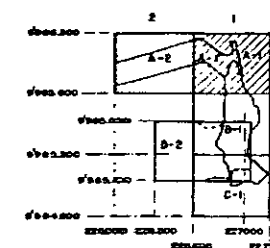
MAP-28	ORDEN TOPOG. GRANADILLA Y LOROS	CCCB	R.D.M.S.	FOR	YDOP	APROB.
REV. N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	FOR	YDOP	APROB.	FECHA



CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
POLIGONO PRINCIPAL			
POLIGONO AUXILIAR			
V-010	9°56'55.249	77°52'30.2	632.486
V-011	9°56'01.428	77°52'30.231	632.104
PI 0+228.96	9°56'17.603	77°52'38.404	636.588

L. INTERVALO ENTRE LINEA DE CUADRICULA 100 METROS
ZONA 18 DE LA PROYECCION U.T.M.

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES



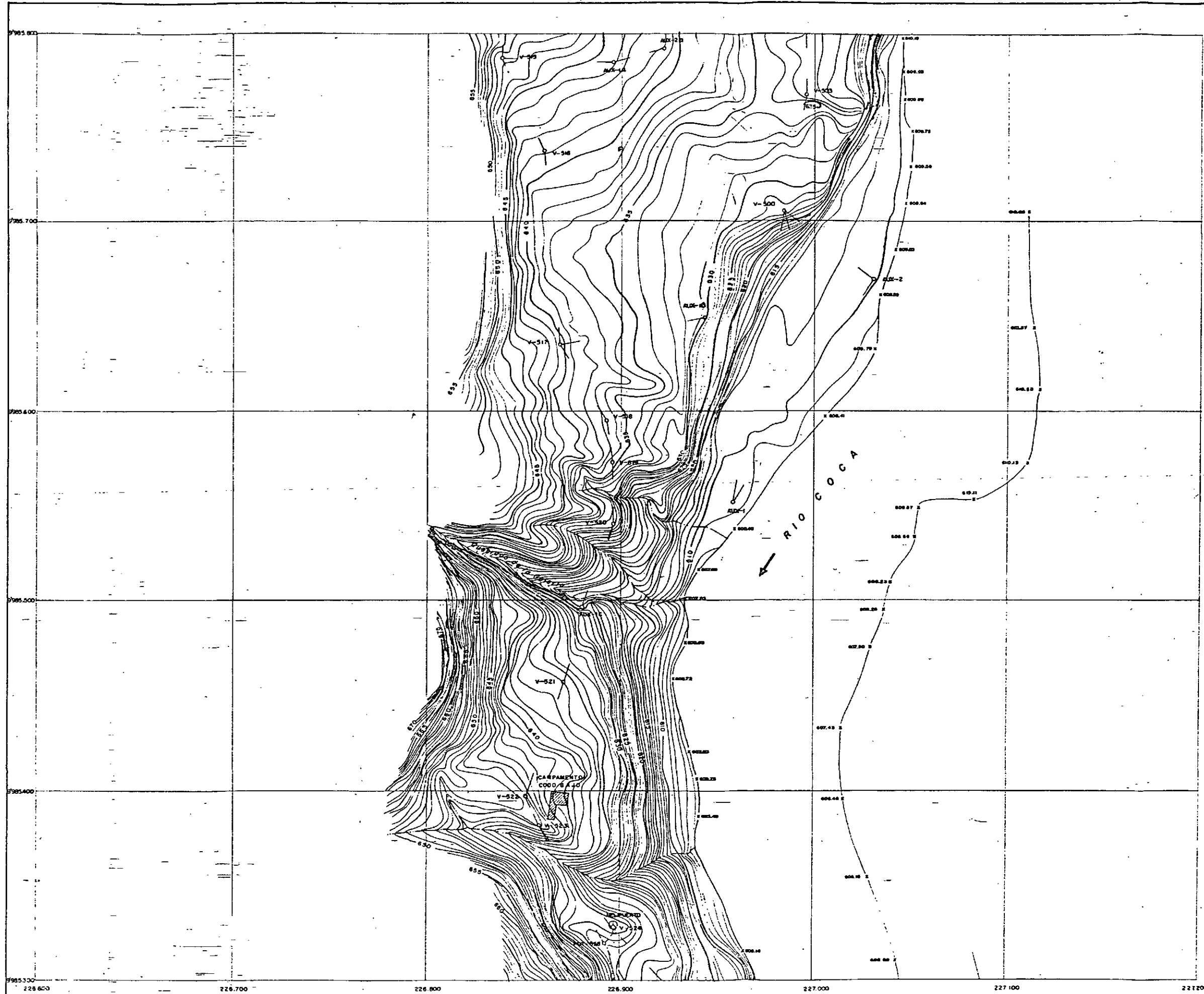
SIGNOS CONVENCIONALES

- CURVA DE FIEBRE
- NIVEL DE AGUA
- CARRETERA AFUERA
- CAMINO VERANERO
- SENDERO DIFÍCIL
- BORDE RÍO
- ZANJA
- ACEQUIA O CANAL DE IRRIGACION
- POZO DE PERFORACION
- CERCAS VIRA
- LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
- LAGO O LAGUNA PERMANENTE
- HITOS-PUNTOS DE CONTROL HORIZONTAL-TRIANGULACION
- POLIGONO DE REFERENCIA
- POLIGONO AUXILIAR
- ELEVACION NO CONTROLADA
- RIO GRANDE O PRINCIPAL
- RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL 1/5 m.
- CURVA DE NIVEL 1/10 m.
- CURVA DE NIVEL 1/20 m.
- CURVA DE NIVEL 1/50 m.
- CURVA DE NIVEL 1/100 m.
- CURVA DE NIVEL 1/200 m.
- CURVA DE NIVEL 1/500 m.
- CURVA DE NIVEL 1/1000 m.
- BARRANCO
- QUEBRADA INTERMITENTE
- CURVA DE DEPRESION
- CAMPAMENTO
- RINCON

ESCALA 1:1000



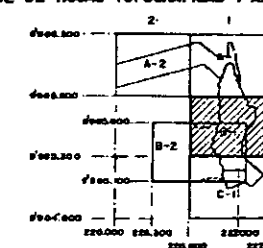
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
TOPOGRAFIA			
SECTOR CODO BAJO			
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO			
HOJA 2 DE 8			
ESC. 1:1000			
DISEÑADO	Ing. R. Del S.	RECOMENDADO	
DIBUJADO	L. B. Gómez	APROBADO	
REVISADO	Ing. R. Del S.	FECHA	JULIO/1991
REV. N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POB. VERIF. APROB.
			REF. 0209-T-2045



CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
POLIGONO PRINCIPAL			
V-900	9°585.705,538	226.984,652	628.513
POLIGONO AUXILIAR			
AUX-1	9°585.501,932	226.957,941	609.472
AUX-2	9°585.689,063	227.030,641	610.061
V-503	9°585.787,497	226.995,782	632.970
V-515	9°585.787,508	226.838,186	648.548
AUX-1A	9°585.785,180	226.895,280	644.280
AUX-2A	9°585.782,180	226.921,180	641.950
V-510	9°585.737,771	226.860,028	641.274
V-517	9°585.635,079	226.888,448	640.511
AUX-1B	9°585.648,620	226.942,900	630.970
V-519	9°585.594,431	226.892,478	636.708
V-518	9°585.573,028	226.895,241	635.647
V-520	9°585.540,415	226.895,669	632.232
AUX-1C	9°585.496,520	226.880,190	620.470
V-521	9°585.457,018	226.870,736	636.019
V-522	9°585.397,287	226.851,001	646.470
V-523	9°585.381,688	226.858,184	646.431
V-524	9°585.328,020	226.897,280	635.510
POT-998	9°585.319,480	226.892,150	633.210

L. INTERVALO ENTRE LINEAS DE CUADRICULA 100 METROS
ZONA 18 DE LA PROYECCION U.T.M.

INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS Y ADYACENTES



SIGNOS CONVENCIONALES

- CURVA DE FORMA
- NIVEL DE AGUA
- CARRETERA AFERROSA
- CAMINO VERANERO
- SENDERO DIFICIL
- BORDE RIO
- ZANJA
- ACEQUIA O CANAL DE REGADICION
- POZO DE PERFORACION
- CERCA DE ALAMBRE
- CERCA VIVA
- LAGO, LAGUNA O CHARCO INTERMITENTE
- LAGO O LAGUNA PERMANENTE
- HITO-PUNTO DE CONTROL HORIZONTAL-TRIANGULACION
- POLIGONO O REFERENCIA
- ELEVACION O DEPRESION
- RIO GRANDE O PRINCIPAL
- RIO PEQUEÑO O QUEBRADA
- CURVA DE NIVEL C/50
- CURVA DE NIVEL C/100
- CURVA DE NIVEL C/200
- BORDE SUPERIOR DE QUEBRADA
- BARRICA
- QUEBRADA INTERMITENTE
- CURVA DE DEPRESION
- CAMPUERTO
- SENDERO

ESCALA 1:1000



ELECTRO CONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

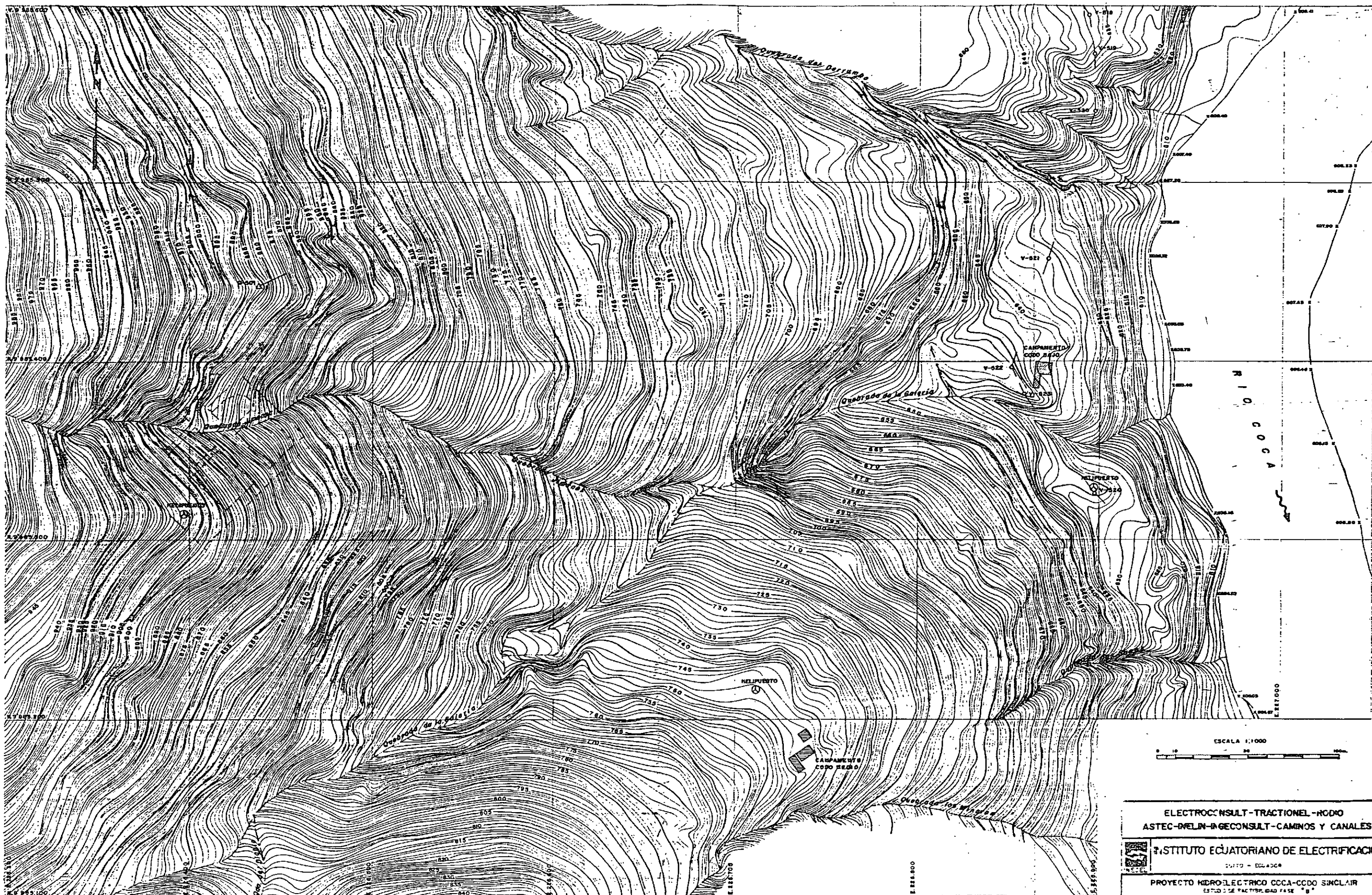
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

TOPOGRAFIA
SECTOR CODO BAJO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

HOJA 4 DE 6 ESC. 1:1000

DISENADO	ASTEC	RECOMENDADO	
DISENADO	ASTEC	APROBADO	
REVISADO	Ing. R. Del S.		
FECHA	ENERO/1991	REF.	0209-T-2047

REV. N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VER.	APROB.



ESCALA 1:1000

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-DELIN-AGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

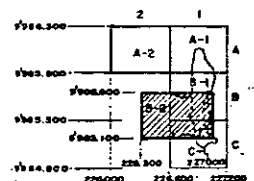
TOPOGRAFIA
SECTOR CODO BAJO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

ELABORADO Ing. R. Del S. RECOMENDADO
DISEÑADO L.B. Meneses APROBADO
REVISADO Ing. R. Del S. FECHA JULIO 1991 REP. 0209-T-2049

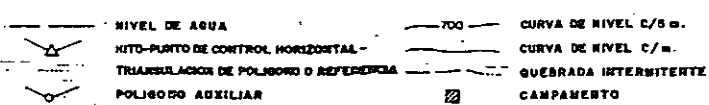
CUADRO DE COORDENADAS

VERTICES	COORDENADAS	COTAS
	LONGITUD	
V-501	9385.442.737	226.437.581
V-518	9385.594.431	226.892.478
V-519	9385.575.028	226.895.241
V-520	9385.540.415	226.895.659
V-521	9385.457.018	226.870.736
V-522	9385.397.267	226.891.001
V-523	9385.381.886	226.895.184
V-524	9385.325.020	226.892.150

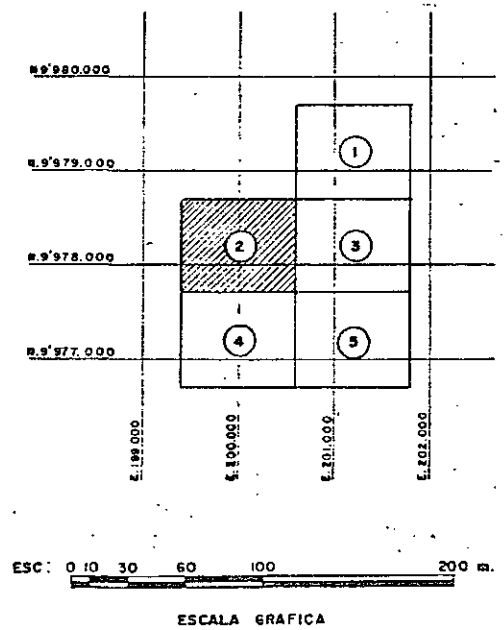
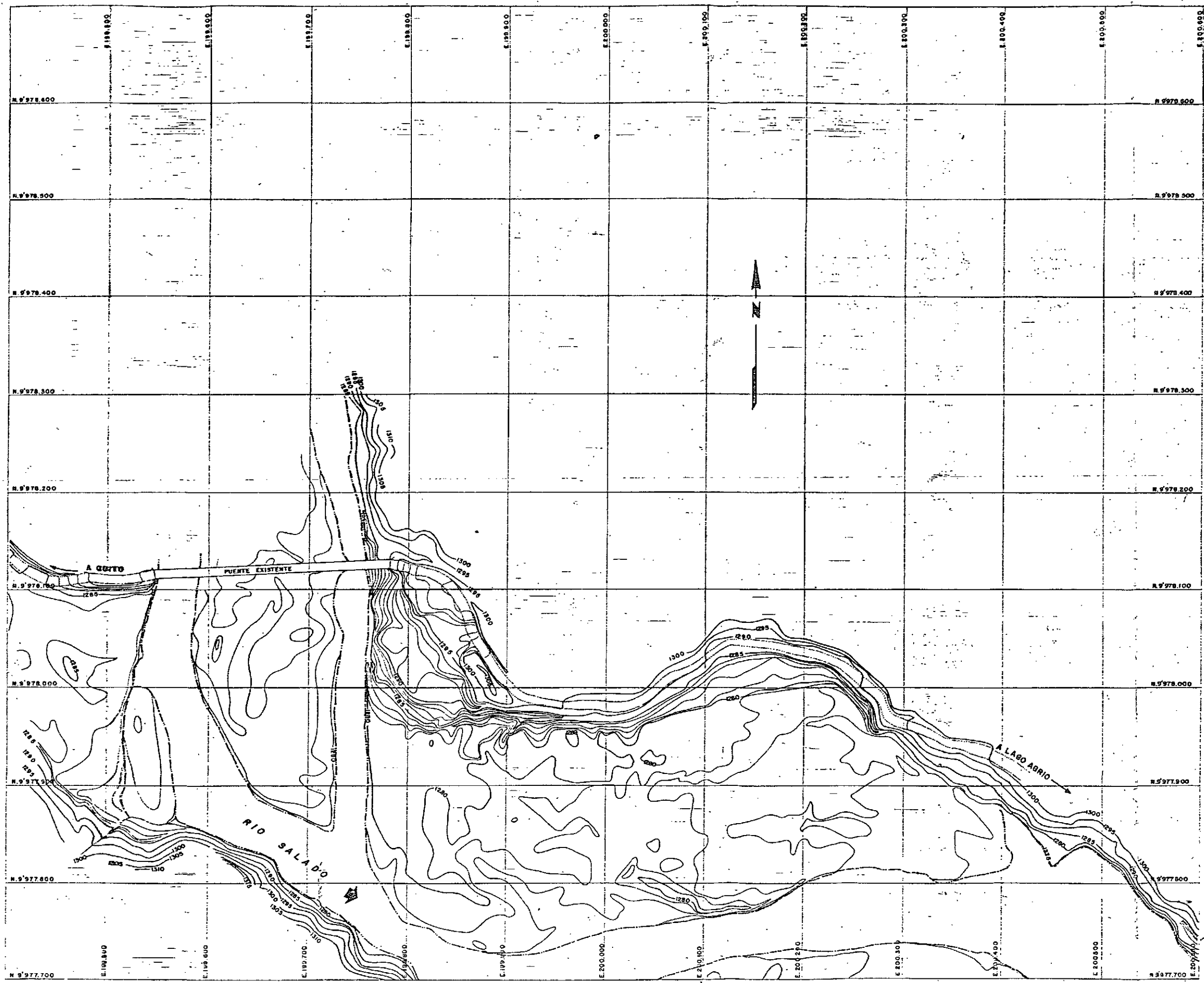
INDICE DE HOJAS TOPOGRAFICAS ADYACENTES



SIGNOS CONVENCIONALES

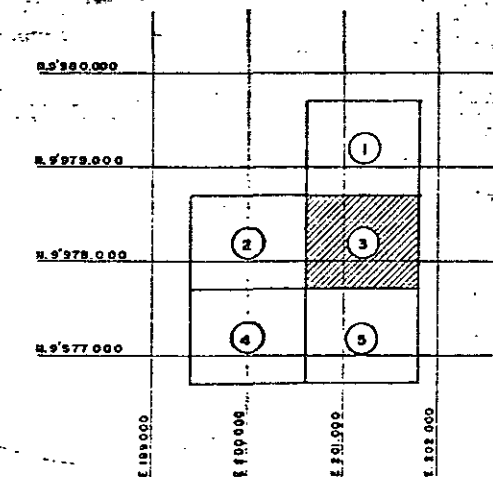
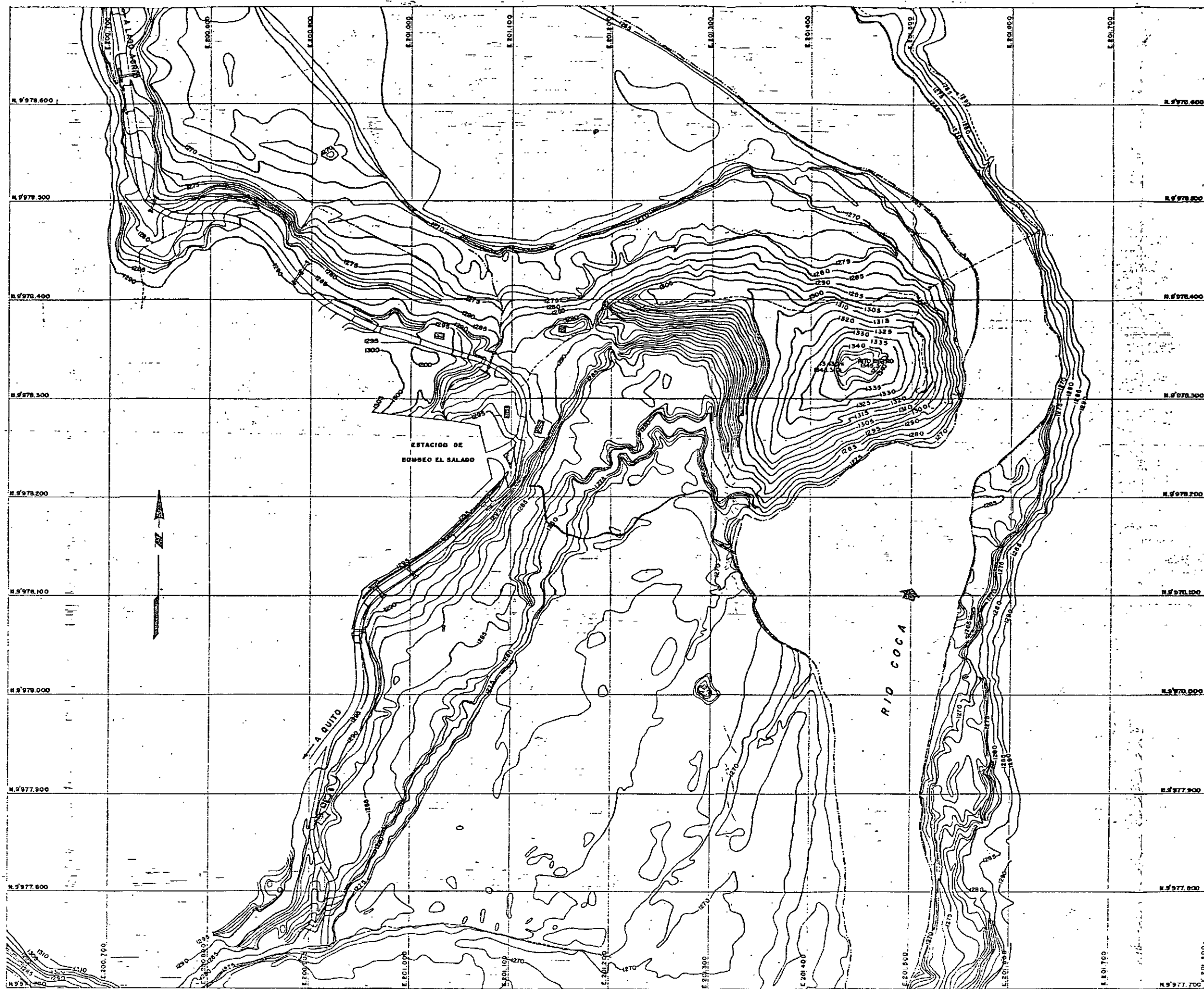


INTERVALO ENTRE LINEAS DE CUADRICULA 100 METROS
ZONA 18 DE LA PROYECCION U.T.M.



ESC: 0 10 30 60 100 200 m.
ESCALA GRAFICA

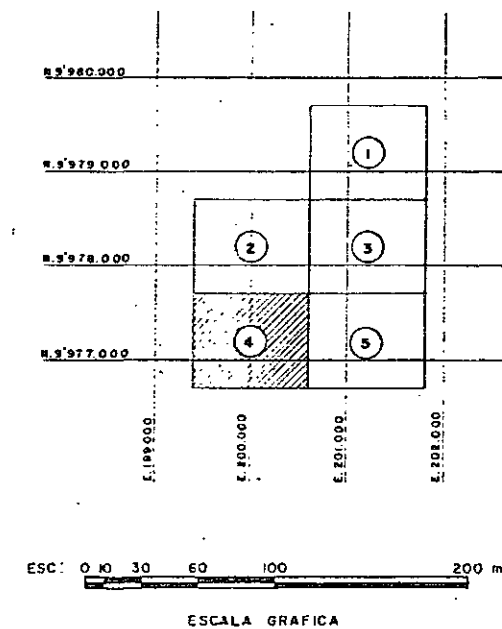
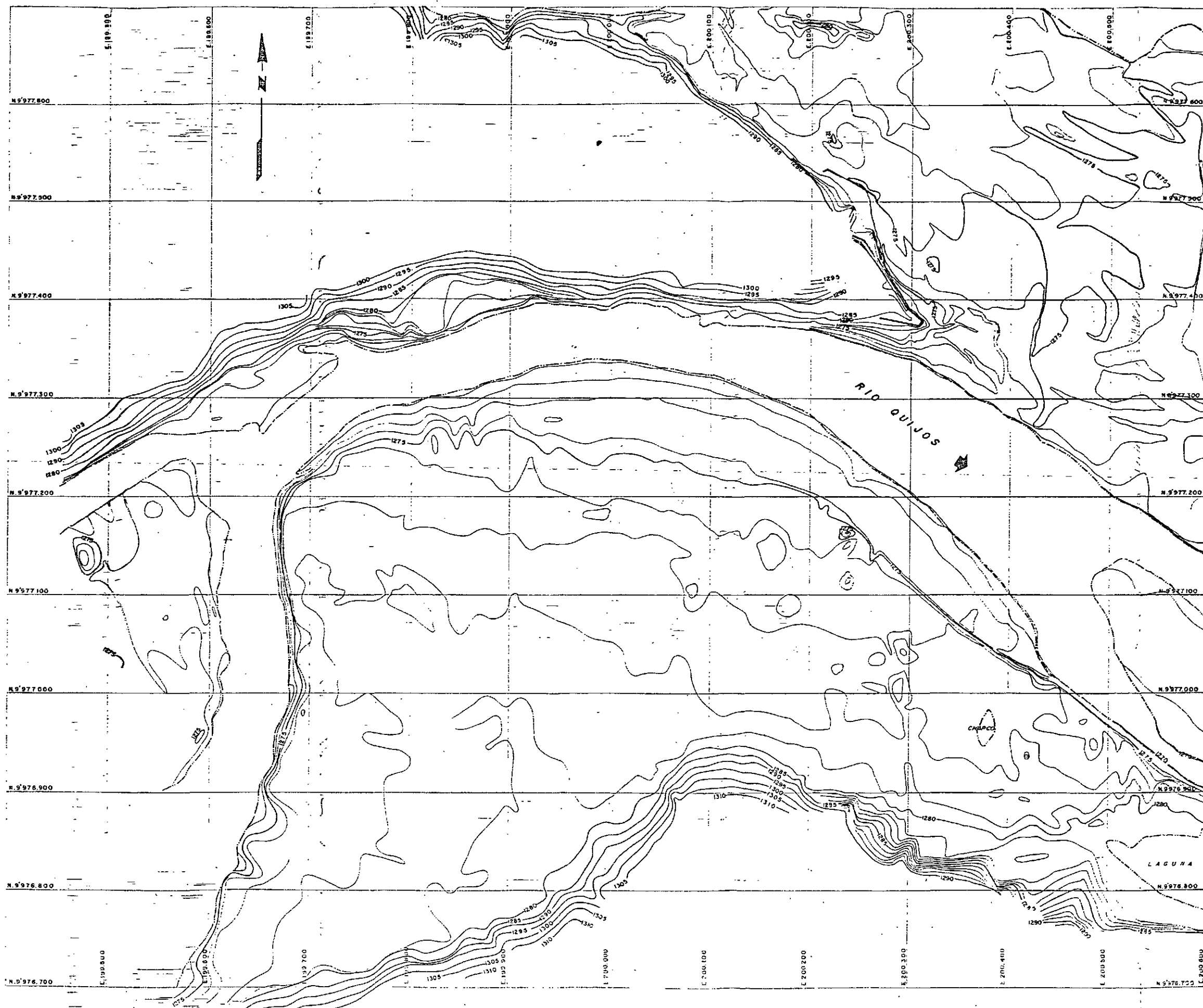
ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR EL SALADO	
BASE TOPOGRAFICA	
HOJA 2 DE 11	
ELABORADO	Ing. R. Cal S.
REVISADO	L.B. Meneses
APROBADO	
FECHA	ENERO/1991
REF.	0209-T-2051



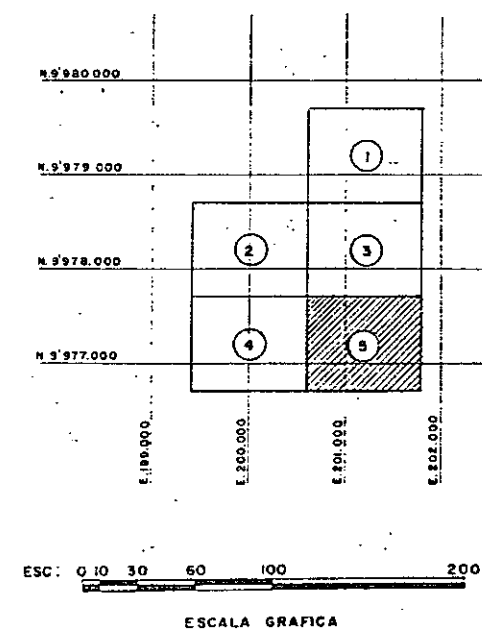
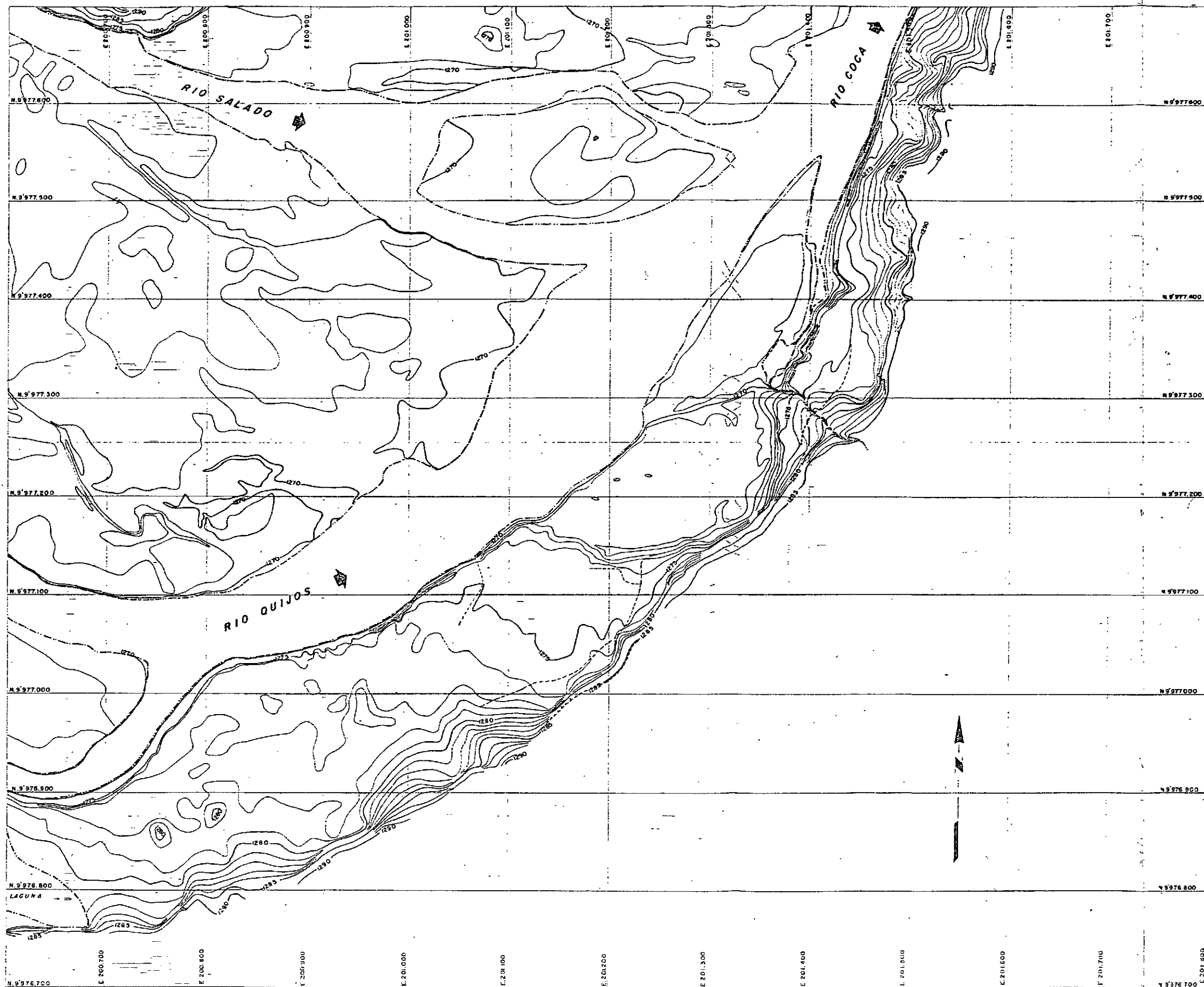
ESCALA: 0 30 60 100 200 m.

ESCALA GRAFICA

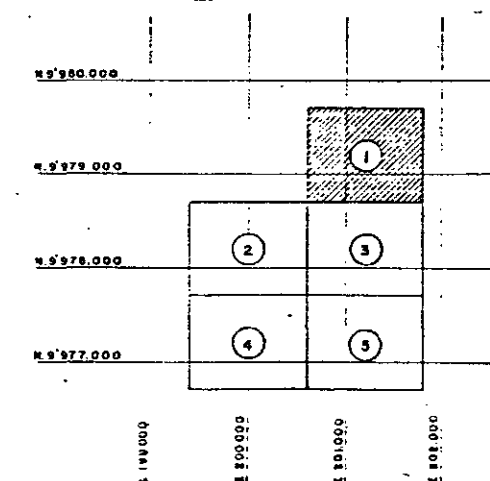
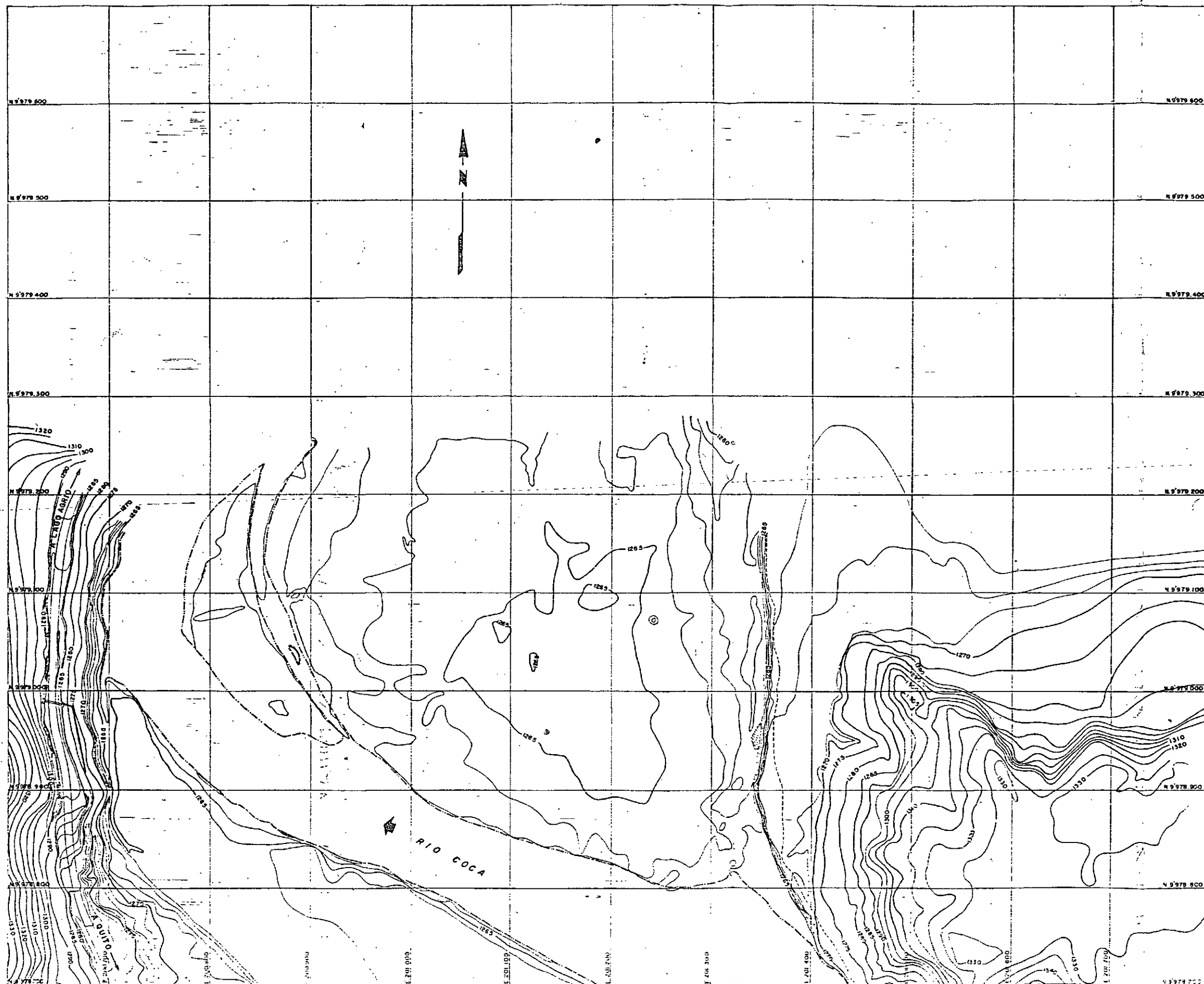
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
TOPOGRAFIA			
SECTOR EL SALADO			
BASE TOPOGRAFICA			
HOJA 5 DE 11			
ELABORADO	Ing. R. Del S.	RECOMENDADO	13/
DISEÑADO	L.B. Meneses	APROBADO	
REVISADO	Ing. R. Del S.		
FECHA	ENERO / 1991	REF.	0209-T-2052



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
C.O.T.E. - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTADIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR EL SALADO	
BASE TOPOGRAFICA	
ELABORADO: J. A. DE J. I.	ESC. 1:2000
REVISADO: L. B. Morales	RECOMENDADO: 15/1
APROBADO: Ing. R. O. S. /	APROBADO:
FECHA: ENERO/1994	REF. 0209-T-2053



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO MICROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
TOPOGRAFIA			
SECTOR EL SALADO			
BASE TOPOGRAFICA			
HOJA 5 DE 11			
ELABORADO	Ing. R. Del S.	RECOMENDADO	✓
DISEÑADO	L. B. W. W.	APROBADO	
REVISADO	Ing. R. Del S.		
FECHA	ENERO/1991	DEF	0209-T-2054

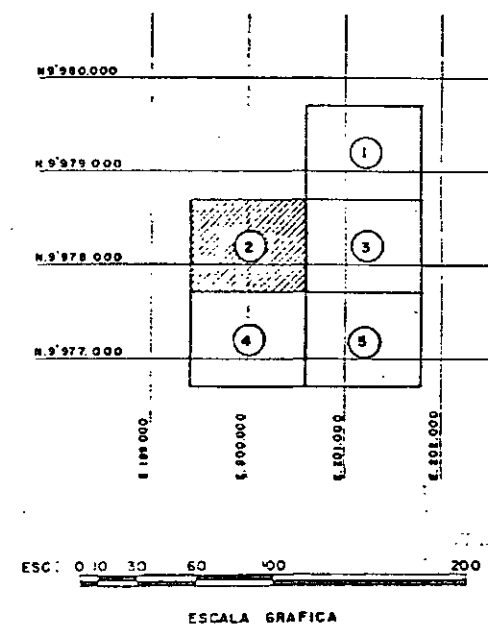
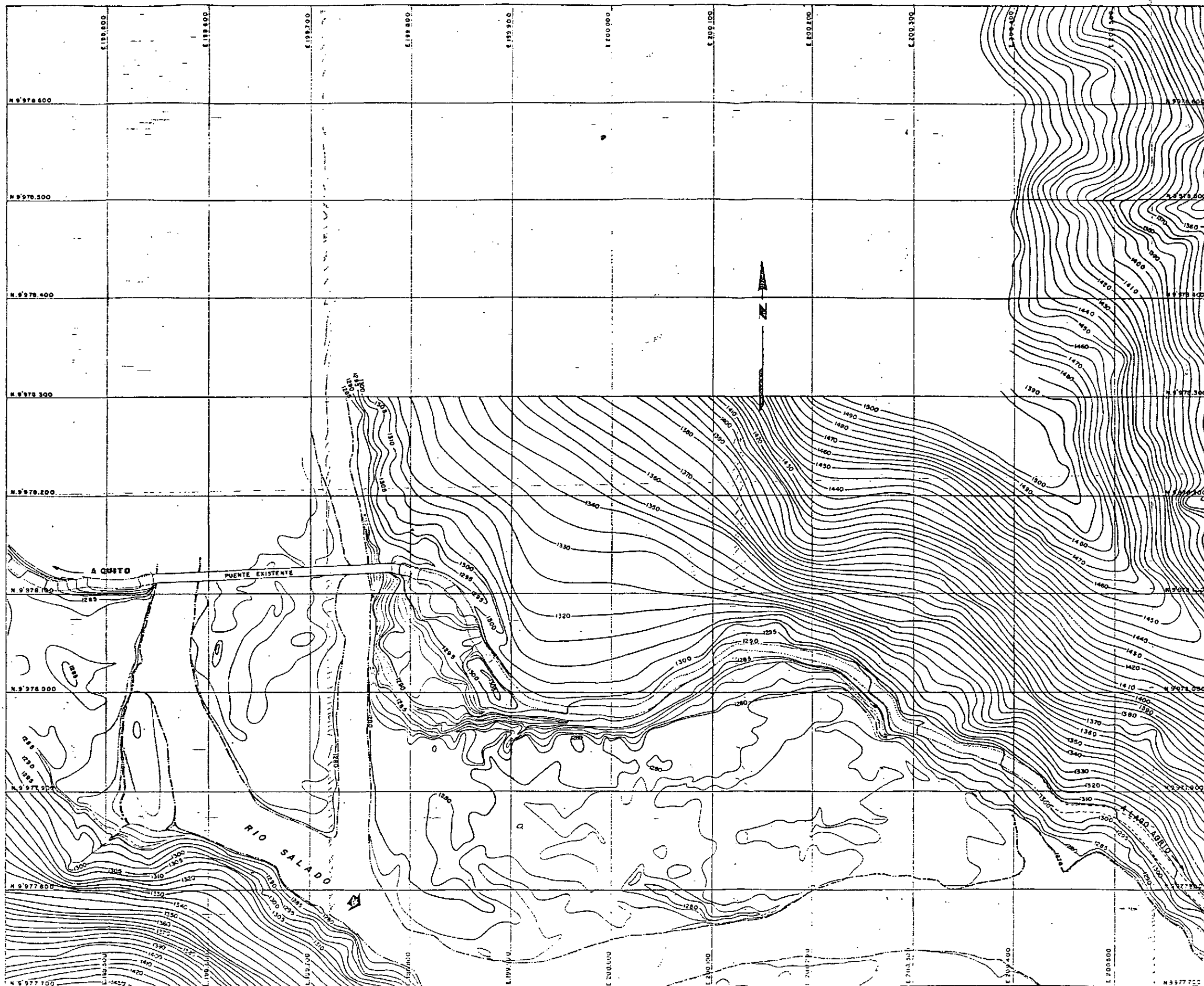


ESC: 0 10 30 60 100 200 m.

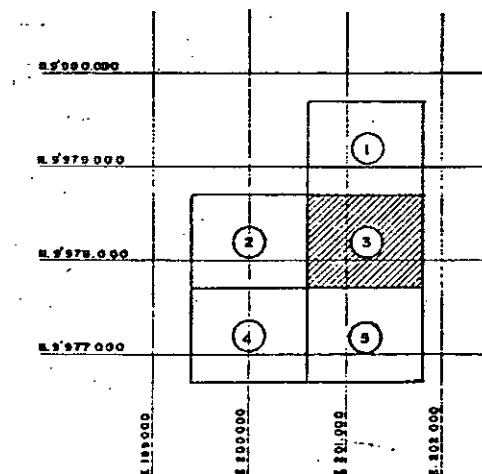
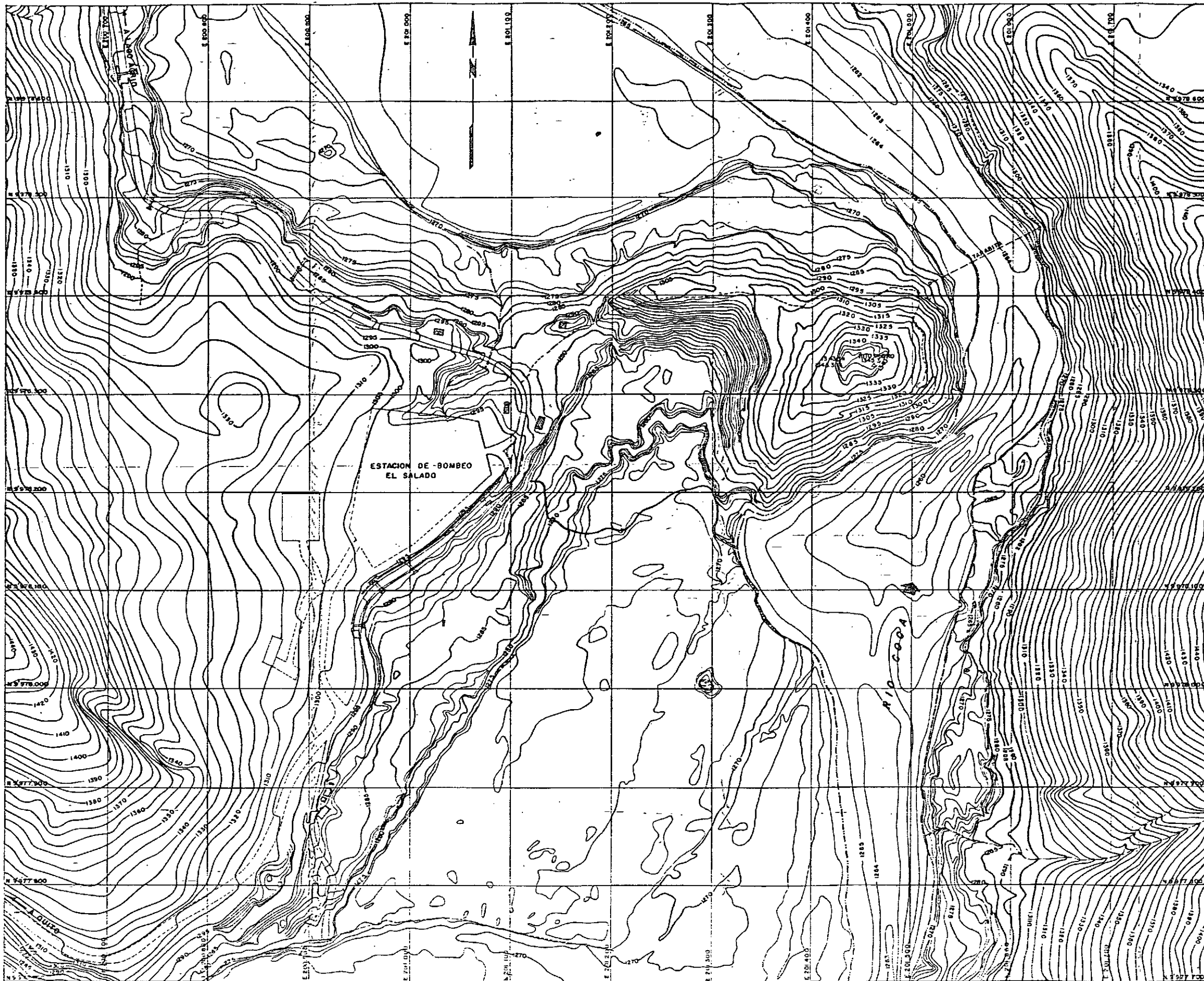
ESCALA GRAFICA

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO MICROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR EL SALADO	
BASE TOPOGRAFICA	
HOJA 6 DE 11	
DESIGNADO	Ing. P. Del S.
ELABORADO	L. B. M. M. M.
REVISADO	Ing. P. Del S.
FECHA	ENERO/1991
RECOPILADO	R. H.
APROBADO	
REF.	0209-T-2055

NOTA: TOPOGRAFIA COMPLETADA DESDE LA
COTA 1330 CON RESTITUCION 1:50
ESCALA 1:10000



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
TOPOGRAFIA			
SECTOR EL SALADO			
BASE TOPOGRAFICA			
HOJA 7 DE 11			
ELABORADO	ING. R. G. S.	RECOMENDADO	RH
DISEÑADO	L. B. MARRAS	APROBADO	
REVISADO	Ing. R. G. S.	FECHA	ENERO/1991
NOTA: TOPOGRAFIA COMPLETADA DESDE LA COTA 1200 CON RESTITUCION 1:50,000. ESCALA 1:10,000		REF. 0209-T-2056	



ESC: 0 10 30 60 100 200 m

ESCALA GRAFICA

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

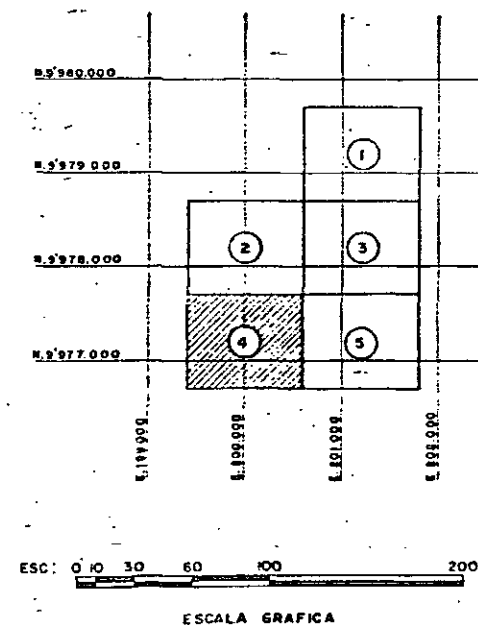
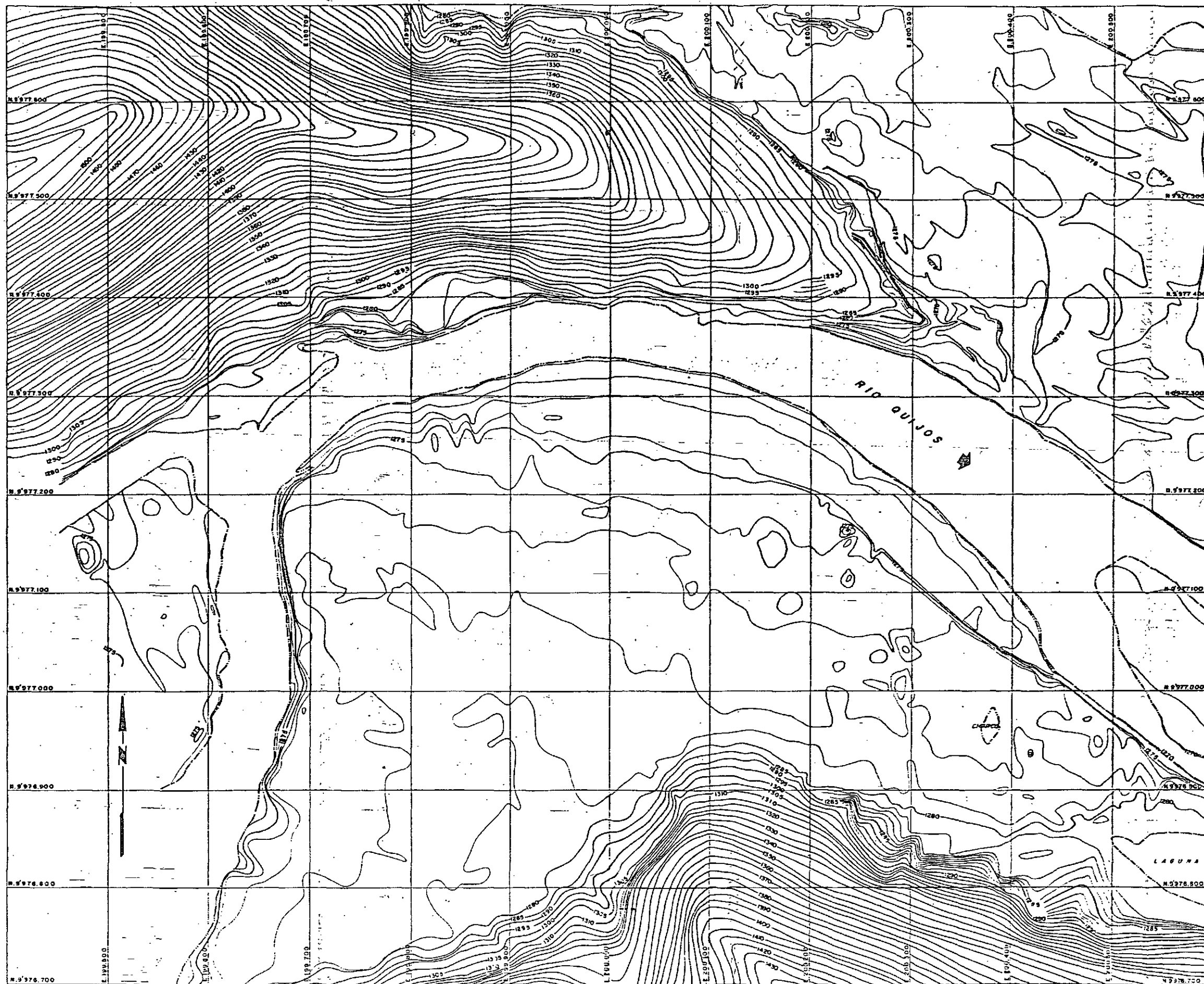
TOPOGRAFIA
SECTOR EL SALADO
BASE TOPOGRAFICA

HOJA 6 DE 11 ESC: 1:20,000

DESIGNADO	Ing. P. Del S.	RECOMENDADO	1/2/1
ELABORADO	L. J. Manes	APROBADO	
REVISADO	Ing. R. Del S.		
FECHA	ENERO/1991	REF.	0209-T-2057

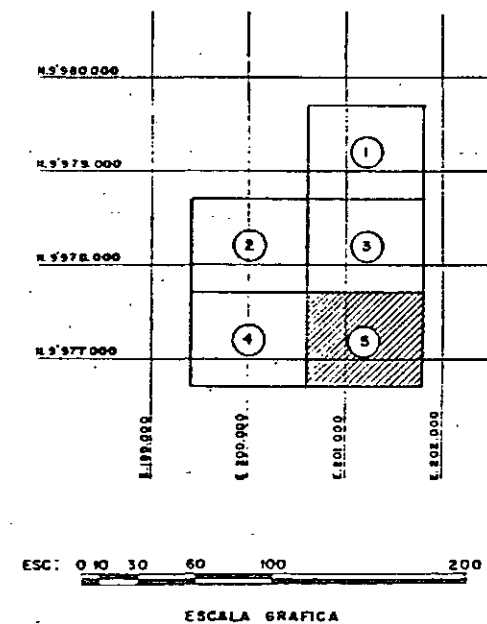
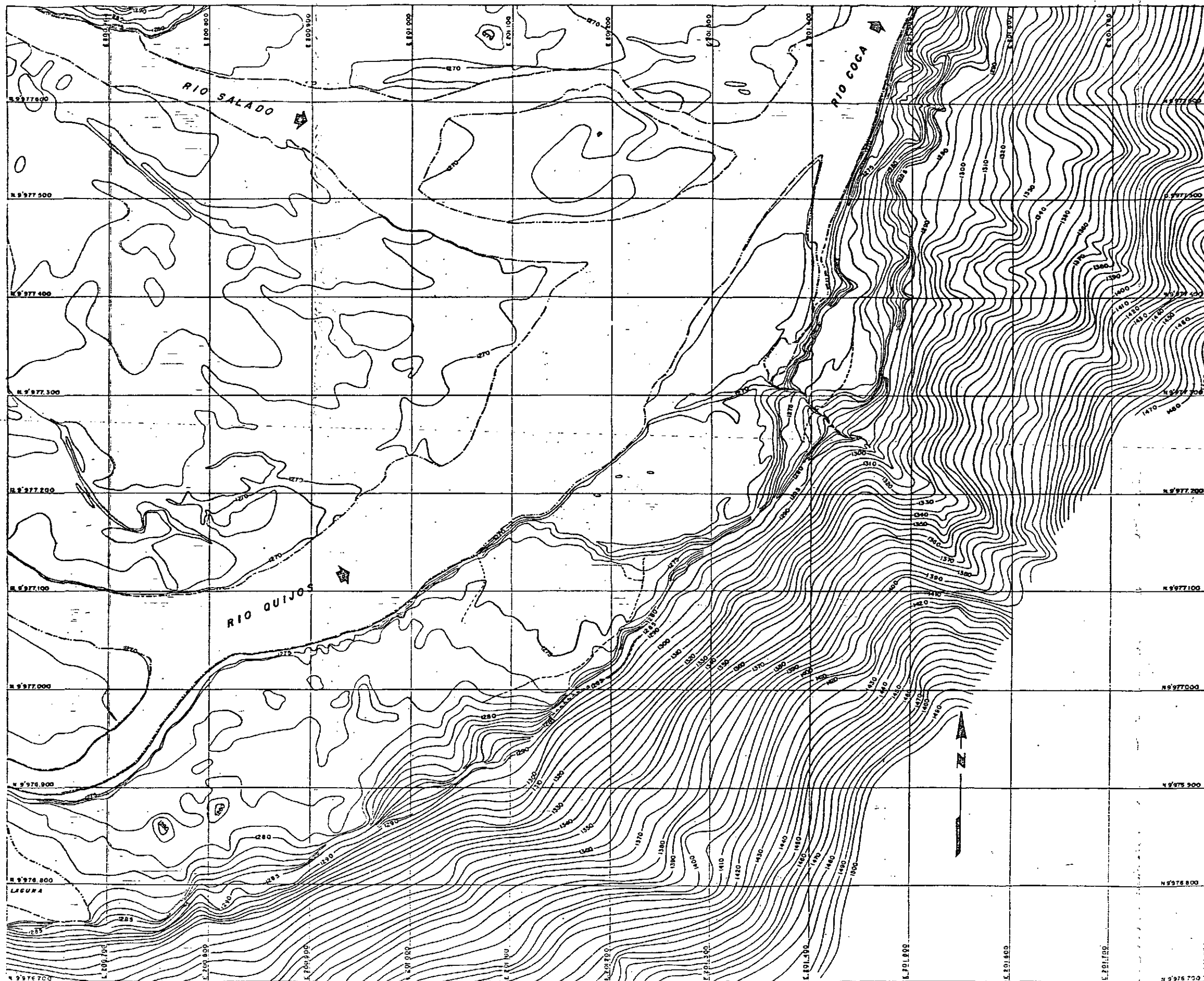
NOTA: TOPOGRAFIA COMPLETADA DESDE LA
COTA 1300 CON RESTITUCION 10M.
ESCALA 1:10,000

PROYECTO	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	FECHA	ENERO/1991
ELABORADO	L. J. Manes	REVISADO	Ing. R. Del S.
DESIGNADO	Ing. P. Del S.	APROBADO	



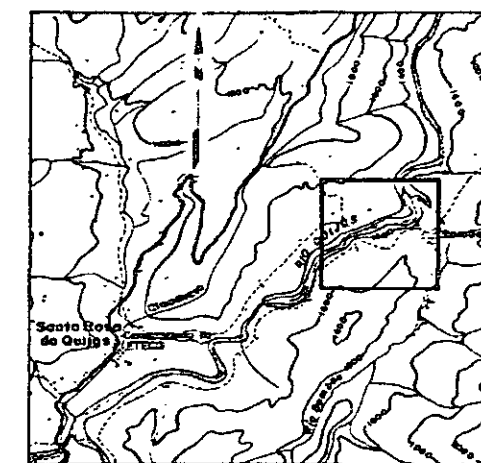
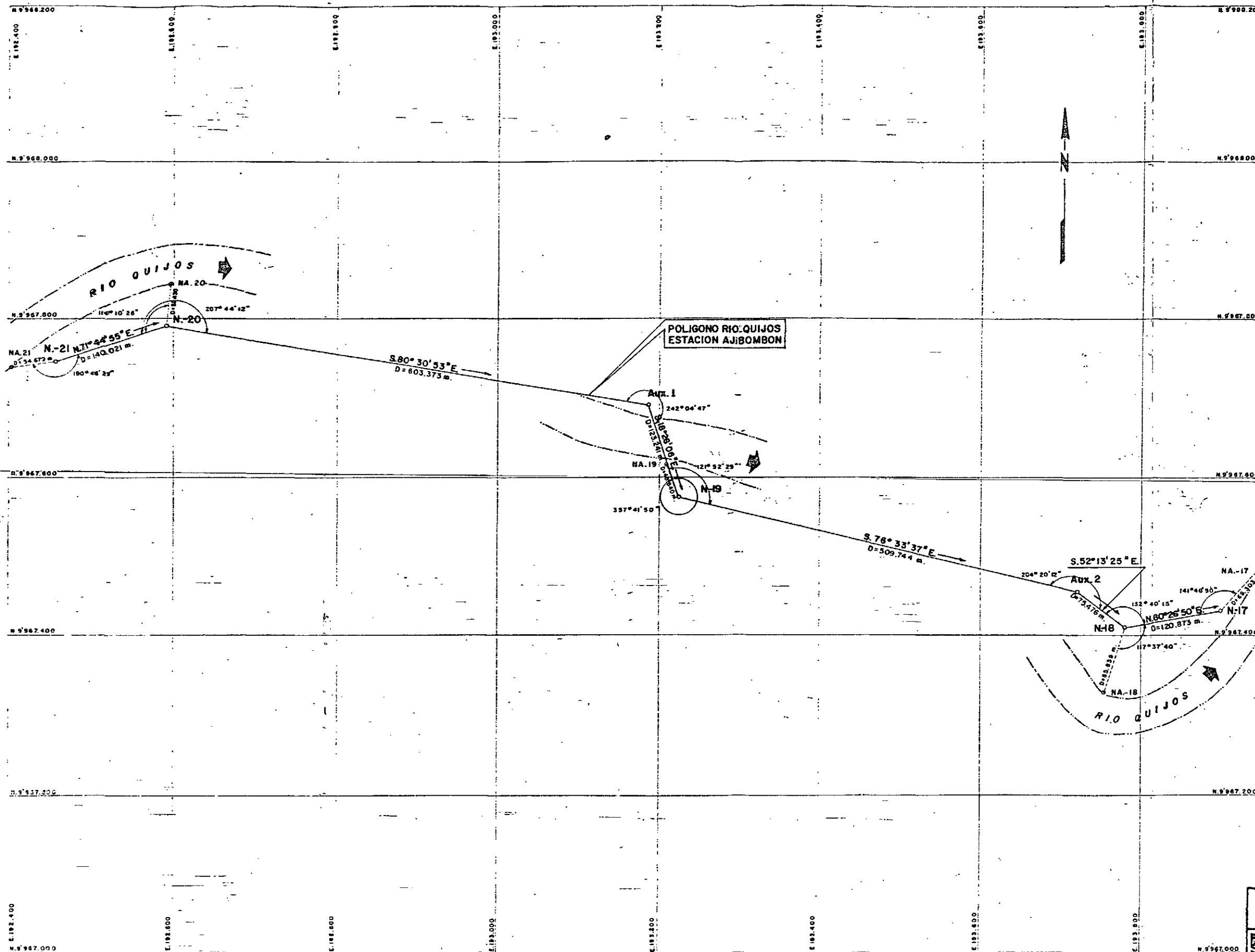
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
TOPOGRAFIA			
SECTOR EL SALADO			
BASE TOPOGRAFICA			
HOJA 9 DE 11			
ELABORADO	ING. R. DEL S.	RECOMENDADO	
DISEÑADO	L. S. MORALES	APROBADO	
REVISADO	ING. R. DEL S.		
FECHA	ENERO/1991	REF.	0209-T-2058

NOTA: TOPOGRAFIA COMPLETADA DESDE LA COTA 1300 CON RESTITUCION 10 M. ESCALA 1:10,000



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
TOPOGRAFIA			
SECTOR EL SALADO			
BASE TOPOGRAFICA			
Hoja 10 de 11			
ELABORADO	ING. R. DEL S.	RECOMENDADO	ING. R. DEL S.
DISEÑADO	L. B. MORALES	APROBADO	
REVISADO	ING. R. DEL S.		
FECHA	ENERO / 1991	REF.	0209-T-2059

NOTA: TOPOGRAFIA COMPLETADA DESDE LA COTA 1300 CON RESISTENCIA 10 M. ESCALA 1:10.000.



UBICACION
ESC. 1:50.000

CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICE	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
POLIGONO RIO QUIJOS ESTACION AJ BOMBON			
N - 21	9967.747.500	192.437.930	19.004
N - 20	9967.791.553	192.590.907	17.321
Aux. 1	9967.891.921	193.186.031	19.444
N - 19	9967.573.004	193.225.003	8.331
Aux. 2	9967.456.328	193.720.788	29.218
N - 18	9967.410.293	193.780.445	24.109
N - 17	9967.430.353	193.899.642	6.336
NIVEL DE AGUA RIO QUIJOS ESTACION AJ BOMBON			
FECHA	HORA	VERTICE	NIVEL AGUA A LA FECHA
01-09-90	11.40	NA-21	8.386
01-10-90	—	NA-21	—
26-10-90	10.45	NA-21	8.416
01-09-90	11.25	NA-20	6.467
01-10-90	—	NA-20	—
26-10-90	11.15	NA-20	6.470
01-09-90	12.40	NA-19	1.780
01-10-90	13.30	NA-19	1.763
26-10-90	11.30	NA-19	1.850
01-09-90	14.30	NA-18	-3.923
01-10-90	12.50	NA-18	-4.000
26-10-90	12.10	NA-18	-3.858
01-09-90	14.50	NA-17	-8.796
01-10-90	11.10	NA-17	-8.785
26-10-90	12.05	NA-17	-8.662

NOTA:
- COORDENADAS ARBITRARIAS
- COTAS REFERIDAS A REGLETA DE LIGNIGRAFO ESTACION BOMBON.

SIMBOLOGIA

- NIVEL DE AGUA RIO
- POLIGONO
- LECTURA NIVEL AGUA
- o VERTICE
- o NIVEL DE AGUA

ESC. HOR. 0 10 30 150 250 m.

ESCALA GRAFICA

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INSECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
DISEÑO - ECUADOR

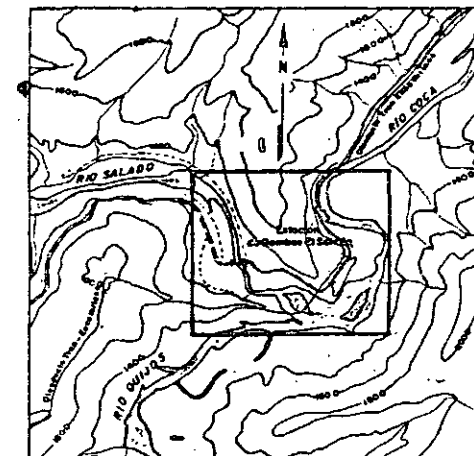
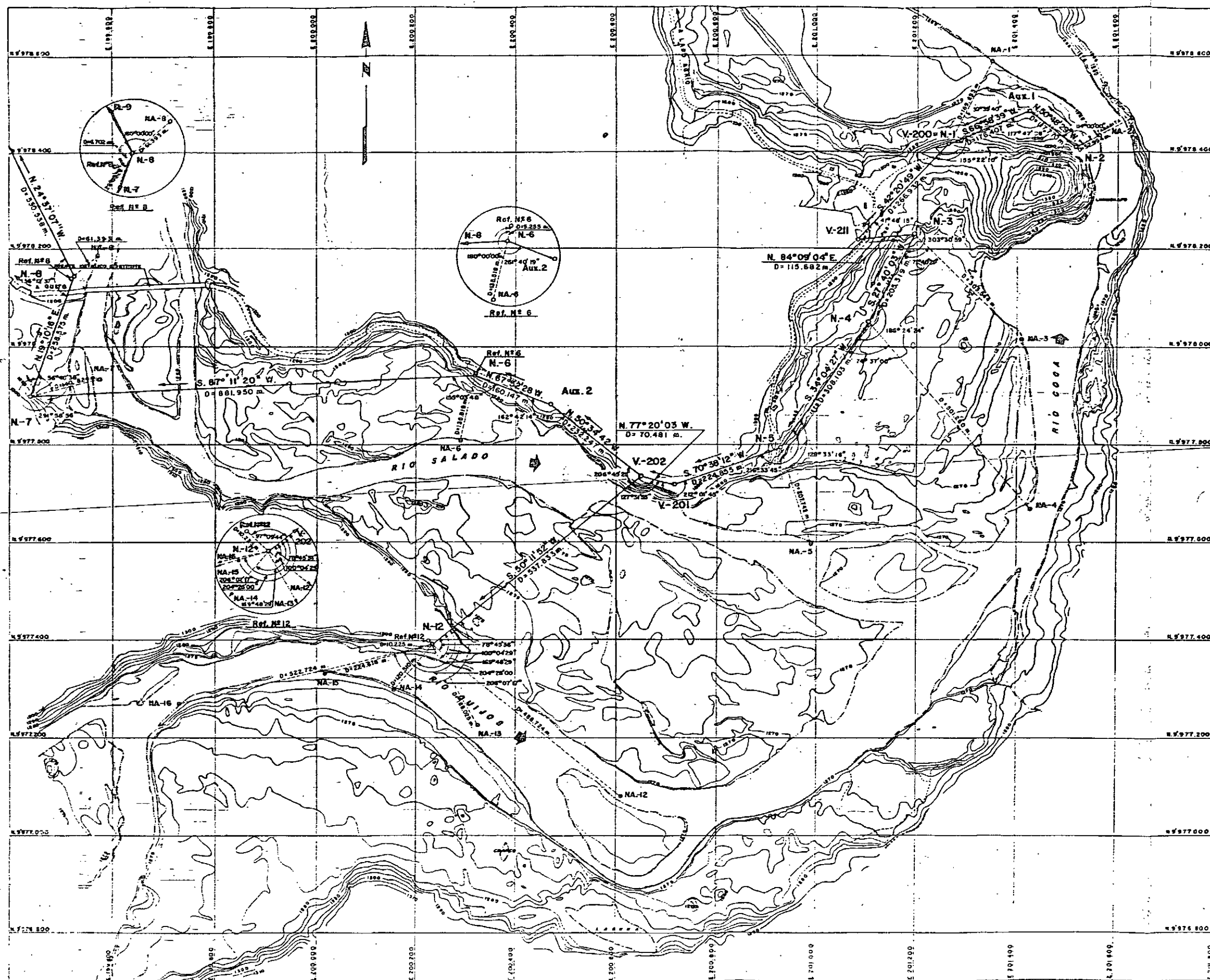
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD FASE "B"

TOPOGRAFIA

SITIO RIO QUIJOS-ESTACION AJ BOMBON
POLIGONO DE PRECISION-NIVELES DE AGUA

HOJA 1 DE 1

DISEÑADO: Ing. R. Del S.	RECOMENDADO: Ing. R. Del S.
DIBUJADO: L. B. Morales	APROBADO:
REVISADO: Ing. R. Del S.	FECHA: ENERO/1990
PROYECTO: 0209-T-2061	



UBICACION
ESC. _____ 1 : 50.000

CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICE	COORDENADA		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
POLIGONO RIO SALADO - RIO QUIJOS			
V - 211	9° 28' 22.0254	201.082.354	1298.897
V-200=N-1	9° 27' 41.538	201.262.164	1305.250
Aut. 2	9° 27' 48.6529	201.424.520	1272.225
N - 2	9° 27' 41.2.108	201.51.5.796	1279.696
N - 3	9° 27' 23.32056	201.137.443	1283.444
N - 4	9° 27' 03.0237	201.102.12.1	1284.752
N - 5	9° 27' 7.95066	200.929.526	1283.676
V-201	9° 27' 7.20.539	200.717.408	1319.369
V-202	9° 27' 7.39.9931	200.648.462	1315.626
Aut. 2	9° 27' 8.83.473	200.649.233	1307.668
N = 6	9° 27' 9.43.7921	200.320.879	1297.170
N - 7	9° 27' 9.00.538	199.439.990	1289.273
N - 8	9° 27' 44.773	199.534.903	1288.897
N-12	9° 27' 39.1.705	200.233.447	1286.756
NIVEL DE AGUA RIO SALADO - RIO QUIJOS			
FECHA	HORA	VERTICE	NIVEL AGUA LA FECHA
30-08-90	3:18	NA - 1	1264.432
30-08-90	4:30	NA - 1	1264.417
27-10-90	14:50	NA - 1	1261.169
30-08-90	5:50	NA - 2	1261.513
29-09-90	10:20	NA - 2	1264.611
27-10-90	11:00	NA - 2	1264.442
27-10-90	11:00	NA - 3	1265.380
29-09-90	11:10	NA - 3	1265.380
27-10-90	15:00	NA - 3	1265.321
30-08-90	15:00	NA - 4	1266.692
27-10-90	15:10	NA - 4	1266.681
27-10-90	16:10	NA - 4	1267.339
29-08-90	16:30	NA - 5	1263.701
29-09-90	2:30	NA - 5	1265.728
29-09-90	2:30	NA - 6	1275.707
29-09-90	3:00	NA - 6	1275.699
30-08-90	3:00	NA - 7	1260.490
29-09-90	4:00	NA - 7	1260.442
30-08-90	3:30	NA - 8	1269.402
30-08-90	3:30	NA - 9	1269.402
31-08-90	2:05	NA - 12	1268.901
30-09-90	3:00	NA - 12	1265.908
31-08-90	3:10	NA - 13	1270.554
31-08-90	3:10	NA - 13	1270.554
30-09-90	2:12	NA - 14	1270.703
30-09-90	2:12	NA - 14	1270.703
30-09-90	3:23	NA - 15	1271.640
30-09-90	3:23	NA - 16	1271.024
30-09-90	3:30	NA - 16	1271.296
30-09-90	3:30	NA - 16	1271.296

NOTA: # CAMBIO DE CURSO DEL RIO

SIMBOLOGIA

- NIVEL DE AGUA RIO
----- POLIGONO
----- LECTURA NIVEL AGUA
o VERTICE
o NIVEL DE AGUA.

ESC. NOR. 0 20 50 120 200 400 m.

ESCALA GRAFICA

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

TOPOGRAFIA

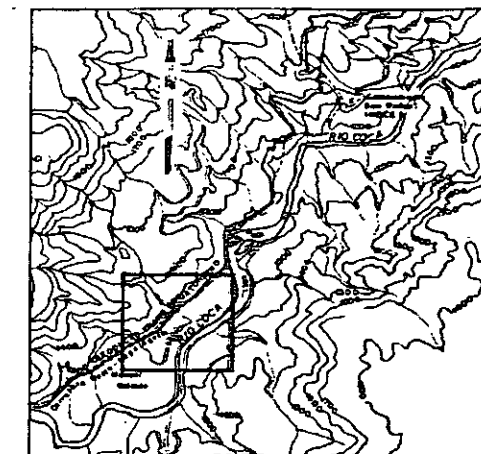
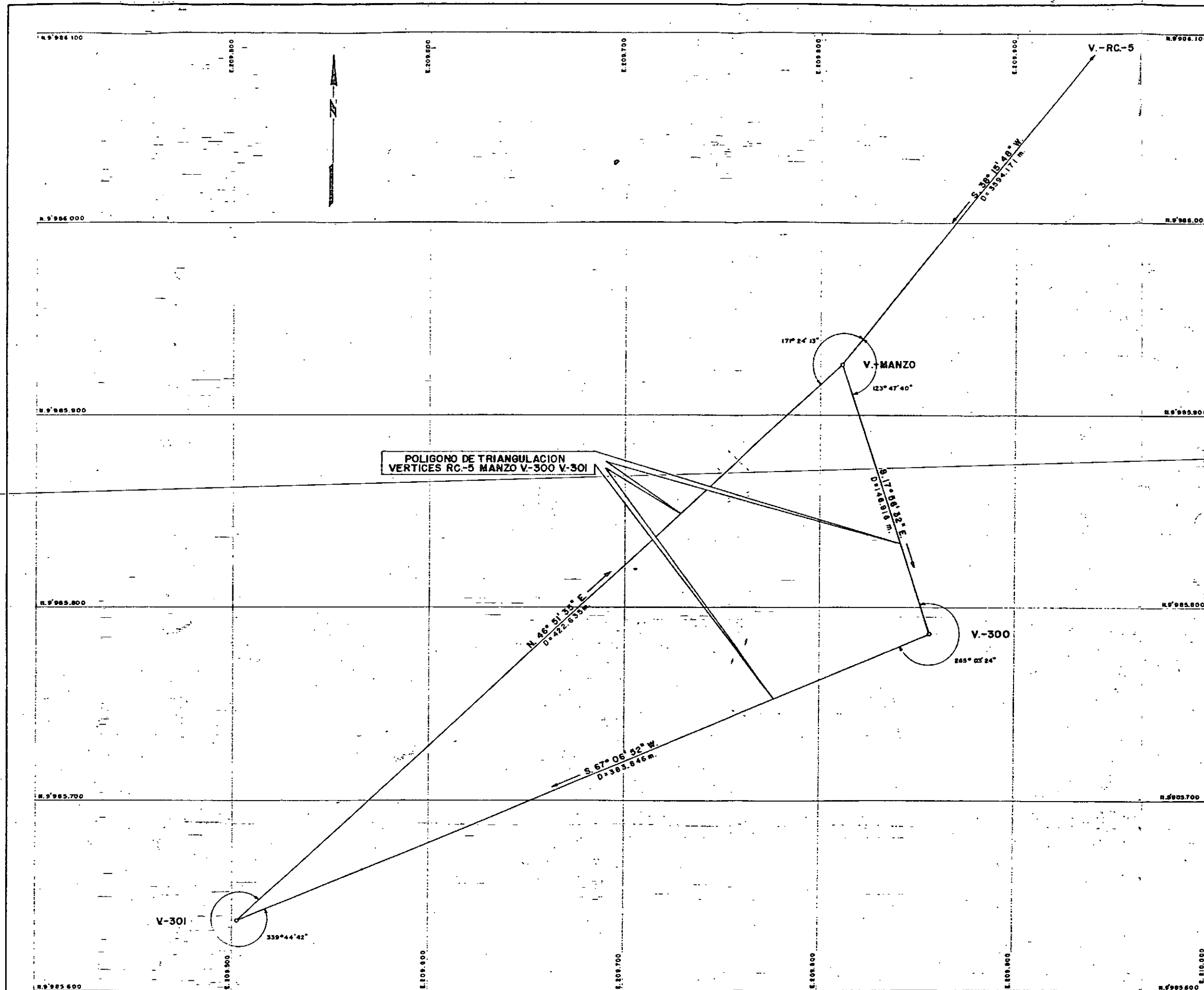
SECTOR EL SALADO

POLIGONO DE PRECISION - NIVELES DE AGUA

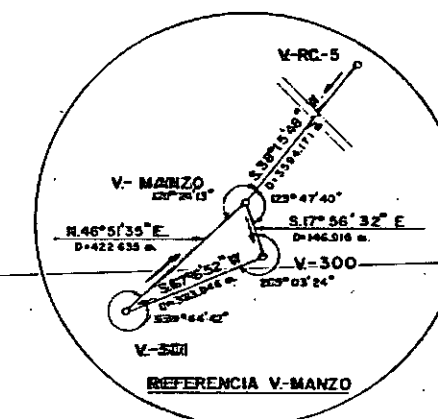
WJ-1 55 2

ESC. 1:4030

DESEADO	Ing. R. Del S.	RECOMENDADO	<i>RH</i>
DESEADO	L. B. Morales.	APROBADO	
DESEADO	Ing. R. Del S.		
FECHA	ENERO/1991	REF.	0209-T-2062



UBICACION
ESC. 1:50000



REFERENCIA V-MANZO

CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICE	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
V-RC-5	9988.748.215	212.036.661	1319.550
V-MANZO	9985.926.157	209810.863	1352.701
V-300	9985.786.394	209856.119	1355.767
V-301	9985.637.141	208502.481	1329.648

SIMBOLOGIA

POLIGONO
VERTICE

ESC 0 10 30 60 100 m.

ESCALA GRAFICA

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELN-RECONSULT-CAMENOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
 QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
 ESTADIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

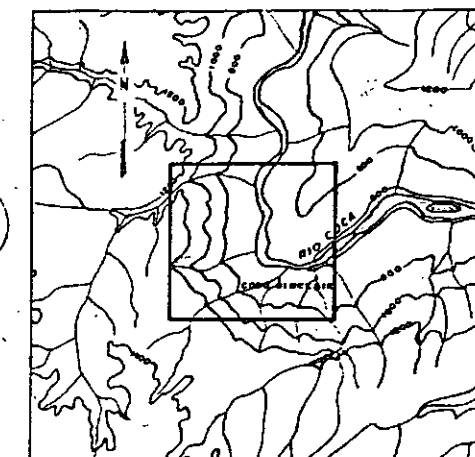
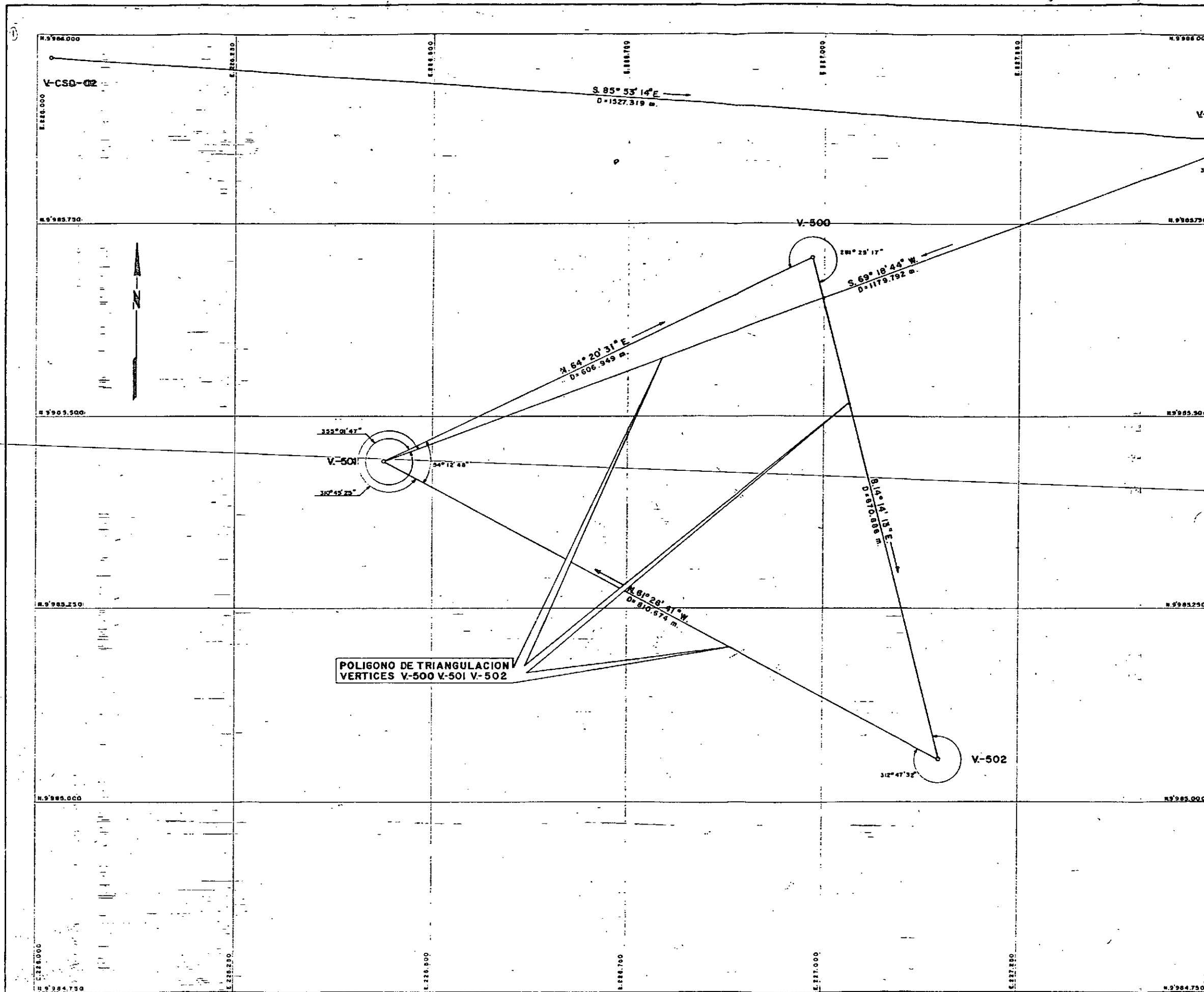
TOPOGRAFIA
SITIO GALINDO
POLIGONO TRIANGULACION

HOJA 1 DE 1

REVISADO: Ing. R. Del S.
 DISEÑADO: Ing. R. Del S.
 REVISADO: Ing. R. Del S.

RECOMENDADO: [Signature]
 APROBADO: [Signature]

FECHA: [Blank]
 EMBUDO / DIBUJO: [Blank]
 REF. 0209-T-2064



UBICACION
ESC. 1:50.000

CUADRO DE COORDENADAS			
VERTICE	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
V-CSD-02	9985.969 070	226.017893	1202.066
V-CSI-02	9985.859 529	227.541 279	839.781
V-501	9985.442 737	226.437 561	886.359
V-500	9985.705 536	226.984 652	628.513
V-502	9985.055 244	227.149 634	631.709

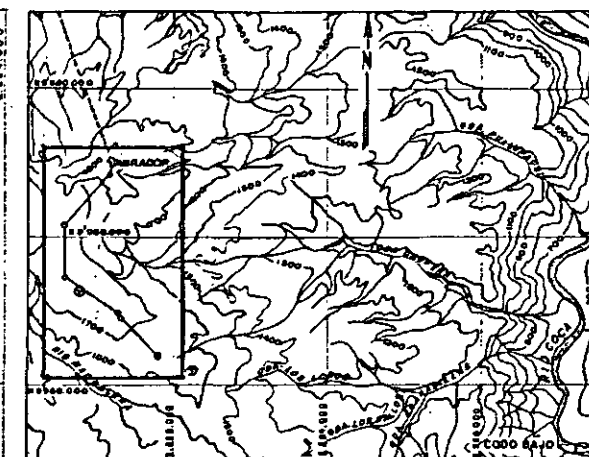
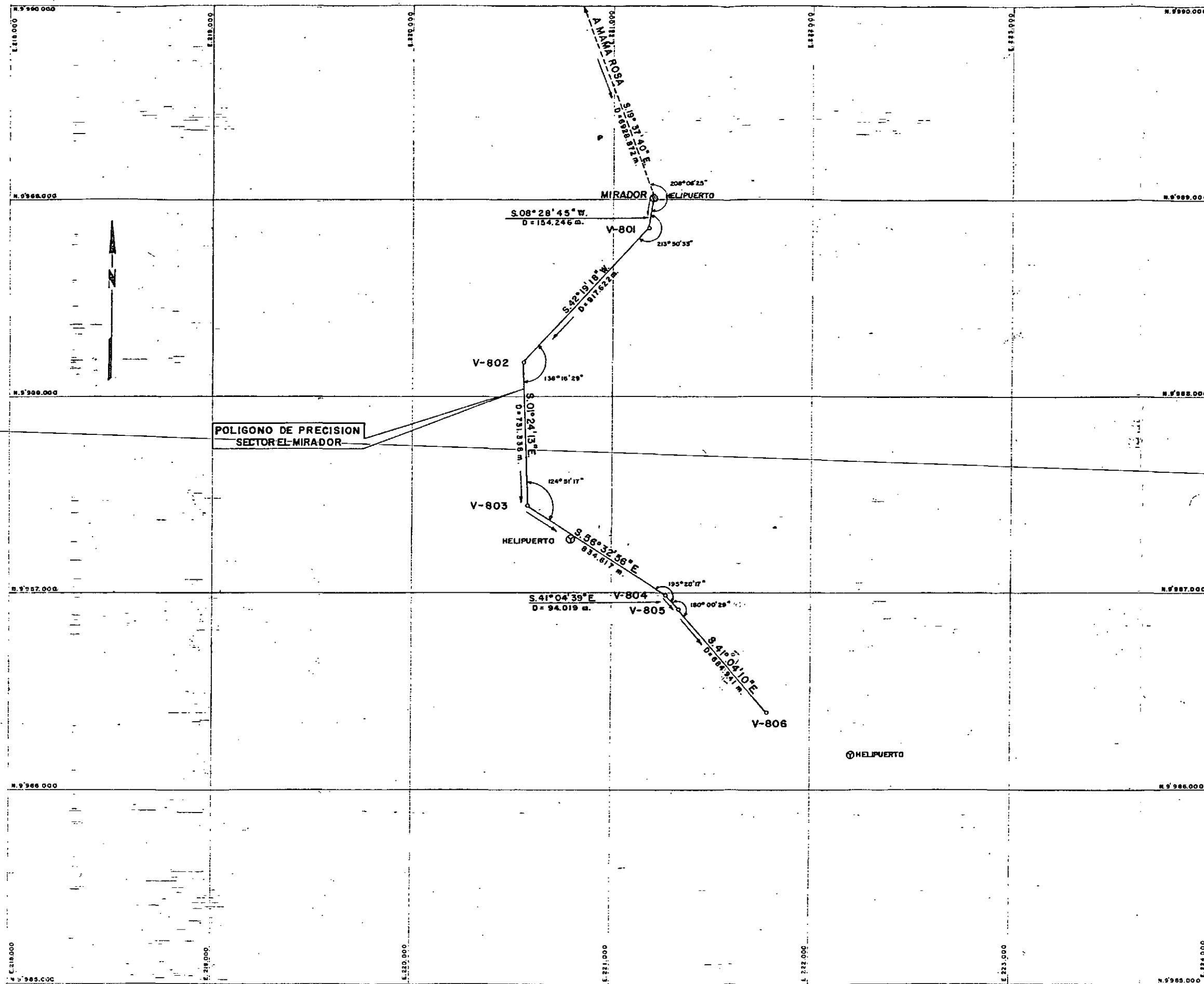
SIMBOLOGIA

— POLIGONO
o VERTICE

ESC. HOR. 0 20 60 140 250 m.

ESCALA GRAFICA

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODRO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR CODO BAJO	
POLIGONO TRIANGULACION	
HOJA 1 DE 1	
ELABORADO Ing. R. Del S.	RECOMENDADO <i>ryh</i>
DISEÑADO L. B. Menezer	APROBADO
REVISADO Ing. R. Del S.	
FECHA ENERO/1991	REF. 0209-T-2065



UBICACION
ESC. 1:50,000

VERTICE	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
MIRADOR	9989 008.022	221.202067	1830.614
V-801	9988 855.462	221.179.324	1831.301
V-802	9988.176.994	220.561.496	1786.658
V-803	9987.445.878	220.579.410	1766.685
V-804	9986.985.221	221.275.779	1740.807
V-805	9985.914.943	221.337.557	1741.080
V-806	9986.398.556	221.787.545	1655.200

SIMBOLOGIA
— POLIGONO
o VERTICE

ESC. HOR. 0 100 300 600 1000 m.

ESCALA GRAFICA

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD FASE

TOPOGRAFIA
SECTOR EL MIRADOR
POLIGONO DE PRECISION

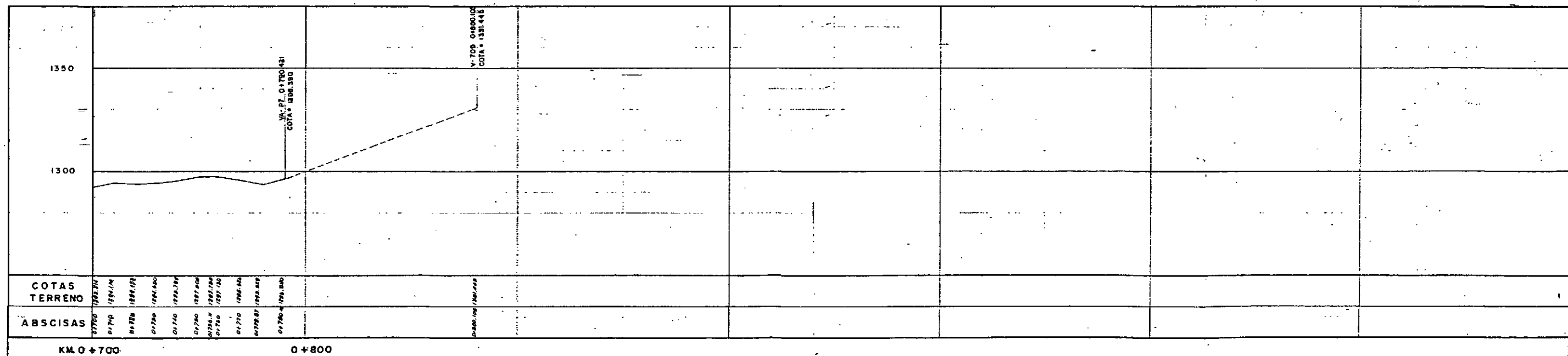
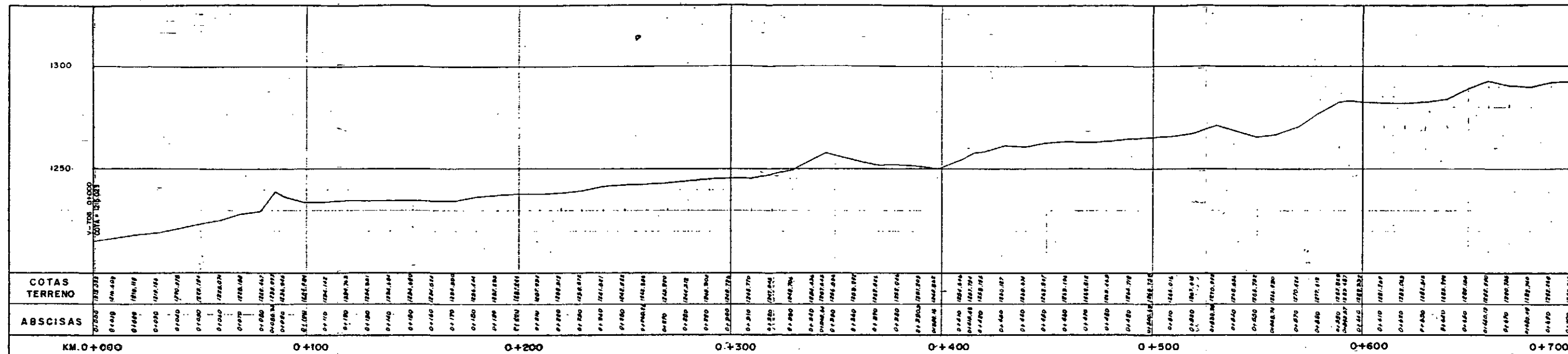
— 3 DE 1 — ESC. 1:13,000

ELABORADO: Ing. R. Del S.	RECOMENDADO: <i>[Signature]</i>
DISEÑADO: L. B. Wences	APROBADO:
REVISADO: Ing. R. Del S.	
FECHA: ABRIL/1991	REF. 0209-T-2066

REV.	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CON.	VERIF.	20000

LINEA SISMICA "VA"

ESCALA: H. 1:1000
V. 1:1000



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
TOPOGRAFIA
SECTOR GALINDO-VENTANA DE ACCESO
PERFIL LONGITUDINAL LINEA SISMICA "VA"

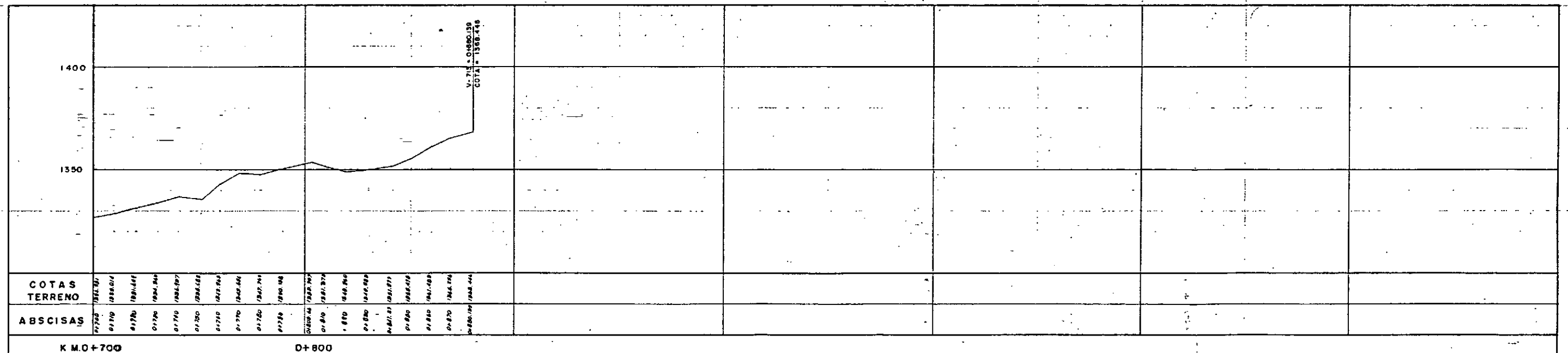
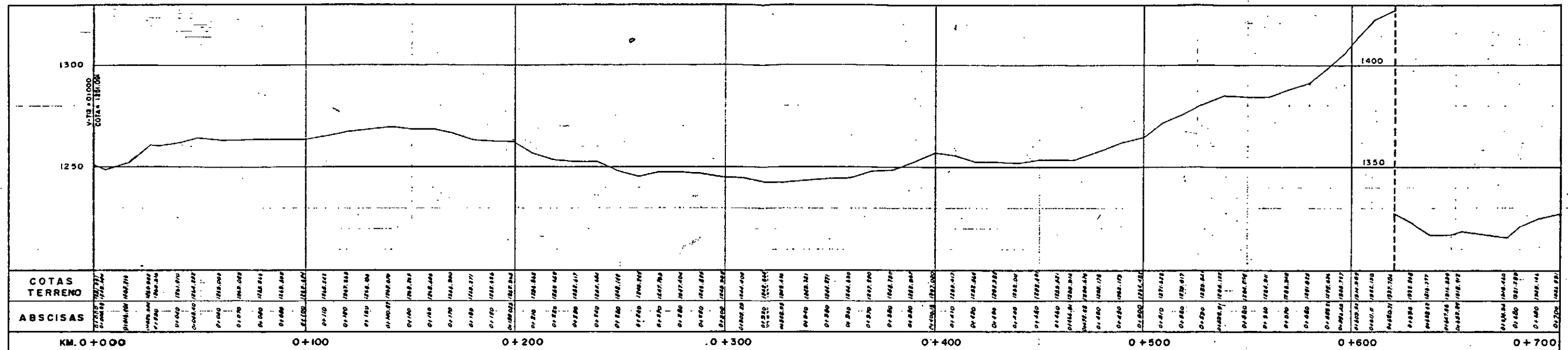
HOJA 2 DE 6

ELABORADO	CAMINOS Y CANALES	RECOMENDADO	
DISEÑADO	CAMINOS Y CANALES	APROBADO	
REVISADO	Ing. R. del S.		

FECHA: JULIO / 1990 REF: 0209 - T - 2068

LINEA SISMICA "VB"

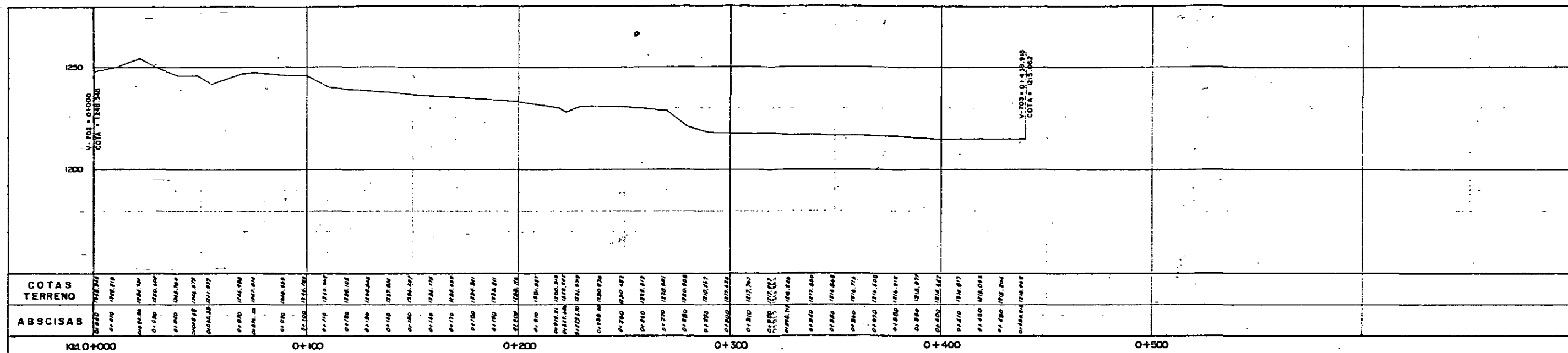
ESCALA: H. 1:1000
V. 1:1000



ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
TOPOGRAFIA			
SECTOR GALINDO - VENTANA DE ACCESO			
PERFIL LONGITUDINAL LINEA SISMICA "VB"			
HOJA 3 DE 6			
DISEÑADO CAMINOS Y CANALES		RECOMENDADO	VERIFICADO
DIBUJADO CAMINOS Y CANALES		APROBADO	
REVISADO ING. R.O.S.			
FECHA	JULIO/1990	REF.	0209 - T - 2069

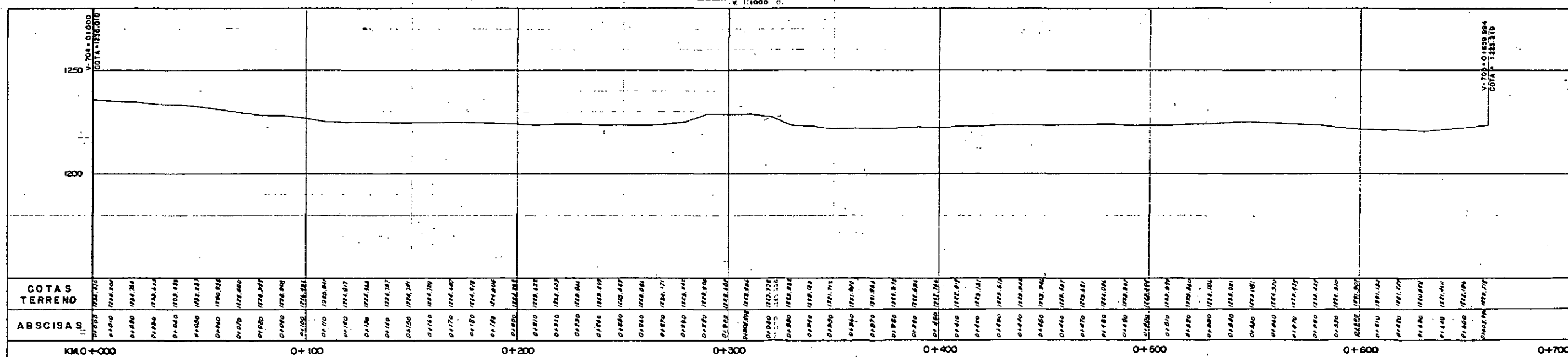
LINEA SISMICA "VC"

ESCALA: H. 1:1000
V. 1:1000



LINEA SISMICA "VCH"

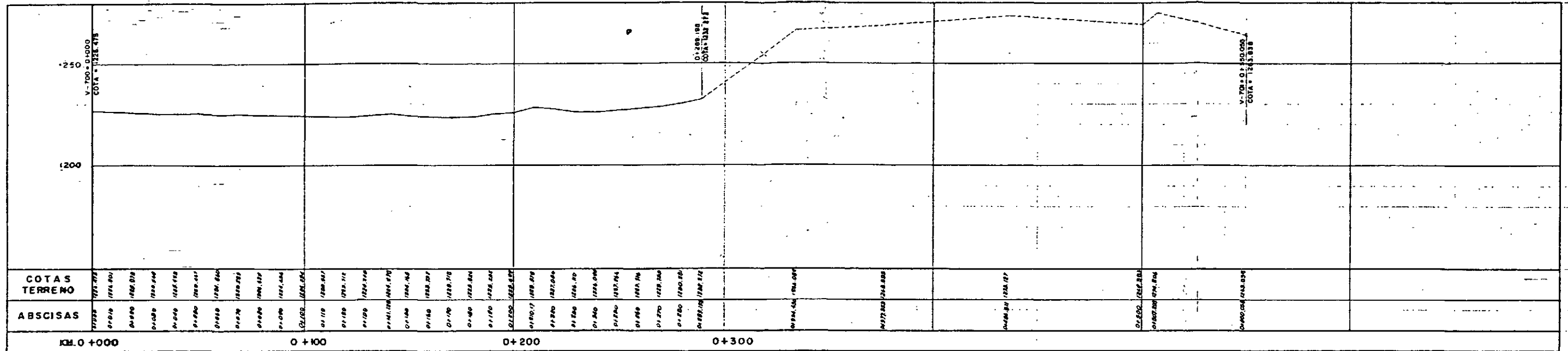
ESCALA: H. 1:1000
V. 1:1000



ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO	
ASTEC - INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR GALINDO - VENTANA DE ACCESO	
PERFIL LONGITUDINAL LINEAS SISMICAS "VC" Y "VCH"	
HOJA 4 DE 6	
DISENADO: CAMINOS Y CANALES	RECOMENDADO: <i>[Signature]</i>
DIBUJADO: CAMINOS Y CANALES	APROBADO:
REVISADO: MSA. M. S.	FECHA: JULIO/1990
FECHA: JULIO/1990	REF: 0209 - T - 2070

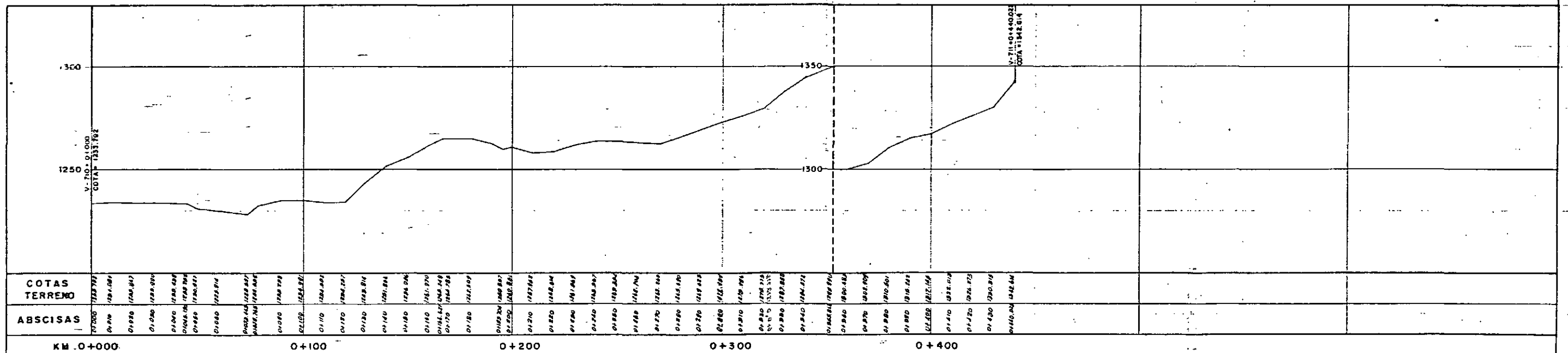
LINEA SISMICA "VD"

ESCALA: H. 1:1000
V. 1:1000

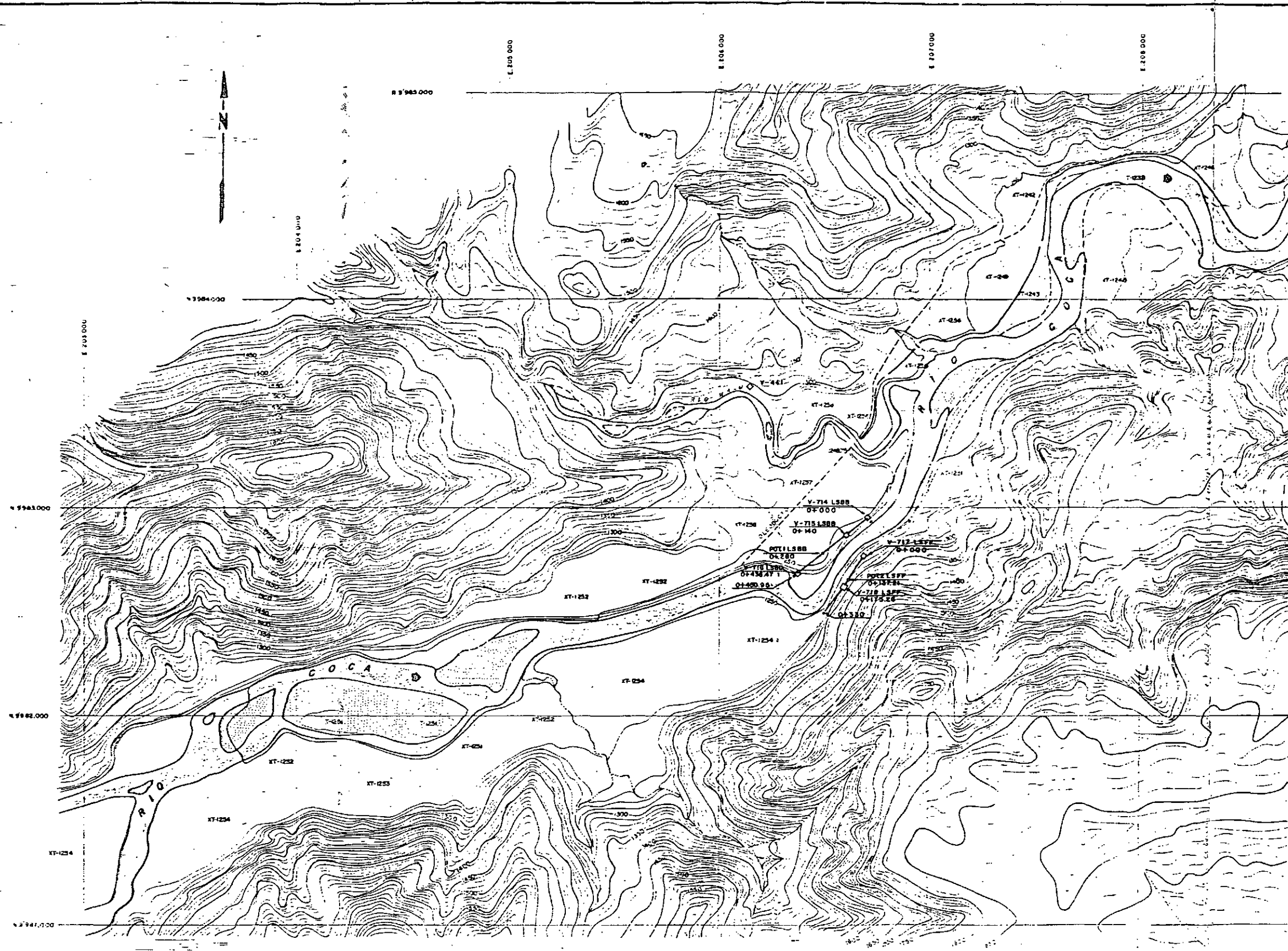


LINEA SISMICA "VE"

ESCALA: H. 1:1000
V. 1:1000



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
TOPOGRAFIA			
SECTOR GALINDO-VENTANA DE ACCESO			
PERFIL LONGITUDINAL LINEAS SISMICAS "VD" Y "VE"			
HOJA 5 DE 5			
DISEÑADO	CAMINOS Y CANALES	RECOMENDADO	
DIBUJADO	CAMINOS Y CANALES	APROBADO	
REVISADO	ING. R. G. S.	FECHA	JULIO/1990
REV. Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	PCR VER. APROB.
		SEP. 0209-T-2071	



CUADRO DE COORDENADAS Y COTAS DE VERTICES			
VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
Y-441	9°583.982.80	206.136.85	1272.21
Y-714 L588	9°582.956.97	206.715.15	1262.96
Y-715 L588	9°582.970.76	206.602.60	1255.63
POT.1 L588	9°582.784.55	206.482.46	1255.14
Y-716 L588	9°582.888.27	206.365.20	1252.46
Y-717 L588	9°582.770.12	206.607.91	1265.44
POT.2 L588	9°582.854.66	206.620.78	1267.23
Y-718 L588	9°582.625.18	206.599.56	1290.44

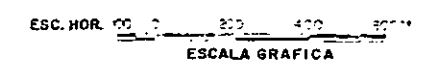
LINEA SISIMICA	LONGITUD (m)
L588	450.95
L588	330.00

SIMBOLOGIA

- CURVA DE NIVEL C/50 m.
- CURVA DE NIVEL C/10 m.
- LINEA SISIMICA
- COORDENADAS
- HITO DE NIVELACION
- POZOS
- RIO
- QUEBRADA
- TROCHA TOPOGRAFICA

NOTA:

- TOPOGRAFIA 1:10000 L.M.
- DIMENSIONES Y ELEVACIONES ESTAN DADAS EN METROS

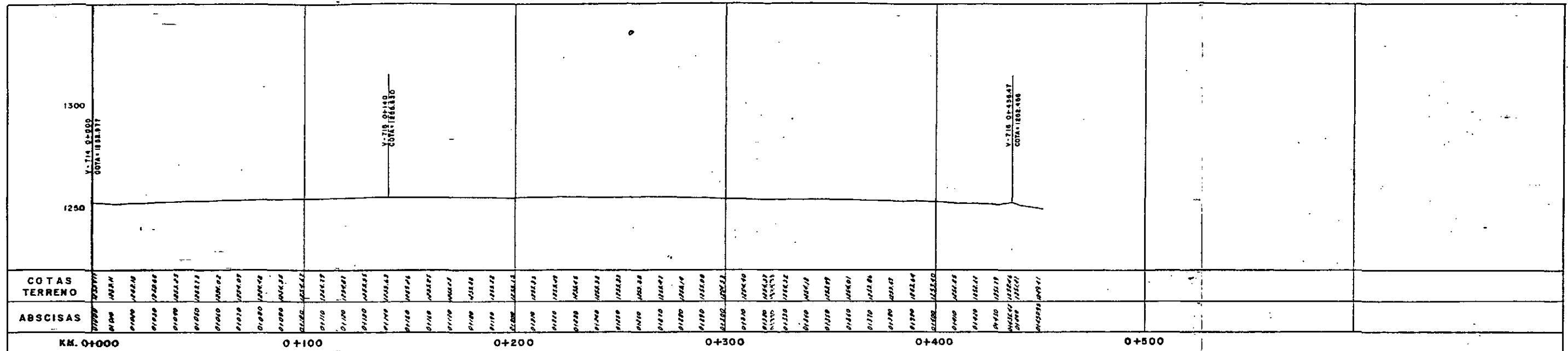


ELECTROCONSULT - TPACTIONEL - RODIO	
ASTEC - INELIN - INGENIERIA - CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CORDO SIMILAIR	
TOPOGRAFIA	
SECTOR RIO MALO	
PLANIMETRIA LINEAS SISIMICAS	
HOJA 1 DE 2	
DISEÑADO: Ing. R. Del S.	REVISADO: [Signature]
ELABORADO: L. B. Meneses	ELABORADO:
REVISADO: Ing. R. Del S.	REVISADO:
FECHA: AGOSTO/1991	LIBRO: 0209 - 1 - 2073

REV.	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POB.	VERIF.	OTROS

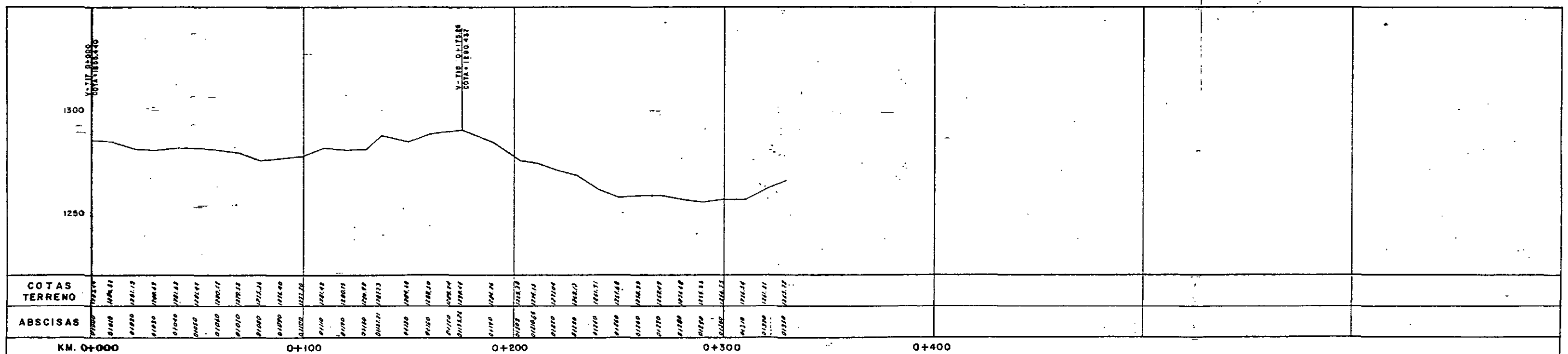
LINEA SISMICA "BB"

ESCALA H. 1:1000
V. 1:1000



LINEA SISMICA "FF"

ESCALA H. 1:1000
V. 1:1000

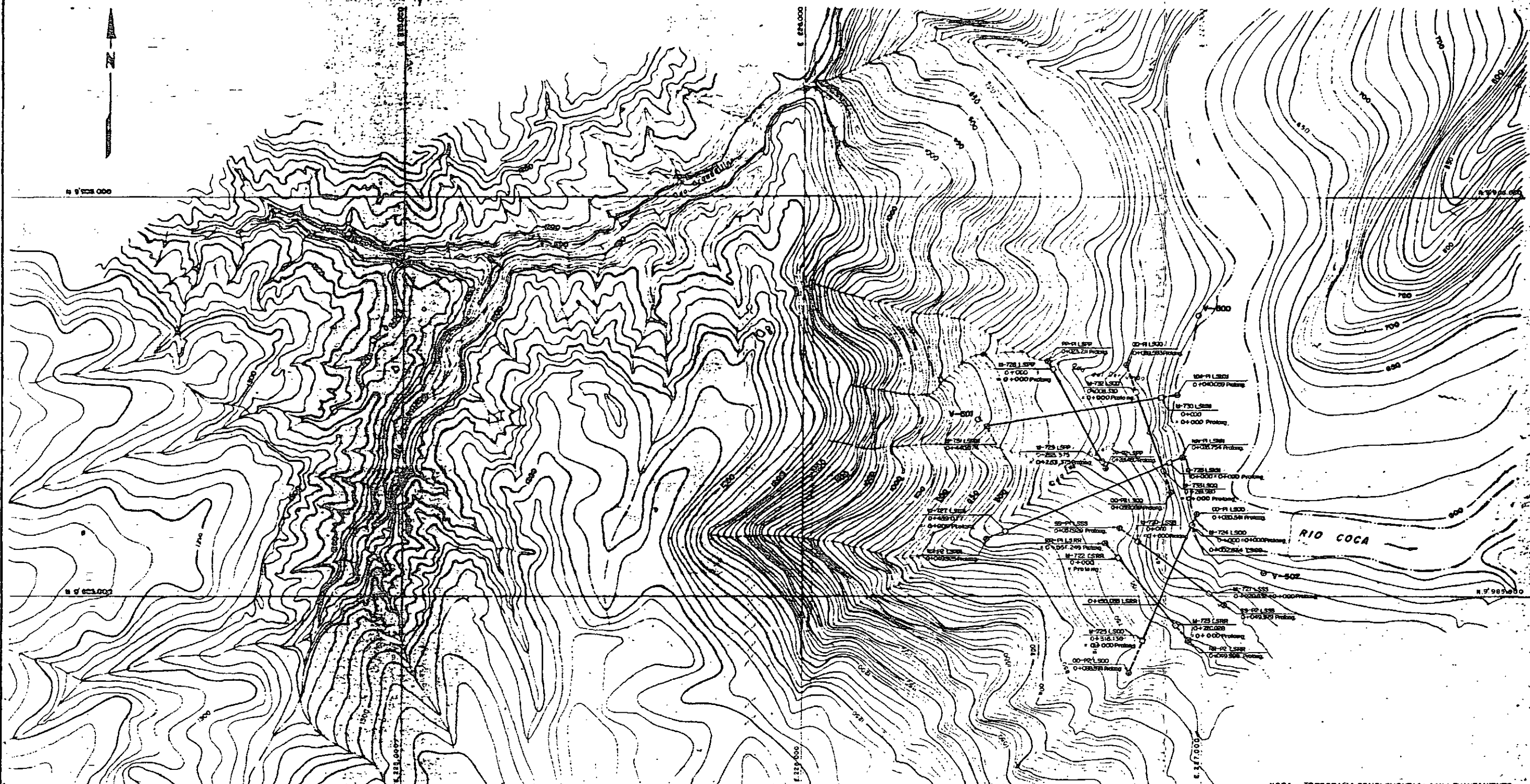


ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
TOPOGRAFIA
SECTOR RIO MALO
PERFIL LONGITUDINAL LINEAS SISMICAS "BB" Y "FF"

HOJA 2 DE 2
DISEÑADO Ing. R. Del S.
DIBUJADO L. B. Mena
REVISADO Ing. R. Del S.
FECHA AGOSTO/1991
REC. 0209-T-2074



CUADRO DE COORDENADAS Y COTAS DE VERTICES

VERTICES	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
V-500	9°58' 73.53"	226°58' 4.52"	628.515
V-501	9°58' 44.737"	226°43' 7.581"	688.399
V-502	9°58' 09.244"	227°14' 0.834"	631.709
V-720 LS55	9°58' 13.323"	226°53' 7.04"	676.052
M-721 LS55	9°58' 00.439"	227°01' 6.990"	650.987
M-722 LS55	9°58' 09.244"	226°58' 7.13"	716.696
M-723 LS55	9°58' 09.244"	226°58' 7.13"	716.696
M-724 LS55	9°58' 09.244"	226°58' 7.13"	716.696
M-725 LS55	9°58' 09.244"	226°58' 7.13"	716.696
M-726 LS55	9°58' 09.244"	226°58' 7.13"	716.696
M-727 LS55	9°58' 09.244"	226°58' 7.13"	716.696
M-728 LS55	9°58' 09.244"	226°58' 7.13"	716.696
M-729 LS55	9°58' 09.244"	226°58' 7.13"	716.696
M-730 LS55	9°58' 09.244"	226°58' 7.13"	716.696
M-731 LS55	9°58' 09.244"	226°58' 7.13"	716.696
M-732 LS55	9°58' 09.244"	226°58' 7.13"	716.696
M-733 LS55	9°58' 09.244"	226°58' 7.13"	716.696

LINEA SISMICA	LONGITUD (m)
LS55	220,632
LS56	220,028
LS57	316,130
LS58	439,077
LS59	263,375
LS60	440,074
LS61	211,650

SIMBOLOGIA

- CURVA DE NIVEL C/5m
- CURVA DE NIVEL C/1m
- LINEA SISMICA
- COORDENADAS
- HITO DE HORIZON
- MOJO
- RIO
- QUEBRADA
- TROCHA TOPOGRAFICA
- PROLONGACION PERFL

NOTAS

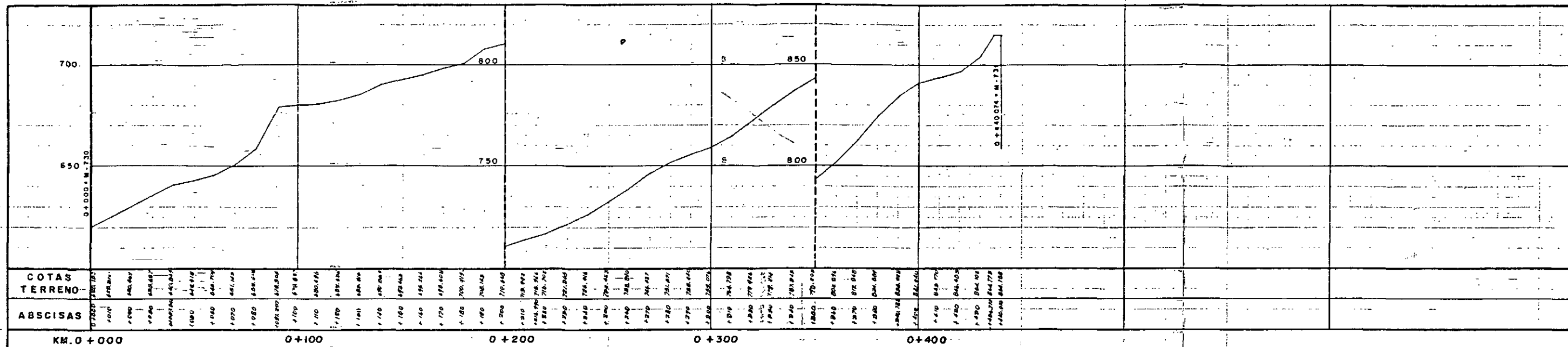
TOPOGRAFIA: 1:5000
DIMENSIONES Y ELEVACIONES ESTAN DADAS EN METROS

NOTA: TOPOGRAFIA COMPLEMENTADA CON LEVANTAMIENTO
REALIZADO POR CAMINOS Y CANALES ESC. 1:1000

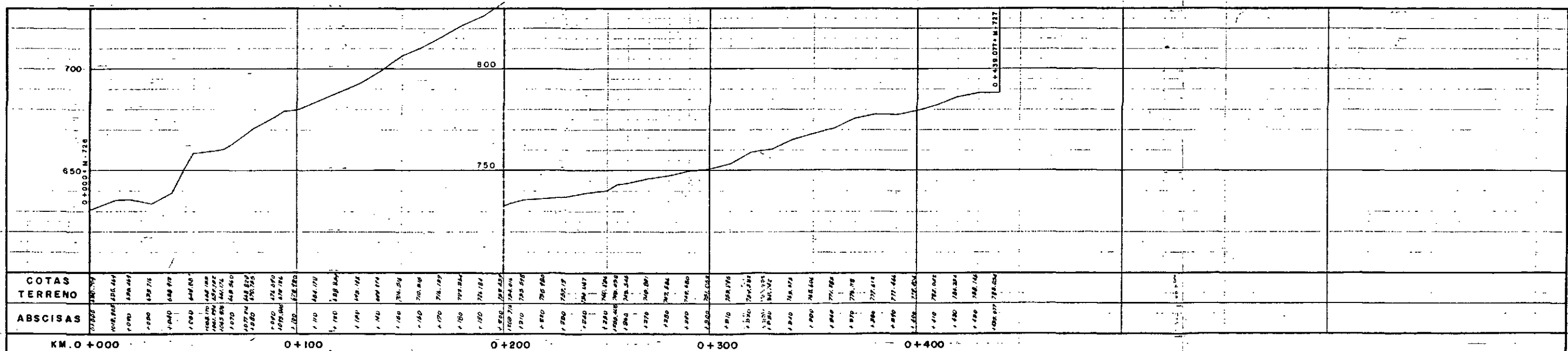
ESC. HOR 0 100 200 300 400 m.
ESCALA GRAFICA

ELECTROCOMBAT-TRACTOR-ROD	
ASTEC-DELTA-GEODESIA-CAMINOS Y CARRETERAS	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRICIDAD	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SUCLAG	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	
TOPOGRAFIA	
SECTOR CODO BAJO	
PLANIMETRIA LINEAS SISMICAS	
FECHA: 1991	0209-T-2075

LINEA SISMICA M-M

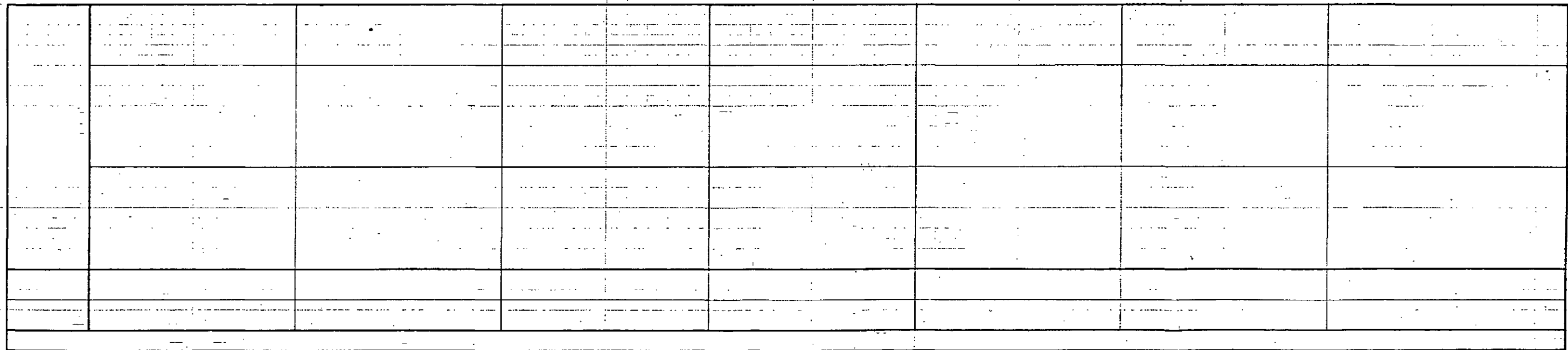



LINEA SISMICA N-N



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR CODO BAJO	
PERFIL LONGITUDINAL LINEAS SISMICAS "M-M", "N-N"	
HOJA 2 DE 4	ESC. 1:1000
DISEÑADO: ASTEC	RECOMENDADO: [Signature]
DIBUJADO: ASTEC	W.S.A.
REVISADO: [Signature]	APROBADO:
FECHA: FEBRERO-1991	REF: 0209-T-2076

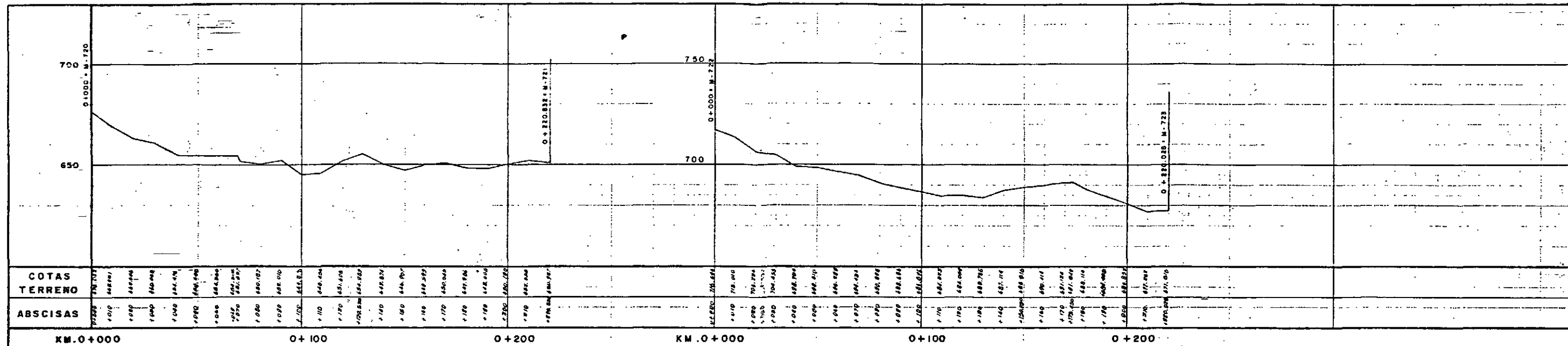
LINEA SISMICA Q-Q 1.



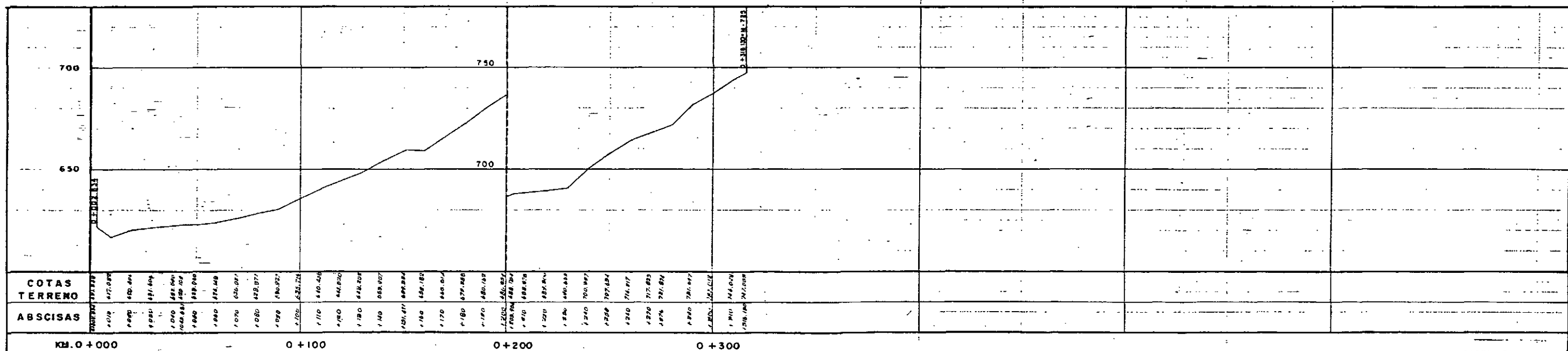
<p>ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES</p>		
<p> INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION</p>		
<p>QUITO - ECUADOR</p>		
<p>PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTADIO DE FACT GILGAD FASE "B" TOPOGRAFIA SECTOR CODO BAJO PERFIL LONGITUDINAL LINEAS SISMICAS "P-P", "Q-Q"</p>		
<p>HOJA 3 DE 4</p>		<p>ESCALA 1:1000</p>
<p>DISENADO</p>	<p>ASTEC</p>	<p>RECOMENDADO</p>
<p>DISUADO</p>	<p>ASTEC</p>	<p>W.S.A.</p>
<p>REVISADO</p>	<p>ING. R. D. S.</p>	<p>APROBADO</p>
<p>FECNA</p>	<p>FEBRERO-1991</p>	<p>REF. 0209-T-2077</p>

LINEA SISMICA S-S

LINEA SISMICA R-R



LINEA SISMICA O-O



ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

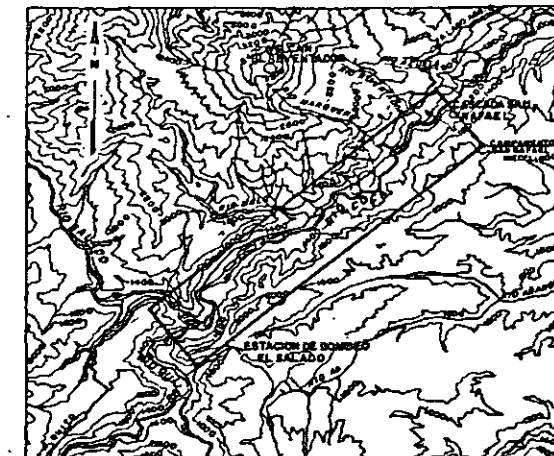
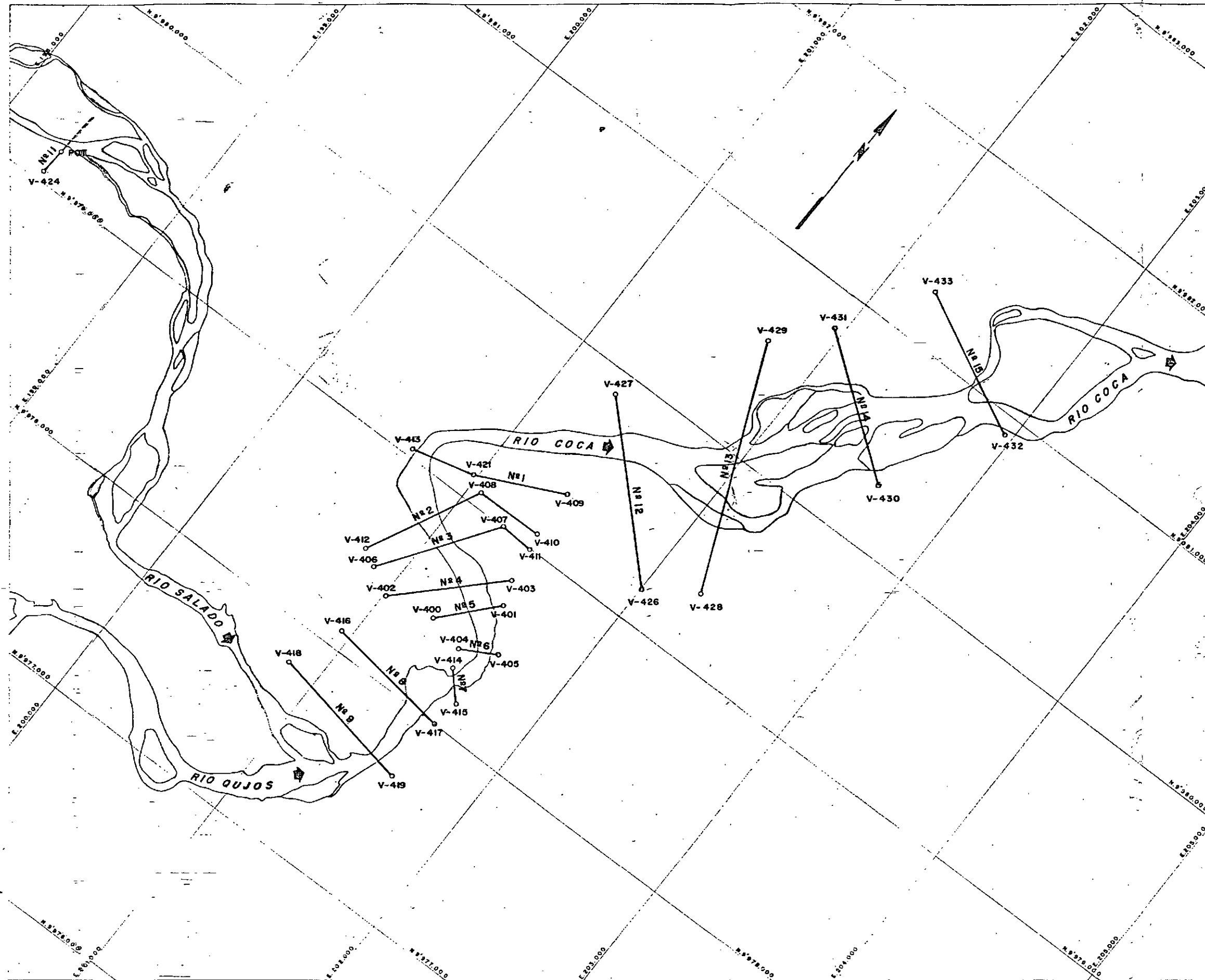
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
TOPOGRAFIA
SECTOR CODO BAJO
PERFIL LONGITUDINAL LINEAS SISMICAS "S-S", "R-R", "O-O"

HOJA 4 DE 4 ESC. 1:1000

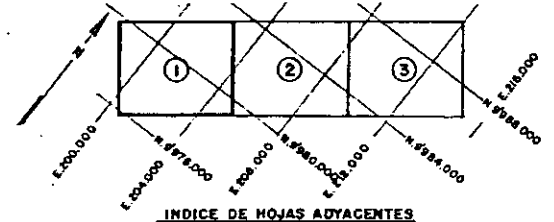
DISEÑADO	ASTEC	RECOMENDADO	
DIBUJADO	ASTEC	W.S.A.	
REVISADO	ING. ADMS.	APROBADO	
FECHA	FEBRERO-1991	REF.	0209-T-2078

REV. 49	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERIFICAR	APROBADO



UBICACION
ESC. 1:200,000

CUADRO DE COORDENADAS:				
PERFIL	VERTICE	COORDENADAS		COTAS
		LATITUD	LONGITUD	
N° 1	V-409	9° 57' 33.05	201° 41' 11.89	1265.31
	V-421	9° 57' 12.50	200° 57' 7.48	1264.57
	V-413	9° 57' 04.79	200° 56' 56.47	1286.72
N° 2	V-412	9° 57' 49.71	200° 7' 55.75	1280.15
	V-408	9° 57' 07.68	201° 06' 56.79	1265.07
	V-410	9° 57' 07.39	201° 42' 03.09	1268.25
N° 3	V-406	9° 57' 45.08	200° 57' 3.18	1287.51
	V-407	9° 57' 00.75	201° 29' 2.23	1264.74
	V-411	9° 57' 59.76	201° 43' 9.06	1278.83
N° 4	V-403	9° 57' 51.31	201° 46' 27.9	1301.04
	V-402	9° 57' 36.70	201° 01' 5.45	1296.05
	V-400	9° 57' 41.73	201° 26' 4.84	1305.02
N° 5	V-401	9° 57' 58.78	201° 50' 3.59	1279.78
	V-405	9° 57' 47.70	201° 64' 1.20	1301.75
	V-404	9° 57' 38.22	201° 46' 33.38	1310.72
N° 6	V-415	9° 57' 15.09	201° 62' 9.45	1298.93
	V-414	9° 57' 28.64	201° 50' 2.53	1295.91
	V-416	9° 57' 09.06	200° 59' 9.43	1295.51
N° 7	V-417	9° 57' 00.21	201° 60' 1.57	1298.25
	V-418	9° 57' 50.78	200° 54' 0.12	1303.98
	V-419	9° 57' 56.78	201° 56' 3.36	1297.29
N° 8	V-424	9° 57' 05.51	198° 34' 5.88	1383.20
	POT	9° 57' 18.19	198° 35' 4.71	1307.42
	V-425			1323.47
N° 9	V-427	9° 57' 58.73	201° 28' 3.27	1274.64
	V-426	9° 57' 17.01	202° 00' 5.75	1283.50
	V-429	9° 58' 05.30	201° 72' 5.62	1281.34
N° 10	V-428	9° 57' 33.60	202° 25' 2.23	1294.48
	V-431	9° 58' 01.91	201° 55' 3.37	1279.96
	V-430	9° 58' 03.72	202° 11' 1.89	1282.20
N° 11	V-433	9° 58' 12.66	202° 23' 5.52	1266.26
	V-432	9° 58' 07.51	202° 55' 3.76	1272.11



ESC. HOR. 0 100 300 600 1000 m.
ESCALA GRAFICA

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
TOPOGRAFIA
SECTOR RIO COCA
PLANIMETRIA PERFILES TRANSVERSALES
AL RIO SALADO Y RIO COCA

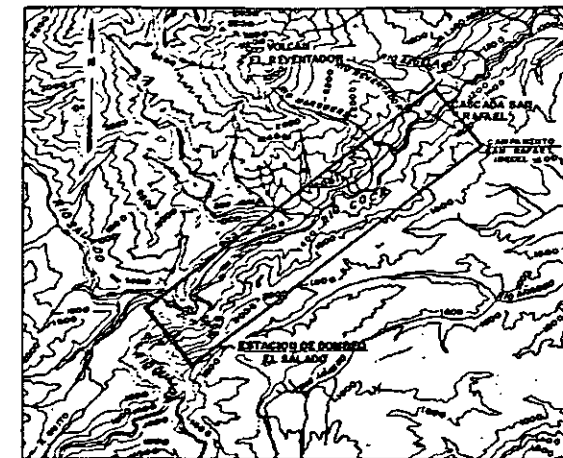
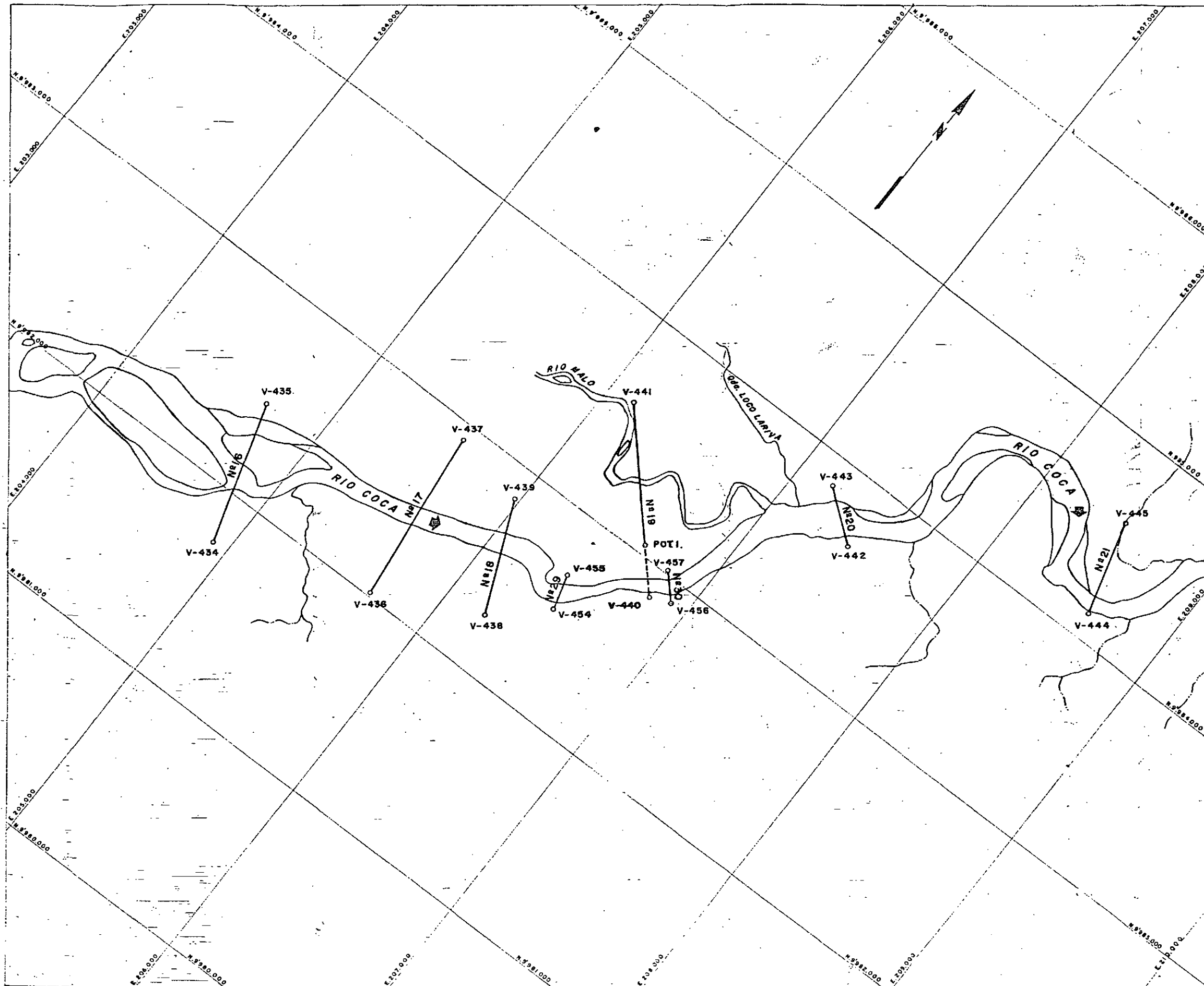
HOJA 1 DE 21 ESC. 1:10,000

DISEÑADO Ing. R. Del S. RECOMENDADO *[Signature]*

REVISADO L. B. Manzano APROBADO

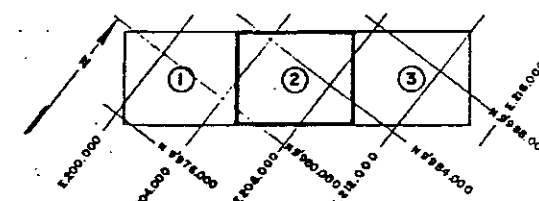
FECHA MARZO / 1991 REF 0209-T-2079

SIMBOLOGIA:
O PERFIL SISMICO
O VERTICE
O RIO NO DEFINIDO



UBICACION
ESC. 1:200.000

CUADRO DE COORDENADAS				
PERFIL	VERTICE	COORDENADAS		COTAS
		LATITUD	LONGITUD	
Nº 16	V-433	9982.46296	204.69527	1270.84
	V-434	9981.74783	204.91992	1265.78
Nº 17	V-437	9982.91748	205.56252	1318.18
	V-436	9982.02068	205.69559	1260.22
Nº 18	V-439	9982.84092	205.97212	1281.78
	V-438	9982.28247	206.21831	1269.23
Nº 19	V-441	9983.58280	206.13665	1272.21
	POT. I	9983.04715	206.63008	1258.02
Nº 20	V-440	9982.85692	206.80531	1272.21
	V-443	9983.85864	207.18552	1252.05
Nº 21	V-442	9983.66089	207.43537	1260.07
	V-445	9984.60753	208.46785	1239.17
Nº 29	V-444	9984.12452	208.60502	1255.51
	V-454	9982.51262	206.47133	1253.87
Nº 30	V-455	9982.69904	206.42059	1252.59
	V-456	9982.89550	206.90903	1257.53
	V-457	9983.02214	206.79637	1253.98



INDICE DE HOJAS ADYACENTES

SIMBOLOGIA
 — PERFIL SISMICO
 0 VERTICE
 — RIO NO DEFINIDO

ESC. HOR. 0 100 300 600 1000m.

ESCALA GRAFICA

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
 ASTEC-INELN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

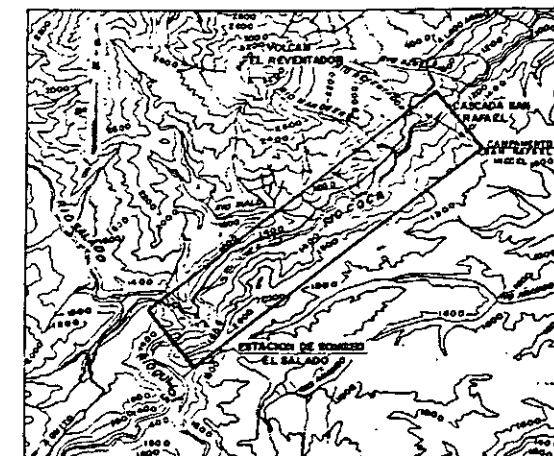
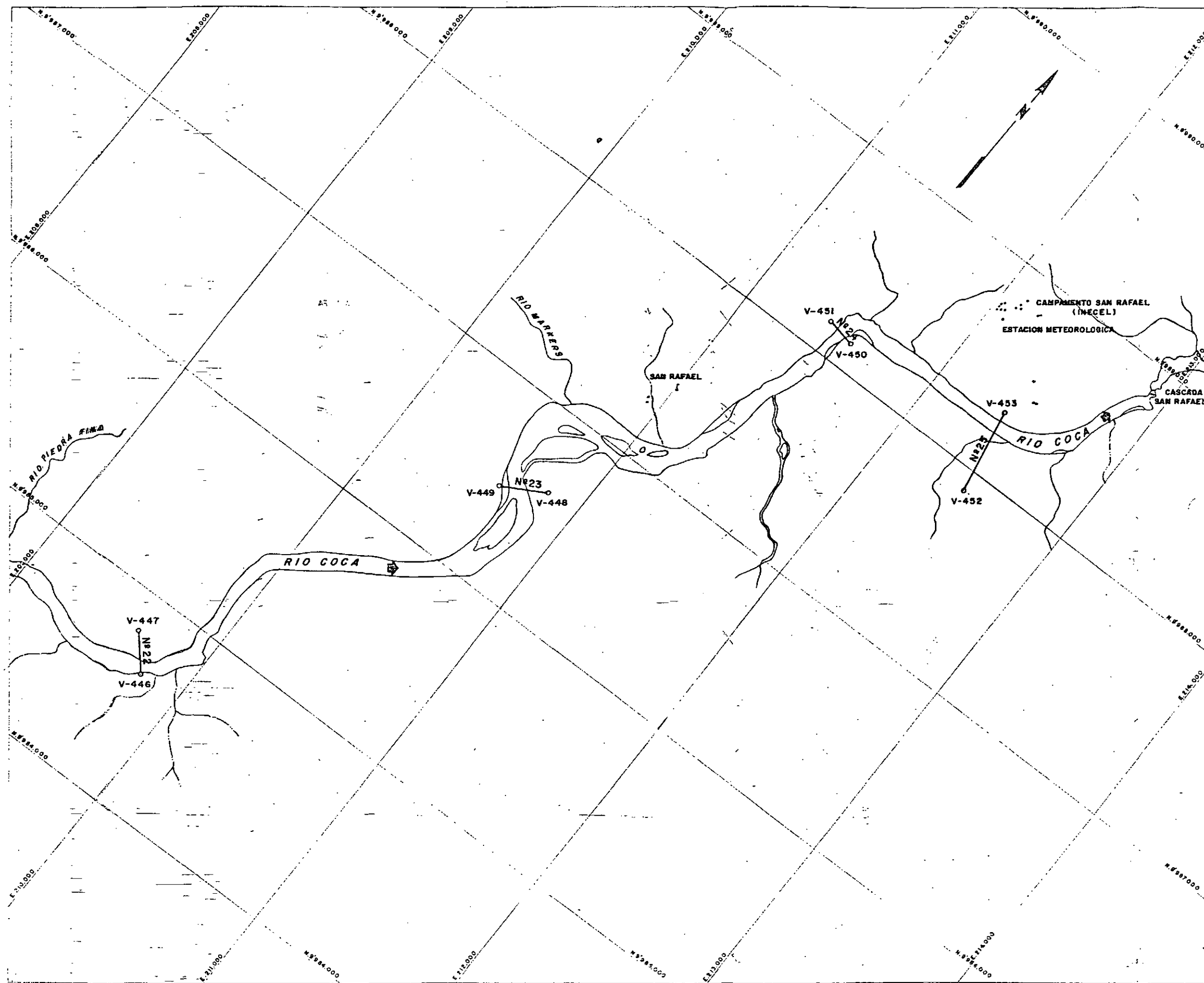
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
 QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-SINCLAIR
 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
TOPOGRAFIA
 SECTOR RIO COCA
 PLANIMETRIA PERFILES TRANSVERSALES
 AL RIO SALADO Y RIO COCA

HOJA 2 DE 21 ESC. 1:10.000

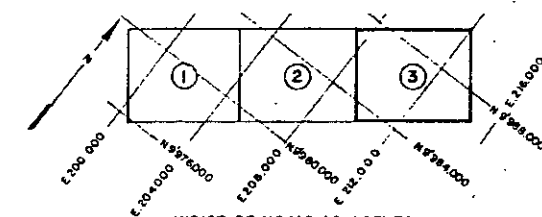
DISEÑADO	Ing. R. Del S.	RECOMENDADO	17/1
DIBUJADO	L. B. M...	APROBADO	
REVISADO	Ing. R. Del S.		
FECHA	MARZO / 1981	Nº	0209-T-2080

REV. Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	IMP.	VERIF.	COPIE



UBICACION
ESC. 1:200.000

CUADRO DE COORDENADAS				
PERFIL	VERTICE	COORDENADAS		COTAS
		LATITUD	LONGITUD	
Nº22	V-447	9984.807.23	209634.50	1274.27
	V-446	9984.637.90	209780.81	1232.14
Nº23	V-448	9986.488.22	210.613.75	1206.28
	V-449	9986.612.49	210.823.18	1217.46
Nº24	V-451	9988.162.47	211.403.28	1180.10
	V-450	9988.135.20	211.953.93	1179.94
Nº25	V-453	9988.335.49	212.382.67	1177.67
	V-452	9987.897.32	212.465.20	1184.34



INDICE DE HOJAS ADYACENTES

SIMBOLOGIA:
 ——— PERFIL SISMICO
 O VERTICE
 ——— RIO NO DEFINIDO

ESC. HOR. 0 100 300 600 1000m.

ESCALA GRAFICA

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

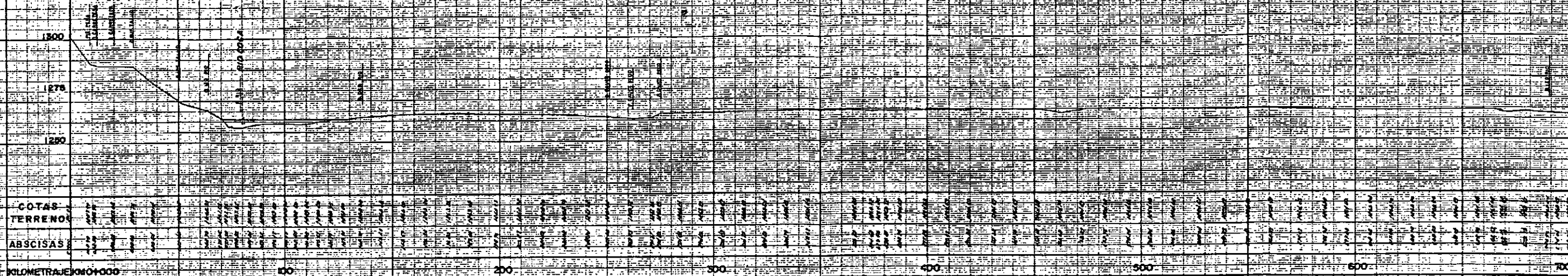
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
TOPOGRAFIA
SECTOR RIO COCA
PLANIMETRIA PERFILES TRANSVERSALES
AL RIO SALADO Y RIO COCA

HOJA 3 DE 21 ESC. 1:10.000

ELABORADO	Ing. R. Del S.	REVISADO	Ing. R. Del S.
DIBUJADO	L. B. Morales	APROBADO	
FECHA	MARZO / 1991	REF	0209 - T - 2081

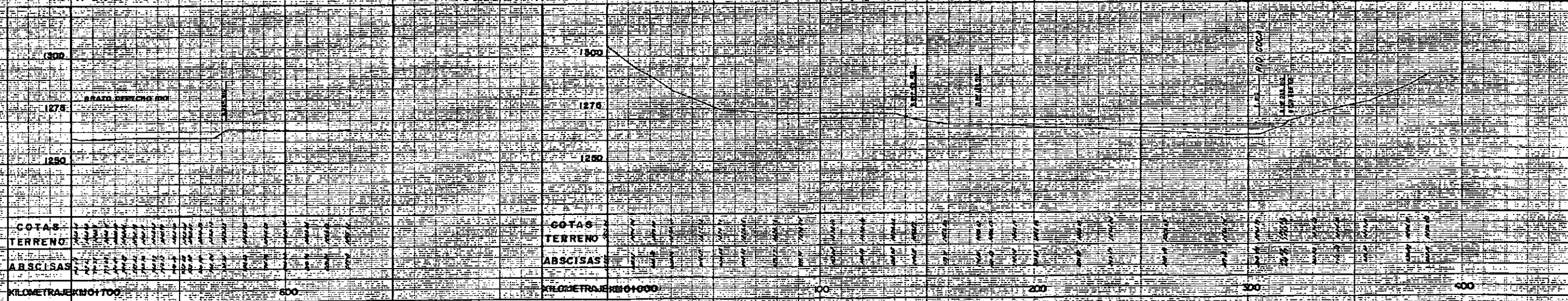
PERFIL TRANSVERSAL N°1

ESCALA: H. 1:1000
V. 1:1000



PERFIL TRANSVERSAL N°5

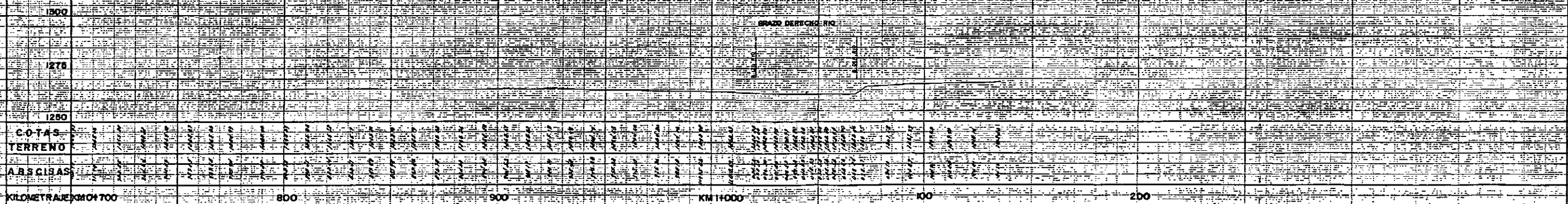
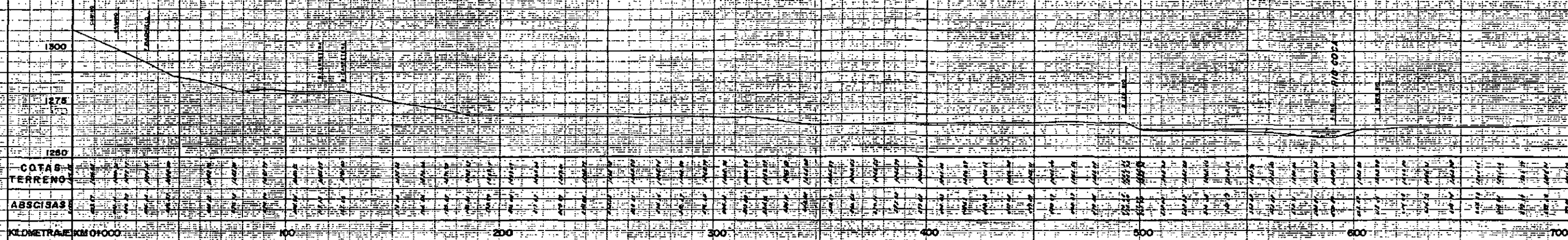
ESCALA: H. 1:1000
V. 1:1000



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL RODIO	
ASTEC-INELIR-ROSECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO-SINCLAIR	
ESTUDIO DE VIABILIDAD FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR RIO COCA	
PERFILES TRANSVERSALES N°1 Y N°5 AL RIO COCA	
HOJA 5 DE 21	
ELABORADO: CAMINO Y CANALES	RECOMENDADO: <i>[Signature]</i>
DISEÑADO: CAMINO Y CANALES	APROBADO: <i>[Signature]</i>
REVISADO: J. R. S. S.	FECHA: JUNIO 1990
REV. N° 1	FECHA: JUNIO 1990
REF: 0209 - T - 2083	

PERFIL TRANSVERSAL Nº 2

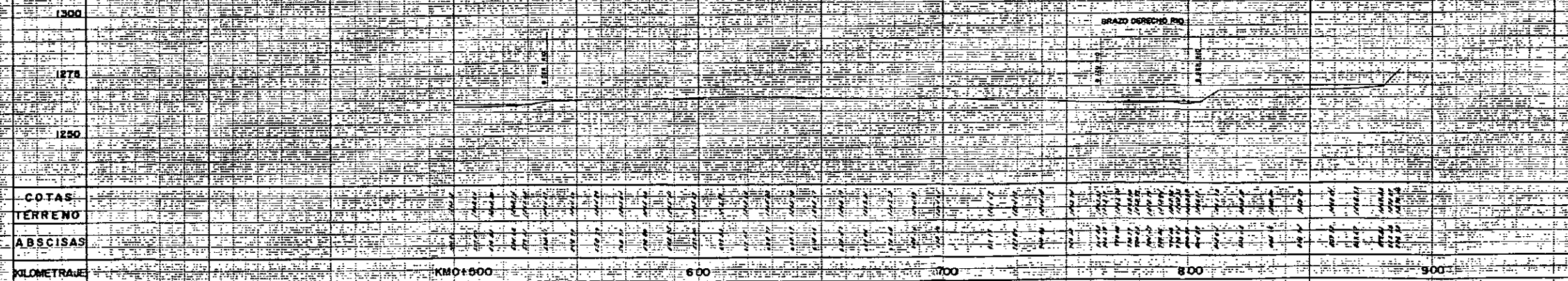
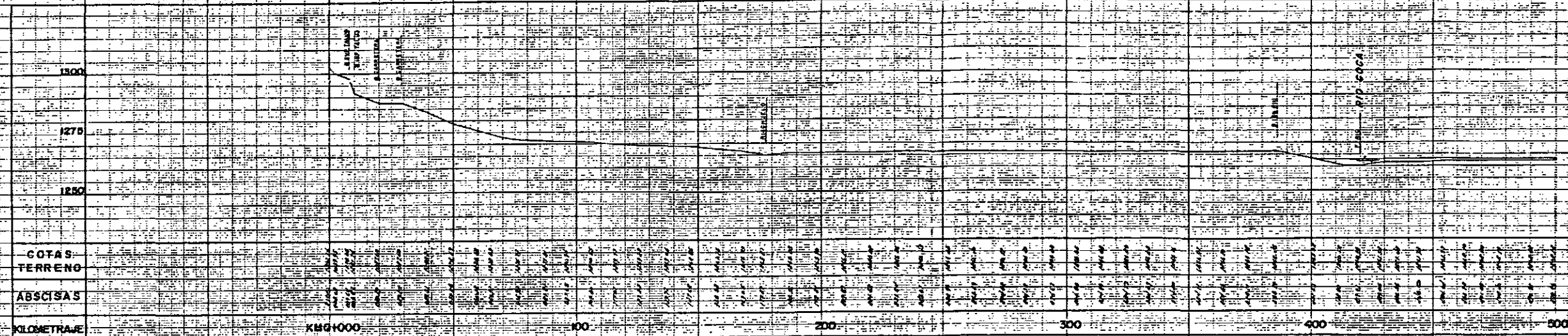
ESCALA H: 1:1000
V: 1:1000



ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INSECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTACION DE FRECUENCIA FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR RIO COCA	
PERFIL TRANSVERSAL Nº 2 AL RIO COCA	
HOJA 6 DE 21	ESCS INDICADAS
REVISADO CAMINOS Y CANALES	RECOMENDADO
REVISADO INELIN	APROBADO
FECHA	REV 0209-T-2084

PERFIL TRANSVERSAL Nº 3

ESCALA: H. 1:1000
V. 1:1000

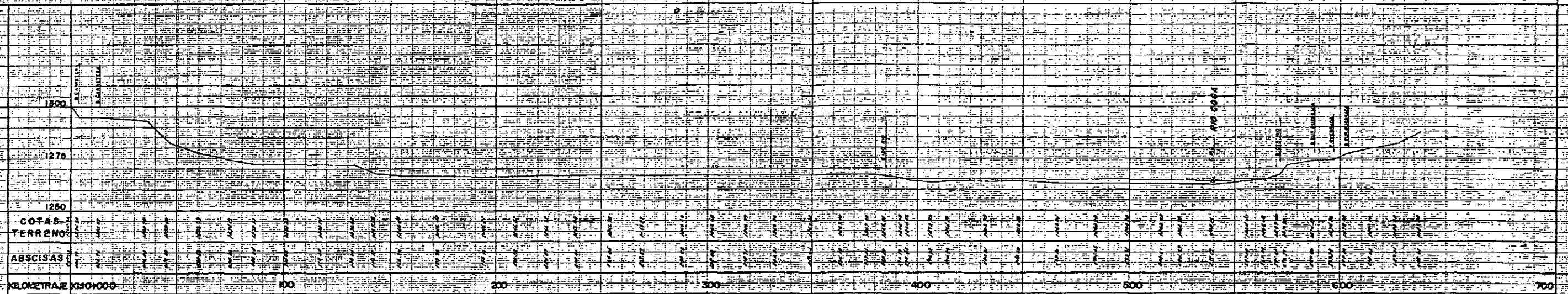


ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B" TOPOGRAFIA SECTOR RIO COCA PERFIL TRANSVERSAL Nº 3 AL RIO COCA HOJA 7 DE 21	
DISEÑADO: CAMINOS Y CANALES DISEÑADO: CAMINOS Y CANALES REVISADO: POR:	RECOMENDADO: <i>RE</i> APROBADO: <i>RE</i> FECHA: 22/05/1980
ESCS INDICADAS:	

REV. Nº FECHA NATURALEZA DE LA REVISION POR VERIF. APROB.

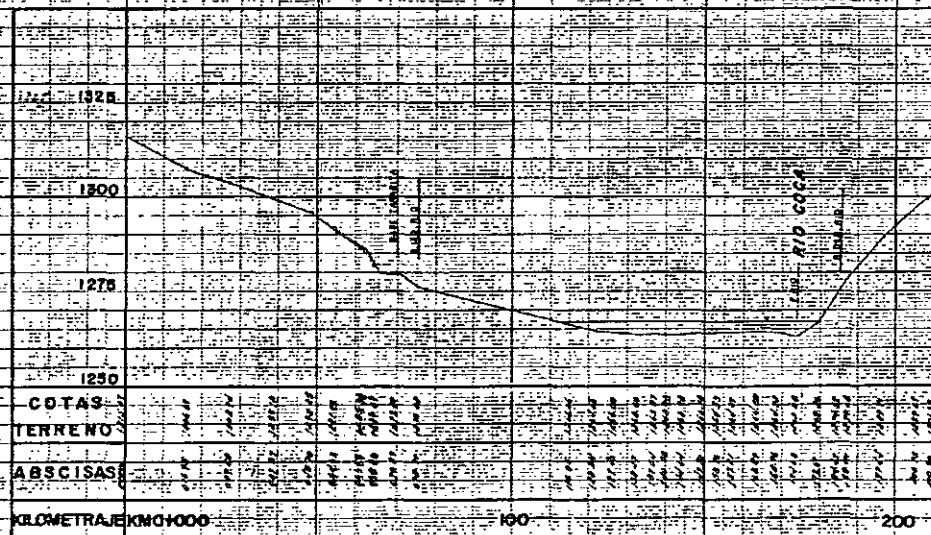
PERFIL TRANSVERSAL Nº4

ESCALA: H: 1:1000
V: 1:1000



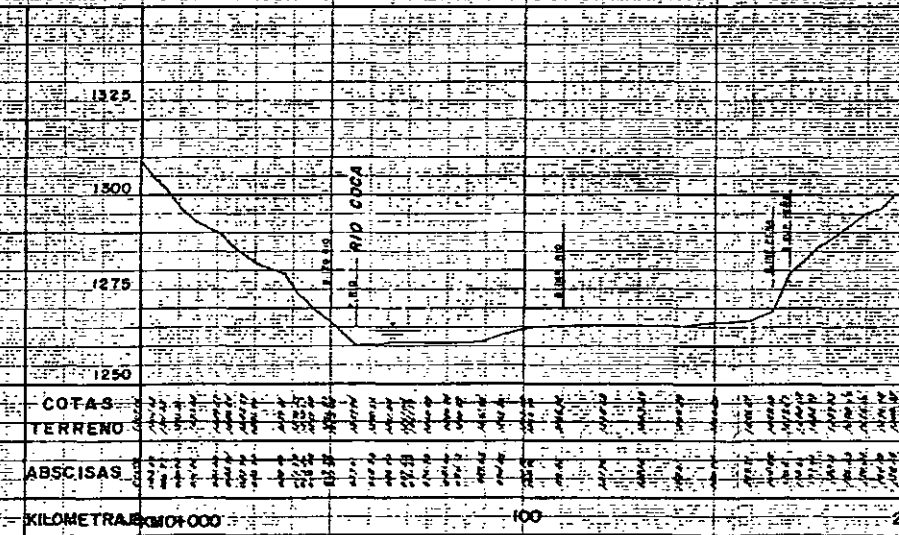
PERFIL TRANSVERSAL Nº6

ESCALA: H: 1:1000
V: 1:1000



PERFIL TRANSVERSAL Nº7

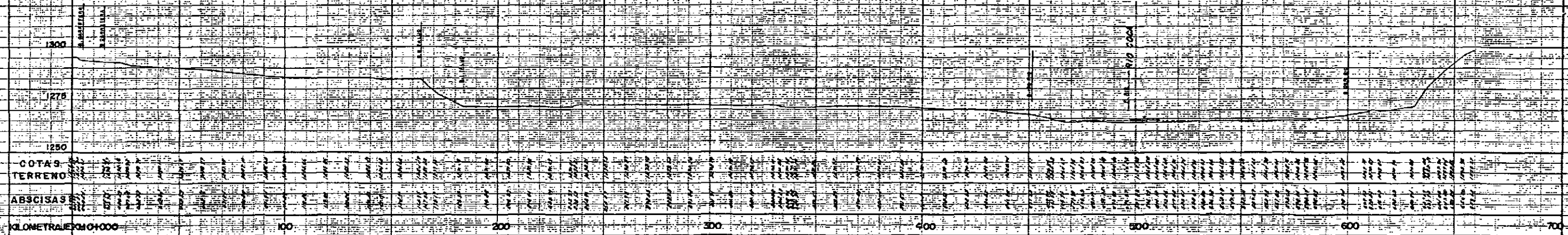
ESCALA: H: 1:1000
V: 1:1000



ELECTROCONSULTA TRACCIONEL RODIO	
ASTEC-INELIN-PROECONSULTA-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE PREPROYECTO FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECCION 1800 COCA	
PERFILES TRANSVERSALES Nº6 Y Nº7 AL RIO COCA	
HOJA 8 DE 24	
DISEÑADO CAMILOST CAJALIN	REVISADO
DEBIDO CAMILOST CAJALIN	APROBADO
REVISADO	FECHA: JULIO 7 1952
REV. Nº	FECHA
NATURALEZA DE LA REVISION	POR
VERIF. APROB.	REV. 0209 T= 2086

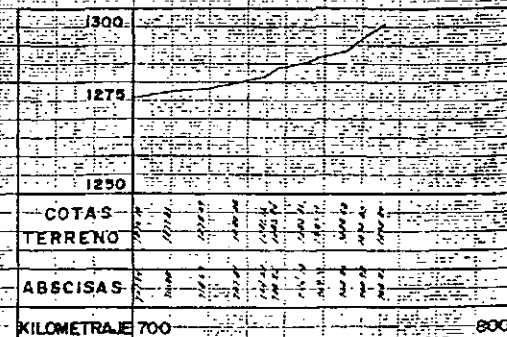
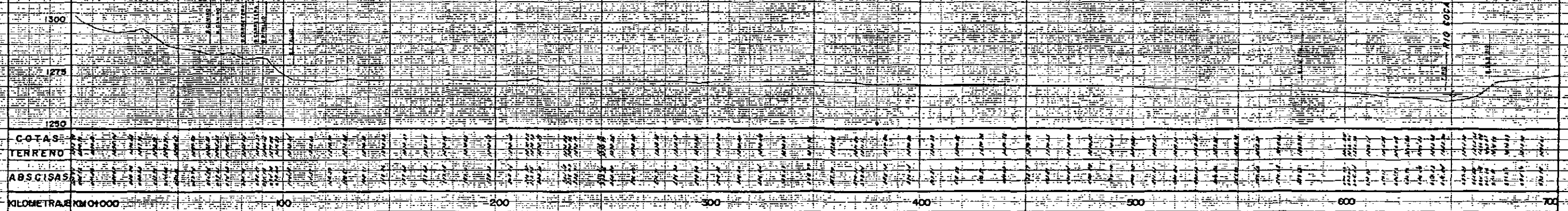
PERFIL TRANSVERSAL N° 8

ESCALA: H: 1:1000
V: 1:1000



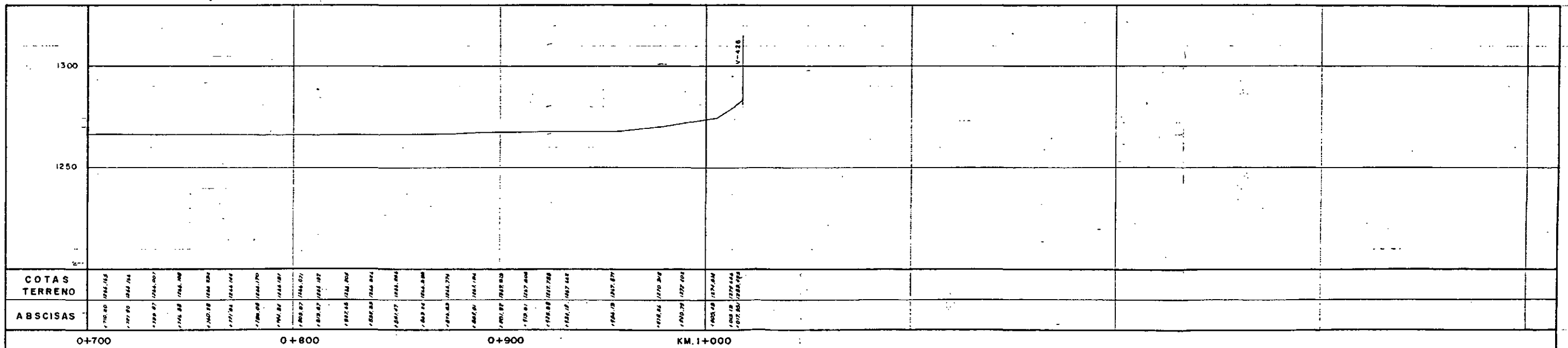
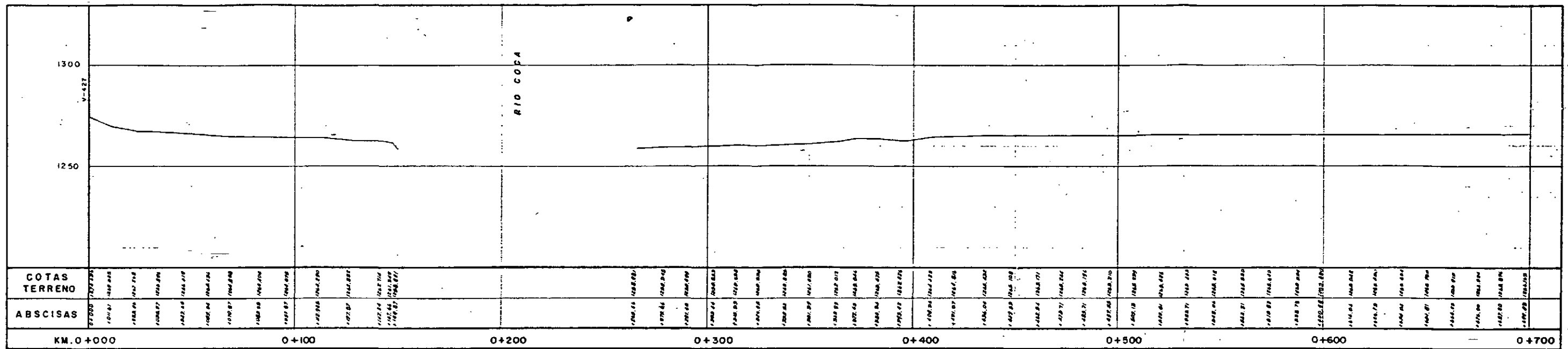
PERFIL TRANSVERSAL N° 9

ESCALA: H: 1:1000
V: 1:1000



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL RODIO	
ASTEC-INELIN INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - GUAYAS	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "A"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR RIO COCA	
PERFILES TRANSVERSALES N° 8 Y N° 9 AL RIO COCA	
HOJA 3 DE 21	
DISEÑO: CAMINOS Y CANALES	RECOMENDADO: <input checked="" type="checkbox"/>
REVISADO: CAMINOS Y CANALES	APROBADO: <input checked="" type="checkbox"/>
FECHA: JULIO 1990	REF: 0209-T-2087

PERFIL N°12



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

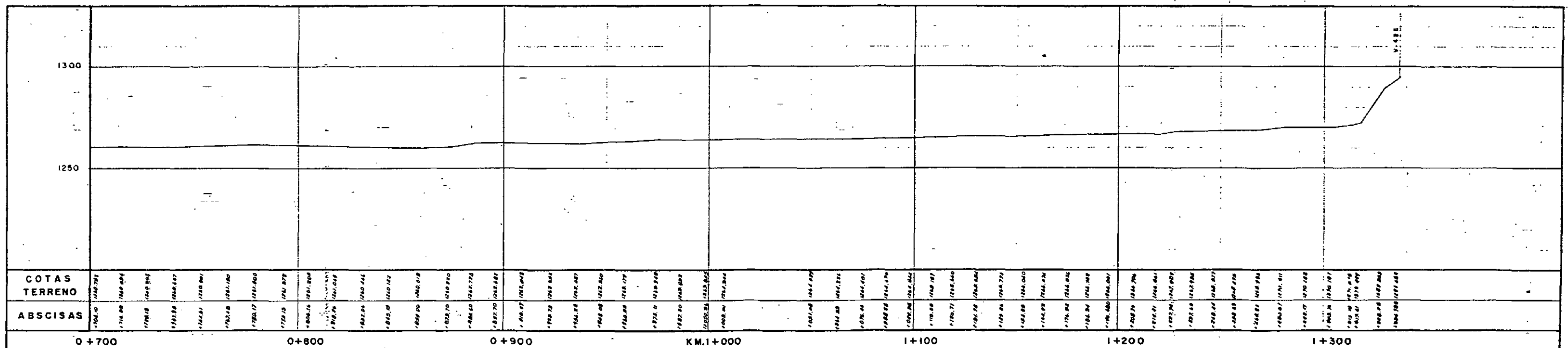
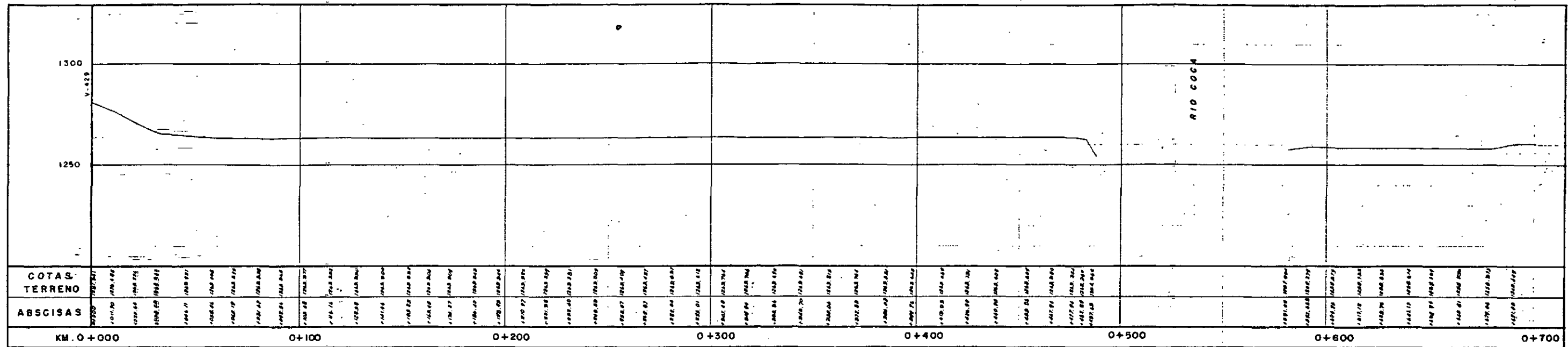
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
TOPOGRAFIA
SECTOR RIO COCA
PERFIL TRANSVERSAL N°12 AL RIO COCA

HOJA 10 DE 21 ESC. 1:1000

DISEÑADO: ASTEC RECOMENDADO: *[Signature]*
DIBUJADO: ASTEC APROBADO:
REVISADO: Ing. R. Del S.

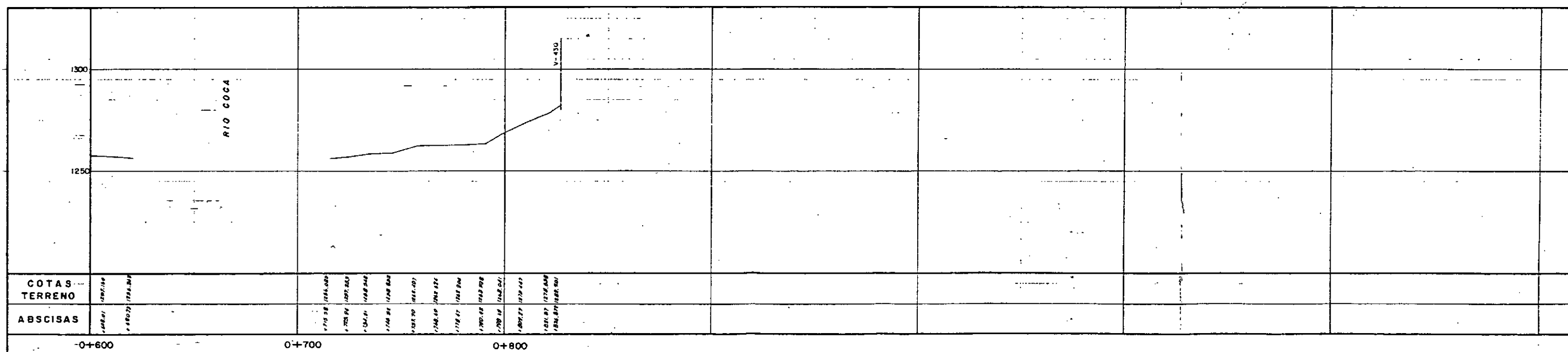
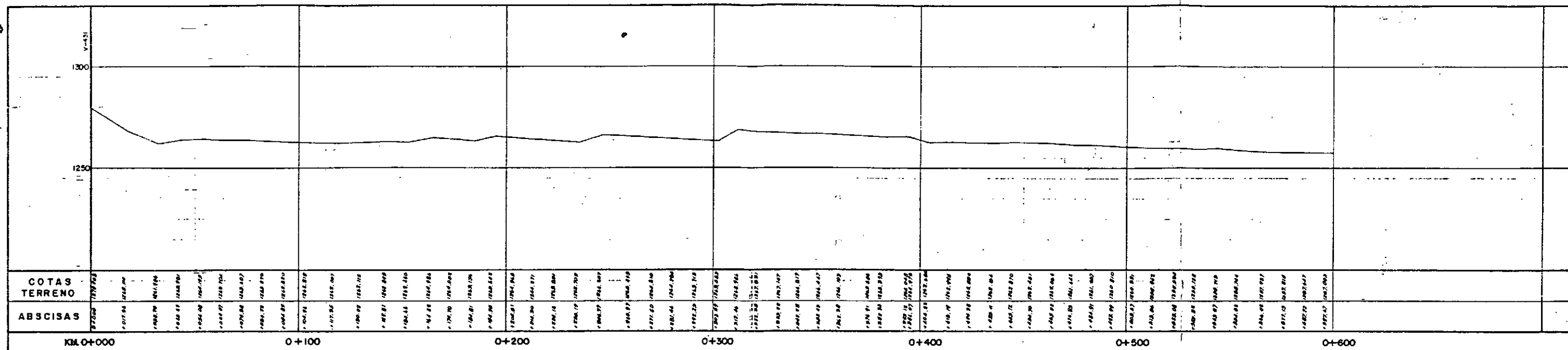
FECHA: MARZO-1991 REF. 0209-T-2088

PERFIL N°13



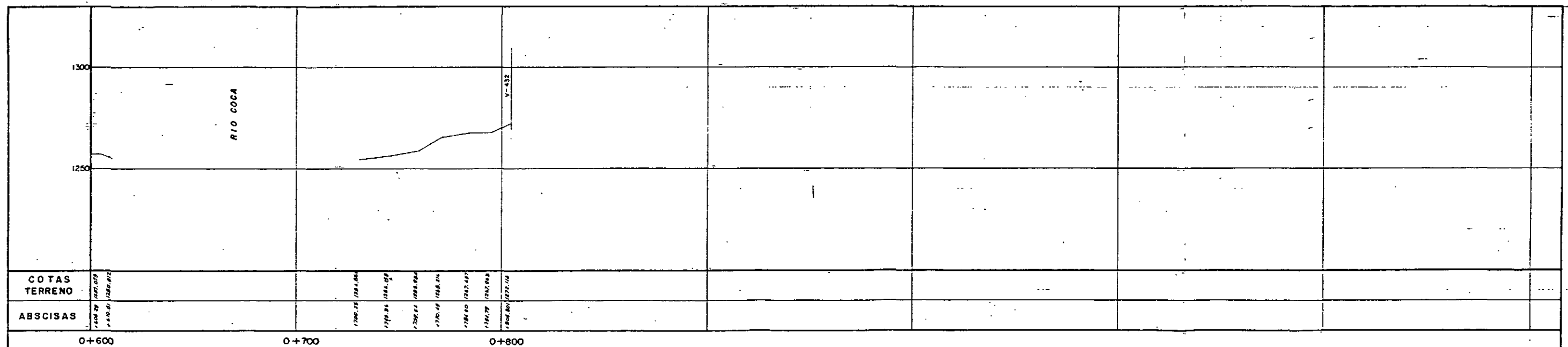
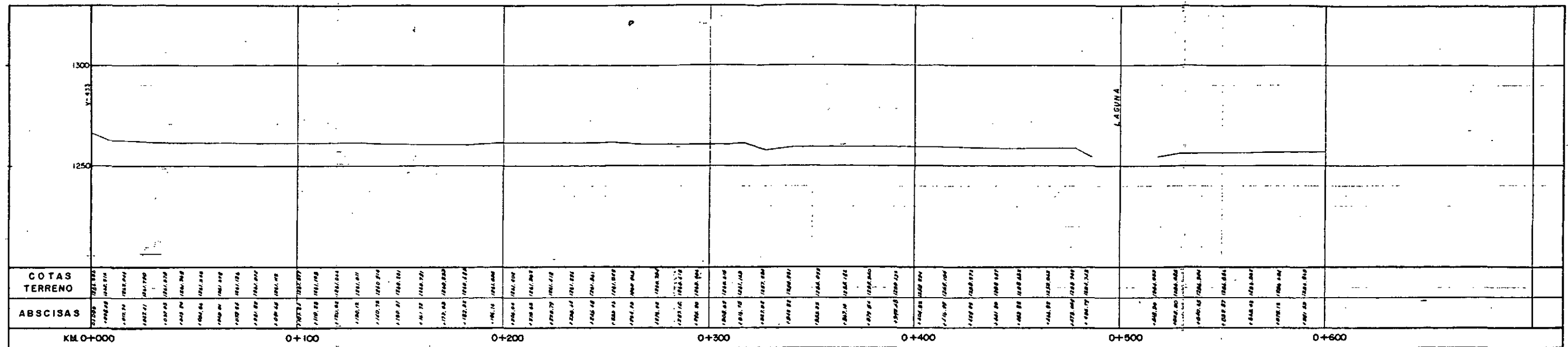
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
TOPOGRAFIA			
SECTOR RIO COCA			
PERFIL TRANSVERSAL N°13 AL RIO COCA			
Hojas 11 de 21		ESC. 1:1000	
DESIGNADO	ASTEC	RECOMENDADO	✓
ELABORADO	ASTEC	APROBADO	
REVISADO	Ing. R. Del S.	FECHA	14/12/1981
REV. N° 1		FECHA 14/12/1981	
NATURALEZA DE LA REVISION		POR VERE	
0209-T-2089			

PERFIL N°14



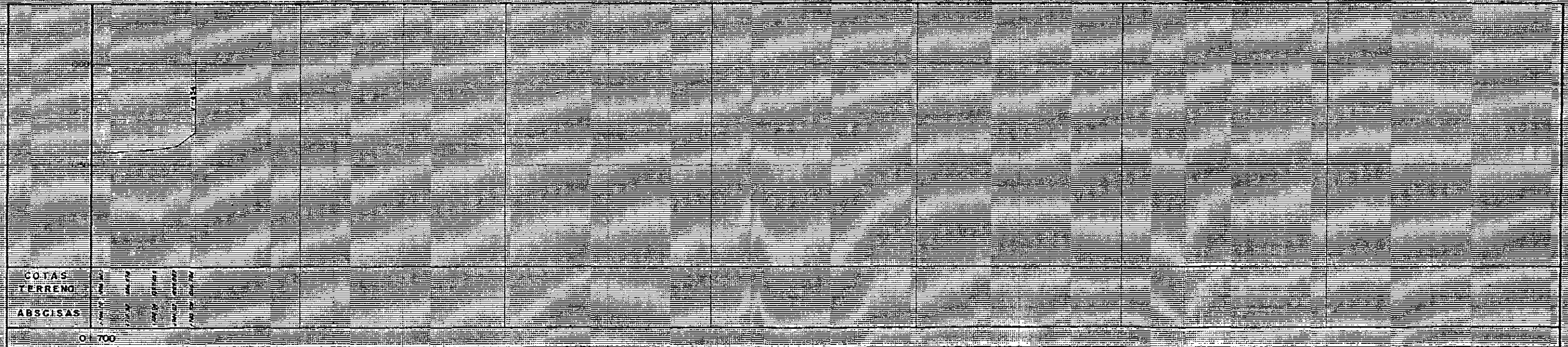
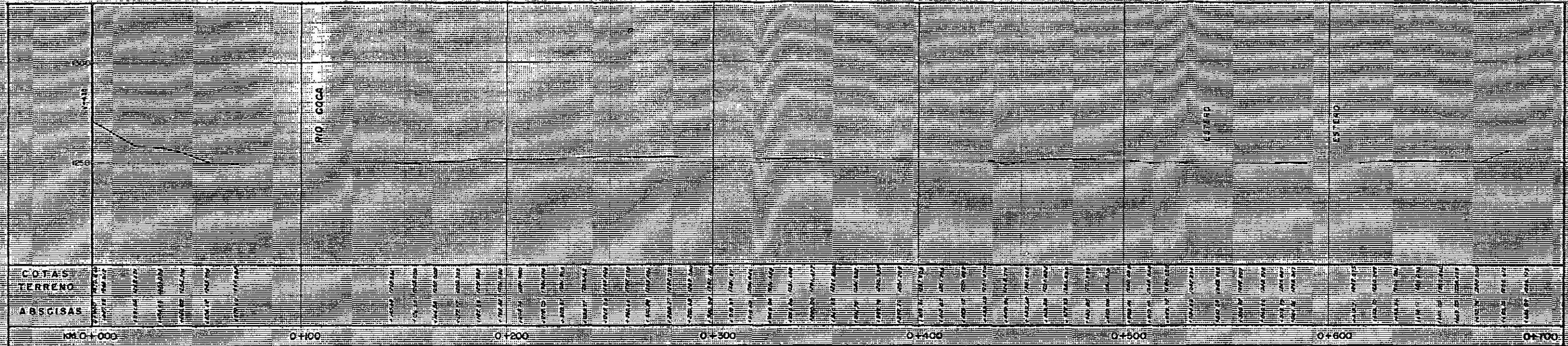
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO MICROELECTRICO COCA-CODO SINGLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR RIO COCA	
PERFIL TRANSVERSAL N°14 AL RIO COCA	
HOJA 12 DE 21	ESC. 1:1000
DISEÑADO	ASTEC
REVISADO	ASTEC
REVISADO	Ing. R. Del S.
FECHA	MARZO - 1991
FECHA	REV. 0209-T-2090

PERFIL N°15



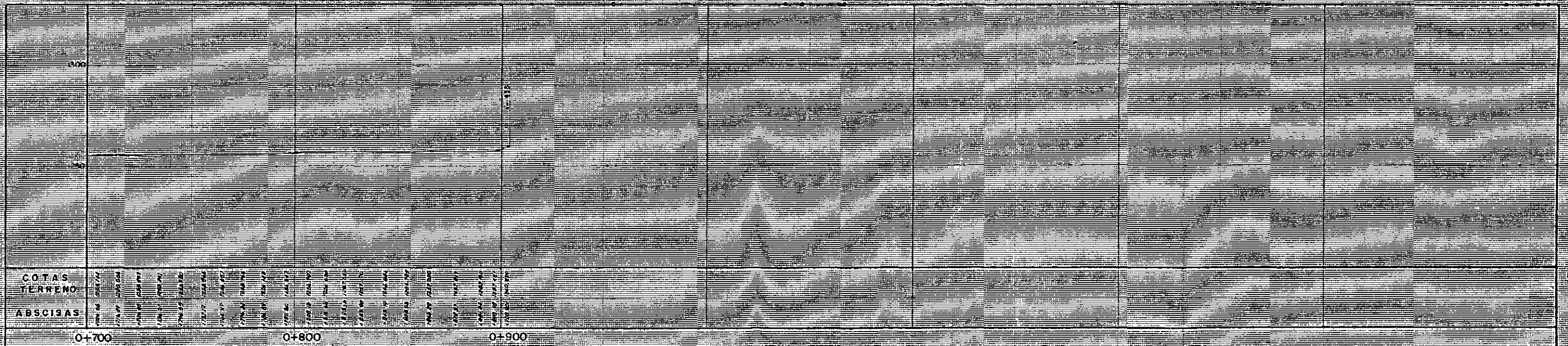
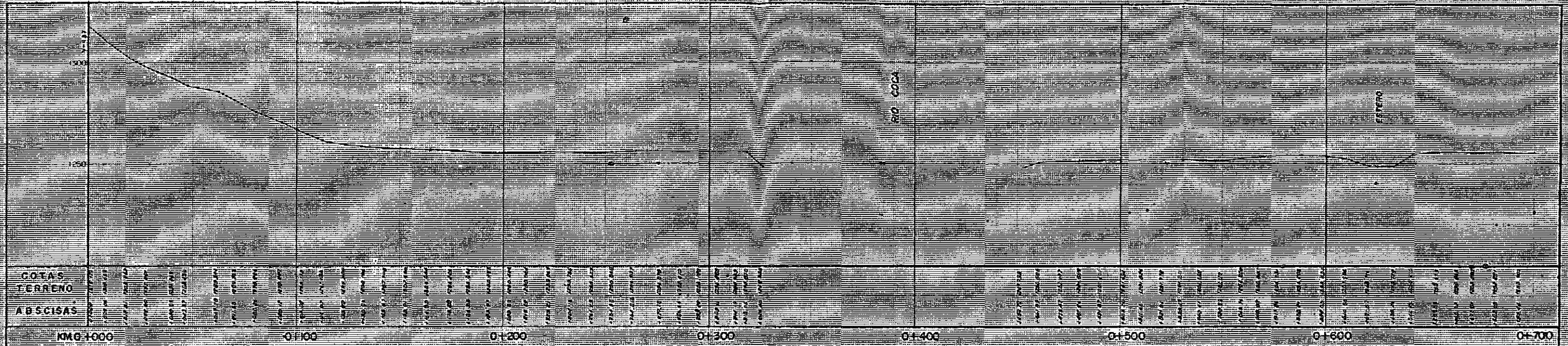
ELECTRO CONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR RIO COCA	
PERFIL TRANSVERSAL N°15 AL RIO COCA	
HOJA 13 DE 21	
ESC 1:1000	
DISEÑADO	ASTEC
DIBUJADO	ASTEC
REVISADO	JRG RLO S
FECHA	14/02/1991
REV N°	FECHA
NATURALEZA DE LA REVISION	POR
VER	APROB
FECHA	14/02/1991
REF	0209-T-2091

PERFIL N°16



ELECTROCONSULTA - TRACCIONEL - RODIO	
ASTEC - INELN - INGECONSULTA - CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
PROYECTO: HIDROELECTRICO COCA - CODIGO: SIMOLAR	
Escala: 1:5000	
TOPOGRAFIA	
SECTOR: RIO COCA	
PERFIL TRANSVERSAL N°16 AL RIO COCA	
Escala: 1:500	
DESIGNADO	A. S. T. E.
REVISADO	Ing. R. Del S.
FECHA	MARZO 1994
REF.	0209 T 2092

PERFIL N° 17



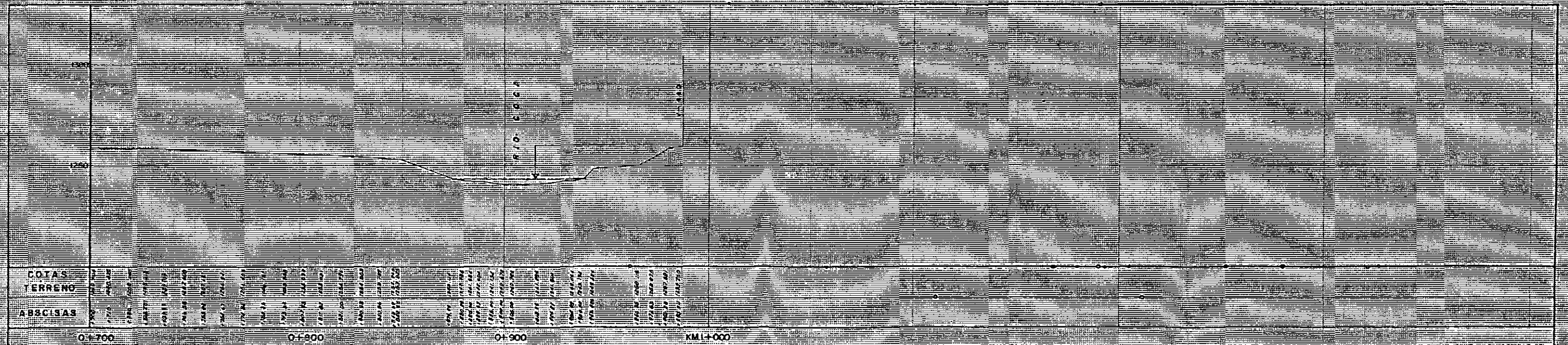
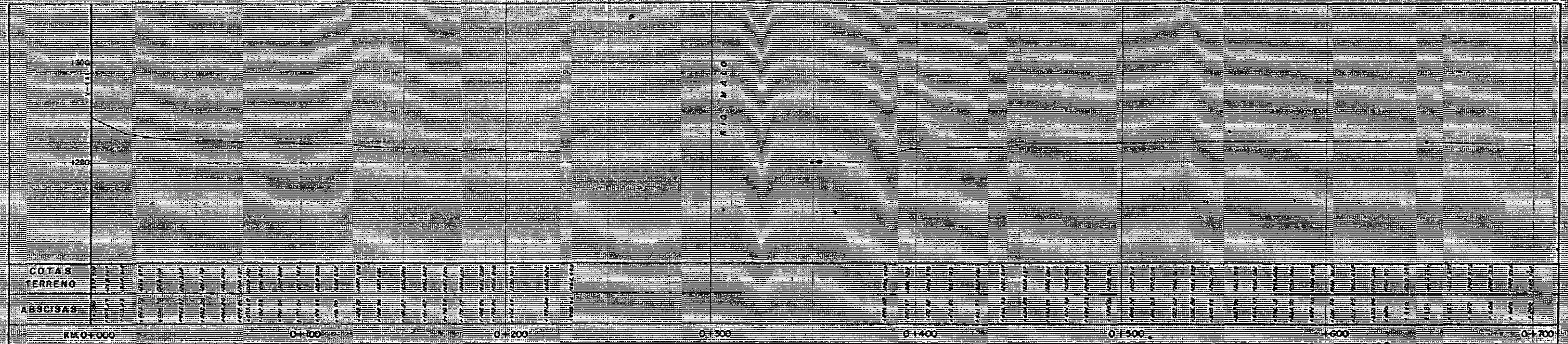
ELECTROCONSULT - TRACCIONE - RODIO	
ASTEC-INEL-IN-INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD - FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR RIO COCA	
PERFIL TRANSVERSAL N° 17 AL RIO COCA	
HOJA 15 DE 15	ESCALA 1:500
DISEÑADO: ASTEC	REVISADO: [Signature]
ELABORADO: [Signature]	APROBADO: [Signature]
FECHA: MARZO 1988	REV. 0209 - T-2093

P/O COCA



ELECTROCONSULTA TRACCION RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
	INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO: HIDROELECTRICO COCA- CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FISICA	
TOPOGRAFIA	
SECTOR RIO COCA	
PERFIL TRANSVERSA N°18-AI RIO COCA	
FECHA DE ELABORACION:	FECHA DE IMPRESION:
DISEÑADO: A. FERRER	MENDIACA: [Firma]
CORRECCIONES: [Firma]	Aprobado: [Firma]
REVISADO: [Firma]	
FECHA DE RECIBIDA: MARZO 1985	REGISTRO: 0209-T-2094

PERFIL N°19



ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO
 ASTEC - INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
 VENTA DE ELECTRICIDAD

PROYECTO: HIDROELECTRICO COCA-CODO-SINCAIR
 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD (E.F.)

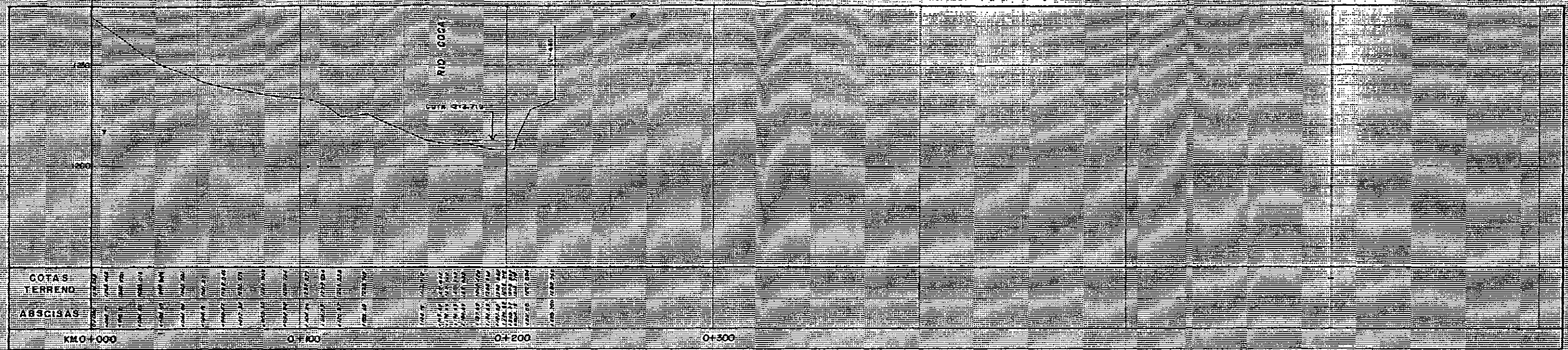
TOPOGRAFIA
 SECTOR RIO COCA
 PERFIL TRANSVERSAL N°19 AL RIO COCA

HOJA 17 DE 21
 ESCALA 1:1000

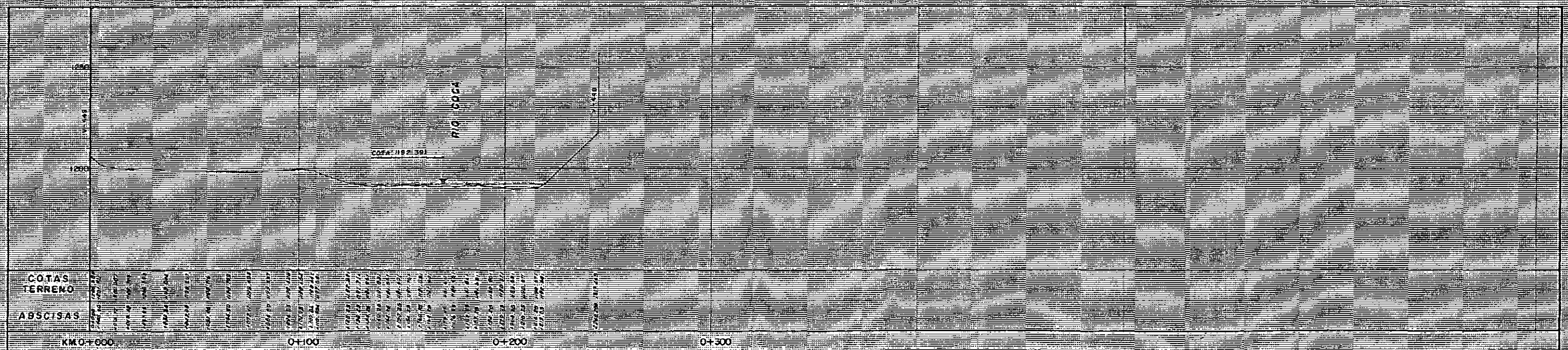
DESIGNADO: ASTEC
 REVISADO: [Signature]
 APROBADO: [Signature]

FECHA: 1991
 LIT: 0209-T-2095

PERFIL N° 22



PERFIL N° 23



ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO
 ASTEC - INELN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

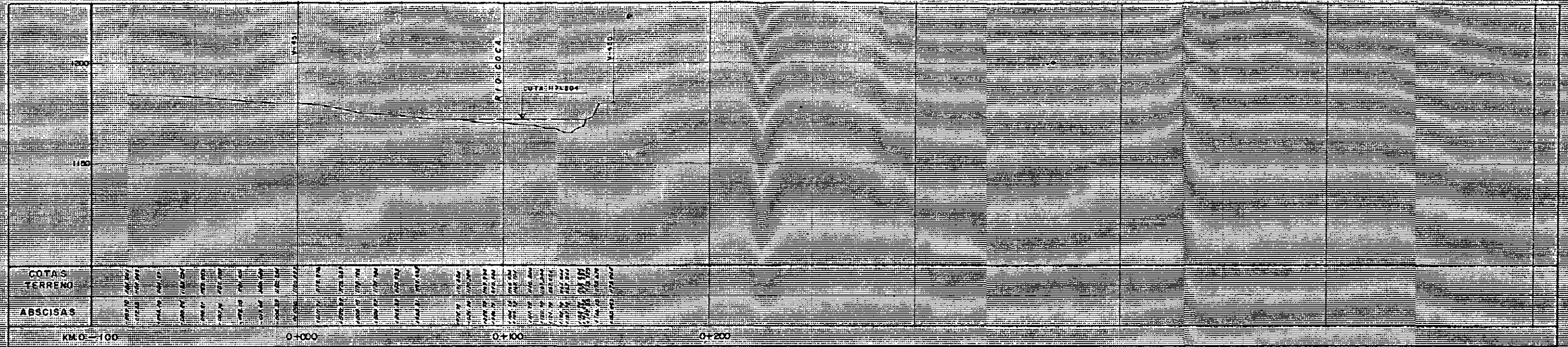
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO-SINCLAIR
 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE II
 TOPOGRAFIA
 SECTOR RIO COCA
 PERFILES TRANSVERSALES N° 22 Y N° 23 AL RIO COCA

HOJA N° 22 DE 23

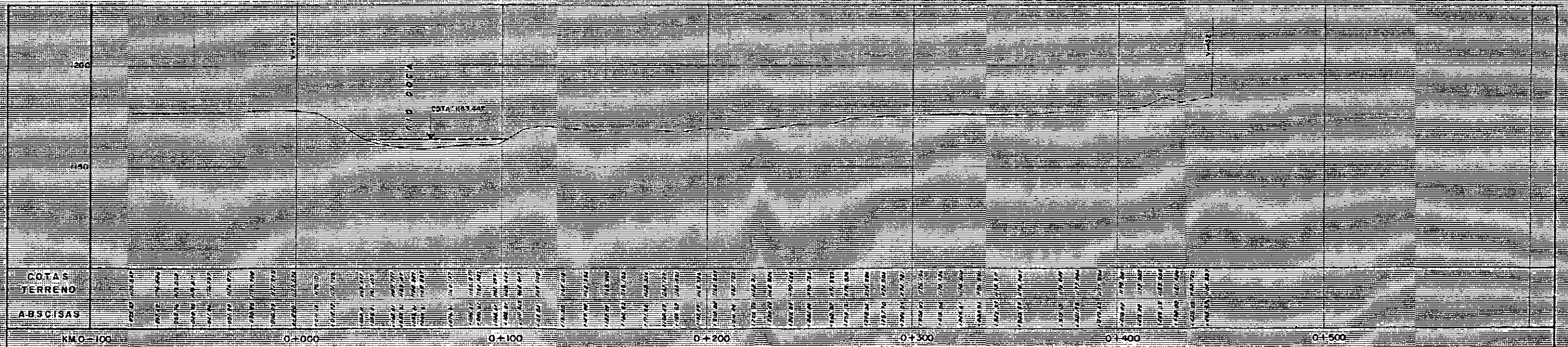
ELABORADO: ASTEC REVISADO: ASTEC
 DISEÑADO: ASTEC APROBADO: [Firma]
 FECHA: 1991

0209-T-2097

PERFIL N° 24

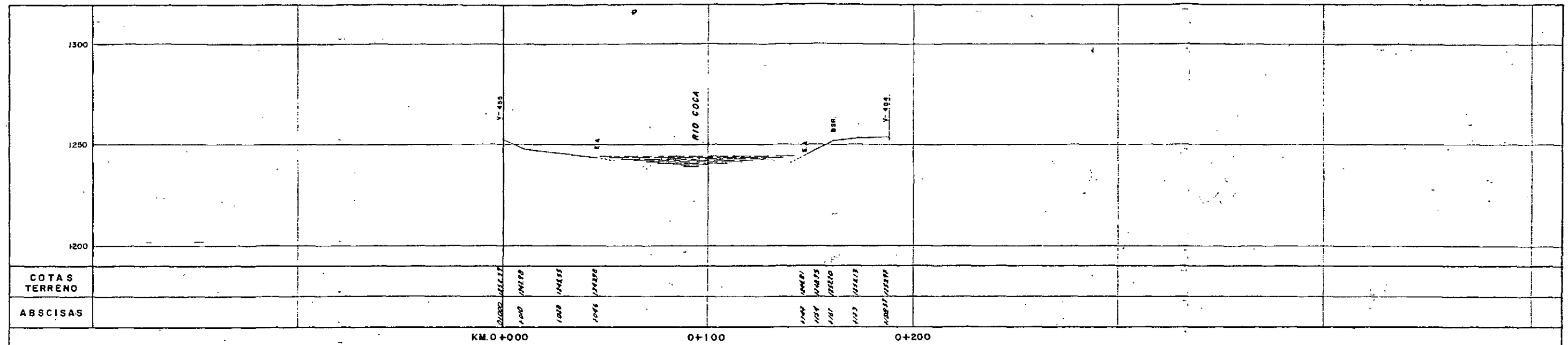


PERFIL N° 25

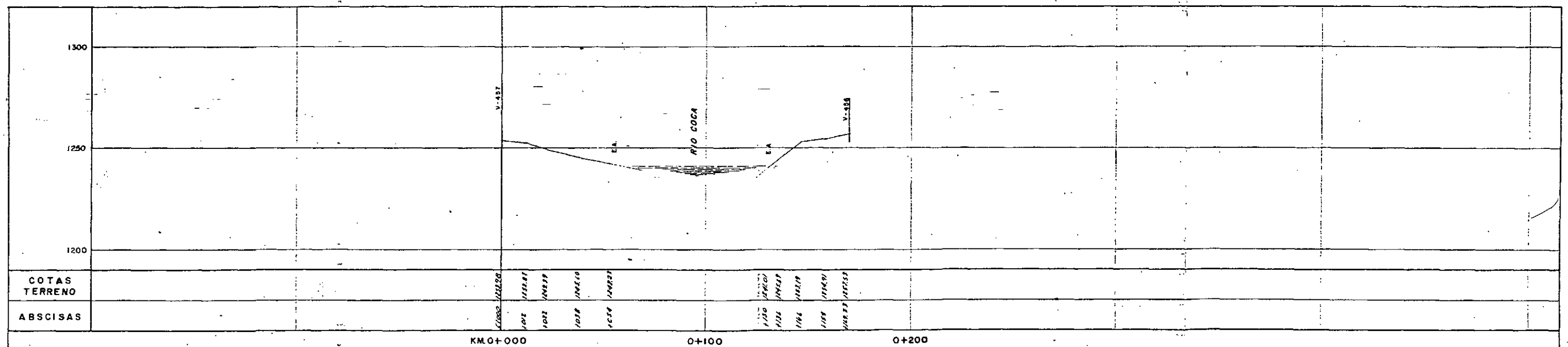


ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO	
ASTEC - INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE II	
TOPOGRAFIA	
SECTOR RIO COCA	
PERFILES TRANSVERSALES N° 24 Y N° 25 AL RIO COCA	
ELABORADO POR	AS/E/C
REVISADO POR	AS/E/C
FECHA	MARZO 1991
0209 - T - 2098	

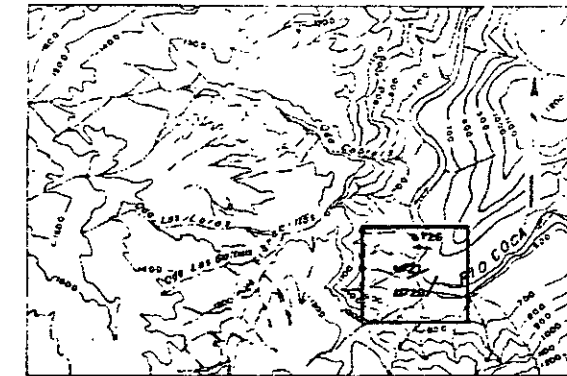
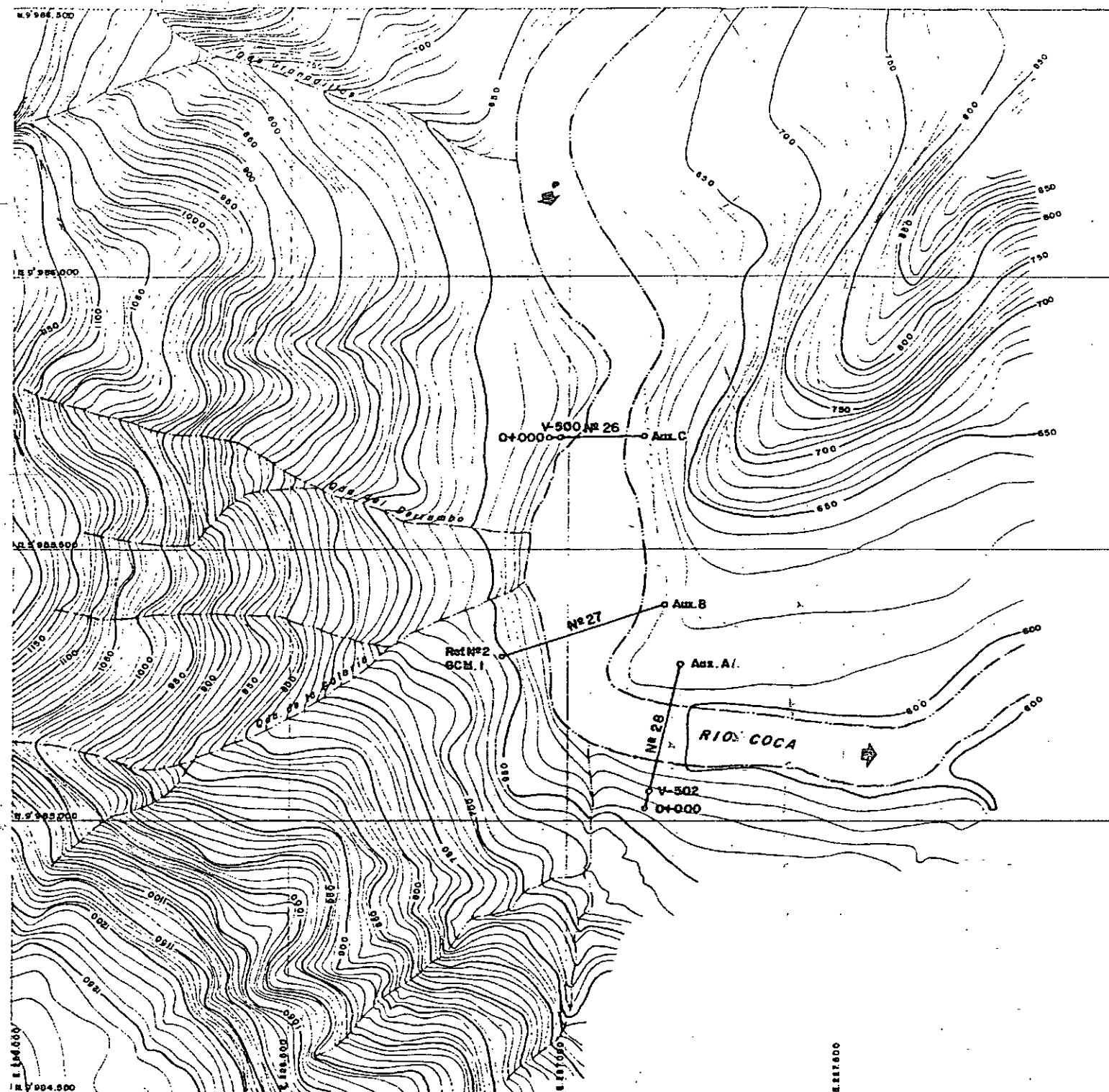
PERFIL Nº 29



PERFIL Nº 30









ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECCONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "A"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR RIO COCA	
PERFILES TRANSVERSALES Nº 29-30 AL RIO COCA	
Escala: 1:1000	
DISEÑADO: Ing. R. Del S.	RECOMENDADO: [Signature]
DIBUJADO: L.B. MORALES	APROBADO:
REVISADO: Ing. R. Del S.	
FECHA: 10/11/1991	NO. MEMBRE/1991: 0209-T-2099




UBICACION
SIN ESCALA

CUADRO DE COORDENADAS				
PERFIL	VERTICE	COORDENADAS		COTAS
		LATITUD	LONGITUD	
N#26	V-500	9°58'57.0554	226°98'46.5	628.51
	Aux. C	9°58'57.06 05	227°13'46.64	641.09
N#27	RED-260m	9°58'53.03 85	226°58'18.48	645.33
	Aux. B	9°58'53.87 89	227°17'35.45	633.40
N#28	V-502	9°58'55.25 24	227°14'53.65	631.71
	Aux. A	9°58'57.89 45	227°20'08.08	620.11

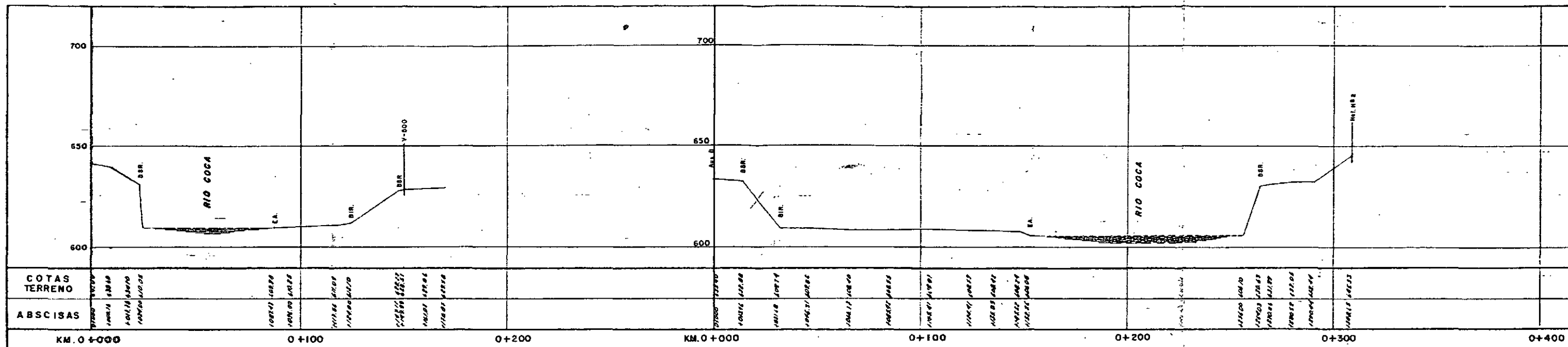
NOTA:
RESTITUCION IGM. NO ACTUALIZADA

SIMBOLOGIA:	
	PERFIL SISMICO
	VERTICE
	RIO NO DEFINIDO
	CURVA DE NIVEL CADA 50 m.
	CURVA DE NIVEL CADA 10 m.
	QUEBRADA

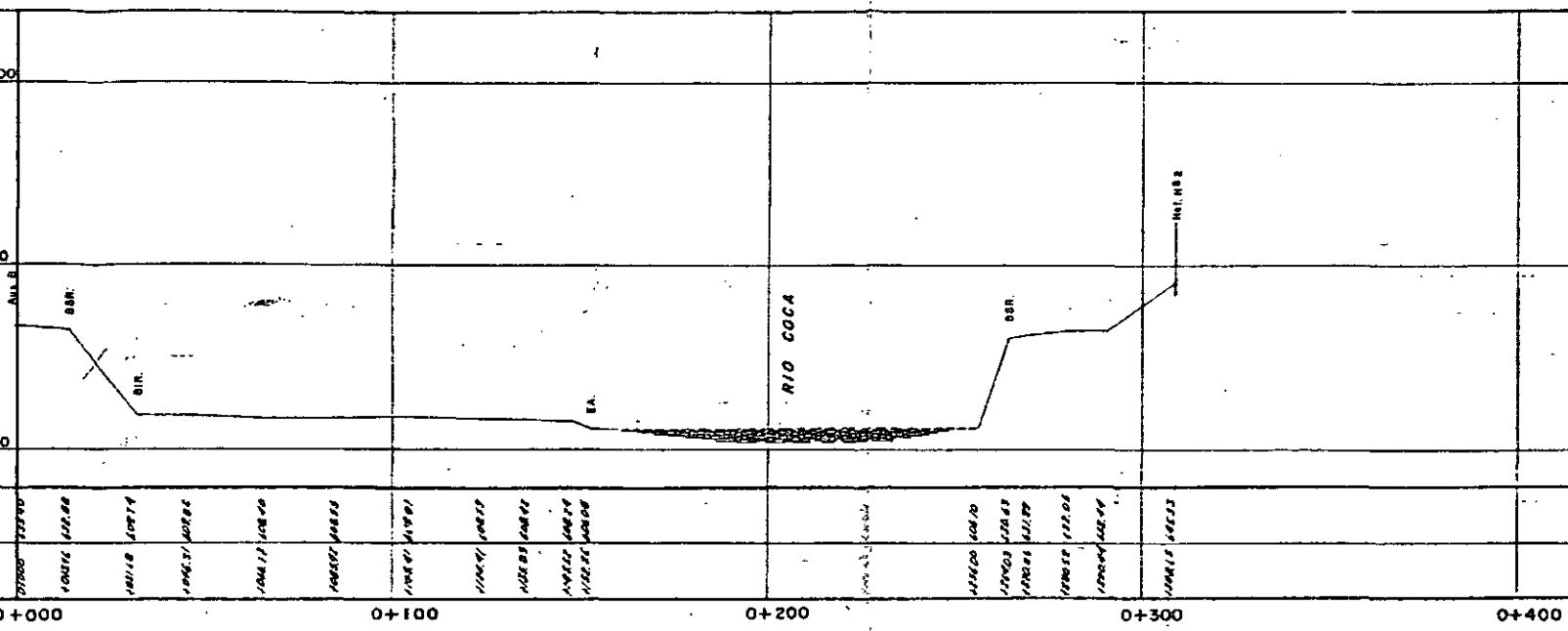


ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO ASTEC-INELIN-DEECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
			
QUITO - ECUADOR			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION PROYECTO INDUSTRIAL ELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B" TOPOGRAFIA SECTOR CODO BAJO PLANIMETRIA PERFILES TRANSVERSALES AL RIO COCA HOJA 1 DE 2			
DISEÑADO Ing. R. Del S.		ELECTRODISEÑO PSH	
DISEÑADO L.D. MORALES		APROBADO	
REVISADO Ing. R. Del S.			
FECHA MAYO/1981		REF. 0209 - T - 2100	

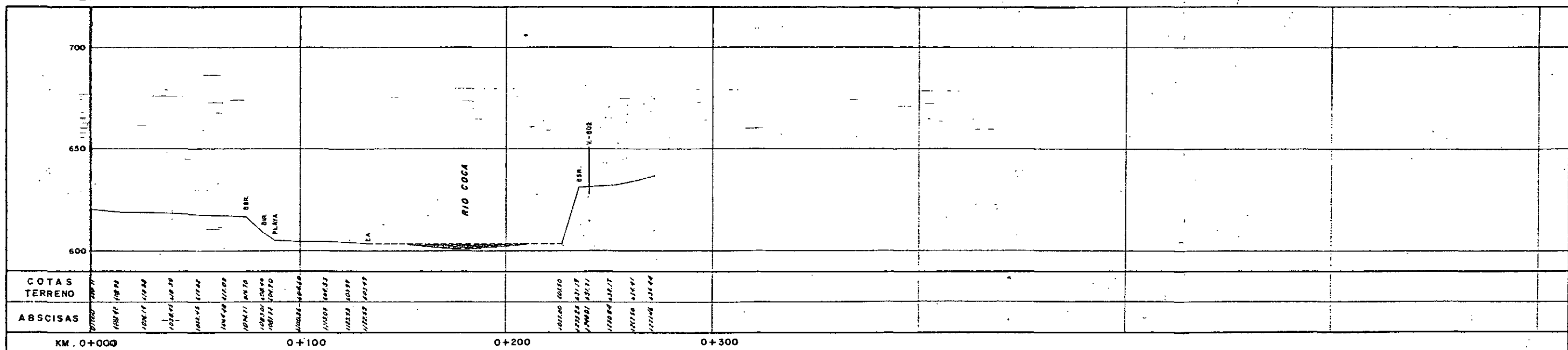
PERFIL N° 26



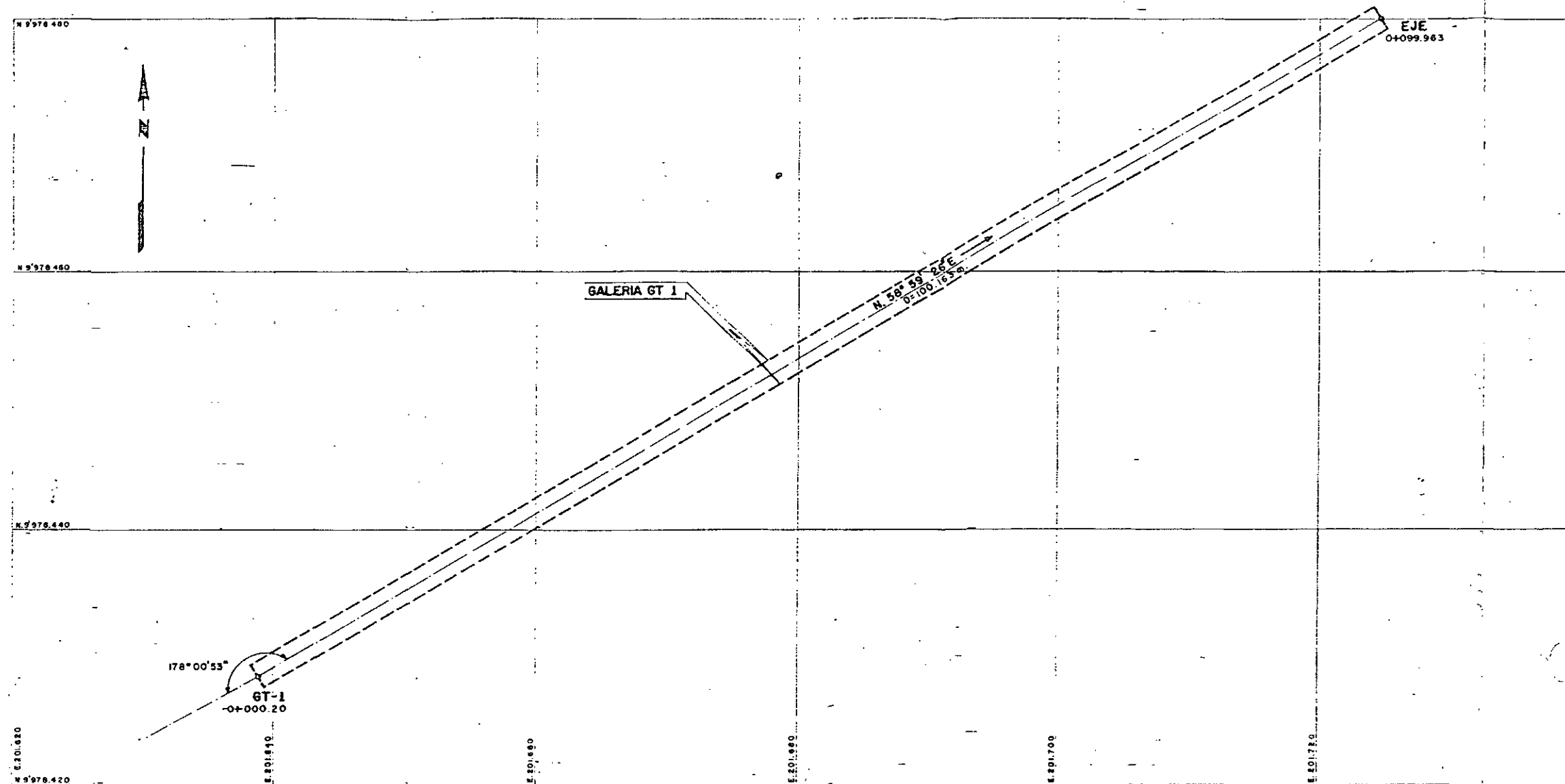
PERFIL N° 27



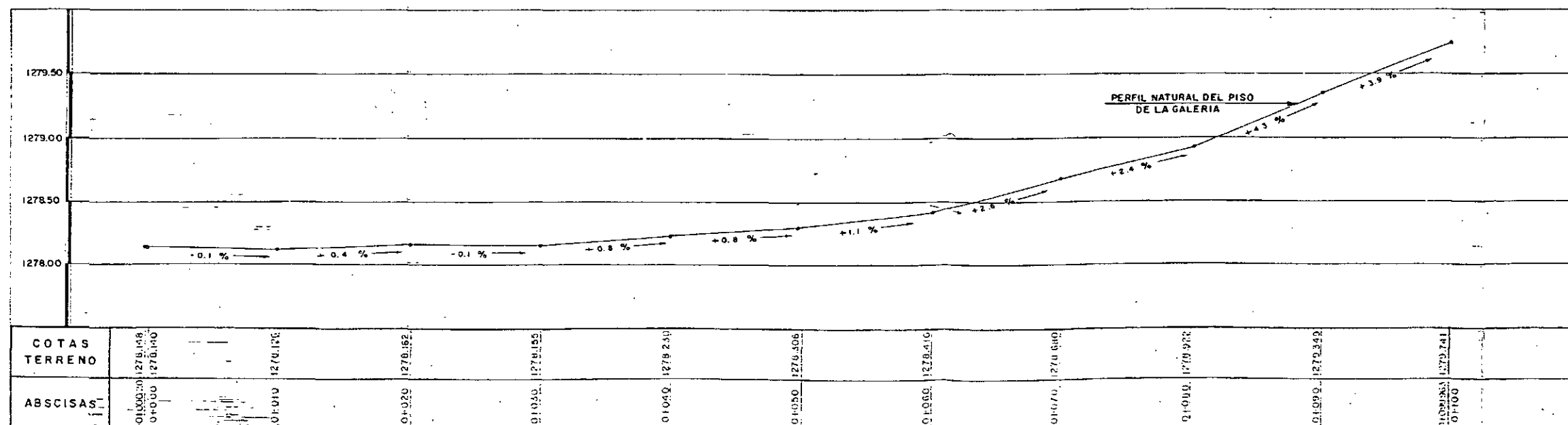
PERFIL N° 28



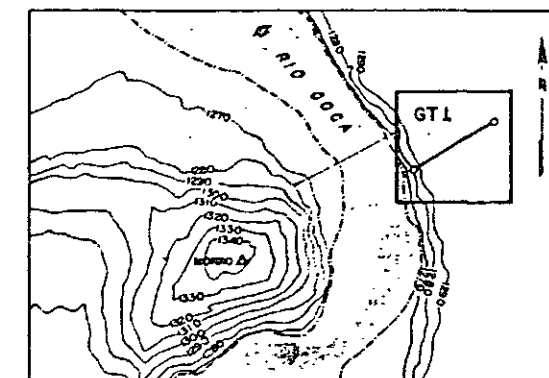
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR CODO BAJO	
PERFILES TRANSVERSALES N° 26-27-28 AL RIO COCA	
HOJA 2 DE 2	ESC 1:1000
DISEÑADO Ing. R. Del S.	RECOMENDADO
DIBUJADO L. B. Monzon	APROBADO
REVISADO Ing. R. Del S.	REF. 0209-T-2101
FECHA 1	MAYO 2 / 1991



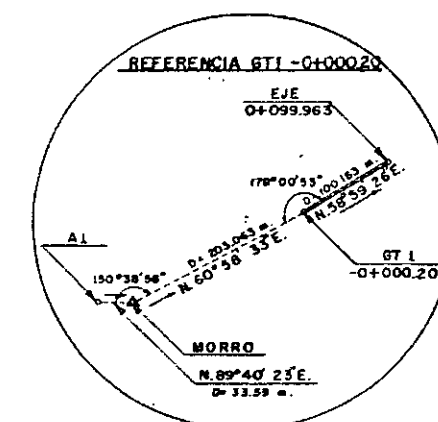
PLANTA



PERFIL LONGITUDINAL

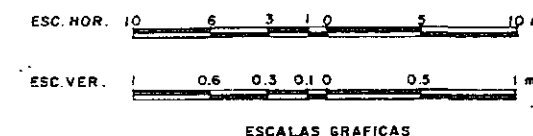


UBICACION
SIN ESCALA



REFERENCIA
GT 1-0+000.20

CUADRO DE COORDENADAS			
ABSCISAS	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
A1	9978.330.112	201.427.774	1343.269
MORRO	9978.329.917	201.461.365	1345.300
0+000.20	9978.428.439	201.638.926	1278.148
0+099.963	9978.480.041	201.724.774	1279.741



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
TOPOGRAFIA	
SECTOR: SALADO	
PLANTA Y PERFIL DE LA GALERIA GT 1	
HOJA 1 DE 1	
DISEÑADO: Ing. R. Del S.	RECOMENDADO: [Signature]
CHUBAZO: L. B. Meneses	PROBADO: [Signature]
REVISADO: Ing. R. Del S.	FECHA: ENERO/1991
REF. 0209-T-2102	

9985.340

9985.320

9985.300

9985.280

9985.260



EJE
0+000.582

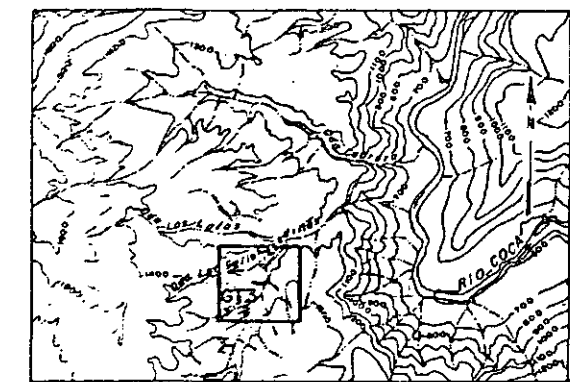
N. 85° 07' 02" W
D = 99.382 m.

GALERIA GT 3

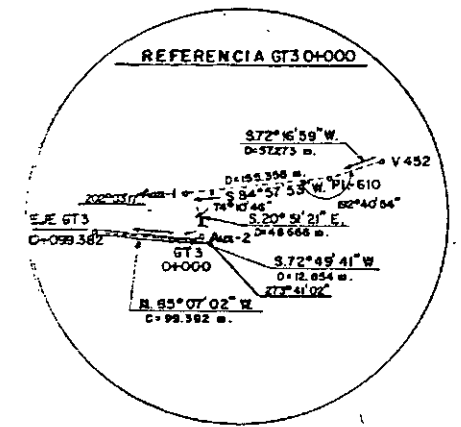
157° 57' 43"

GT3
0+000

PLANTA



UBICACION
SIN ESCALA



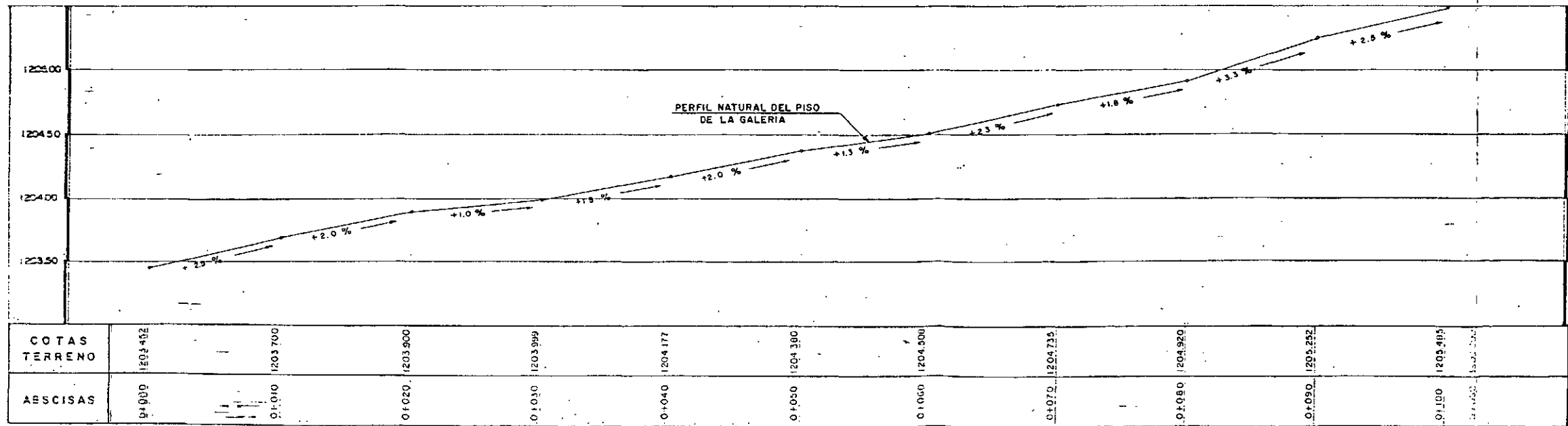
REFERENCIA
GT3 0+000

ABSCISAS	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
GT3 0+000	9°58'30.1432"	224°49'49.939"	1203.452
EJE GT 3	9°58'30.891"	224°49'50.918"	1205.485

ESC. HOR. 10 6 3 1 0 5 10 m.

ESC. VER. 1 0.5 0.3 0.1 0 0.5 1 m.

ESCALAS GRAFICAS



PERFIL LONGITUDINAL

COTAS TERRENO	1203.452	1203.700	1203.900	1203.999	1204.177	1204.300	1204.300	1204.735	1204.920	1205.252	1205.485
ABSCISAS	0+000	0+010	0+020	0+030	0+040	0+050	0+060	0+070	0+080	0+090	0+100

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

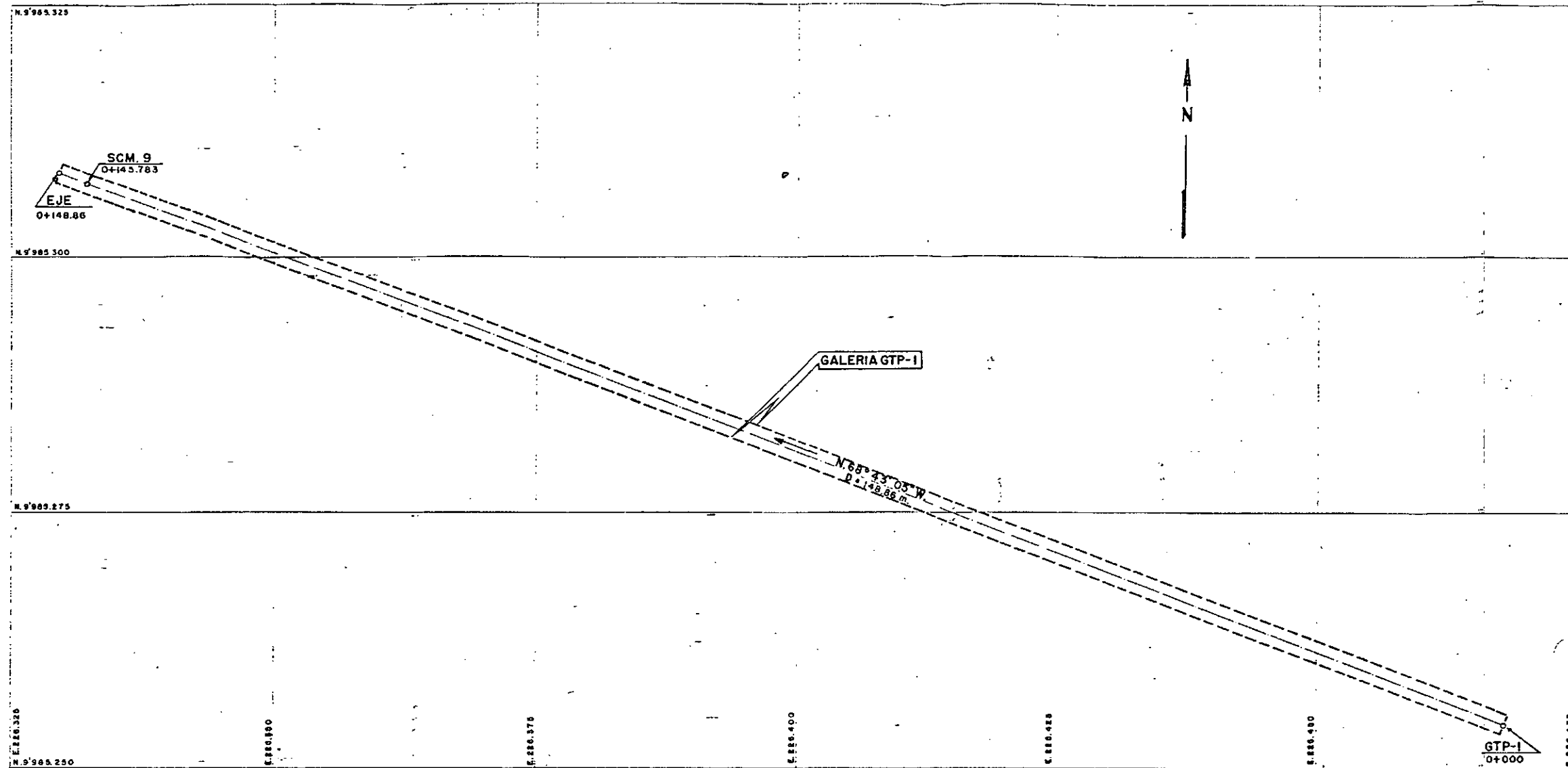
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

TOPOGRAFIA
SECTOR COMPENSADOR
PLANTA Y PERFIL DE LA GALERIA GT 3

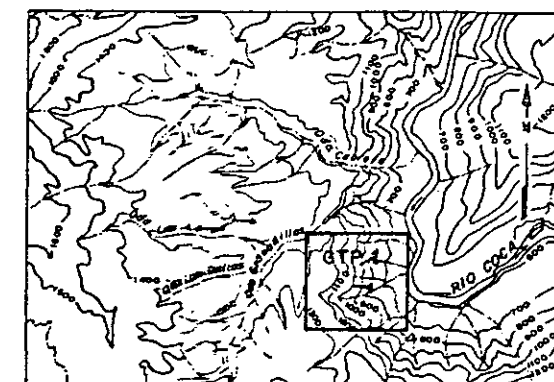
HOJA 1 DE 1
Escala: H: 200 V: 1:20

ELABORADO Ing. R.O.M.S.
DISEÑADO L.B. MORALES
REVISADO Ing. R.O.M.S.

RECOMENDADO
APROBADO
MAYO / 1991
REF. 0209 - T-2103

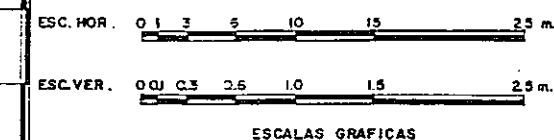
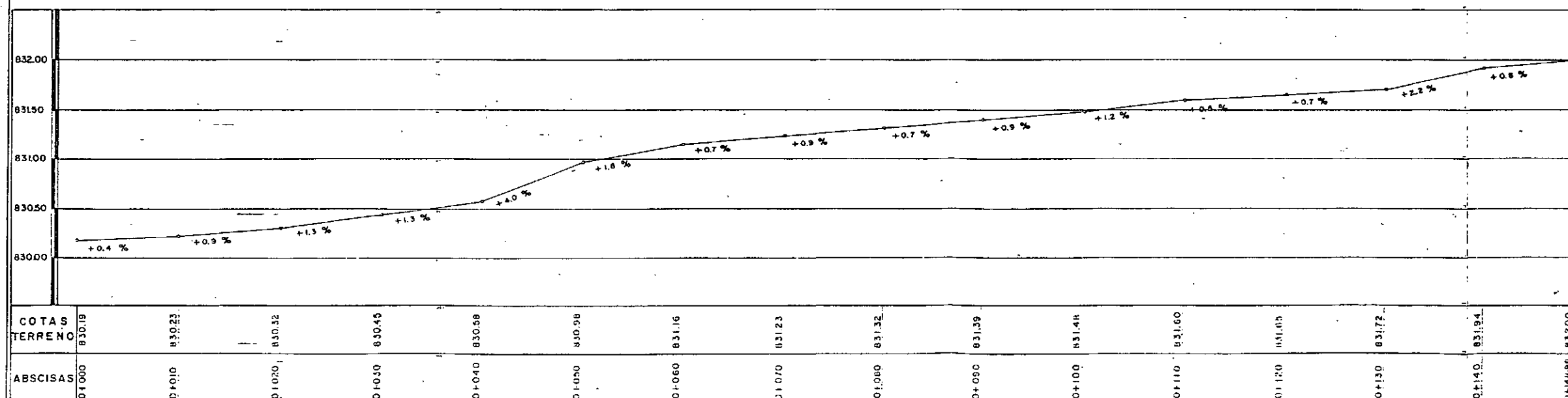


PLANTA



UBICACION
SIN ESCALA

ABSCISAS	COORDENADAS		COTAS
	LATITUD	LONGITUD	
0+000	9985.254.26	226.468.20	830.188
0+148.86	9985.308.29	226.329.49	832.000
SCM 9 0+145.783	9985.307.16	226.332.35	831.847



ESCALAS GRAFICAS

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

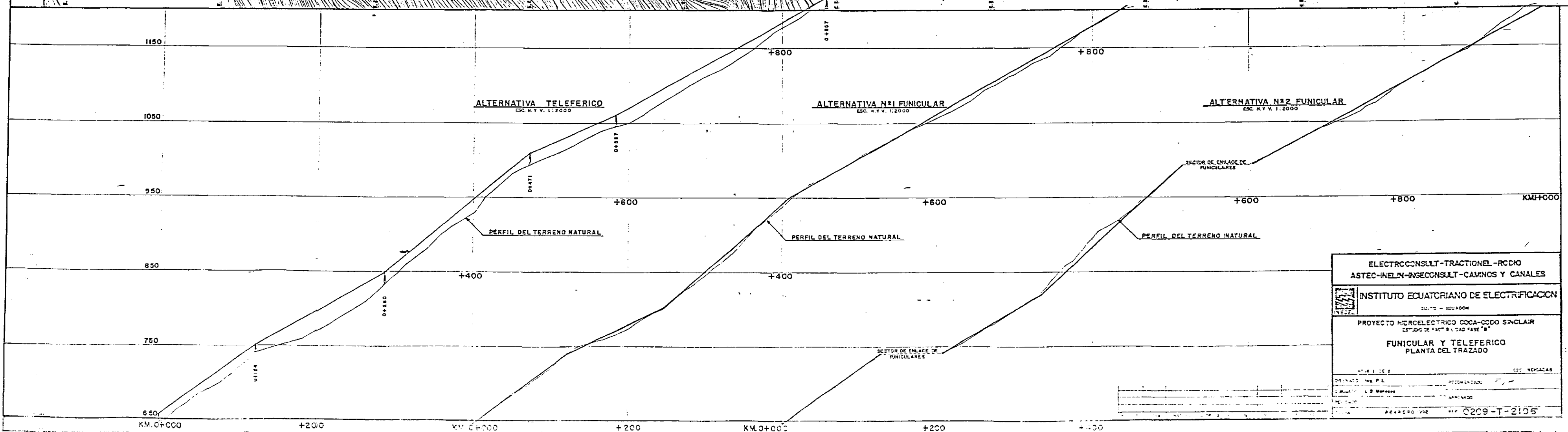
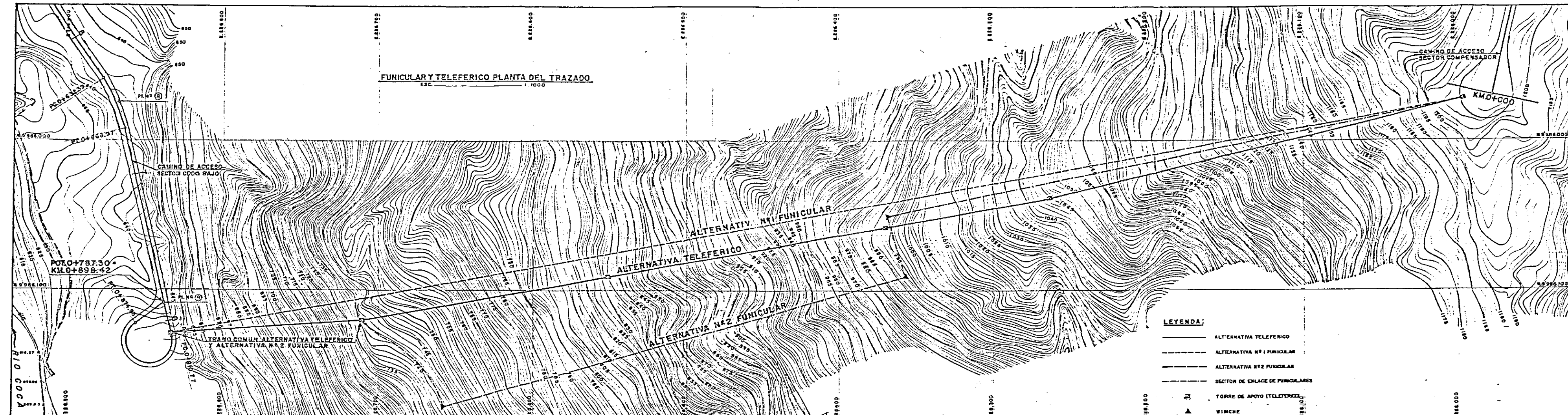
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTACION DE FACTIBILIDAD FASE "B"

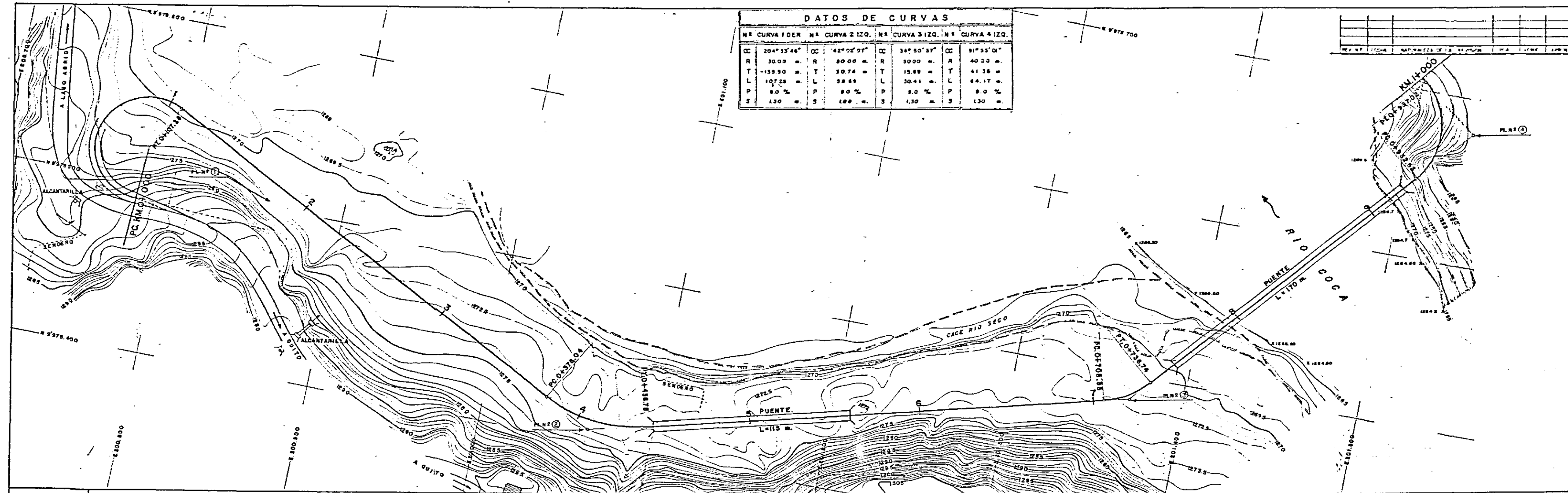
TOPOGRAFIA
SECTOR CODO BAJO
PLANTA Y PERFIL DE LA GALERIA GTP 1

FECHA: OCT 28/91
DISEÑADO: Ing. R. Del S.
REVISADO: Ing. R. Del S.
APROBADO: [Signature]
REF: 0209-T-2104

PERFIL LONGITUDINAL



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-INELN-INGECONSULT-CAMPOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
FUNICULAR Y TELEFERICO	
PLANTA DEL TRAZADO	
FECHA: 1978	HOJA: 0209-T-2106



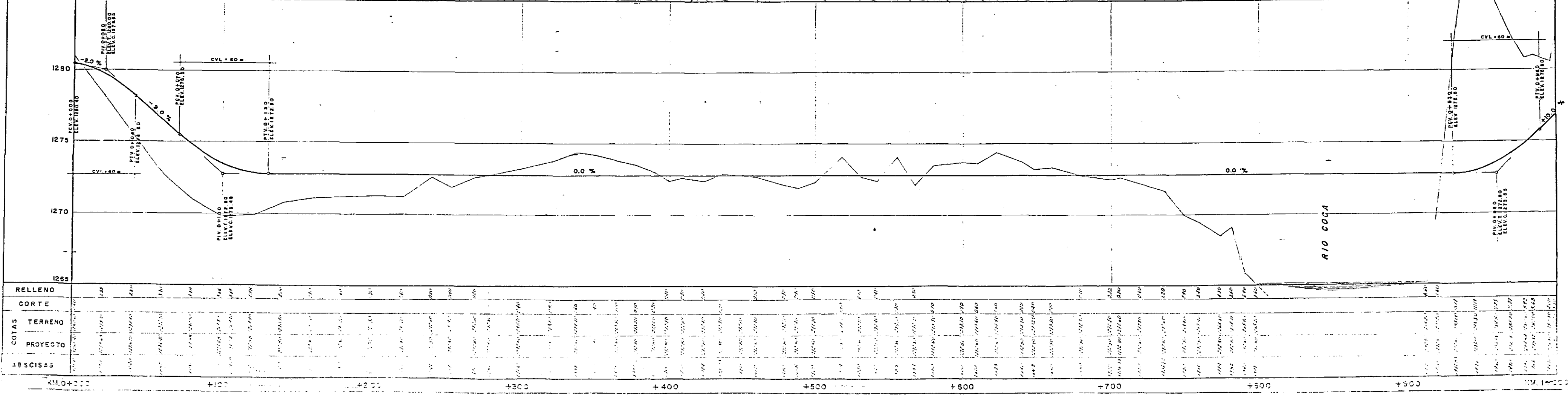
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELN-INSECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO: HERRAJELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
CAMINO DE ACCESO
SECTOR EL SALADO
ESTUDIO: PRELIMINAR

HOJA 1 DE 1
DISEÑADO: Ing. R. Del S.
DIBUJADO: L.E. Hernandez
REVISADO: Ing. R. Del S.
FECHA: ENERO/1982

RECOMENDADO: [Signature]
APROBADO: [Signature]
REF: 0209-T-2108



DATOS DE CURVAS											
Nº CURVA 1 DER.	Nº CURVA 2 IZQ.	Nº CURVA 3 IZQ.	Nº CURVA 4 IZQ.	Nº CURVA 5 DER.							
Δ 83° 45' 37"	Δ 71° 40' 38"	Δ 41° 28' 54"	Δ 42° 38' 00"	Δ 22° 00' 08"							
R 30.00 m.	R 30.00 m.	R 40.00 m.	R 40.00 m.	R 30.00 m.							
T 27.96 m.	T 21.87 m.	T 22.72 m.	T 19.60 m.	T 15.35 m.							
L 44.91 m.	L 37.33 m.	L 43.43 m.	L 29.74 m.	L 30.72 m.							
P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %							
S 1.30 m.	S 1.30 m.	S 1.30 m.	S 1.30 m.	S 1.08 m.							

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

CAMINO DE ACCESO
SECTOR GALINDO

ESTUDIO PRELIMINAR

NO. 1 DE 1

ELABORADO: Ing. R. Del S.

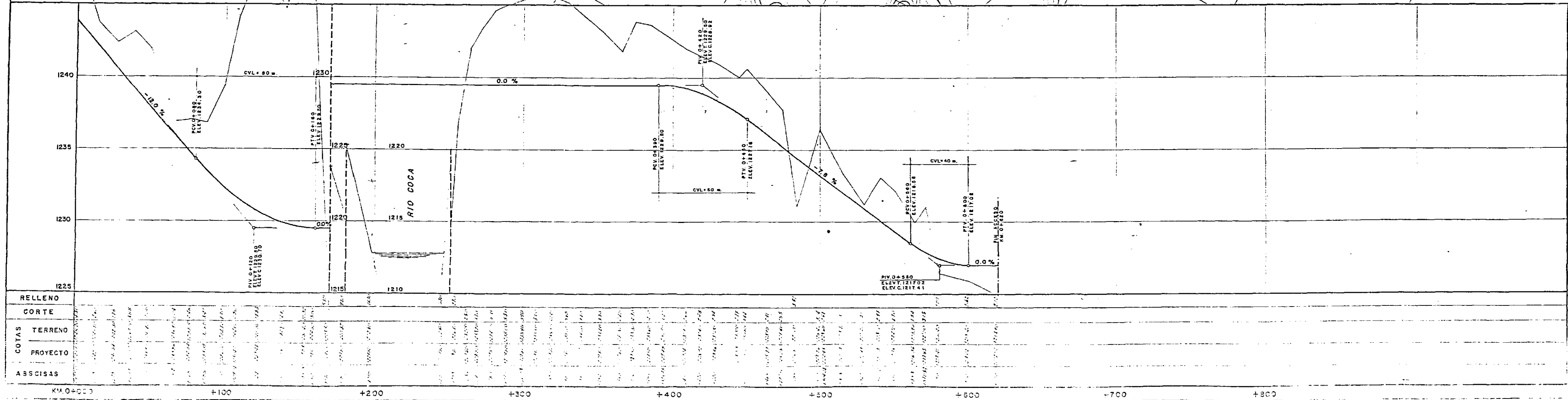
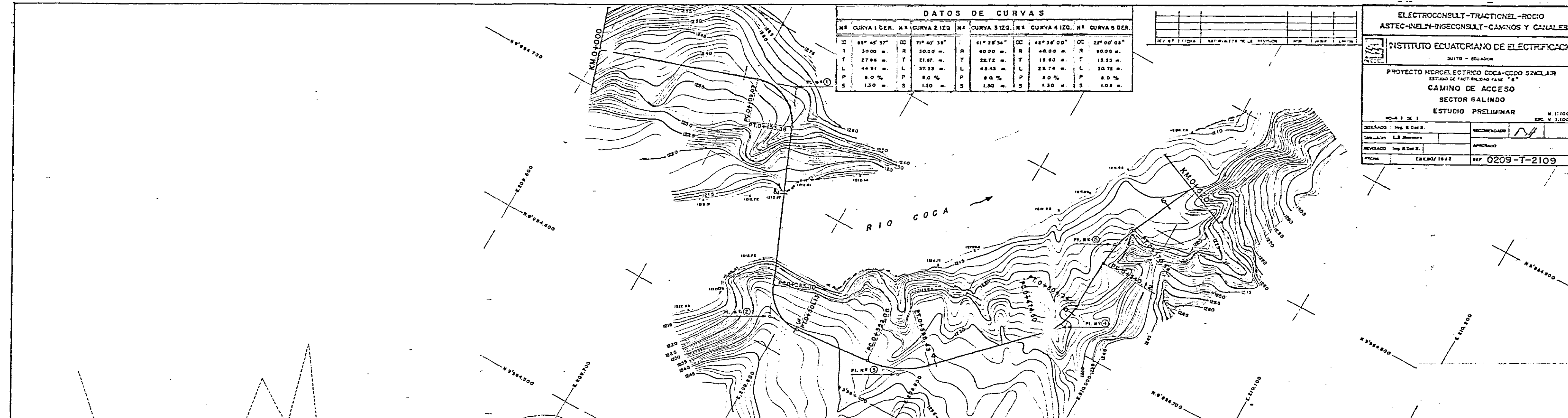
REVISADO: Ing. R. Del S.

FECHA: FEBRERO/1992

RECOMENDADO: *[Signature]*

APROBADO:

REF: 0209-T-2109



COTAS	RELLENO		CORTE	
	TERRENO	PROYECTO	TERRENO	PROYECTO
ASCISAS				
	0+000	0+100	0+200	0+300
	0+400	0+500	0+600	0+700
	0+800	0+900	0+1000	0+1100


DATOS DE CURVAS											
N° CURVA 11 IZQ. N° CURVA 12 IZQ. N° CURVA 13 DER.											
CC	64° 38' 59"	CC	55° 48' 41"	CC	192° 55' 20"	CC		CC		CC	
R	30.00 m	R	30.00 m	R	30.00 m	R		R		R	
T	20.61 m	T	34.50 m	T	124.43 m	T		T		T	
L	36.12 m	L	60.94 m	L	80.03 m	L		L		L	
P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P		P		P	
S	1.30 m	S	1.30 m	S	1.30 m	S		S		S	

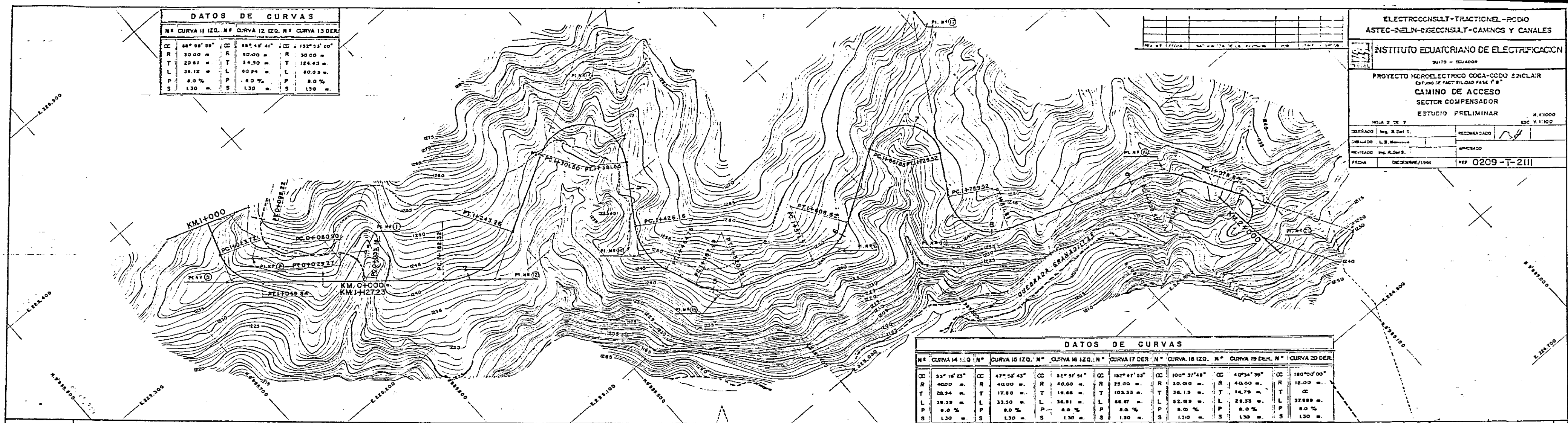
ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-SELIN-GECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

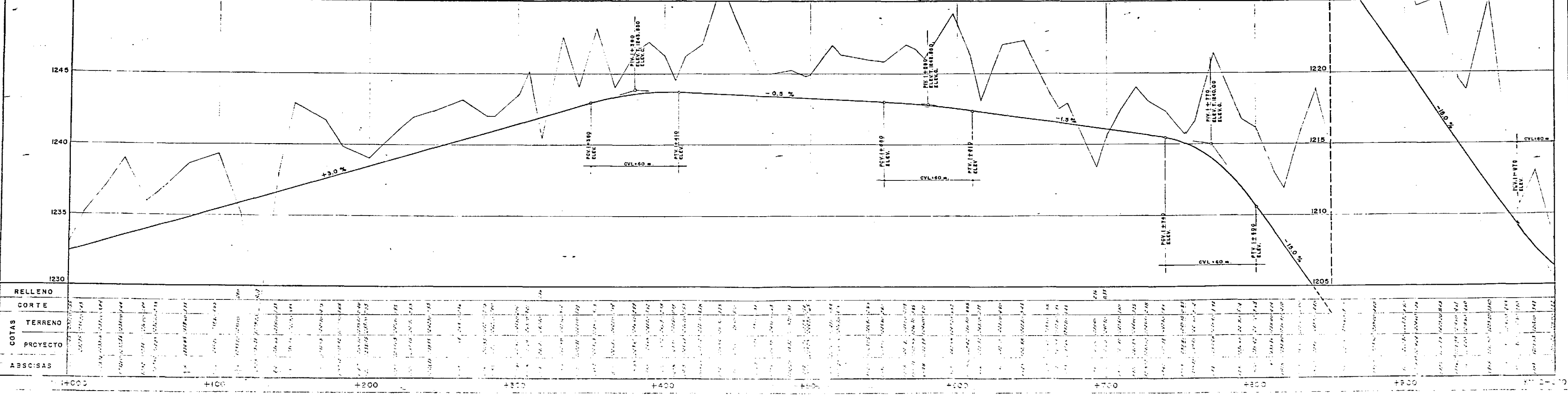
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-COCO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE I "B"
CAMINO DE ACCESO
SECTOR COMPENSADOR
ESTUDIO PRELIMINAR

HOJA 2 DE 7

ELABORADO Ing. R. Del S. RECOMENDADO 
DISEÑADO L.B. Mena AMBADO
REVISADO Ing. R. Del S. APROBADO
FECHA DICIEMBRE/1998 REF. 0209-T-2III



DATOS DE CURVAS											
N° CURVA 14 IZQ. N° CURVA 15 IZQ. N° CURVA 16 IZQ. N° CURVA 17 DER.											
CC	55° 16' 23"	CC	47° 58' 43"	CC	52° 51' 51"	CC	132° 41' 53"	CC	100° 37' 48"	CC	40° 54' 39"
R	40.00 m	R	40.00 m	R	40.00 m	R	25.00 m	R	30.00 m	R	40.00 m
T	20.94 m	T	17.80 m	T	19.88 m	T	103.33 m	T	36.15 m	T	14.79 m
L	36.59 m	L	33.50 m	L	36.91 m	L	66.67 m	L	52.09 m	L	28.33 m
P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %
S	1.30 m	S	1.30 m	S	1.30 m	S	1.30 m	S	1.30 m	S	1.30 m



DATOS DE CURVAS									
Nº CURVA 21 IZQ.	Nº CURVA 22	Nº CURVA 23 IZQ.	Nº CURVA 24 DER.	Nº CURVA 25 DER.	Nº CURVA 26 IZQ.	Nº CURVA 27 DER.	Nº CURVA 28 IZQ.	Nº CURVA 29 DER.	Nº CURVA 30 DER.
CC 82°34'33"	CC 72°35'22"	CC 50°49'45"	CC 18°18'04"	CC 20°30'56"	CC 176°56'04"	CC 10°30'25"	CC 14°33'19"	CC 18°32'07"	
R 20.00 m.	R 80.00 m.	R 30.00 m.	R 50.00 m.	R 100.00 m.	R 18.00 m.	R 300.00 m.	R 250.00 m.	R 150.00 m.	
T 12.16 m.	T 15.25 m.	T 8.27 m.	T 8.05 m.	T 18.10 m.	T 339.10 m.	T 26.46 m.	T 32.97 m.	T 25.82 m.	
L 21.83 m.	L 30.14 m.	L 16.14 m.	L 15.95 m.	L 33.81 m.	L 45.82 m.	L 86.76 m.	L 84.96 m.	L 51.14 m.	
P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 4.0 %	P 4.0 %	P 4.0 %	
S 130 m.	S 108 m.	S 130 m.	S 130 m.	S 090 m.	S 130 m.	S 041 m.	S 046 m.	S 065 m.	

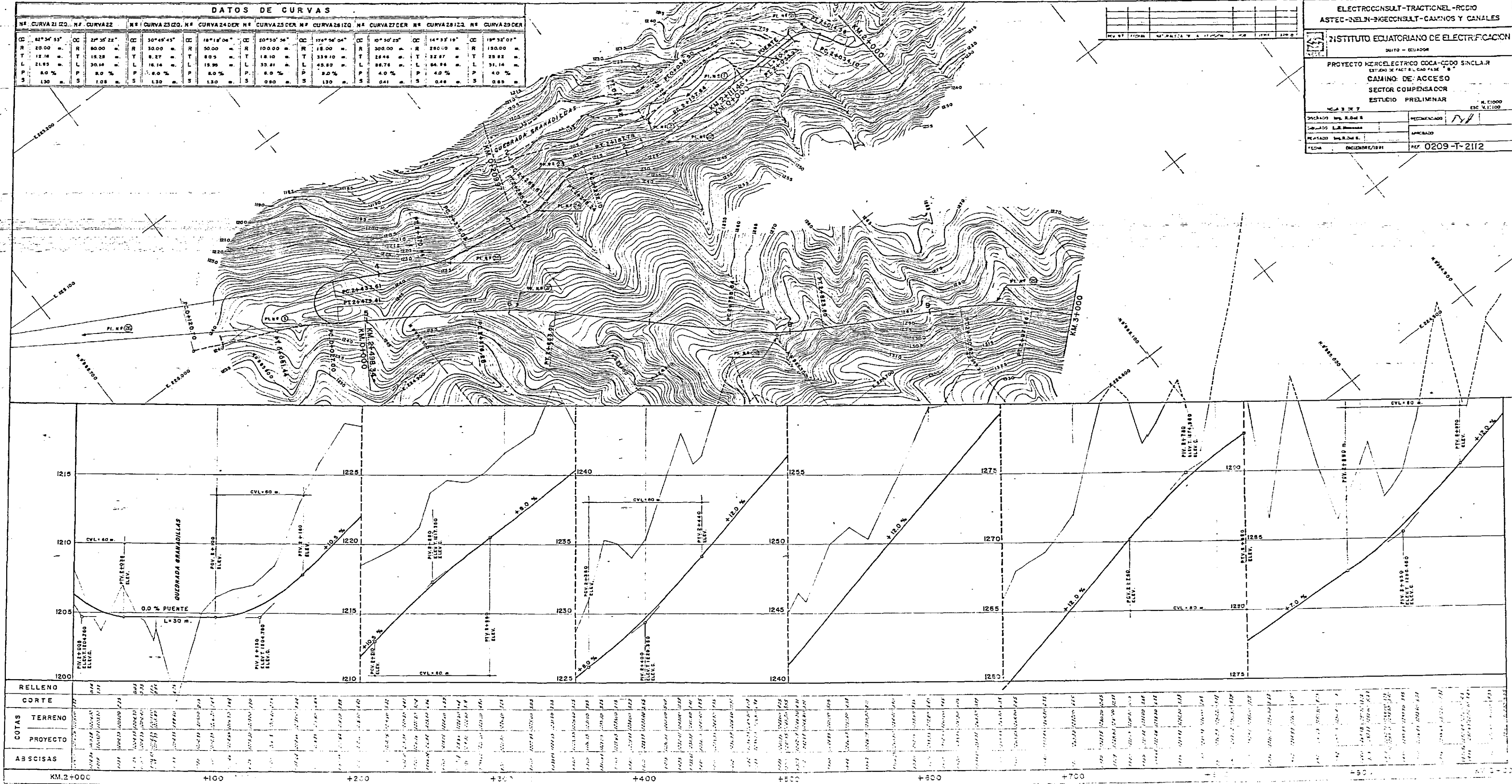
ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-QUELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIEROLECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
CAMINO DE ACCESO
SECTOR COMPENSADOR
ESTUDIO PRELIMINAR

DISEÑADO Ing. R.D.M. S.
CORRECTOR L.R. BARRERA
REVISADO Ing. R.D.M. S.
FECHA DICIEMBRE/1991

RECUPERADO
APROBADO
REF. 0209-T-2112



DATOS DE CURVAS							
Nº CURVA 30 (ZQ)	Nº CURVA 31 (DER)	Nº CURVA 32 (DER)	Nº CURVA 33 (ZQ)				
α 21°00'17"	α 24°35'07"	α 164°24'43"	α 62°38'58"				
R 100.00 m.	R 100.00 m.	R 4000 m.	R 30.00 m.				
T 18.54 m.	T 22.06 m.	T 292.25 m.	T 18.28 m.				
L 36.68 m.	L 43.43 m.	L 114.79 m.	L 32.80 m.				
P 6.0 %	P 6.0 %	P 9.0 %	P 6.0 %				
S 0.90 m.	S 0.90 m.	S 1.30 m.	S 1.30 m.				

REVISADO	PROYECTO	ESTUDIO	FECHA

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
 SISTEMAS-INELN-INGECNSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
 QUITA - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
 CAMINO DE ACCESO
 SECTOR COMPENSADOR
 ESTUDIO PRELIMINAR

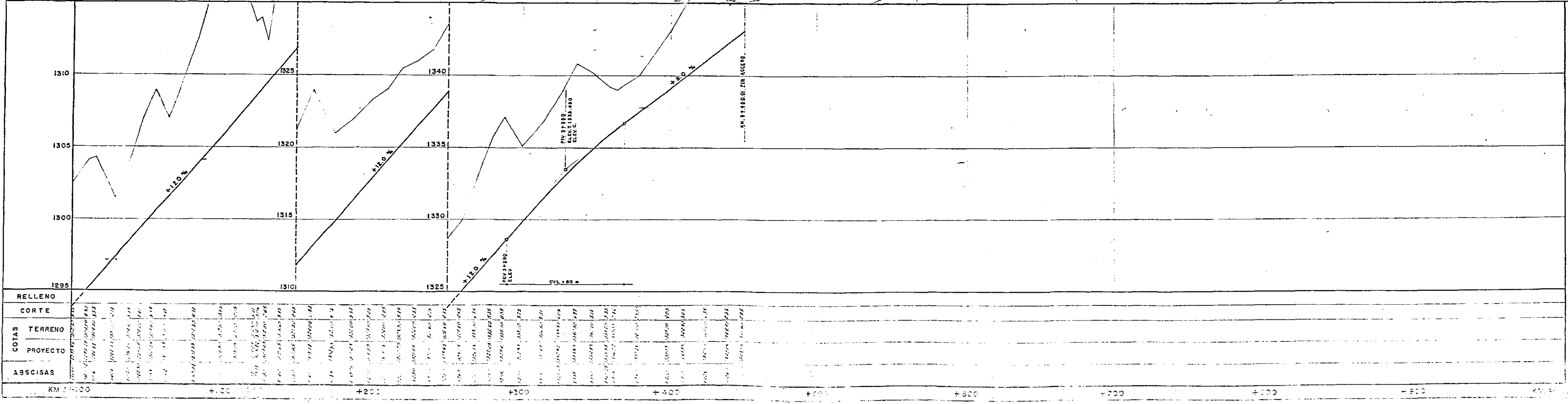
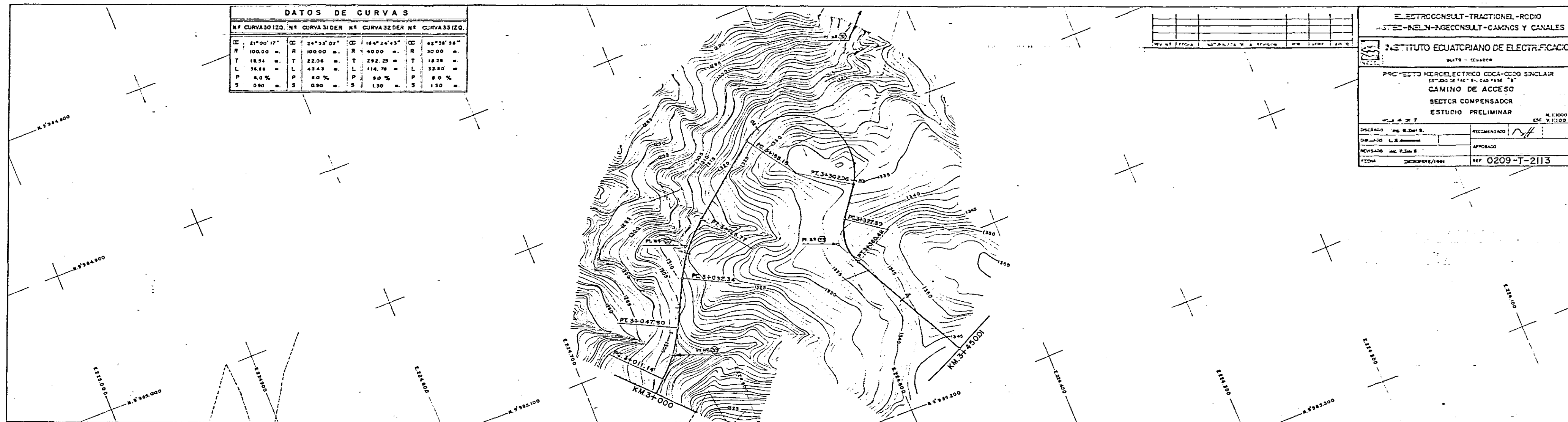
AL: 11000
 ESC: 1:100

DISCULADO Ing. R. Del B. RECOMENDADO ☒

DESARROLLADO L. E. Amador APROBADO ☒

REVISADO Ing. R. Del B.

FECHA: DICIEMBRE/1991 REF: 0209-T-2113



DATOS DE CURVAS							
Nº CURVA 1 IZQ.	Nº CURVA 2 DER.	Nº CURVA 3 IZQ.	Nº CURVA 4 DER.	Nº CURVA 5 IZQ.	Nº CURVA 6 DER.	Nº CURVA 7 IZQ.	Nº CURVA 8 DER.
CC 33°44'25"	CC 104°34'14"	CC 79°41'36"	CC 64°35'14"	CC 27°20'55"	CC 20°40'15"	CC 54°01'39"	CC 54°01'39"
R 15.00 m	R 20.00 m	R 30.00 m	R 20.00 m	R 30.00 m	R 20.00 m	R 30.00 m	R 30.00 m
T 17.79 m	T 24.99 m	T 25.04 m	T 12.86 m	T 7.30 m	T -104.48 m	T 19.29 m	T 19.29 m
L 26.11 m	L 37.32 m	L 41.73 m	L 22.57 m	L 14.32 m	L 70.40 m	L 28.29 m	L 28.29 m
P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %
S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m

DATOS DE CURVAS							
Nº CURVA 5 IZQ.	Nº CURVA 6 DER.	Nº CURVA 7 IZQ.	Nº CURVA 8 DER.	Nº CURVA 9 IZQ.	Nº CURVA 10 DER.	Nº CURVA 11 IZQ.	Nº CURVA 12 DER.
CC 27°20'55"	CC 20°40'15"	CC 54°01'39"	CC 54°01'39"	CC 183°46'37"	CC 26°33'04"	CC 183°46'37"	CC 26°33'04"
R 30.00 m	R 20.00 m	R 30.00 m	R 30.00 m	R 12.00 m	R 80.00 m	R 12.00 m	R 80.00 m
T 7.30 m	T -104.48 m	T 19.29 m	T 19.29 m	T -360.75 m	T 19.21 m	T -360.75 m	T 19.21 m
L 14.32 m	L 70.40 m	L 28.29 m	L 28.29 m	L 38.80 m	L 32.54 m	L 38.80 m	L 32.54 m
P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %
S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.08 m	S 1.30 m	S 1.08 m

DATOS DE CURVAS							
Nº CURVA 8 IZQ.	Nº CURVA 9 IZQ.	Nº CURVA 10 DER.	Nº CURVA 11 IZQ.	Nº CURVA 12 DER.	Nº CURVA 13 IZQ.	Nº CURVA 14 DER.	Nº CURVA 15 IZQ.
CC 34°53'32"	CC 75°33'20"	CC 33°03'03"	CC 183°46'37"	CC 26°33'04"	CC 183°46'37"	CC 26°33'04"	CC 183°46'37"
R 40.00 m	R 25.00 m	R 30.00 m	R 12.00 m	R 80.00 m	R 12.00 m	R 80.00 m	R 12.00 m
T 12.57 m	T 19.38 m	T 14.83 m	T -360.75 m	T 19.21 m	T -360.75 m	T 19.21 m	T -360.75 m
L 24.36 m	L 32.97 m	L 28.84 m	L 38.80 m	L 32.54 m	L 38.80 m	L 32.54 m	L 38.80 m
P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %
S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.08 m	S 1.30 m	S 1.08 m	S 1.30 m

DATOS DE CURVAS							
Nº CURVA 1 IZQ.	Nº CURVA 2 DER.	Nº CURVA 3 IZQ.	Nº CURVA 4 DER.	Nº CURVA 5 IZQ.	Nº CURVA 6 DER.	Nº CURVA 7 IZQ.	Nº CURVA 8 DER.
CC 183°46'37"	CC 26°33'04"	CC 183°46'37"	CC 26°33'04"	CC 183°46'37"	CC 26°33'04"	CC 183°46'37"	CC 26°33'04"
R 12.00 m	R 80.00 m	R 12.00 m	R 80.00 m	R 12.00 m	R 80.00 m	R 12.00 m	R 80.00 m
T -360.75 m	T 19.21 m	T -360.75 m	T 19.21 m	T -360.75 m	T 19.21 m	T -360.75 m	T 19.21 m
L 38.80 m	L 32.54 m	L 38.80 m	L 32.54 m	L 38.80 m	L 32.54 m	L 38.80 m	L 32.54 m
P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %
S 1.30 m	S 1.08 m	S 1.30 m	S 1.08 m	S 1.30 m	S 1.08 m	S 1.30 m	S 1.08 m

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-RIELN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

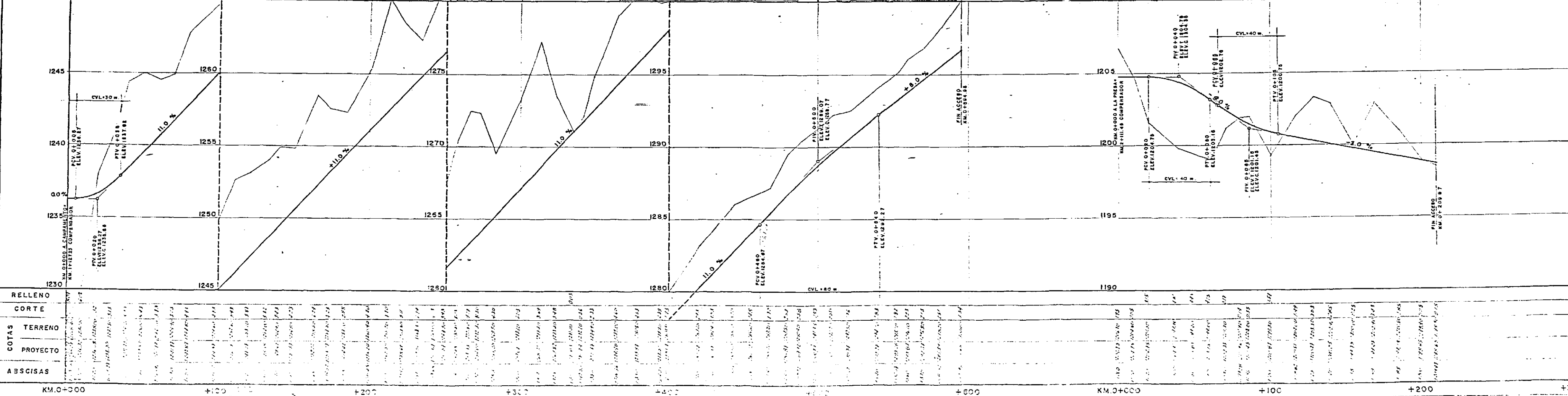
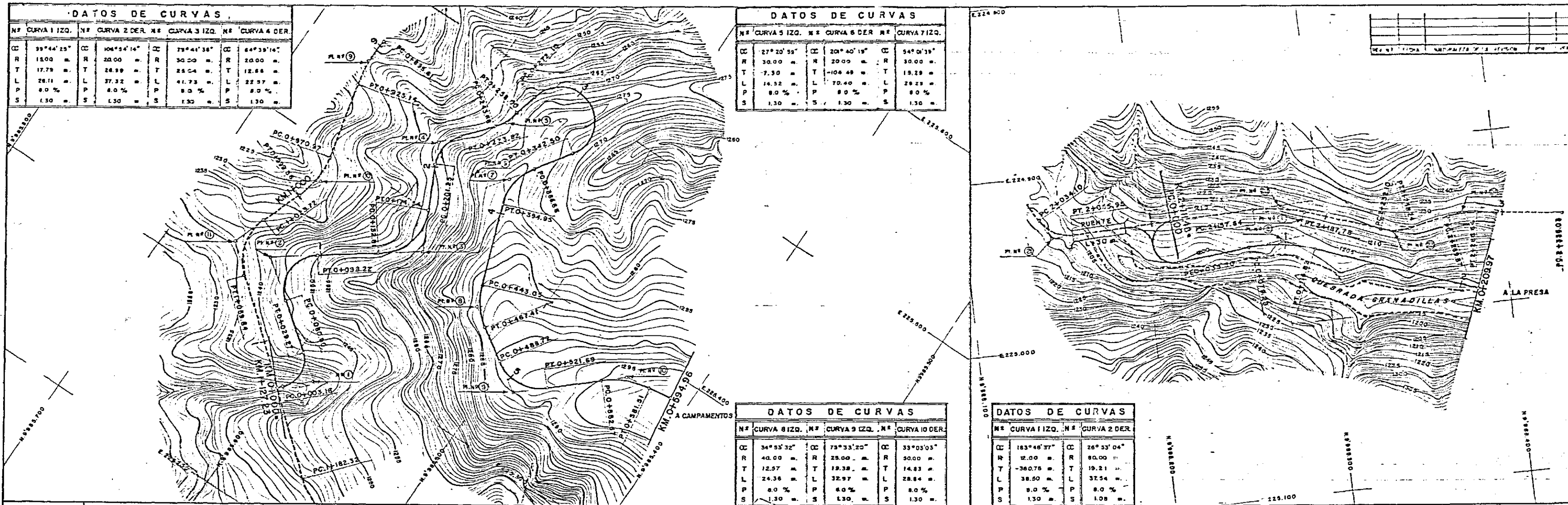
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CEDO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
CAMINO DE ACCESO
SECTOR COMPENSADOR
ESTUDIO PRELIMINAR

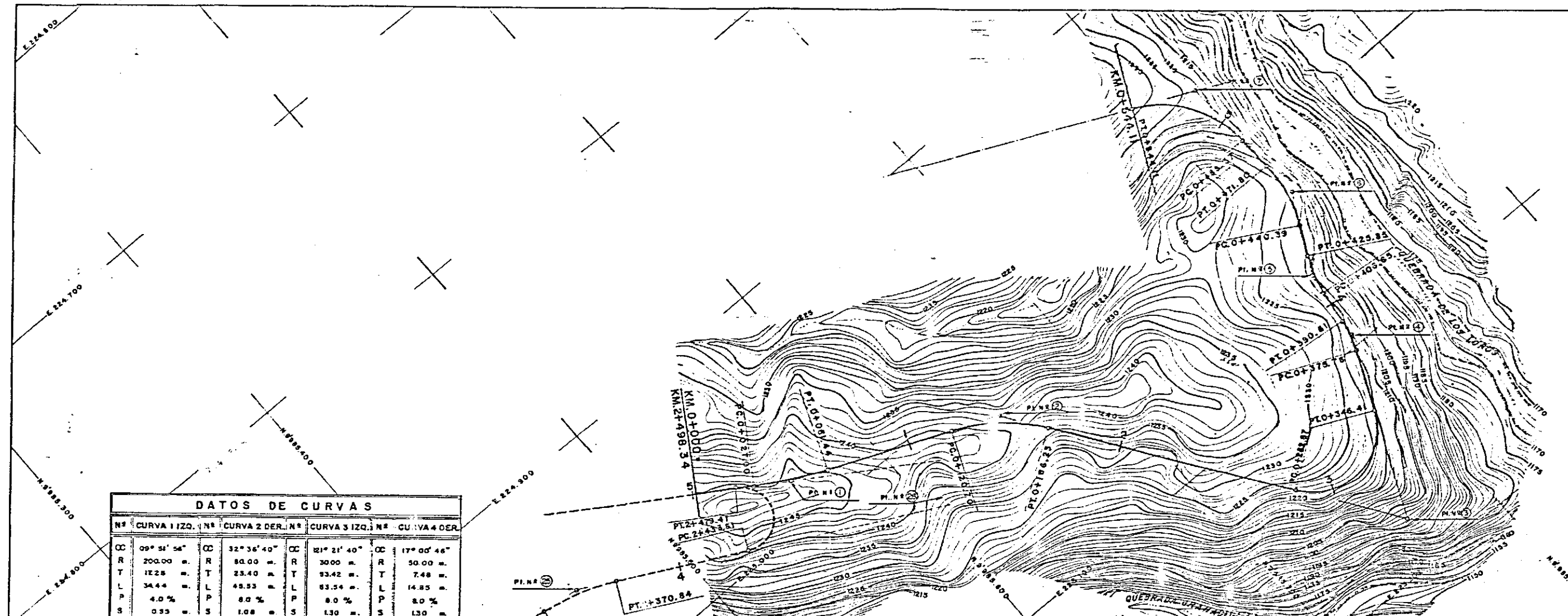
HOJA 5 DE 7

ELABORADO Ing. R. Del S. REVISADO L. B. Mena

PROYECTO 0209-T-2114



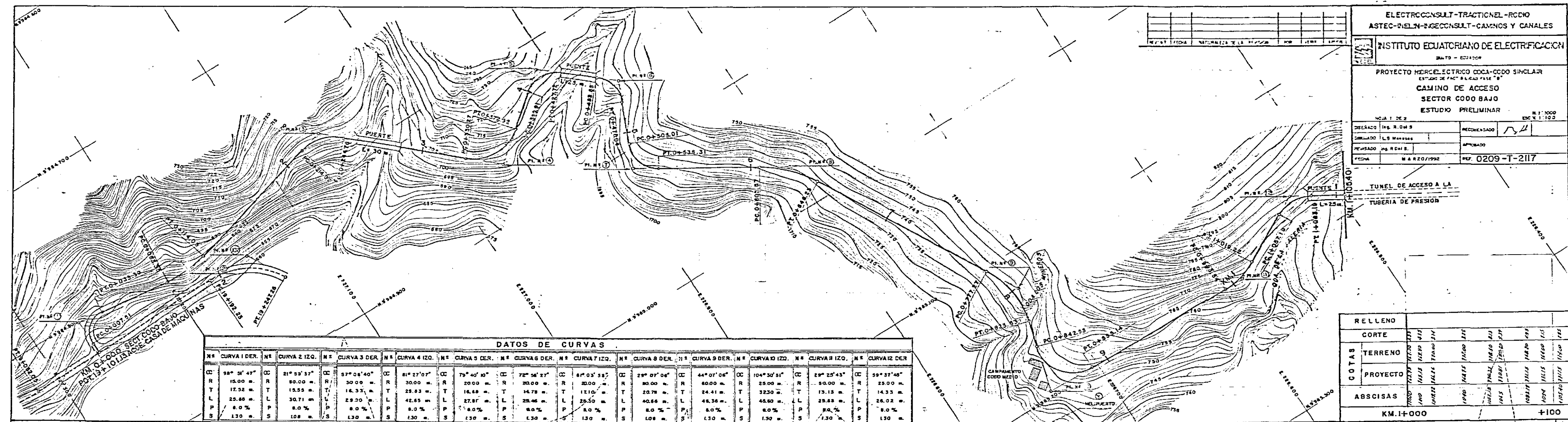
RELLENO	CORTE	TERRENO	PROYECTO	ABSCISAS
				KM. 0+000
				+100
				+200
				+300
				+400
				+500
				+600
				+700
				+800
				+900
				+1000
				+1100
				+1200
				+1300
				+1400
				+1500
				+1600
				+1700
				+1800
				+1900
				+2000



DATOS DE CURVAS							
Nº	CURVA 1 IZQ.	Nº	CURVA 2 DER.	Nº	CURVA 3 IZQ.	Nº	CURVA 4 DER.
CC	09° 51' 56"	CC	32° 36' 40"	CC	21° 21' 40"	CC	17° 00' 46"
R	200.00 m.	R	80.00 m.	R	30.00 m.	R	50.00 m.
T	12.28 m.	T	23.40 m.	T	93.42 m.	T	7.48 m.
L	34.44 m.	L	45.53 m.	L	83.54 m.	L	14.85 m.
P	4.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %
S	0.53 m.	S	1.08 m.	S	1.30 m.	S	1.30 m.

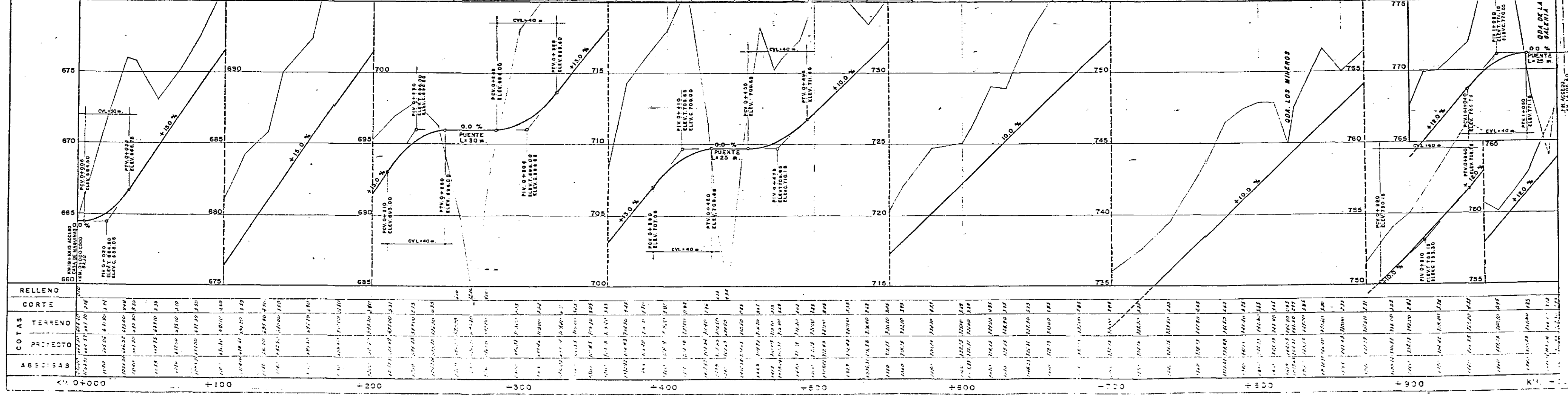
DATOS DE CURVAS							
Nº	CURVA 5 DER.	Nº	CURVA 6 IZQ.	Nº	CURVA 7 IZQ.	Nº	CURVA 8 DER.
CC	22° 00' 20"	CC	27° 50' 29"	CC	68° 01' 32"	CC	68° 01' 32"
R	50.00 m.	R	80.00 m.	R	50.00 m.	R	50.00 m.
T	9.72 m.	T	14.87 m.	T	32.49 m.	T	32.49 m.
L	19.20 m.	L	29.16 m.	L	57.62 m.	L	57.62 m.
P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %
S	1.30 m.	S	1.30 m.	S	1.30 m.	S	1.30 m.

RELLENO	
CORTE	
COTAS TERRENO	
COTAS PROYECTO	
ABSCISAS	



DATOS DE CURVAS

N°	CURVA 1 DER.	N°	CURVA 2 IZQ.	N°	CURVA 3 DER.	N°	CURVA 4 IZQ.	N°	CURVA 5 DER.	N°	CURVA 6 DER.	N°	CURVA 7 IZQ.	N°	CURVA 8 DER.	N°	CURVA 9 DER.	N°	CURVA 10 IZQ.	N°	CURVA 11 IZQ.	N°	CURVA 12 DER.
1	98° 51' 47"	2	21° 53' 37"	3	57° 06' 40"	4	81° 27' 07"	5	79° 40' 10"	6	72° 56' 27"	7	87° 03' 58"	8	29° 07' 06"	9	44° 07' 06"	10	104° 30' 51"	11	29° 25' 43"	12	59° 37' 46"
R	15.00 m.	R	80.00 m.	R	30.00 m.	R	30.00 m.	R	20.00 m.	R	30.00 m.	R	30.00 m.	R	30.00 m.	R	60.00 m.	R	25.00 m.	R	50.00 m.	R	25.00 m.
T	17.32 m.	T	15.55 m.	T	14.33 m.	T	25.93 m.	T	16.68 m.	T	14.75 m.	T	12.10 m.	T	20.78 m.	T	24.41 m.	T	32.50 m.	T	13.15 m.	T	14.33 m.
L	25.88 m.	L	30.71 m.	L	29.20 m.	L	42.85 m.	L	27.87 m.	L	25.46 m.	L	40.86 m.	L	48.38 m.	L	45.60 m.	L	29.88 m.	L	26.02 m.	L	26.02 m.
P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %
S	130 m.	S	108 m.	S	130 m.	S	130 m.	S	130 m.	S	130 m.	S	130 m.	S	108 m.	S	130 m.	S	130 m.	S	130 m.	S	130 m.



— £ 228,700

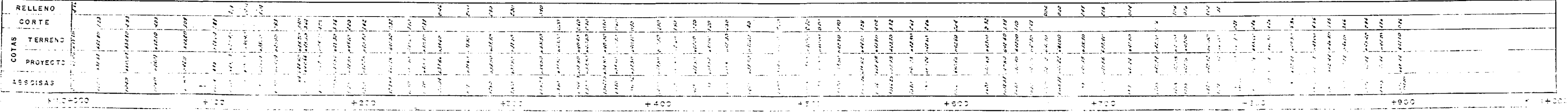
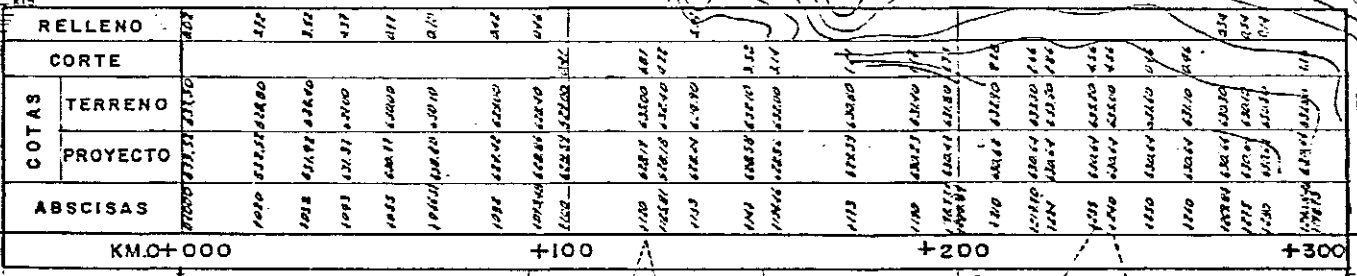
REF ID:	A604	NATIONALIZATION OF RESOURCES	1970	1970	1970

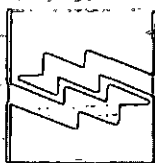
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

CAMINO DE ACCESO
SECTOR CODO BAJO
ESTUDIO PRELIMINAR

1000	L. R. Starnes		APR 1960
------	---------------	--	----------

0209-1-2110





INECEL

REPÚBLICA DEL ECUADOR

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACIÓN

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

ANEXO B

HIDROLOGIA Y SEDIMENTOLOGIA

BORRADOR

ESTUDIOS REALIZADOS POR INECEL Y LA ASOCIACIÓN DE FIRMAS CONSULTORAS

**ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO
ASTEC - INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES**

0209-B-152

FINANCIAMIENTO: INECEL - BID

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

ANEXO B

HIDROLOGIA Y SEDIMENTOLOGIA

Borrador

Marzo de 1992

El presente Anexo forma parte de los documentos que constituyen el Informe Final del Estudio de Factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair.

La documentación completa se compone de los siguientes informes:

0209-B-150 INFORME GENERAL

0209-B-151	ANEXO A:	Topografía, Cartografía y Caminos
0209-B-152	ANEXO B:	Hidrología y Sedimentología
0209-B-153	ANEXO C:	Impacto Ambiental del Proyecto
0209-B-154	ANEXO D:	Geología
0209-B-155	ANEXO E:	Geofísica
0209-B-156	ANEXO F:	Perforaciones y Galerías Exploratorias
0209-B-157	ANEXO G:	Vulcanología
0209-B-158	ANEXO H:	Sismología y Tectónica
0209-B-159	ANEXO I:	Mecánica de Suelos
0209-B-160	ANEXO J:	Mecánica de Rocas
0209-B-161	ANEXO K:	Selección de Alternativas del Factor de Planta
0209-B-162	ANEXO L:	Selección de Alternativas de Obras Componentes
0209-B-163	ANEXO M:	Equipos Electromecánicos
0209-B-164	ANEXO N:	Metodología Constructiva y Presupuesto del Proyecto
0209-B-165	ANEXO O:	Obras Subterráneas
0209-B-166	ANEXO P:	Análisis Geotécnicos, Hidráulicos y Estructurales
0209-B-167	ANEXO Q:	Modelos Hidráulicos
0209-B-168	ANEXO R:	Evaluaciones Económicas

El presente volumen constituye el Anexo B del Estudio de Factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair.

Este informe que sustituye al Informe 0209-B-121 de mayo de 1991, integra y sintetiza el contenido de los Anexos B (Hidrología) y C (Sedimentología) del Estudio de Selección de Alternativas (Fase A) de mayo de 1988, con particular enfoque a los sitios de mayor interés identificados al término de la Fase A del Estudio.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
1.1 Objeto y alcance	1
1.2 Estudios antecedentes y documentación utilizada	1
1.3 Agradecimientos	2
2. SINTESIS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	3
2.1 El área de estudio	3
2.2 Información hidrometeorológica	3
2.3 Caudal aprovechable en el sitio de presa de derivación Salado	4
2.4 Crecidas críticas	5
2.5 Sitio del Embalse Compensador	7
2.6 Sedimentología	8
2.7 Recomendaciones	10
3. FISIOGRAFIA GENERAL	12
4. CLIMATOLOGIA	13
4.1 Red de estaciones meteorológicas	13
4.2 Información climatológica general	13
4.3 Caracteres climáticos del sitio Salado	14
4.4 Caracteres climáticos del sitio del Embalse Compensador	14
5. PLUVIOMETRIA	19
5.1 Red de estaciones pluviométricas	19
5.2 Información pluviométrica	20
5.2.1 Precipitación en la región del estudio	20
5.2.2 Precipitación en el sitio Salado	22
5.2.3 Precipitación en el sitio del Embalse Compensador	22
6. HIDROMETRIA	29
6.1 Red de estaciones hidrométricas	29
6.2 Información hidrométrica	29

7.	CAUDALES EN EL SITIO DE PRESA SALADO	32
7.1	Estimación de la serie histórica de caudales	32
7.2	Generación estocástica de caudales medios mensuales	34
7.3	Caudales derivables a filo de agua	38
7.3.1	Caudales derivables en el lapso histórico	38
7.3.2	Análisis estadístico de la derivación a filo de agua	40
8.	CRECIDAS CRITICAS	41
8.1	Análisis estadístico de crecidas	41
8.2	Aplicación del modelo HEC-1	43
8.2.1	Subdivisión en cuencas parciales	44
8.2.2	Parámetros de escurrimiento característicos	44
8.2.3	Distribución areal de la precipitación crítica	45
8.2.4	Análisis de probabilidad de las precipitaciones de tormenta	47
8.2.5	Calibración del modelo	59
8.2.6	Generación de hidrogramas de crecidas críticas	50
8.2.7	Evaluación de los resultados	52
9.	EMBALSE COMPENSADOR	58
9.1	Características fisiográficas de la cuenca	58
9.2	Estimación del escurrimiento	58
9.3	Crecidas críticas	59
10.	SEDIMENTOLOGIA	68
10.1	Transporte sólido en suspensión	68
10.2	Transporte sólido de fondo	76
10.3	Transporte sólido total en correspondencia a la presa de derivación Salado	79
10.4	Sedimentación en el Embalse Compensador	81
CUADROS		
Cuadro 4/1	Estaciones Meteorológicas y Características Principales	13
Cuadro 4/2	Observación Meteorológica - Valores Mensuales y Anuales	17
Cuadro 5/1	Estaciones Pluviométricas - Datos Característicos	19

Cuadro 5/2	Precipitaciones Medias Mensuales y Anuales en las Principales Estaciones	24
Cuadro 5/3	Precipitaciones Anuales en las Principales Estaciones	25
Cuadro 6/1	Estaciones Hidrométricas y de Aforo	30
Cuadro 6/2	Caudales Medios Mensuales y Anuales del Lapso Histórico	31
Cuadro 7/1	Caudales Medios Mensuales Río Coca - Estación Salado	35
Cuadro 7/2	Estimación de Caudales Mensuales al Sitio del Salado por Correlación Múltiple de 7 Variables	36
Cuadro 7/3	Resumen de la Generación de Caudales en el Salado	37
Cuadro 7/4	Sitio de Presa Salado Valores Característicos de la Derivación Anual de Agua Durante el Lapso Histórico	39
Cuadro 8/1	Caudales Máximos Instantáneos en San Rafael y Quijos AJ Bombón	42
Cuadro 8/2	Caudales Máximos Instantáneos Probables en San Rafael y Quijos AJ Bombón	43
Cuadro 8/3	Río Coca al Sitio Salado Cuencas parciales - Estimación del Número de Curva	45
Cuadro 8/4	Precipitaciones Críticas de 24 Horas en las Cuencas Parciales	48
Cuadro 8/5	Precipitaciones Críticas de 48 Horas en las Cuencas Parciales	48
Cuadro 8/6	Crecida 2/5/1983 - Hidrogramas	51
Cuadro 8/7	Caudales de Pico de Crecidas Críticas	52
Cuadro 8/8	Río Coca en el Salado - Hidrogramas de Crecidas Críticas	53
Cuadro 9/1	Embalse Compensador - Crecidas Críticas	61
Cuadro 9/2	Embalse Compensador - Quebrada Granadillas Hidrogramas de Crecidas Críticas	62

Cuadro 9/3	Embalse Compensador - Quebrada Los Loros Hidrogramas de Crecidas Críticas	63
Cuadro 9/4	Embalse Compensador Abajo de la Confluencia Hidrogramas de Crecidas Críticas	64
Cuadro 10/1	Transporte Sólido en suspensión Resumen de los Aforos	69
Cuadro 10/2	Estimación del Transporte Sólido en Suspensión Tramo de Río: Coca DJ Salado	732
Cuadro 10/3	Estimación del Transporte Sólido Total Tramo de Río: Quijos AJ Bombón	73
Cuadro 10/4	Estimación del Transporte Sólido Total Tramo de Río: Quijos AJ Salado	74
Cuadro 10/5	Estimación del Transporte Sólido Total Tramo de Río: Salado AJ Quijos	75
Cuadro 10/6	Muestreos de Material de Fondo	77
Cuadro 10/7	Pendientes de los Perfiles Líquidos Levantados	77
Cuadro 10/8	Parámetros Característicos del Transporte de Fondo	79
Cuadro 10/9	Transporte Sólido de los Ríos - Resumen	82
GRAFICOS		
Gráfico 5/1	Diagrama Unitario Diferencial de Masa Estación Pluviométrica de Papallacta	26
Gráfico 5/2	Diagrama Unitario Diferencial de Masa Estación Pluviométrica de El Chaco	27
Gráfico 5/3	Diagrama Unitario Diferencial de Masa Estación Pluviométrica de Baños (Pastaza)	28
Gráfico 8/1	Hidrograma Unitario Típico	54
Gráfico 8/2	Curva Intensidad-Duración-Area	55
Gráfico 8/3	Hidrogramas Crecida Río Coca 2/05/1983	56
Gráfico 8/4	Hidrogramas de Crecidas Críticas	57

Gráfico 9/1	Hidrograma de Crecidas Críticas - Quebrada Granadillas	65
Gráfico 9/2	Hidrograma de Crecidas Críticas - Quebrada Los Loros	66
Gráfico 9/3	Hidrograma de Crecidas Críticas - Después de la Confluencia	67
Gráfico 10/1	Correlación Caudal Líquido (QL) - Concentración Media Estación Coca DJ Salado	83
Gráfico 10/2	Correlación Caudal Líquido (QL) - Concentración Media Estación Quijos AJ Bombón	84

CROQUIS

Croquis 10/1	Sitio de Muestreo del Material de Fondo y Medición del Nivel de Agua	85
Croquis 10/2	Sitio de Muestreo del Material de Fondo y Medición del Nivel de Agua	86

APENDICES

APENDICE A Precipitaciones Mensuales y Anuales en Estaciones Seleccionadas

Fórmulas de Estadísticas Básicas	
Papallacta	Cuadro A/1
Cuyuja	Cuadro A/2
Baeza	Cuadro A/3
Cosanga	Cuadro A/4
Oyacachi	Cuadro A/5
Misión Josefina	Cuadro A/6
El Chaco	Cuadro A/7
Río Salado	Cuadro A/8
San Rafael	Cuadro A/9
Reventador	Cuadro A/10

APENDICE B Caudales Mensuales y Anuales en Estaciones Seleccionadas

Quijos en Baeza	Cuadro B/1
Cosanga AJ Quijos	Cuadro B/2
Quijos AJ Borja	Cuadro B/3
Oyacachi AJ Quijos	Cuadro B/4
Quijos AJ Bombón	Cuadro B/5
Coca en San Rafael	Cuadro B/6

APENDICE C Caudales Diarios en Estaciones Seleccionadas

Quijos AJ Bombón Caudales Diarios	Cuadro C/1
Coca en San Rafael Caudales Diarios	Cuadro C/2

APENDICE D Generación Estocástica de Caudales Mensuales en Salado

APENDICE E Curvas de Duración General de Caudales Medios Diarios

Coca en San Rafael	Cuadro E/1
Quijos AJ Bombón	Cuadro E/2

APENDICE F Precipitaciones Máximas de 1 y 2 Días

PLANOS

- 0209-H-2001 Hidrología - Estaciones hidrometeorológicas
- 0209-H-2002 Hidrología - Zonas hidrológicas para la aplicación del método año-estación
- 0209-H-2003 Hidrología - Estación hidrométrica río Coca en Codo Sinclair

1. INTRODUCCION

1.1 Objeto y alcance

El presente estudio tiene por objeto proporcionar los elementos hidrológicos necesarios para el diseño de las obras del aprovechamiento hidroeléctrico Codo Sinclair del río Coca, en su Fase "B" de desarrollo del Proyecto.

Los temas principales desarrollados son:

- Determinación de las aportaciones hídricas aprovechables en el sitio Salado, aguas abajo de la confluencia de los ríos Quijos y Salado, donde está previsto el emplazamiento de una presa de derivación a filo de agua.
- Previsión de crecidas, según intervalos prefijados de años de recurrencia, en el sitio Salado, arriba mencionado.
- Estimación del aporte de sedimentos al sitio de presa de derivación Salado.
- Estimación de características hidrológicas de la cuenca hidrográfica cerrada por la presa prevista para el Embalse Compensador, en correspondencia del Codo Sinclair del río Coca, incluyendo escurrimiento, crecidas y aporte de sedimentos.
- Determinación de características climáticas principales de interés para las obras arriba mencionadas.

Los temas desarrollados han sido realizados en base a las conclusiones de los estudios hidrológicos y sedimentológicos efectuados para la Fase A de este mismo Proyecto, los cuales han sido actualizados y completados a la luz de mayor información adquirida en los años transcurridos posteriormente.

En esta revisión también se han debido tomar en cuenta los cambios que se han producido como consecuencia del sismo de Marzo de 1987, el cual ocurrió durante la realización de los estudios de la Fase A.

1.2 Estudios antecedentes y documentación utilizada

En el desarrollo de los estudios presentes se ha hecho referencia a los estudios hidrológicos y sedimentológicos de la Fase A y en particular a:

- Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair, Fase "A", Anexo B, Hidrología, Tomos I y II por INECCEL y la Asociación de Firmas Consultoras, Mayo 1988.

- Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair, Fase "A", Anexo C, Sedimentología, por INECEL y la Asociación de Firmas Consultoras, Mayo 1988.

La revisión y actualización de los estudios de la Fase A ha requerido que se efectúe una nueva evaluación de la documentación existente junto a la nueva disponible, fruto de las actividades de recopilación y procesamiento de la División de Hidrología de INECEL en los años posteriores a la terminación de los estudios de la Fase A.

En el curso de los presentes estudios se ha efectuado una inspección del área del Proyecto y de las estaciones de observación de mayor interés, además ha sido desarrollada una campaña de actividades en el sitio para disponer de mayor información para ser utilizada en los estudios sedimentológicos, incluyendo extracción y análisis granulométrico de muestras de sedimentos fluviales y el levantamiento de perfiles longitudinales de niveles de agua y aforos de caudales, en el área del Salado y en el río Quijos, en correspondencia de la estación limnigráfica Quijos AJ Bombón.

1.3 Agradecimientos

En el desarrollo de los estudios se ha disfrutado de la activa cooperación dispensada por Directivos de la División de Hidrología de INECEL, con particular referencia al Ing. Eduardo Mosquera, Jefe de División, al Ing. Oscar Villacís, Jefe de la Sección de Estudios de Hidrología. También se agradece la colaboración prestada por la División de Ingeniería Geotécnica, Jefe Ing. Carlos Latorre P., por los análisis de granulometría efectuados en el Laboratorio de Suelos.

Con gratitud se menciona la valiosa colaboración prestada en distintos aspectos de los estudios por el Ing. Angel Correa, el cual ha sido destacado a este Proyecto desde la División de Hidrología INECEL y la contribución del Ing. Carlos Jarrín C., Jefe de Campo INECEL, por las actividades desarrolladas en la obtención de los nuevos datos de campo.

Para el desarrollo de cálculos estadísticos e hidrológicos se han podido utilizar los equipos y programas de computación de INECEL, lo cual ha resultado ser de gran ayuda.

2. SINTESIS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.1 El área del estudio

Los estudios hidrológicos que son objeto del presente informe se han desarrollado, esencialmente, sobre la cuenca hidrográfica del río Coca, cerrada en correspondencia del sitio de la presa de derivación y captación Salado, cubriendo un área de 3.600 km².

El sistema hidrográfico está constituido por los ríos Quijos y Salado y por sus tributarios, los cuales discurren en la vertiente oriental de la Cordillera Andina Central. El río Coca tiene su origen en la confluencia de dichos ríos y su curso se desarrolla en la alta cuenca amazónica hasta desembocar en el río Napo, tributario del río Amazonas.

Ha sido también objeto de estudio la pequeña cuenca del río Granadillas, que se junta al río Coca en proximidad del Codo Sinclair, en la cual hay la posibilidad de diseñar y construir el Embalse Compensador. El área de esta cuenca, en correspondencia del eje más aguas abajo de la presa luego de la confluencia con la quebrada Los Loros, mide unos 10,3 km².

2.2 Información hidrometeorológica

La información hidrometeorológica utilizada está constituida, esencialmente, por observaciones efectuadas en la red de estaciones meteorológicas, pluviométricas e hidrométricas que están ubicadas en la cuenca hidrográfica del río Coca. Esta red de estaciones comprende seis estaciones meteorológicas, unas 19 estaciones pluviométricas (incluyendo también las seis meteorológicas) y 16 estaciones hidrométricas, de las cuales, cinco han sido destruidas a consecuencia del sismo de marzo de 1987 y los datos de una no se han podido utilizar por no ser confiables.

Valores característicos, medios mensuales y anuales, de la observación meteorológica están resumidos en el Cuadro 4/2 y aquellos relativos a las precipitaciones en el Cuadro 5/2.

En lo referente a las lluvias, se observa que la precipitación anual varía desde unos 1.300 mm en la alta cuenca andina, a unos 2.600 mm en el valle del curso medio del río Quijos, hasta más de 6.000 mm en las laderas del volcán Reventador y zona del Codo Sinclair.

La repartición mensual de la precipitación anual es bastante uniforme, con una temporada de mayor pluviosidad entre abril y septiembre, con el máximo, regularmente, en junio. No se han observado meses sin lluvia.

La información hidrométrica se ha reducido notablemente después del sismo de marzo de 1987, con la destrucción de las estaciones Coca en San Rafael, Coca AJ Malo, Malo AJ Coca y Salado AJ Coca y la puesta fuera de servicio de la estación Coca AJ Machacuyacu. Una nueva estación, Coca DJ Salado, instalada en junio de 1988, en el sitio donde se encuentra la estación de bombeo del oleoducto transecuatorio del Salado, no ha podido suministrar alguna información continua de los caudales del río Coca; debido a la excesiva movilidad del cauce del río y, en la actualidad por esta razón, el limnógrafo se encuentra en seco, por encima del nivel del río.

Las únicas estaciones hidrométricas que siguen en operación son, por lo tanto, aquellas del río Quijos y sus tributarios principales.

Los valores medios mensuales y anuales relativos a los lapsos de operación de estas estaciones están resumidos en el Cuadro 6/2.

2.3 Caudal aprovechable en el sitio de presa de derivación Salado

El estudio del caudal aprovechable ha sido dirigido principalmente a la determinación de las aportaciones hídricas en la obra de presa de derivación y bocatoma prevista en el sitio Salado, inmediatamente aguas abajo de la confluencia de los ríos Quijos y Salado.

La desaparición de las estaciones hidrométricas que fueron utilizadas principalmente en el estudio anterior de la Fase A, ha hecho menos factible la actualización de dicho estudio, con la utilización de nuevos datos de observación de los años transcurridos sucesivamente al mes de abril de 1986, fecha límite de los datos utilizados en la Fase A.

Para la actualización de la estimación del caudal del río Coca, aprovechable en la obra de presa de derivación Salado, se han utilizado, en primer término, las observaciones de caudales efectuadas en la estación limnográfica del río Coca en San Rafael, durante casi un año, hasta febrero de 1987, antes de su destrucción por el sismo mencionado. La transposición de estas observaciones al sitio de presa de derivación Salado se ha efectuado mediante multiplicación de los caudales registrados en San Rafael por el coeficiente 0,939, ya determinado en el estudio anterior. La estimación de caudales en el lapso sucesivo, hasta el mes de junio de 1990, se ha efectuado mediante correlación lineal con las observaciones en la estación limnográfica de Quijos AJ Bombón.

Se ha podido completar, así, una serie histórica de caudales medios mensuales sobre un lapso de casi 18 años, entre agosto de 1972 y junio de 1990, cuyos valores se muestran en el Cuadro 7/1.

En consideración de que la presa de derivación prevista en Salado no tiene capacidad de embalse suficiente para efectuar una apreciable regulación del escurrimiento natural del río Coca, se ha procedido a efectuar la estimación de los caudales del río derivables a filo de agua.

La capacidad de derivación en la obra de toma se ha fijado en el caudal diario con el 90% de garantía, cuyo valor, estimado por medio de la curva de duración general de caudales diarios en la estación de San Rafael, ha resultado ser de 130 m³/s. El valor del caudal diario mínimo absoluto baja a unos 57 m³/s en Coca en San Rafael (registrado).

En el Cuadro 7/4 se muestran los valores característicos de la derivación de agua en cada uno de los 18 años del lapso histórico reconstruido, habiéndose utilizado respectivamente las curvas anuales de duración diaria en San Rafael y Quijos AJ Bombón. Del análisis estadístico de estos valores se han estimado los volúmenes de agua derivables con períodos de retorno de 10, 50, 100 y 200 años.

2.4 Crecidas críticas

La denominación "crecidas críticas" se refiere a eventos de crecidas máximas probables del río Coca, en el sitio de presa Salado, según períodos de retorno prefijados, que, en el caso presente, son de 10, 20, 50, 100, 1.000 y 10.000 años.

La actualización de las estimaciones de las crecidas críticas hechas en el estudio anterior de la Fase A, consiste en una nueva elaboración estadística de picos máximos de crecidas registradas y en una nueva aplicación del modelo de simulación de hidrogramas de crecidas, HEC-1.

El análisis estadístico ha sido aplicado a los valores máximos anuales de picos de crecidas registradas en las estaciones de Coca en San Rafael y Quijos AJ Bombón. Se han utilizado distintos procedimientos de análisis, habiéndose finalmente escogido el de Gumbel, por el método de los momentos. Los resultados obtenidos para los diferentes períodos de retorno, han sido transpuestos al sitio de presa de derivación Salado mediante interpolación de los valores respectivos del rendimiento de cuenca de dichas estaciones.

El modelo de simulación HEC-1 ha sido aplicado a la cuenca hidrográfica del río Coca en Salado, la cual ha sido subdividida en seis cuencas parciales para lograr una mayor confiabilidad en el empleo del método del hidrograma unitario, que es la base del procedimiento.

Se ha utilizado la forma del hidrograma sintético sugerida por el SCS de EE.UU, debido a la falta de elementos de observación directa y su transposición a las distintas cuencas parciales consideradas se ha efectuado mediante la estimación de los parámetros de escurrimiento respectivos. En particular, el número de curva (NC) de cada cuenca parcial, representativo del rendimiento hídrico, según la metodología del SCS, ha sido analizado en base a las características de textura hidrológica, recubrimiento vegetativo y uso del suelo.

Las precipitaciones críticas, causantes de las crecidas del presente estudio han sido analizadas, en intensidad, duración y repartición horaria, en base a las observaciones actualizadas de las estaciones pluviométricas de la cuenca. La escasez de la información disponible, ya sea en número de estaciones así como en lapsos de observación, fue superada mediante la aplicación del mismo método "año-estación" (Station-Year Method) utilizado en el estudio anterior de la Fase A.

Con los seis grupos, antes formados, de estaciones seleccionadas por tener características de pluviosidad similares con respecto a eventos de tormenta, se ha logrado disponer de series de datos más largas, las cuales se han analizado estadísticamente para determinar los valores de intensidad crítica de precipitación, para los períodos de retorno dados.

Igual que en el estudio anterior de la Fase A, la superficie de la cuenca ha sido subdividida en seis "zonas hidrológicas" que tienen bajo su influencia a dichos grupos de estaciones. La precipitación crítica de cada una de las cuencas parciales consideradas se ha calculado en base a las cuotas porcentuales de área de aquellas de dichas zonas hidrológicas que están afectadas.

Los valores de precipitación así calculados han sido multiplicados por el factor 1,13 para pasar del rango diario a aquel de 24 horas y por un factor de área, para pasar del valor puntual a un valor de precipitación referido al área de la cuenca respectiva. Dichos factores areales se han derivado de la curva respectiva de Intensidad-Duración-Área que figura en la Figura 8/2.

La duración de la tormenta, en conformidad con el estudio anterior de la Fase A, se ha asumido en 48 horas, con dos lapsos de 24 horas, en el segundo de los cuales ocurre la precipitación máxima de 24 horas y en el primero el 40% de la precipitación del segundo período.

La calibración del modelo ha sido efectuada utilizando el mismo evento de crecida del 2 de mayo de 1983, ya tomado en consideración en dicho estudio de la Fase A, por no haberse encontrado otro mejor aprovechable en los registros más recientes. El hidrograma en el sitio de presa de derivación Salado ha sido determinado por transposición de aquel registrado en la estación Coca AJ Malo, mediante aplicación del coeficiente 0,988.

El caudal de base de los eventos críticos calculados por el modelo HEC-1 ha sido fijado en 200 m³/s, valor que corresponde al caudal de duración 70% de la curva de duración general del sitio Coca AJ Malo, según el mismo criterio adoptado en el estudio de la Fase A.

A continuación se resumen los valores de pico máximo probable (en m³/s), según los diferentes períodos de retorno, obtenidos del análisis estadístico, arriba mencionado, y de las corridas del modelo de simulación HEC-1. Estos valores se comparan con los propuestos en el estudio anterior de la Fase A.

Período de retorno (años):	10	20	50	100	1.000	10.000
Estimados en la Fase A	3.100	-	3.900	4.200	5.500	7.000
Análisis estadístico	3.240	3.636	4.176	4.608	5.904	7.200
Modelo HEC-1	2.737	3.187	3.829	4.388	5.939	7.472
Valores adoptados	3.200	3.600	4.200	4.600	6.000	7.500

Los valores que finalmente han sido adoptados, que figuran también en el mismo cuadro, se ajustan más a los calculados por el análisis estadístico para períodos de retorno de hasta 100 años, mientras que para 1.000 y 10.000 años de recurrencia se ha preferido ajustarse a los calculados por el modelo HEC-1.

Los valores horarios de las crecidas críticas adoptadas figuran en el Cuadro 8/8 y los hidrogramas respectivos en la Figura 8/4.

2.5 Sitio del Embalse Compensador

El sitio del Embalse Compensador está ubicado en la proximidad de la confluencia de las quebradas Granadillas y de Los Loros, que discurren en la alta meseta de la margen derecha del río Coca; en proximidad del Codo Sinclair, a una elevación de unos 1.150 m.

La cuenca tributaria, aguas arriba de la confluencia, se extiende por unos 10,3 km², alcanzando en su punto más elevado los 1.630 m s.n.m..

La única información hidrológica de que se dispone en el área, está constituida por 14 meses de registros pluviométricos en una estación recién instalada en junio de 1989.

En base a correlaciones de los datos de lluvia disponibles con los de las estaciones pluviométricas de San Rafael y Reventador, se estima que la precipitación en la cuenca alcanzaría unos 7.200 mm, en promedio.

El escurrimiento aprovechable en el Embalse Compensador ha sido estimado en base al coeficiente 0,6 de escorrentía anual (razón entre escurrimiento, expresado en mm y precipitación) que había resultado para la cuenca del río Malo, en el estudio anterior de la Fase A. De la aplicación de este coeficiente al valor de la precipitación, arriba mencionado, se obtiene un caudal promedio aguas abajo de la confluencia de unos 1,41 m³/s de los cuales aproximadamente 70% llega de la quebrada Granadillas y el 30% de la quebrada de Los Loros.

La estimación de crecidas críticas para las dos quebradas se ha efectuado utilizando el modelo HEC-1, según un esquema formado por dichas quebradas y la composición de las mismas.

El hidrograma unitario adoptado es el sugerido por el SCS, ya mencionado, y el procedimiento de cálculo seguido es el mismo del SCS, y los parámetros requeridos han sido fijados en base a las características físicas de las cuencas en estudio. Las intensidades críticas de precipitación se han estimado en base a los valores utilizados para el estudio de crecidas críticas de la cuenca del río Coca, oportunamente incrementados en consideración de la mayor pluviosidad de la cuenca del Embalse Compensador.

A continuación se resumen los valores de pico, en m^3/s , de las crecidas así calculadas, para los distintos períodos de retorno:

Período de retorno (años):	10	20	50	100	1.000	10.000
Quebrada Granadillas	50	58	70	80	111	147
Quebrada de Los Loros	24	28	34	39	54	71
Aguas abajo de la confluencia	73	86	102	118	163	215

2.6 Sedimentología

El estudio efectuado es una revisión de los resultados obtenidos en el estudio anterior de la Fase A, con particular referencia al sitio de la presa de derivación Salado. Esta revisión está basada, principalmente, en la información actualizada sobre el escurrimiento y el transporte sólido en suspensión de los ríos Coca y Quijos y en los resultados de las actividades de campo para obtención de datos, desarrolladas en junio-noviembre de 1990, para la recolección y análisis granulométrico de muestras de materiales transportados por el fondo de los ríos y levantamiento de perfiles longitudinales de las aguas.

En la evaluación de los resultados deben de tomarse en cuenta las profundas alteraciones en las áreas erosionables de la cuenca tributaria, ocasionadas por el sismo de marzo de 1987, cuyos efectos siguen afectando el transporte sólido de los ríos y la sedimentación de materiales en el sitio de presa de derivación Salado.

En lo referente al transporte sólido en suspensión (TSS), los aforos en las estaciones Coca DJ Salado y Quijos AJ Bombón, efectuados posteriormente al estudio anterior, han modificado la ley de relación entre la concentración de sólidos en suspensión y el caudal líquido en la primera estación, y han confirmado dicha ley, para la segunda. En consecuencia, el TSS del río Coca en Salado se ve incrementado

notablemente, mientras que para el río Quijos los nuevos valores de TSS dependen, esencialmente de la actualización de la curva de duración de los caudales líquidos.

La actualización de las estimaciones del transporte sólido de fondo (TSF) se ha basado en los análisis granulométricos de cinco muestras de sedimentos extraídas en distintos sitios de los ríos Coca, Salado y Quijos y en unos seis perfiles líquidos de tres tramos de los mismos ríos.

En conformidad con las indicaciones del estudio anterior de la Fase A, el cálculo ha sido efectuado por medio de la fórmula de Meyer-Peter y Muller, considerada como más confiable, pero la falta de algunos elementos requeridos, particularmente de carácter topográfico y batimétrico, ha dejado algunas incertidumbres en los resultados. En particular, los extensos depósitos de sedimentos todavía existentes en los tramos terminales de los ríos Salado y Quijos, parecen obstaculizar el acarreo de materiales sólidos hacia aguas abajo.

En general, se han obtenido índices de erosión (en ton/año/km²) más elevados que los del estudio anterior, lo cual podría indicar la presencia todavía de grandes depósitos de materiales sólidos erosionables aguas arriba, a raíz de los derrumbes del sismo de marzo de 1987.

En lo que se refiere a las obras de presa de derivación y captación del río Coca en Salado, el TSS del río es de especial interés para las obras de derivación hacia la casa de máquinas y, en particular, para el desarenador.

Se estima que la importancia del TSS a los efectos de sedimentación en el embalse aguas arriba de la presa, es insignificante, debido a la muy reducida capacidad del embalse y al muy breve tiempo de tránsito, puesto que la mayor parte del TSS ocurre en la ocasión de crecidas.

El volumen de este material de TSS, según los valores obtenidos, podría variar, regularmente, entre 8,6 y 16 millones de m³ por año, de los cuales más del 90% es transportado durante el 20% del tiempo, o sea con caudales mayores de 400 m³/s.

El TSF es concentrado, en su totalidad, en la ocasión de crecidas y el volumen de material acarreado al vaso del Salado se estima, regularmente, entre 700.000 y 1.1 millones de m³ por año.

Para la cuenca del Embalse Compensador no se dispone de información alguna sobre el transporte sólido de las aguas.

En consideración de sus características hidrológicas y vegetativas, en comparación con la cuenca del río Coca, se ha estimado un índice de erosión promedio, para el TSS, de unas 4.000 ton/año/km², lo cual da un total anual de unos 41.800 ton/año, o sea aproximadamente 35×10^3 m³/año.

El TSF se ha asumido como el 20% del TSS, lo cual corresponde a unas 8.400 ton/año, que corresponden a unos 3.200 m³/año, en promedio.

El transporte sólido total de la cuenca del Embalse Compensador resultaría así, en promedio, de unos 38.200 m³/año, de los cuales llegan aproximadamente el 70% de la quebrada Granadillas y el 30% de la quebrada Los Loros.

2.7 Recomendaciones

Una vez más la actualización de los estudios hidrológicos para la Fase B del Proyecto ha puesto en evidencia la presencia de fallas en la información aprovechable, las cuales han dejado algunas incertidumbres en la determinación de elementos de interés para el diseño de las obras. Nos referimos, en particular a:

- La determinación del escurrimiento del río Coca en el sitio de presa Salado, en los años sucesivos al estudio anterior de Fase A, que ha sido obstaculizada por la falta de datos de caudales del mismo río Coca y/o del río Salado.
- La actualización del estudio de crecidas críticas habría requerido una mayor información sobre eventos de tormentas y relativos hidrogramas de crecidas, en años más recientes.
- La definición de características hidrológicas relativas al Embalse Compensador, ha sido muy dificultosa por la falta casi completa de datos de observación.
- El estudio de sedimentología habría necesitado una mayor información para la definición de los parámetros de cálculo del TSS y TSF.

En la eventualidad de una continuación de los estudios hidrológicos para una ulterior definición de algunos aspectos de interés para el diseño de las obras, se formulan a continuación algunas recomendaciones de mayor urgencia.

a. Pluviometría

Instalación y/o reactivación de sendas estaciones pluviográficas en: 1) cuenca del río Salado en los sitios de Planada de la Virgen, Salado AJ Cascabel y Salado AJ Guataringo; 2) Embalse Compensador, adición de un pluviógrafo.

Se recomienda una cuidadosa atención para el buen funcionamiento de todas las estaciones de la cuenca, con más frecuentes inspecciones para evitar fallas en la operación.

b. Hidrometría

Instalación o reactivación de sendas estaciones limnigráficas y de aforos en: 1) río Salado, en un sitio más apropiado que el anterior; 2) río Coca DJ Salado, reactivar la estación existente con el desplazamiento del limnógrafo, en la orilla derecha y más aguas abajo; 3) río Coca aguas arriba del Codo Sinclair (ver Plano 0209-H-2003), en correspondencia de la casa de máquinas; 4) sitio del Embalse Compensador, en la quebrada Granadillas, aguas abajo de la junta con la quebrada de Los Loros.

Intensificar la frecuencia de los aforos líquidos y de sedimentos durante la temporada de aguas altas y las crecidas, con particular referencia a la estación de Quijos AJ Bombón y las de nueva instalación en el río Salado y el sitio de presa de derivación Salado.

3. FISIOGRAFIA GENERAL

El río Coca se origina de la confluencia de los ríos Quijos y Salado, cuyas cuencas se extienden en la vertiente oriental de la Cordillera Andina Central. A continuación, el río Coca discurre en la cuenca alta amazónica hasta desembocar en el río Napo, el cual, a su vez, es tributario del río Amazonas.

La porción de la cuenca del río Coca de interés para el presente estudio, es aquella que se extiende aguas arriba de la confluencia de los ríos Quijos y Salado, cubriendo un área de unos 3.600 km² y con elevaciones del terreno que varían entre unos 1.300 m, en la confluencia, y más de 5.700 m al inicio de la cuenca, en las cumbres de los volcanes Cayambe y Antisana. Dicha porción de cuenca está comprendida entre las latitudes 0°45'S y 0°10'N y las longitudes 78°15' y 77°25' oeste.

La cuenca del río Quijos tiene un área de unos 2.677 km². Sus tributarios principales son los ríos Papallacta (507 km²), Cosanga (496 km²), Sardinas Grande (97 km²), Borja (88 km²), Oyacachi (702 km²), Santa Rosa (59 km²), Bombón (57) y Murallas (111 km²).

La cuenca del río Salado tiene un área de unos 923 km² y sus tributarios principales son: los ríos Clavaderos (50 km²), Cascabel (23 km²) y Granadillo (17 km²).

En el curso superior del río Coca, hasta el Codo Sinclair, sus tributarios principales son: por la margen izquierda el río Malo (81 km²) y por la margen derecha el río Granadillas (11 km²), donde está previsto el emplazamiento del Embalse Compensador.

El mapa general de la cuenca hidrográfica superior del río Coca, con indicación de los tributarios mencionados y las cuencas respectivas, figura en el Plano 0209-H-2001, al final del informe.

4. CLIMATOLOGIA

4.1 Red de estaciones meteorológicas

La información climatológica para la cuenca en estudio está basada en los datos de observación de seis estaciones meteorológicas ubicadas al interior de la misma.

En el Cuadro 4/1 se da la lista de estas estaciones, algunos datos característicos y una información sobre el instrumental en dotación.

Cuadro 4/1

ESTACIONES METEOROLOGICAS Y CARACTERISTICAS PRINCIPALES

Estación	Altitud (m s.n.m.)	Comienzo Operación	Tipo de Observación						
			T	HR	V	HE	Ep	Et	P
Papallacta	3.150	agosto	1964	x	x	x		x	x
Baeza	1.925	enero	1975	x	x	x	x	x	x
El Chaco	1.640	junio	1977	x	x	x	x	x	x
Río Salado	1.310	mayo	1977	x	x	x		x	x
San Rafael	1.330	mayo	1975	x	x	x	x	x	x
El Reventador	1.470	noviembre	1974	x	x	x	x	x	x

Simbología:

T	=	Temperatura del aire	HR	=	Humedad Relativa del aire
V	=	Velocidad del viento	HE	=	Heliofanía
Ep	=	Evaporación Piche	Et	=	Evaporación Tanque
P	=	Precipitación			

La ubicación de dichas estaciones en el área de cuenca se muestra en el Plano 0209-H-2001, ya mencionado.

4.2 Información climatológica general

En consideración de la ubicación de las estaciones de observación, a lo largo de la carretera Quito-Lago Agrio, los elementos climáticos de que se dispone se refieren esencialmente al valle del curso principal Quijos-Coca, y no son representativos de los valles laterales de los tributarios y las partes más altas de la cuenca.

En el lapso transcurrido desde el estudio antecedente de la Fase A hasta el momento de la elaboración del presente informe no se ha tenido noticia de nuevas instalaciones ni de cambios en el instrumental.

En el Cuadro 4/2, al final del capítulo, figuran los valores medios mensuales de los factores climáticos principales de las distintas estaciones, según las elaboraciones hechas en el estudio de la Fase A. Para la precipitación se hace una exposición más detallada en el Capítulo 5, siguiente.

4.3 Caracteres climáticos del sitio Salado

El área del sitio Salado tiene un interés particular por haberse previsto en este lugar el emplazamiento de la presa de derivación y captación de los caudales del río Coca hacia la planta hidroeléctrica del Codo Sinclair.

En consideración de su cercanía con la estación meteorológica Río Salado, los valores de factores climáticos de esta estación, que se consignan en el Cuadro 4/2, ya mencionado, se pueden asumir valederos también para dicha área.

En particular, en lo referente a la evaporación del embalse, de dicho cuadro se puede observar que los valores medios anuales de la evaporación varían en la misma estación entre 519 mm para el evaporímetro Piche y 945 mm para el de tanque. Una comprobación hecha con la fórmula de evapotranspiración de Penman, la cual está basada en varios factores climatológicos (temperatura, humedad relativa, horas de sol y velocidad del viento), ha dado un valor de unos 800 mm anuales. De lo cual se desprende que resultaría más aceptable el valor del evaporímetro de tanque, el cual, multiplicado por el coeficiente 0,8, de normal aceptación para pasar la evaporación del tanque a la evaporación de un embalse, arroja un valor de unos 756 mm. Se asume, por tanto, el valor total anual de 800 mm, en promedio, y la siguiente repartición mensual:

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Evap. (mm)	76	55	68	69	67	54	58	63	62	78	72	78

En lo referente a precipitación véase el Capítulo 5, siguiente.

4.4 Caracteres climáticos del sitio del Embalse Compensador

El sitio del Embalse Compensador se encuentra en la alta meseta de la orilla derecha del río Coca, en proximidad del Codo Sinclair, a una altitud alrededor de 1.150 m. La presa está prevista en la quebrada Granadillas, en proximidad de la junta con la quebrada de Los Loros.

La cuenca tributaria aguas abajo de la confluencia de la quebrada Los Loros, cubre unos 10,3 km², alcanzando en sus puntos más elevados los 1.630 m s.n.m.; aguas arriba de la confluencia la superficie de la cuenca se reduce a 7,2 km².

La única información meteorológica de que se dispone en el sitio es la pluviométrica, desde la estación Compensador, instalada en Junio de 1989.

Del análisis de los valores anuales de los factores climáticos que figuran en el Cuadro 4/2, ya mencionado, en función de la cota de las estaciones respectivas, tan solo la temperatura media del aire muestra tener un gradiente bien definido, según la ecuación lineal siguiente:

$$T_{md} (^{\circ}\text{C}) = 26.33 - 0.00533 * \text{Alt.}$$

donde Alt es la altitud del sitio en m s.n.m. La aplicación de esta ecuación a la altitud 1.150 m del sitio de presa, arroja el valor de una temperatura media anual de 20,2°C. La repartición mensual de este valor se puede efectuar con la aplicación de los mismos porcentajes mensuales de la temperatura en la estación San Rafael.

Los demás factores climáticos (humedad relativa, horas de sol, velocidad media del viento) pueden asumirse iguales a los de la estación San Rafael, que es la más próxima, tanto en distancia como en altitud.

En lo referente a la evaporación del embalse, los valores medios anuales de los evaporímetros de tanque y Piche en San Rafael dan 1.099 y 422 mm, respectivamente. La aplicación de la fórmula de Penman, ya citada, con los datos climáticos del sitio arriba mencionados, arroja un valor de unos 780 mm anuales, el cual se sitúa en mayor proximidad del dato del evaporímetro de tanque, multiplicado por el coeficiente 0.8, mencionado en el párrafo anterior. Se adopta finalmente el valor anual de 800 mm, y la repartición mensual según los mismos porcentajes de los valores medios mensuales de la evaporación de tanque en San Rafael, que figuran en el Cuadro 4/2, ya mencionado.

A continuación se resumen los valores medios mensuales de los principales factores climáticos, los cuales se estiman valederos para el sitio del Embalse Compensador:

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmd (°C)	20,6	20,6	20,4	20,4	20,1	19,4	19,1	19,4	20,1	20,6	20,8	20,8
Hr (%)	89	93	93	93	95	94	92	91	90	90	90	
Hel (hr)	55	45	50	62	59	63	81	78	91	97	86	
V (m/s)	1,5	1,9	1,8	1,7	1,7	1,5	1,7	2,0	1,7	1,6	1,8	1,5
Evap (mm)	84	57	67	66	60	58	64	58	65	69	76	77

En lo referente a precipitación, véase el Capítulo 5, siguiente.

Cuadro 4/2

OBSERVACION METEOROLOGICA - VALORES MENSUALES Y ANUALES

Estación	Período No. años		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Papallacta	1974-81 (8)	Tmd (°C)	9,6	9,5	9,5	9,7	9,5	9,0	8,8	9,0	9,3	9,5	9,9	9,8	9,4
		Tmx (°C)	18,5	18,0	17,4	17,6	18,8	17,0	18,8	16,8	17,6	17,0	18,4	18,0	18,8
		Tmn (°C)	1,6	0,0	0,4	1,5	1,4	1,6	0,0	0,2	0,5	0,2	1,5	0,5	0,0
		HR (%)	95,0	95,4	93,4	95,0	95,0	95,8	94,4	94,7	94,5	94,8	94,4	93,4	94,7
	1977-81 (3)	V (m/s)	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,5	0,4
	1963-80 (13)	Ep (mm)	56	44	42	41	42	36	38	45	42	47	54	54	541
Baeza	1974-82 (8)	Tmd (°C)	16,8	16,5	15,8	16,7	16,7	15,6	15,1	15,5	16,0	16,8	17,0	16,9	16,2
		Tmx (°C)	26,5	26,6	26,0	26,0	25,8	25,2	25,5	25,5	26,2	27,0	26,0	26,0	27,0
		Tmn (°C)	7,5	8,5	8,3	8,0	9,0	9,0	6,0	6,5	6,5	8,5	8,5	7,5	6,0
		HR (%)	88,0	88,0	90,0	90,0	90,0	92,0	91,0	90,0	90,0	88,0	88,0	87,0	89,3
		V (m/s)	3,4	3,4	3,6	3,6	3,1	3,1	3,3	3,6	3,3	3,6	3,3	3,9	3,4
		Ep (mm)	58	45	49	44	41	35	40	45	50	56	57	59	614
	1977-83 (5)	Et (mm)	106	82	94	85	103	72	74	79	88	107	102	106	1.098
		He (horas)	111	72	62	74	81	63	59	78	71	105	110	105	992
El Chaco	1977-81 (4)	Tmd (°C)	19,1	18,8	18,2	18,7	18,8	17,8	17,2	17,2	17,8	18,7	19,0	19,2	18,4
		Tmx (°C)	30,2	29,0	29,5	29,0	28,5	28,0	27,2	28,2	29,0	29,9	29,3	28,5	30,2
		Tmn (°C)	7,8	6,4	10,6	10,1	9,6	8,6	7,5	7,7	9,2	10,1	10,4	8,2	6,4
		HR (%)	87,8	88,3	92,0	91,0	90,3	91,8	90,4	90,2	87,4	88,8	89,0	89,7	89,9
	1976-83 (6)	V (m/s)	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	1,3	1,5	1,3	1,6	1,7	1,6	1,4
	1977-81 (4)	Ep (mm)	54	42	34	36	37	29	32	38	38	48	51	51	490
	1977-82 (4)	Et (mm)	92	75	78	71	77	61	57	66	64	88	96	95	920
		He (horas)	130	86	57	70	78	63	57	73	86	110	121	116	1.047
Río Salado	1977-81 (4)	Tmd (°C)	20,3	20,3	20,1	20,4	20,0	19,1	18,1	18,7	19,2	20,1	20,4	20,4	19,8
		Tmx (°C)	29,0	29,5	29,5	29,0	28,7	29,0	28,0	28,5	29,4	29,9	29,7	29,0	29,9
		Tmn (°C)	10,5	14,3	12,0	13,5	12,5	12,0	12,0	10,5	10,5	12,3	12,5	12,0	10,5
		HR (%)	89	94	89	92	90	92	91	89	89	88	86	86	89,6

Cuadro 4/2 (continuación)

OBSERVACION METEOROLOGICA - VALORES MENSUALES Y ANUALES

Estación	Período No. años			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
San Rafael	1977-83 (6)	V	(m/s)	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4
		Ep	(mm)	60	34	42	41	39	30	32	39	38	50	53	61	519
		Et	(mm)	90	64	80	81	79	64	69	75	74	92	85	92	945
	1975-81 (5)	Tmd	(°C)	19,3	19,0	18,9	19,1	19,0	18,0	17,7	18,0	18,6	19,4	19,5	19,4	18,7
		Tmx	(°C)	28,1	28,0	28,0	26,8	26,6	29,0	26,0	29,7	29,2	32,0	29,5	29,8	32,0
		Tmn	(°C)	9,0	13,4	12,0	13,2	10,0	10,2	11,2	11,0	10,5	13,0	10,8	12,6	9,0
		HR	(%)	88,0	89,0	93,0	93,0	93,0	95,0	94,0	92,0	91,0	90,0	90,0	90,0	91,5
	1977-83 (6)	V	(m/s)	1,5	1,9	1,8	1,7	1,7	1,5	1,7	2,0	1,7	1,6	1,8	1,5	1,7
	1975-85 (5)	Ep	(mm)	45	33	46	23	28	21	26	33	37	43	40	47	422
	1977-83 (5)	Et	(mm)	116	78	92	90	82	79	88	80	89	95	105	105	1.089
		He	(horas)	91	55	45	50	62	59	63	81	78	91	97	86	858
Reventador	1975-81 (6)	Tmd	(°C)	18,3	18,7	18,4	18,2	18,2	17,5	16,8	17,7	18,2	18,6	18,8	18,3	18,2
		Tmx	(°C)	26,0	26,9	26,5	28,2	30,5	29,5	32,4	35,8	26,2	26,0	27,6	26,6	35,8
		Tmn		12,2	12,5	8,0	11,1	11,5	11,3	10,3	11,2	12,2	14,1	12,4	12,3	8,0
		HR	(%)	85,0	89,0	90,0	92,0	92,0	93,0	91,0	89,0	88,0	89,0	89,0	91,0	89,8
	1976-81 (5)	V	(m/s)	1,9	2,3	2,8	2,0	2,4	2,1	2,2	2,9	2,7	2,6	2,4	2,5	2,4
	1975-81 (7)	Ep	(mm)	38	38	34	29	28	20	29	30	42	44	41	37	410
	1976-83 (5)	Et	(mm)	95	85	86	74	86	73	70	95	106	114	96	87	1.067
		He	(horas)	79	57	50	60	63	52	65	88	90	106	91	88	889

Simbología: Tmd = temperatura media
 Tmx = temperatura máxima absoluta
 Tmn = temperatura mínima absoluta
 HR = humedad relativa
 (8) = número de años de registro

V = velocidad del viento
 Ep = evaporación piche
 Et = evaporación del tanque clase "A"
 He = heliofanía

Fuente: INECEL, División de Hidrología, Información Hidrometeorológica del Proyecto Coca (1985).

5. PLUVIOMETRIA

5.1 Red de estaciones pluviométricas

En la región de interés para los estudios, dentro de la cuenca hidrográfica del río Coca, se encuentran operando unas 23 estaciones pluviométricas, incluyendo las seis meteorológicas, ya mencionadas. La lista de todas estas estaciones, junto a unos datos característicos, se presenta en el Cuadro 5/1, y su ubicación figura en el Plano 0209-H-2001, ya mencionado.

Varias estaciones que se pudo utilizar durante los estudios antecedentes de la Fase A del Proyecto, ya no están disponibles como consecuencia del sismo de marzo de 1987 u otros motivos. Otras estaciones que operan en la cercanía del área del Proyecto resultaron no aprovechables ya en la primera fase de los estudios, por tener características hidrológicas demasiado diferentes.

Cuadro 5/1

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS - DATOS CARACTERISTICOS

Estación	Altitud (m s.n.m.)	Tipo	Comienzo Operación	Información
Papallacta	3.150	Pg	ago 1963	regular
Chalpi	2.850	Pm	ene 1949	descontinuada
Cuyuja	2.380	Pg	abr 1977	regular
Quijos Superior	2.950	Pg	feb 1980	incompleta
Baeza	1.295	Pg	feb 1974	incompleta
Cosanga	1.940	Pg	dic 1973	regular
Cosanga Superior	2.150	Pg	dic 1973	incompleta
Borja AJ Quijos	1.580	Pm	jun 1973	descontinuada
Borja Superior	2.120	Pg	dic 1979	incompleta
Misión Josefina	1.740	Pm	sep 1965	incompleta
Sardinas	1.615	Pm	ago 1972	descontinuada
El Chaco	1.640	Pg	jul 1972	regular
Oyacachi	3.120	Pg	feb 1974	regular
Sauracu Sur	2.880	Pg	ene 1980	incompleta
San Juan Grande	2.200	Pg	ene 1980	incompleta
Santa Rosa Superior	1.870	Pg	feb 1980	incompleta
Santa Rosa	1.520	Pm	ago 1972	descontinuada
Murallas del Medio	2.180	Pg	mar 1980	incompleta

Estación	Altitud (m s.n.m.)	Tipo	Comienzo Operación		Información
Planadas de la Virgen	3.340	Pg	ene	1982	incompleta
Salado AJ Cascabel	1.530	Pg	mar	1980	incompleta
Salado AJ Guataringo	1.500	Pg	feb	1974	descontinuada
Río Salado	1.310	Pg	may	1977	regular
San Rafael	1.330	Pg	dic	1974	incompleta
Reventador	1.470	Pg	mar	1974	incompleta
Faldas del Reventador	1.800	Pg	nov	1980	incompleta
Codo Sinclair Sup.	940	Pg	mar	1980	incompleta
Codo Sinclair Inf.	875	Pm	mar	1980	incompleta
Compensador	1.150	Pg	jun	1989	regular

Simbología:

Pg = pluviográfica

Pm = pluviométrica

5.2 Información pluviométrica

La información de que se dispone está actualizada hasta Diciembre de 1989, lo cual representa un incremento de cinco años con respecto a la que fue utilizada en el estudio anterior de la Fase A.

Sin embargo, la calidad de la información no ha mejorado en una docena de estaciones entre aquellas más alejadas del valle principal Quijos-Coca, observándose con frecuencia meses con lagunas de datos y meses faltantes de todo. Las estaciones que presentan una mayor regularidad en las observaciones son Papallacta, con 27 años, El Chaco, 18 años, Oyacachi, 15 años, Cosanga, 14 años, Cuyuja y Río Salado, 12 años.

La actualización de la información pluviométrica en la cuenca del río Salado y en el valle del río Coca, después del año de 1985, es, prácticamente, imposible a consecuencia del sismo de marzo de 1987, con la destrucción de algunas estaciones y la desorganización de otras.

5.2.1 Precipitación en la región del estudio Los datos pluviométricos mensuales de estaciones de mayor interés, por tener mayor duración y/o regularidad de observaciones, han sido recopilados y los meses incompletos o faltantes han sido rellenados y estimados mediante correlaciones con una o más estaciones aledañas. Las series históricas de las precipitaciones mensuales de estas estaciones, junto a

parámetros de estadística básica respectivos, figuran en sendos cuadros del Apéndice A.

En el Cuadro 5/2 se han resumido los valores medios mensuales y anuales de la precipitación en dichas estaciones de mayor interés.

Los totales anuales de precipitación en el lapso histórico de las observaciones en las mismas estaciones están resumidos en el Cuadro 5/3.

Se ha examinado nuevamente la posibilidad de relacionar los datos de precipitación dentro de la cuenca en estudio con aquellos de otras estaciones pluviométricas aledañas con un mayor lapso de funcionamiento, con el propósito de calificar la "hidraulicidad" de la serie histórica de datos de la cuenca del Coca con respecto a otro período histórico de más larga duración.

Con referencia a los análisis efectuados al respecto, en el estudio anterior de Fase A, se ha tomado nuevamente en consideración la estación de Baños con una serie histórica de 70 años de observación, la cual arranca desde el año de 1917.

Como estaciones más representativas de la cuenca del río Coca, por disponer de períodos históricos de mayor duración, se han escogido Papallacta y El Chaco "alargado" (esto es, con extrapolación de las precipitaciones anuales de El Chaco en un lapso anterior, hasta el año de 1966, mediante correlación con los datos de Misión Josefina).

Las curvas diferenciales de masa, adimensionales, de las precipitaciones anuales en las tres estaciones arriba mencionadas, para el período común de 24 años, 1966-1989 (hasta 1986 la de Baños por ser el último año procesado por INAMHI), figuran en las Figuras 5/1 a 5/3. La curva relativa a Papallacta muestra una mayor variación con respecto al promedio que las otras dos, pero se observa una cierta similitud en el comportamiento de las tres curvas.

La curva diferencial de masa, adimensional, relativa al período histórico total de Baños, entre 1917 y 1986 (70 años), muestra un comportamiento muy variado: en un primer lapso de unos 17 años hay una marcada tendencia de la precipitación anual por debajo del promedio y en el lapso siguiente de unos 25 años la tendencia general se invierte hasta alcanzar un balance netamente positivo. A continuación se nota una serie de unos 24 años con tendencia moderadamente por debajo del promedio y un lapso final de unos 4 años con limitadas oscilaciones alrededor del promedio. El hecho de que el control de la estación se haya efectuado por diferentes instituciones deja algunas dudas sobre la validez de comportamientos tan contrastantes de todo el lapso anterior.

La correlación lineal entre las precipitaciones anuales de Baños y El Chaco "alargado", asumida como más significativa por su posición céntrica y por la longitud de registros, para el lapso común 1966-1986 (21 años) muestra un coeficiente de correlación demasiado bajo, para comprobar la similaridad entre la pluviosidad de las dos estaciones y, por ende, entre Baños y la cuenca del Coca en estudio.

5.2.2 Precipitación en el sitio Salado La precipitación en el sitio Salado es representada por los datos pluviométricos de la estación Río Salado, los cuales figuran en el Cuadro A/8 del Apéndice A. La precipitación anual resulta de unos 3.275 mm, en promedio, y los valores extremos anuales registrados varían entre 3.527 mm (en 1978) y 3.016 mm (en 1987).

A continuación se resumen los valores de precipitación mensual promedio y extremos (en mm), registrados en unos 12 años de observaciones en la estación pluviográfica Río Salado.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pmed	216	274	258	297	321	349	318	279	285	215	225	212
%	6,6	8,4	8,0	9,2	9,9	10,7	9,8	8,6	8,8	6,6	6,9	6,5
Pmax	322	395	414	391	432	513	434	410	361	299	327	325
Pmin	76	151	127	205	239	249	233	195	198	113	165	100

5.2.3 Precipitación en el sitio del Embalse Compensador La única información disponible sobre la precipitación en el sitio previsto del Embalse Compensador está constituida por 14 meses de observaciones, entre junio de 1989 y julio de 1990, en la estación pluviométrica Compensador, de reciente instalación.

Los datos mensuales de este lapso se dan a continuación (en mm):

	E	F	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1989					983	640	515	452	498	620	359
1990	383	642	776	436	505	663	442				

La precipitación promedio de doce meses resulta de unos 6.530 mm.

Este valor, si es comparado con los totales del año de 1989 en San Rafael (3.871 mm, un mes estimado) y en Reventador (4.802 mm) indicaría una notable mayor pluviosidad.

Una correlación lineal, basada en los pocos meses en superposición del año de 1989, con San Rafael (6 meses) y Reventador (6 meses, por haberse eliminado el de junio, no confiable), arroja para ese mismo año valores de precipitaciones de 7.630 y 6.161 mm, respectivamente. Puesto que la correlación con la estación Reventador

muestra un coeficiente de correlación más elevado ($r=0,97$), el segundo valor de precipitación en 1989 arriba mencionado, resulta ser más confiable.

Mediante la aplicación de la correlación de la precipitación mensual de la nueva estación Compensador con la estación Reventador, arriba mencionada, cuya fórmula es:

$$P_{comp} = 1.2284 \cdot Prev. - 25,15$$

se han determinado los valores medios mensuales (en mm) del período histórico plurianual con su incidencia porcentual sobre el valor anual y los valores de probabilidad 90% y 95%, los cuales se dan a continuación:

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pmed	535	482	680	673	644	616	626	535	518	566	684	654
%	7,4	6,7	9,4	9,3	8,9	8,6	8,7	7,4	7,2	7,8	9,5	9,1
P90%	179	259	480	461	429	385	440	372	356	428	400	406
P95%	72	191	418	397	364	316	385	324	307	386	315	331

Los valores totales anuales respectivos son: 7.213, 4.595 y 3.806 mm.

Cuadro 5/2

PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES Y ANUALES EN LAS PRINCIPALES ESTACIONES (mm)

Estación	Cota (m s.n.m.)	Período de Observación	No. de años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
Papallacta	3.150	1963-1989	26	90	86	102	118	130	157	186	121	113	89	77	63	1.331
Cuyuja	2.380	1977-1989	12	87	113	132	177	178	173	185	130	136	122	113	93	1.647
Baeza	1.925	1974-1989	15	129	140	193	259	233	257	234	194	203	167	179	132	2.345
Cosanga	1.940	1972-1989	15	108	149	196	320	275	322	349	258	285	210	184	131	2.969
Oyacachi	3.120	1974-1989	15	66	89	108	125	141	187	178	147	108	118	80	79	1.458
Misión Josefina	1.740	1966-1989	22	171	191	226	264	275	319	278	238	233	215	196	154	2.763
El Chaco	1.640	1972-1989	18	181	186	220	253	269	287	256	222	219	185	196	138	2.612
Río Salado	1.310	1977-1989	11	216	274	258	297	321	349	318	279	285	215	225	212	3.275
San Rafael	1.330	1975-1989	15	369	380	464	464	435	440	393	351	325	366	398	361	4.834
Reventador	1.470	1974-1989	15	456	413	574	568	545	522	530	456	442	481	577	553	6.122

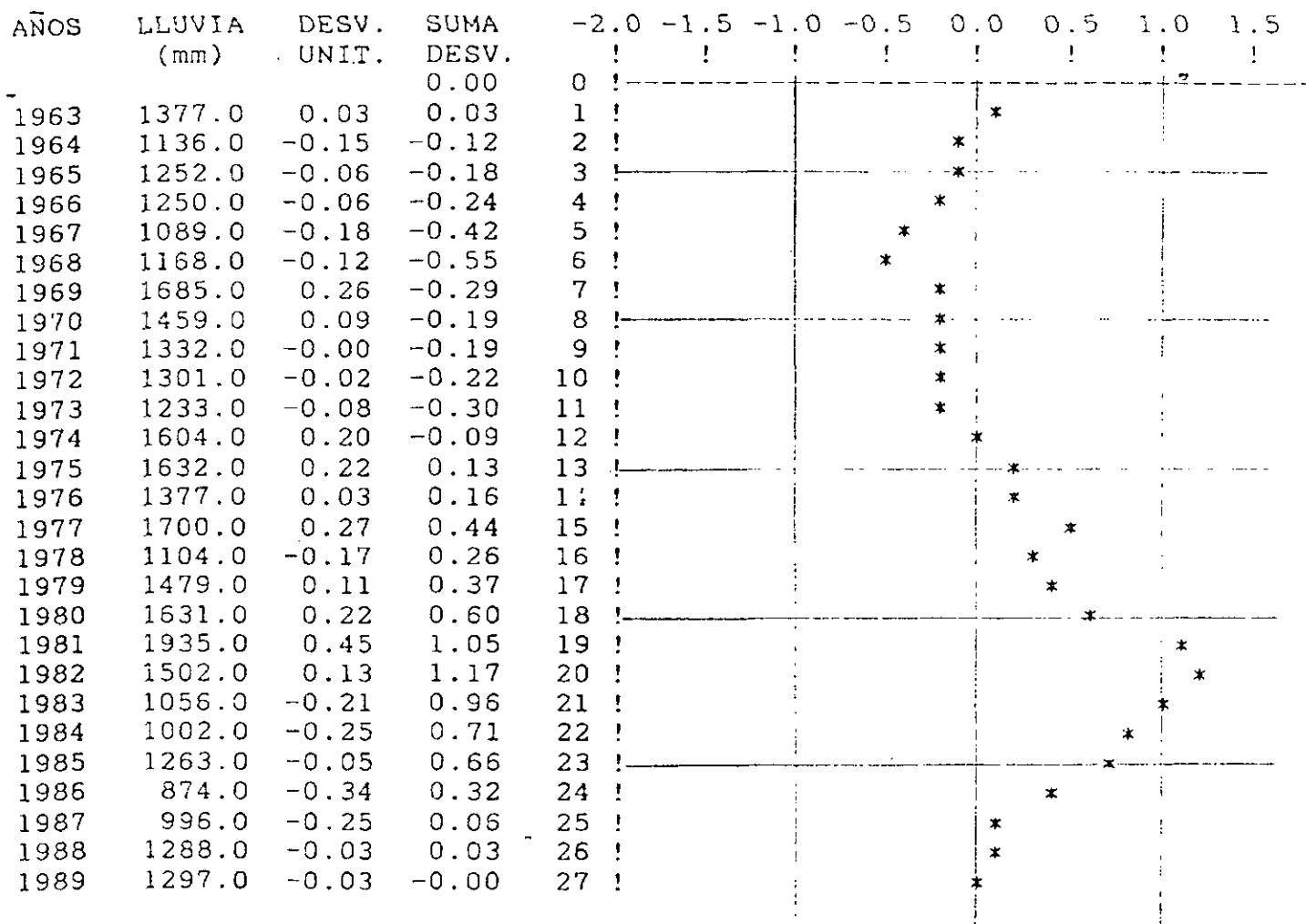
Cuadro 5/3

PRECIPITACIONES ANUALES EN LAS PRINCIPALES ESTACIONES (mm)

Años	Papallacta	Cuyuja	Baeza	Cosanga	Oyacachi	Misión Josefina	El Chaco	Río Salado	San Rafael	Reventador
1963										
1964	1.136									
1965	1.252									
1966	1.250					3.121				
1967	1.089					2.640				
1968	1.168					2.895				
1969	1.685					2.672				
1970	1.459					3.112				
1971	1.332					3.068				
1972	1.301					3.044	2.612			
1973	1.233					2.475	2.510			
1974	1.604		2.411		1.647	2.961	2.874			6.868
1975	1.632		2.722		1.691	2.963	3.121		4.987	6.171
1976			2.530	2.847	1.820	3.436	2.821		5.723	6.783
1977	1.700		2.671	3.246	1.659	2.990	2.940		5.036	6.571
1978	1.104	1.674	2.332	3.258	1.338	2.598	2.501	3.527	4.382	5.414
1979	1.479	1.543	2.124	2.576		2.670	2.372		4.188	5.068
1980	1.631	1.557	2.227	2.754		2.494	2.491		4.257	5.776
1981	1.935	1.608	2.373	2.647	1.246	2.703	2.581	3.214	4.634	6.575
1982	1.502	1.605	2.024	2.942	1.424	2.403	2.272	3.224	5.236	6.598
1983	1.056	1.723	2.256	3.058	1.332	2.425	2.376	3.164	5.005	6.562
1984	1.002	1.678	2.113	2.759	1.275	2.550	2.236	3.179	5.357	6.584
1985	1.253	1.572	2.183	2.571	1.355	2.491	2.789	3.489	5.020	5.797
1986	874	1.610	2.514	3.417	1.274		2.553	3.459	5.190	6.138
1987	996	1.741		3.129	1.316	2.314	2.740	3.016	3.821	
1988	1.288	1.805		2.805	1.423		2.584	3.058		
1989	1.297			3.560	1.611		2.643	3.423		4.802
MED.	1.331	1.647	2.345	2.969	1.458	2.763	2.612	3.275	4.834	6.122

Gráfico 5/1

DIAGRAMA UNITARIO DIFERENCIAL DE MASA
 ESTACION PLUVIOMETRICA DE PAPALLACTA
 PERIODO 1963-1989



MEDIA= 1334

Gráfico 5/2

DIAGRAMA UNITARIO DIFERENCIAL DE MASA
 ESTACION PLUVIOMETRICA DE EL CHACO
 PERIODO 1966-1989

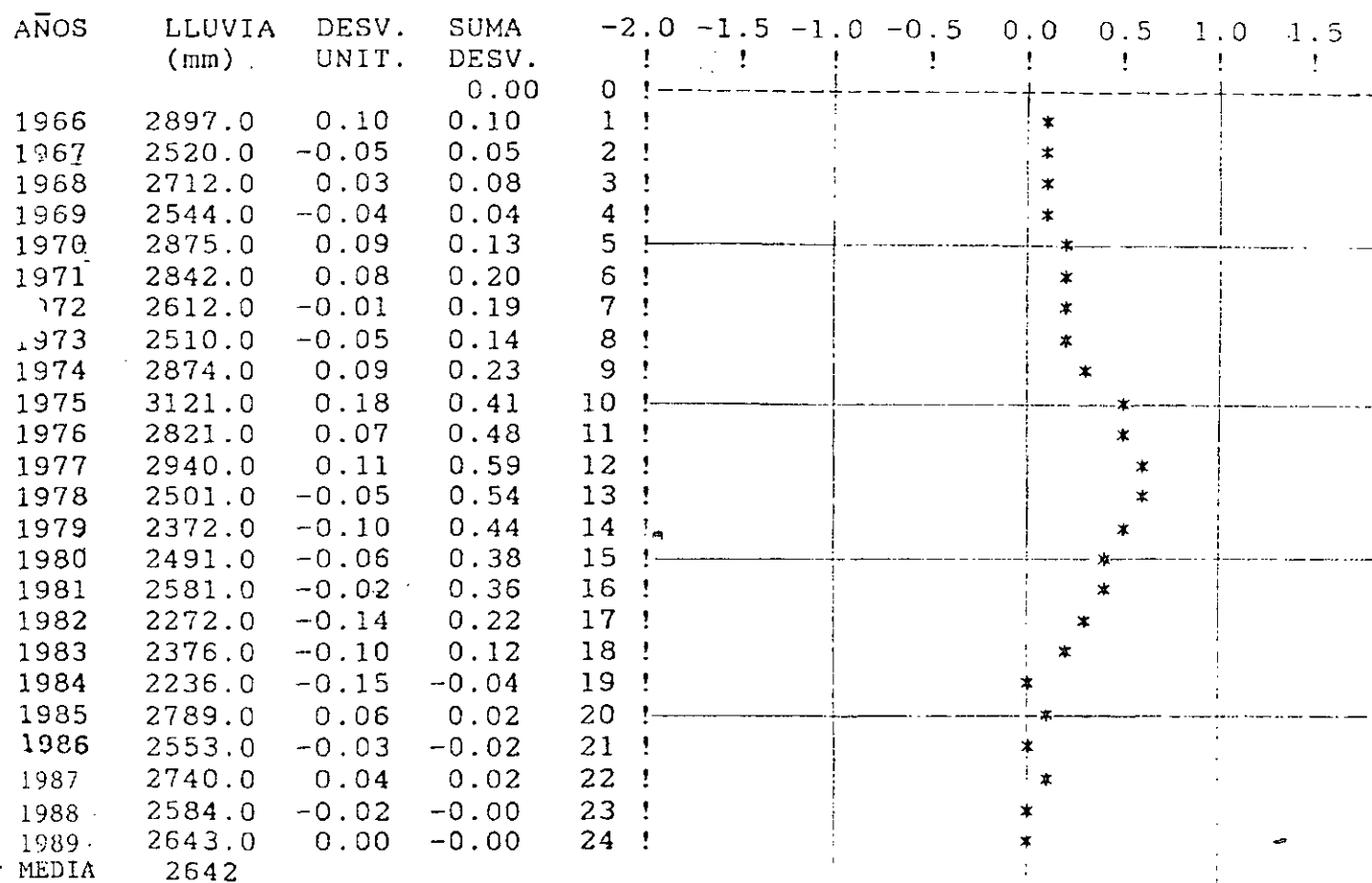
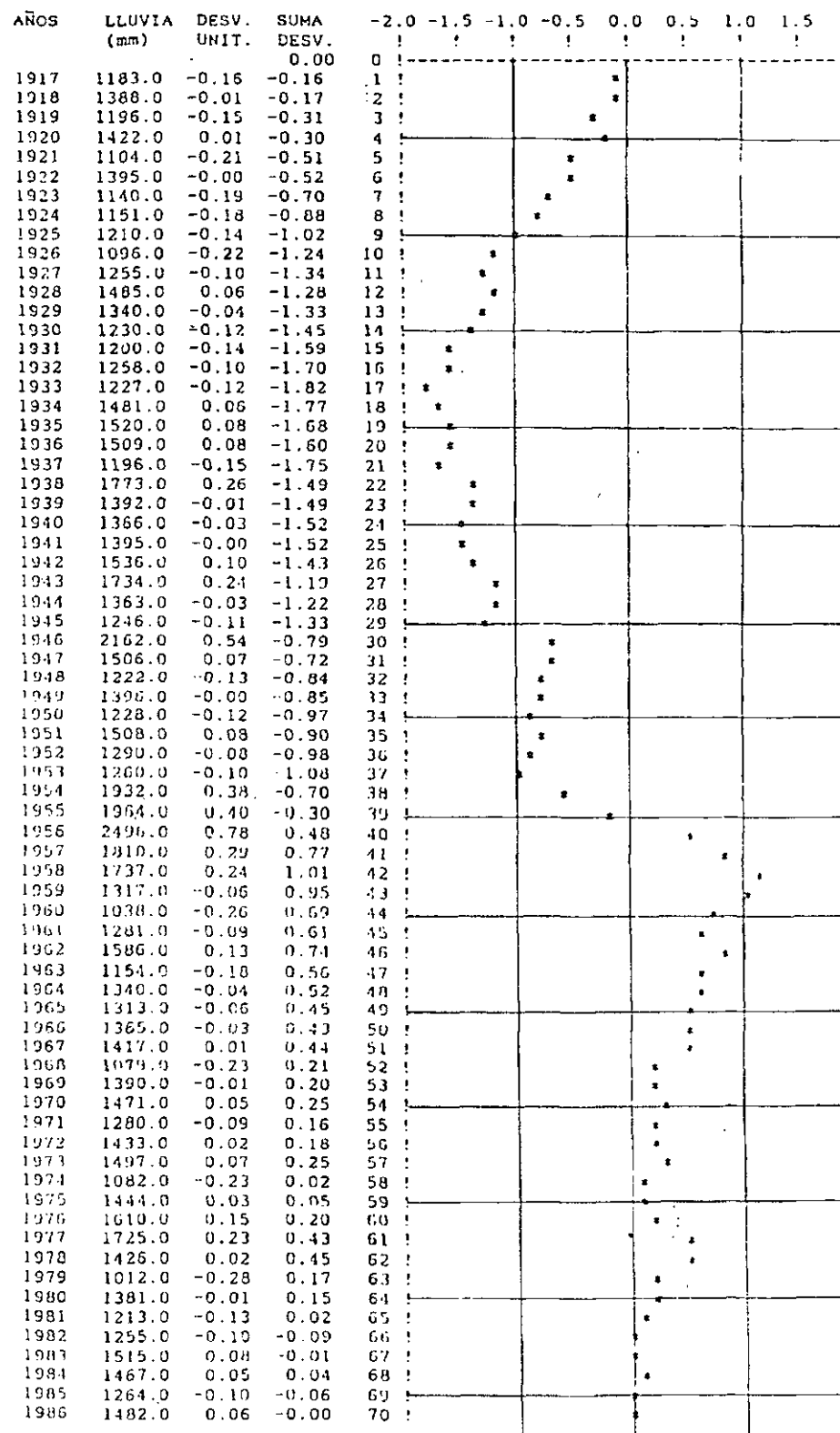


Gráfico 5/3

DIAGRAMA UNITARIO DIFERENCIAL DE MASA
ESTACION PLUVIOMETRICA DE BAÑOS
PERIODO 1917-1986



MEDIA= 1402

6. HIDROMETRIA

6.1 Red de estaciones hidrométricas

En la cuenca del río Coca en estudio han funcionado en total 16 estaciones hidrométricas y de aforo, siete de las cuales operan todavía a lo largo del curso del río Quijos, y de sus tributarios principales.

Otras cinco estaciones que operaban en los ríos Coca, Salado y Malo, antes del sismo de Marzo de 1987, han quedado fuera de uso a raíz de tal evento.

La estación Coca DJ Salado, que INECCEL instaló el 15 de junio de 1988 en el río Coca, aguas abajo de la confluencia de los ríos Quijos y Salado, en el sitio del eje de la presa Salado, ha tenido un funcionamiento irregular por la inestabilidad del lecho del río, con procesos continuos de azolvamiento y excavación, y no ha permitido la definición de caudales confiables para los estudios hidrológicos.

La estación en el río Coca AJ Machacuyacu fue recién sustituida por la estación hidrométrica en el Codo Sinclair.

La lista de todas las estaciones mencionadas, junto a sus características principales, se da en el Cuadro 6/1.

La ubicación de todas las estaciones mencionadas en el Cuadro 6/1 está indicada en el Plano 0209-H-2001.

6.2 Información hidrométrica

Al haberse quedado fuera de servicio las estaciones del río Coca y del río Salado en las cuales se basaron, esencialmente, los cálculos del escurrimiento aprovechable del río Coca en los sitios de presa previsto en la Fase A, no se dispone de una información directa para actualizar la información sobre dicho escurrimiento en la Fase B.

En la estación Coca en San Rafael el registro de caudales se termina al día 23 de febrero de 1987, lo cual constituye un incremento de tan sólo unos nueve meses con respecto a la información utilizada en los estudios anteriores de Fase A.

Cuadro 6/1

ESTACIONES HIDROMETRICAS Y DE AFORO

Río	Sitio	Tipo	Area de Drenaje (km ²)	Lapso de operación	
				Inicio	Fin
Quijos	en Baeza	Lg/A	853	Jun. 1964	en funcionam.
Cosanga	AJ Quijos	Lg/A	483	Oct. 1970	en funcionam.
Quijos	AJ Borja	Lg/A	1.398	May. 1978	en funcionam.
Borja	AJ Quijos	Lg/A	81	Mar. 1972	en funcionam.
Oyacachi	AJ Quijos	Lg/A	692	Jul. 1972	en funcionam.
Quijos	DJ Oyacachi	Lg/A	2.381	May. 1965	en funcionam.
Quijos	AJ Bombón	Lg/A	2.448	Jul. 1978	en funcionam.
Salado	AJ Coca	Lg/A	771	Ago. 1975	Mar. 1987
Coca	DJ Salado	Lg/A	3.600	Jun. 1988	sin datos
Coca	AJ Malo	Lg/A	3.628	Ago. 1975	Mar. 1987
Malo	AJ Coca	Lm/A	81	May. 1975	Mar. 1987
Coca	en San Rafael	Lg/A	3.790	Jul. 1972	Mar. 1987
Coca	AJ Machacuyacu	Lg/A	4.004	Mar. 1980	Mar. 1987
Bombón	AJ Quijos	Lg/A	56	1978	1983
Santa Rosa	AJ Quijos	Lg/A	58	1972	1983
Sardinas G.	AJ Quijos	Lg/A	97	1972	1977

Simbología: Lg = Limnógrafo, Lm = Limnómetro, A = Aforo

La estación Coca DJ Salado, instalada en junio de 1988, con la finalidad de proporcionar datos de caudales del río Coca en correspondencia del sitio mismo de la presa prevista, no ha podido suministrar información continua sobre dichos caudales, debido a la excesiva movilidad del lecho del río, por la alterna acción de depósito y socavación de sedimentos transportados por las aguas, bajo los todavía fuertes efectos del sismo de marzo de 1987.

La actualización de los cálculos del escurrimiento del río Coca en el sitio previsto de la presa de derivación Salado queda, por tanto, confiada a las mediciones que se siguen efectuando en las estaciones hidrométricas de la cuenca del río Quijos y, en particular, a las de Quijos AJ Bombón, Quijos AJ Borja, Oyacachi y Cosanga.

La estación Quijos DJ Oyacachi ha resultado ser de escasa confiabilidad y no ha sido utilizada, en conformidad también con la opinión de la División de Hidrología de INECCEL.

Los caudales medios mensuales y anuales del lapso histórico de observación de las estaciones arriba mencionadas figuran en sendos cuadros del Apéndice B.

El resumen de los caudales medios mensuales y anuales durante el lapso histórico de operación de las mismas estaciones se muestra en el Cuadro 6/2.

En el Apéndice C, se anexan las tablas de los caudales medios diarios registrados durante el período histórico de operación en las estaciones de Coca en San Rafael y Quijos AJ Bombón.

Cuadro 6/2

CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y ANUALES DEL LAPSO HISTORICO (m³/s)

Estación	Lapso	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Quijos en Baeza	1964-1990	35	31	41	46	53	67	72	58	50	42	35	31	48
Cosanga AJ Quijos	1970-1987	24	30	36	51	52	65	62	50	43	37	31	24	43
Quijos AJ Borja	1978-1989	52	64	70	99	114	140	139	103	92	79	64	56	88
Oyacachi AJ Quijos	1972-1988	32	35	44	50	59	79	92	69	55	40	34	33	52
Quijos AJ Bombón	1978-1990	123	144	172	216	233	273	269	208	183	157	137	123	181
Coca en San Rafael	1972-1987	215	225	287	328	357	449	471	377	310	253	236	217	310

7. CAUDALES EN EL SITIO DE LA PRESA SALADO

7.1 Estimación de la serie histórica de caudales

La serie histórica de caudales está representada por el lapso más largo de observación en las estaciones hidrométricas aprovechables.

La estación de referencia, utilizada en el estudio anterior de Fase A, para estimar los caudales medios mensuales del río Coca, en correspondencia de los sitios de presa previstos, fue la de San Rafael y el lapso histórico disponible de 13 años, desde 1973 hasta 1985.

Al utilizarse los datos disponibles en la misma estación San Rafael, el período histórico se alarga, prácticamente, en un solo año, debido a su destrucción con el sismo de 1987.

Para la transposición de los valores de caudales, desde la estación San Rafael al sitio de presa de derivación Salado, se ha utilizado la relación obtenida en el estudio de Fase A, según lo que se menciona a continuación.

La determinación de los caudales medios diarios, en los sitios de presa previstos en dicha Fase A, se efectuó, en el estudio anterior, mediante transposición de valores registrados en la estación Coca AJ Malo, después de la revisión efectuada de estos valores por contraste con la estación San Rafael. En esta revisión se determinó el valor de 0.9502 como la relación entre los caudales medios diarios entre Coca AJ Malo y San Rafael.

La transposición de los valores de caudales medios diarios desde Coca AJ Malo y el sitio de presa de derivación Salado se efectuó mediante la consideración de la diferencia de área de las cuencas tributarias respectivas y de la diferente pluviosidad media sobre las mismas, resultando en 0.988 el valor de la relación entre los caudales en la presa de derivación Salado y Coca AJ Malo. Si a esta relación se aplica el valor de la razón entre los caudales de Coca AJ Malo y San Rafael, arriba indicada, se obtiene el valor de 0.939 para la relación entre los caudales medios diarios en el sitio Salado y San Rafael.

Este valor de relación se ha utilizado, en el estudio presente, especialmente para la determinación de la curva de duración de los caudales diarios en la presa de derivación Salado y en los cálculos de caudales derivables en la presa de derivación prevista en el mismo sitio.

La aplicación del valor 0.939 como la relación entre caudales en la presa de derivación Salado y en San Rafael ha permitido alargar hasta febrero de 1987 (con

una estimación de los caudales de los últimos 5 días faltantes de este mes) la serie de caudales estimados para el sitio Salado.

Una ulterior extensión del período histórico de caudales estimados para este sitio, hasta cubrir el lapso de 18 años, hasta junio de 1990, se ha efectuado por correlación con los datos de caudales medios mensuales registrados en la estación Quijos AJ Bombón.

En efecto, existe una buena correlación entre los valores de dichos caudales medios mensuales en Quijos AJ Bombón y los calculados para el río Coca en el Salado desde San Rafael, en el lapso común de datos, según la ecuación lineal.

$$Q_{sal} = 1.5155 * Q_{qbom} + 16.14$$

con coeficiente de correlación $r = 0.947$

Por medio de las dos correlaciones arriba mencionadas, con San Rafael y Quijos AJ Bombón, se ha logrado estimar una serie de casi 18 años de caudales medios mensuales, entre agosto de 1972 y junio de 1990. Estos valores figuran en el Cuadro 7/1, junto a algunos parámetros de estadística básica.

Una posible correlación de caudales mensuales entre el río Coca y el sitio Salado y la suma (Quijos AJ Borja + Oyacachi) no se ha podido efectuar por las amplias lagunas de datos especialmente de esta segunda estación.

Otras posibles correlaciones con únicamente las estaciones de Quijos AJ Borja o Quijos en Baeza, se han descartado por la excesiva diferencia de áreas de cuenca y de pluviosidad.

De la serie de caudales estimados en el Salado, aquellos obtenidos por correlación desde San Rafael son ciertamente más confiables debido a la mínima diferencia de áreas de cuenca; mientras que en la correlación con Quijos AJ Bombón, la contribución del río Salado no es tomada en cuenta, directamente.

Una estimación alternativa, de los caudales mensuales calculados por correlación desde Quijos AJ Bombón, se ha ensayado por correlación múltiple con las precipitaciones mensuales en seis estaciones de la cuenca tributaria del río Coca en el Salado, que disponen de una mayor regularidad de observaciones. Esto es, Papallacta, Cuyuja, Cosanga, Oyacachi, El Chaco y río Salado, cuyos datos han sido afectados por sendos pesos, en consideración de las respectivas áreas de influencia. Una séptima variable se ha introducido con la estimación de la precipitación en la cuenca del río Salado, a través de los datos de la estación río Salado y con base en una correlación entre esta estación y una cantidad modesta de observaciones mensuales en las estaciones Planada de la Virgen y Salado Guataringo.

La calibración de dicha correlación múltiple se ha efectuado sobre los 36 meses del trienio 1984-1986 y la ecuación resultante se da a continuación:

$$Q_{sal} = 844.9 + 5.364 \cdot P_{pap} - 3.248 \cdot P_{cuy} + 4.004 \cdot P_{cos} + 1.922 \cdot P_{oya} + 0.727 \cdot P_{cha} - 109.093 \cdot P_{rsal} + 117.304 \cdot P_{sal}$$

donde Q_{sal} es el caudal mensual en el sitio de presa de derivación Salado, en m^3/s , y las precipitaciones mensuales, afectadas con el peso respectivo, están en mm; en particular, P_{rsal} es la precipitación en la estación río Salado y P_{sal} la estimada para la cuenca del río Salado. El coeficiente de la correlación es $r = 0.908$.

En el Cuadro 7/2 se muestra el esquema de cálculo que ha sido desarrollado para los tres años 1987-1989 y los valores de caudal mensual que han resultado.

Una correlación lineal entre los valores de caudal así calculados y los respectivos del Cuadro 7/1, ya citado, arroja un coeficiente de correlación $r = 0.786$, que no es muy elevado, pero también demuestra la aceptabilidad de ambos procedimientos.

Por la uniformidad de parámetros y menor complejidad de cálculo se ha decidido adoptar los resultados consignados en el Cuadro 7/1 como más aceptables para la estimación de los caudales medios mensuales aprovechables en el sitio de la presa de derivación Salado.

7.2 Generación estocástica de caudales medios mensuales

En los estudios anteriores de Fase A, la existencia de alternativas de proyecto con un gran embalse de regulación para los aportes del río Coca, hizo necesaria la aplicación de un procedimiento de generación de caudales medios mensuales con el fin de disponer de un lapso conveniente para los análisis de regulación.

Al haberse descartado estas alternativas, a raíz del sismo de marzo de 1987, se ha perdido la posibilidad de dicha regulación y, por ende, la generación de caudales mensuales no es ya tan necesaria. Se ha querido, sin embargo, efectuar tal generación con el objeto de disponer de una mayor información sobre la disponibilidad de caudales en el sitio de la presa de derivación Salado.

Siendo invariables las condiciones hidrológicas, se ha aplicado el mismo modelo Thomas/Fiering de generación estocástica de caudales medios mensuales, ya descrito en el Capítulo 7 del estudio anterior de Fase A¹.

La base de cálculo está constituida por la serie de 17 años de caudales mensuales estimados para el sitio de presa de derivación Salado. Se han generado tres series de 50 años de caudales medios mensuales, con la aplicación de una distribución logarítmica, para evitar la posibilidad de generar valores negativos.

Los cuadros que ilustran las fases principales de dicha generación figuran en el Apéndice D.

¹ INECCEL y la Asociación de Compañías Consultoras, Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair, Fase "A", Anexo B, Hidrología, Tomo I, mayo 1988.

Cuadro 7/1

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)
RIO COCA - ESTACION EL SALADO (3.600 km²)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promed.
1972								350	370	225	302	248	
1973	314	312	271	240	338	367	426	352	303	168	182	149	285
1974	161	251	181	239	390	397	571	384	288	286	339	321	318
1975	392	224	270	300	372	605	408	462	323	308	286	229	349
1976	305	200	212	334	429	658	636	478	288	199	253	225	352
1977	124	326	532	395	392	470	472	417	334	281	193	202	345
1978	195	303	369	413	294	454	438	317	278	303	181	125	306
1979	77	81	213	341	291	356	377	300	261	190	172	211	240
1980	208	116	329	314	349	514	346	265	214	264	192	117	270
1981	99	196	186	249	227	307	529	311	227	179	186	199	242
1982	189	144	228	304	342	291	415	375	264	192	219	181	263
1983	226	203	231	312	432	248	311	336	332	283	218	206	279
1984	200	268	222	298	227	366	343	262	299	227	198	198	259
1985	145	201	289	223	290	462	416	400	268	229	178	136	271
1986	161	131	246	352	309	404	543	296	314	232	233	306	295
1987	228	496	327	429	385	432	412	396	312	283	225	234	346
1988	71	186	179	300	303	265	346	207	166	191	265	183	223
1989	378	312	342	322	520	728	483	337	324	351	277	183	360
1990	288	315	448	417	496	590							
MAX (m ³ /s)	392	496	532	429	520	728	636	478	370	351	339	301	330
MIN (m ³ /s)	71	81	179	223	227	248	311	207	186	168	172	117	223
MEQ (m ³ /s)	208	237	282	321	355	440	440	347	288	244	228	208	295
DIF (m ³ /s)	95	99	96	62	81	136	89	70	46	53	49	55	45
CVA	0.1	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
Q(1/s/362)	59.0	65.8	76.3	89.2	98.7	122.1	122.1	96.4	80.0	67.8	63.3	56.4	82.0
Escurt(%)	160	171	210	239	256	327	317	258	214	164	169	146	2525
Escurt.(%)	6.9	6.5	8.0	9.1	9.7	12.5	12.1	9.8	8.2	6.2	6.5	5.5	100
Desgo	0.5	0.8	1.3	0.2	0.4	0.6	0.7	0.0	-0.6	0.3	0.8	0.5	1.3
LWR	3.0	4.8	4.8	2.8	3.3	3.1	3.4	3.3	3.7	2.6	3.2	3.8	2.1
Q90 (m ³ /s)	82	136	155	273	246	258	321	254	227	174	162	130	234
Q95 (m ³ /s)	44	67	116	213	215	204	285	226	208	153	143	108	216

Factor de Frecuenc. t/Student. para Q90 =1.33 y para Q95 =1.75

Cuadro 7/2

ESTIMACION DE CAUDALES MENSUALES AL SITIO SALADO
POR CORRELACION MULTIPLE DE SIETE VARIABLES

Ecuación: $Q_{sal} = 844.88 + 5.364 * P_{pap} - 3.248 * P_{cyu} + 4.004 * P_{cos} + 1.922 * P_{oya} + .727 * P_{cha} - 109.093 * P_{rsal} + 117.304 * P_{sal}$

Año	Mes	Papallacta	Cuyuja	Cosanga	Oyacachi	El Chaco	Río Salado	Cuenca Sal.	Prom.	Qsal							
										Cuenca (m3/s)							
1987	1	41	4,1	123	18,5	140	21,0	50	7,5	158	23,7	153	30,6	110	21,9	127	159
	2	192	19,2	291	43,7	406	60,9	233	35,0	452	67,8	395	79,0	336	67,2	373	425
	3	33	3,3	55	8,3	185	27,8	49	7,4	101	15,2	127	25,4	85	17,1	104	206
	4	134	13,4	223	33,5	477	71,6	188	28,2	414	62,1	247	49,4	198	39,5	298	439
	5	109	10,9	176	26,4	362	54,3	124	18,6	272	40,8	285	57,0	233	46,6	255	349
	6	99	9,9	158	23,7	352	52,8	94	14,1	235	35,3	281	56,2	229	45,9	238	334
	7	109	10,9	189	28,4	226	33,9	115	17,3	237	35,6	313	62,6	259	51,8	240	257
	8	76	7,6	122	18,3	237	35,6	155	23,3	192	28,8	307	61,4	254	50,7	226	285
	9	63	6,3	112	16,8	224	33,6	71	10,7	162	24,3	272	54,4	221	44,2	190	244
	10	72	7,2	137	20,6	242	36,3	115	17,3	215	32,3	263	52,6	212	42,5	209	265
	11	32	3,2	67	10,1	143	21,5	40	6,0	141	21,2	169	33,8	125	24,9	121	180
	12	36	3,6	88	13,2	135	20,3	82	12,3	161	24,2	204	40,8	157	31,5	146	185
1988	1	56	5,6	67	10,1	82	12,3	43	6,5	181	27,2	169	33,8	125	24,9	120	162
	2	58	5,8	141	21,2	191	28,7	66	9,9	180	27,0	267	53,4	216	43,2	189	208
	3	111	11,1	126	18,9	154	23,1	168	25,2	232	34,8	241	48,2	192	38,4	200	254
	4	116	11,6	205	30,8	329	49,4	185	27,8	242	36,3	260	52,0	210	41,9	250	331
	5	127	12,7	188	28,2	286	42,9	154	23,1	255	38,3	331	66,2	276	55,2	267	318
	6	191	19,1	227	34,1	380	57,0	155	23,3	252	37,8	279	55,8	227	45,5	272	385
	7	176	17,6	140	21,0	275	41,3	125	18,8	146	21,9	245	49,0	196	39,1	209	333
	8	113	11,3	141	21,2	266	39,9	112	16,8	216	32,4	226	45,2	178	35,6	202	296
	9	110	11,0	125	18,8	222	33,3	90	13,5	182	27,3	259	51,8	209	41,7	197	268
	10	73	7,3	158	23,7	251	37,7	106	15,9	160	24,0	197	39,4	151	30,2	178	246
	11	109	10,9	214	32,1	279	41,9	129	19,4	339	50,9	327	65,4	272	54,5	275	293
	12	48	4,8	73	11,0	90	13,5	90	13,5	199	29,9	257	51,4	207	41,4	165	183
1989	1	61	6,1	141	21,2	184	27,6	55	8,3	240	36,0	141	28,2	99	19,7	147	197
	2	79	7,9	101	15,2	172	25,8	79	11,9	177	26,6	383	76,6	325	64,9	229	241
	3	113	11,3	136	20,4	226	33,9	137	20,6	177	26,6	218	43,6	170	34,1	190	276
	4	55	5,5	100	15,0	231	34,7	118	17,7	155	23,3	276	55,2	225	44,9	196	263
	5	218	21,8	208	31,2	503	75,5	278	41,7	247	37,1	377	75,4	319	63,8	346	527
	6	268	26,8	390	58,5	545	81,8	286	42,9	489	73,4	505	101,0	439	87,7	472	531
	7	191	19,1	151	22,7	463	69,5	149	22,4	185	27,8	233	46,6	184	36,9	245	459
	8	79	7,9	119	17,9	318	47,7	150	22,5	257	38,6	369	73,8	311	62,3	271	348
	9	89	8,9	144	21,6	307	46,1	175	26,3	223	33,5	291	58,2	239	47,7	242	331
	10	97	9,7	138	20,7	396	59,4	128	19,2	291	43,7	265	53,0	214	42,9	249	383
	11	37	3,7	83	12,5	173	26,0	52	7,8	192	28,8	201	40,2	155	30,9	150	205
	12	10	1,0	30	4,5	42	6,3	4	0,6	10	1,5	164	32,8	120	24,0	71	101

En el Cuadro 7/3 se comparan los valores estadísticos medios mensuales y anuales de las series generadas con los valores estadísticos de la serie histórica del río Coca al sitio Salado.

Cuadro 7/3

RIO COCA - RESUMEN DE LA GENERACION DE CAUDALES EN EL SALADO (10^6 m^3)

Parámetros Característicos	Serie Histórica	1	Series Generadas 2	3
FLUJO ANUAL				
Máximo	11.982	11.853	13.272	12.644
Mínimo	7.048	7.383	7.420	7.250
Medio	9.314	9.348	9.121	9.261
Desviación Típica	1.454	1.118	1.053	1.049
Coefficiente Sesgo	0,28	0,20	1,27	0,42
FLUJO MENSUAL				
Máximo	1.887	2.181	1.963	2.416
Mínimo	190	153	186	143
Medio	776	779	760	772
Desviación Típica	295	306	302	312
Coefficiente Sesgo	0,82	1,20	0,83	0,89
Coefficiente Variación	0,38	0,39	0,40	0,40

Se puede observar que, en general, los parámetros estadísticos de las series generadas se presentan con valores muy próximos a la serie histórica, siendo la serie No. 1 la que, en general, muestra una mayor similitud.

El modelo Thomas/Fiering, si por un lado tiene la característica de preservar la distribución estacional de los valores mensuales de caudal, dentro del año, por otro lado no es apto para poner en evidencia una eventual periodicidad de los valores anuales. La serie histórica estimada para el sitio Salado dispone de tan solo de 17 años, así que tampoco permite tal evaluación.

La estación Quijos en Baeza ofrece una serie histórica de caudales algo más larga, cubriendo un lapso de 26 años, entre junio de 1964 y mayo de 1990, la cual resulta bien relacionada con la serie del Coca en San Rafael, para el lapso común de observaciones. El diagrama unitario adimensional de masa de los caudales medios anuales en Baeza, cuyos datos se incluyen en el Cuadro B/1 del Apéndice B, presenta la sucesión de dos distintos períodos hidrológicos: el primero, de unos 14 años, entre 1964-65 y 1977-78, con caudales, por lo general, mayores del promedio general, y el segundo, de unos 10 años de duración, entre 1978-79 y 1987-88, con valores medianamente menores del promedio general. Los últimos dos años de la serie están alrededor del promedio.

Esta información, aunque insuficiente para proporcionar una indicación de periodicidad para la hidraulicidad anual del río Coca, parece evidenciar la posible existencia de series prolongadas de años con caracteres hidráulicos similares (ya sea mayores o bien menores del caudal promedio general, "módulo hidráulico del río"). En particular, el déficit acumulado durante la serie negativa, arriba mencionada, rebasa el valor del mismo "módulo" y esta perspectiva convendrá que sea tomada en cuenta en el diseño de las obras del aprovechamiento hidroeléctrico.

7.3 Caudales derivables a filo de agua

7.3.1 Caudales derivables en el lapso histórico La presa prevista en el sitio Salado, por su baja altura va a disponer de una pequeña capacidad de embalse, no suficiente para permitir la regulación de los caudales naturales que entran, sino en una cantidad muy modesta. Además, dicha capacidad está destinada a reducirse todavía más hasta anularse en breve tiempo por efectos de la sedimentación de los materiales acarreados por las aguas.

Se trata, por tanto, de determinar los caudales derivables a "filo de agua", esto es, sin regulación, y el cálculo se efectúa por medio de un análisis de persistencia de los caudales naturales diarios, que son iguales o menores del caudal de diseño de la toma de derivación. El valor de este caudal se ha fijado igual a aquel con duración 90% (Q90%).

Si se toma en consideración la curva de duración general de caudales medios diarios del río Coca en San Rafael, para el lapso de 15 años, entre enero de 1972 y diciembre de 1986, el valor del caudal con duración 90% resulta ser de 138 m³/s y el valor respectivo del caudal transpuesto al sitio Salado, según el coeficiente 0.939 ya mencionado al numeral 7.1, anterior, es de aproximadamente 130 m³/s. El valor mínimo absoluto del caudal diario en San Rafael ocurrió el 11 de febrero de 1979, con 56,8 m³/s, siendo el valor respectivo en el sitio Salado de aproximadamente 53 m³/s.

Un análisis similar se ha efectuado para los caudales diarios en Quijos AJ Bombón, sobre un lapso de 12 años, entre agosto de 1978 y julio de 1990. El valor del caudal con duración 90% resulta ser de unos 76 m³/s y el correspondiente en el Salado aproximadamente 131 m³/s, según la correlación entre los caudales de los dos sitios, mencionada en el numeral 7.1, anterior. El caudal diario mínimo registrado en Quijos AJ Bombón ocurrió el 4 de febrero de 1979, con 31,4 m³/s, y el respectivo en el Salado, según la correlación mencionada, es aproximadamente 64 m³/s.

Los valores resultantes de las dos estimaciones de Q90% en el sitio Salado, desde Coca en San Rafael y Quijos AJ Bombón, según lo mencionado arriba, están en buen acuerdo, por lo tanto, el valor de Q90% que se adopta es 130 m³/s.

El análisis de los caudales efectivamente derivables anualmente, se ha efectuado sobre el lapso total de 18 años, utilizando los 15 años de datos disponibles en San Rafael (junio 1972-mayo 1986) y los tres sucesivos (junio 1986-mayo 1990) en Quijos AJ Bombón, y mediante la aplicación de las correlaciones respectivas con el sitio

Salado, antes mencionadas. Se han utilizado las curvas anuales de duración de los caudales medios diarios de ambas estaciones, las que figuran en los Cuadros E/1 y E/2 del Apéndice E.

En el Cuadro 7/4 se resumen los resultados de dicho análisis y para cada uno de los años del lapso disponible, se dan: 1) la duración porcentual del valor Q90% escogido, 2) el volumen efectivo de agua derivable, en 10^6 m^3 , y 3) el valor del déficit de la derivación en porcentaje del volumen máximo derivable.

Cuadro 7/4

SITIO DE PRESA SALADO - VALORES CARACTERISTICOS DE LA
DERIVACION ANUAL DE AGUA DURANTE EL LAPSO HISTORICO
Junio 1972-mayo 1990

Año	Caudal Mínimo (m^3/s)	Q90% Anual (m^3/s)	Duración de Q90% (%)	Derivación E (10^6 m^3)	Déficit de Derivación (%)
1972-73	117	174	99,3	4.097	0,07
1973-74	99	124	87,5	4.041	1,44
1974-75	143	190	100,0	4.100	0
1975-76	120	163	98,2	4.096	0,09
1976-77	94	140	92,4	4.052	1,18
1977-78	92	131	90,6	4.036	1,55
1978-79	53	82	74,5	3.768	8,11
1979-80	77	106	78,5	3.926	4,25
1980-81	77	101	75,5	3.895	5,02
1981-82	105	134	92,0	4.073	0,65
1982-83	99	145	95,3	4.071	0,70
1983-84	129	162	99,9	4.100	0
1984-85	94	120	85,4	4.027	1,79
1985-86	92	118	85,7	4.009	2,21
1986-87	144	213	100,0	4.100	0
1987-88	72	125	89,2	3.962	3,33
1988-89	134	174	100,0	4.100	0
1989-90	183	227	100,0	4.100	0
Total	53	146		4.031	1,69

- Lapso anual de junio a mayo.
- Derivación: volumen de agua derivable para caudales iguales o menores Q90%.
- Déficit de derivación: diferencia en % entre el volumen máximo de agua derivable en el año por Q90% ($4.352 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) y el que es posible derivar efectivamente.

Se puede observar que el déficit promedio en todo el lapso de 18 años ha representado el 1,69% del volumen máximo de agua derivable con el caudal de diseño Q90%. Los valores más altos del déficit anual, entre 4,25 y 8,11%, se habrían presentado durante tres años seguidos, entre 1978 y 1981; mientras que en otros años, 1974-75, 1983-84, 1986-87, 1988-89 y 1989-90, no se habría tenido déficit por haber quedado el caudal mínimo anual por arriba del valor Q90%.

7.3.2 Análisis estadístico de la derivación a filo de agua Las series de valores anuales de caudal mínimo y volumen de agua derivable, que figuran en el Cuadro 7/4 arriba mencionado, se han analizado estadísticamente con el objeto de determinar los valores probables, según períodos de retorno prefijados.

El análisis de los valores de caudales mínimos diarios se ha efectuado por el método de Gumbel y los resultados se muestran a continuación:

Período de retorno Tr	(años)	10	50	100
Caudal diario mínimo en Salado	(m ³ /s)	67	47	39

El análisis estadístico de los escurrimientos derivables anualmente, en conformidad con el caudal de diseño asumido Q90% = 130 m³/s se ha efectuado según la distribución "t" de Student, más apropiada por tratarse de una serie con menos de 20 años.

La formula aplicada es la siguiente:

$$E_n = E_m - K_n \cdot DTP$$

siendo:

E_n volumen de agua derivable con período de retorno de "n" años.

E_m volumen de agua derivable en promedio en el lapso histórico.

DTP desviación típica de la misma serie.

K_n valor del factor de frecuencia, variable según el período de retorno de "n" años.

Período de retorno Tr	(años)	10	50	100	200
Factor de frecuencia		1,33	2,30	2,65	3,01
Volumen anual de agua derivable	(10 ⁶ m ³)	3.910	3.822	3.790	3.758

8. CRECIDAS CRITICAS

El presente estudio de crecidas desarrolla nuevos cálculos con el propósito de actualizar los resultados de los estudios anteriores de la Fase A. Estos nuevos cálculos consisten, esencialmente, en:

- Un nuevo análisis estadístico de picos máximos de crecidas registradas en la estación San Rafael y sucesiva transposición al sitio de presa Salado, y
- Aplicación del modelo probabilístico-determinístico de simulación HEC-1 a la cuenca drenada en el Salado.

La denominación de crecidas críticas se refiere a eventos máximos probables, según períodos de retorno prefijados. En el caso presente se han considerado períodos de 10, 20, 50, 100, 1.000 y 10.000 años.

8.1 Análisis estadístico de crecidas

Las series de caudales máximos instantáneos tomados en consideración son los extremos anuales en las estaciones limnigráficas del río Coca en San Rafael y río Quijos AJ Bombón, para los lapsos de registros respectivos. En el Cuadro 8/1 se indican dichos valores extremos con las fechas de ocurrencia respectivas.

Ambas series de valores extremos se han analizado estadísticamente para distintos períodos de retorno, según diferentes distribuciones, habiéndose escogido la de Gumbel, por el método de los momentos, que muestra valores más ajustados y prudentiales.

Los resultados de estos análisis, en términos de caudales (m^3/s) y rendimientos de cuenca ($\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$) máximos probables, se dan en el Cuadro 8/2. En el mismo cuadro figura una estimación de los caudales de pico en el sitio de presa Salado, obtenidos por interpolación de los valores de rendimiento de cuenca.

Cuadro 8/1

CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS EN SAN RAFAEL Y QUIJOS
AJ BOMBON

Año	Río Coca en San Rafael		Río Quijos AJ Bombón	
	Fecha	Qmax (m ³ /s)	Fecha	Qmax (m ³ /s)
1972	27-07	*		
1973	06-07			
1974	07-07			
1975	18-07			
1976	08-06			
1977	06-03			
1978	06-06	*		
1979	27-11		27-11	814
1980	27-06		27-06	1.037
1981	04-07		03-07	1.447
1982	27-05		30-07	628
1983	02-05		02-05	815
1984	22-09		22-09	927
1985	24-05		24-05	932
1986	22-07		23-07	1.276
1987	20-02	*	03-02	1.397
1988			26-05	1.887
1989			06-07	1.881
1990			11-06	* 2.106

Nota: El valor de Qmax en San Rafael en 1987 es relativo a los dos únicos meses de datos de la estación, antes de su destrucción, pero, en consideración de los eventos de crecidas en Quijos AJ Bombón, en el mismo año, se asume como representativo del año considerado.

*: Incompleto.

Cuadro 8/2

CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS PROBABLES EN SAN RAFAEL, QUIJOS AJ BOMBON Y COCA EN EL SALADO

Período de retorno (años)	10	50	100	500	1.000	10.000
Río Coca en San Rafael:						
Qmax (m ³ /s)	3.477	3.914	4.479	4.903	6.303	7.700
Rendimiento (m ³ /s/km ²)	0,92	1,03	1,08	1,29	1,66	2,03
Río Quijos AJ Bombón:						
Qmax (m ³ /s)	1.898	2.172	2.526	2.791	3.668	4.543
Rendimiento (m ³ /s/km ²)	0,78	0,89	1,03	1,14	1,50	1,86
Río Coca en el Salado:						
Qmax (m ³ /s)	3.240	3.636	4.176	4.608	5.904	7.200
Rendimiento (m ³ /s/km ²)	0,90	1,01	1,16	1,28	1,64	2,00

8.2 Aplicación del modelo HEC-1

El procedimiento de cálculo está basado en la metodología del hidrograma unitario, mediante la operación del modelo computerizado de simulación HEC1².

El modelo ha sido aplicado a la cuenca tributaria del río Coca en el sitio de la presa de derivación Salado y la preparación de los elementos necesarios para su operación se ha efectuado según los siguientes pasos:

- Subdivisión de la cuenca total en cuencas parciales para conseguir una mayor confiabilidad en la aplicación de la metodología del hidrograma unitario.
- Determinación de los parámetros de escurrimiento característicos de cada cuenca parcial.
- Estimación de las precipitaciones críticas que originan las crecidas, según períodos de retorno prefijados, en términos de intensidad, duración y distribución areal y temporal.
- Calibración del modelo en base a una tormenta generalizada sobre toda la cuenca.

² U.S. Army Corps of Engineers - HEC-1, Flood Hydrograph Package, Septiembre de 1981, rev. Enero 1985.

8.2.1 Subdivisión en cuencas parciales La cuenca tributaria del río Coca en el Salado ha sido subdividida en las cuencas parciales siguientes:

- Cuenca alta del río Quijos ("Quijos Arriba") hasta la confluencia con el río Cosanga (889 km²).
- Cuenca del río Cosanga ("Cosanga") hasta la confluencia con el río Quijos (496 km²).
- Cuenca del río Oyacachi ("Oyacachi") hasta la confluencia con el río Quijos (702 km²).
- Cuenca intermedia del río Quijos ("Quijos Int. 1") entre las confluencias con los ríos Cosanga y Oyacachi (294 km²).
- Cuenca del río Salado ("Salado") hasta la confluencia con el río Quijos (923 km²).
- Cuenca intermedia del río Quijos ("Quijos Int. 2") entre la confluencia con el río Oyacachi y el sitio de presa de derivación Salado (296 km²).

Se han considerado, además, los dos tramos de río siguientes para la transferencia de ondas de crecida:

- Tramo del río Quijos entre la confluencia de los ríos Quijos ("arriba") y Cosanga y la confluencia de los ríos Quijos y Oyacachi.
- Tramo del río Quijos entre la confluencia de los ríos Quijos y Oyacachi y el sitio de presa Salado.

8.2.2 Parámetros de escurrimiento característicos La aplicación del modelo HEC-1 se ha efectuado según la metodología del Soil Conservation Service (SCS) de EE.UU³, ya sea en lo que se refiere a la forma del hidrograma unitario, como con respecto al cálculo de la precipitación efectiva.

El hidrograma unitario del SCS está representado en forma adimensional en la Figura 8/1. Los parámetros para adaptar dicho hidrograma unitario a cada cuenca parcial son: 1) el tiempo de retardo, T_r ("Lag"), entre los baricentros del hidrograma y de la precipitación unitaria sobre la cuenca; 2) la duración " D_u " de la precipitación unitaria; y 3) el volumen " V " de la precipitación unitaria sobre la cuenca.

El tiempo de retardo de cada cuenca se ha calculado, como lo sugerido por el SCS, según la razón con el tiempo de concentración " T_c ", o sea: $T_r/T_c = 0,6$. Los valores de T_c para cada cuenca parcial se han traído del análisis de isocronas del estudio de crecidas de la Fase A, antecedente.

³ U.S. Department of the Interior. Bureau of Reclamation. Design of Small Dams.

La duración D_u de la precipitación unitaria se ha asumido en una hora para todas las cuencas parciales, y el volumen V resulta del producto de esta precipitación por el área de la cuenca respectiva.

El Numero de Curva, "NC", es el parámetro sugerido por el SCS para calcular la precipitación efectiva, la cual determina el escurrimiento de la crecida. Dicho NC corresponde a una característica del drenaje de los suelos en función de su textura hidrológica, recubrimiento vegetativo y uso del suelo y condición de humedad antecedente. Se han tomado en consideración cuatro tipos vegetativos: páramo, pastos, bosque y cultivos y se ha analizado su incidencia porcentual en cada cuenca parcial, en base al estudio de diagnóstico ambiental, existente.

En el Cuadro 8/3 se muestra el resultado de dicho análisis y los valores de NC estimados para cada cuenca parcial.

Cuadro 8/3

RIO COCA AL SITIO EL SALADO
CUENCAS PARCIALES - ESTIMACION DEL NUMERO DE CURVA (NC)

Cuenca	Páramo NC=85 %		Pastos NC=80 %		Bosque NC=75 %		Cultivos NC=90 %		NC
Quijos Arriba	15	12,8	30	24,0	45	33,8	10	9,0	80
Cosanga	5	4,3	20	16,0	70	52,5	5	4,5	77
Oyacachi	10	8,5	30	24,0	55	41,3	5	4,5	78
Quijos Int. 1	0	0,0	20	16,0	70	52,5	10	9,0	78
Salado	15	12,8	25	20,0	55	41,3	5	4,5	79
Quijos Int. 2	0	0,0	9	7,2	90	67,5	1	0,9	76

8.2.3 Distribución areal de la precipitación crítica El análisis de distribución areal de las tormentas sobre la cuenca tiene por objeto la determinación de las precipitaciones críticas en las distintas cuencas parciales. La escasez de la información pluviométrica necesaria, sea en cantidad de estaciones o en duración de observaciones, fue superada en el estudio anterior de crecidas de la Fase A, mediante la agrupación de estaciones seleccionadas con características de pluviosidad similares con respecto a eventos de tormentas. Por seguir existiendo aún esta misma carencia, se ha seguido el mismo procedimiento también para el presente estudio. Dicha agrupación de estaciones, según el método "año-estación" (Station-Year Method), permite obtener series de datos más largas y se ha utilizado para estimar las precipitaciones críticas en cada una de las cuencas parciales.

Los grupos así formados son seis y se indican a continuación junto a las estaciones que los integran:

Grupo 1:	Papallacta, Oyacachi, Quijos Superior y Planada de la Virgen
Grupo 2:	San Juan Grande y Saraurcu Sur
Grupo 3:	Cuyuja
Grupo 4:	Cosanga, Cosanga Superior, Borja Superior y Murallas del Medio
Grupo 5:	Baeza y El Chaco
Grupo 6:	Río Salado

Las series alargadas de cada grupo, que se habían formado en el estudio anterior de la Fase A, sumando los períodos de observación en cada estación del mismo grupo, han sido actualizadas en el presente estudio con la agregación de los datos de observación sucesivos, disponibles hasta diciembre de 1989. Para estos nuevos datos se ha vuelto a comprobar el carácter de independencia, esto es que los eventos máximos considerados no ocurran en el mismo día para las estaciones del mismo grupo.

Los eventos máximos que se han tomado en consideración son los extremos anuales de precipitación de uno y de dos días seguidos. Las series de datos de cada grupo figuran en los cuadros del Apéndice E.

En correspondencia con los grupos de estaciones, la superficie de la cuenca hidrográfica ha sido subdividida en seis "zonas hidrológicas" que quedan bajo la influencia de la precipitación del grupo respectivo. Estas zonas se identifican, básicamente, en función de la altitud y de las cuencas de los ríos principales; su caracterización por intervalos altimétricos es, indicativamente, la siguiente:

Zonas 5 y 6	Cotas menores de 2.500 m s.n.m.
Zonas 2 y 4	Cotas entre 2.500 y 3.500 m s.n.m.
Zona 1	Cotas mayores de 3500 m s.n.m.
Zona 3	Cotas entre 2.000 y 3.500 m s.n.m. en el curso del río Quijos AJ río Cosanga

La numeración de cada zona corresponde a la agrupación de estaciones arriba mencionada. En el Plano 0209-H-2002 se puede apreciar la subdivisión de la cuenca total en dichas seis zonas hidrológicas y la ubicación de las estaciones pluviométricas, dentro de las mismas.

La precipitación dentro de las cuencas parciales, que se han considerado para la operación del modelo HEC-1, se calcula en base a las cuotas de área de aquellas de las seis zonas mencionadas. Esta participación en cada cuenca parcial se muestra a continuación, en valores porcentuales:

Cuenca	Participación de los grupos de estaciones, en %						
	Grupos:	1	2	3	4	5	6
Quijos Arriba		60%		20%		20%	
Cosanga					100%		
Oyacachi		25%	60%			15%	
Quijos Int. 1			35%		15%		
Salado		30%	35%			35%	
Quijos Int. 2					20%	60%	20%

8.2.4 Análisis de probabilidad de las precipitaciones de tormenta Las estaciones pluviométricas que han sido tomadas en consideración para el análisis de frecuencia de eventos de mayor intensidad son aquellas mencionadas en el párrafo anterior.

En consideración de la amplitud de la cuenca objeto del presente estudio y de los resultados de análisis muy detallados, que se obtuvieron en el estudio anterior de la Fase A, sobre la duración de tormentas de mayor importancia y difusión areal, las lluvias de mayor intensidad analizadas son aquellas extremas anuales con duración de uno y dos días seguidos.

El análisis probabilístico se ha efectuado sobre la serie de eventos seleccionados para grupo de estaciones, según diferentes distribuciones estadísticas, habiendo resultado la de Gumbel, por el método de los momentos, ser aquella que presenta, en la generalidad de los casos, el mejor ajuste, para períodos de retorno entre 10 y 10.000 años.

Los valores así obtenidos tienen un significado puntual, siendo referidos a las distintas estaciones de observación. Su transposición al área de las distintas cuencas parciales se ha efectuado por medio de Factores Areales (F.A.), derivables de las curvas "Intensidad-Duración-Área", ya utilizadas en el estudio anterior de la Fase A, para eventos con duración de uno, dos y tres días. Dichas curvas se muestran en la Figura 8/2.

Puesto que para la aplicación del modelo de simulación se requiere el detalle horario de la precipitación, la conversión para pasar del valor estadístico diario al de 24 horas se ha efectuado mediante multiplicación por el factor 1.13, que es de general aceptación⁴.

En los Cuadros 8/4 y 8/5 se resumen los valores de las precipitaciones críticas estimadas para las distintas cuencas parciales, para tormentas con duración de 24 y 48 horas, respectivamente. En los mismos cuadros se resumen, además, los resultados de los análisis probabilísticos efectuados para las diferentes agrupaciones de esta-

⁴ R.K. Linsley. Hydrology for Engineers (1975).

Cuadro 8/4

PRECIPITACIONES CRITICAS DE 24 HORAS EN LAS CUENCAS PARCIALES (mm)

Período de retorno (años)		10	20		50		100		1.000		10.000			
1) Probabilidad de 1 día														
Grupos	No. Años	F.A.	Pmx	P'mx	Pmx	P'mx	Pmx	P'mx	Pmx	P'mx	Pmx	P'mx	Pmx	P'mx
1	49	0,79	65	51	74	58	86	68	94	74	122	96	151	119
2	16	0,80	87	70	96	77	107	86	116	93	144	115	173	138
3	12	0,81	59	48	64	52	72	58	78	63	97	79	115	93
4	35	0,88	95	84	107	94	123	108	134	118	173	152	212	187
5	31	0,81	77	62	84	68	93	75	100	81	123	100	145	117
6	12	0,71	102	72	114	81	130	92	143	102	183	130	223	158
2) Probabilidad de 24 horas														
Cuencas parc.														
Quijos Arriba			60	67	76	83	106	128						
Cósanga			94	106	122	133	172	211						
Oyacachi			72	80	90	98	122	147						
Quijos Int.1			77	85	95	102	128	153						
Salado			74	82	93	102	130	158						
Quijos Int.2			78	86	96	105	131	158						

Cuadro 8/5

PRECIPITACIONES CRITICAS DE 48 HORAS EN LAS CUENCAS PARCIALES (mm)

Período de retorno (años)		10	20		50		100		1.000		10.000			
1) Probabilidad de 2 días														
Grupos	No. Años	F.A.	Pmx	P'mx	Pmx	P'mx	Pmx	P'mx	Pmx	P'mx	Pmx	P'mx	Pmx	P'mx
1	37	0,79	98	77	111	88	128	101	141	111	184	145	227	179
2	13	0,80	124	99	137	110	153	122	166	133	207	166	248	198
3	12	0,81	84	68	94	76	106	86	115	93	145	117	176	143
4	31	0,88	137	121	155	136	178	157	196	172	253	223	311	274
5	27	0,81	104	84	113	92	125	101	134	109	164	133	194	157
6	12	0,71	140	99	158	112	182	129	200	142	259	184	318	226
2) Probabilidad de 48 horas														
Cuencas parc.														
Quijos Arriba				87	98	111	121	155	189					
Cosanga				136	154	177	195	252	309					
Oyacachi				103	115	129	140	176	212					
Quijos Int.1				107	118	132	143	178	214					
Salado				105	118	134	146	187	228					
Quijos Int.2				107	118	133	145	182	219					

Notas: <No. Años> enteros de la serie

<F.A.> Factor Areal

<Pmx> Precipitación puntual

<P'mx> Precipitación areal = Pmx * F.A.

ciones; la transposición de datos desde estos grupos a las distintas cuencas parciales se ha hecho con aplicación de los porcentajes que figuran en el cuadro al final del párrafo anterior. Los factores areales que se han aplicado en el Cuadro 8/4, a pesar de tratarse de precipitaciones de un día, son aquellos relativos a eventos de dos días, en consideración de que los eventos de esta duración, adoptados para el cálculo de las crecidas críticas, resultan compuestos por dos lluvias sucesivas de 24 horas, según se expone a continuación.

El detalle horario de la precipitación crítica se ha asumido en base a los análisis efectuados para el estudio anterior de la Fase A, con utilización también de estudios previos de INECCEL para el Informe Hidrológico de Actualización del Proyecto Coca. Por dichos análisis resultó evidente el hecho de que las precipitaciones de tormenta no tiene una duración continua más allá de 24 horas, por lo que, aún en el caso de tormentas de 48 horas, la distribución horaria de la precipitación se ha vuelto a repetir con los mismos porcentajes en dos períodos de 24 horas. Estos porcentajes, que han resultado de una reconsideración de dichos análisis, se dan a continuación:

Horas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
%	18,3	10,1	7,4	6,4	5,9	5,5	5,0	4,6	4,2	3,8	3,4	2,9

Horas	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
%	2,8	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,5	1,4	1,0

En el caso de tormentas de 48 horas de duración se ha asumido que la lluvia de mayor intensidad haya ocurrido en el segundo período de 24 horas, por un total de precipitación igual al valor máximo probable para tormentas de 24 horas. En el primer período de 24 horas, en conformidad con el análisis efectuado para el estudio mencionado de la Fase A sobre las precipitaciones de tormenta de 1 y 2 días, la precipitación se ha tomado igual al 40% de la lluvia máxima probable del segundo período.

8.2.5 Calibración del modelo El modelo de simulación HEC-1 permite efectuar la calibración de los parámetros de operación mediante el contraste con una crecida registrada.

Las crecidas ocurridas en el lapso sucesivo al estudio anterior de la Fase A han sido examinadas para seleccionar una que tuviese los requisitos necesarios: caudal de pico elevado, forma sencilla y buena documentación de las precipitaciones respectivas. Las varias crecidas examinadas, si bien de elevado caudal de pico, carecen, sin embargo, de satisfacer a los dos últimos requisitos y, por tanto, se ha preferido volver a considerar la misma crecida del 2 de mayo de 1983, tomada en consideración en dicho estudio de la Fase A.

La tormenta causante de este evento se ha desarrollado durante unas 60 horas, a partir de las 15h00 del día 30 de abril, y la precipitación fue registrada por intervalos diarios en 15 estaciones de la cuenca, y por intervalos horarios en siete de las mismas. El pico del hidrograma de crecida ocurrió a las 15h00 en la estación del río Coca AJ Malo

A continuación se resumen, en correspondencia de las distintas cuencas parciales, la precipitación total estimada y los parámetros del escurrimiento, según se menciona en los numerales anteriores, resultantes de la calibración efectuada.

Cuencas parciales	P (mm)	NC	Tr (horas)
Quijos Arriba	44,1	80	7
Cosanga	70,9	77	7
Oyacachi	87,0	80	7
Quijos Int. 1	90,1	78	5
Salado	88,0	84	5
Quijos Int. 2	90,3	76	4

El hidrograma de crecida utilizado para la calibración es aquel determinado en el sitio de presa de derivación Salado, mediante transposición de la ola registrada en Quijos AJ Malo mediante la aplicación del coeficiente 0.988 ya mencionado en el numeral 7.1.

En el Cuadro 8/6 se muestran los valores de caudal de la onda de crecida en Coca AJ Malo, separados del caudal de base, estimado en 550 m³/s, y los hidrogramas de la misma crecida en el sitio Salado, el estimado por transposición, según lo dicho arriba, y el calculado por HEC-1, ambos referidos al caudal inicial calculado, 284 m³/s. Estos dos últimos hidrogramas están representados gráficamente en la Figura 8/3.

8.2.6 Generación de hidrogramas de crecidas críticas La generación de hidrogramas de crecidas críticas, según los períodos de retorno considerados, se ha efectuado mediante la aplicación del modelo de simulación HEC-1 a las precipitaciones críticas (véase el numeral 8.2.4) y con los parámetros de escurrimiento de cada cuenca parcial, resultantes de la calibración efectuada (véase el numeral 8.2.5). En particular, el valor del NC relativo a las recurrencias consideradas, mayores de 20 años, ha sido incrementado progresivamente en una unidad para tomar en cuenta un mayor rendimiento de cuenca debido a las lluvias más intensas y a una progresiva degradación de la característica vegetativa del suelo.

Los valores de caudal calculados han sido incrementados en el caudal de base, estimado en 200 m³/s, correspondiente al caudal de duración 70% de la curva de duración general del río Coca en el Salado, en conformidad con el criterio adoptado para el estudio anterior de la Fase A.

Cuadro 8/6

CRECIDA 2/5/1983 - HIDROGRAMAS

Fecha	Hora	N	COCA AJ MALO	COCA EN EL SALADO	
			Observado (1) Q' (m3/s)	Estimado (2) Q' (m3/s)	Calculado (3) Q" (m3/s)
1/5	23	0	0,0	284,0	284,0
	24	1	10,0	293,9	323,0
2/5	1	2	40,0	323,5	382,0
	2	3	190,0	471,7	472,0
	3	4	425,0	703,9	584,0
	4	5	655,0	931,1	711,0
	5	6	785,0	1.059,6	830,0
	6	7	850,0	1.123,8	966,0
	7	8	880,0	1.153,4	1.068,0
	8	9	905,0	1.178,1	1.154,0
	9	10	910,0	1.183,1	1.200,0
	10	11	915,0	1.188,0	1.235,0
	11	12	1.045,0	1.316,5	1.287,0
	12	13	1.155,0	1.425,1	1.388,0
	13	14	1.235,0	1.504,2	1.516,0
	14	15	1.315,0	1.583,2	1.612,0
	15	16	1.375,0	1.642,5	1.646,0
	16	17	1.270,0	1.538,8	1.604,0
	17	18	1.185,0	1.454,8	1.497,0
	18	19	1.100,0	1.370,8	1.346,0
	19	20	1.005,0	1.276,9	1.187,0
	20	21	905,0	1.178,1	1.044,0
3/5	21	22	805,0	1.079,3	918,0
	22	23	700,0	975,6	803,0
	23	24	600,0	876,8	701,0
	24	25	500,0	778,0	605,0
	1	26	420,0	699,0	514,0
	2	27	335,0	615,0	439,0
	3	28	280,0	560,6	372,0
	4	29	220,0	501,4	312,0
	5	30	185,0	466,8	268,0
	6	31	150,0	432,2	238,0
	7	32	120,0	402,6	211,0
	8	33	90,0	372,9	185,0
	9	34	70,0	353,2	161,0
	10	35	50,0	333,4	140,0
	11	36	25,0	308,7	122,0
	12	37	0,0	284,0	108,0

(1) Q' = Caudal registrado-550 m3/s

(2) Q' = Q' (Coca AJ Malo) * 0.988 + 284 m3/s

(3) Q" = Caudal calculado por HEC-1

8.2.7 Evaluación de los resultados En el Cuadro 8/7 se resumen los valores del caudal de pico de las crecidas críticas calculados por el modelo HEC-1, según lo explicado en los numerales anteriores, junto a los valores obtenidos por el método estadístico y a los resultados del estudio anterior de la Fase A.

Cuadro 8/7

CAUDALES DE PICO DE CRECIDAS CRITICAS (m^3/s)

Períodos de retorno (años)	10	20	50	100	1.000	10.000
Estimados en Fase A	3.100	-	3.900	4.200	5.500	7.000
Metodo estadístico	3.240	3.636	4.176	4.608	5.904	7.200
Modelo HEC-1	2.737	3.187	3.839	4.388	5.939	7.472
Valores adoptados	3.200	3.600	4.200	4.600	6.000	7.500
Rendimiento ($m^3/s/km^2$)	0,89	1,00	1,17	1,28	1,67	2,08
Coefficiente C de Creager	26	29	34	37	48	60

De la comparación de los valores obtenidos por los distintos procedimientos se han adoptado los valores de pico que se indican en el mismo cuadro. Cabe observar que el metodo estadístico resulta ser más prudencial para recurrencias hasta de 100 años, mientras que para las recurrencias de 1.000 y 10.000 años se ha preferido acogerse a los resultados del modelo HEC-1, los cuales, también, resultan ser más prudenciales.

Para una mejor evaluación de dichos valores adoptados se han calculado los valores respectivos del coeficiente C de la formula de crecidas extremas de Creager, los cuales también se muestran en el cuadro mencionado.

Los hidrogramas horarios de las crecidas críticas, relativos a los distintos períodos de retorno considerados, figuran en el Cuadro 8/8 y se han obtenido de los hidrogramas correspondientes que han resultado del cálculo por el modelo HEC-1, cuyas ordenadas han sido multiplicadas por la razón entre los valores de pico calculados y adoptados, respectivamente.

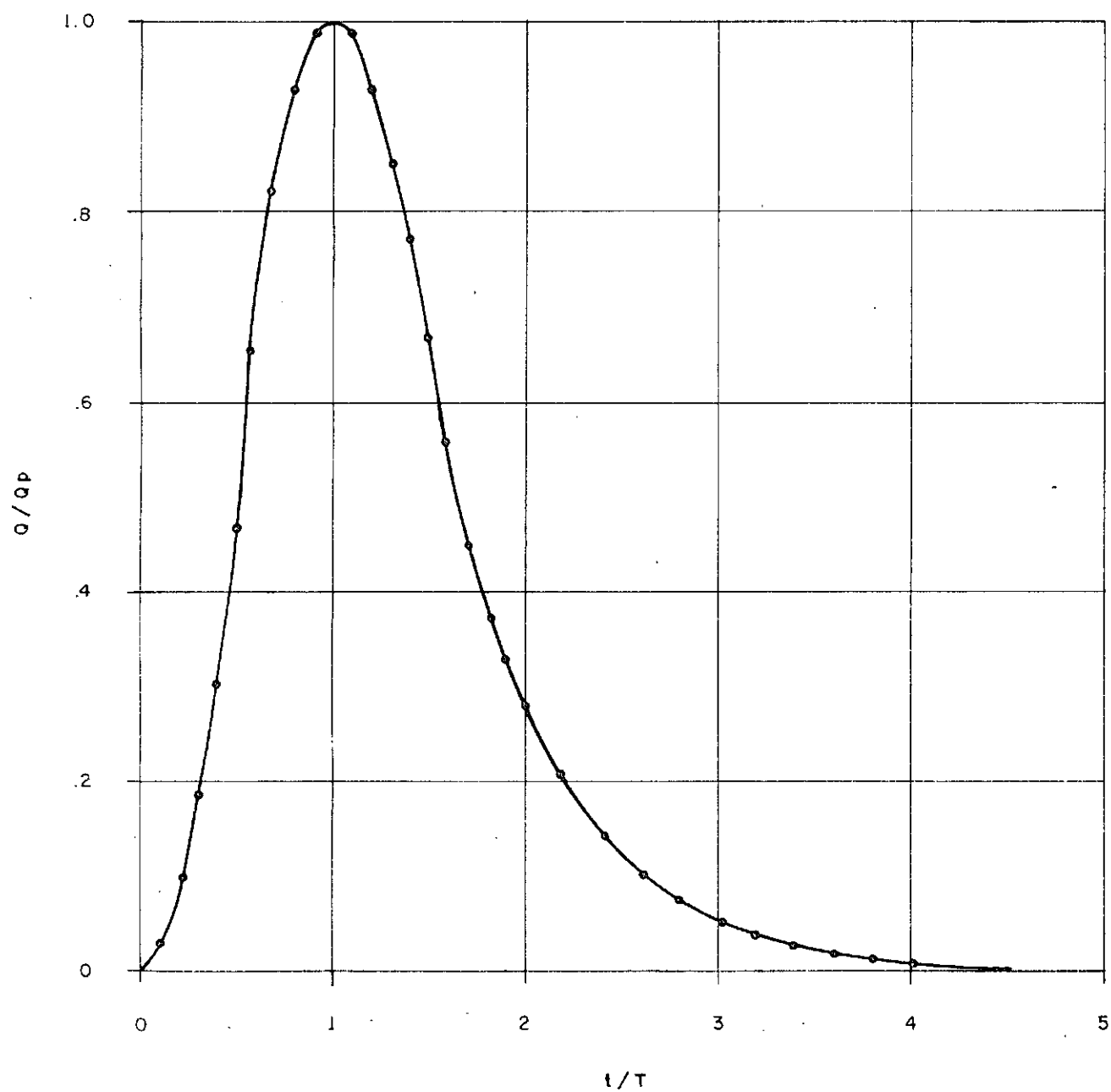
Los valores horarios de los hidrogramas críticos resultantes figuran en el Cuadro 8/8 y las ondas de crecida relativas a dichos hidrogramas están representadas en la Figura 8/4.

Cuadro 8/8

RIO COCA EN EL SALADO - HIDROGRAMAS DE CRECIDAS CRITICAS (m3/s)

Horas	Período de retorno (años)					
	10	20	50	100	1.000	10.000
1	465	522	629	721	982	1259
2	506	568	683	774	1045	1333
3	621	698	846	952	1285	1640
4	846	952	1172	1316	1792	2297
5	1153	1304	1627	1840	2516	3231
6	1487	1735	2142	2423	3332	4207
7	1881	2183	2679	3029	4073	5179
8	2261	2614	3176	3540	4758	5946
9	2610	2987	3551	3945	5243	6555
10	2871	3241	3833	4259	5591	6981
11	3050	3406	4057	4439	5819	7278
12	3149	3532	4156	4556	5957	7451
13	3200	3600	4200	4600	6000	7500
14	3199	3589	4175	4564	5941	7417
15	3151	3521	4091	4462	5798	7225
16	3068	3411	3960	4310	5592	6954
17	2960	3277	3801	4126	5343	6631
18	2835	3126	3621	3924	5070	6279
19	2701	2966	3434	3712	4787	5917
20	2564	2816	3238	3501	4504	5557
21	2427	2671	3036	3297	4229	5208
22	2289	2527	2855	3097	3960	4877
23	2163	2389	2697	2892	3708	4568
24	2048	2252	2557	2717	3476	4282
25	1941	2125	2418	2567	3264	4010
26	1831	2001	2276	2423	3055	3738
27	1715	1871	2116	2262	2820	3459
28	1588	1725	1944	2082	2571	3167
29	1451	1568	1761	1875	2325	2855
30	1315	1407	1573	1670	2084	2505
31	1177	1259	1388	1469	1838	2184
32	1044	1117	1222	1281	1582	1912
33	932	985	1078	1120	1356	1641
34	828	875	944	981	1159	1387
35	734	774	835	859	1003	1170
36	661	687	735	757	869	1002
37	592	616	651	664	761	863
38	533	551	583	592	666	753
39	502	503	522	529	589	658
40	472	473	480	475	526	582
41	444	445	452	448	470	520
42	417	419	426	420	436	465
43	394	394	400	395	411	432
44	374	372	376	372	387	407
45	358	356	356	351	364	382
46	344	340	340	333	342	360
47	330	326	326	320	324	339
48	318	314	314	306	311	321
49	307	303	302	295	298	308
50	298	294	291	284	286	295

HIDROGRAMA UNITARIO TÍPICO
Según Soil Conservation Service USA



CURVA INTENSIDAD-DURACION-AREA

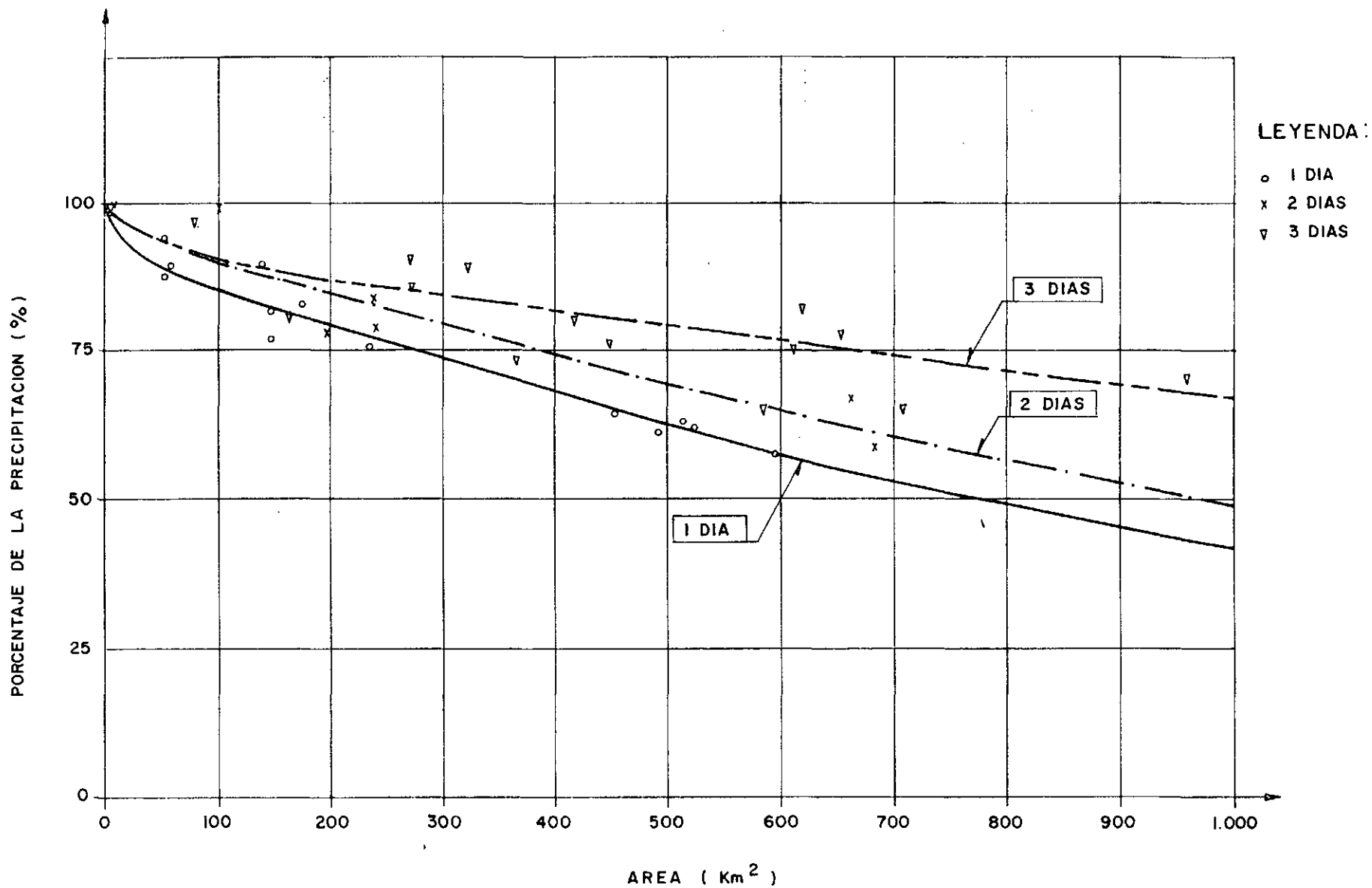
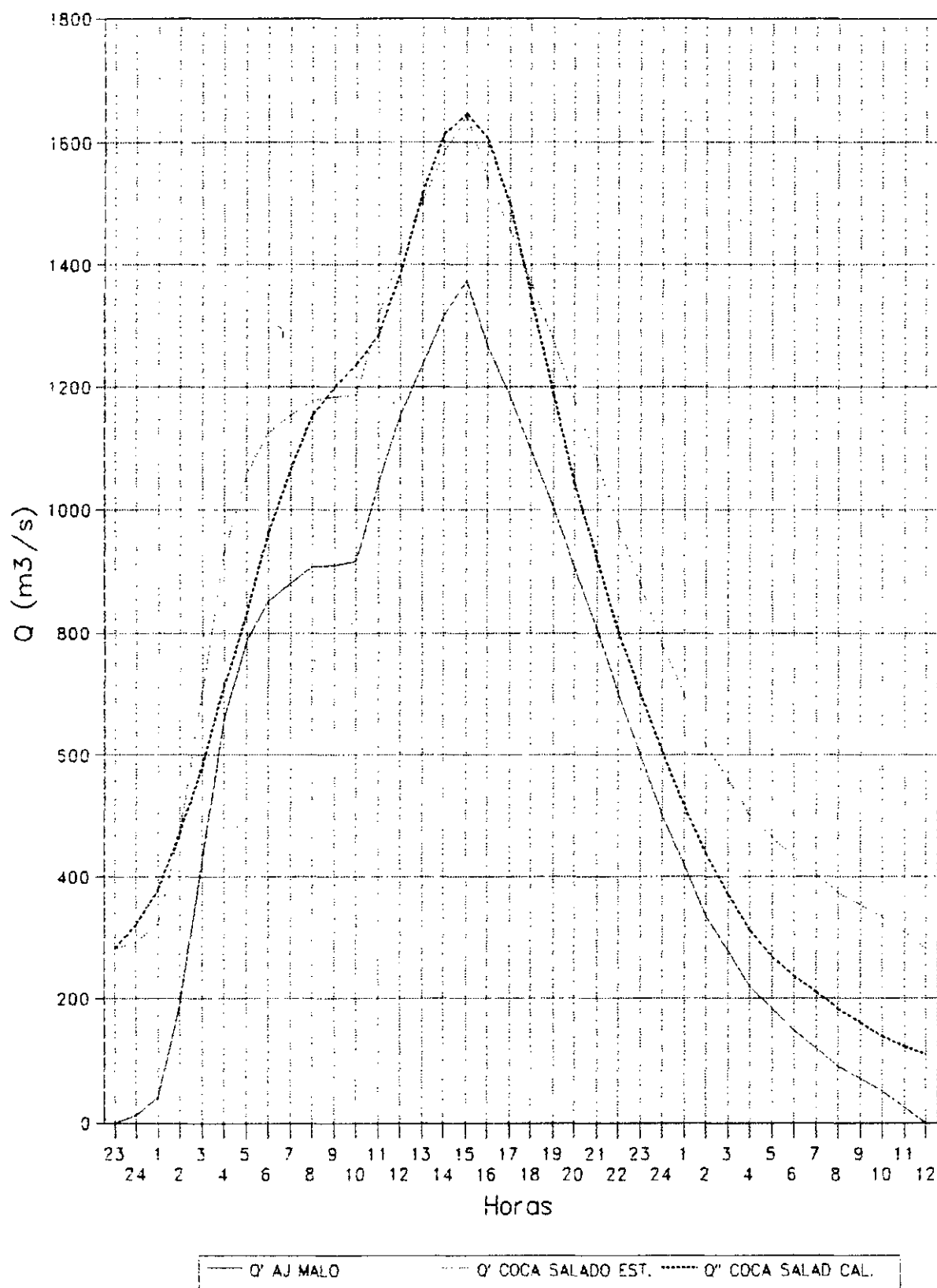
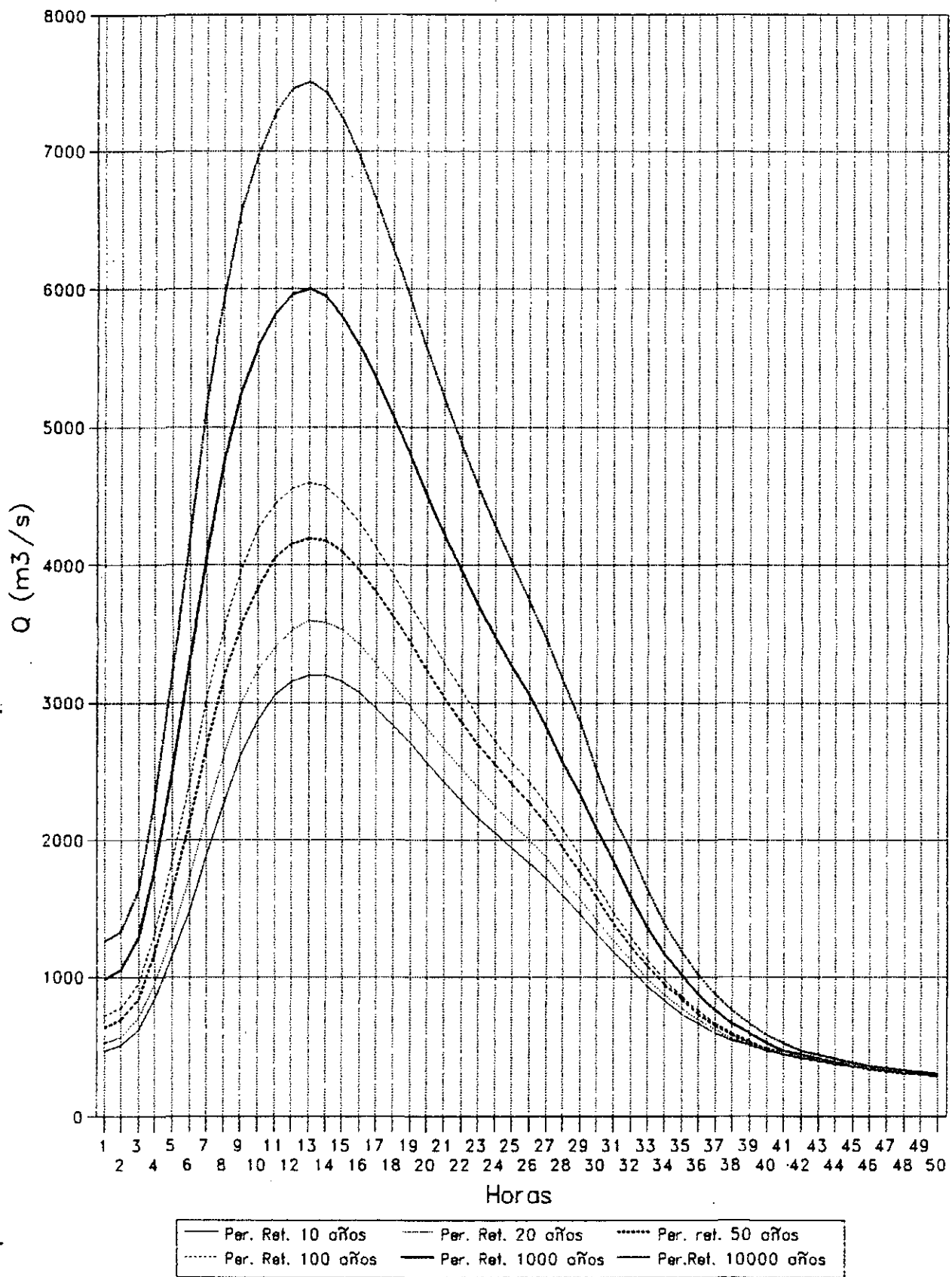


Gráfico 8/3

HIDROGRAMAS CRECIDAS RIO COCA 2/05/1983.



HIDROGRAMAS DE CRECIDAS CRITICAS



9. EMBALSE COMPENSADOR

9.1 Características fisiográficas de la cuenca

Según lo ya mencionado en el numeral 4.4, el sitio del Embalse Compensador está ubicado en la confluencia de las quebradas Granadillas y de los Loros, las cuales discurren en la meseta que se eleva sobre la orilla derecha del río Coca, en proximidad del Codo Sinclair.

La cuenca hidrográfica en la confluencia mide unos $10,3 \text{ km}^2$ y su altitud varía entre unos 1.150 m en la confluencia misma y aproximadamente 1.630 m en su punto más elevado.

La cuenca hidrográfica de la quebrada Granadillas aguas arriba de la confluencia es $7,2 \text{ km}^2$ y de la quebrada Los Loros es $3,1 \text{ km}^2$.

La descripción de las características climáticas y pluviométricas, estimadas para dicha cuenca, se da en los numerales 4.4 y 5.2.3 anteriores.

9.2 Estimación del escurrimiento

Debido a la falta de estaciones de observación hidrométrica, no se dispone de alguna información sobre el escurrimiento en la cuenca de la quebrada Granadillas.

En el anterior estudio hidrológico de la Fase A se supuso la analogía del escurrimiento en el sitio del Embalse Compensador (a este tiempo aguas abajo de la confluencia) con el de la cuenca del río Malo, en consideración de su proximidad y de la similitud existente entre su orientación, altitud y régimen de pluviosidad. Los análisis efectuados entre el escurrimiento medido en la estación que existía en dicho río y la precipitación en el área han llevado a estimar en 0.6 el coeficiente de escurrimiento anual (relación entre escurrimiento, expresado en mm, y precipitación) de la cuenca tributaria y este valor fue aplicado para estimar el escurrimiento anual de la cuenca del Embalse Compensador.

En consideración de que la destrucción de la estación hidrométrica del río Malo, como consecuencia del sismo de marzo de 1987, no ha permitido efectuar nuevos estudios para actualizar con mayor información dicho coeficiente, se ha resuelto mantener ese mismo valor también en el estudio presente.

Con referencia a los valores anuales de precipitación mencionados en el numeral 5.2.3, el escurrimiento en la quebrada Granadillas, aguas abajo de la confluencia, resulta, por tanto, de aproximadamente 4.328, 2.757 y 2.284 mm, o sea 1,41, 0,90 y

0,74 m³/s de caudal promedio y caudales de probabilidad de duración 90% y 95%, respectivamente.

La repartición mensual de estos valores se efectúa según los mismos porcentajes encontrados en el estudio anterior de la Fase A:

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Qmed m ³ /s	1,51	1,53	1,56	1,58	1,58	1,54	1,44	1,34	1,26	1,15	1,34	1,14
Q90%	0,99	1,04	1,10	1,05	0,97	0,86	0,91	0,91	0,90	0,69	0,79	0,59
Q95%	0,82	0,85	0,94	0,85	0,78	0,64	0,92	0,87	0,78	0,57	0,42	0,50

La repartición de los valores de caudal arriba indicados entre las dos cuencas de drenaje de agua, tributarias del Embalse Compensador, se puede efectuar en razón de las áreas de cuenca respectivas, o sea: 69,6% la cuenca de la quebrada Granadillas y el restante 30,4% la quebrada de los Loros.

9.3 Crecidas críticas

La estimación de crecidas críticas en el sitio de presa del Embalse Compensador está basada en asunciones hipotéticas debido a la falta de información, ya sea sobre la intensidad de tormentas en la cuenca de interés, como de las características de hidrogramas de crecidas.

El procedimiento adoptado está basado en el método del hidrograma unitario, mediante la aplicación del modelo de simulación HEC-1, ya empleado en el Capítulo 8, para las crecidas críticas en el sitio Salado. El cálculo se ha efectuado por separado para las dos cuencas parciales de las quebradas Granadillas y Los Loros y sucesiva determinación del hidrograma suma en la confluencia de las dos quebradas.

El tiempo de concentración del escurrimiento en las dos cuencas parciales consideradas se ha estimado comparando varias fórmulas, siendo los valores seleccionados de una hora para la quebrada Granadillas y 0,7 horas para la quebrada de los Loros. Los valores respectivos del tiempo de retardo, para la aplicación del procedimiento del S.C.S de EE.UU, resultan, así, de 0,6 y 0,4 horas.

La duración de la precipitación crítica se asume, por tanto, en seis horas.

El número de curva que determina la precipitación efectiva, se ha estimado en 75, en consideración de la preponderancia del recubrimiento forestal.

La estimación de las precipitaciones críticas de duración diaria se ha efectuado en base a una distribución que ha sido establecida para las distintas agrupaciones de estaciones pluviométricas (véase al numeral 8.2.3) y para cada período de retorno, entre la precipitación promedio anual de cada grupo y la razón entre la precipitación crítica diaria y la precipitación promedio misma.

Los valores así calculados se han multiplicado por el factor 1.13 ya mencionado, para determinar las precipitaciones críticas respectivas de 24 horas.

Puesto que se ha escogido una duración de seis horas para la precipitación crítica en las dos cuencas en objeto, los valores relativos a 24 horas se han multiplicado por 0.6, que corresponde al porcentaje llovido durante las primeras seis horas, según la distribución horaria ya adoptada para las tormentas de 24 horas de duración.

No se ha efectuado la reducción por el factor areal, de las precipitaciones así calculadas, en consideración de la pequeña extensión de las cuencas en objeto.

En el cuadro siguiente se resumen los valores de precipitaciones críticas arriba mencionados, según los distintos períodos de retorno considerados:

Período de retorno (años)	10	20	50	100	1.000	10.000
P'mx (dfa) (mm)	224	249	281	310	389	476
P"mx (24 horas) (mm)	253	281	318	350	440	538
Pmx (6 horas)	152	169	191	210	264	323

El intervalo de tiempo unitario se ha fijado en 15 minutos y la repartición temporal de la precipitación crítica de seis horas se ha efectuado según los incrementos porcentuales siguientes:

min.	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
%	0	17	11	9,5	7,5	6,5	5,5	5,5	5,0	4,0	4,0	3,5	3,0

min.	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360
%	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5

El modelo de simulación HEC-1 se ha aplicado según el esquema que analiza por separado las dos cuencas parciales de las quebradas Granadillas y de los Loros y

el conjunto de las dos. El caudal de base en ambas cuencas parciales se ha fijado, tentativamente, en 5 m³/s, en consideración de la ocurrencia de precipitaciones anteriores.

En el Cuadro 9/1 se resumen los valores del caudal de pico de las crecidas críticas calculadas para las dos cuencas parciales y la cuenca total, según los períodos de retorno fijados. Además, en el mismo cuadro figuran también los rendimientos de las cuencas respectivas.

Cuadro 9/1

EMBALSE COMPENSADOR - CRECIDAS CRITICAS

Período de recurrencia (años)		10	20	50	100	1.000	10.000
Quebrada Granadillas:							
caudal de pico	(m ³ /s)	50	58	70	80	111	147
rendimiento	(m ³ /s/km ²)	6,9	8,1	9,7	11,1	15,4	20,4
Quebrada Los Loros:							
caudal de pico	(m ³ /s)	24	28	34	39	54	71
rendimiento	(m ³ /s/km ²)	7,7	9,0	11,0	12,5	17,4	22,9
Aguas abajo confluencia:							
caudal de pico	(m ³ /s)	73	86	102	118	163	215
rendimiento	(m ³ /s/km ²)	7,1	8,3	9,9	11,5	15,8	20,9

El coeficiente C de Creager, ya mencionado en el numeral 8.2.7, de los valores con recurrencia 10.000 años, resulta ser 48,47 y 52, respectivamente, para las cuencas de las dos quebradas y el conjunto de las mismas.

En los Cuadros 9/2, 9/3 y 9/4 se dan los valores horarios de los hidrogramas de las crecidas críticas relativas a los distintos períodos de retorno, respectivamente para las quebradas Granadillas y de los Loros e inmediatamente abajo de la confluencia. Las ondas de crecida respectivas figuran en las Figuras 9/1, 9/2 y 9/3.

Cuadro 9/2

EMBALSE COMPENSADOR - QUEBRADA GRANADILLAS
HIDROGRAMAS DE CRECIDAS CRITICAS (m3/s)

Orden.	Horas	Período de retorno (años)					
		10	20	50	100	1.000	10.000
1	0 00'	5	5	5	5	5	5
2	15'	5	5	5	5	5	5
3	30'	8	5	6	6	5	5
4	45'	18	10	13	15	8	10
5	1 00'	31	22	29	35	24	35
6	15'	41	38	48	57	54	77
7	30'	47	50	62	73	85	118
8	45'	49	56	68	79	105	142
9	2 00'	50	58	70	80	111	147
10	15'	49	58	69	79	110	144
11	30'	47	57	67	76	107	138
12	45'	44	54	64	72	102	131
13	3 00'	41	51	59	67	96	122
14	15'	38	47	55	62	88	112
15	30'	36	44	51	57	81	102
16	45'	34	41	47	53	75	94
17	4 00'	31	38	44	49	69	86
18	15'	28	35	40	45	64	80
19	30'	25	31	36	40	58	72
20	45'	23	29	33	37	52	64
21	5 00'	20	26	30	34	47	58
22	15'	17	23	26	29	43	54
23	30'	14	19	22	24	38	47
24	45'	12	15	17	20	31	38
25	6 00'	12	14	17	19	27	36
26	15'	11	13	16	18	26	34
27	30'	11	13	15	17	25	32
28	45'	10	12	15	17	24	31
29	7 00'	10	12	14	16	23	30
30	15'	9	11	13	15	22	28
31	30'	9	11	13	14	21	27
32	45'	8	10	12	14	20	26
33	8 00'	8	10	12	13	19	25
34	15'	8	9	11	13	18	24
35	30'	7	9	11	12	17	23
36	45'	7	8	10	12	16	22
37	9 00'	7	8	10	11	16	21
38	15'	6	8	9	11	15	20
39	30'	6	7	9	10	14	19
40	40'	6	7	8	10	14	18

Cuadro 9/3

EMBALSE COMPENSADOR - QUEBRADA LOS LOROS
 HIDROGRAMAS DE CRECIDAS CRITICAS (m3/s)

Orden	Horas	Período de retorno (años)					
		10	20	50	100	1.000	10.000
1	0 00'	5	5	5	5	5	5
2	15'	5	5	6	6	8	11
3	30'	8	10	12	14	21	31
4	45'	15	18	23	27	40	55
5	1 00'	21	25	31	36	51	69
6	15'	24	28	34	39	54	71
7	30'	24	28	34	38	52	67
8	45'	24	28	33	37	49	63
9	2 00'	24	27	32	36	47	59
10	15'	23	26	30	34	44	55
11	30'	21	24	28	31	40	50
12	45'	20	22	26	29	37	46
13	3 00'	18	21	24	26	34	42
14	15'	17	19	22	24	31	38
15	30'	16	18	20	23	29	36
16	45'	15	17	19	21	27	33
17	4 00'	13	15	17	18	23	29
18	15'	12	13	15	17	21	26
19	30'	11	13	14	16	20	24
20	45'	10	11	13	14	18	22
21	5 00'	9	9	11	12	15	18
22	15'	7	8	9	10	13	17
23	30'	6	7	8	9	13	16
24	45'	6	7	8	9	12	15
25	6 00'	5	6	7	8	11	15
26	15'	5	6	7	8	11	14
27	30'	5	6	7	8	10	13
28	45'	5	5	6	7	10	13
29	7 00'	5	5	6	7	10	12
30	15'	4	5	6	7	9	12
31	30'	4	5	6	6	9	11
32	45'	4	5	5	6	8	11
33	8 00'	4	4	5	6	8	10

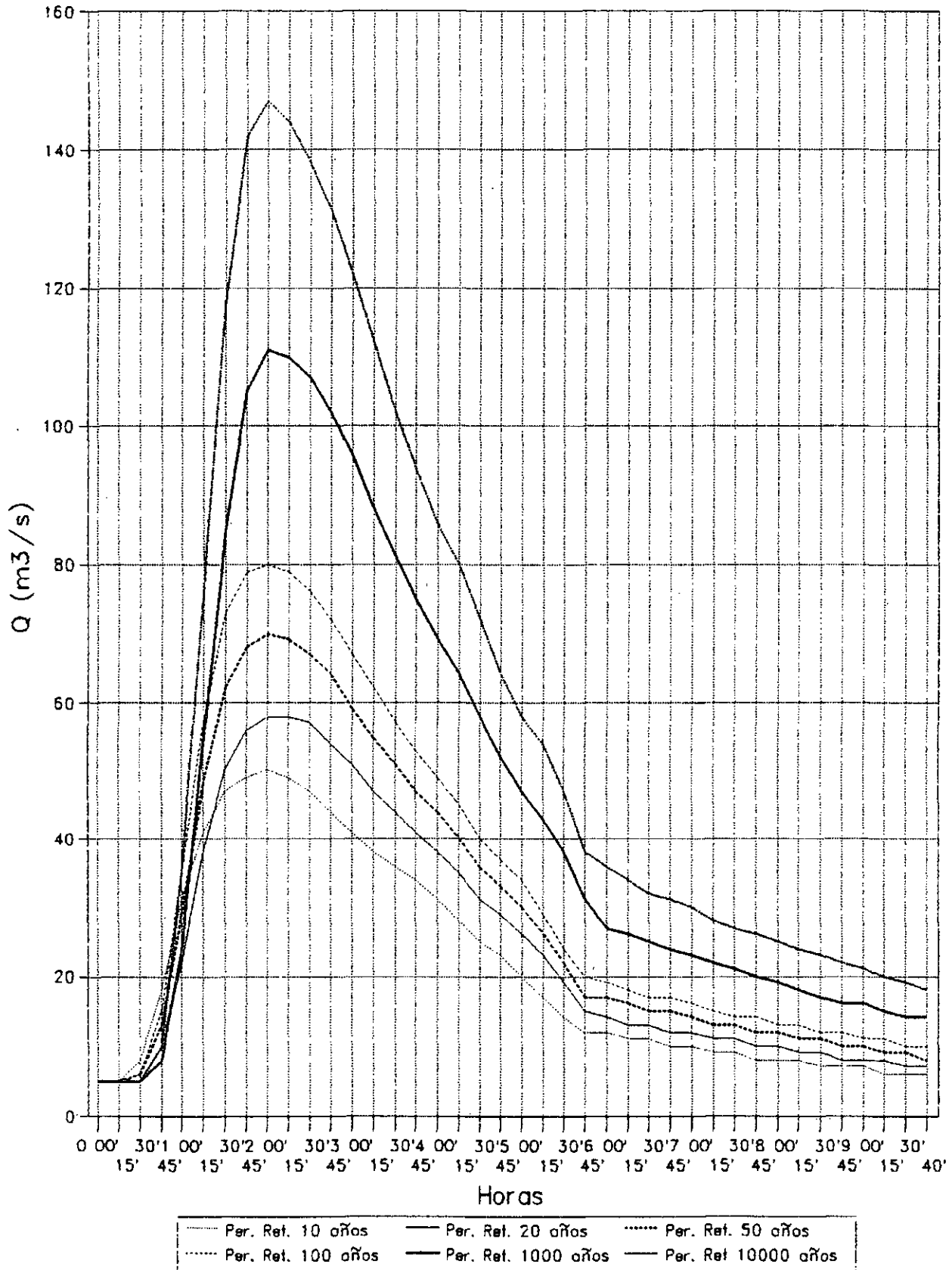
Cuadro 9/4

EMBALSE COMPENSADOR - ABAJO DE LA CONFLUENCIA
HIDROGRAMAS DE CRECIDAS CRITICAS (m³/s)

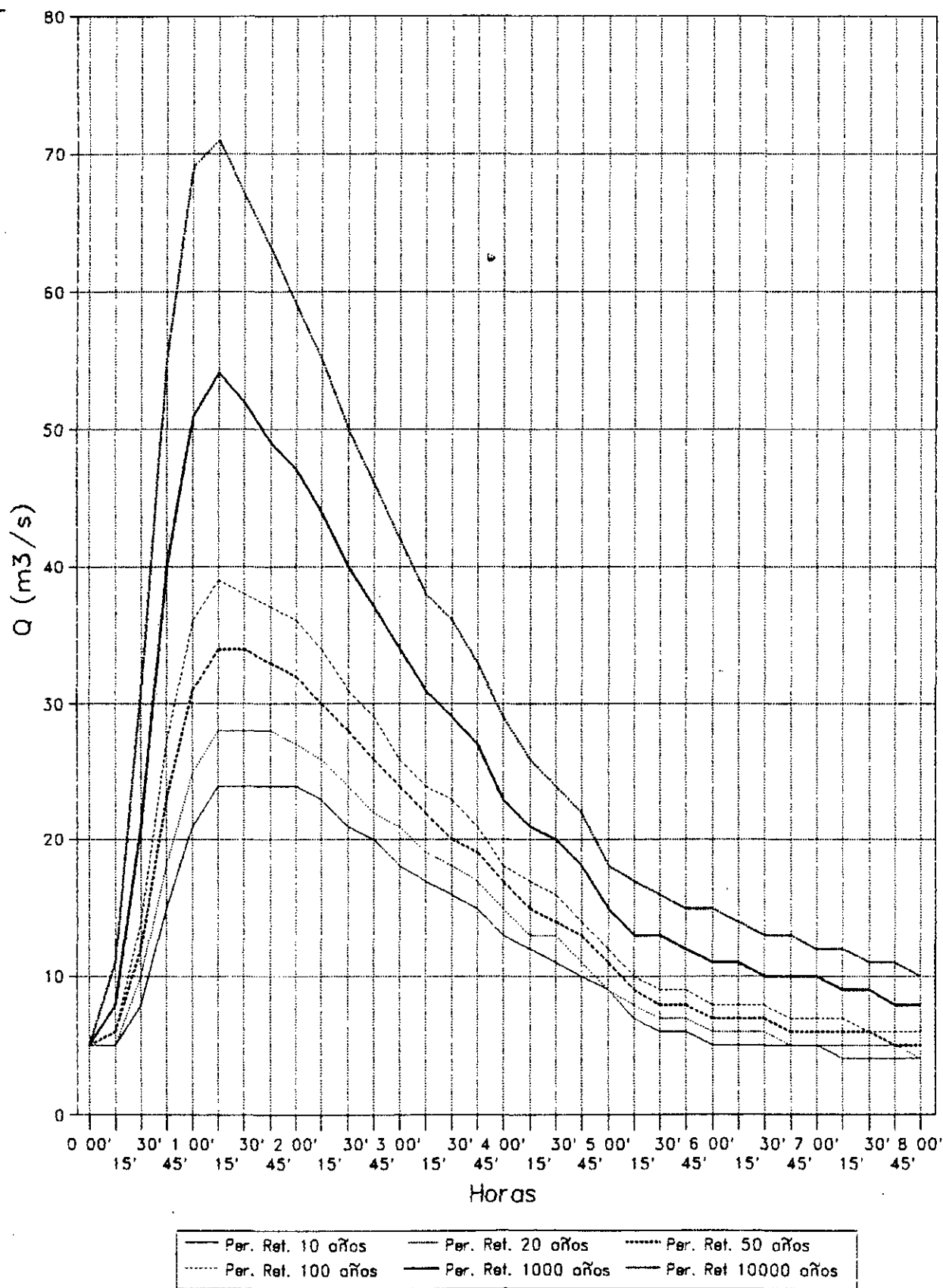
Orden	Horas	Período de retorno (años)					
		10	20	50	100	1.000	10.000
1	0 00'	10	10	10	10	10	10
2	15'	10	11	10	10	10	10
3	30'	16	20	12	13	16	21
4	45'	33	40	25	29	45	66
5	1 00'	52	63	51	61	93	132
6	15'	65	78	79	93	136	187
7	30'	71	85	96	112	159	212
8	45'	73	86	102	118	163	215
9	2 00'	73	85	102	117	159	207
10	15'	71	83	101	114	154	197
11	30'	68	78	97	110	146	186
12	45'	64	73	91	103	136	172
13	3 00'	59	68	85	96	125	158
14	15'	55	63	79	88	115	144
15	30'	52	59	72	81	105	131
16	45'	48	55	68	76	98	122
17	4 00'	44	49	63	70	91	113
18	15'	39	44	57	63	81	101
19	30'	36	41	51	57	73	90
20	45'	34	38	47	52	67	83
21	5 00'	29	33	43	48	61	76
22	15'	24	27	37	41	52	64
23	30'	20	22	31	34	44	55
24	45'	18	21	26	29	40	52
25	6 00'	17	20	24	28	38	49
26	15'	16	19	23	27	36	47
27	30'	16	18	22	25	35	45
28	45'	15	17	21	24	33	43
29	7 00'	14	16	20	23	32	41
30	15'	14	16	19	22	30	39
31	30'	13	15	19	21	29	38
32	45'	12	14	18	20	28	36
33	8 00'	12	14	17	19	26	34
34	15'	11	13	16	18	25	33
35	30'	11	12	15	18	24	31
36	45'	10	12	15	17	23	30
37	9 00'	10	11	14	16	22	29
38	15'	9	11	13	15	21	27
39	30'	9	10	13	15	20	26
40	45'	8	10	12	1		

Grafico 9/1

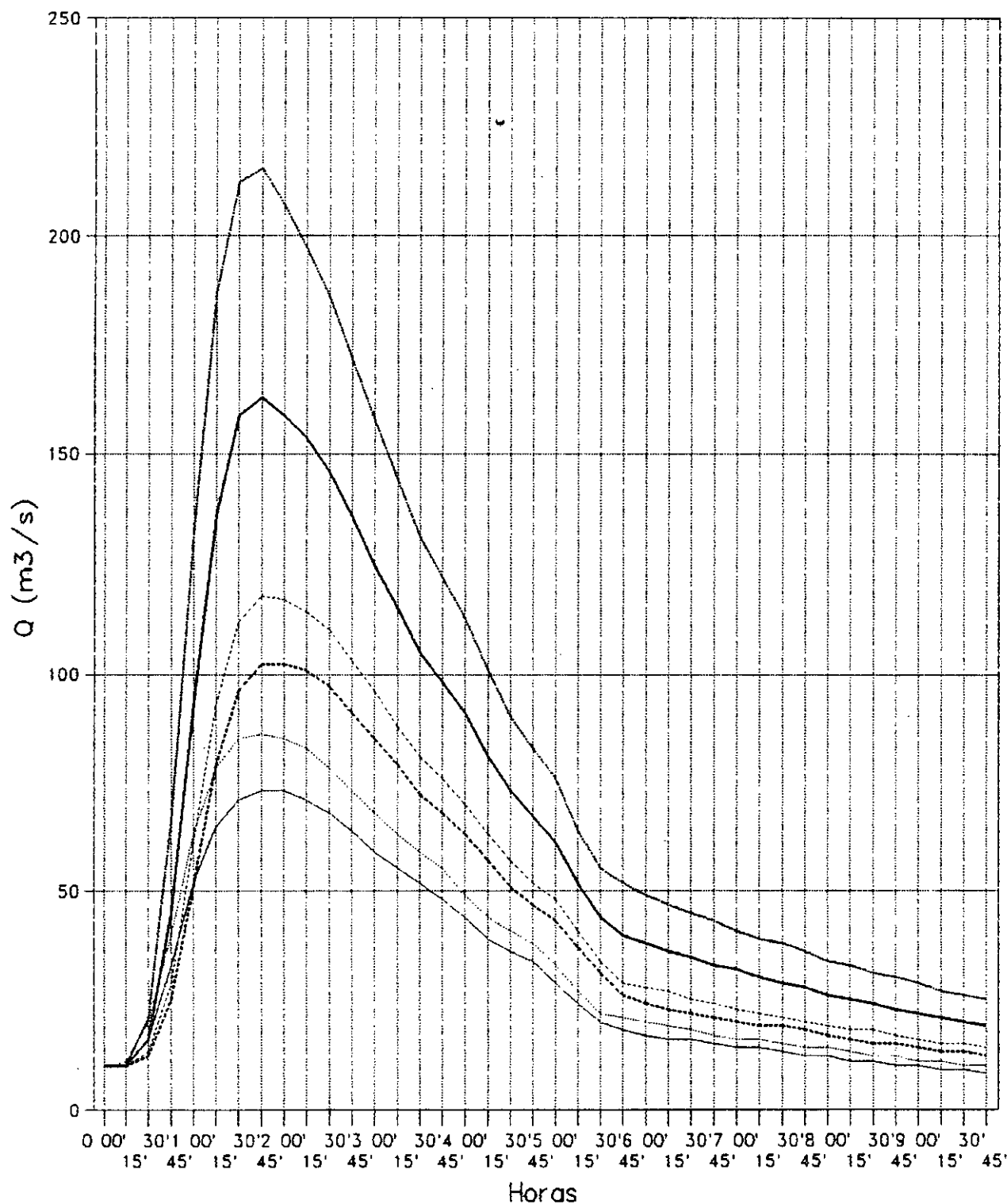
HIDROGRAMA CRECIDAS CRITICAS QUEBRADA GRANADILLAS



HIDROGRAMA CRECIDAS CRITICAS QUEBRADA LOS LOROS



HIDROGRAMA CRECIDAS CRITICAS DESPUES DE LA CONFLUENCIA



— Per. Ret. 10 años - - - Per. Ret. 20 años Per. Ret. 50 años
 - . - . Per. Ret. 100 años — Per. Ret. 1000 años — Per. Ret. 10000 años

10. SEDIMENTOLOGIA

En el presente capítulo se analizan las nuevas informaciones sobre el transporte sólido del río Coca disponibles después de los estudios anteriores de la Fase A⁵ y se actualizan las conclusiones alcanzadas en lo referente al sitio de la presa de derivación Salado.

Esta revisión se ha hecho necesaria en consideración del intervalo de tiempo transcurrido después de la terminación de las investigaciones anteriores y las modificaciones ocurridas en el valle del río Coca y sus tributarios a raíz del sismo de marzo de 1987.

Aspectos principales de esta revisión son:

- Estimación del transporte sólido en suspensión y de acarreo por el fondo en el área de la presa de derivación Salado.
- Evaluación del impacto de dicho transporte sólido sobre las obras previstas en el sitio Salado.

Se formula, además, una estimación sobre el problema del transporte de sedimentos en el sitio de la presa del Embalse Compensador.

10.1 Transporte sólido en suspensión

La actualización de las estimaciones del transporte sólido en suspensión (TSS), formuladas en el estudio anterior de la Fase A, está basada en los análisis de turbiedad de las aguas de los ríos Quijos y Coca en correspondencia de las estaciones de aforos Quijos AJ Bombón y Coca DJ Salado, respectivamente, y en las mediciones del escurrimiento en los mismos ríos.

En el Cuadro 10/1 se resumen los resultados de los aforos de TSS efectuados en las estaciones mencionadas, en el lapso julio 1986-noviembre 1990.

⁵ Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair. Estudio de Factibilidad Fase "A", Anexo C: Sedimentología (Mayo de 1988).

Cuadro 10/1

TRANSPORTE SOLIDO EN SUSPENSION RESUMEN DE LOS AFOROS
(julio 1986 - noviembre 1990)

Estación	Fecha	Ql (m ³ /s)	Qs (kg/s)	Cm (kg/m ³)
Coca AJ Malo	22.02.1987	487,4	1.966,3	4,034
	22.02.1987	481,9	2.022,0	4,196
	23.02.1987	438,8	2.120,9	4,833
	23.02.1987	422,6	1.744,7	4,128
Coca DJ Salado	15.06.1988	315,8	737,8	2,336
	16.06.1988	252,2	562,2	2,238
	17.06.1988	227,9	152,9	0,671
	18.07.1988	304,8	30,3	0,099
	19.07.1988	251,7	22,3	0,089
	26.07.1988	356,0	320,7	0,901
	28.07.1988	233,4	73,4	0,314
	30.07.1988	197,9	16,9	0,085
	09.08.1988	208,6	15,3	0,073
	17.09.1988	224,4	13,2	0,059
	09.03.1989	207,1	94,9	0,458
	15.03.1989	185,3	41,9	0,226
	08.03.1990	364,6	151,7	0,416
	10.07.1990	690,9	258,9	0,414
	27.10.1990	149,8	3,0	0,020
	03.11.1990	237,8	27,9	0,117
	05.11.1990	155,5	4,8	0,031
Quijos AJ Bombón	14.07.1986	560,1	60,0	0,107
	21.02.1987	395,3	2.223,3	5,625
	22.02.1987	297,0	442,0	1,488
	22.02.1987	299,3	444,7	1,486
	22.06.1987	144,7	11,4	0,079
	06.10.1987	210,2	571,5	2,719
	06.10.1987	476,9	10,7	0,023
	09.02.1988	185,1	144,4	0,780
	26.03.1988	197,6	32,6	0,765
	27.07.1988	164,0	1,9	0,012
	27.07.1988	159,2	3,5	0,022
	19.12.1988	164,7	22,6	0,137
	03.04.1989	146,2	5,1	0,035
	13.04.1989	94,9	1,7	0,018
	24.09.1989	354,4	419,2	1,183
	12.03.1990	372,3	231,0	0,620
	30.10.1990	87,0	1,0	0,012

Las Figuras 10/1 y 10/2 reproducen los Gráficos 3/2 y 3/3 del Anexo C, Sedimentología del estudio anterior de la Fase A, relativos a la correlación entre el caudal líquido (QL en m³/s) y la concentración media (Cm en kg/m³ de agua) del TSS en las estaciones Coca DJ Salado y Quijos AJ Bombón. En la Figura 10/1 se indica también la correlación caudal líquido y concentración media en la estación Salado AJ Quijos con datos anteriores al evento del 5 de marzo de 1987.

En dichas figuras los valores de los nuevos aforos han sido ploteados junto a los anteriores y se ha procedido a la actualización de las leyes de correlación respectivas. Cabe observar que en la estación Coca AJ Malo los puntos nuevos se refieren en parte a aforos efectuados en la antigua estación, antes de su destrucción, y los restantes en la nueva estación Coca DJ Salado: todos estos nuevos puntos se apartan apreciablemente de los ploteados con anterioridad. En cambio, en la estación Quijos AJ Bombón, la ley de correlación existente resulta confirmada por los nuevos aforos.

Habiéndose asimilado la condición del TSS en la estación Coca DJ Salado a la de Coca AJ Malo, las ecuaciones actualizadas de la ley de correlación entre QL y Cm se dan a continuación:

Coca DJ Salado	$Cm = 1,3838 * 10^{(-13)} * QL^{5,0573}$
Quijos AJ Bombón	$Cm = 9,4912 * 10^{(-12)} * QL^{4,4237}$

quedando sin efecto, por lo tanto, la ecuación obtenida en la Fase A para la estación AJ Malo en la Gabarra $Cm = 2,7692 * 10^{-10} QL^{3,4906}$, del informe de la Fase A, Anexo C, Sedimentología.

Los límites mínimo y máximo de estas ecuaciones están comprendidos entre 0,02 y 5,0 kg/m³ para la primera y entre 0,02 y 4,0 kg/m³ para la segunda; al exterior de dichos límites quedan invariables los valores extremos.

El cálculo del TSS se ha efectuado mediante aplicación de dichas ecuaciones a las curvas de duración de los caudales diarios en las mismas estaciones, las cuales figuran en los Cuadros D/1 y D/2 del Apéndice D. Con referencia al Cuadro D/1, relativo a la curva de duración de caudales diarios en Coca en San Rafael, los valores de caudales se han multiplicado por el coeficiente 0.94 para su transposición al sitio de presa de derivación Salado.

Además de los dos sitios mencionados, el TSS se ha estimado también en las secciones de río Quijos AJ Salado y Salado AJ Quijos, aguas arriba de la unión de ambos ríos. En el primer caso se ha utilizado la misma curva de duración de los caudales diarios en Quijos AJ Bombón, cuyos valores han sido multiplicados por la razón del área de las cuencas tributarias respectivas, o sea: 2.677/2.448.

Para la sección Salado AJ Quijos se ha utilizado la misma curva de duración de la estación respectiva, cuyos valores se han multiplicado por la razón entre el caudal medio del río, calculado en el estudio anterior de la Fase A, 87 m³/s, y el valor actual, 88 m³/s, que resulta de la diferencia entre los caudales medios de los ríos Coca y Quijos en el sitio Salado.

La ecuación de calibración utilizada para Quijos AJ Salado es la misma que se aplicó ya para Quijos AJ Bombón, mencionada arriba, mientras que para la sección Salado AJ Quijos, a falta de aforos más recientes, se ha utilizado la misma ecuación de la curva de calibración del estudio anterior, relativa a la estación Salado AJ Coca, o sea: $Cm = 7.1153 * 10^{-9} * QL^{3.6633}$.

Puesto que en correspondencia de los valores de caudal más elevados el TSS se incrementa notablemente, las curvas de duración se han extrapolado para frecuencias menores al 1%, de conformidad también con el estudio anterior de la Fase A.

Los valores del TSS así calculados deben ser incrementados por la cuota del transporte "no medido", constituido por el material relativo a la capa de unos 25 cm, ubicada sobre el fondo de la sección del río, la cual no puede ser investigada por los muestreadores.

A falta de nuevas informaciones al respecto, dicho transporte se ha estimado como una cuota porcentual del TSS medido, con la aplicación de los mismos porcentajes utilizados en el estudio anterior de la Fase A.

Los detalles de cálculo figuran en los Cuadros de 10/2 a 10/5. La simbología utilizada en los cuadros indicados es: Dt = intervalo de tiempo en % y en segundos; Ql = caudal líquido en m³/s; Ql*Dt = escurrimiento en el intervalo Dt en 10⁶ m³; Qs = caudal sólido en el intervalo Dt en kg/s; Gs = transporte sólido en suspensión medido, en 10³ ton; d = profundidad media del agua en la sección, en m; NM = cuota no medida del transporte sólido en suspensión, en % de Gs; Gs*NM = transporte sólido en suspensión no medido, en 10³ ton; B = ancho de la sección mojada del río, en m; Gf = transporte sólido de fondo en 10³ ton.

El resumen de los resultados obtenidos del TSS en las secciones de río consideradas, se da a continuación:

TSS (10 ³ ton/año):	Medido	No medido	Total
Coca DJ Salado	18.484	2.504	20.988
Quijos AJ Bombón	5.320	254	5.574
Quijos AJ Salado	7.061	948	8.009
Salado AJ Quijos	2.506 *	712 *	3.218 *

*: Con la misma curva de concentración de la Fase A.

Cuadro 10/2

ESTIMACION DEL TRANSPORTE SOLIDO EN SUSPENSION

Tramo de río: COCA DJ SALADO

Dt (%)	Dt (10 ³ s)	Ql (m ³ /s)	Ql*Dt (10 ⁶ m ³)	Qs (kg/s)	Gs (10 ³ ton)	d (m)	NH (%)	Gs*NH (10 ³ ton)
100.00 - 90.00	3.153,60	110,07	347,13	2,20	6,94	0,74	51,00	3,54
90.00 - 80.00	3.153,60	145,70	459,48	2,91	9,19	0,85	41,00	3,77
80.00 - 70.00	3.153,60	175,50	553,45	5,44	17,14	0,94	36,00	6,17
70.00 - 60.00	3.153,60	202,01	637,05	12,75	40,19	1,01	32,50	13,06
60.00 - 50.00	3.153,60	227,76	718,27	26,37	83,15	1,08	29,30	24,36
50.00 - 40.00	3.153,60	257,94	813,43	56,02	176,66	1,15	27,00	47,70
40.00 - 30.00	3.153,60	296,38	934,67	129,96	409,85	1,24	23,50	96,32
30.00 - 26.00	1.261,44	332,76	419,76	262,05	330,56	1,32	21,60	71,40
26.00 - 22.00	1.261,44	358,05	451,65	408,36	515,13	1,37	20,60	106,12
22.00 - 18.00	1.261,44	388,50	490,07	669,58	844,64	1,43	19,40	163,86
18.00 - 14.00	1.261,44	430,61	543,19	1.248,92	1.575,44	1,51	17,80	280,43
14.00 - 10.00	1.261,44	486,45	613,83	2.432,25	3.068,14	1,61	15,80	484,77
10.00 - 8.00	630,72	540,97	341,20	2.704,85	1.706,00	1,71	13,80	235,43
8.00 - 6.00	630,72	582,33	367,29	2.911,65	1.836,44	1,78	12,60	231,39
6.00 - 5.00	315,36	627,26	197,81	3.136,31	989,07	1,85	11,80	116,71
5.00 - 4.00	315,36	667,87	210,62	3.339,35	1.053,10	1,91	11,10	116,89
4.00 - 3.00	315,36	722,20	227,75	3.611,01	1.138,77	1,99	10,10	115,02
3.00 - 2.00	315,36	803,79	253,48	4.018,97	1.267,42	2,11	9,60	121,67
2.00 - 1.00	315,36	928,53	292,82	4.642,66	1.464,11	2,27	8,90	130,31
1.00 - 0.80	63,07	1.005,80	63,44	5.029,00	317,18	2,37	8,50	26,96
0.80 - 0.60	63,07	1.062,20	66,99	5.311,00	334,96	2,44	8,20	27,47
0.60 - 0.40	63,07	1.146,80	72,33	5.734,00	361,64	2,54	7,70	27,85
0.40 - 0.30	31,54	1.240,80	39,13	6.204,00	195,67	2,65	7,10	13,89
0.30 - 0.20	31,54	1.325,40	41,80	6.627,00	209,02	2,74	6,50	13,59
0.20 - 0.10	31,54	1.494,60	47,14	7.473,00	235,70	2,92	5,50	12,96
0.10 - 0.05	15,77	1.692,00	26,68	8.460,00	133,41	3,12	4,60	6,14
0.05 - 0.02	9,46	1.974,00	18,67	9.870,00	93,37	3,39	3,80	3,55
0.02 - 0.00	6,31	2.256,00	14,24	11.280,00	71,18	3,64	3,20	2,28
18.484,07								2.503,58
Transporte solido (10 ³ ton/año)								
Qs = .02*Ql	para Ql<160 m ³ /s							
Qs = 5 * Ql	para Ql>480 m ³ /s							
en suspensión								18.484,00
no medido								2.504,00
Qs = a*Ql ^b	a= 1.3838E-13 b= 6.0573							
TOTAL								20.988,00

Cuadro 10/3

ESTIMACION DEL TRANSPORTE SOLIDO TOTAL

Tramo de río: QUIJOS AJ BOMBON

Dt (%)	Dt (10 ⁻³ s)	Ql (m ³ /s)	Ql*Dt (10 ⁻⁶ m ³)	Qs (kg/s)	Gs (10 ⁻³ ton)	d (m)	NM (%)	Gs*NM (10 ⁻³ ton)	B (m)	Gf (10 ⁻³ ton)
100.00 - 90.00	3.153,60	59,50	187,64	1,19	3,75	2,39	8,40	0,32	50,26	0,00
90.00 - 80.00	3.153,60	87,00	274,36	1,74	5,49	2,45	8,20	0,45	51,88	0,00
80.00 - 70.00	3.153,60	110,10	347,21	2,20	6,94	2,49	7,90	0,55	53,23	0,00
70.00 - 60.00	3.153,60	129,80	409,34	2,60	8,19	2,53	7,70	0,63	54,39	0,00
60.00 - 50.00	3.153,60	150,90	475,88	6,22	19,62	2,57	7,60	1,49	55,63	0,00
50.00 - 40.00	3.153,60	173,40	546,83	13,22	41,69	2,61	7,40	3,09	56,96	0,00
40.00 - 30.00	3.153,60	203,10	640,50	31,16	98,28	2,67	7,00	6,88	58,70	0,00
30.00 - 26.00	1.261,44	226,50	285,72	56,30	71,02	2,71	6,80	4,83	60,08	0,00
26.00 - 22.00	1.261,44	241,10	304,13	79,00	99,66	2,74	6,50	6,48	60,94	0,00
22.00 - 18.00	1.261,44	257,30	324,57	112,41	141,80	2,77	6,40	9,08	61,89	0,00
18.00 - 14.00	1.261,44	280,20	353,46	178,51	225,18	2,82	6,10	13,74	63,24	0,00
14.00 - 10.00	1.261,44	306,90	387,14	292,45	368,90	2,87	5,80	21,40	64,81	0,00
10.00 - 8.00	630,72	337,20	212,68	487,33	307,37	2,92	5,50	16,91	66,59	0,00
8.00 - 6.00	630,72	363,40	229,20	731,28	461,23	2,97	5,20	23,98	68,13	0,00
6.00 - 5.00	315,36	386,60	121,92	1.022,95	322,60	3,02	4,90	15,81	69,49	0,00
5.00 - 4.00	315,36	409,30	129,08	1.393,97	439,60	3,06	4,80	21,10	70,83	0,00
4.00 - 3.00	315,36	435,70	137,40	1.742,80	549,61	3,11	4,60	25,28	72,38	0,00
3.00 - 2.00	315,36	470,50	148,38	1.882,00	593,51	3,18	4,40	26,11	74,43	0,00
2.00 - 1.00	315,36	537,20	169,41	2.148,80	677,65	3,31	4,10	27,78	78,35	0,00
1.00 - 0.80	63,07	600,00	37,84	2.400,00	151,37	3,43	3,70	5,60	82,04	0,00
0.80 - 0.60	63,07	625,00	39,42	2.500,00	157,68	3,47	3,50	5,52	83,51	0,00
0.60 - 0.40	63,07	660,00	41,63	2.640,00	166,50	3,54	3,40	5,66	85,57	0,00
0.40 - 0.30	31,54	700,00	22,08	2.800,00	88,31	3,62	3,30	2,91	87,92	356,72
0.30 - 0.20	31,54	740,00	23,34	2.960,00	93,36	3,69	3,10	2,89	90,27	381,51
0.20 - 0.10	31,54	790,00	24,92	3.160,00	99,67	3,79	2,90	2,89	93,21	413,91
0.10 - 0.05	15,77	880,00	13,88	3.520,00	55,51	3,96	2,60	1,44	98,50	238,14
0.05 - 0.02	9,46	990,00	9,37	3.960,00	37,46	4,17	2,40	0,90	104,97	167,94
0.02 - 0.00	6,31	1.110,00	7,00	4.440,00	28,02	4,40	2,10	0,59	112,03	132,04
					5.319,95				254,30	1.690,25

$$Q_s = .02 * Q_l \quad \text{para } Q_l < 130 \text{ m}^3/\text{s}$$

Transporte sólido (10⁻³ ton/año)

$$Q_s = 4 * Q_l \quad \text{para } Q_l > 420 \text{ m}^3/\text{s}$$

en suspensión

5.320,00

no medido

254,00

$$Q_s = a * Q_l^b$$

$a = 9.4912E-12$
 $b = 5.42376$

de fondo

1.690,00

TOTAL

7.264,00

Cuadro 10/4

ESTIMACION DEL TRANSPORTE SOLIDO TOTAL

Tramo de río: QUIJOS AJ SALADO

Dt (%)	Dt (10 ³ s)	Ql (m ³ /s)	Ql*Dt (10 ⁶ m ³)	Qs (kg/s)	Gs (10 ³ ton)	d (m)	NM (%)	Gs*NM (10 ³ ton)	B (m)	Gf (10 ³ ton)
100.00 - 90.00	3.153,60	65,07	205,19	1,30	4,10	0,65	63,00	2,59	53,89	0,00
90.00 - 80.00	3.153,60	95,14	300,03	1,90	6,00	0,74	51,00	3,06	56,38	0,00
80.00 - 70.00	3.153,60	120,40	379,69	2,41	7,59	0,82	44,00	3,34	58,47	0,00
70.00 - 60.00	3.153,60	141,94	447,63	4,46	14,08	0,89	39,00	5,49	60,25	0,00
60.00 - 50.00	3.153,60	165,02	520,39	10,10	31,87	0,97	34,00	10,83	62,16	0,00
50.00 - 40.00	3.153,60	189,62	597,99	21,47	67,72	1,04	31,30	21,20	64,20	0,00
40.00 - 30.00	3.153,60	222,10	700,41	50,62	159,62	1,15	27,00	43,10	66,89	0,00
30.00 - 26.00	1.261,44	247,69	312,44	91,44	115,35	1,23	24,00	27,68	69,01	0,00
26.00 - 22.00	1.261,44	263,65	332,58	128,32	161,86	1,28	22,40	36,26	70,33	0,00
22.00 - 18.00	1.261,44	281,37	354,93	182,58	230,32	1,33	21,50	49,52	71,80	0,00
18.00 - 14.00	1.261,44	306,41	386,52	289,93	365,73	1,41	19,80	72,41	73,87	0,00
14.00 - 10.00	1.261,44	335,61	423,35	474,99	599,17	1,51	17,80	106,65	76,29	0,00
10.00 - 8.00	630,72	368,74	232,57	791,53	499,23	1,61	15,80	78,88	79,03	0,00
8.00 - 6.00	630,72	397,39	250,64	1.187,74	749,13	1,70	14,00	104,88	81,40	0,00
6.00 - 5.00	315,36	422,76	133,32	1.691,06	533,29	1,78	12,60	67,19	83,50	0,00
5.00 - 4.00	315,36	447,59	141,15	1.790,35	564,61	1,86	11,70	66,06	85,56	0,00
4.00 - 3.00	315,36	476,46	150,26	1.905,83	601,02	1,95	10,60	63,71	87,95	0,00
3.00 - 2.00	315,36	514,51	162,26	2.058,05	649,03	2,07	9,70	62,96	91,10	0,00
2.00 - 1.00	315,36	587,45	185,26	2.349,81	741,04	2,31	8,80	65,21	97,14	0,00
1.00 - 0.80	63,07	656,13	41,38	2.624,51	165,53	2,52	7,80	12,91	102,83	0,00
0.80 - 0.60	63,07	683,47	43,11	2.733,86	172,42	2,61	7,40	12,76	105,09	0,00
0.60 - 0.40	63,07	721,74	45,52	2.886,96	182,08	2,73	6,60	12,02	108,26	0,00
0.40 - 0.30	31,54	765,48	24,14	3.061,93	96,57	2,87	5,80	5,60	111,88	0,00
0.30 - 0.20	31,54	809,22	25,52	3.236,90	102,09	3,01	5,00	5,10	115,50	0,00
0.20 - 0.10	31,54	863,90	27,25	3.455,60	108,99	3,18	4,40	4,80	120,03	0,00
0.10 - 0.05	15,77	962,32	15,18	3.849,28	60,70	3,49	3,80	2,31	128,18	0,00
0.05 - 0.02	9,46	1.082,61	10,24	4.330,44	40,97	3,87	2,80	1,15	138,14	0,00
0.02 - 0.00	6,31	1.213,84	7,66	4.855,34	30,64	4,29	2,20	0,67	149,01	0,00
					7.060,76				948,34	0,00

Qs = .02*Ql para Ql<130 m³/sTransporte sólido (10³ ton/año)Qs = 4 * Ql para Ql>420 m³/s.

en suspensión

7.061,00

Qs = a*Ql^b a= 9.4912E-12

no medido

948,00

b= 5.42376

de fondo

0,00

TOTAL

8.009,00

Cuadro 10/5

ESTIMACION DEL TRANSPORTE SOLIDO TOTAL

Tramo de río: SALADO AJ QUIJOS

Dt (%)	Dt (10 ⁻³ s)	Ql (m ³ /s)	Ql*Dt (10 ⁻⁶ m ³)	Qs (kg/s)	Gs (10 ⁻³ ton)	d (m)	NM (%)	Gs*NM (10 ⁻³ ton)	B (m)	Gf (10 ⁻³ ton)
100.00 - 90.00	3.153,60	33,08	104,31	0,66	2,09	0,39	56,00	1,17	64,84	0,00
90.00 - 80.00	3.153,60	41,47	130,78	0,83	2,62	0,44	76,00	1,99	65,07	0,00
80.00 - 70.00	3.153,60	49,06	154,71	0,98	3,09	0,48	92,00	2,85	65,28	0,00
70.00 - 60.00	3.153,60	56,85	179,27	1,14	3,59	0,52	95,00	3,41	65,50	0,00
60.00 - 50.00	3.153,60	65,04	205,11	2,03	6,40	0,56	85,00	5,44	65,73	0,00
50.00 - 40.00	3.153,60	72,93	229,99	3,46	10,92	0,59	78,00	8,52	65,94	0,00
40.00 - 30.00	3.153,60	84,26	265,71	6,79	21,41	0,64	65,00	13,92	66,26	0,00
30.00 - 26.00	1.261,44	95,79	120,83	12,35	15,58	0,68	58,00	9,04	66,57	0,00
26.00 - 22.00	1.261,44	104,18	131,42	18,27	23,05	0,71	54,00	12,45	66,81	0,00
22.00 - 18.00	1.261,44	114,60	144,56	28,50	35,95	0,75	50,00	17,97	67,09	0,00
18.00 - 14.00	1.261,44	127,35	160,64	46,60	58,78	0,79	46,00	27,04	67,44	0,00
14.00 - 10.00	1.261,44	148,59	187,44	95,68	120,69	0,86	40,50	48,88	68,03	0,00
10.00 - 8.00	630,72	171,85	108,39	188,54	118,91	0,93	36,50	43,40	68,67	0,00
8.00 - 6.00	630,72	185,61	117,07	269,99	170,29	0,97	34,00	57,90	69,05	0,00
6.00 - 5.00	315,36	204,83	64,59	427,46	134,80	1,02	32,00	43,14	69,58	0,00
5.00 - 4.00	315,36	218,99	69,06	583,82	184,11	1,06	30,00	55,23	69,97	0,00
4.00 - 3.00	315,36	240,84	75,95	963,35	303,80	1,11	28,80	87,49	70,58	0,00
3.00 - 2.00	315,36	270,17	85,20	1.000,68	340,80	1,18	26,00	88,61	71,39	0,00
2.00 - 1.00	315,36	315,59	99,52	1.262,34	398,09	1,28	22,40	89,17	72,64	0,00
1.00 - 0.80	63,07	348,97	22,01	1.395,86	88,04	1,35	21,00	18,49	73,56	0,00
0.80 - 0.60	63,07	357,06	22,52	1.428,23	90,08	1,37	20,60	18,56	73,78	0,00
0.60 - 0.40	63,07	404,60	25,52	1.618,39	102,07	1,46	18,80	19,19	75,10	0,00
0.40 - 0.30	31,54	445,06	14,04	1.780,23	56,15	1,54	17,20	9,66	76,21	0,00
0.30 - 0.20	31,54	475,40	14,99	1.901,61	59,98	1,59	16,20	9,72	77,05	0,00
0.20 - 0.10	31,54	531,03	16,75	2.124,14	67,00	1,69	14,20	9,51	78,59	88,14
0.10 - 0.05	15,77	606,90	9,57	2.427,59	38,28	1,81	12,30	4,71	80,68	52,63
0.05 - 0.02	9,46	748,51	7,08	2.994,02	28,32	2,03	9,90	2,80	84,59	41,64
0.02 - 0.00	6,31	849,66	5,36	3.398,62	21,45	2,17	8,90	1,91	87,38	32,79
					2.506,35			712,16		215,20

Qs = .02*Ql para Ql < 58 m³/sTransporte sólido (10⁻³ ton/año)Qs = 4 * Ql para Ql > 240 m³/s

en suspensión

2.506,35

Qs = a*Ql^b a= 7.1153E-9

no medido

712,00

b= 4.6633

de fondo

215,20

TOTAL

3.433,00

Debido a que la ecuación de calibración de las estaciones Coca DJ Salado y Quijos AJ Bombón se actualizaron con la inclusión de nuevos datos, como se indica en el numeral 10.1 de este capítulo, y no fue posible la modificación a la luz de nueva información de la ecuación de calibración del Salado AJ Coca, los valores totales de TSS de Coca DJ Salado y Quijos AJ Salado corresponden a las nuevas condiciones de la cuenca producto del evento catastrófico de marzo de 1987 y el del Salado AJ Quijos a las condiciones anteriores a este evento.

De tal manera, haciendo un balance de los valores de la tabla anterior se obtiene que el TSS en el Salado AJ Quijos debe ser 12.979×10^3 ton/año, valor mucho mayor al obtenido con la ecuación de calibración anterior de 3.218×10^3 ton/año y también, mayor al de Quijos AJ Salado, evidencia esta última que puede ser fácilmente apreciada en el sitio de la confluencia de los ríos Quijos y Salado por la mayor turbiedad del agua que viene por este último.

Se espera que en un período determinado de tiempo, los efectos del evento catastrófico de marzo de 1987 disminuyan considerablemente y se restituyan las condiciones de equilibrio registradas para el TSS antes del evento mencionado.

10.2 Transporte sólido de fondo

La revisión de las estimaciones del estudio anterior de la Fase A ha sido efectuada en base a los resultados de una campaña de investigaciones en el área del Proyecto, la cual se ha desarrollado en el lapso junio-noviembre de 1990.

Las investigaciones en el sitio y en Laboratorio INECCEL han consistido en:

- Extracción de muestras representativas del material sólido sedimentado en el lecho del río y su análisis granulométrico: se trata de cuatro muestras tomadas en el área de la confluencia de los ríos Quijos y Salado y de una muestra en proximidad de la estación Quijos AJ Bombón.
- Levantamiento de perfiles longitudinales de la superficie del agua de los ríos: cuatro en el área del Salado, a lo largo de los ríos Coca, Quijos y Salado, y tres en un tramo del río Quijos en correspondencia de la estación Quijos AJ Bombón.

Los Croquis 10/1 y 10/2 muestran la ubicación de los sitios de muestreo del material de fondo y la indicación de los sitios de levantamientos de niveles de agua para los perfiles longitudinales.

En el Cuadro 10/6 se resumen los resultados de los análisis granulométricos de las cinco muestras de material sólido de fondo, arriba mencionadas. Cabe observar que una primera capa superficial, de material más grueso, constituye la así llamada "coraza", cuya remoción por efecto de la velocidad de las aguas da comienzo al acarreo del material que está debajo.

Las pendientes promedio de los perfiles líquidos levantados se resumen en el Cuadro 10/7. Lamentable resulta que en la ocasión de estos levantamientos no se hayan efectuado aforos de los caudales líquidos.

Cuadro 10/6

MUESTREOS DE MATERIAL DE FONDO

Muestra	Sitio	Dc	D95	D90	D70	D50	D30	D10	D5
A'	R. Quijos AJ Bombón	230	330	298	155	80	38	1,3	0,45
B	R. Quijos AJ Salado	165	114	100	55	30	5,7	0,85	0,30
C	R. Salado AJ Quijos	122	177	147	76	50	20	1,0	0,40
E	R. Coca DJ Salado	114	119	102	57	41	25	0,85	0,35
E'	R. Coca DJ Salado	198	183	163	112	56	30	2,1	0,40

Dc = diámetro medio de la coraza (mm)

D90 = diámetro \leq del 90% del material más fino (mm)

Cuadro 10/7

PENDIENTES DE LOS PERFILES LIQUIDOS LEVANTADOS

Tramo del río	Fecha	S	
R. Quijos AJ Bombón	01.09.1990	0.00804	
id. id.	01.10.1990	0.00915	perfil no completo
id. id.	26.10.1990	0.00797	
R. Quijos AJ Salado	31.08.1990	0.00141	
id. id.	30.09.1990	0.00132	
R. Salado AJ Quijos	30.08.1990	0.00918	
id. id.	30.09.1990	0.00915	

Las pendientes promedio que resultan de los levantamientos efectuados son suficientemente concordantes entre sí, en cada tramo de río; si estos valores son comparados con los del estudio anterior de la Fase A, se puede observar que en el caso del tramo del río Quijos AJ Bombón hay buena concordancia, mientras que en el tramo del río Salado AJ Quijos las pendientes actuales son algo mayores y en el tramo del río Quijos AJ Salado resultan mucho menores; esto se debe a las consecuencias del evento del 5 de marzo de 1987.

En el estudio sedimentológico de Fase A la fórmula de Meyer-Peter y Muller, para el cálculo de la capacidad de transporte de fondo (o de arrastre), resultó ser más confiable y por tanto ha sido aplicada también para el presente estudio. La ecuación de esta fórmula se da a continuación:

$$Gfd = .606*B*(3.306*(Qp/Ql)*d*S*(K*D90^{(1/6)})^{(3/2)} - 0.627*Dc)^{(3/2)}$$

donde:

Gfd = transporte sólido de fondo diario (t/día)
 B = ancho medio del tramo de río (pie)
 Qp = caudal líquido puntual (pie³/s)
 Ql = caudal medio líquido en la sección (pie³/s)
 d = profundidad media del agua (pie)
 S = pendiente de la superficie del agua
 K = recíproco del coeficiente de rugosidad de Manning (n), K = 1/n
 D90, Dc ya definidos anteriormente

para el caso presente se asume Qp = Ql.

La aplicación de dicha fórmula se hace a partir de un valor de caudal crítico (mínimo) para el cual comienza la remoción de la "coraza", ya definida.

La determinación de la "profundidad crítica", para estos efectos, se ha calculado mediante la fórmula de Krey, la cual utiliza la granulometría de la coraza:

$$(To)_{cr} = 0.076*(gs-ga)*Dc \quad \text{para } Dc = > 0.006 \text{ m}$$

$$\text{o sea} \quad RHcr = (0.076*(gs-ga)*Dc)/(ga*S) = dcr$$

donde:

(To)cr = esfuerzo de corte crítico
 gs = peso específico seco del material sólido de acarreo (kg/m³)
 ga = peso específico del agua (1000 kg/m³)
 Dc = diámetro medio del material de la coraza (m)
 S = pendiente de la superficie del agua
 RHcr = radio hidráulico crítico de la sección (m)
 dcr = profundidad crítica del arrastre del agua (m)

a falta de una información más precisa se asume gs = 2.650 kg/m³.

En el Cuadro 10/8 se resumen los parámetros característicos asumidos para el cálculo del transporte sólido de fondo en las secciones consideradas.

Cuadro 10/8

PARAMETROS CARACTERISTICOS DEL TRANSPORTE DE FONDO

Sección (mm)	Dc (mm)	Dm (mm)	D90	S	K (m)	dcr
Río Quijos AJ Bombón	230	80	298	0.0080	30	3,6
Río Quijos AJ Salado	165	30	100	0.0014	30	14,8
Río Salado AJ Quijos	122	50	147	0.0092	30	1,7

Cabe observar que a falta de mayores informaciones sobre el escurrimiento y otros caracteres físicos de los tramos de río, los valores de K han sido fijados, en conformidad con el estudio anterior de la Fase A, a un nivel típico.

El cálculo del transporte de fondo se ha efectuado en base a las curvas de duración de caudales diarios en correspondencia de las secciones del río en objeto, según lo ya mencionado en el numeral 10.1.

En lo referente a las características geométricas de las secciones consideradas, para Quijos AJ Bombón se han utilizado los elementos traídos de los resúmenes de aforos en el lapso más reciente, 1986-1990; mientras que para los demás tramos, a falta de levantamientos utilizables, se han aplicado medidas estimadas.

El detalle del cálculo del transporte de fondo figura en los Cuadros de 10/2 a 10/5, ya mencionados, y los valores obtenidos se resumen a continuación:

Sección: Quijos AJ Bombón	Gfa = 1.690	10 ³ ton/año
Salado AJ Quijos	215	10 ³ ton/año

En la sección Quijos AJ Salado, la baja pendiente de las aguas, que resulta del levantamiento longitudinal, y el gran ancho del cauce del río no han permitido la aplicación de la fórmula de cálculo utilizada.

10.3 Transporte sólido total en correspondencia a la presa de derivación Salado

En el Cuadro 10/9, al final del capítulo, se resumen los resultados conseguidos en el estudio presente y aquellos obtenidos en el anterior de la Fase A.

De la comparación de los índices de la erosión media anual se pueden observar valores muy variables que reflejan, en parte, condiciones físicas diferentes y, en parte, deben atribuirse a una información con muchos vacíos. Los índices que resultan de las estimaciones de los estudios presentes de la Fase B son generalmente más altos de los anteriores de la Fase A, lo cual puede derivarse de la presencia aún de grandes depósitos de materiales, a raíz de los derrumbes ocasionados por el sismo de marzo de 1987.

El TSS en el sitio de presa de derivación Salado, según el dato de la estación de aforos Coca DJ Salado resulta extraordinariamente elevado como consecuencia, especialmente, de la nueva ecuación de la ley de correlación de caudales líquidos y concentración de materiales en suspensión. Será conveniente intensificar la ejecución de aforos líquidos y sólidos en la estación Coca DJ Salado, particularmente en temporada de aguas altas y durante crecidas, para comprobar la validez de la ecuación arriba mencionada.

El transporte sólido de fondo presenta indicaciones contrastantes, lo cual debe atribuirse, especialmente, a una información inadecuada para la correcta definición de los parámetros necesarios para el cálculo. Esto resulta evidente en el caso de la estación Coca DJ Salado y para el tramo del río Quijos AJ Salado, aunque, en este caso el levantamiento del perfil de las aguas ha evidenciado una pendiente muy baja.

En lo referente a las obras de presa de derivación Salado, el TSS del río Coca es de interés, especialmente, para las obras de derivación y, particularmente, para el desarenador, mientras que se estima ser sin importancia su sedimentación, debido a la pequeña capacidad de embalse (destinada a reducirse drásticamente por el depósito de los materiales de acarreo de fondo) y muy breve tiempo de retención, puesto que el transporte en suspensión ocurre, esencialmente, durante las crecidas.

Se puede observar del Cuadro 10/2 que más del 90% del peso de material transportado en suspensión TSS por el río Coca en el Salado ocurre, regularmente, durante el 20% del tiempo, o sea con caudales mayores de $400 \text{ m}^3/\text{s}$. Si se asume para este material un peso específico de 1.200 kg/m^3 , como se hizo en la Fase A del estudio, dicha cantidad corresponde a un volumen de material de casi 16 millones de metros cúbicos, según la estimación resultante de dicho cuadro, o bien de unos 8.6 millones de metros cúbicos, si se asume para el TSS en el Salado la suma de las cantidades de los Cuadros 10/4 y 10/5 relativos a las condiciones de estabilidad del transporte antes del evento catastrófico. Se considera que el TSS ingresa por la toma de derivación y luego en el desarenador en un valor de volumen correspondiente al caudal de derivación, en un lapso total aproximadamente de unos 73 días al año, en promedio, durante la época de aguas altas y en las crecidas, con caudales mayores de $400 \text{ m}^3/\text{s}$.

Con respecto a la granulometría del TSS, no se dispone de una información más reciente de la utilizada para el estudio anterior de la Fase A, según la cual la arena, con partículas más gruesas de 63 micrones, estaba presente en un 46%, el limo, entre 5 y 63 micrones, 36% y la arcilla, menos de 5 micrones, 18%.

Las cantidades de materiales sólidos arrastrados por el fondo del río, que llegan al sitio Salado, pueden ser apreciadas en base a las estimaciones relativas a las secciones Salado AJ Quijos y Quijos AJ Bombón, estas últimas transpuestas al tramo terminal del río Quijos mediante la aplicación del índice de erosión al área respectiva. El total del transporte de fondo resulta en promedio en unas $2.060 \cdot 10^3 \text{ ton/año}$, las cuales corresponden a alrededor de $780.000 \text{ m}^3/\text{año}$, si se asume en 2.650 kg/m^3 su peso específico, como se hizo en la Fase A del estudio. Según las estimaciones del estudio anterior de la mencionada Fase A, por transposición desde las estaciones

de Coca en San Rafael y Coca AJ Malo mediante los índices de erosión respectivos, el transporte de fondo en el Salado resultaría entre unos 2.980 y 1.860 10^3 ton/año, en promedio, o sea entre 1'125.000 y 700.000 m^3 /año.

La mayor parte de este material quedará sedimentado en el embalse aguas arriba de las obras de presa del Salado, hasta su total azolve, si no se toman algunas medidas para su extracción.

Todas las consideraciones hechas anteriormente se refieren a condiciones hidrológicas medias y podrán experimentar variaciones considerables, dependiendo de la pluviosidad de cada período climático.

10.4 Sedimentación en el Embalse Compensador

Para la estimación del transporte sólido de la cuenca hidrográfica tributaria del Embalse Compensador no se dispone de información directa y por lo tanto se dan a continuación algunas indicaciones de carácter teórico, basadas en los elementos hidrológicos estimados con anterioridad para esta cuenca, como en las estimaciones del transporte sólido en la cuenca del río Coca, hechas en los numerales anteriores.

La estimación de los índices de la erosión en la cuenca en consideración, ya sea para el TSS así como para el transporte sólido de fondo (TSF), debe tener en cuenta la muy elevada pluviosidad de la cuenca y, en particular, intensidades de precipitación muy altas. En cambio, existen en la cuenca condiciones naturales prácticamente intactas, con un recubrimiento vegetativo que constituye una protección contra la erosión.

Para la estimación del TSS, se ha adoptado un índice medio de erosión de 4.000 ton/año/ km^2 , lo cual lleva a un valor para toda la cuenca de unos 41.200 ton/año, que corresponden a unos 34,33 10^3 m^3 /año.

El TSF, si se fija su cuota en un 20% del TSS, resulta ser alrededor de 8.240 ton/año, o sea unos 3.100 m^3 /año.

El transporte sólido total al vaso del Embalse Compensador resulta así, medianamente, en alrededor de 44.300 m^3 /año.

Cuadro 10/9

TRANSPORTE SOLIDO DE LOS RIOS - RESUMEN

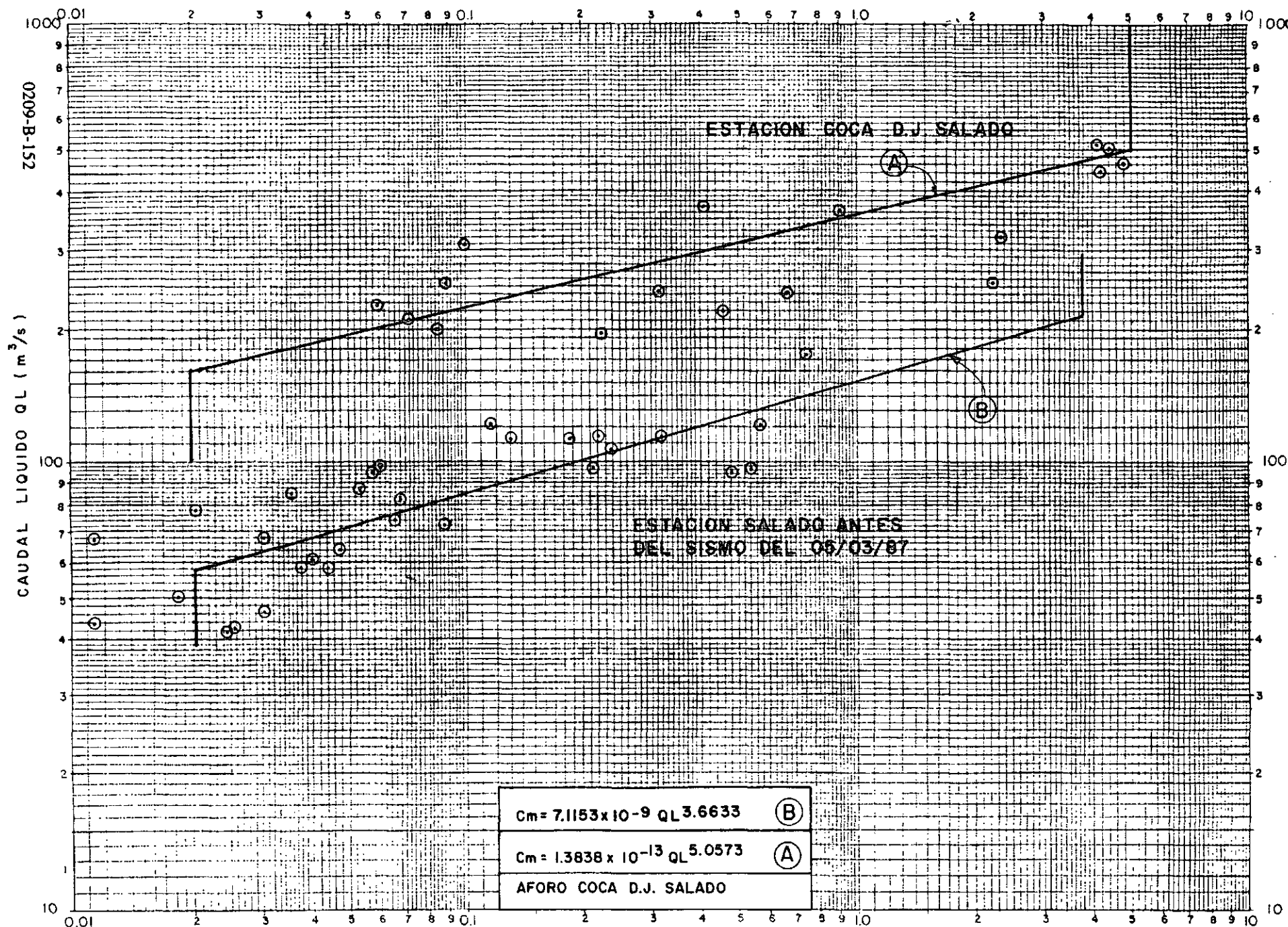
Tramo de río o Estación	(T) (E)	Fase	Area de Cuenca (km ²)	Transporte en Suspensión Peso (10 ³ t/año)	Erosión (t/año/km ²)	Transporte de Fondo Peso (10 ³ t/año)	Erosión (t/año/km ²)	Transporte total Peso (10 ³ t/año)	Erosión (t/año/km ²)
Coca-San Rafael	(E)	A	3.790	8.603	2.270	2.135	563	10.738	2.833
Coca AJ Malo	(E)	A	3.628	7.407	2.042	516	142	7.923	2.184
Coca DJ Salado	(E)	B	3.600	20.988	5.830	2.060 *	540 *	23.048	6.370
Quijos AJ Salado	(T)	B	2.677	8.009	2.992	no calculados		8.009 *	2.992 *
Quijos AJ Bombón	(T)	B	2.448	5.574	2.277	1.690	690	7.264	2.967
Quijos AJ Bombón	(E)	A	2.448	3.801	1.553	971	397	4.772	1.949
Salado AJ Quijos	(T)	B ***	923	3.218	3.486	215	233	3.433	3.719
Salado AJ Coca	(E)	A	771	2.510	3.256	628	815	3.138	4.070

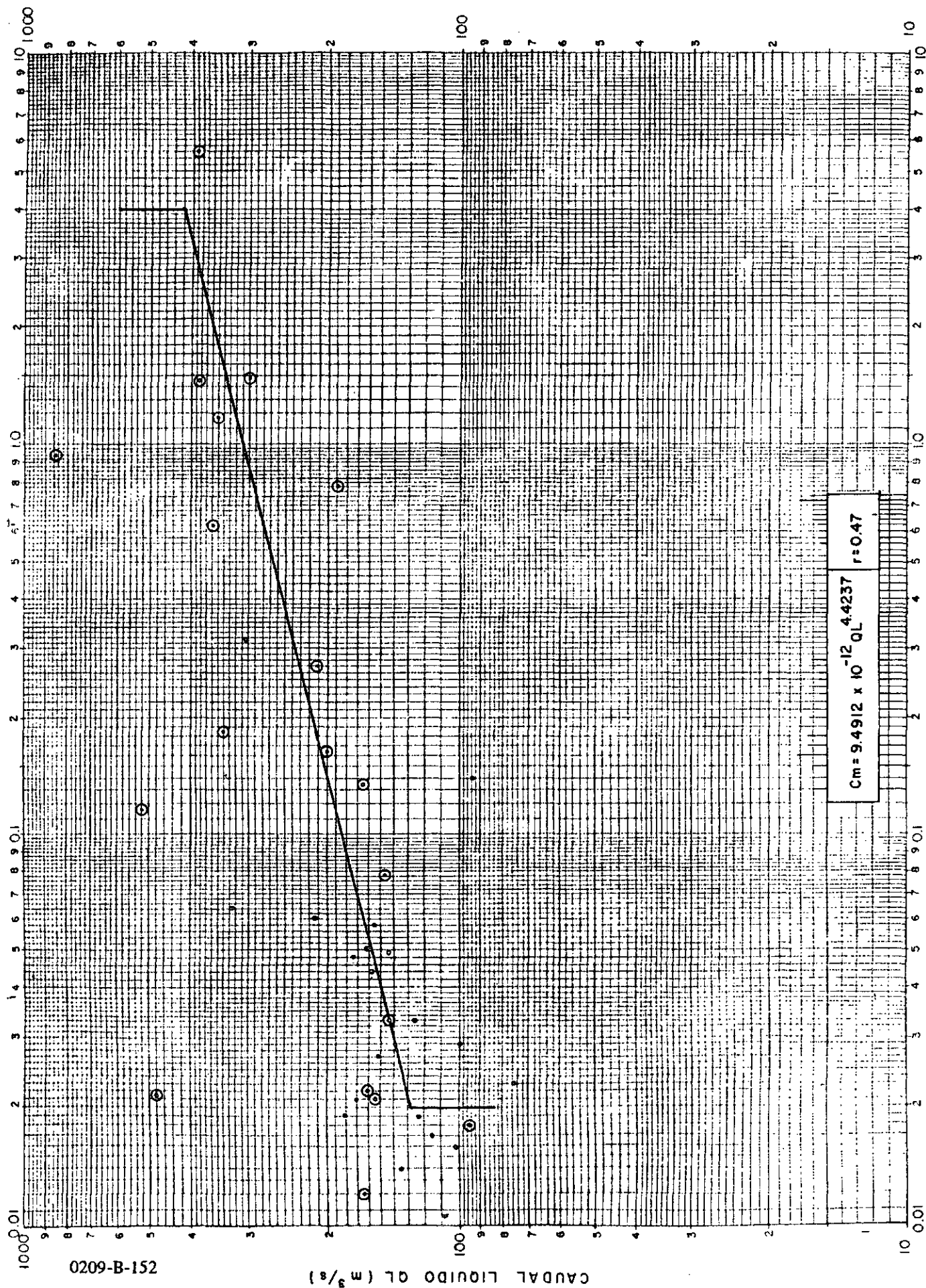
* Valor estimado.

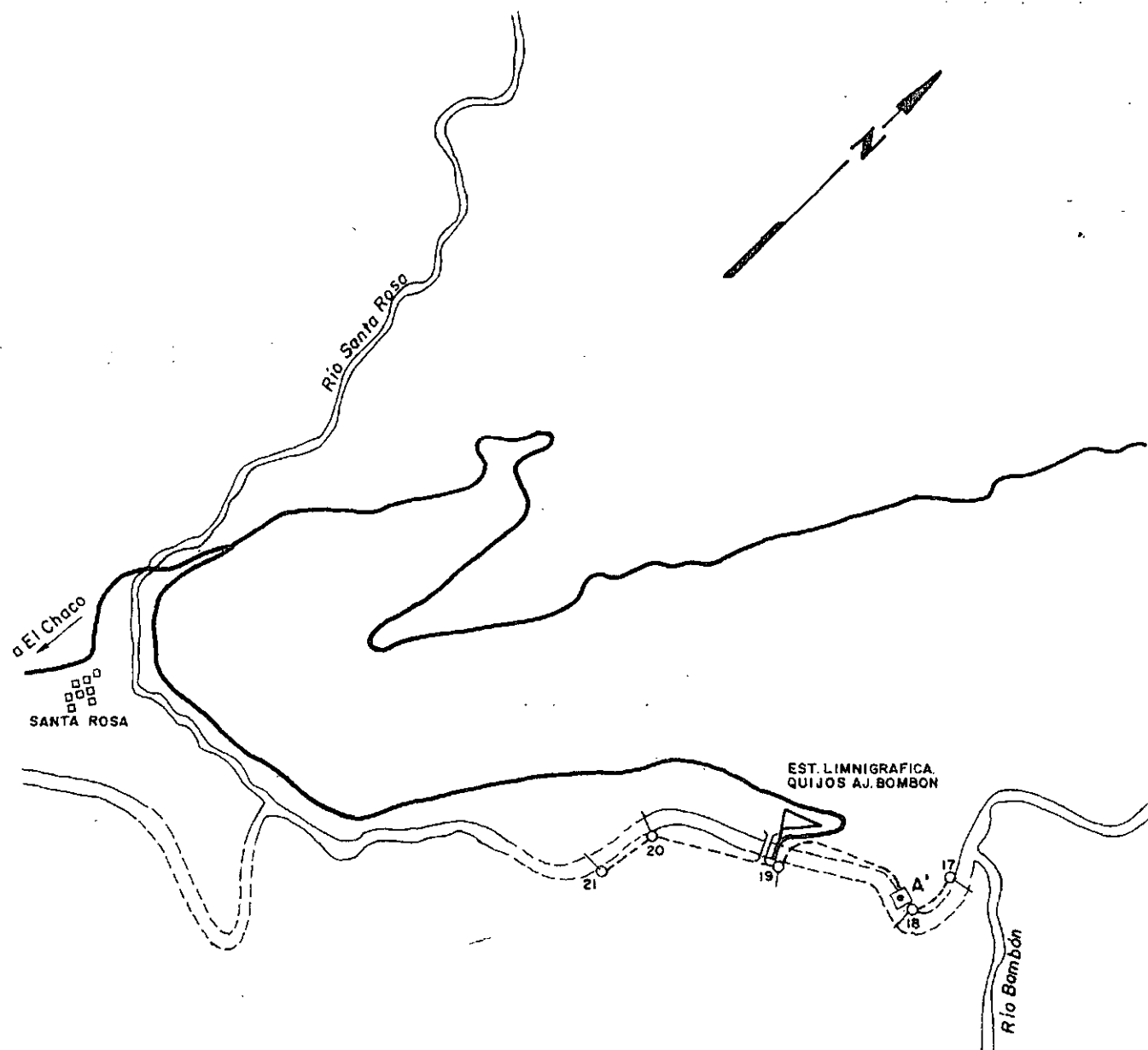
** sin el transporte de fondo.

*** Con la misma curva de concentración de la Fase A.



CORRELACION: CAUDAL LIQUIDO (QL) - CONCENTRACION MEDIA (Cm)
ESTACION: COCA D.J. SALADO







LEYENDA:

-  SITIO DE MUESTREO DEL MATERIAL DE FONDO
-  POLIGONAL NIVELADA Y SITIOS DE MEDICION DEL NIVEL DE AGUA

ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES



INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

SEDIMENTOLOGIA

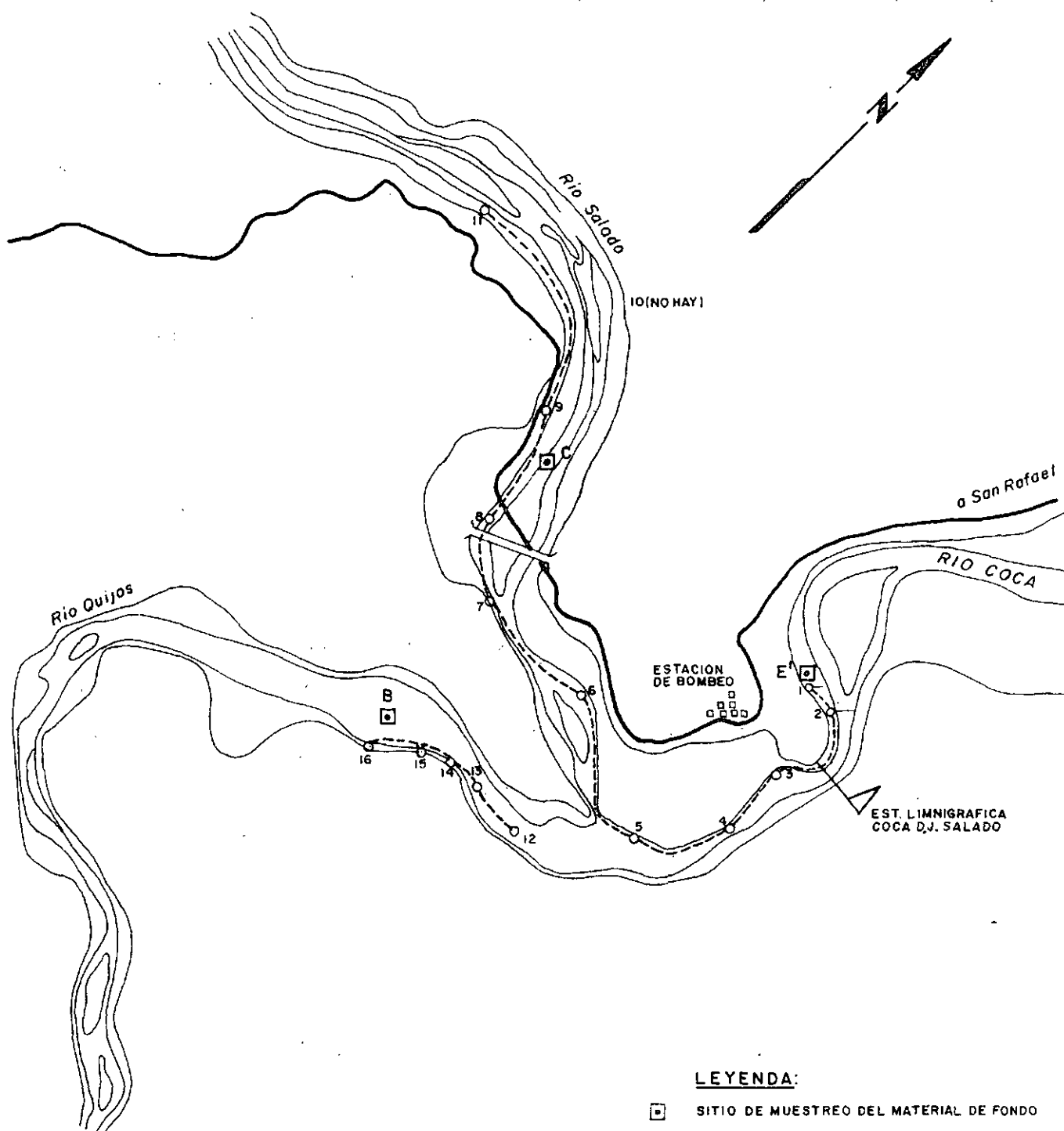
SITIO DE MUESTREO DEL MATERIAL DE FONDO
Y MEDICION DEL NIVEL DE AGUA

HOJA DE

ESC. 1:30000

DESENADO	F. COSCI	RECOMENDADO	
DISEÑADO	G. M.	APROBADO	
REVISADO			
FECHA	FEBRERO - 1991	REF	Croquis 10/1

0209-B-152



LEYENDA:

- SITIO DE MUESTREO DEL MATERIAL DE FONDO
- POLIGONAL NIVELADA Y SITIOS DE MEDICION DEL NIVEL DE AGUA

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES



INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

SEDIMENTOLOGIA

SITIO DE MUESTREO DEL MATERIAL DE FONDO
Y MEDICION DEL NIVEL DE AGUA

HOJA DE ESC. 1:30000

DISEÑADO	F. COSCI	RECOMENDADO	II
DIBUJADO	G. M.	APROBADO	
REVISADO			
FECHA	FEBRERO-1991	REL.	Croquis 10/2

0209-B-152

APENDICE A

PRECIPITACIONES MENSUALES Y ANUALES

EN ESTACIONES SELECCIONADAS

FORMULAS DE ESTADISTICAS BASICAS

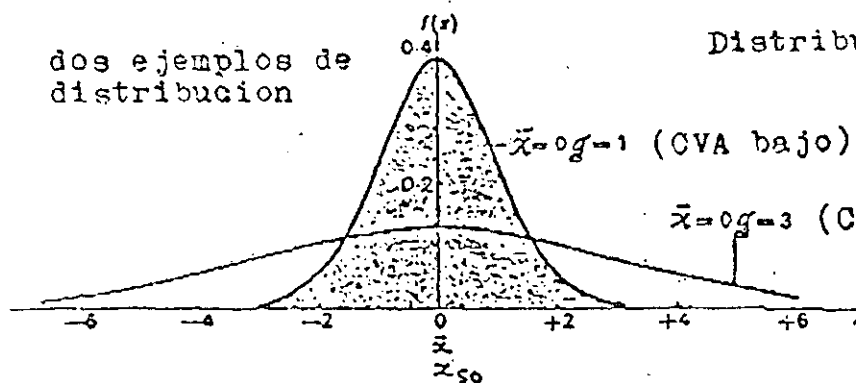
Promedio	MED	$\bar{x} = S(x)/n$
Desviación típica	DTP	$s = (S(x-\bar{x})^2/(n-1))^{0.5}$
Coef. de variación	CVA	s/\bar{x}
Coef. de sesgo	Sesgo	$(n \cdot S(x-\bar{x})^3 / ((n-1) \cdot (n-2) \cdot s^3))$
Coef. de Kurtosis	KUR	$(n^2 \cdot S(x-\bar{x})^4 / ((n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) \cdot s^4))$
Probabilidad de ocurrencia al 90%	P90 , Q90	$= \bar{x} - K1 \cdot s$
Probabilidad de ocurrencia al 95%	P95 , Q95	$= \bar{x} - K2 \cdot s$

K1, K2 = factor de frecuencia

según distrib. de Gauss (serie ≥ 20 años) K1=1.28 , K2=1.65

según distrib. t de Student (serie < 20 años) K1=1.33 , K2=1.73

dos ejemplos de
distribucion



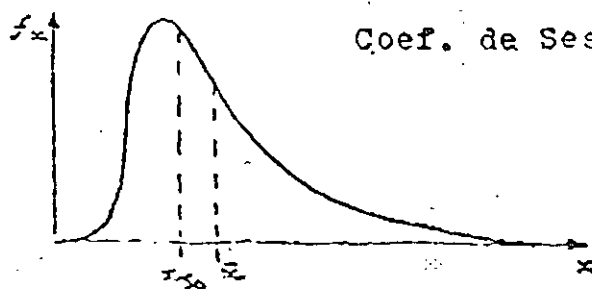
Distribucion Normal o de Gauss

$$\bar{x} = x_{50}$$

$$\text{sesgo } g = 0$$

$$\bar{x} = 0g = 1 \text{ (CVA bajo)}$$

$$\bar{x} = 0g = 3 \text{ (CVA alto)}$$



Coef. de Sesgo positivo

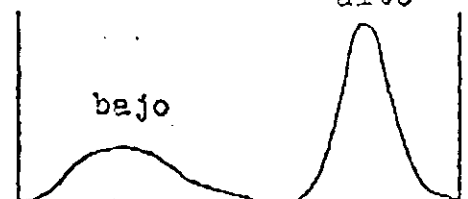
$$g > 0$$

$$\bar{x} \neq x_{50}$$

Kurtosis

alto

bajo



Cuadro A/1

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)
ESTACION PAPALLACTA (3.150 m s.n.m.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
1963								60	43	24	58	53	
1964	22	47	72	88	70	176	111	164	188	76	60	62	1136
1965	54	27	62	104	138	114	151	174	67	150	145	66	1252
1966	87	77	158	91	43	96	197	99	151	55	64	132	1250
1967	102	58	62	51	35	184	228	135	60	92	57	24	1089
1968	92	59	98	128	41	151	212	71	51	98	50	87	1168
1969	335	65	188	227	118	162	69	209	90	93	58	71	1685
1970	76	132	126	101	158	172	143	154	161	90	97	49	1459
1971	61	108	105	85	100	150	182	120 *	111	160	76	74	1332
1972	94	82	102	90	93	153	182	128	87	98	128	64	1301
1973	97 *	55	93	99	114	93	154	201	147	33	80 *	57	1233
1974	58	159	106 *	94	219	169	312	62	171	86	100	68	1604
1975	118	83	91	73	155	312	168	128 *	109	168	147	80	1632
1976	185	53	45	258					163	155			
1977	112	302	256	258	93	143	133	135	80	61	73	54	1700
1978	54	57	105	156	76	251	128	99 *	89 *	37 *	37 *	15	1104
1979	48	40	91	101	148	112	72	177	293	117	152	128	1479
1980	141	57	130	97	196	212	211	178	97	161	80 *	71	1631
1981	109	140	99	253	342	174	452	65	32	66	82	121	1935
1982	167	41 *	90 *	35	204	72	376	183	108	62	63	101	1592
1983	52 *	74	73	97	136	89	125	97	125	99	34	55	1016
1984	79	81	76	105 *	65	87	93	54	189	60	80	33	1292
1985	27	80	70	63	211	212	247	139	77	59	44	34	1298
1986	21	24	95	98	38	78	225	53	63	61	63	55	874
1987	41	192	33	134	109	99	109	76	63	72	32	36	1336
1988	56	58	111	116	127	191	175	113	110	73	109	48	1284
1989	61	79	113	55	218	268	191	79	89	97	37	10	1577
<hr/>													
HAX (mm)	335	302	256	258	342	312	452	209	293	168	152	132	1941
H1M (mm)	21	24	33	35	35	72	69	53	32	24	32	10	574
MED (mm)	90	86	102	118	130	157	186	121	113	89	77	63	1331
DTP (mm)	65	59	45	63	73	62	90	48	56	40	35	32	263
CVA	0.7	0.7	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2
MED (%)	6.8	6.5	7.6	8.8	9.8	11.8	14.0	9.1	8.5	6.7	5.8	4.8	100.0
<hr/>													
Sesgo	2.3	2.3	1.8	1.4	1.0	0.7	1.4	0.2	1.3	0.6	0.9	0.6	0.4
KUR	10.5	9.4	7.9	4.3	4.7	3.5	5.7	2.2	5.8	2.9	3.3	3.5	2.9
P90 (mm)	4	7	42	34	33	74	67	57	38	35	31	22	981
P95 (mm)	0	0	24	9	4	49	31	38	16	19	17	9	876

Factor de Frecuencia t/Student para P90 =1.33 y para P95 =1.75

*: Rellenado

Cuadro A/2

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)
ESTACION CUYUJA (2.380 m s.n.m.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
1977					155				163	118	95	146	
1978	117	100	190	200	133	262	194	116	144	99	81	38	1674
1979	33	34	106	219	228	130	172	146	158	77	142	98	1543
1980	115 *	58	207	160	181	171	143	128 **	62	136	157	39	1557
1981	53	139	82	161	133	177	254	133	110	108	119	139	1608
1982	91	72	120	145	189	131	244	131	116	146	111	109	1605
1983	113	130	117	220	195	138	186	133	134	129	89	139	1723
1984	95	160	135	182	150	164	123	107	229	118	131	84	1678
1985	41	86	148	98	215	186	196	164	164	92	92	90	1572
1986	60	44	163	208	189	162	196	111	117	133	88	139	1610
1987	123	291	55	223	176	158	189	122	112	137	67	88	1741
1988	57	141	126	265	188	227	140	141	125 *	158	214	73	1805
1989	141	101	136	100						138	83	30	
MAX (mm)	141	291	207	223	228	262	254	164	229	158	214	146	1805
MIN (mm)	33	34	55	98	133	130	123	107	62	77	57	30	1543
MED (mm)	87	113	132	177	178	173	185	130	136	122	113	93	1647
DTP (mm)	36	69	42	45	30	40	41	16	41	23	40	41	84
CVA	0.4	0.6	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.4	0.4	0.1
MED (%)	5.3	6.9	8.1	10.8	10.8	10.6	11.3	7.9	8.3	7.4	6.9	5.7	100.0
Sesgo	-0.2	1.6	0.1	-0.8	-0.1	1.2	0.2	0.6	0.6	-0.5	1.4	-0.2	0.6
KUR	2.5	7.0	3.9	3.2	3.1	5.0	3.6	4.3	5.6	3.4	5.7	2.6	3.2
P90 (mm)	40	21	76	118	138	120	131	108	82	92	60	39	1535
P95 (mm)	26	0	59	100	126	103	115	102	66	82	44	23	1502

Factor de Frecuencia t/Student para P90 =1.33 y para P95 =1.73

*: Rellenado

**: Corregido

Cuadro A/3

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)
ESTACION BAEZA (1.925 m s.n.m.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
1974	133 *	128	143	260	250	250	277	196	214	201	233	126	2411
1975	167	139	144	203	226	356	270	326	240	225	209	217	2722
1976	176	117	127	237	274	433	244	188	130	192	248	164	2530
1977	67	169	306	337	215	308	311	206	273	178	166	135	2671
1978	168	129	296	235	202	344	237	183	221	152	108	57	2332
1979	48	86	244	273	213	150	268	169	235	77	207	154	2124
1980	160	97	234	183	307	305	203	196	131	200	130	81	2227
1981	71	251	120	261	174	234	271	180	213	228	167	203	2373
1982	166	77	196	268	197	138	232	175	139	199	137	100	2024
1983	174	121	126	305	294	209	219	187	199	192	108	122	2256
1984	130	158	166	318	198	212	136	166	260	78	181	110	2113
1985	128	91	198	174	249	298	254	238	213	124	111	105	2183
1986	74	87	264	421	259	210	233	145	243	133	246	199	2514
1987	142	347	116	346	274	174	191						
1988					184	229	159	159	136	158	256	74	
1989	134	103	133	111									
1990			271	217	207								
<hr/>													
MAX (mm)	176	347	306	421	307	433	311	326	273	228	256	217	2722
MIN (mm)	48	77	116	111	174	138	136	145	130	77	108	57	2024
MED (mm)	129	140	193	259	233	257	234	194	203	167	179	132	2345
DTP (mm)	44	72	67	76	41	83	47	44	50	43	55	50	218
CVA	0.3	0.5	0.3	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.1
MED (%)	5.6	6.0	8.3	11.2	10.0	11.1	10.1	8.4	8.8	7.2	7.7	5.7	100.0
<hr/>													
Sesgo	-0.8	2.1	0.4	0.2	0.4	0.5	-0.6	2.3	-0.5	-0.8	0.0	0.4	0.4
KUR	2.7	7.7	2.2	3.9	2.6	3.4	3.7	9.6	2.5	3.3	2.1	2.8	2.8
P90 (mm)	71	44	103	158	179	147	172	135	138	102	106	66	2055
P95 (mm)	54	15	76	128	163	114	153	118	118	82	84	46	1968

Factor de Frecuencia t/Student para P90 =1.33 y para P95 =1.73

*: Rellenado.

Cuadro A/4

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)

ESTACION COSANGA (1.940 m s.n.m.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
1972							137	232	198	98			
1973												10	
1974	12	18	20	22	40	55	397						
1975			93	176	40	55				195	134	92	
1976	142	71	73	367	235	592	532	154	226	159	188	108	2847
1977	21 *	148 *	257 *	303 *	459	389	420	318	303	271	144	213	3246
1978	173	108	291	383	256	437	387	306	397	206	222	92	3258
1979	66	66	267	418 *	253	227 *	275	247	256	98	239	164	2576
1980	159	53	268	231	320	392	266	212	298	226	161	98	2754
1981	78	273	155	341	169	181	370	314	243	152	158	213	2647
1982	115	104	300	346	368	255	382	246	236	263	169	158	2942
1983	108 *	224	192	388	373	304	339 *	233	321	246	183	147	3058
1984	114	230	196	359	179	284	280	251 *	355	185	154	172	2759
1985	103	83	181	207	230	343	355	295	280	190	163	141	2571
1986	118	75	283	481	327	354	485	239	406	178	251	220	3417
1987	140	406	185	477	362	352	226	237	224	242	143	135	3129
1988	82	191	154	329	286	380	275	266	222	251	279	90	2805
1989	184	172	226	231	503	545	463	318	307	396	173	42	3560
MAX (mm)	184	406	300	481	503	592	532	318	406	396	279	220	3560
MIN (mm)	12	18	20	22	40	55	137	154	198	98	134	10	2571
MEQ (mm)	108	149	196	320	275	322	349	258	285	210	184	131	2969
DTP (mm)	50	103	83	117	130	148	103	46	64	72	44	60	315
CVA	0.5	0.7	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.5	0.1
MEQ (%)	3.9	5.3	7.0	11.5	9.9	11.5	12.5	9.3	10.2	7.5	6.6	4.7	100.0
Sesgo	-0.5	1.2	-0.7	-1.0	-0.3	-0.2	-0.2	-0.4	0.6	0.8	1.0	-0.3	0.5
KUR	3.4	4.8	3.3	5.0	3.5	3.6	3.4	3.9	3.0	5.3	3.6	3.2	2.8
P90 (mm)	41	13	86	164	103	125	213	197	199	113	126	51	2550
P95 (mm)	21	0	53	118	51	66	172	179	173	84	109	27	2424

Factor de Frecuencia t/Student para P90 =1.33 y para P95 =1.73

*: Rellenado

Cuadro A/5

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)
ESTACION OYACACHI (3.120 m s.n.m.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
1974	200	71	73	103	34	173	171	97	158	297	148	122	1647
1975	103	81	81	110	153	257	264	196	142	148	78	68	1691
1976	139	75	60	121	182	347	282	291	63	79	101	80	1820
1977	14	152	193	140	123	306	170	193	92	102	79	95	1659
1978	44	94	134	157	96	249	129	137	102	122 *	46	28	1338
1979	32	25	13	84									
1980						180	110	127	56	122	59	53	
1981	32	85	88	73	114	99	294	108	81	76	86	110	1246
1982	89	78	77	172	180	86	197	180	80	60	86	139	1424
1983	43	157	112	95	148	85	138	132	126	149	58	89	1332
1984	81	68	117	142	85	155	155	68	177	69	112	46	1275
1985	24	73	133	86	199	170	183	153	108	83	53	90	1355
1986	43	41	184	102	90	166	180	98	102	108	79	81	1274
1987	50	233	49	188	124	94	115	155	71	115	40	82	1316
1988	43	66	168	185	154	155	125	112	90	106	129	90	1423
1989	55	79	137	118	278	286	149	150	175	128	52	4	1611
1990	66	50											
<hr/>													
MAX (mm)	200	233	193	188	278	347	294	291	177	297	148	139	1820
MIN (mm)	14	25	13	73	34	85	110	68	56	60	40	4	1246
MEG (mm)	66	89	108	125	141	187	178	147	108	118	80	79	1458
DTP (mm)	48	51	51	37	60	84	59	54	39	57	31	35	188
CVA	0.7	0.6	0.5	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.1
MEG (%)	4.6	6.3	7.6	8.8	9.9	13.1	12.5	10.3	7.6	8.3	5.6	5.5	100.0
<hr/>													
Sesgo	1.7	1.7	0.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.3	0.6	2.4	0.8	-0.5	0.7
KUR	6.4	6.7	3.0	2.6	4.7	2.8	3.5	6.0	2.8	10.7	3.6	3.9	2.6
P90 (mm)	2	21	40	76	61	76	99	74	56	42	39	32	1208
P95 (mm)	0	1	19	61	37	42	75	53	40	20	26	18	1132

Factor de Frecuencia t/Student para P90 =1.33 y para P95 =1.73

*: Rellenado

Cuadro A/6

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)
ESTACION MISION JOSEFINA (1.740 m s.n.m.)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
1966	296	200 *	280	169	249	438	285 *	243 *	219 *	191 *	177	374	3121
1967	249	376	136	167	228	198	303	217	94	338	202	132	2640
1968	212	131	221	255	197	355	389	217	189	297	251	181	2895
1969	172	170	167	300	312	280	169	314	199	239	183	167	2672
1970	179	288	265	197	289	316	303	282	262	221	325	185	3112
1971	195 *	215 *	325 *	380 *	254 *	402 *	227 *	221 *	223 *	229 *	246 *	151 *	3068
1972	218	201	228	297 *	297	392	386	231	259	229	199	107	3044
1973	187 *	186 *	221 *	176 *	239 *	178	367	283	245	129	139	125	2475
1974	110	298	177	295	381	274	371	258	232	161	225	179	2961
1975	253	159	225	233	323	400	329	276	222	221	186	136	296
1976	217	84	217	321	410	839	336	290	172	200	215	135	3436
1977	95	263	377	272	265	298	354	233	275	229 *	132	197	2990
1978	170	169	290	227	213	301	157	197	542	215	66	51	2598
1979	44	88	279	300	250	213	268	217	256 *	268	351	136	2670
1980	177 *	115	291	187	363	320	219	255	131	229	141	66	2494
1981	69 *	258 *	132 *	292 *	235 *	287 *	405 *	259 *	215 *	175 *	188 *	188 *	2703
1982	173	87	151	296	426	185	279	228	164	138	153	123	2403
1983	187	141	140	304	258	195	279	182	221	246	130	142	2425
1984	208	249	205	317	164	245	147	186	336	118	237	138	2550
1985	125	90	237	227	348	255	227	221	213	196	171	181	2491
1986	80	89	294	374	219				239	215	202	190	
1987	140	340	122	352	179	98	160	163	218	255	194	93	2314
1988													
1989				129	229	543	165	272					
<hr/>													
MAX (mm)	296	376	377	380	426	839	405	314	542	338	351	374	3436
MIN (mm)	44	84	122	129	154	98	147	163	94	118	66	51	2314
MED (mm)	171	191	226	264	275	319	278	238	233	215	196	154	2763
DTP (mm)	63	87	69	69	72	154	84	39	85	52	63	63	301
CVA	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.2	0.4	0.2	0.3	0.4	0.1
MED (%)	6.2	6.9	8.2	9.6	10.0	11.5	10.1	8.6	8.4	7.8	7.1	5.6	10.0
<hr/>													
Sesgo	-0.3	0.5	0.2	-0.2	0.6	1.9	-0.2	0.0	2.2	0.1	0.6	1.8	1.4
KUR	3.1	2.7	2.8	2.6	3.0	8.6	2.1	2.8	11.2	3.9	4.6	9.7	1.8
P90 (mm)	90	80	138	175	183	122	171	189	124	149	115	73	1373
P95 (mm)	66	48	112	149	157	65	140	175	92	129	92	49	2267

Factor de Frecuencia segun Gauss para P90 =1.28 y para P95 =1.65

*: Rellenado

Cuadro A/7

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)
ESTACION EL CHACO (1.640 m s.n.m.)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
1972	215 *	208 *	224 *	266 *	266 *	77 *	371	189	268	133	277	118	2612
1973	229	157	260	207	250	204	296	231	241	102	183	150	2510
1974	193	223	174 *	211	289	288	311	218	242	257 *	267 *	201 *	2874
1975	287 *	219 *	191 *	282	308 *	412 *	236 *	271 *	234 *	238 *	338	105 *	3121
1976	255 *	163 *	214 *	260	321	467	276	233	128	164	191 *	149 *	2821
1977	104 *	220	347	330	308	314	319	250	234	250	140	124	2940
1978	182	157	347	299	186	388	190	154	247	182	118	51	2501
1979	58	114	208	283	188	222	222	246	288	151	258	134	2372
1980	132	100	252	200	285	293	239	245	141	299	229	75	2491
1981	169	268	85	270	215	292	356	232	185	145	138	226	2581
1982	214	79	261	276	297	185	288	212	158	78	148	76	2272
1983	156	203	118	322	345	189	222	185	223	147	125	141	2376
1984	244	191	171	(56)	273	292	186	111	307	87	155	163	2236
1985	149	125	277	200	296	343	275	321	243	263	137	160	2789
1986	94	104	318	283	247	227	260	231	234	167	154	234	2553
1987	158	452	101	414	272	235	237	192	162	215	141	161	2740
1988	181	180	232	242	255	252	146	216	182 *	160 *	339	199	2584
1989	240	177	177	155	247	489	185	257	223	291 *	192 *	10 *	2643
<hr/>													
MAX (mm)	287	452	347	414	345	489	371	321	307	299	339	234	3121
MIN (mm)	58	79	85	56	186	77	146	111	128	78	118	10	2236
WED (mm)	181	186	220	253	269	287	256	222	219	185	196	138	2612
DTP (mm)	61	84	77	77	43	105	61	46	50	69	72	59	235
CVA	0.3	0.5	0.3	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.1
WED (%)	6.9	7.1	8.4	9.7	10.3	11.0	9.8	8.5	8.4	7.1	7.5	5.3	100.0
<hr/>													
Sesgo	-0.3	1.9	0.0	-0.6	-0.5	0.3	0.2	-0.4	-0.3	0.2	0.9	-0.4	0.4
KUR	3.1	8.7	3.0	5.4	3.4	3.5	3.0	4.9	2.9	2.4	3.1	3.4	3.3
P90 (mm)	101	74	118	151	212	148	175	161	153	94	101	59	2299
P95 (mm)	77	41	87	120	195	106	151	142	133	67	72	35	2205

Factor de Frecuencia t/Student para P90 =1.33 y para P95 =1.73

*: Rellenado
(): Incompleto

Cuadro A/8

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)
ESTACION RIO SALADO (1.310 m s.n.m.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
1977									302	261	239	158	
1978	222	272	414	391	239	513	340	211	332	299	178	116 *	3527
1979	76	170	299						244		225	273 *	
1980					432	390	254	248	221	261	174	100	
1981	393	365	128	205	276	309	434	267	307	134	237	249	3214
1982	322	151	357	367	358	269	406 *	338	198	172	165	121	3224
1983	236	230	177	354	379	249	279	214	334	159	326	227	3164
1984	288	306	272	297	262	363	275	195	317	113	248	243	3179
1985	302	173 *	272 *	241 *	326	350	313	410	361	209	207	325	3489
1986	161	305	336	334	265	327	407	278	260	246	222	318	3459
1987	153	395 *	127 *	247	285	281	313	307	272	263	169	204	3016
1988	169	267	241 *	260 *	331	279	245	226	259	197	327	257	3058
1989	141 *	383	218	276	377	505	233	369	291	265	201	164	3423
<hr/>													
MAX (mm)	322	395	414	391	432	513	434	410	361	299	327	325	3527
MIN (mm)	76	151	127	205	239	249	233	195	198	113	165	100	3016
MEG (mm)	216	274	258	297	321	349	318	279	285	215	225	212	3275
DTP (mm)	81	87	92	62	61	90	71	70	48	60	53	75	185
CVA	0.4	0.3	0.4	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	0.1
MEG (%)	6.6	8.4	8.0	9.2	9.9	10.7	9.8	8.6	8.8	6.6	6.9	6.5	100.0
<hr/>													
Sesgo	-0.2	-0.1	0.0	0.1	0.4	1.0	0.5	0.7	-0.3	-0.4	1.0	-0.1	0.1
KUR	2.7	2.6	3.2	2.8	3.0	3.9	2.8	3.3	3.1	2.7	4.0	2.6	2.5
P90 (mm)	198	159	136	215	240	229	224	185	221	135	154	112	3030
P95 (mm)	75	125	99	191	216	193	196	157	202	111	133	82	2956

Factor de Frecuencia t/Student para P90 =1.33 y para P95 =1.73

*: Rellenado

Cuadro A/9

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)
ESTACION SAN RAFAEL (1.330 m s.n.m.).

ABO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
1975	369	285	473	517	463	573	340	462	341	383	486	295	4987
1976	626	434	570	464	524	651	450	355	340	369	458	482	5723
1977	129	411	638	458	583	459	483	395	401	337	404	338	5036
1978	347	416	486	437	393	469	374	177	363	363	281	276	4382
1979	163	154	521	505	442	293	358	439	266	326	347	374	4188
1980	261	233	501 *	464 *	522 *	445 *	417	277	247	403	301	186	4257
1981	415	505	182	391	363	397	507	395 *	288	209	470	512	4634
1982	480	433	658	585	418	384	511	379	310	398	462	218	5236
1983	383 *	358	501 *	498	543	316	329	372	453	308	558	386	5005
1984	664	479	481	558	421	460	300	323	436	390	372	473	5357
1985	403	256	446	361	458	449	398	431	390	438	466	574	5020
1986	327	490	513	453	415	351	491	402	287	527	343	591	5190
1987	469	549	208	375	219	423	383	254	230	357	174	180	3821
1988	268	437	395	389	307						433	216	
1989	230	265	382	501	451	484	157	246	203	313	410		
<hr/>													
MAX (mm)	664	549	658	585	583	651	511	462	453	527	558	591	5723
MIN (mm)	129	154	182	361	219	293	157	177	203	209	174	180	3821
RED (mm)	369	380	464	464	435	440	393	351	325	366	398	361	4834
DTP (mm)	152	116	132	66	93	95	97	84	77	72	97	103	540
CVA	0.4	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.1
RED (%)	7.8	8.0	9.8	9.8	9.2	9.3	8.3	7.4	6.9	7.7	8.4	7.7	100.0
<hr/>													
Sesgo	0.4	-0.5	-0.9	0.1	-0.7	0.6	-0.9	-0.7	0.1	0.1	-0.7	0.2	-0.4
KUR	3.5	2.8	4.4	3.0	4.4	4.4	4.9	3.3	2.7	5.6	4.2	2.3	3.2
P90 (mm)	167	226	288	376	311	314	264	239	223	270	269	177	4115
P95 (mm)	106	180	235	350	274	276	226	206	192	241	230	122	3899

Factor de Frecuencia t/Student para P90 =1.33 y para P95 =1.73

*: Rellenado

Cuadro A/10

PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)
ESTACION REVENTADOR (1.470 m s.n.m.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
1974	453	447	541	418	510	639	715	463	511	544	940	687	6868
1975	495	481	437	706	540	651	515	626	369	429	582	740	5171
1976	627	507	747	592	601	831	559	319	464	356	498	632	6733
1977	188	423	751	577	771	493	752	510	538	531	447	590	6571
1978	368	447	492	600	494	563	425	256	419	432	502	416	5414
1979	145	163	662	498	504	369	497	522	348	382	493	485	5068
1980	554	249	507	547	620	590	382	447	312	606	411	551	5776
1981	495 *	419 *	383	656	740	572	577	458	419	436	587	833	6575
1982	625	726	564	778	481	549	554	605	427	442	503	344	6598
1983	555	450	532	554	715	405	521	426	619	443	790	557	6562
1984	937	301	687	712	481	522	506	365	618	518	357	580	6584
1985	468	235	714	373	507	553	401	422	458	619	568	479	5797
1986	114	369	600	602	540	513	677	537	286	599	558	743	6138
1987		491											
1988					406	291	395	398	460	396	921	658	
1989	353	493	417	332	260	293	480	478	379	477	491	346 *	4802
<hr/>													
MAX (mm)	937	726	751	778	771	831	752	626	619	619	940	833	6868
MIN (mm)	114	163	383	332	260	291	382	256	286	356	357	340	4802
MED (mm)	456	413	574	568	545	522	530	456	442	481	577	553	6122
DTP (mm)	218	137	123	129	132	142	114	99	99	84	173	152	657
CVA	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.1
MED (%)	7.4	6.8	9.4	9.3	8.9	8.5	8.7	7.4	7.2	7.9	9.4	9.0	100.0
<hr/>													
Sesgo	0.3	0.2	0.1	-0.3	-0.1	0.1	0.6	-0.2	0.4	0.4	1.2	0.1	-0.9
KUR	4.3	4.5	2.4	3.2	4.1	4.1	3.2	3.6	3.2	2.5	4.2	2.8	3.2
P90 (mm)	166	231	411	396	370	334	379	323	310	369	346	351	5248
P95 (mm)	79	176	361	344	317	278	334	284	270	335	277	290	4985

Factor de Frecuencia t/Student para P90 =1.33 y para P95 =1.73

*: Rellenado

APENDICE B
CAUDALES MENSUALES Y ANUALES
EN ESTACIONES SELECCIONADAS

Cuadro B/1

CAUDALES MENSUALES (m³/s)
ESTACION QUIJOS EN BAEZA (853 km²)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promed.
1964						74	62	60	75	39	37	22	
1965	37	23	32	33	56	76	83	76	55	38	46	40	50
1966	51	44	66	55	40 *	39	77	62	55	41	31	38	50
1967	73	35	30	39	36	61	85	73	45	51 *	28	30	49
1968	42	26	34	46	38 *	68	97	57	48	47	38	24	47
1969	30	35	31	51 *	61 *	79	64	80	44	40	34	33	49
1970	56	47	60	59	56	78	48	63	66	39	32	22	52
1971	26	34	46	42	50	71	74	55	51	47	37	36	48
1972	57	35	36 *	45 *	53	69	94	51	56	39	41	38	51
1973	45	53 *	36	39	49	50	59	55 *	47 *	42 *	44	51	47
1974	40 *	35 *	22	31	51	56	88 *	70 *	50 *	51	47	49	49
1975	60	33	41	40	55	97	72	82	62	61	50	34	57
1976	50	31	29	51	71	95	100	77	48	34	42	35	55
1977	19	47	71	60	51	69	83 *	68	59	46	26	30	52
1978	34	40	52	61	54	75	72	62	36	42	31	27	49
1979	15	9	41	47	51	51	49	27	48	34	24 *	33 *	36
1980	25	7	45	67	56	71	53 *	45 *	39 *	62	34	21 *	44
1981	16 *	35 *	33 *	44 *	40 *	61	83	47	45	27	27	33	41
1982	31	22 *	28 *	54	57	54	71	66	46	36	39 *	31 *	45
1983	32 *	37 *	40 *	47 *	78	64	63	59	55	51	28	24	48
1984	26	33		43	38	53	55	40	46		26	21	
1985	10	22	40	26	52	68	69	66	42	36	25	16	39
1986	14	8	38	53	47	52	88	50	48	38	32	41	43
1987	34					50	54	46	35	30	20	24	
1988	15	37	34	59	59	54	70	42		41	48	29	
1989	44	30	40	34	64	97	65	39					
1990	26	22	51	33		77							
<hr/>													
MAX (m ³ /s)	73	53	71	67	78	97	100	82	75	62	50	51	57
MIN (m ³ /s)	10	7	22	26	36	39	48	27	35	27	20	16	36
WED (m ³ /s)	35	31	41	46	53	67	72	58	50	42	35	31	48
DTP (m ³ /s)	16	12	12	11	10	15	15	14	9	9	8	9	5
CVA	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1
q(l/s/km ²)	40.9	36.6	47.7	54.3	61.7	78.5	84.7	68.4	58.7	49.4	40.7	36.7	56.0
Escurr(mm)	110	95	128	146	160	210	220	183	157	120	109	95	1732
Escurr.(%)	6.3	5.5	7.4	8.4	9.2	12.2	12.7	10.6	9.1	6.9	6.3	5.5	100
<hr/>													
Sesgo	0.5	-0.5	1.1	0.0	0.5	0.4	0.1	-0.2	0.8	0.7	0.2	0.5	-0.5
EUR	2.9	3.4	4.2	2.6	4.0	3.1	2.4	2.8	4.4	3.8	2.4	3.3	3.8
Q90 (m ³ /s)	14	16	25	33	40	48	53	41	38	31	24	20	41
Q95 (m ³ /s)	8	12	21	29	36	42	48	35	35	28	21	17	39

Factor de Frecuencia segun Gauss para Q90 =1.28 y para Q95 =1.65

*: Mes con varios días rellenos

Cuadro B/2

CAUDALES MENSUALES (m³/s)
ESTACION COSANGA AJ QUIJOS (483 km²)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promed.
1970											28	21	
1971	25	28	45	38	55	60	67	51			34	32	
1972	50	34						50	61	35	32	31	
1973	32	40	39	37	46	53					29	18	
1974	16	25	28	37	64					48	57	33	
1975	44	26	34	39	55	81	64	76	50	48	42	26	49
1976	36	23	25	69	72	103	108		43	32	41	30	
1977	15	38	65	64	72	79	76	58	60	54	28	30	53
1978	28	39	48	70	52	61	55	53	39	36	25	12	43
1979	6			54	41	42	56	47	44	33	29	33	
1980	29	14	34	51	52	74	47					17	
1981	11	32	30	50	38	56	64	34	23	30	23	25	35
1982	25			57	58	40	58		40	37	36	27	
1983			29	47	62	36	45		50	43	30	27	
1984	23	37	27	48	29	55	52	38	42	30	19	23	35
1985	13	19	44		37	117		52	35	24	22	11	
1986	14	9	28	57	49	60	82				30	26	
1987	20	58	31		44	59	38	37	31	28	17	15	
MAX (m3/s)	50	58	65	70	72	117	108	76	61	54	57	33	53
MIN (m3/s)	6	9	25	37	29	36	38	34	23	24	17	11	35
MED (m3/s)	24	30	36	51	52	65	62	50	43	37	31	24	43
DTP (m3/s)	12	12	11	11	12	23	18	12	11	9	10	7	8
CVA	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2
q(1/s/km2)	50.1	62.4	75.0	106.2	106.9	134.7	129.3	102.7	89.4	76.1	63.6	50.3	89.1
Escurr(mm)	134	162	201	284	277	361	335	275	239	184	170	130	2753
Escurr.(%)	4.9	5.9	7.3	10.3	10.1	13.1	12.2	10.0	8.7	6.7	6.2	4.7	100
Sesgo	0.6	0.4	1.5	0.3	0.0	1.0	1.3	0.9	0.0	0.6	1.2	-0.6	0.2
KUR	3.5	4.4	5.8	2.7	3.0	4.4	5.7	5.4	3.7	3.2	5.7	2.6	4.8
Q50 (m3/s)	8	14	22	36	35	35	38	33	28	25	18	15	32
Q95 (m3/s)	3	9	17	32	30	26	31	29	24	21	14	12	29

Factor de Frecuencia t/Student para Q90 =1.33 y para Q95 =1.73

Cuadro B/3

CAUDALES MENSUALES (m³/s)
ESTACION QUIJOS AJ-BORJA (1.398 km²)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promed.
1978						153	145	128	94	88	59	35	
1979	23	20	53	110	35	103	119	93	89	63	52	67	74
1980	64	34	86	113	125	174	113	96	83	89	65	40	98
1981	30	72	67	91	82	119	158	70	82	65	55	62	79
1982	61	43	55	112	119	95	145	128	92	79	79	65	90
1983	78	70	80	111	153	91	112	124	121	103	66	62	98
1984	57	87	69	106	73	130	118	87	104	74	54	57	85
1985	34	52	81	59	101	167	157	133	90	76	53	35	87
1986	39	28	74	119	124	154	204	99	111	70	73	82	98
1987	71	163	69	75	88	136	116	105	88	77	55	55	91
1988	36	74	68	120	133	124	124	77	68	72	95	52	87
1989	62			75	161	231	162	100	87	97	63		
HAX (m ³ /s)	82	163	86	120	161	231	204	133	121	103	95	82	98
MIN (m ³ /s)	23	20	53	59	73	91	112	70	68	63	52	35	74
MED (m ³ /s)	52	64	70	99	114	140	139	103	92	79	64	56	88
DTP (m ³ /s)	21	41	11	21	29	39	28	21	14	12	13	15	7
CVA	0.4	0.6	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1
q(l/s/km ²)	37.4	46.0	50.2	70.9	81.5	100.0	99.7	73.9	66.1	56.8	45.8	39.8	62.9
Escurr(mm)	100	119	135	190	211	268	259	198	177	137	123	103	2020
Escurr.(%)	5.0	5.9	6.7	9.4	10.5	13.3	12.8	9.8	8.8	6.8	6.1	5.1	100
Sesgo	0.0	1.6	-0.3	-0.9	0.2	1.0	1.1	0.0	0.6	0.6	1.4	0.0	-0.3
KUR	2.4	7.0	3.5	3.3	2.9	5.0	4.8	2.7	4.5	3.3	5.4	3.5	4.0
Q90 (m ³ /s)	25	10	56	71	76	87	102	76	74	63	47	36	78
Q95 (m ³ /s)	17	0	52	63	64	71	91	67	68	58	42	31	75

Factor de Frecuencia t/Student para Q90 =1.33 y para Q95 =1.73

Cuadro B/4

CAUDALES MENSUALES (m³/s)
ESTACION OYACACHI AJQUIJOS (692 km²)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promed.
1972								132	64	81	37	45	
1973	63	58	49	42	62	64	89	67	57	29	27	22	52
1974	25	36	26	36	69	74	115	84	54	49	56	52	57
1975	77	37	45	49	68	127	76	92	61	59	49	28	64
1976	58	32	36	59	75	146	141	96	52	30	40	33	67
1977	16	59			69			74	51	49	31	33	
1978	34	54	73	66	52	97	88	71			29	19	
1979	12	12	31	59	49	75	72	60	52	37	28	44	
1980	37	19		63	74	107	66	50	39	45	33	19	
1981	13	35	29	39	37	53	102	42	42	28	27	31	
1982	25	18		43	51	53	83	80	53	29	37	32	
1983			42	51	72	38	58	74	65	54	35	34	
1984	30	40	33	46	34	64	69	48	57	36	30	29	43
1985	17	38	79	35	55	94	95	81	45	36	25	16	51
1986	18	14	38	51	46	76	110	55	54	36	32	57	49
1987	35										21	28	
1988	21	41	42	61	66	42							
<hr/>													
MAX (m ³ /s)	77	59	79	66	75	146	141	132	65	81	56	62	67
MIN (m ³ /s)	12	12	26	35	34	38	58	42	39	28	21	16	40
MEB (m ³ /s)	32	35	44	50	59	79	90	74	53	43	34	33	52
DTP (m ³ /s)	20	15	17	10	13	32	23	23	8	15	9	13	9
CYA	0.6	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3	0.4	0.2
q(l/s/km ²)	46.3	50.9	63.0	72.3	85.6	114.6	129.4	106.6	77.0	61.7	48.5	48.0	75.2
Escurr(mm)	124	132	169	194	222	307	335	285	206	149	130	125	2378
Escurr.(%)	5.2	5.5	7.1	8.1	9.3	12.9	14.1	12.0	8.7	6.3	5.5	5.2	100
<hr/>													
Sesgo	1.2	0.0	1.4	0.1	-0.7	0.8	0.8	1.0	-0.3	1.4	1.3	0.9	0.4
EUR	4.2	2.8	4.8	2.3	2.9	3.6	4.1	5.3	3.4	5.6	5.1	4.0	3.3
Q90 (m ³ /s)	6	15	21	36	42	37	59	43	43	23	22	16	40
Q95 (m ³ /s)	0	9	15	32	36	25	50	34	40	17	18	11	36

Factor de Frecuencia t/Student para Q90 =1.33 y para Q95 =1.73

Cuadro B/5

CAUDALES MENSUALES (m³/s)
ESTACION QUIJOS AJ BOMBON (2.448 km²)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promed.
1978								225	153	121	107	66	
1979	38	41	118	208	184	213	221	180	165	121	106	141	145
1980	126	70	179	209	238	319	237	190	152		123	89	
1981	67	147	132	185	164	222	294	138	148	113	104	117	153
1982	112	79	98	161	167	132	235	239	172	136	148	125	111
1983	147	132	154	203	280	171	206	223	221	190	133	124	133
1984	116	171	137	201	141	240	231	169	205	150	111	115	161
1985	67	104	164	129	196	295	283	252	161	136	95	59	152
1986	123	104		278	252	301	378	211	229	163	164	197	
1987	155	307	232	300	271	302	289	278	222	203	164	170	240
1988	61	138	133	214	216	191	245	152	138	141	191	136	163
1989	266	222	242	229	363	500	336	239	230	248	199	136	268
1990	195	212	298	278	329	390							
MAX (m ³ /s)	266	307	298	300	363	500	378	278	230	248	199	197	268
MIN (m ³ /s)	38	41	98	129	141	132	206	138	138	113	95	59	145
MED (m ³ /s)	123	144	172	216	233	273	269	208	183	157	137	123	133
DTP (m ³ /s)	64	75	61	50	69	102	53	43	35	42	36	39	43
CVA	0.5	0.5	0.4	0.2	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2
q(l/s/km ²)	50.2	58.9	70.2	88.5	95.5	111.7	110.0	85.1	74.9	64.1	56.1	50.3	74.1
Escurr(mm)	135	153	188	237	248	299	285	228	201	155	150	130	240
Escurr.(%)	5.6	6.3	7.8	9.8	10.3	12.4	11.8	9.5	8.3	6.4	6.2	5.4	100
Sesgo	0.9	0.8	1.0	0.2	0.5	0.9	0.9	-0.2	0.3	1.2	0.6	0.1	1.5
KUR	4.7	4.3	4.0	3.5	3.3	4.7	4.0	2.9	2.0	4.7	2.8	3.9	5.0
Q90 (m ³ /s)	38	44	90	150	142	138	198	151	136	101	90	71	124
Q95 (m ³ /s)	12	14	66	131	115	97	177	134	122	85	76	55	106

Facto. de Frecuencia t/Student para Q90 =1.33 y para Q95 =1.73

Cuadro B/6

CAUDALES MENSUALES (m³/s)
ESTACION COCA EN SAN RAFAEL (3.790 km²)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Proiec.
1972								372	395	239	321	264	
1973	335	333	289	256	360	390	454	375	322	179	194	158	304
1974	171	267	192	255	415	423	608	409	306	305	361	342	338
1975	417	239	288	320	397	644	434	492	344	328	304	244	372
1976	325	213	225	356	457	701	677	509	307	212	269	240	375
1977	132	347	566	420	417	501	503	444	356	300	206	215	367
1978	208	323	393	440	313	483	466	338	296	323	193	133	325
1979	82	86	227	363	310	379	402	320	279	202	183	225	256
1980	222	124	350	334	372	547	368	282	228	282	205	125	287
1981	105	209	198	265	241	327	563	331	242	190	198	212	257
1982	201	153	243	323	364	310	442	400	282	204		193	453
1983	241	216	246	332	461	264	332	358	353	301	232	219	297
1984	213	285	236	317	242	390	366	279	318	242	211	211	275
1985	154	214	307	238	317	492	443	426	285	244	189	145	288
1986	171	139	262	375	329	430	578	315	334	247	248	326	314
1987	243	316											
<hr/>													
MAX (m ³ /s)	417	347	566	440	461	701	677	509	395	328	2333	342	453
MIN (m ³ /s)	82	86	192	238	241	264	332	279	228	179	183	125	256
MEQ (m ³ /s)	215	231	287	328	357	449	474	377	310	253	376	217	322
DTP (m ³ /s)	90	81	98	61	70	123	100	70	44	50	544	63	55
CVA	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	1.4	0.3	0.2
q(l/s/km ²)	56.6	60.9	75.8	86.6	94.1	118.4	125.1	99.4	81.7	66.8	99.3	57.2	25.0
Escurr.(mm)	152	158	203	232	244	317	324	266	219	162	266	148	269
Escurr.(%)	5.6	5.9	7.5	8.6	9.1	11.8	12.0	9.9	8.1	6.0	9.9	5.5	100
<hr/>													
Sesgo	0.8	-0.2	2.0	0.2	-0.2	0.6	0.6	0.5	-0.1	0.1	3.8	0.5	1.0
KUR	4.0	2.6	7.9	3.1	3.0	3.6	3.3	3.0	3.6	2.2	17.3	3.6	4.5
Q90 (m ³ /s)	95	123	157	247	264	284	340	283	251	187	0	133	249
Q95 (m ³ /s)	59	91	118	223	236	235	300	255	234	167	0	108	228

Factor de Frecuencia t/Student para Q90 =1.33 y para Q95 =1.73

APENDICE C

CAUDALES DIARIOS EN ESTACIONES SELECCIONADAS

CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1978

INCEFL DEIC DIV. HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/1

	JAN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DIC
1	-	-	-	-	-	-	-	195.08	15.17	343.36	67.34	73.18
2	-	-	-	-	-	-	-	221.34	122.64	467.46	114.69	77.86
3	-	-	-	-	-	-	-	226.42	201.21	414.25	87.23	71.55
4	-	-	-	-	-	-	-	274.40	185.79	311.35	92.27	76.31
5	-	-	-	-	-	-	-	381.40	149.75	125.72	93.67	79.44
6	-	-	-	-	-	-	-	407.23	121.48	129.47	155.77	74.73
7	-	-	-	-	-	-	-	205.75	112.28	116.71	376.96	108.78
8	-	-	-	-	-	-	-	209.76	142.52	103.92	164.54	81.06
9	-	-	-	-	-	-	-	328.02	125.17	92.08	124.66	73.39
10	-	-	-	-	-	-	-	432.37	345.66	91.87	134.88	69.43
11	-	-	-	-	-	-	-	276.70	251.21	72.33	143.72	71.72
12	-	-	-	-	-	-	-	285.62	221.47	79.31	155.66	74.79
13	-	-	-	-	-	-	-	350.40	165.77	69.07	87.65	70.13
14	-	-	-	-	-	-	-	477.52	123.17	59.27	87.63	57.20
15	-	-	-	-	-	-	-	359.29	118.62	56.39	103.55	73.21
16	-	-	-	-	-	-	-	246.29	200.23	57.34	87.63	77.86
17	-	-	-	-	-	-	-	154.70	148.78	59.27	87.63	64.35
18	-	-	-	-	-	-	-	166.44	141.61	56.52	83.15	64.35
19	-	-	-	-	-	-	141.58	153.58	112.19	62.37	76.31	62.80
20	-	-	-	-	-	-	137.23	155.69	87.24	62.69	74.73	66.03
21	-	-	-	-	-	-	127.23	137.41	89.59	72.72	73.18	58.57
22	-	-	-	-	-	-	122.13	121.63	192.76	68.65	74.73	64.23
23	-	-	-	-	-	-	131.33	119.24	153.69	63.15	77.86	70.13
24	-	-	-	-	-	-	159.42	177.06	129.18	62.18	77.86	64.26
25	-	-	-	-	-	-	137.48	155.42	102.91	54.77	73.21	41.99
26	-	-	-	-	-	-	132.54	105.74	97.34	51.85	66.06	45.51
27	-	-	-	-	-	-	331.76	97.54	105.96	93.83	86.23	57.20
28	-	-	-	-	-	-	237.62	105.13	108.86	135.94	118.69	53.16
29	-	-	-	-	-	-	170.56	105.95	143.95	104.41	68.64	53.16
30	-	-	-	-	-	-	172.54	105.77	291.21	83.90	68.64	36.18
31	-	-	-	-	-	-	294.96	110.44	-	75.50	-	36.18
MEJ	-	-	-	-	-	-	-	225.26	153.16	121.68	106.73	65.89
MEJ	-	-	-	-	-	-	-	477.52	345.66	457.46	376.96	108.78
MEJ	-	-	-	-	-	-	-	97.54	87.24	51.85	66.06	36.18

246024 QUIJOS A.J. ROMBON
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1979

INECEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/1

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	36.12	45.52	59.28	112.95	223.56	362.86	133.08	147.77	124.36	133.41	58.58	248.54
2	34.21	49.24	57.20	128.37	203.35	225.66	122.10	183.87	144.43	128.87	60.62	174.05
3	34.21	52.52	49.91	108.64	168.56	159.68	252.86	176.73	159.49	151.63	57.78	174.05
4	39.57	31.4	46.14	89.33	181.26	135.12	372.09	170.95	118.22	139.78	117.67	158.62
5	41.90	38.42	49.71	155.24	214.99	120.76	555.48	202.13	136.35	143.06	75.91	130.17
6	31.90	38.42	99.16	143.45	308.62	106.22	618.64	315.54	171.53	223.97	73.81	380.16
7	31.90	37.30	73.30	123.59	205.11	151.93	347.41	331.85	168.23	170.34	71.31	386.26
8	46.81	36.10	164.59	175.36	255.30	131.05	250.05	410.79	149.10	173.47	65.74	258.31
9	31.90	35.63	281.33	136.41	185.16	149.84	200.72	303.57	151.21	195.86	73.34	229.91
10	31.90	35.09	385.25	103.20	146.58	144.11	197.63	191.36	154.24	150.37	192.11	162.25
11	31.90	38.42	223.55	132.65	132.95	153.68	246.55	153.18	139.54	165.47	125.11	168.44
12	32.95	39.56	165.10	231.95	152.47	162.92	172.28	137.18	151.82	165.77	118.11	147.82
13	31.90	55.18	127.06	189.17	170.90	134.10	141.34	136.15	132.54	159.54	91.85	116.35
14	31.90	40.72	98.83	235.09	195.68	420.96	132.06	128.03	220.78	143.25	78.11	103.59
15	32.95	39.57	81.05	223.34	172.93	419.21	134.77	213.51	175.68	134.11	71.49	98.81
16	31.90	46.94	169.38	377.20	142.71	318.92	146.62	212.27	131.71	117.78	72.48	94.44
17	31.90	46.75	96.59	243.70	145.40	231.61	186.21	173.13	124.35	108.89	74.23	114.82
18	31.90	48.68	88.61	168.95	124.96	179.32	155.71	149.84	120.16	124.01	86.12	161.93
19	32.94	38.92	136.15	362.92	112.41	148.20	120.15	128.03	161.70	118.18	83.03	94.90
20	31.93	37.36	81.05	197.92	122.78	129.03	255.19	148.13	199.90	97.99	65.45	90.41
21	46.13	38.42	117.57	154.39	218.58	143.78	231.63	163.04	164.98	88.47	83.52	80.67
22	44.23	38.42	154.72	131.82	157.44	234.88	159.74	139.25	163.21	85.49	70.53	73.96
23	43.08	41.31	83.49	349.04	175.02	208.15	141.34	134.10	168.48	79.92	66.10	70.14
24	38.42	43.09	81.59	187.86	143.58	156.92	142.39	156.39	132.18	73.18	58.63	67.97
25	36.21	40.14	77.76	227.43	120.15	183.81	139.55	128.03	167.50	71.91	82.45	68.09
26	50.55	39.56	203.83	253.87	114.47	314.99	197.03	113.45	351.81	77.61	95.19	74.78
27	48.65	39.56	123.82	452.05	333.42	323.18	449.47	146.53	278.49	81.95	526.13	78.18
28	43.09	44.20	99.13	273.28	221.74	347.24	245.92	184.30	196.41	73.72	245.48	86.01
29	55.84		93.48	239.55	178.79	196.22	188.76	136.93	152.89	69.34	137.27	73.82
30	48.65		76.28	299.29	173.25	154.17	147.69	138.11	136.16	63.53	113.33	73.20
31	50.14		111.00		289.86		140.29	135.74		60.67		164.73
QMED	38.30	41.31	117.62	217.95	183.50	212.62	220.78	180.20	164.82	121.37	106.38	140.82
QMAX	55.84	55.18	395.25	492.95	333.42	426.96	555.48	410.79	351.81	223.97	526.13	386.26
QMIN	31.90	31.4	46.14	89.33	112.41	120.76	120.15	113.45	118.22	60.67	57.78	67.97

245126 QUIJOS A.J. ROMBON
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
1990 1990

INECEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	227.22	90.75	46.81	329.36	171.78	243.12	172.62	215.16	173.28	-	102.69	115.87
2	435.40	83.64	50.66	197.95	144.57	232.42	252.17	159.51	124.30	-	195.89	158.81
3	343.89	70.18	53.79	172.58	125.41	239.41	248.76	142.16	114.94	-	138.34	180.73
4	242.24	90.89	63.56	173.43	213.46	233.65	376.56	141.10	155.44	-	128.76	94.36
5	181.27	91.75	53.57	154.84	378.41	255.33	254.34	145.18	148.11	-	138.22	94.25
6	140.85	116.58	47.38	149.32	295.53	51.525	154.71	149.20	241.59	-	131.93	86.62
7	124.13	117.79	46.74	103.12	296.27	572.33	169.57	161.54	159.37	-	154.49	159.53
8	115.35	84.71	52.72	132.63	236.74	573.44	165.17	250.55	153.56	-	90.55	158.61
9	115.53	84.71	48.66	125.21	185.61	392.21	198.73	440.30	153.72	223.78	80.54	119.16
10	55.12	72.17	47.4	127.76	155.33	352.23	351.14	397.54	396.11	243.49	77.27	140.17
11	57.92	46.55	167.95	125.35	171.7	552.89	221.71	183.77	222.64	172.73	73.81	109.34
12	90.18	59.98	254.61	113.31	181.52	449.95	219.68	159.79	156.27	153.55	71.46	90.28
13	52.36	56.41	176.35	91.43	374.92	296.61	215.62	132.32	134.39	141.26	114.32	88.09
14	85.19	53.70	129.49	98.18	219.69	333.71	214.68	168.58	124.31	128.57	170.67	83.62
15	93.16	51.47	268.37	87.64	165.33	297.83	389.96	252.53	121.51	113.51	122.18	81.67
16	119.36	50.55	157.61	115.48	171.90	325.73	371.33	177.42	141.68	112.57	95.69	82.90
17	110.99	49.30	272.22	245.47	257.19	377.61	264.78	176.97	212.66	123.95	83.42	73.19
18	115.71	56.35	159.98	364.96	315.16	257.50	265.75	153.39	154.52	147.78	79.19	70.86
19	83.37	54.62	167.97	636.82	246.51	219.51	215.94	146.27	124.31	164.94	111.13	79.60
20	76.75	65.41	169.32	613.74	221.19	230.81	182.59	163.20	176.98	394.20	95.62	96.86
21	75.67	131.78	120.64	353.17	247.69	214.76	257.38	130.28	123.40	217.19	129.02	75.76
22	76.13	92.15	109.94	253.27	489.72	265.95	345.23	133.13	134.52	147.91	254.38	76.84
23	76.18	72.85	122.39	189.14	416.22	227.96	358.74	128.14	168.88	127.86	162.84	72.56
24	73.62	58.83	139.63	169.36	273.79	199.53	241.23	141.25	137.99	127.89	121.30	72.81
25	174.66	55.39	254.77	198.36	223.21	227.39	194.65	131.16	115.32	149.76	102.37	73.50
26	159.72	54.35	380.52	345.80	337.67	337.48	170.85	107.68	95.83	141.29	105.56	72.21
27	77.91	53.16	294.66	211.93	213.87	691.93	172.81	242.45	106.79	140.65	211.30	73.60
28	70.21	50.13	590.91	171.64	184.62	298.41	171.44	396.23	103.39	258.04	142.69	78.96
29	67.89	47.74	473.95	148.59	159.58	214.04	155.45	238.44	161.70	166.59	127.71	71.17
30	64.25		421.20	175.83	150.50	174.93	141.90	168.51	109.49	137.99	123.79	73.39
31	69.25		313.08		153.91		191.76	145.68		112.21		93.84
32	125.63	69.99	178.97	238.87	237.60	318.87	236.79	189.77	151.84	-	122.60	89.29
33	439.46	131.78	580.91	636.82	489.92	691.93	389.96	440.30	396.11	-	254.38	140.87
34	64.25	47.74	46.74	87.64	125.41	174.93	141.80	107.68	95.83	-	71.46	70.86

CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1981

INCEC DEIC DIV.HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/1

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	75.41	62.32	375.22	82.74	189.93	137.54	129.11	124.61	216.54	177.62	83.28	91.36
2	71.16	71.33	334.91	83.15	143.25	118.65	251.76	130.27	165.37	137.84	90.29	97.42
3	79.32	73.36	270.58	90.15	137.21	113.56	406.67	166.61	129.17	91.43	98.28	119.53
4	67.92	73.63	212.59	78.53	111.32	110.48	488.95	93.92	115.18	80.15	161.36	87.76
5	62.87	63.94	172.89	254.53	92.38	125.21	473.12	86.47	134.42	73.39	129.49	76.31
6	59.79	57.96	183.16	224.53	93.62	98.68	476.69	81.71	146.93	68.89	86.93	70.35
7	66.23	64.28	184.89	221.57	102.22	139.31	363.75	77.67	145.72	66.03	75.55	82.54
8	78.74	55.71	189.71	293.67	232.62	152.1	354.29	79.65	179.62	74.33	74.83	99.57
9	98.46	75.54	157.74	266.52	158.21	357.73	323.80	156.75	149.77	111.81	90.29	91.90
10	94.80	90.49	151.29	177.80	149.81	282.64	256.41	127.21	133.92	257.99	79.34	78.60
11	71.96	76.14	131.37	153.90	142.49	326.58	364.91	120.21	193.27	118.88	97.32	85.67
12	68.88	65.32	113.73	325.96	129.37	418.78	611.81	197.35	133.51	88.55	93.84	277.38
13	70.16	74.41	134.14	336.94	138.58	443.53	593.68	167.37	114.91	83.81	90.31	213.61
14	115.67	96.11	98.38	270.51	134.16	249.26	346.74	114.18	144.81	156.50	120.39	135.33
15	84.78	78.58	94.70	184.83	112.18	196.89	267.66	91.36	174.37	121.43	137.25	139.73
16	71.1	121.99	98.99	159.76	155.62	168.75	264.34	89.56	147.69	159.74	195.60	115.19
17	64.30	95.58	93.28	214.35	133.80	169.93	232.94	88.92	346.90	169.01	141.63	102.21
18	66.74	159.16	93.28	174.49	117.51	246.65	371.93	118.88	196.35	157.65	139.38	87.28
19	63.82	147.39	78.60	136.99	122.44	242.99	274.61	337.98	147.13	131.78	132.63	78.60
20	61.16	123.87	75.55	135.49	129.92	491.41	252.15	177.97	183.65	131.79	121.43	77.83
21	67.29	115.89	73.32	211.37	226.49	269.25	217.76	129.17	180.15	88.99	95.62	80.92
22	55.15	143.75	113.32	140.75	195.32	190.98	175.11	112.18	143.91	84.87	82.49	85.15
23	55.36	237.24	85.99	123.34	249.48	169.24	193.39	111.66	127.17	135.82	91.71	159.82
24	55.47	414.17	98.31	115.73	214.92	377.97	138.98	112.89	119.91	137.62	115.73	153.72
25	63.20	314.87	100.30	121.16	240.59	241.88	131.95	125.37	154.79	133.61	103.67	117.22
26	54.49	312.81	97.84	242.56	298.37	178.62	129.59	127.76	104.14	104.14	86.47	108.58
27	62.99	493.21	83.23	210.80	251.52	169.47	115.85	212.92	97.23	135.02	77.83	99.86
28	50.66	411.11	77.67	132.81	228.31	197.39	112.18	177.39	84.87	92.24	79.61	150.51
29	54.98		73.35	118.96	196.58	170.23	181.52	284.32	78.60	82.49	84.08	192.94
30	59.87		84.22	239.34	169.85	136.98	174.07	159.84	92.51	80.15	85.29	162.29
31	67.62		76.38		186.23		176.85	276.13		78.17		130.20
32	67.40	147.12	132.11	164.80	164.32	222.96	293.79	139.49	147.62	112.84	104.96	116.76
33	115.67	483.21	375.22	336.64	296.37	491.41	596.03	337.98	346.90	257.00	195.60	277.38
34	50.66	64.29	73.32	78.53	93.62	98.98	181.52	77.67	78.61	66.03	74.83	70.35

243326 GUIJOS A.J. BOMBON
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1982

INCEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/1

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	136.91	112.51	89.79	332.81	267.94	291.88	186.89	250.92	158.57	110.37	152.07	116.48
2	114.12	85.78	58.79	114.04	118.84	161.98	215.14	316.93	359.75	99.80	134.36	122.02
3	125.87	69.62	66.75	252.24	98.19	84.91	267.22	416.38	288.86	94.70	138.94	121.45
4	126.35	64.62	116.70	275.54	91.56	155.61	169.90	310.93	221.92	92.19	129.74	142.84
5	118.17	82.89	128.87	170.66	92.21	149.31	142.90	228.89	212.46	91.36	107.68	146.32
6	219.89	82.39	93.11	147.36	93.90	175.11	166.59	476.66	226.45	81.71	115.53	162.24
7	228.86	93.16	99.79	395.11	107.70	291.83	132.48	345.97	198.94	87.28	113.60	165.51
8	153.67	86.84	82.84	222.67	96.41	142.41	174.91	243.14	193.51	90.65	109.47	123.34
9	118.57	89.72	68.89	240.43	357.98	85.69	156.60	207.80	419.95	122.87	109.47	109.47
10	241.49	81.71	82.11	256.78	231.79	80.15	145.38	311.63	246.78	135.42	102.39	101.52
11	150.80	87.82	90.54	173.04	154.52	96.41	101.53	309.96	189.63	114.72	119.36	104.14
12	118.67	97.71	85.69	131.61	143.19	85.69	119.57	261.63	169.23	135.00	175.10	92.19
13	105.92	93.07	118.28	84.91	166.37	88.92	256.28	216.94	155.50	103.12	322.14	125.53
14	93.92	92.49	103.33	113.71	105.93	75.56	229.91	165.18	149.20	93.86	176.94	110.37
15	26.47	74.81	79.42	116.82	79.39	97.32	346.11	150.26	147.13	98.98	180.64	112.54
16	81.71	105.80	76.31	97.23	81.71	122.68	234.16	227.77	135.99	89.72	251.29	93.02
17	77.83	76.31	118.84	81.71	101.52	254.80	151.35	286.01	149.20	93.02	244.79	88.09
18	139.72	68.17	129.11	88.92	185.96	147.14	184.42	321.36	129.11	89.72	143.02	104.27
19	93.75	75.93	91.37	81.71	81.71	129.13	230.14	313.87	152.30	86.47	165.17	136.51
20	74.75	78.66	64.76	73.32	145.52	113.29	414.04	185.53	136.09	91.36	141.51	180.68
21	68.17	65.32	95.75	310.90	181.92	119.57	260.36	172.94	115.85	90.66	136.98	146.45
22	67.45	60.47	158.52	174.19	166.29	243.14	225.14	183.07	169.47	204.76	113.10	128.46
23	70.35	59.79	116.80	95.68	261.83	130.12	157.65	175.14	101.52	123.72	101.52	109.53
24	62.53	63.59	73.33	95.55	171.78	117.70	138.00	158.73	105.02	236.63	160.58	99.80
25	59.11	61.84	140.91	72.56	139.00	105.03	141.03	154.44	102.39	201.48	174.03	108.58
26	56.45	58.44	72.62	53.02	191.89	138.00	286.54	151.29	106.45	323.04	143.31	94.66
27	147.32	70.86	105.92	134.01	493.52	131.94	339.24	212.43	118.19	306.92	118.63	108.67
28	58.91	75.69	85.05	127.18	300.48	87.28	369.17	207.86	99.80	109.27	111.45	192.52
29	70.35		189.95	89.77	210.26	107.70	475.71	172.83	125.76	188.52	99.80	158.82
30	76.58		105.58	297.86	171.81	166.25	656.17	142.01	123.34	182.13	109.66	144.13
31	114.61		84.88		211.51		349.14	165.55		164.08		122.39
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
92												
93												
94												
95												
96												
97												
98												
99												
100												
101												
102												
103												
104												
105												
106												
107												
108												
109												
110												
111												
112												
113												
114												
115												
116												
117												
118												
119												
120												
121												
122												
123												
124												
125												
126												
127												
128												
129												
130												
131												
132												
133												
134												
135												
136												
137												
138												
139												
140												
141												
142												
143												
144												
145												
146												
147												
148												
149												
150												
151												
152												
153												
154												
155												
156												
157												
158												
159												
160												

240126 QUIJOS A.J. ROMBON
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1983

INECEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/1

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	112.97	84.67	243.34	175.91	358.47	154.44	253.34	292.86	181.12	142.89	153.88	128.76
2	112.73	74.35	178.75	98.88	634.22	150.24	184.38	213.54	157.97	296.14	145.78	161.42
3	115.98	70.35	140.77	53.86	337.84	148.17	155.71	173.49	385.08	316.13	146.18	115.55
4	298.84	67.45	174.55	99.72	284.32	133.82	139.92	226.19	223.17	320.19	143.79	118.43
5	199.51	71.58	160.26	89.72	261.55	257.93	145.88	376.90	169.81	344.68	141.25	115.09
6	336.29	157.27	149.59	127.93	443.96	184.62	124.29	212.52	147.47	344.33	111.31	141.47
7	257.51	111.74	148.65	127.23	453.34	146.16	122.95	351.10	253.66	252.23	107.46	131.58
8	222.25	168.25	168.27	310.60	313.87	129.11	143.36	236.32	178.71	191.44	151.89	99.40
9	234.40	117.98	186.42	267.88	245.43	118.63	141.43	178.86	144.83	160.38	112.61	89.42
10	241.63	129.03	152.34	225.94	386.79	114.01	127.17	154.50	171.18	139.48	109.53	89.42
11	228.81	127.88	128.47	250.46	334.13	116.77	189.47	154.16	249.26	141.75	103.98	90.89
12	157.89	89.72	122.39	170.99	298.85	109.47	101.52	146.49	491.20	130.55	89.42	113.95
13	137.98	77.07	176.79	217.66	232.28	129.57	96.38	136.11	280.30	133.98	83.77	156.31
14	123.34	70.35	213.82	152.34	202.95	144.56	97.23	114.44	216.72	125.54	84.42	120.64
15	112.18	71.98	228.21	156.82	189.98	298.98	93.82	176.78	192.58	119.20	116.07	105.88
16	105.82	72.56	175.58	358.92	174.94	335.06	164.78	185.51	192.14	164.95	115.18	129.27
17	135.24	74.95	147.69	246.30	190.25	171.26	283.49	254.49	199.78	141.22	113.13	125.39
18	156.78	75.55	125.90	156.70	200.00	133.82	332.22	265.83	289.53	117.21	107.88	103.72
19	114.01	77.07	106.79	159.76	189.29	117.78	266.18	176.01	214.03	98.15	215.52	117.47
20	131.52	77.83	98.08	154.50	219.37	110.37	342.51	221.48	202.86	97.47	141.94	191.15
21	122.48	78.69	92.19	270.62	189.88	139.77	480.28	238.70	321.54	98.15	266.03	139.01
22	106.79	207.73	116.36	355.30	179.55	188.85	355.58	184.21	208.24	91.33	181.67	121.32
23	93.02	488.15	209.71	217.72	159.01	193.12	233.61	172.83	230.99	97.00	126.02	112.47
24	85.67	192.65	195.15	172.20	224.59	260.99	275.79	233.85	178.36	387.06	146.73	108.96
25	87.28	286.54	160.51	160.24	378.83	154.32	265.42	410.92	173.31	294.45	123.52	111.83
26	93.02	276.31	124.29	329.62	237.25	300.26	167.35	317.43	201.52	284.25	134.62	115.78
27	80.92	192.15	139.73	254.74	404.38	192.09	151.29	217.47	184.88	206.25	137.24	179.33
28	76.31	154.86	140.31	198.93	371.95	158.89	144.95	228.40	162.22	243.81	125.69	154.94
29	71.82		153.33	232.02	242.21	206.24	148.70	240.85	245.44	172.01	106.17	127.82
30	90.29		162.55	376.75	189.46	169.52	296.48	276.18	177.98	171.29	147.08	104.15
31	121.71		123.40		161.91		516.66	216.58		151.39		124.33
QMEC	146.86	131.88	154.00	202.92	282.31	171.18	206.44	223.03	220.57	189.96	132.99	124.01
QMAX	336.29	488.15	243.34	358.99	634.22	385.06	516.66	410.62	491.20	387.06	266.03	191.15
QMIN	71.82	67.45	92.19	89.72	159.01	109.47	93.82	114.44	144.83	91.33	83.77	89.42

240026 QUIJOS A.J. BOMBON
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1944

INECEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/1

	JAN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	126.47	139.62	167.19	160.55	269.16	329.31	237.75	195.25	89.42	231.12	76.46	143.58
2	103.43	207.05	110.01	316.38	186.36	227.12	109.74	152.64	83.77	185.38	74.68	128.57
3	94.23	251.55	153.81	155.98	193.19	298.74	176.45	141.39	93.26	190.97	69.41	111.86
4	92.53	172.00	243.82	125.78	154.84	202.08	195.69	134.99	129.23	174.05	65.98	91.33
5	199.31	179.13	218.17	122.14	127.33	181.47	208.96	124.23	97.28	190.23	62.62	80.08
6	167.91	162.42	179.06	144.69	133.42	204.36	165.86	161.43	98.20	165.66	67.28	72.90
7	160.93	157.19	214.53	167.12	131.38	230.33	141.21	118.12	119.67	178.72	74.68	69.41
8	153.29	125.65	175.17	150.15	113.39	243.62	146.18	121.51	137.87	148.05	86.74	64.30
9	138.52	211.33	137.34	182.67	164.66	149.27	140.79	233.13	168.13	131.12	99.21	62.62
10	150.81	193.64	136.59	235.85	99.14	195.38	120.83	433.08	338.56	129.32	64.31	59.33
11	142.86	149.62	138.32	330.80	91.33	259.69	119.25	373.89	177.67	130.44	57.98	56.11
12	130.48	130.61	120.10	249.03	88.83	258.30	116.37	256.83	240.37	120.81	63.32	54.52
13	151.23	128.37	101.13	430.19	82.40	330.34	121.49	180.01	249.71	116.66	56.31	59.33
14	112.70	116.94	91.33	338.71	77.46	281.84	125.63	157.97	294.51	109.15	128.27	57.71
15	91.33	136.07	83.77	276.74	76.46	212.96	190.77	140.64	180.88	167.94	90.13	56.11
16	90.37	114.21	78.91	211.44	79.08	221.04	127.83	194.82	157.10	171.61	81.86	56.11
17	114.10	118.65	97.04	200.49	97.65	216.39	241.34	158.91	219.76	140.35	69.41	54.52
18	128.25	142.31	167.66	176.89	91.33	197.96	279.98	141.31	179.16	127.87	76.46	63.20
19	126.83	136.84	93.13	154.88	102.16	197.39	404.99	122.95	139.55	186.25	172.37	317.99
20	113.77	114.57	173.90	134.94	109.60	161.03	434.85	191.52	149.59	234.49	311.12	150.77
21	98.25	140.69	172.63	128.52	146.80	163.64	414.16	167.67	155.85	198.83	172.16	157.24
22	86.58	257.34	137.57	120.25	263.12	303.88	372.55	145.87	622.92	179.39	108.65	158.28
23	93.77	291.28	147.95	116.74	157.60	328.91	277.95	143.41	315.20	136.27	92.86	142.14
24	23.77	255.91	112.90	318.36	138.39	290.90	275.54	125.46	283.05	124.81	98.11	95.94
25	76.50	232.73	105.22	211.65	157.87	210.17	282.90	115.49	247.87	137.57	152.87	87.52
26	90.72	188.05	93.26	196.77	262.91	183.72	222.44	149.79	231.11	157.47	180.40	204.82
27	94.86	148.70	88.47	205.10	169.75	186.20	173.77	211.50	183.81	117.50	149.02	164.51
28	97.91	128.36	91.92	186.34	127.40	221.40	150.02	151.29	155.26	105.52	136.09	234.10
29	95.18	117.92	91.50	182.66	111.31	330.60	370.67	115.48	241.97	95.21	235.25	235.34
30	117.62		252.89	167.37	225.37	389.51	404.93	101.13	417.73	85.64	146.39	158.27
31	111.40		218.94		199.77		271.75	95.21		81.92		123.60
MEIO	116.27	170.86	137.21	231.31	140.95	239.57	231.05	169.20	204.94	150.01	110.68	115.23
MAX	199.39	297.05	252.89	430.19	269.16	389.51	434.85	433.08	622.92	234.49	311.12	317.99
MIN	76.50	114.21	78.91	116.74	76.46	149.27	116.37	95.21	83.77	81.92	56.31	54.52

240026 QUIJOS A.J. BOMBON
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1985

INECEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
PANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	160.15	60.81	40.46	176.93	88.51	466.47	195.84	232.84	128.48	131.50	52.95	50.30
2	89.42	49.87	360.24	114.65	72.90	319.59	174.86	449.79	233.99	146.30	49.11	48.35
3	20.08	45.38	584.16	95.78	72.90	281.43	317.19	479.37	269.26	110.60	46.86	46.41
4	72.91	42.47	449.11	94.75	74.62	264.24	210.97	355.89	339.29	429.12	46.12	74.61
5	69.41	39.64	441.21	75.00	208.31	232.13	224.70	281.01	386.71	364.88	46.05	53.74
6	65.98	39.64	262.21	93.71	125.93	283.21	260.13	218.28	263.79	227.38	64.69	47.07
7	62.62	41.05	239.18	88.45	84.75	607.25	253.35	194.10	200.82	168.43	87.08	51.47
8	59.72	99.11	54.06	159.28	79.13	341.09	186.73	321.13	173.72	144.11	73.14	64.57
9	78.26	172.95	363.99	156.33	231.56	323.64	162.01	433.37	144.03	220.98	71.35	53.74
10	62.62	261.67	183.28	118.30	149.38	250.97	141.02	294.89	138.43	158.95	62.75	66.10
11	56.11	431.35	138.33	180.80	211.94	190.24	535.12	200.44	145.53	138.02	97.01	78.82
12	52.95	195.11	131.70	315.94	175.17	151.59	466.31	179.32	125.15	203.17	87.53	58.38
13	51.40	127.82	121.32	175.04	138.36	126.18	494.19	169.32	110.28	158.65	110.76	50.63
14	73.84	110.61	110.28	115.04	163.04	115.32	580.31	148.70	109.74	123.71	213.62	67.19
15	66.00	74.71	97.17	93.26	145.3	135.76	357.57	153.48	173.85	111.88	140.04	61.83
16	54.52	55.32	85.64	85.64	125.64	155.22	371.71	224.61	125.31	118.99	216.43	63.78
17	52.95	76.47	77.36	99.37	128.08	274.22	274.52	446.60	103.60	112.06	303.31	52.95
18	46.86	85.80	72.90	98.70	130.96	331.15	213.62	328.53	102.21	94.60	193.11	45.38
19	52.04	235.28	70.28	93.13	275.43	388.50	195.87	257.71	106.58	85.64	116.89	41.05
20	48.35	106.40	85.63	155.10	236.25	274.57	337.74	233.12	130.02	76.46	94.29	45.65
21	45.38	85.92	91.91	127.27	142.33	318.52	277.63	355.88	151.66	70.28	91.89	64.80
22	55.63	117.64	80.82	136.91	112.27	418.22	193.38	267.34	207.91	76.83	98.85	59.01
23	86.55	105.43	65.98	122.48	268.89	287.03	159.82	193.82	121.08	86.87	98.17	48.35
24	74.74	75.62	60.97	225.57	463.54	254.28	156.84	173.69	96.18	80.13	71.15	43.92
25	56.14	48.35	56.91	196.08	283.68	330.49	192.71	152.16	84.70	81.93	60.97	49.11
26	49.87	43.93	56.91	144.21	374.22	463.91	151.93	164.07	92.76	37.01	54.52	46.86
27	46.86	47.61	99.93	129.68	272.14	411.64	198.06	148.35	105.37	104.37	50.63	43.92
28	78.64	37.57	154.95	98.22	286.50	255.60	287.44	170.68	133.32	81.18	54.52	51.10
29	141.05		127.92	85.20	264.54	290.96	513.82	259.60	110.27	75.15	53.47	84.38
30	80.46		112.68	74.69	345.39	302.94	426.91	177.28	219.98	75.30	46.86	89.01
31	59.33		172.48		334.02		267.65	139.54		63.46		111.55
GMED	66.80	103.70	163.55	128.92	195.68	294.88	283.22	251.67	161.13	135.74	95.14	58.50
GMAY	141.09	431.35	584.16	315.94	463.54	607.25	580.31	479.37	386.71	429.12	303.31	111.55
GMIN	45.38	37.57	40.46	74.68	72.90	115.32	141.02	139.54	84.70	63.46	46.05	41.05

240026 QUIJOS A.J. POMBON
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1986

INECEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/1

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	146.13	119.49	124.36	227.07	278.47	231.74	267.59	214.19	165.82	186.28	144.62	88.17
2	124.61	119.87	155.95	179.65	372.85	212.63	430.31	231.57	147.86	166.33	137.73	84.55
3	129.38	117.63	153.69	160.89	335.18	177.01	418.69	238.93	356.71	168.02	149.73	84.55
4	140.82	116.56	271.96	177.97	267.99	161.25	249.89	178.28	234.12	160.17	152.81	87.36
5	124.97	105.65	196.61	188.31	319.95	151.42	233.33	361.14	187.56	156.68	304.07	229.37
6	119.84	103.37	149.59	175.47	284.32	159.28	437.42	259.97	194.87	146.17	184.19	193.98
7	121.89	100.23	238.95	220.76	257.82	183.55	634.90	302.65	308.66	177.75	229.16	154.95
8	97.91	97.14	189.37	330.07	229.3	268.91	391.97	231.64	351.98	146.77	216.61	186.51
9	97.14	92.61	156.38	262.57	247.66	182.17	343.63	185.60	251.36	133.83	178.70	210.44
10	95.62	89.63	-	563.46	287.54	179.82	402.22	166.24	404.68	135.39	147.38	322.23
11	97.91	88.17	-	335.85	294.71	169.27	406.48	155.55	282.47	131.84	179.71	252.99
12	110.02	88.90	-	444.23	221.56	234.73	348.15	331.28	269.34	137.18	304.80	171.15
13	122.22	91.11	-	308.75	197.44	265.92	371.86	375.89	252.21	127.65	193.97	136.55
14	100.23	92.65	-	291.73	180.59	235.64	427.29	335.75	251.57	133.39	149.00	121.52
15	96.38	97.33	-	384.83	182.72	387.56	469.65	234.86	205.57	141.15	134.74	114.65
16	92.61	108.00	-	336.91	167.27	642.72	359.52	298.92	162.79	121.10	133.91	137.53
17	89.63	127.12	-	361.56	161.52	480.77	530.67	270.25	160.05	111.44	213.25	143.46
18	51.11	120.70	-	295.89	166.57	374.47	365.68	224.85	184.30	124.10	191.82	160.17
19	94.17	114.22	-	257.47	162.06	497.41	309.87	186.32	222.15	121.71	144.86	115.52
20	91.85	104.96	434.48	227.26	325.59	480.42	270.58	162.12	347.28	145.87	126.72	139.19
21	88.17	97.14	280.22	212.45	292.81	452.52	238.69	154.24	302.00	147.20	116.42	488.64
22	92.61	93.35	213.05	25.64	251.39	308.64	717.48	171.28	213.49	313.22	119.14	441.15
23	115.75	100.56	168.83	182.62	292.71	317.60	926.72	144.86	181.74	304.82	218.49	541.14
24	152.72	117.89	227.55	253.68	226.83	348.51	402.13	133.38	161.25	223.48	169.45	327.46
25	151.93	114.96	233.99	173.64	198.03	370.10	374.61	130.25	150.55	183.32	140.80	235.75
26	129.07	119.10	220.33	276.49	238.34	365.33	268.10	162.13	139.76	147.47	130.51	198.52
27	158.26	117.30	180.11	211.06	339.63	330.63	229.75	154.15	137.50	158.47	109.80	167.29
28	197.76	111.8	172.31	428.75	230.11	364.95	219.29	149.63	180.87	156.31	101.80	148.25
29	285.97	-	165.55	356.21	300.84	292.84	212.69	192.44	308.18	153.08	101.80	142.97
30	171.29	-	251.06	408.72	288.57	234.56	251.23	217.69	219.05	172.18	91.11	133.83
31	129.86	-	267.12	-	230.11	-	225.16	183.06	-	170.01	-	133.50
32	123.46	114.16	-	277.92	252.37	300.75	370.31	211.20	229.17	163.27	163.90	196.55
33	285.97	127.12	-	563.46	372.85	642.72	928.72	375.89	404.68	313.22	304.80	541.14
34	88.17	88.17	-	160.09	161.52	151.42	212.69	130.25	137.50	111.44	91.11	84.55

440026 QUIJOS A.J. BOYBON
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1987

INECEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

	JAN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	129.60	128.70	318.30	195.90	257.80	241.70	252.30	342.50	304.10	181.20	172.50	179.70
2	123.70	161.80	243.40	314.30	251.70	164.20	244.90	267.50	244.10	236.00	167.30	223.10
3	125.30	675.10	206.20	457.30	238.20	190.20	253.50	246.80	208.90	232.50	165.50	179.10
4	123.20	427.10	185.10	284.40	287.80	202.60	312.80	225.10	284.60	159.70	179.80	158.50
5	113.10	336.70	224.50	294.40	25.80	223.90	382.40	210.90	245.50	211.20	178.70	156.80
6	113.90	231.80	276.90	275.60	332.40	214.70	260.50	214.10	219.70	350.50	197.60	152.20
7	122.50	178.80	323.20	345.90	256.50	210.90	226.10	249.60	207.80	278.90	177.60	169.90
8	196.20	155.00	311.50	955.20	222.80	360.60	249.20	444.30	245.20	306.60	157.00	156.40
9	149.10	154.50	261.50	416.60	437.90	1168.60	271.20	379.50	247.90	241.50	189.10	139.80
10	209.90	212.00	249.10	273.50	276.90	264.20	501.30	313.60	236.20	216.00	154.60	132.90
11	177.30	392.00	236.90	219.50	496.50	264.20	383.20	262.80	204.50	206.70	182.00	129.40
12	146.30	216.80	225.20	204.20	243.60	202.20	501.00	282.60	209.60	188.30	188.30	127.40
13	103.20	216.20	213.50	412.30	254.70	356.00	377.60	249.20	159.70	177.50	154.90	162.50
14	111.40	568.90	248.90	227.20	324.10	503.40	345.30	254.80	223.60	169.80	145.30	164.60
15	155.50	347.50	235.50	218.00	300.10	292.80	253.00	279.60	205.90	171.30	150.10	146.40
16	191.70	240.70	141.10	189.10	246.70	267.90	395.80	281.00	191.80	162.20	143.50	131.10
17	280.90	183.20	385.10	197.00	242.30	261.80	252.60	242.90	233.00	167.90	136.10	127.20
18	236.30	159.40	236.90	203.90	229.50	433.20	240.20	434.70	392.50	189.40	141.80	123.20
19	290.40	301.00	225.00	204.40	257.60	356.10	233.00	321.00	225.80	171.30	173.30	139.20
20	281.90	718.50	216.90	225.00	215.00	191.30	308.90	264.20	196.70	215.70	155.10	194.10
21	154.80	333.30	215.80	218.00	207.90	208.90	268.40	368.10	186.40	186.80	216.60	359.10
22	150.30	262.90	203.30	208.90	183.90	208.70	248.30	371.00	184.30	190.60	156.90	258.40
23	132.50	236.90	219.30	332.90	190.30	198.30	246.80	291.00	190.40	165.70	154.80	214.70
24	126.70	287.10	229.70	432.20	39.90	360.40	226.80	245.50	276.20	159.60	198.30	221.60
25	117.30	257.40	251.50	249.30	286.60	322.40	239.40	227.40	204.40	161.80	166.00	145.70
26	112.30	263.90	223.90	235.80	491.40	484.20	313.80	223.70	203.40	158.50	151.60	152.60
27	116.60	498.20	216.70	246.60	274.60	291.80	243.10	215.00	169.90	134.80	137.50	142.50
28	120.10	453.80	190.20	224.30	225.00	244.20	221.50	165.10	178.50	259.60	126.10	148.00
29	120.20		214.80	257.10	291.10	224.70	214.00	186.40	172.90	182.60	138.60	139.30
30	115.80		179.40	342.90	195.60	246.00	217.90	209.50	168.30	191.30	164.60	135.80
31	115.60		193.40		219.90		263.20	315.00		193.80		269.20
32	155.24	311.70	232.38	341.21	270.90	301.84	288.62	277.50	222.55	202.88	164.43	170.08
33	209.40	718.50	395.10	995.20	491.40	1168.60	501.30	444.30	392.50	350.50	216.60	359.10
34	116.60	128.70	141.10	195.90	183.80	164.20	214.90	186.40	158.30	158.50	136.10	123.20

240026 QUIJOS A.J. ROMON
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1988

INECEL DEIC DIV. HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/1

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	143.08	380.58	79.58	178.2	284.57	24.34	566.73	129.99	135.44	117.67	109.22	239.41
2	85.22	380.68	89.97	151.17	210.29	100.67	274.01	131.57	126.71	149.70	137.12	182.64
3	73.73	167.68	118.98	152.37	265.31	169.58	212.97	179.98	132.93	184.83	317.18	370.33
4	63.71	110.17	90.10	247.11	249.31	106.71	165.99	169.26	117.54	145.12	184.82	144.83
5	56.78	94.86	70.00	190.36	217.24	572.21	163.66	119.24	182.76	181.95	150.11	144.01
6	55.10	132.05	61.95	256.82	198.91	255.64	152.67	119.89	97.98	173.14	146.47	159.52
7	56.78	140.68	59.23	287.30	250.15	190.68	317.36	172.25	111.98	248.61	175.66	189.59
8	51.93	239.83	57.21	243.53	483.65	147.75	335.87	176.21	87.74	170.30	163.09	162.49
9	53.87	240.87	56.02	263.73	382.21	188.67	511.25	130.64	80.35	190.20	164.28	175.16
10	48.20	147.45	52.63	447.56	244.23	582.42	278.65	202.44	77.47	205.43	160.03	139.10
11	45.45	194.31	48.50	283.77	250.76	312.78	256.19	164.70	114.68	153.05	154.54	119.21
12	43.54	152.82	55.22	254.53	204.41	170.31	403.11	123.84	100.18	144.97	126.80	116.95
13	41.26	114.96	85.35	322.31	150.10	161.64	361.29	111.74	106.69	120.95	208.81	103.80
14	40.17	145.16	67.69	254.91	131.27	222.26	256.73	126.99	119.84	109.20	161.26	103.80
15	38.71	120.91	65.69	232.75	121.98	156.63	239.99	139.11	98.76	101.67	274.56	108.11
16	42.61	170.83	77.25	247.30	135.21	131.70	197.35	161.11	99.18	98.55	206.88	110.30
17	47.52	152.55	57.95	191.10	119.93	116.78	165.17	155.10	130.97	113.10	196.50	103.49
18	41.29	102.34	72.75	152.92	100.27	131.99	185.42	148.56	156.40	179.60	195.14	125.36
19	50.00	86.76	130.47	157.16	123.11	110.30	174.11	119.24	203.25	121.10	158.96	165.36
20	56.94	77.47	167.24	141.94	114.00	104.41	189.86	112.50	237.70	165.45	152.36	181.03
21	62.19	71.83	190.26	136.98	98.37	88.94	308.62	178.27	249.56	155.14	132.11	116.46
22	46.62	94.62	289.28	171.81	143.02	80.67	244.35	198.10	179.35	229.32	130.78	99.11
23	40.91	132.96	163.61	142.43	111.01	170.21	180.22	160.00	137.43	146.12	132.27	91.27
24	42.98	99.59	135.76	119.80	99.20	171.86	268.27	118.13	161.62	124.83	165.11	86.24
25	39.38	80.46	121.49	115.10	159.10	271.58	271.23	103.80	298.22	106.18	170.25	81.32
26	36.55	92.35	166.39	211.01	75.47	173.54	211.95	99.14	193.77	103.86	293.23	85.94
27	49.65	85.74	359.55	157.46	436.43	122.06	160.10	151.94	147.37	96.96	202.85	82.29
28	42.82	79.65	325.32	176.97	247.75	119.53	137.83	255.78	130.70	89.24	411.93	99.85
29	38.71	89.22	285.59	193.16	178.21	147.26	126.67	245.59	118.08	84.72	262.96	134.83
30	113.86		311.75	312.90	131.38	254.20	115.84	174.74	108.11	87.41	278.52	96.41
31	222.10		212.10		112.80		114.26	134.31		87.23		101.43
GMED	61.37	137.91	132.74	213.73	216.48	190.91	245.38	152.37	138.30	141.13	150.79	136.11
QMAX	222.18	380.58	359.55	447.56	750.47	582.42	566.73	255.78	298.22	248.61	411.93	370.33
QMIN	36.55	71.83	48.59	115.10	98.37	80.67	114.26	99.14	77.47	84.72	109.22	81.32

240026 QUIJOS A.J. BOMBON
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1989

INECEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	194.50	190.20	445.80	223.60	190.60	302.20	367.40	212.70	276.80	273.00	240.20	168.90
2	343.30	225.00	282.50	264.30	182.10	543.50	582.50	283.50	231.70	283.90	286.70	167.30
3	258.70	233.40	229.80	227.50	176.90	343.60	490.50	221.10	286.60	248.50	193.70	165.00
4	238.10	213.50	236.80	213.80	174.90	326.20	363.50	179.60	194.70	229.50	195.60	177.00
5	246.90	479.10	218.40	228.50	166.40	396.90	395.60	164.70	188.10	240.40	244.40	174.90
6	264.90	298.10	221.70	252.70	188.70	412.20	1066.70	168.60	178.60	213.50	191.30	172.40
7	286.60	261.60	250.10	264.10	292.20	364.80	658.10	162.90	179.10	217.20	184.20	154.40
8	234.30	259.30	248.50	250.90	310.70	306.80	363.50	159.60	235.70	231.50	172.70	146.80
9	226.50	142.30	230.30	242.60	247.70	494.20	299.10	170.10	225.10	223.80	171.00	141.10
10	267.80	185.90	219.60	216.60	273.10	797.30	265.00	288.40	183.10	248.90	169.20	139.30
11	337.20	178.50	205.20	195.50	258.20	508.80	233.90	347.40	173.90	245.50	165.60	139.30
12	252.80	164.80	249.50	182.70	288.90	717.60	216.50	268.20	170.30	224.60	160.00	137.80
13	241.50	167.30	285.60	180.60	268.60	660.20	225.50	366.40	171.30	212.00	154.60	133.80
14	282.20	189.10	241.50	263.00	228.70	531.50	288.90	294.90	217.90	344.80	153.40	131.50
15	300.10	202.40	221.60	189.60	213.30	452.30	331.90	297.10	186.30	247.80	158.30	128.50
16	255.80	177.50	224.30	319.90	287.40	539.60	401.30	363.10	216.20	220.70	150.60	126.70
17	236.90	200.20	244.10	231.00	617.70	625.00	253.70	252.00	269.30	286.10	184.40	125.00
18	246.40	191.30	290.70	153.10	832.90	583.70	211.90	262.50	194.60	292.80	215.10	128.00
19	322.10	178.50	307.40	162.10	861.10	683.90	235.00	245.30	181.00	322.20	216.00	125.00
20	310.60	175.40	276.50	260.20	942.10	664.90	257.60	234.60	225.20	257.40	216.30	121.50
21	277.90	163.30	248.20	239.90	505.70	536.50	316.10	212.40	217.20	241.30	196.60	119.80
22	413.20	168.30	221.10	228.50	612.10	637.30	466.10	198.30	195.70	220.40	195.20	119.80
23	394.50	168.30	203.90	250.70	477.50	464.70	354.30	262.40	202.00	211.90	243.30	118.10
24	309.40	167.30	198.50	293.30	411.20	593.70	256.90	272.70	350.40	267.00	316.50	116.40
25	266.70	165.20	191.30	260.10	411.20	528.40	225.70	234.30	228.80	217.90	271.20	116.40
26	236.30	169.30	178.50	183.60	338.70	500.80	241.40	207.80	344.90	236.90	259.00	114.70
27	216.30	168.30	172.40	201.30	287.50	437.40	279.20	216.60	299.00	245.30	183.80	116.40
28	199.50	663.90	263.60	198.40	268.20	357.00	239.30	229.20	379.70	264.70	184.80	114.70
29	208.10		225.90	195.30	275.00	378.10	197.80	232.10	272.90	269.80	233.30	114.70
30	218.10		228.50	197.60	308.10	356.90	180.60	209.50	314.50	229.20	184.90	125.80
31	172.40		209.80		286.30		179.50	250.50		219.40		123.80
32	266.44	221.72	241.65	228.85	360.96	499.53	335.97	238.96	230.35	247.97	198.73	135.77
33	413.20	663.90	445.80	319.90	942.10	797.30	1066.70	366.40	379.70	344.80	316.50	177.00
34	172.40	165.30	172.40	180.60	166.40	302.20	179.50	159.60	170.30	211.90	150.60	114.70

240026 QUIJOS A.J. ROMON
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1990

INCECEL DEIC DIV. HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/1

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	123.33	246.81	137.50	197.80	229.00	404.10	315.20	-	-	-	-	-
2	116.40	271.40	146.90	194.50	225.70	340.40	357.50	-	-	-	-	-
3	113.10	311.40	139.30	193.30	207.60	312.10	489.30	-	-	-	-	-
4	113.10	302.40	146.10	192.40	205.20	304.90	438.80	-	-	-	-	-
5	113.10	246.70	140.20	187.50	246.10	311.30	447.80	-	-	-	-	-
6	111.40	251.30	132.00	396.40	234.00	331.00	367.20	-	-	-	-	-
7	109.80	274.60	197.80	333.80	234.60	470.50	298.80	-	-	-	-	-
8	124.90	252.50	209.70	297.30	361.10	403.70	270.90	-	-	-	-	-
9	126.60	203.60	372.50	287.30	363.60	355.60	247.70	-	-	-	-	-
10	127.20	191.30	428.90	237.70	280.90	703.60	297.90	-	-	-	-	-
11	118.40	212.40	489.40	204.70	238.40	1144.60	354.00	-	-	-	-	-
12	113.10	212.90	544.10	291.90	202.30	502.30	704.10	-	-	-	-	-
13	112.30	254.30	474.20	265.20	279.20	433.00	424.00	-	-	-	-	-
14	175.20	230.40	452.50	238.30	318.10	395.50	312.90	-	-	-	-	-
15	296.70	239.70	506.00	311.40	280.00	373.50	264.90	-	-	-	-	-
16	311.30	230.40	404.70	232.40	382.90	410.60	490.30	-	-	-	-	-
17	208.80	210.70	387.20	246.20	310.70	476.00	394.60	-	-	-	-	-
18	200.20	187.00	328.00	303.50	357.70	385.60	305.60	-	-	-	-	-
19	192.50	178.50	396.70	323.00	490.80	306.30	272.10	-	-	-	-	-
20	150.50	180.30	347.70	275.40	425.60	290.80	259.50	-	-	-	-	-
21	177.40	170.30	319.20	309.80	330.50	373.90	239.30	-	-	-	-	-
22	243.30	164.20	284.00	270.70	551.60	317.90	225.50	-	-	-	-	-
23	212.60	156.30	270.90	256.60	522.50	281.40	260.70	-	-	-	-	-
24	297.40	152.50	285.40	360.30	357.70	270.20	307.20	-	-	-	-	-
25	239.50	153.50	287.10	439.40	321.30	364.10	216.90	-	-	-	-	-
26	285.90	151.00	266.10	374.50	498.70	270.80	-	-	-	-	-	-
27	395.20	143.00	240.70	297.10	414.30	270.80	-	-	-	-	-	-
28	386.90	139.30	228.70	268.00	341.70	314.20	-	-	-	-	-	-
29	281.60	-	232.10	254.00	300.20	267.40	-	-	-	-	-	-
30	271.80	-	212.70	244.20	281.90	321.70	-	-	-	-	-	-
31	251.20	-	211.10	-	323.70	-	-	-	-	-	-	-
QMED	194.86	211.67	297.53	278.15	329.31	389.93	-	-	-	-	-	-
QMAX	395.20	310.40	544.10	439.40	551.60	1144.60	-	-	-	-	-	-
QMIN	109.80	139.30	132.00	187.50	205.20	267.40	-	-	-	-	-	-

240112 COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1972

INECEL DEIC DIV. HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/2

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	-	-	-	-	-	-	-	759.60	509.50	244.00	232.50	298.60
2	-	-	-	-	-	-	-	586.00	524.60	229.90	201.00	281.20
3	-	-	-	-	-	-	-	393.60	489.40	267.00	225.60	279.60
4	-	-	-	-	-	-	-	487.20	357.10	196.20	351.30	269.70
5	-	-	-	-	-	-	-	509.00	299.90	190.40	219.10	390.60
6	-	-	-	-	-	-	-	594.40	297.10	425.30	275.30	348.20
7	-	-	-	-	-	-	-	426.70	279.10	500.30	233.20	318.90
8	-	-	-	-	-	-	-	412.60	303.70	301.60	241.30	238.50
9	-	-	-	-	-	-	-	315.00	349.30	252.20	229.90	205.00
10	-	-	-	-	-	-	-	284.50	322.30	210.00	220.00	226.40
11	-	-	-	-	-	-	-	288.20	374.80	207.00	355.20	393.70
12	-	-	-	-	-	-	-	261.40	449.60	201.00	270.20	859.20
13	-	-	-	-	-	-	-	245.30	679.20	200.10	500.90	482.20
14	-	-	-	-	-	-	-	340.50	701.10	182.00	270.40	341.70
15	-	-	-	-	-	-	-	318.00	418.20	209.90	266.70	267.40
16	-	-	-	-	-	-	-	279.60	515.20	211.70	347.70	231.30
17	-	-	-	-	-	-	-	268.10	361.00	168.60	335.60	213.10
18	-	-	-	-	-	-	-	258.70	314.80	160.90	633.50	254.90
19	-	-	-	-	-	-	-	257.90	280.30	161.70	384.00	249.50
20	-	-	-	-	-	-	-	640.80	265.70	159.70	276.80	244.50
21	-	-	-	-	-	-	-	503.80	277.10	199.40	419.50	224.10
22	-	-	-	-	-	-	802.00	584.70	441.30	195.10	402.20	191.80
23	-	-	-	-	-	-	1181.80	483.90	476.60	449.70	358.90	174.80
24	-	-	-	-	-	-	1014.70	367.60	765.20	322.40	303.60	158.40
25	-	-	-	-	-	-	586.40	288.80	443.60	373.50	326.40	151.00
26	-	-	-	-	-	-	322.80	257.90	361.80	288.10	584.70	124.10
27	-	-	-	-	-	-	14.5.00	231.60	382.30	213.80	419.40	143.40
28	-	-	-	-	-	-	1142.10	212.10	337.20	181.10	326.30	152.60
29	-	-	-	-	-	-	465.80	201.10	394.20	185.90	268.40	155.00
30	-	-	-	-	-	-	644.20	221.10	285.70	271.20	237.50	157.50
31	-	-	-	-	-	-	184.70	345.60		319.30		146.50
QMED	-	-	-	-	-	-	-	372.45	394.50	239.32	321.24	263.65
QMAX	-	-	-	-	-	-	-	759.60	765.20	449.70	633.50	859.20
QMIN	-	-	-	-	-	-	-	201.00	265.70	159.70	201.00	124.10

240019 COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1973

INECEL DEIC DIV. HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/2

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	149.80	276.40	141.40	192.30	201.10	337.00	283.60	292.90	383.10	209.00	138.70	227.70
2	269.10	1155.80	157.50	217.30	188.50	280.80	591.80	287.80	314.00	295.40	136.80	209.00
3	321.20	617.20	151.40	150.00	199.10	269.90	762.90	268.10	249.80	251.60	130.20	153.70
4	548.30	416.10	163.40	187.60	203.60	367.20	699.50	237.10	228.00	241.80	166.30	135.50
5	598.00	357.90	216.80	331.70	188.90	617.50	529.70	254.30	203.00	246.90	235.10	125.10
6	431.70	331.90	228.00	331.70	285.60	463.30	1189.40	443.00	208.70	282.40	415.80	118.20
7	463.30	311.60	211.70	252.80	743.60	369.00	1802.80	833.20	209.40	240.00	304.60	113.50
8	728.80	272.60	168.30	457.20	679.90	420.90	597.40	512.00	197.10	228.80	224.40	110.80
9	557.40	304.70	146.20	270.80	393.40	328.40	716.00	434.60	208.50	199.10	203.90	115.70
10	476.10	274.00	297.70	310.10	286.90	403.40	537.20	388.30	211.60	176.20	196.10	225.80
11	410.40	221.00	271.10	289.60	226.80	359.80	537.80	356.10	317.20	163.40	165.20	221.00
12	285.20	195.20	297.20	273.70	209.00	262.00	460.90	271.40	352.40	222.30	145.20	146.10
13	263.20	191.40	204.90	240.00	213.90	296.20	337.90	232.00	263.70	168.60	133.50	119.50
14	221.40	295.30	267.50	240.00	588.70	616.90	297.80	234.00	266.40	175.70	125.10	111.50
15	201.00	330.20	379.70	200.10	459.80	603.20	271.50	224.70	235.30	188.30	157.60	128.20
16	182.00	313.30	334.50	263.50	317.60	368.60	243.10	382.40	212.10	184.70	147.20	117.50
17	167.70	219.40	252.00	215.90	319.50	348.10	220.30	248.30	259.00	156.10	125.10	111.50
18	157.50	240.90	239.00	195.20	451.90	289.50	232.00	209.00	274.70	143.60	153.90	110.80
19	147.70	594.40	516.40	190.70	392.30	542.80	361.40	197.10	349.10	130.90	195.60	132.80
20	146.20	388.90	358.80	373.10	302.10	752.50	345.10	392.30	323.20	138.30	182.90	169.70
21	326.30	260.00	928.00	248.30	266.40	559.20	421.00	490.40	575.30	129.50	208.60	187.60
22	214.80	216.60	505.30	249.30	343.10	372.40	311.10	590.40	477.80	130.30	211.60	176.40
23	190.00	203.00	531.90	242.00	337.50	319.30	429.60	624.10	827.10	120.20	189.60	134.70
24	206.10	188.50	389.80	246.70	281.30	299.20	380.70	508.80	452.00	121.60	149.30	200.40
25	195.90	171.20	346.90	263.50	269.50	378.90	383.80	299.30	336.30	128.60	163.60	278.30
26	185.30	160.90	286.20	320.50	266.70	281.40	485.30	266.20	436.90	118.90	264.70	243.60
27	261.40	152.60	252.80	254.30	277.20	340.50	318.90	280.30	435.30	116.80	330.70	176.30
28	379.40	155.80	216.80	279.90	801.10	269.00	280.80	278.90	349.40	187.20	223.10	168.90
29	501.40		201.00	262.20	637.80	298.50	382.90	626.80	276.10	169.00	179.50	177.10
30	642.00		196.90	223.70	493.50	328.40	259.50	455.80	235.40	144.50	207.90	140.70
31	547.00		196.60		318.60		278.60	589.10		135.60		123.70
QMED	334.70	332.74	288.89	255.78	359.51	390.46	453.88	375.12	322.26	178.88	193.73	158.43
QMAX	728.80	1155.80	928.00	457.20	801.10	752.50	1189.40	833.20	827.10	295.40	415.80	278.30
QMIN	146.20	152.60	141.40	187.60	188.50	262.00	220.30	197.10	197.10	116.80	125.10	110.80

240017 COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1974

INECEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/2

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	115.1	127.2	215.80	115.50	267.40	426.70	481.71	487.50	208.00	457.70	398.20	232.10
2	120.80	176.20	178.40	174.80	391.50	333.90	488.70	377.10	195.20	424.20	667.10	305.60
3	114.10	470.10	183.90	166.90	243.10	559.50	700.90	542.00	316.00	401.50	333.50	287.10
4	105.70	374.80	229.90	151.00	763.50	381.90	608.70	559.60	338.00	395.20	257.00	293.40
5	106.30	335.10	198.10	148.50	440.10	313.10	705.90	521.80	283.30	361.80	208.00	320.30
6	131.80	271.10	153.40	149.30	303.60	460.10	937.30	571.60	260.30	382.90	243.30	214.20
7	240.60	288.00	176.60	223.50	306.20	394.40	2481.00	537.50	208.40	610.60	229.90	202.30
8	330.40	223.20	153.40	168.50	347.30	280.50	2011.90	536.30	321.00	403.10	197.10	213.00
9	314.30	180.90	170.30	193.30	491.30	254.20	686.50	617.70	281.10	356.00	310.20	186.70
10	212.10	227.50	326.30	167.70	338.80	217.20	405.60	704.00	485.90	338.80	240.10	188.70
11	176.30	218.20	255.60	160.90	358.90	377.90	457.70	545.90	314.20	417.80	256.30	242.90
12	147.10	218.70	251.00	223.50	541.90	536.00	457.30	596.50	249.90	166.00	210.10	266.20
13	128.00	295.70	193.30	166.00	621.20	335.60	477.90	411.20	267.70	247.60	282.00	292.00
14	143.20	219.50	169.50	169.50	382.80	305.50	468.70	461.20	314.40	234.20	340.70	245.10
15	137.20	190.20	182.90	361.80	611.40	279.20	362.30	325.10	302.00	293.30	1045.60	203.00
16	141.60	197.30	226.70	982.70	373.70	644.90	368.40	361.80	292.40	236.40	442.60	262.90
17	158.30	210.30	245.30	642.80	311.50	383.30	271.00	427.50	264.10	221.40	986.00	208.00
18	171.20	310.10	218.20	395.20	284.50	372.90	253.30	459.40	244.50	207.00	495.20	306.40
19	172.00	249.90	282.00	316.20	246.40	579.30	258.20	376.80	261.50	213.10	278.30	473.50
20	123.70	316.10	190.40	244.20	295.20	417.60	292.10	307.60	334.00	275.80	363.70	1061.20
21	157.10	619.40	208.00	202.00	283.10	752.40	271.20	279.60	327.90	252.10	282.10	1163.60
22	124.70	279.50	188.50	196.20	336.50	955.00	549.20	254.50	269.80	236.40	243.10	796.50
23	120.90	223.50	191.10	219.30	623.90	572.20	465.80	249.40	270.20	215.10	655.50	562.50
24	184.30	277.10	191.40	269.00	402.70	442.20	449.80	393.20	292.50	256.80	480.20	475.40
25	259.10	240.80	166.00	269.80	452.60	338.20	682.90	285.70	291.60	223.50	218.60	273.50
26	283.30	314.90	161.70	259.10	368.10	293.30	530.30	784.50	357.50	185.70	192.30	236.50
27	190.50	253.30	151.00	210.10	273.70	363.30	332.10	234.60	713.00	306.20	271.10	213.10
28	183.60	231.00	149.30	213.10	895.30	295.10	305.00	211.00	317.10	223.50	236.40	252.20
29	220.30		134.60	214.80	623.40	443.20	417.00	192.30	304.20	234.20	225.60	229.90
30	169.30		121.60	341.70	421.10	399.80	318.20	222.50	327.00	254.40	249.80	206.10
31	141.70		119.50		322.90		622.70	241.00		344.50		185.70
OMED	171.34	267.40	192.35	254.67	415.00	422.95	618.00	408.70	306.48	305.05	361.32	341.56
OMAY	330.40	619.40	326.30	982.70	895.30	955.00	2481.00	704.00	713.00	610.60	1045.60	1163.60
OMIN	105.70	127.20	119.50	115.50	243.10	217.20	253.30	192.30	195.20	166.00	192.30	185.70

240019 COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1975

INECEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/2

	JAN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	183.90	271.00	308.20	181.10	319.50	367.10	475.50	406.70	417.30	234.00	296.50	208.10
2	364.80	217.20	329.00	169.50	274.90	562.40	391.50	361.10	431.30	240.90	273.90	400.70
3	541.90	201.00	397.20	160.90	521.10	409.60	354.80	285.10	361.50	225.00	249.20	318.80
4	417.30	185.70	532.80	193.30	369.00	347.20	383.00	472.30	294.70	362.40	244.70	256.00
5	344.50	271.00	326.60	199.10	432.20	425.50	475.90	411.30	253.70	299.00	241.30	192.30
6	430.60	257.00	225.10	184.30	415.60	375.30	381.90	445.40	224.70	316.90	220.70	190.40
7	541.90	182.00	232.40	157.50	347.40	979.60	456.10	562.30	274.40	318.80	209.30	224.70
8	424.00	298.40	231.50	433.00	793.50	738.70	376.70	390.80	428.20	280.70	240.60	200.10
9	433.50	259.10	221.60	333.20	416.90	586.70	317.00	447.40	872.00	450.40	227.10	233.40
10	424.00	211.00	254.20	243.10	350.40	1103.50	518.40	406.00	401.10	356.00	330.10	287.50
11	631.90	217.00	248.40	195.70	290.40	997.10	350.60	294.70	442.40	337.80	605.70	200.10
12	569.50	203.00	268.30	478.70	281.70	932.90	291.70	315.30	382.30	307.60	331.10	231.20
13	504.10	182.00	239.40	208.50	271.70	721.40	297.20	330.20	285.10	293.10	327.10	156.40
14	347.30	167.70	262.70	207.60	285.40	809.00	602.80	1065.60	300.30	292.80	345.40	163.20
15	392.10	100.90	265.10	181.10	252.90	995.10	377.10	1220.20	459.50	261.50	403.80	156.40
16	846.90	180.20	268.20	104.30	426.00	644.80	352.80	617.30	374.20	705.00	355.30	143.40
17	928.40	174.80	252.40	151.80	411.80	431.80	411.90	727.60	305.70	431.60	324.30	220.50
18	820.90	201.00	239.50	152.60	343.30	377.10	1012.60	574.00	270.30	425.10	324.30	192.30
19	489.50	199.10	216.30	232.30	281.50	328.60	614.10	383.90	244.10	310.20	439.70	188.50
20	327.70	303.60	295.40	660.70	309.70	373.50	399.00	322.90	222.60	242.30	358.20	588.00
21	301.00	301.00	201.30	419.90	290.20	686.60	309.70	371.00	232.00	235.60	300.30	332.50
22	271.00	234.20	319.20	272.90	354.00	708.80	263.80	704.70	302.50	348.80	343.60	349.50
23	243.10	225.60	265.90	386.50	450.70	747.40	238.10	452.30	293.40	423.60	302.10	244.50
24	229.90	347.30	494.30	993.50	724.00	765.70	221.40	612.10	283.80	342.40	262.30	224.70
25	213.10	215.10	361.20	591.80	460.30	727.80	259.30	465.70	250.10	258.70	260.30	267.80
26	336.00	589.80	460.40	396.60	466.70	555.20	582.40	381.30	467.60	260.20	410.10	256.00
27	259.10	271.00	361.30	258.00	433.10	442.70	826.30	362.60	337.10	413.80	250.50	251.40
28	227.70	217.20	286.60	376.90	497.90	430.80	461.10	333.40	304.40	353.00	233.90	233.40
29	245.30		227.70	586.50	527.70	1105.40	392.00	392.80	246.80	293.00	218.00	222.60
30	330.50		220.40	346.80	419.80	687.90	537.20	504.60	239.30	275.90	200.10	222.60
31	308.90		197.10		347.10		544.00	554.50		267.80		206.10
OMED	417.44	239.71	287.73	319.95	396.65	644.21	434.06	492.43	344.41	327.87	304.32	243.97
QMAX	928.40	589.80	632.80	993.50	793.50	1105.40	1012.60	1220.20	872.00	705.00	605.70	588.00
QMIN	183.90	100.90	157.10	151.80	252.90	347.20	221.40	285.10	222.60	225.00	200.10	143.40

240019 COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1976

INECEL DEIC DIV. HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLÓGICOS

Cuadro C/2

	JAN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	166.70	198.1	189.3	337.3	414.1	1595.7	1140.7	628.2	383.2	239.6	181.2	278.9
2	146.5	222.8	165.9	423.9	316.9	381.5	762.5	715.1	417.4	207.3	225.3	260.8
3	137.1	185.4	151.4	517.2	288.9	684.2	489.5	686.7	313.1	203.8	243.9	353.2
4	131.9	166.6	148.1	519.2	360.7	595.6	386.4	516.1	268.3	191.0	191.0	329.7
5	131.1	159.7	146.0	386.3	610.5	354.5	348.3	459.3	242.5	335.4	234.1	234.1
6	135.2	177.3	148.1	319.6	352.3	304.6	313.5	757.9	261.0	246.7	324.1	232.7
7	134.1	154.7	146.2	359.7	566.7	261.9	374.2	550.7	269.6	209.8	210.2	193.7
8	128.1	175.3	148.6	268.3	674.6	1476.2	304.9	433.0	337.7	221.5	257.9	222.6
9	146.0	158.3	334.3	244.5	662.7	815.3	363.9	393.5	328.5	204.5	468.9	340.8
10	236.9	146.5	308.1	223.7	584.6	1172.9	810.7	586.2	320.4	173.7	209.7	466.6
11	161.2	137.1	249.2	222.4	742.7	543.5	993.8	644.3	267.4	173.3	541.2	391.6
12	136.3	141.8	209.1	203.4	973.0	314.5	1504.6	526.0	360.7	171.1	273.4	335.1
13	236.9	177.3	191.3	313.1	470.3	265.4	585.0	376.5	592.4	155.5	224.1	317.0
14	822.9	200.6	275.4	315.1	310.7	260.2	398.7	303.0	355.4	151.4	219.6	278.9
15	553.3	156.4	271.7	313.4	425.2	493.2	565.4	496.9	328.7	164.0	215.9	227.7
16	487.9	189.6	270.5	247.1	379.9	515.9	539.3	848.7	256.6	182.3	234.5	225.1
17	619.1	173.3	218.4	250.2	381.8	391.9	1117.4	443.9	220.6	155.9	199.4	209.1
18	430.6	175.8	196.2	271.0	503.5	567.9	1461.8	340.1	208.1	144.9	173.3	302.4
19	313.9	161.4	192.3	212.2	505.7	513.3	1887.4	409.5	217.8	182.6	163.6	245.7
20	245.7	154.4	173.7	256.2	407.2	473.3	1330.9	504.8	366.5	156.4	152.2	203.3
21	238.5	325.9	171.9	252.4	369.7	937.3	570.0	812.4	424.9	236.0	263.9	179.2
22	742.6	578.9	182.8	485.0	308.9	1190.6	428.7	557.0	292.1	212.4	249.6	173.7
23	550.7	351.1	196.2	347.0	441.0	1233.0	461.7	356.5	347.0	175.5	629.0	241.9
24	923.4	239.8	196.2	274.5	379.9	1214.5	503.9	309.6	275.4	182.1	375.8	188.3
25	425.8	354.6	171.9	625.7	655.3	655.7	682.2	315.5	244.7	389.1	236.1	160.6
26	329.7	261.0	280.0	402.0	438.8	661.4	697.9	372.4	242.1	234.0	281.5	153.9
27	290.2	216.2	417.7	746.6	312.6	970.4	411.3	386.0	234.5	184.7	266.2	146.5
28	397.1	182.8	303.1	654.4	275.1	728.9	331.1	359.4	235.1	445.3	285.5	141.8
29	269.2	197.3	269.3	372.7	251.4	917.7	772.1	625.5	312.4	241.0	238.8	148.2
30	231.2		267.7	329.1	325.0	553.0	463.8	552.4	290.5	214.2	253.2	144.9
31	215.7		304.3		485.2		385.6	530.6		220.6		139.4
QMED	325.93	212.75	225.32	355.79	457.27	700.89	677.33	599.36	307.13	211.81	269.16	239.90
QMAX	923.4	578.9	417.7	746.6	973.0	1525.7	1887.4	848.7	592.4	445.3	629.0	466.6
QMIN	128.1	137.1	146.0	203.4	251.4	260.2	304.9	303.0	209.1	144.9	152.2	139.4

240019 COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1977

INCEC DEIC DIV. HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

	JAN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	158.50	174.70	151.40	251.90	227.90	389.30	509.10	559.80	326.90	303.00	182.80	153.90
2	139.40	147.40	168.90	250.50	204.10	495.70	372.60	492.20	253.30	318.50	170.30	144.10
3	129.60	117.70	249.50	228.30	192.30	463.40	675.70	423.30	256.20	257.30	181.30	187.00
4	138.20	104.90	552.60	268.30	179.20	404.90	586.10	579.40	456.90	217.80	201.50	177.00
5	179.50	99.80	420.90	310.10	169.30	430.80	814.20	697.00	457.50	214.20	175.80	197.60
6	151.90	108.40	1399.10	282.00	171.90	407.70	947.20	495.50	326.90	189.90	166.90	351.40
7	128.10	450.00	747.00	619.70	171.90	629.90	619.90	510.00	479.80	183.70	425.60	229.40
8	133.10	689.90	512.20	346.60	329.70	520.70	612.40	346.80	376.80	190.90	204.10	223.00
9	182.90	327.70	728.40	241.00	264.20	362.20	658.30	376.80	262.30	338.40	195.80	293.60
10	147.50	381.90	1408.50	234.40	445.60	290.30	546.40	319.80	376.80	268.60	200.20	310.40
11	126.70	451.80	1158.10	546.20	512.90	265.80	694.60	277.80	280.20	311.70	197.00	246.20
12	110.60	473.80	610.30	710.30	711.80	279.60	528.60	235.70	241.20	476.30	167.60	189.50
13	114.10	397.20	410.30	589.10	680.40	304.40	458.10	205.20	214.30	342.00	149.00	295.50
14	112.70	360.70	328.50	455.90	440.50	253.50	475.80	458.60	192.30	283.40	138.70	220.50
15	119.60	818.70	281.80	1130.60	310.10	248.00	541.50	249.20	614.60	221.20	132.60	171.90
16	116.80	821.30	553.50	690.20	292.00	296.90	631.50	591.50	1014.90	200.30	144.40	155.50
17	114.70	823.90	456.60	548.30	955.40	412.60	528.60	510.00	591.80	194.20	148.50	143.40
18	112.70	479.30	859.90	490.80	413.10	266.50	402.70	475.00	314.70	526.60	148.20	133.30
19	127.00	371.80	697.40	400.20	379.60	247.00	322.30	565.00	268.70	355.40	140.40	125.20
20	190.00	310.90	855.00	343.60	332.50	245.90	411.10	340.00	244.50	410.90	195.70	126.00
21	175.90	264.80	750.10	339.60	293.30	417.90	539.10	271.80	231.80	468.20	185.50	120.30
22	128.70	314.90	496.00	304.80	237.70	630.00	401.90	493.90	390.10	680.90	166.80	217.90
23	111.40	239.70	383.50	298.40	257.40	433.90	294.00	308.40	296.60	439.30	179.20	500.10
24	128.10	205.10	368.80	299.10	456.00	733.00	306.30	245.00	259.30	286.10	342.10	449.90
25	149.10	207.70	372.90	346.10	699.00	1276.00	265.00	315.10	250.10	288.30	366.30	272.10
26	128.40	184.10	486.70	514.10	409.70	1247.60	390.10	1246.50	483.90	255.80	357.60	177.90
27	104.90	176.80	348.50	337.10	564.80	881.00	348.30	619.80	323.00	254.50	262.00	150.60
28	110.00	165.70	297.60	310.20	590.00	504.00	623.80	463.30	321.90	222.10	210.60	141.80
29	127.80		459.20	277.90	686.00	812.90	373.30	369.80	283.90	200.60	210.50	147.80
30	116.00		332.30	256.00	775.10	974.30	343.90	368.60	253.50	190.40	235.40	227.30
31	111.40		288.40		566.60		301.70	458.60		202.50		186.60
GMED	132.87	347.46	566.25	420.40	417.03	560.86	503.03	443.83	356.16	299.75	206.08	215.05
GMAY	190.00	883.90	1408.50	1130.60	955.40	1276.00	947.20	1246.50	1014.90	680.90	425.60	500.10
GMIN	104.90	99.80	151.40	228.30	169.30	245.90	265.30	205.20	192.30	183.70	132.60	120.30

240019 COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1978

INECEL DEIC DIV. HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/2

	JAN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	223.40	805.00	209.10	306.20	264.50	170.10	581.20	310.80	182.80	857.80	159.70	156.50
2	188.70	1111.20	144.20	316.00	430.20	163.20	637.50	358.20	184.70	1098.10	198.10	139.20
3	150.30	745.10	130.40	454.20	352.10	157.20	443.20	364.10	388.20	984.50	206.10	131.20
4	134.10	442.40	124.50	271.60	274.60	154.70	461.20	400.70	318.80	826.70	175.50	127.10
5	123.80	318.00	119.60	259.40	368.20	218.80	417.10	435.70	244.50	556.00	163.20	124.80
6	117.50	287.40	114.70	246.80	302.80	1394.50	555.80	345.20	208.10	382.10	158.00	138.10
7	112.70	246.60	110.10	1400.70	283.00	739.20	991.50	329.40	194.20	318.80	691.40	268.80
8	110.10	218.70	199.50	376.80	332.30	362.90	1144.10	302.00	249.10	297.70	361.10	195.90
9	107.40	194.50	153.00	318.30	385.70	272.70	734.90	529.70	224.70	267.80	224.70	181.90
10	106.80	191.10	142.40	252.60	274.40	244.60	1199.00	797.20	575.90	265.40	233.40	152.70
11	119.30	293.30	131.60	492.50	221.30	369.80	663.10	431.20	407.00	233.40	246.80	161.50
12	113.50	223.60	167.90	589.50	287.80	288.90	517.50	420.40	463.60	218.40	249.10	141.80
13	106.10	176.90	136.60	651.00	318.30	393.20	638.40	540.90	280.00	214.20	216.30	128.90
14	102.30	269.30	113.40	679.40	261.40	575.90	449.90	808.80	233.40	181.00	171.90	120.30
15	99.60	139.80	117.30	497.10	266.90	665.30	499.20	685.60	224.70	166.60	166.60	124.90
16	158.70	140.70	188.70	371.30	237.30	602.00	347.70	379.50	329.80	161.40	141.00	134.50
17	188.40	154.40	223.50	337.60	769.30	289.40	315.50	286.50	318.80	141.80	147.70	119.30
18	147.90	280.40	695.70	624.70	612.30	261.00	270.30	243.50	263.10	143.40	139.90	121.10
19	111.30	887.10	942.10	403.30	362.10	653.50	249.20	222.10	260.70	153.00	128.10	111.40
20	105.50	408.70	1126.90	401.10	266.90	767.80	237.00	228.00	196.20	171.90	134.50	107.80
21	101.70	259.90	832.00	332.30	227.10	578.90	219.20	214.40	198.10	181.00	138.30	121.00
22	98.30	178.00	740.30	302.90	357.60	710.40	299.10	188.70	397.50	184.70	136.90	108.80
23	105.70	273.50	1147.80	397.60	200.10	942.60	220.70	180.50	338.10	168.40	131.20	155.40
24	210.80	138.70	766.90	569.50	330.10	1068.90	273.90	225.10	295.20	164.90	133.80	124.80
25	312.80	177.50	539.70	454.40	281.00	748.50	240.20	242.30	244.50	235.60	133.50	106.80
26	414.50	192.40	630.90	329.70	265.60	449.10	241.70	187.60	210.10	235.60	118.20	101.10
27	431.20	134.10	425.70	321.50	272.90	349.80	624.70	178.20	242.30	237.80	147.00	138.70
28	416.20	127.40	724.60	514.60	300.90	322.00	598.00	167.50	226.90	308.20	241.40	106.10
29	549.20		428.70	359.90	219.70	295.20	245.20	160.60	282.50	277.60	155.90	100.40
30	598.40		396.80	288.60	205.20	333.00	149.10	156.40	691.40	204.10	128.10	96.80
31	625.80		348.50		174.60		299.30	153.00		175.50		93.80
QMED	217.76	322.65	393.00	479.60	313.20	483.10	466.27	337.86	295.83	323.01	192.58	132.63
QMAX	625.80	1111.20	1147.80	1400.70	769.30	1394.50	1199.00	808.80	691.40	1098.10	691.40	268.80
QMIN	98.30	127.40	109.70	246.80	174.60	154.70	149.10	153.00	182.80	141.80	118.20	93.80

240019 COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1979

INECEL DEIC DIV. HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/2

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	95.30	92.60	97.90	229.80	348.40	573.80	240.00	262.60	211.90	219.10	104.30	403.80
2	94.90	89.00	119.60	249.10	304.30	326.10	222.60	334.40	215.30	214.80	103.40	280.90
3	89.10	106.40	106.10	241.40	265.40	266.20	389.70	314.40	295.10	228.50	99.20	267.90
4	86.80	91.10	93.20	191.20	258.00	224.30	711.20	291.00	214.50	229.40	179.10	239.10
5	85.90	81.10	94.50	289.60	326.50	204.10	1176.50	312.40	204.90	243.00	119.40	202.40
6	82.40	76.00	181.90	270.70	452.50	338.70	1079.40	473.60	268.20	459.50	118.00	511.00
7	93.30	71.00	175.10	235.50	332.80	276.90	676.50	563.00	272.40	308.00	116.40	489.20
8	100.90	67.10	246.30	296.10	405.60	240.20	440.50	731.50	248.50	283.80	111.00	440.10
9	91.40	61.60	382.40	274.00	312.70	318.70	350.20	620.00	240.20	295.70	123.40	400.20
10	96.40	59.20	987.50	152.00	236.20	288.00	323.50	330.10	243.30	241.20	316.20	262.50
11	91.40	56.80	385.50	227.40	252.00	362.10	405.30	257.40	235.10	237.90	224.60	301.10
12	83.50	94.80	348.30	421.90	251.60	328.10	303.40	227.60	232.40	260.20	202.80	259.40
13	82.40	108.30	238.10	365.20	270.10	262.90	242.90	243.90	213.30	253.30	148.70	198.50
14	175.00	81.30	211.30	372.60	384.40	605.40	226.50	225.00	332.60	222.60	142.10	171.50
15	76.10	74.50	166.60	390.10	310.00	875.50	235.70	424.20	279.60	215.90	114.70	164.20
16	75.60	159.80	139.50	587.80	246.00	531.50	252.70	373.60	204.10	191.50	124.30	154.40
17	75.50	107.40	284.70	432.00	294.50	433.00	325.40	324.60	199.40	176.30	118.00	190.20
18	72.00	186.10	217.40	284.80	242.90	290.10	296.70	273.30	196.10	200.10	135.60	165.10
19	69.20	84.60	223.60	729.80	206.50	255.60	214.30	226.50	286.40	213.10	147.80	159.20
20	68.10	78.10	176.30	359.60	213.70	223.70	416.10	230.40	385.80	172.40	112.90	144.10
21	68.10	74.00	194.70	265.00	359.70	249.00	448.70	284.30	306.80	151.80	124.90	131.10
22	67.10	78.20	223.00	220.90	305.30	391.70	288.50	250.10	251.40	123.80	118.40	119.60
23	67.60	76.60	174.30	655.00	296.80	378.90	235.00	244.20	286.20	117.00	110.10	116.10
24	64.30	88.00	176.60	343.30	264.00	288.90	265.90	312.30	209.50	126.60	102.00	108.70
25	62.50	88.60	144.90	319.40	218.50	348.60	242.40	242.70	434.10	120.50	123.70	107.40
26	63.90	84.00	332.90	349.40	292.70	599.00	317.20	216.10	680.30	134.60	156.30	122.90
27	97.60	84.60	231.90	824.10	587.10	548.10	818.00	212.00	446.00	152.50	1091.30	124.90
28	76.00	85.10	197.10	443.40	422.10	645.90	482.00	357.80	311.50	127.00	424.80	142.30
29	94.30		165.70	365.00	319.60	350.20	331.30	261.70	240.60	122.90	212.50	129.60
30	94.70		164.90	512.00	283.80	274.10	255.30	238.90	210.80	113.20	170.20	126.70
31	89.20		226.40		438.80		241.70	247.70		107.10		332.40
QMFC	81.62	85.92	226.72	363.27	310.08	378.98	401.78	319.58	278.54	202.04	183.20	224.73
QMAX	100.90	159.80	987.50	824.10	587.10	875.50	1176.50	731.50	680.30	459.50	1091.30	511.00
QMIN	62.50	56.80	53.20	191.20	202.70	204.10	214.30	212.90	196.10	107.10	99.20	107.40

243019 COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1980

INECEL DEIC DIV. HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/2

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	471.70	125.10	82.40	364.60	263.80	329.80	269.90	331.10	198.20	158.00	187.90	166.60
2	889.90	125.70	83.50	310.80	240.80	374.40	346.80	229.80	175.50	163.30	375.10	159.70
3	687.30	114.10	78.80	266.50	193.50	360.30	389.90	198.10	164.70	151.50	261.30	151.40
4	453.90	114.70	127.60	291.50	296.70	373.70	513.70	177.30	173.90	129.60	222.60	133.30
5	318.10	121.00	136.70	377.60	576.90	340.20	450.40	167.50	215.70	138.80	226.10	131.80
6	239.50	175.30	90.20	248.30	501.90	723.00	291.30	206.70	402.50	573.00	247.30	123.10
7	279.20	207.00	82.90	198.40	463.20	1061.40	250.70	233.40	249.30	266.20	151.40	143.30
8	189.40	158.50	88.40	204.30	395.50	1010.20	232.30	561.30	233.70	417.90	163.20	174.80
9	178.10	171.30	97.80	107.40	284.70	697.40	253.10	689.90	299.70	557.90	148.10	157.60
10	158.90	141.50	84.60	190.20	236.90	593.30	528.30	453.30	631.00	355.40	137.90	186.10
11	144.10	123.10	284.20	206.30	256.20	893.10	362.60	282.40	328.50	309.60	134.90	179.60
12	146.60	110.10	483.30	164.10	268.40	833.10	271.30	223.50	243.10	277.60	127.40	132.80
13	142.40	102.90	352.40	153.10	614.50	523.10	302.10	200.40	203.70	251.80	176.10	121.90
14	150.80	99.80	250.40	152.40	349.50	565.60	274.50	262.30	180.10	221.60	263.40	117.90
15	137.30	92.60	576.40	147.90	244.40	506.50	564.00	389.80	178.40	197.70	222.30	109.40
16	186.70	88.90	288.00	191.70	248.70	536.70	1040.70	270.40	316.30	189.90	161.00	116.90
17	179.30	85.70	470.20	387.20	411.00	744.10	442.60	230.10	318.50	232.60	144.90	104.50
18	166.50	90.20	269.70	612.50	491.60	482.60	382.40	216.30	235.90	254.10	141.00	97.40
19	133.40	102.40	261.10	1033.10	424.50	364.80	341.80	222.50	193.10	260.20	179.10	104.80
20	121.70	100.50	382.50	1107.20	327.40	354.10	285.90	232.30	194.20	541.10	163.90	130.70
21	123.10	233.20	226.00	562.90	359.90	359.20	333.80	204.10	172.80	395.80	174.60	108.80
22	122.40	185.70	192.30	396.90	735.70	461.70	536.20	191.20	205.70	248.70	363.60	102.90
23	123.50	142.80	222.60	290.50	646.90	368.50	594.40	213.30	235.50	223.70	293.40	98.60
24	120.30	111.40	263.10	251.90	404.00	367.40	397.90	204.80	182.80	243.30	199.30	96.20
25	299.70	100.40	629.70	266.80	311.10	373.20	281.90	167.50	162.00	272.40	164.20	96.20
26	200.80	95.50	571.90	454.60	467.50	441.40	241.20	176.70	144.10	254.10	154.70	96.20
27	133.60	94.90	559.90	306.10	380.20	1102.60	243.00	381.30	151.40	275.20	319.50	96.20
28	118.20	90.80	1496.80	253.80	307.90	581.40	233.70	622.50	142.90	372.50	229.10	105.10
29	112.70	86.30	867.50	218.80	277.50	389.60	218.70	340.90	129.60	321.10	187.60	101.10
30	108.10		705.10	196.10	279.50	309.50	295.10	240.10	167.70	267.80	179.20	98.60
31	111.60		554.30		265.20		338.30	217.90		204.90		129.20
QMED	221.87	123.81	350.01	334.45	371.79	547.40	368.29	281.89	227.66	281.53	204.67	124.90
QMAX	889.90	233.20	1496.80	1117.20	735.70	1102.60	1040.70	689.90	631.00	573.00	375.10	186.10
QMIN	108.10	85.70	82.40	147.90	193.50	359.50	205.10	167.50	129.60	129.60	127.40	96.20

240012 COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1981

INECEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	118.10	94.00	592.80	118.60	276.10	207.40	221.10	153.90	246.80	295.80	143.50	166.20
2	98.60	116.10	419.80	121.00	198.40	175.80	527.00	198.20	260.50	251.00	150.10	180.10
3	132.50	116.40	493.10	118.20	193.80	158.90	701.60	236.00	273.50	164.80	158.00	230.30
4	106.80	139.70	334.30	112.70	164.50	158.00	742.30	192.30	391.10	145.70	302.30	176.10
5	94.60	117.80	263.90	305.00	141.00	154.60	715.60	241.30	365.00	134.90	272.10	146.50
6	86.80	95.00	268.10	305.00	134.10	142.60	938.70	256.10	277.60	127.40	161.10	134.90
7	88.50	94.90	270.70	348.10	164.60	210.20	572.30	241.50	207.10	123.10	137.10	161.00
8	109.70	98.10	269.70	376.00	328.40	233.60	557.60	293.60	182.80	130.90	148.10	198.60
9	132.80	108.60	255.70	383.50	233.20	514.10	664.80	237.40	215.40	164.20	175.60	190.90
10	147.20	134.80	213.60	255.90	193.00	415.50	529.00	245.70	212.20	455.30	156.90	152.40
11	108.60	119.30	196.40	206.50	202.40	478.00	460.10	244.50	407.00	210.80	160.20	152.20
12	98.40	115.20	168.60	463.40	184.90	608.90	825.10	276.30	233.40	158.40	177.80	402.70
13	93.80	107.90	153.10	508.20	155.50	714.70	1322.90	341.20	226.90	146.50	155.80	475.50
14	170.20	131.50	141.20	468.30	146.50	367.40	1013.60	414.90	212.30	217.80	255.40	239.40
15	150.40	135.50	130.60	273.40	158.40	271.40	540.50	750.60	207.10	202.40	251.30	200.40
16	118.80	159.80	126.70	221.30	259.50	228.70	575.60	542.30	182.80	184.40	334.30	191.00
17	98.20	193.70	119.60	295.70	214.80	238.10	696.50	434.20	305.70	254.10	235.70	186.60
18	117.50	255.80	120.30	293.40	164.10	398.10	571.50	378.00	332.70	275.10	216.60	160.20
19	149.40	220.10	112.70	199.40	174.90	353.20	705.10	327.80	210.10	226.90	250.20	143.40
20	113.20	251.90	110.10	177.10	177.80	750.70	484.70	280.00	229.00	174.10	226.00	141.20
21	101.10	165.00	107.40	303.60	303.20	411.00	474.10	312.50	280.00	153.10	176.50	150.30
22	90.30	189.30	151.80	209.10	300.20	267.20	343.80	505.70	318.80	147.80	151.40	150.70
23	83.50	199.20	125.20	183.70	302.80	231.20	277.60	362.10	240.00	203.00	224.50	313.00
24	93.50	590.40	116.80	169.80	303.40	348.20	233.50	296.40	214.20	210.00	270.60	319.30
25	83.50	400.40	133.70	188.50	326.30	282.50	374.90	342.10	200.10	220.50	227.60	234.90
26	84.00	407.60	148.20	367.40	419.60	291.20	300.60	547.30	192.30	177.30	171.20	194.80
27	82.40	519.20	126.90	341.80	369.10	253.90	215.00	399.70	178.20	171.40	158.00	171.90
28	85.70	578.70	121.20	191.00	379.70	308.20	195.10	310.30	154.70	156.70	158.80	190.00
29	88.00		106.10	165.70	352.30	385.10	180.60	331.30	141.80	146.30	148.90	333.20
30	84.60		130.60	278.80	271.40	246.80	172.80	267.90	162.90	138.20	168.80	275.70
31	98.20		124.30		290.10		170.10	292.60		131.70		217.00
QMED	105.44	208.81	198.49	265.00	241.42	326.84	525.92	330.79	242.07	190.31	197.81	212.27
QMAX	170.20	590.40	592.80	508.20	419.60	750.70	1322.90	750.60	407.00	455.30	334.30	475.50
QMIN	82.40	94.00	106.10	112.70	134.10	142.60	170.10	153.90	141.80	123.10	137.10	134.90

240017 COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1982

INECEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/2

	FNE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	228.60	228.90	121.00	321.80	324.70	393.10	364.70	421.50	264.20	182.20	221.10	165.40
2	182.80	183.80	112.30	434.10	233.90	324.00	367.20	423.90	561.70	163.70	204.40	197.00
3	182.60	132.60	139.80	353.30	196.00	292.70	515.00	737.70	462.40	153.90	189.60	186.60
4	212.50	124.50	260.70	469.40	179.30	274.50	306.90	471.60	372.40	153.90	212.30	192.20
5	185.70	153.10	255.50	355.50	205.00	365.10	285.60	345.00	340.80	150.70	174.70	247.80
6	306.10	196.20	289.10	360.60	295.60	327.30	365.60	593.10	363.10	138.30	188.90	219.40
7	369.30	163.60	179.30	559.30	238.80	326.10	318.80	576.60	314.40	141.30	178.40	251.60
8	267.90	162.20	157.70	458.80	272.90	297.00	313.70	366.80	314.50	138.30	184.80	204.20
9	198.00	187.50	137.10	584.40	740.50	269.80	267.90	315.00	645.50	200.80	175.60	176.70
10	385.50	161.60	158.60	440.50	367.50	250.70	224.40	489.90	419.00	202.90	174.50	162.90
11	225.30	159.00	237.40	342.70	287.00	265.80	257.50	417.80	308.90	167.50	175.40	159.60
12	217.10	168.40	218.40	268.00	255.10	240.70	452.40	408.90	274.00	198.10	243.60	149.10
13	191.70	169.70	186.80	261.70	282.30	213.50	459.40	368.70	254.20	177.20	532.60	189.50
14	169.40	158.10	236.10	231.80	281.30	213.50	318.10	276.90	244.10	159.60	319.10	250.20
15	159.70	150.80	173.70	193.60	287.70	253.40	490.40	273.20	239.30	158.70	275.80	179.80
16	153.00	166.60	178.30	182.50	241.50	261.50	391.10	351.70	226.50	153.40	305.80	170.60
17	149.80	144.80	132.60	177.30	207.50	266.70	294.50	546.00	253.00	157.30	363.30	167.80
18	366.30	130.70	129.20	248.50	342.60	546.80	359.20	484.50	229.00	150.00	319.10	156.30
19	222.00	133.50	132.60	191.20	314.40	256.20	808.00	443.10	235.50	140.80	245.00	186.70
20	150.70	141.40	126.00	181.10	366.20	367.10	648.00	350.00	238.60	149.80	212.20	247.60
21	133.30	125.20	651.30	570.10	496.80	513.90	431.90	611.80	195.00	139.50	216.70	233.90
22	130.40	118.20	895.10	320.90	314.60	460.20	323.10	398.90	190.30	299.90	184.80	194.20
23	141.50	117.50	598.70	304.50	359.10	364.90	274.30	295.30	180.40	185.10	181.00	180.60
24	127.60	115.30	355.30	256.60	294.20	330.20	246.40	376.50	192.70	325.50	245.00	155.50
25	142.40	133.50	210.10	257.50	252.40	331.00	282.60	272.20	179.30	268.00	303.50	170.70
26	124.50	134.20	210.10	233.40	272.20	238.50	438.10	254.50	183.50	353.70	248.50	166.10
27	262.20	152.10	164.90	230.80	1147.00	315.30	632.70	352.90	195.40	487.40	194.10	142.30
28	187.20	167.00	214.10	221.50	608.70	393.10	917.20	372.50	171.40	288.40	179.20	253.90
29	142.80		313.90	232.10	793.90	232.00	770.10	312.70	187.00	248.90	176.30	241.60
30	132.00		239.10	351.80	582.80	336.60	1081.50	249.80	195.60	262.60	167.10	235.50
31	180.20		198.30		435.60		602.00	246.60		236.10		198.30
QMED	211.21	152.83	243.00	323.41	364.33	310.40	442.17	409.18	281.58	204.31	232.75	192.99
QMAX	385.50	208.00	895.10	584.40	1147.00	546.80	1001.50	737.70	645.50	487.40	532.60	253.70
QMIN	124.50	115.30	112.30	177.30	179.30	213.50	224.40	246.60	171.40	138.30	167.10	142.00

249019 COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
ANO 1983

INECEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	177.21	168.61	475.19	148.84	566.14	237.59	374.79	533.49	294.11	220.60	226.30	242.90
2	174.20	133.79	312.79	157.99	1331.29	237.59	313.39	329.69	256.51	377.00	226.80	291.00
3	168.20	125.30	224.70	163.10	599.49	236.09	253.39	269.70	771.11	473.19	238.20	218.40
4	432.61	119.81	249.40	145.90	463.30	216.09	215.30	382.90	384.90	476.30	246.60	237.20
5	352.70	114.40	245.30	145.20	395.70	428.60	225.80	454.80	280.70	517.30	245.10	210.60
6	370.91	159.51	223.20	219.60	758.20	349.21	197.30	368.60	243.00	572.40	174.80	237.80
7	685.31	158.71	215.11	197.81	718.11	241.90	179.30	494.50	388.80	427.10	175.20	227.00
8	368.71	327.81	233.20	675.60	526.51	247.50	211.30	405.70	293.90	301.50	253.10	180.80
9	369.11	211.11	279.40	419.01	378.80	190.30	214.40	268.00	234.80	253.50	195.40	181.40
10	418.91	199.71	230.00	314.40	607.20	191.10	211.30	239.70	274.70	224.80	184.40	166.30
11	371.71	215.51	199.50	417.80	567.40	179.30	174.10	239.20	358.00	239.30	179.70	158.90
12	351.71	138.41	192.90	274.30	512.50	171.40	167.00	242.20	844.90	219.80	156.30	201.10
13	237.30	118.40	168.10	361.50	383.70	232.00	151.50	214.80	444.90	231.20	146.70	243.90
14	225.61	119.90	293.30	241.80	308.40	220.70	150.70	250.50	348.20	218.20	150.60	213.80
15	198.40	105.50	384.70	259.10	289.30	410.30	149.30	276.40	298.80	203.40	174.60	196.50
16	181.10	111.80	267.90	637.40	258.50	482.20	213.70	322.20	272.10	275.30	208.20	214.10
17	168.00	109.30	217.80	402.50	323.30	287.00	501.20	393.10	302.90	260.50	213.50	215.30
18	220.11	112.00	196.70	340.90	321.40	209.20	554.80	461.40	492.40	209.50	207.00	192.50
19	195.00	111.80	168.00	258.10	306.00	182.90	441.10	289.70	350.50	180.20	350.40	214.00
20	178.60	140.40	157.90	235.00	307.60	169.70	591.30	314.10	310.40	174.60	266.30	324.80
21	186.30	115.70	149.10	438.90	296.70	196.50	814.00	387.20	500.70	173.80	391.60	245.30
22	218.60	201.60	190.20	632.80	263.40	275.80	689.30	313.50	319.30	168.80	345.10	222.80
23	212.00	899.40	406.60	375.70	237.90	279.40	380.90	266.30	344.60	165.50	221.30	204.90
24	147.50	283.70	342.20	279.10	285.90	406.60	401.40	345.10	288.00	516.80	251.00	189.30
25	141.30	507.30	291.80	245.60	626.10	250.70	345.40	680.00	261.10	525.10	221.10	183.20
26	155.10	486.20	212.10	571.90	369.50	403.40	255.90	542.30	296.00	299.30	253.20	197.70
27	145.70	317.60	207.70	421.50	670.50	311.90	233.20	351.30	279.80	325.50	269.30	319.70
28	135.30	251.10	225.80	339.90	627.90	226.30	219.60	341.00	248.40	348.90	222.90	274.40
29	128.80		228.30	297.40	414.20	284.90	212.60	404.90	330.80	274.10	212.60	237.50
30	122.50		253.60	489.40	302.30	255.60	324.30	443.40	287.60	239.90	323.90	185.50
31	183.00		189.70		255.40		223.90	360.40		244.50		190.60
GMED	245.51	216.22	246.19	321.33	460.63	264.18	331.61	358.28	353.41	301.22	231.71	219.33
QMAX	685.30	899.40	475.10	637.40	1331.20	482.20	723.90	680.00	844.90	572.40	391.60	324.80
QMIN	102.50	105.50	149.10	145.20	237.90	169.70	148.30	224.80	234.80	165.50	146.70	158.90

240019. COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1984

INECEL DEIC DIV. HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/2

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	212.90	231.10	186.60	254.20	446.60	610.30	397.60	286.00	171.10	365.70	136.80	328.10
2	193.10	474.30	198.50	458.20	299.50	371.80	299.70	236.90	150.70	280.90	131.70	219.60
3	190.80	442.10	236.30	252.70	321.00	454.70	379.80	222.10	158.70	278.00	128.50	194.00
4	172.80	314.40	358.90	237.70	252.20	316.10	334.80	214.50	181.10	268.30	121.80	172.30
5	249.60	313.90	340.40	231.50	211.10	283.20	373.10	201.90	172.30	262.10	120.40	153.90
6	281.50	292.80	311.40	248.70	212.10	336.00	283.60	290.40	203.60	238.20	128.10	147.50
7	277.50	256.70	380.70	331.80	218.30	451.30	232.60	204.70	203.60	285.70	138.30	139.80
8	250.20	215.50	310.70	265.50	191.70	381.40	232.40	198.80	227.90	233.10	139.10	132.40
9	215.10	349.10	231.80	340.60	179.30	264.50	236.60	359.00	240.80	205.40	163.70	126.70
10	239.80	338.80	233.20	376.90	171.60	340.20	205.70	742.20	504.40	198.90	127.40	123.20
11	236.10	266.40	243.70	525.20	171.60	411.30	218.20	613.50	275.10	215.60	123.90	117.10
12	213.30	227.80	211.40	340.40	159.60	392.80	207.90	441.60	350.50	206.40	121.10	113.70
13	332.10	223.00	183.90	558.30	149.00	520.10	207.90	251.20	367.70	201.30	119.80	115.70
14	220.80	198.00	165.00	476.80	139.20	453.60	218.60	253.60	438.90	175.80	219.60	119.80
15	175.00	243.00	153.90	470.10	139.30	343.10	290.40	228.30	277.50	250.50	158.80	118.40
16	166.10	210.80	145.90	314.80	137.40	368.40	293.30	277.80	238.60	297.00	154.80	114.40
17	182.60	218.20	158.70	313.90	158.50	368.20	361.50	261.10	356.20	255.20	155.50	112.40
18	211.10	230.60	173.90	284.40	161.20	318.50	466.30	231.90	265.60	218.60	382.50	115.70
19	249.10	244.20	158.10	255.20	181.20	335.50	619.10	212.60	220.30	270.90	382.50	600.00
20	194.80	191.90	349.00	216.70	205.20	259.30	654.70	273.70	241.20	411.40	594.00	199.70
21	173.90	225.30	319.80	213.30	324.90	258.30	691.40	288.30	238.20	327.90	315.50	227.90
22	167.70	342.40	241.20	198.00	452.40	456.50	564.70	235.10	1094.90	287.40	204.90	225.80
23	154.90	417.80	248.50	194.20	276.10	512.30	432.40	245.30	459.10	222.40	186.00	246.20
24	148.80	416.50	197.20	498.80	226.80	437.60	309.30	221.70	379.00	209.90	172.30	163.70
25	142.70	384.40	186.70	333.70	245.80	321.30	434.90	243.20	362.70	219.10	325.80	152.30
26	295.10	340.40	166.30	299.20	444.30	277.40	348.50	232.40	294.20	263.90	258.70	448.90
27	222.10	252.60	106.40	286.10	205.60	280.70	270.10	333.80	271.10	207.30	247.30	291.10
28	187.10	233.10	156.30	290.70	230.30	355.40	235.60	277.00	235.80	175.80	209.80	466.50
29	191.90	210.90	169.80	249.50	199.70	576.20	530.60	207.40	387.10	167.80	394.50	333.90
30	234.60		384.80	245.30	377.00	604.10	621.70	182.50	583.20	151.50	258.70	287.70
31	224.10		352.40		328.60		470.50	170.50		145.20		234.30
GMED	213.26	285.38	236.17	317.41	242.34	320.34	365.60	278.69	318.37	241.84	210.73	211.05
GMAX	332.10	474.30	394.80	558.30	452.00	644.10	691.40	742.20	1094.90	411.40	594.00	600.00
GMIN	142.70	191.90	145.90	194.20	137.40	258.30	215.70	170.50	150.70	145.20	119.80	112.40

240019 COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDICOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1995

INECEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/2

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	159.75	139.85	127.80	346.25	153.00	772.85	259.65	343.80	229.50	252.30	119.10	115.10
2	158.95	121.15	635.90	217.60	133.60	535.30	256.80	755.20	490.50	257.70	113.10	113.80
3	160.50	111.80	980.00	170.80	135.90	457.40	553.10	614.00	429.40	218.00	158.60	109.20
4	144.40	127.30	855.50	145.90	129.80	479.40	344.80	620.10	539.50	777.30	126.10	163.80
5	139.80	181.70	545.20	145.90	299.30	394.20	324.80	502.30	590.50	634.00	104.80	133.90
6	157.10	106.50	413.20	184.10	229.80	452.60	403.50	362.70	424.70	383.90	159.60	111.80
7	129.50	111.10	397.60	172.40	155.10	1096.20	461.20	317.00	333.00	259.70	210.20	125.30
8	129.50	167.70	349.10	250.00	136.80	590.10	315.50	585.90	270.90	247.60	151.80	131.00
9	173.60	223.70	763.60	261.60	288.80	581.70	203.60	729.50	244.10	304.30	184.80	136.80
10	134.30	335.00	462.30	197.80	214.90	413.70	229.90	540.20	232.80	253.30	238.60	142.90
11	121.10	755.60	282.30	217.40	311.80	323.70	915.30	333.60	250.20	231.10	267.40	149.10
12	113.10	596.20	244.20	775.30	284.00	259.70	670.90	286.90	218.10	366.90	170.60	149.10
13	111.80	237.50	258.70	372.80	229.20	225.40	807.40	279.60	195.90	281.40	271.30	153.80
14	128.10	253.80	222.70	231.40	274.90	205.60	951.90	243.60	193.80	219.00	397.80	163.70
15	204.60	192.90	195.00	191.60	273.90	237.50	556.40	248.70	300.50	202.20	227.40	163.70
16	168.80	159.60	172.30	175.80	221.20	287.20	512.10	340.10	227.10	213.70	301.00	163.70
17	133.20	215.60	157.10	191.50	227.10	419.40	417.40	799.60	188.10	212.50	397.60	155.60
18	120.40	277.50	150.70	209.50	220.70	589.60	309.90	539.60	191.30	180.30	356.40	144.80
19	119.90	494.90	144.40	189.40	391.70	684.00	289.10	422.90	219.10	166.70	200.40	119.10
20	114.40	215.50	147.50	257.20	375.40	477.00	442.20	347.60	239.00	152.30	176.70	113.10
21	119.20	185.90	152.30	233.50	227.50	494.90	420.40	564.00	272.20	142.90	159.60	154.70
22	122.50	162.10	154.00	230.20	187.10	707.50	288.10	471.50	370.90	160.70	163.70	150.70
23	229.30	151.50	137.60	219.70	425.90	474.20	239.00	320.30	227.50	166.80	197.60	136.10
24	190.30	140.60	131.70	317.70	836.40	394.50	217.10	287.60	194.10	154.60	146.10	122.50
25	132.40	139.10	121.80	327.80	474.50	509.70	385.70	264.60	173.20	164.60	132.40	132.40
26	119.80	132.40	124.60	246.50	593.80	759.80	235.70	279.60	170.90	154.00	123.20	166.50
27	119.20	123.90	265.60	216.70	432.50	641.40	271.90	254.60	202.20	217.10	116.40	126.70
28	283.30	129.50	216.60	177.00	504.20	381.40	420.90	306.20	273.90	163.50	149.90	132.40
29	249.60		231.50	154.40	456.50	413.10	947.90	480.40	194.40	146.20	132.40	229.30
30	188.40		193.30	142.40	499.40	512.00	667.10	320.60	461.70	140.80	111.20	183.40
31	158.70		287.20		512.80		397.50	250.00		129.50		155.20
QMED	154.54	214.42	317.43	237.65	317.22	492.53	443.44	426.20	284.97	244.66	189.53	143.52
QMAX	293.30	755.60	980.00	775.30	836.40	1096.20	951.90	814.00	590.50	777.00	397.80	229.30
QMIN	119.20	106.50	121.80	142.40	127.00	205.60	217.10	243.60	170.90	129.50	104.80	109.20

243.19 COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1986

ILECEL DEIC DIV.HIDROLOGIA
FANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

Cuadro C/2

	JAN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	149.1	142.9	172.36	254.5	363.91	248.4	340.4	303.39	237.70	266.80	229.50	124.60
2	150.70	145.9	182.9	214.7	429.20	710.6	589.9	298.40	200.2	233.60	208.60	119.10
3	162.3	143.8	179.8	184.8	437.9	232.10	507.70	301.7	614.3	242.00	232.4	115.70
4	207.50	118.4	442.40	205.7	335.40	202.80	406.50	286.00	336.50	267.20	237.50	129.80
5	147.50	132.4	257.20	230.20	364.8	179.30	206.90	489.40	276.00	225.00	500.80	447.00
6	147.50	147.50	176.80	252.30	344.90	187.60	573.10	395.10	309.60	208.80	278.30	337.50
7	155.50	163.7	312.70	353.4	312.7	205.10	1170.80	435.80	495.20	239.40	401.80	247.90
8	147.50	115.70	202.90	405.30	251.90	346.50	601.50	331.90	538.20	206.50	388.60	245.00
9	141.30	115.70	172.30	307.40	282.30	231.90	486.70	265.20	377.60	202.70	287.20	346.90
10	135.30	114.40	179.60	1032.50	312.00	222.00	456.10	230.10	525.70	198.80	226.80	532.90
11	129.50	104.4	170.80	400.70	282.20	209.9	608.50	214.50	393.10	187.60	263.40	442.90
12	123.90	108.00	225.80	402.30	272.70	253.90	469.40	479.20	287.80	198.50	432.00	274.50
13	161.80	109.20	479.60	413.20	254.10	381.20	554.90	672.30	233.70	198.90	287.90	206.10
14	115.10	107.40	235.40	373.50	232.20	295.60	851.10	435.70	338.50	203.20	213.90	180.30
15	107.90	139.90	199.70	410.90	206.60	498.20	747.00	352.60	280.50	219.40	191.30	164.60
16	104.20	275.10	124.00	365.40	192.20	1141.20	484.70	314.50	219.20	180.70	185.70	194.20
17	103.00	163.70	187.00	532.40	174.90	726.40	833.30	516.50	230.00	159.20	263.80	206.80
18	101.70	192.1	172.30	358.20	179.30	515.80	494.30	357.70	268.90	180.80	301.20	239.50
19	103.60	174.9	320.60	360.90	106.60	787.50	398.90	284.00	291.60	183.00	216.30	168.60
20	101.70	142.90	676.40	312.60	644.20	723.90	326.20	236.30	580.50	254.30	185.10	218.60
21	98.10	115.70	372.20	251.90	299.90	716.00	278.00	222.00	508.50	230.40	167.10	956.80
22	99.30	111.80	269.50	189.70	325.20	407.10	1154.50	277.30	320.60	444.00	170.60	804.50
23	141.30	125.30	254.10	240.80	459.10	482.80	2090.50	200.80	264.90	504.40	307.10	1002.50
24	188.50	132.40	256.40	252.60	410.60	451.30	631.90	183.80	227.00	349.10	243.20	530.00
25	188.60	138.40	261.10	206.90	286.20	575.90	433.70	174.10	212.00	264.30	209.70	353.30
26	238.10	151.60	282.80	389.60	367.70	539.90	394.80	260.00	198.80	231.20	180.40	336.90
27	397.60	148.50	225.80	259.60	633.30	492.80	331.90	231.50	191.20	312.60	153.90	246.60
28	506.30	114.40	205.60	511.40	279.60	566.10	364.80	216.10	248.90	250.90	140.60	214.10
29	361.90		205.60	445.50	398.10	474.90	300.60	263.50	491.00	253.20	132.40	232.30
30	220.30		207.50	600.50	352.20	312.80	343.20	340.50	320.00	277.80	126.70	204.00
31	157.20		339.60		292.60		315.80	280.40		271.30		194.00
OMED	170.70	139.10	262.31	374.95	328.51	429.98	578.41	315.16	333.61	246.97	248.46	326.37
OMAX	506.30	275.10	676.40	1032.50	644.20	1141.20	2094.50	672.30	614.30	504.40	500.80	1002.50
OMIA	98.10	107.40	170.60	184.80	174.90	179.30	278.20	174.60	191.20	159.20	126.70	115.70

240119 COCA EN SAN RAFAEL
CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN MTS.
AÑO 1987

IAFCEL DEIC DIV. HIDROLOGIA
BANCO DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	182.10	218.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	172.30	257.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	175.80	1218.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	173.20	687.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	154.70	545.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	150.70	358.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	173.60	251.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	275.90	211.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	217.90	224.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	359.20	338.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	293.60	625.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	223.00	326.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	177.50	320.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	157.60	918.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	259.80	574.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	325.10	325.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	488.70	290.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	382.50	249.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	424.00	548.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	459.60	1540.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	275.20	671.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	215.60	508.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	166.70	423.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	175.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	171.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	177.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	158.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	211.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	166.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	165.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	178.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
QMED	238.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
QMAY	488.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
QMIN	150.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

APENDICE D

GENERACION ESTOCASTICA DE CAUDALES MENSUALES EN SALADO

GENERATION OF MONTHLY SEQUENCES OF FLOWS - PART 1-ANALYSIS OF DATA

STATION: EL SALADO - NAME OF RIVER: Rio COCA

THE HISTORIC DATA

MONTHLY DISCHARGE (m³/s)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1973	314	312	271	240	338	367	426	352	303	168	182	149
1974	161	251	181	239	390	397	571	324	288	286	339	321
1975	392	224	270	300	372	605	498	462	323	306	286	229
1976	305	200	212	334	429	658	636	476	288	199	253	225
1977	124	326	532	395	392	470	472	417	334	281	193	202
1978	195	363	369	413	294	454	438	317	278	303	181	125
1979	77	81	213	341	291	356	377	300	261	190	172	211
1980	208	116	329	314	349	514	346	265	214	264	192	117
1981	99	196	186	249	227	307	529	311	227	179	186	170
1982	189	144	228	304	342	291	415	376	264	192	219	131
1983	226	203	231	312	432	248	311	336	332	283	216	206
1984	200	268	222	298	227	366	343	262	299	227	198	198
1985	143	201	289	223	298	462	416	400	268	229	178	136
1986	161	131	246	352	309	404	543	296	314	232	233	306
1987	228	496	327	429	385	432	412	396	312	263	225	134
1988	71	186	179	300	303	265	346	207	166	191	265	183
1989	378	312	342	322	520	726	483	337	324	351	277	163

THE SAMPLE STATISTICS

No. of Values	204
Maximum	1887
Minimum	190
Sample Range	1697
Mean	776
Standard Deviation	295
Standard Error of Mean	20.66
Coeff. of Variation	0.38
Coeff. of Skewness	0.82
Coeff. of Kurtosis	4.10

MONTHLY FLOW (m³)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Year
1973	841	755	726	622	995	951	1141	943	785	450	472	399	8990
1974	431	697	485	620	1045	1029	1529	1029	747	766	379	860	10025
1975	1050	542	723	776	995	1568	1093	1237	837	625	741	613	11004
1976	817	484	568	666	1149	1706	1704	1280	747	533	636	603	11110
1977	332	789	1425	1624	1050	1218	1264	1117	666	753	500	541	10878
1978	522	733	768	1071	787	1177	1173	849	721	812	469	335	9637
1979	286	196	571	884	779	923	1010	804	677	509	446	565	7568
1980	557	381	881	614	935	1332	927	710	555	707	498	313	8509
1981	265	474	498	645	698	796	1417	833	588	479	482	533	7620
1982	506	348	611	768	916	754	1112	1007	684	514	568	465	8293
1983	605	491	619	809	1157	643	833	900	661	756	565	552	8792
1984	536	648	595	772	698	949	919	702	775	608	513	530	8155
1985	368	486	774	578	796	1198	1114	1071	695	613	461	364	8542
1986	431	317	659	910	828	1047	1454	793	614	621	604	820	9300
1987	611	1200	676	1112	1031	1120	1104	1061	809	758	583	627	10890
1988	190	450	479	778	812	687	927	554	462	512	687	490	7048
1989	1012	755	916	635	1393	1887	1294	903	640	940	718	490	11962
MAJ	1050	1200	1425	1112	1393	1887	1704	1280	866	940	879	660	11982
MIN	190	196	479	578	698	643	833	554	462	450	446	313	7046
MEAN	547	562	729	818	929	1117	1177	929	734	656	579	536	9314
SDCV	357	241	238	154	201	350	239	194	111	145	121	148	1454
CSKEW	0.42	0.97	1.63	0.33	0.43	0.79	0.68	0.05	-0.32	0.24	1.07	0.67	0.28
KURTOS	0.517	0.331	0.470	0.559	0.204	0.573	0.418	0.467	0.362	0.520	0.401	0.636	

THE CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION

CLASS LIMIT IN CLASS	NUMBER	TOTAL	percent >class limit					
			0	20	40	60	80	100
0	0	294	100.0					
50	0	294	100.0					
100	0	294	100.0					
150	2	294	100.0					
200	1	292	99.0					
250	2	291	98.3					
300	5	189	97.5					
350	5	184	95.1					
400	3	181	93.8					
450	17	168	92.2					
500	13	157	82.8					
550	13	156	76.5					
600	19	143	70.1					
650	7	124	60.8					
700	11	117	57.4					
750	20	106	52.0					
800	18	88	42.2					
850	9	68	33.3					
900	13	59	28.9					
950	3	46	22.5					
1000	11	43	21.1					
1050	4	32	15.7					
1100	8	28	13.7					
1150	5	20	9.8					
1200	2	15	7.4					
1250	3	13	6.4					
1300	1	10	4.9					
1350	1	9	4.4					
1400	2	8	3.9					
1450	6	8	2.9					

THE AUTOCORRELATION FUNCTION FOR LAGS 1 TO 15

LAG	RLAG	-1.0 -0.5 0.0 +0.5 +1.0				
1	0.631					
2	0.347					
3	0.084					
4	-0.137					
5	-0.283					
6	-0.384					
7	-0.341					
8	-0.150					
9	0.045					
10	0.250					
11	0.407					
12	0.523					
13	0.466					
14	0.186					
15	-0.070					

THE PARAMETERS OF A THOMAS FIERING MODEL
LOGARITHMIC TRANSFORMATION

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
MEAN	6.193	6.244	6.549	6.670	6.812	6.974	7.052	6.813	6.587	6.464	6.342	6.250
SDEV	0.503	0.442	0.291	0.189	0.217	0.305	0.198	0.217	0.164	0.222	0.197	0.276
LAG1	0.499	0.429	0.422	0.524	0.235	0.468	0.447	0.499	0.632	0.492	0.369	0.616
BETA	0.910	0.377	0.278	0.341	0.272	0.653	0.290	0.546	0.480	0.666	0.344	0.861

SAMPLE SYNTHETIC SEQUENCE GENERATED BY A THOMAS FIERING MODEL
LOGARITHMIC TRANSFORMATION

MONTHLY FLOW (1943)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Year
1973	841	513	751	957	876	1077	910	890	563	703	535	610	9219
1974	664	1026	989	1079	916	1112	1139	876	674	607	411	490	9943
1975	823	457	340	619	950	961	1261	873	682	450	373	415	8224
1976	667	1601	636	768	966	694	999	1193	771	849	575	735	10646
1977	972	628	1041	870	922	873	858	589	672	705	690	360	9292
1978	192	206	617	560	833	914	1156	1134	736	612	505	347	6016
1979	230	373	743	948	706	1351	1100	649	649	443	435	313	7963
1980	211	711	1216	901	990	958	1194	1307	629	503	565	402	10127
1981	519	342	789	977	920	1370	1237	1020	809	718	448	478	9639
1982	474	353	921	736	713	1130	1343	1303	645	616	431	299	6669
1983	181	232	767	746	931	654	1224	656	598	403	446	491	7361
1984	269	740	1018	647	942	1019	711	1339	833	389	497	702	9336
1985	326	377	702	653	1011	736	1199	672	495	464	479	593	7808
1986	743	666	934	923	1069	1796	1632	1366	750	317	496	705	11817
1987	541	762	839	815	898	1369	1611	1114	755	364	531	396	10156
1988	326	342	609	747	957	1179	1044	1324	768	770	771	525	9364
1989	321	619	451	635	496	977	1061	602	572	614	360	233	7171
MAX	872	1601	1216	1096	1069	1796	1632	1366	855	848	771	735	11817
MIN	181	206	340	560	496	654	711	589	495	433	373	233	7131
MEAN	488	573	792	824	889	1067	1171	1012	676	626	505	477	9146
SDEV	244	351	215	142	137	270	264	257	101	137	193	151	1227
SKENW	0.28	1.54	-0.25	-0.13	-1.70	0.85	0.37	-0.14	-0.26	0.95	1.24	0.31	0.27
LAG1	0.593	0.452	0.363	0.375	0.312	0.091	0.602	0.299	0.739	0.465	0.562	0.251	

THE SAMPLE STATISTICS

No. of Values	294
Maximum	1632
Minimum	181
Sample Range	1651
Mean	762
Standard Deviation	398
Standard Error of Mean	21.38
Coeff. of Variation	0.40
Coeff. of Skewness	0.59
Coeff. of Kurtosis	3.61

SYNTHETIC SEQUENCE NO. 1 GENERATED BY A THOMAS FIERING MODEL
LOGARITHMIC TRANSFORMATION (M=3)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Year
1	558	604	932	833	941	787	1159	637	725	582	657	644	9029
2	1105	754	1131	894	961	1095	1122	924	669	448	606	728	10330
3	473	179	506	787	826	1170	1076	831	566	396	541	641	8031
4	1805	686	634	817	632	517	1489	943	654	658	761	759	10367
5	517	778	757	624	776	1117	781	672	791	775	415	186	8881
6	153	405	387	664	797	1052	1416	392	633	569	425	332	7926
7	313	547	899	700	1197	1072	863	636	573	496	401	317	8216
8	631	1143	779	667	641	1161	1612	1029	841	648	463	582	10447
9	297	669	940	563	1120	1218	1291	1047	797	510	582	540	9812
10	345	800	585	642	1012	1405	1507	732	668	459	391	243	8636
11	164	573	686	895	603	1108	1071	585	532	466	578	414	7629
12	737	912	723	627	866	566	1718	1096	706	560	770	476	9899
13	273	540	772	894	660	1081	855	544	542	476	656	681	8001
14	722	521	846	944	1315	2181	1644	867	697	534	761	687	11653
15	624	705	793	796	1107	1869	1373	918	659	587	461	480	10355
16	292	489	627	819	961	909	1655	722	805	890	516	416	9222
17	546	257	699	476	921	1033	1062	668	675	405	532	510	7363
18	510	659	699	992	969	938	751	650	449	519	343	401	8137
19	617	365	662	695	1356	1165	970	692	780	636	713	507	9157
20	602	1143	1528	1036	715	1160	949	1323	576	668	619	465	11123
21	554	420	996	859	930	511	1309	1043	717	662	403	655	9256
22	159	282	432	443	645	1616	1153	739	753	763	755	1162	9152
23	1345	471	656	963	771	1065	1195	1089	895	697	430	307	4937
24	629	604	739	663	972	706	967	697	603	587	716	767	8947
25	1358	655	1104	744	923	1299	935	662	541	545	583	556	10101
26	356	390	478	706	968	1972	2138	1769	647	696	556	375	11271
27	391	443	969	665	633	477	973	1961	631	593	626	602	8463
28	366	437	753	876	700	932	1050	913	891	916	626	546	9026
29	617	845	1492	1025	917	726	1064	679	477	445	644	456	9359
30	360	347	802	778	811	813	1068	776	677	653	716	559	6354
31	897	980	566	616	716	771	757	704	729	463	436	482	8016
32	356	354	426	918	769	925	1266	1061	861	1061	774	419	9162
33	473	739	618	679	916	680	1648	1173	749	695	677	512	9819
34	1006	791	961	847	636	673	1192	1016	896	737	636	813	10730
35	926	494	581	724	1140	2067	1011	836	629	758	441	429	10257
36	299	362	515	1013	996	1136	1059	861	792	747	547	676	9523
37	1117	822	604	935	860	1297	906	649	629	490	526	349	9363
38	260	400	529	594	663	631	951	641	719	737	561	546	7632
39	516	893	799	865	1138	1788	1176	681	619	464	586	507	10042
40	397	553	603	856	1022	1101	1104	909	492	454	433	520	8576
41	975	693	1076	939	1077	1499	1241	601	771	638	467	442	10670
42	467	441	736	828	701	694	694	766	680	620	639	737	8136
43	455	281	619	587	625	823	936	703	707	694	737	668	7746
44	572	524	946	699	779	696	1130	892	789	583	752	569	6372
45	1206	520	797	677	854	1346	1604	966	796	619	588	555	10663
46	393	374	801	626	947	1194	1149	877	825	739	634	631	9411
47	920	447	673	820	964	1795	1383	677	767	726	652	676	10923
48	857	861	670	810	904	1115	1533	1173	863	740	677	643	10917
49	564	577	835	797	771	1094	1303	1004	749	597	420	627	9366
50	300	301	463	606	676	717	1156	777	645	871	574	760	8267

MAX	1805	1143	1529	1485	1354	2181	1135	1747	676	1041	853	1143	11957
MIN	153	179	387	443	503	497	594	544	477	376	332	286	7383
MEAN	622	594	760	796	694	1112	1193	882	724	629	587	565	9348
SDEV	354	235	229	137	179	399	303	212	119	144	135	162	1116
CSAEW	1.19	0.45	1.11	-0.41	0.53	0.99	0.86	1.63	-0.39	0.65	-0.04	0.97	0.20
RLAG1	0.566	0.405	0.485	0.612	0.148	0.550	0.346	0.612	0.561	0.687	0.300	0.592	

THE SAMPLE STATISTICS

No. of Values	600
Maximum	2181
Minimum	153
Sample Range	2028
Mean	779
Standard Deviation	396
Standard Error of Mean	12.50
Coeff. of Variation	0.39
Coeff. of Skewness	1.20
Coeff. of Kurtosis	5.70

SYNTHETIC SEQUENCE NO. 2 GENERATED BY A THOMAS FIERING MODEL
LOGARITHMIC TRANSFORMATION (No3)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Year
1	260	445	501	757	741	795	799	721	593	355	717	717	7420
2	468	469	465	844	842	1414	519	974	629	637	496	386	8475
3	239	365	754	814	582	1089	932	781	732	750	554	617	9579
4	589	359	478	675	646	724	1405	856	647	719	563	388	6229
5	333	825	726	921	752	1019	1506	838	770	512	599	691	9344
6	483	604	661	712	902	1380	1135	763	644	603	491	281	6319
7	241	447	758	567	893	832	969	735	712	574	435	370	7553
8	366	255	764	685	841	1126	1166	758	762	775	659	592	9171
9	877	645	715	933	767	1140	1312	623	780	607	566	329	9493
10	204	367	934	767	1041	1406	1211	846	656	709	567	489	9217
11	399	424	504	769	878	689	1033	996	838	505	545	566	8386
12	491	400	587	617	835	1081	1345	706	666	419	477	309	7933
13	444	705	936	985	814	922	1089	947	702	733	376	350	9658
14	412	336	798	790	746	1043	1062	915	593	444	419	501	8060
15	1123	373	901	1042	1289	1220	1523	931	751	461	667	750	11052
16	404	507	699	692	741	1402	1444	1041	799	626	484	469	9302
17	561	336	716	906	1421	1110	1246	972	636	431	468	500	9099
18	531	391	507	705	727	729	1173	841	726	674	551	470	8144
19	647	557	581	675	793	929	917	660	633	623	431	409	7651
20	277	209	574	673	1070	1032	637	645	707	536	520	451	7554
21	457	471	714	658	1045	1003	1372	914	816	466	614	530	9954
22	906	487	481	653	637	1421	910	717	792	748	653	847	9242
23	1549	981	760	740	988	1706	1617	1336	913	1101	784	777	13278
24	693	976	893	1194	890	1039	1089	685	671	406	462	412	9055
25	380	455	621	773	1044	1692	1320	1368	722	657	539	442	10509
26	419	521	700	733	1661	1983	1514	1166	651	467	492	414	10542
27	404	457	771	742	822	1022	774	749	656	751	785	560	8474
28	721	951	507	570	1002	1435	1448	1053	633	550	626	795	10590
29	521	475	545	676	1229	1592	1278	1349	982	672	796	560	10694
30	462	589	1002	1239	877	1160	1326	1094	749	693	425	410	9944
31	319	497	599	710	1256	1677	1206	938	706	463	469	459	9306
32	485	693	438	646	922	1075	1299	886	635	677	519	555	8742
33	797	512	726	876	767	682	1135	1158	933	991	614	622	9310
34	1027	804	630	638	724	629	806	672	740	829	730	640	9329
35	677	568	736	618	984	1271	1260	762	728	594	418	442	9264
36	491	324	705	776	759	1913	1349	1097	615	565	480	408	9520
37	500	904	426	628	791	1176	656	654	570	433	612	443	8256
38	533	284	454	655	971	1297	799	635	764	599	517	534	8242
39	465	258	599	632	743	1315	1200	891	652	742	750	622	8910
40	362	411	946	1042	954	1132	1479	916	774	729	478	492	9309
41	399	198	610	615	837	1294	1300	1007	748	561	493	431	8656
42	431	451	1047	1067	745	775	1159	1162	635	526	591	388	8731
43	312	531	537	926	594	1337	967	786	759	486	477	451	8166
44	306	166	584	736	794	1031	1264	1527	1056	1117	669	540	8953
45	477	650	724	646	760	724	1032	911	639	499	451	275	7601
46	146	212	502	722	605	660	1182	1343	831	671	664	1107	9184
47	494	810	689	725	917	1298	1607	854	807	862	547	449	10049
48	721	624	529	614	1615	660	1604	1032	781	956	449	278	9190
49	367	458	477	630	739	1104	1169	930	669	605	610	627	8246
50	729	675	717	870	859	614	1212	1310	790	732	598	439	9664

MAX	1540	981	1047	1239	1601	1963	1617	1527	1055	1131	810	1107	13272
MIN	204	186	426	569	594	629	774	645	590	355	376	275	7420
MEAN	508	510	681	765	897	1155	1168	942	737	642	559	516	9121
SDDEV	255	204	163	148	196	309	226	209	100	175	117	166	1053
CSKEW	1.95	0.67	0.42	1.14	1.56	0.66	-0.07	0.93	0.97	0.91	0.61	1.23	1.67
ALAG1	0.513	0.499	0.117	0.372	0.021	0.435	0.367	0.463	0.612	0.533	0.344	0.686	

THE SAMPLE STATISTICS

No. of Values	600
Maximum	1540
Minimum	186
Sample Range	1777
Mean	508
Standard Deviation	255
Standard Error of Mean	12.34
Coeff. of Variation	0.40
Coeff. of Skewness	0.83
Coeff. of Kurtosis	3.74

SYNTHETIC SEQUENCE NO. 3 GENERATED BY A THOMAS FIERING MODEL
LOGARITHMIC TRANSFORMATION (R=3)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Year
1	436	661	1104	889	1051	1196	897	764	678	734	512	442	9365
2	139	585	690	739	851	733	954	669	624	482	440	565	7663
3	696	373	664	616	735	1068	1037	980	711	739	588	707	9217
4	964	706	447	630	713	609	1560	1926	861	632	482	287	9198
5	238	471	471	503	915	785	1160	814	836	821	695	500	8209
6	416	457	939	1090	951	1001	848	713	750	423	611	621	9222
7	547	506	1034	1163	672	1390	1637	866	565	446	363	346	9539
8	360	412	726	762	1134	2416	1645	1910	932	769	656	716	12644
9	434	519	709	675	937	1152	1199	1139	650	739	574	397	9565
10	260	275	673	976	787	1315	1244	863	825	679	662	504	9044
11	391	462	525	742	1244	1217	925	722	719	641	761	922	9312
12	1627	677	398	599	968	1131	873	643	724	647	552	563	9402
13	422	624	638	679	819	759	1118	664	656	480	561	466	6106
14	401	334	714	1082	955	1819	1436	1051	729	559	515	361	10076
15	162	528	532	633	1489	1699	1265	658	535	621	635	455	9412
16	481	179	161	667	999	1193	1178	1000	773	314	741	562	9509
17	549	416	603	730	1116	1578	1155	635	595	738	774	699	9791
18	429	439	694	943	1093	1522	1406	1245	711	495	456	699	10189
19	346	196	344	613	645	1008	1073	766	653	609	495	306	7250
20	244	416	721	709	574	798	1013	607	721	1110	980	603	9047
21	331	422	702	790	792	593	686	1062	671	1266	742	406	6356
22	367	623	585	851	763	1167	1026	1158	663	700	563	455	9139
23	360	559	661	596	829	681	723	608	647	660	346	444	7701
24	754	1327	1169	985	905	800	1046	998	938	1064	537	346	10678
25	261	667	829	934	1251	1229	960	908	768	754	757	587	9926
26	514	497	725	890	916	764	1092	725	695	676	446	960	8433
27	261	345	649	783	1472	1396	1625	1394	638	676	716	859	11116
28	491	446	659	671	603	1088	947	769	574	563	354	377	8242
29	394	676	1137	904	1014	1386	1369	1369	824	624	570	496	10749
30	696	613	605	758	791	905	1041	669	733	596	644	576	8656
31	169	573	669	1100	963	1064	1032	1054	871	563	515	481	9614
32	475	552	739	440	706	964	664	963	684	463	336	425	7324
33	250	324	644	623	969	1579	1371	1099	666	547	674	747	9729
34	500	771	1310	756	651	1145	1194	1126	711	625	364	353	9563
35	1056	1245	605	1005	674	702	870	606	475	451	652	728	9313
36	346	402	542	709	843	1269	1366	1685	704	457	426	567	8766
37	420	491	764	665	842	688	1277	646	547	487	471	437	8077
38	733	585	572	804	934	1023	1159	899	776	562	478	441	8996
39	263	754	981	1007	897	833	1375	966	751	664	600	424	9449
40	332	461	759	1145	843	782	1159	680	766	705	425	286	6654
41	364	258	699	971	826	1065	1203	1141	340	790	698	537	9412
42	154	143	672	1052	1069	1166	1193	1243	880	654	543	348	9070
43	329	429	521	642	950	1519	1067	1132	836	825	498	546	9343
44	649	693	816	751	1129	1840	1239	875	753	596	530	596	10470
45	793	420	894	859	823	1124	1374	1540	975	927	537	559	10785
46	333	222	390	713	1068	937	911	755	755	729	618	477	7896
47	633	597	757	746	662	1174	1172	1072	652	666	619	448	9726
48	266	839	1000	1048	1171	1313	1260	830	691	823	627	456	10543
49	291	204	534	694	911	623	1157	929	655	577	466	327	7322
50	326	346	767	825	1115	1452	1103	601	590	666	876	580	9616

MAX	1627	1327	1310	1299	1499	2416	1249	1910	975	1110	888	922	12644
MIN	154	143	339	460	574	593	723	558	473	423	354	286	7350
MEAN	475	522	717	823	932	1145	1159	960	741	676	591	520	9261
SEDEV	263	224	215	181	192	367	329	243	116	161	136	154	1049
CSKEW	2.21	1.40	0.62	0.33	0.86	1.23	0.72	1.53	-0.10	0.94	0.49	0.72	0.42
RLAG1	0.484	0.442	0.392	0.347	0.358	0.523	0.589	0.646	0.527	0.592	0.392	0.621	

THE SAMPLE STATISTICS

No. of Values	500
Maximum	2416
Minimum	143
Sample Range	2273
Mean	772
Standard Deviation	312
Standard Error of Mean	12.72
Coeff. of Variation	0.40
Coeff. of Skewness	0.39
Coeff. of Kurtosis	4.24

APENDICE E

CURVAS DE DURACION GENERAL DE CAUDALES MEDIOS DIARIOS

CURVA DE DURACION CON CAUDALES MEDIOS DIARIOS - VALORES PRINCIPALES

ESTACION : 247619 COCA EN SAN RAFAEL
PERIODO ENTRE ENF 1972 Y DIC 1987

	CAUDAL	Q/Q.MED			CAUDAL	Q/Q.MED
0.00 %	2481.00	7.9880	(MAXIMO)	0.00 %	254.00	0.8161
1.00 %	1989.25	3.4342		51.00 %	251.00	0.8064
2.00 %	905.27	2.0110		52.00 %	248.11	0.7969
3.00 %	803.95	2.0821		53.00 %	245.13	0.7873
4.00 %	730.60	2.3531		54.00 %	242.26	0.7781
5.00 %	684.29	2.2116		55.00 %	239.50	0.7692
6.00 %	646.39	2.0741		56.00 %	236.81	0.7606
7.00 %	619.52	1.9864		57.00 %	234.12	0.7519
8.00 %	597.11	1.9170		58.00 %	231.46	0.7434
9.00 %	578.46	1.8483		59.00 %	228.54	0.7348
10.00 %	555.25	1.7873		60.00 %	225.66	0.7248
11.00 %	535.03	1.7194		61.00 %	223.16	0.7164
12.00 %	517.47	1.6621		62.00 %	220.56	0.7082
13.00 %	501.23	1.6098		63.00 %	217.95	0.7000
14.00 %	484.99	1.5577		64.00 %	214.85	0.6901
15.00 %	470.14	1.5101		65.00 %	211.86	0.6804
16.00 %	454.14	1.4715		66.00 %	209.52	0.6713
17.00 %	446.14	1.4329		67.00 %	206.59	0.6635
18.00 %	434.15	1.3944		68.00 %	203.91	0.6549
19.00 %	422.15	1.3558		69.00 %	200.95	0.6454
20.00 %	413.31	1.3274		70.00 %	198.50	0.6375
21.00 %	405.20	1.3014		71.00 %	195.69	0.6285
22.00 %	397.10	1.2754		72.00 %	192.23	0.6174
23.00 %	389.01	1.2494		73.00 %	189.69	0.6093
24.00 %	381.91	1.2234		74.00 %	186.72	0.5997
25.00 %	372.81	1.1974		75.00 %	183.34	0.5888
26.00 %	364.90	1.1723		76.00 %	180.25	0.5789
27.00 %	356.40	1.1544		77.00 %	177.27	0.5693
28.00 %	352.96	1.1368		78.00 %	174.73	0.5612
29.00 %	348.44	1.1191		79.00 %	171.29	0.5501
30.00 %	342.92	1.1014		80.00 %	167.98	0.5395
31.00 %	337.41	1.0837		81.00 %	164.94	0.5298
32.00 %	331.89	1.0660		82.00 %	161.30	0.5181
33.00 %	326.37	1.0482		83.00 %	157.98	0.5074
34.00 %	320.85	1.0315		84.00 %	154.95	0.4977
35.00 %	315.34	1.0128		85.00 %	151.86	0.4878
36.00 %	309.89	0.9957		86.00 %	148.80	0.4779
37.00 %	305.61	0.9791		87.00 %	145.98	0.4689
38.00 %	302.27	0.9728		88.00 %	141.65	0.4549
39.00 %	297.84	0.9585		89.00 %	137.57	0.4419
40.00 %	293.34	0.9422		90.00 %	133.31	0.4281
41.00 %	289.13	0.9288		91.00 %	129.47	0.4158
42.00 %	285.30	0.9163		92.00 %	125.77	0.4027
43.00 %	281.24	0.9033		93.00 %	120.62	0.3874
44.00 %	278.01	0.8925		94.00 %	117.08	0.3759
45.00 %	274.43	0.8814		95.00 %	112.59	0.3616
46.00 %	271.09	0.8707		96.00 %	107.50	0.3455
47.00 %	265.01	0.8514		97.00 %	99.53	0.3197
48.00 %	265.13	0.8514		98.00 %	87.71	0.2817
49.00 %	261.34	0.8394		99.00 %	56.80	0.1824
50.00 %	257.39	0.8267				

CAUDAL MINIMO :

CAUDAL MEDIO :

56.21 0.1824

311.75 1.2000

Cuadro E/2

CURVA DE DURACION CON CAUDALES MEDIOS DIARIOS - VALORES PRINCIPALES

ESTACION : 241026 GUIJOS A.J. ROMBON
PERIODO ENTRE ENE 1979 Y DIC 1990

	CAUDAL	Q/Q.MED	*		CAUDAL	Q/Q.MED
0.00 %	1144.60	6.1165	(MAXIMO) @			
1.00 %	562.65	3.1135	*	51.00 %	159.71	0.8535
2.00 %	491.79	2.6286	*	52.00 %	157.13	0.8396
3.00 %	449.11	2.4011	*	53.00 %	154.91	0.8278
4.00 %	422.28	2.2566	*	54.00 %	153.05	0.8179
5.00 %	396.78	2.1203	*	55.00 %	150.87	0.8062
6.00 %	376.44	2.0116	*	56.00 %	148.72	0.7947
7.00 %	363.35	1.9417	*	57.00 %	146.70	0.7839
8.00 %	350.27	1.8718	*	58.00 %	144.51	0.7722
9.00 %	337.19	1.8019	*	59.00 %	142.30	0.7604
10.00 %	325.92	1.7417	*	60.00 %	140.40	0.7503
11.00 %	316.41	1.6908	*	61.00 %	138.34	0.7393
12.00 %	306.89	1.6411	*	62.00 %	136.41	0.7289
13.00 %	300.12	1.6039	*	63.00 %	134.26	0.7174
14.00 %	293.37	1.5677	*	64.00 %	131.84	0.7045
15.00 %	286.62	1.5316	*	65.00 %	129.76	0.6934
16.00 %	280.24	1.4975	*	66.00 %	127.98	0.6839
17.00 %	274.33	1.4659	*	67.00 %	126.03	0.6735
18.00 %	268.41	1.4344	*	68.00 %	124.01	0.6627
19.00 %	262.50	1.4029	*	69.00 %	121.97	0.6518
20.00 %	257.33	1.3751	*	70.00 %	119.83	0.6403
21.00 %	253.27	1.3534	*	71.00 %	117.94	0.6303
22.00 %	249.22	1.3318	*	72.00 %	116.10	0.6204
23.00 %	245.16	1.3101	*	73.00 %	114.25	0.6105
24.00 %	241.10	1.2884	*	74.00 %	112.22	0.5997
25.00 %	237.05	1.2667	*	75.00 %	110.13	0.5885
26.00 %	233.32	1.2468	*	76.00 %	107.70	0.5755
27.00 %	229.92	1.2286	*	77.00 %	105.14	0.5619
28.00 %	226.52	1.2105	*	78.00 %	103.27	0.5518
29.00 %	223.13	1.1923	*	79.00 %	100.87	0.5390
30.00 %	219.73	1.1742	*	80.00 %	98.27	0.5251
31.00 %	216.33	1.1561	*	81.00 %	95.91	0.5125
32.00 %	212.93	1.1379	*	82.00 %	93.33	0.4987
33.00 %	209.60	1.1207	*	83.00 %	91.09	0.4868
34.00 %	206.34	1.1026	*	84.00 %	89.00	0.4756
35.00 %	203.08	1.0852	*	85.00 %	87.04	0.4651
36.00 %	199.82	1.0678	*	86.00 %	84.94	0.4539
37.00 %	196.56	1.0504	*	87.00 %	82.68	0.4419
38.00 %	193.30	1.0329	*	88.00 %	80.66	0.4310
39.00 %	190.04	1.0155	*	89.00 %	78.18	0.4178
40.00 %	186.82	0.9987	*	90.00 %	76.13	0.4068
41.00 %	183.97	0.9831	*	91.00 %	73.79	0.3943
42.00 %	181.16	0.9681	*	92.00 %	71.76	0.3835
43.00 %	178.69	0.9549	*	93.00 %	68.47	0.3659
44.00 %	176.29	0.9421	*	94.00 %	63.84	0.3412
45.00 %	173.35	0.9263	*	95.00 %	59.49	0.3178
46.00 %	171.33	0.9156	*	96.00 %	55.57	0.2970
47.00 %	169.37	0.9051	*	97.00 %	51.55	0.2755
48.00 %	167.17	0.8933	*	98.00 %	46.42	0.2480
49.00 %	164.87	0.8810	*	99.00 %	39.98	0.2137
50.00 %	162.24	0.8671	*	100.00 %	31.40	0.1678

CAUDAL MINIMO :

31.40 0.1678

CAUDAL MEDIO : 39.89 %

167.13 1.2100

APENDICE F
PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 1 Y 2 DIAS

PRECIPITACIONES MAXIMAS DIARIAS (mm)

AÑO	PAPALLACTA		OYACACHI		QUIJOS SUP.		PLANADA VIRGEN	
	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA
1964	28							
1965	36,5							
1966	42,1							
1967	39,9							
1968	63							
1969	70							
1970	44							
1971	63,7							
1972	27,3	*						
1973	33,9	*						
1974	57		50,8	* 18-OCT				
1975			48,9	* 26-JUL				
1976			40,7	18-JUL				
1977	72,4	* 11-ABR	43,9	22-DIC				
1978	37,7	* 6-JUN	36,2	* 6-JUN				
1979	49,2	* 25-SEP	18,7	6-ENE				
1980	39,2	16-JUL	28,4	* 15-JUL	23,9	* 5-OCT		
1981	60	* 12-JUL	37,3	12-JUL	45	5-JUL		
1982	83,7	2-JUL	32,9	18-JUL	29,4	* 4-AGO	71,6	* 28-JUL
1983	36,4	* 23-OCT	31,8	24-OCT	40,1	* 17-FEB	49,3	* 17-JUL
1984	65,9	21-SEP	52,4	21-SEP	56,1	* 21-SEP	44,2	* 1-JUN
1985	44	10-JUL	28,4	23-MAY	40,3	* 2-MAR	39,9	* 30-ENE
1986	65	22-JUL	40,4	3-MAR	37,8	* 9-ABR	51,8	* 28-OCT
1987	33,7	13-FEB	39,2	20-FEB	57	* 11-ABR		
1988	33,3	26-MAY	37,3	27-MAY				
1989	47,9	17-MAY	35,3	17-MAY	30,6	* 23-OCT		

* - AÑO INCOMPLETO

PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 2 DIAS (mm)

AÑO	PAPALLACTA		OYACACHI		QUIJOS SUP.		PLANADA DE LA VIRGEN	
	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA
1974			79,5	* 17/18-OCT				
1975			71,5	* 28/29-JUL				
1976			71,2	17/18-JUL				
1977	100,6	* 10/11-ABR	64,2	7/ 8-MAR				
1978	75,1	* 5/ 6-JUN	63,1	* 5/ 6-JUN				
1979	69,9	* 25/26-SEP	20,6	5/ 6-ENE				
1980	70,7	15/16-JUL	40,7	* 21/22-MAY	36,7	* 5/ 6-JUN		
1981	105,6	* 8/ 9-JUL	74	11/12-JUL	66,4	19/20-JUN		
1982	114,8	2/ 3-JUL	46,1	18/19-JUL	43,5	* 28/29-JUL	106,6	* 27/28-JUN
1983	44,2	* 6/ 7-MAY	52,8	23/24-OCT	47,1	* 16/17-FEB	97,7	* 17/18-JUL
1984	72,1	* 21/22-SEP	61,4	21/22-SEP	61,5	* 21/22-SEP	63	* 1/ 2-JUN
1985	71,3	10/11-JUL	40,8	22/23-MAY	72,5	* 2/ 3-MAR	59,2	* 27/28-ABR
1986	77,6	21/22-JUL	54,4	22/23-JUL	50,7	* 21/22-JUL	58,5	* 28/29-OCT
1987	43,8	13/14-FEB	53,9	19/20-FEB	71,5	* 2/ 3-FEB		
1988	59,8	11/12-JUL	55,6	27/28-MAY				
1989	84,8	* 17/18-MAY	62,3	* 17/18-MAY				

* - AÑO INCOMPLETO

PRECIPITACIONES MAXIMAS DIARIAS (mm)

AÑO	SARAURCO SUR		SAN JUAN G.		CUYUJA	
	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA
1977					30,0 *	22-DIC
1978					40,1	23-JUN
1979					42,7	26-ABR
1980	79,5 *	26-JUN			45,0	14-NOV
1981	60,1 *	12-DIC	56,8 *	9-OCT	50,9	3-JUL
1982	56,7 *	8-ABR	65,1 *	26-MAY	43,7	26-JUL
1983	76,2 *	2-SEP	60,7 *	1-MAY	31,7	24-OCT
1984	87,1 *	21-SEP	65,0 *	21-SEP	48,5	21-SEP
1985	57,2	2-MAR	47,0 *	8-JUN	35,0	2-MAR
1986	76,3 *	15-JUN	46,7 *	15-JUL	34,3	9-ABR
1987					47,6	9-JUL
1988	81,7 *	26-MAY	60,5 *	26-NOV	57,9 *	26-MAY
1989	80,0 *	28-FEB	57,8	20-MAY	53,6 *	17-MAY

* - AÑO INCOMPLETO

PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 2 DIAS (mm)

AÑO	SARAURCO PDIA	SUR FECHA	SAN JUAN G. PDIA	FECHA	CUYUJA PDIA	FECHA
1977					40,2 *	22/23-DIC
1978					61,9	5/ 6-JUN
1979					52,9	26/27-NOV
1980	103,7 *	27/28-MAR			47,4	12/13-NOV
1981	85,1 *	12/13-DIC	73,7 *	8/ 9-OCT	75,9	2/ 3-JUL
1982	82,1 *	27/28-JUL	84,4 *	26/27-MAY	71,9	26/27-JUL
1983	91,6 *	2/ 3-SEP	81,9 *	30/ 1-MAY	50,9	23/24-OCT
1984	98,3 *	20/21-SEP	67,7 *	20/21-SEP	54,5	21/22-SEP
1985	107	2/ 3-MAR	62,9 *	7/ 8-JUN	50	5/ 6-JUN
1986	112,6 *	15/16-JUN	73 *	15/16-JUN	45,9	21/22-JUL
1987					64,7	18/19-FEB
1988	130,2 *	26/27-MAY	87,5 *	26/27-MAY	72,5 *	25/26-MAY
1989	98 *	19/20-MAY	91,5 *	19/20-MAY	85,6 *	17/18-MAY

* - AÑO INCOMPLETO

PRECIPITACIONES MAXIMAS DIARIAS (mm)

AÑO	COSANGA SUP.		COSANGA		BORJA SUP.		MURAL MEDIO	
	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA
1977			57,1	* 24-MAY				
1978			96,4	6-NOV				
1979			49,3	* 25-SEP	88,7	* 29-DIC		
1980	67,3	* 6-JUN	47,5	7-ABR	54,6	* 31-MAY	52,4	* 19-ABR
1981	72,9	* 5-JUL	87,2	5-JUL	40,9	* 23-FEB	73,1	* 12-DIC
1982	59,6	* 26-MAY	52,7	28-MAR	55,8	* 26-MAY	71	* 26-MAY
1983	62,7	* 30-JUL	55,9	* 30-ABR	59,7	* 31-JUL	46	* 24-ABR
1984	81,9	* 18-DIC	89,7	* 18-DIC	72,3	* 21-SEP	63,8	* 18-DIC
1985	44,5	* 2-MAR	55,4	17-JUL	49,2	* 28-DIC	56,8	* 9-JUN
1986	92,6	* 22-JUL	131,2	22-JUL	59,2	* 22-NOV	42,8	* 11-AGO
1987	66,1	* 13-FEB	60,1	13-FEB	64,2	* 8-MAY		
1988	69,3	* 4-JUN	75,6	8-JUL	74,5	* 26-MAY		
1989	97,2	* 6-JUL	71,6	5-JUL	49,9	* 15-ABR	77,4	* 9-JUN

* - AÑO INCOMPLETO

PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 2 DIAS (mm)

AÑO	COSANGA SUP.		COSANGA		BORJA SUP.		MURAL. MEDIO	
	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA
1977			105,4	* 23/24-MAY				
1978			114,1	5/ 6-JUN				
1979			81,3	* 26/27-NOV	105,3	* 29/30-DIC		
1980	110,7	* 6/ 7-JUN	64,6	6/ 7-JUN	71,5	* 18/19-ABR	80,5	* 19/20-ABR
1981	92,6	* 12/13-ABR	105	5/ 6-JUL	63,7	* 23/24-FEB	79,2	* 12/13-DIC
1982	81,8	* 26/27-MAY	81,9	26/27-MAY	74,5	* 26/27-MAY	94,9	* 26/27-MAY
1983	79,5	* 30/31-JUL	85,2	* 30/ 1-MAY	66,7	* 30/ 1-MAY	51,5	* 30/31-JUL
1984	85,6	* 17/18-DIC	91,6	* 17/18-DIC	89,4	* 4/ 5-ENE	71,1	* 18/19-NOV
1985	69,2	* 1/ 2-MAR	83,7	16/17-JUL	65,5	* 23/24-ABR	99,8	* 4/ 5-MAR
1986	176,5	* 21/22-JUL	209	21/22-JUL	73,7	* 21/22-NOV	57,8	* 11/12-AGO
1987	104,7	* 13/14-FEB	102,5	13/14-FEB	75,9	* 7/ 8-MAY		
1988	110,8	* 8/ 9-JUN	88,5	7/ 8-JUL	103,8	* 26/27-MAY		
1989	135,6	* 5/ 6-JUL	135,6	* 5/ 6-JUL	80,3	* 5/ 6-JUL	117,1	* 8/ 9-JUN

* - AÑO INCOMPLETO

PRECIPITACIONES MAXIMAS DIARIAS (mm)

AÑO	BAEZA		EL CHACO		RIO SALADO	
	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA
1972			52	*		
1973			41,5	*		
1974	77,2	29-ABR	58,6			
1975	52	13-JUL	59,6			
1976	60,5	12-ABR	51,7			
1977	40,7	6-ABR	68	17-OCT		
1978	51,8	6-JUN	65,4	6-JUN	88,9	* 1-OCT
1979	65,8	25-MAR	57,1	22-ABR	58,1	* 25-SEP
1980	50,6	4-MAY	78,5	13-NOV	56	* 4-ABR
1981	62,4	23-FEB	74	18-ENE	102	18-ENE
1982	43,6	18-ABR	57,7	26-MAY	90,5	26-MAY
1983	47,9	1-MAY	54,3	1-MAY	64,4	1-MAY
1984	61,2	21-SEP	60,9	18-MAY	71,1	21-SEP
1985	56,5	6-JUN	50,7	11-ABR	57,2	* 6-JUN
1986	71,4	9-ABR	50,5	26-MAY	64,4	7-NOV
1987	78,6	* 6-ABR	83,9	15-FEB	63,2	* 1-OCT
1988	68,3	* 2-NOV	56,9	* 29-ENE	49,6	* 8-MAY
1989			58,9	* 9-JUN	90	* 23-SEP

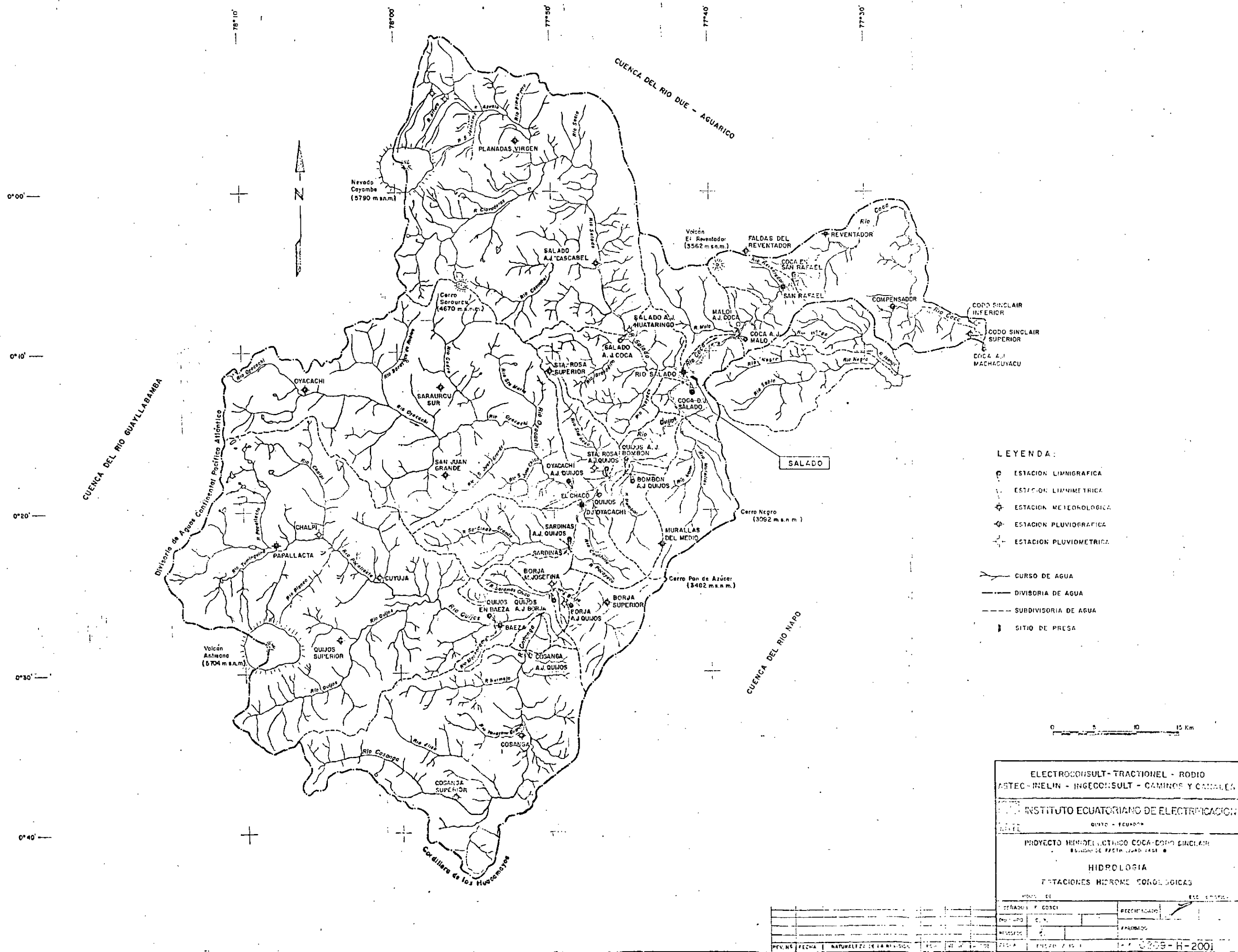
* - AÑO INCOMPLETO

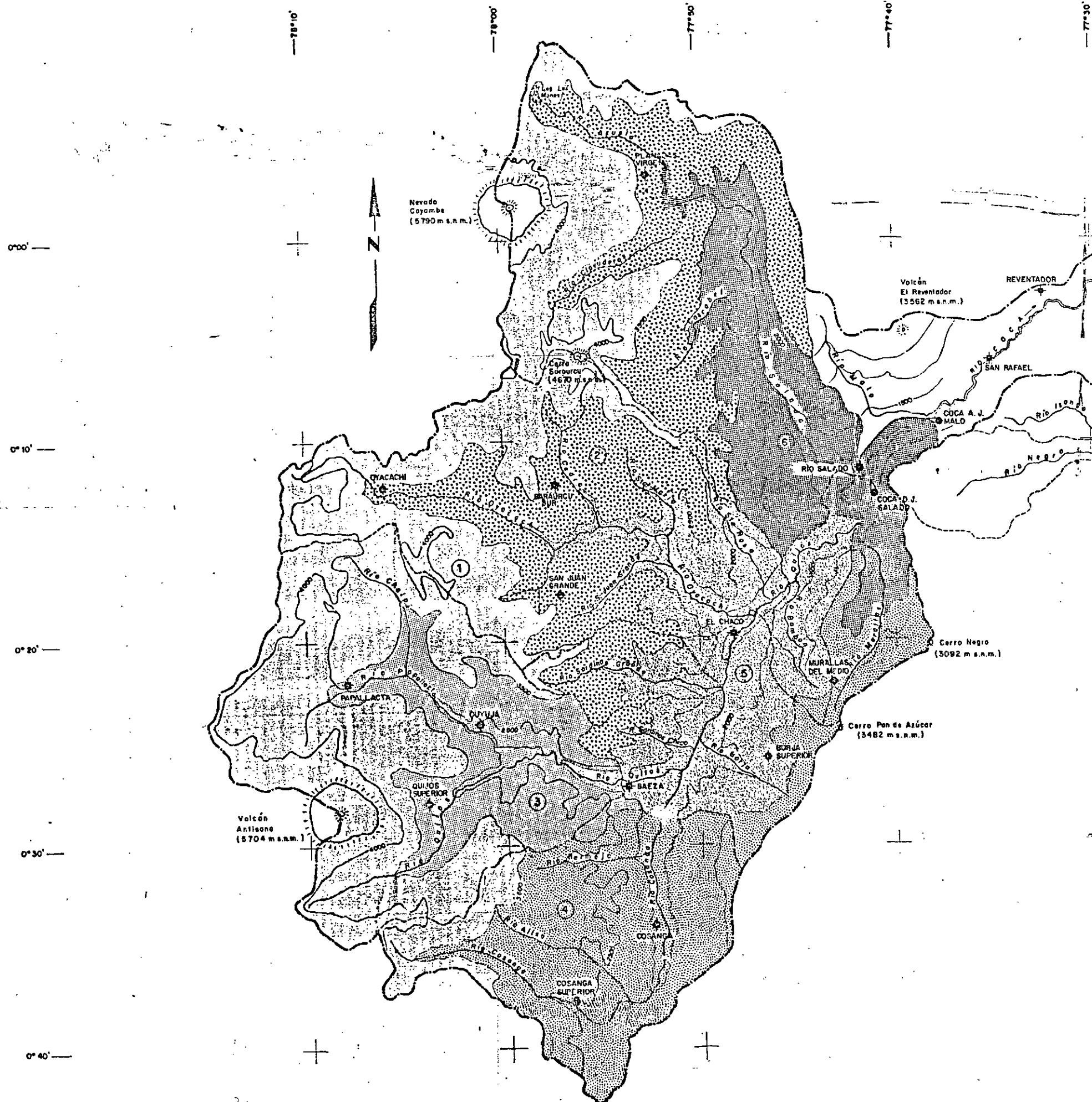
PRECIPITACIONES MAXIMAS DE 2 DIAS (mm)

AÑO	BAEZA		EL CHACO		RIO SALADO	
	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA	PDIA	FECHA
1974	98,8	* 28/29-ABR				
1975	73,5	13/14-AGO				
1976	65,8	31/ 1-JUN				
1977	72,9	2/ 3-NOV	73,4	* 16/17-OCT		
1978	95,3	5/ 6-JUN	94,6	18/19-MAR	138,6	* 1/ 2-OCT
1979	66,7	25/26-MAR	78,2	26/27-NOV	83,8	* 5/ 6-DIC
1980	62,6	4/ 5-MAY	90,2	13/14-NOV	82,5	* 4/ 5-ABR
1981	86,7	2/ 3-JUL	118	2/ 3-JUL	133,3	2/ 3-JUL
1982	68,7	31/ 1-ABR	92	26/27-JUL	104,9	26/27-MAY
1983	69,6	23/24-OCT	90,1	30/ 1-MAY	79,9	1/ 2-MAY
1984	67,8	12/13-ABR	91,6	17/18-MAY	89,4	25/26-ENE
1985	87,7	5/ 6-JUN	80,2	11/12-ABR	76,4	* 7/ 8-AGO
1986	76,9	9/10-ABR	56,9	25/26-MAY	78,6	7/ 8-NOV
1987	90,8	* 6/ 7-ABR	99,6	14/15-FEB	79,9	* 22/23-ABR
1988	74,3	* 1/ 2-NOV	67,9	* 29/30-ENE	66,9	* 8/ 9-MAY
1989			90	* 8/ 9-JUN	131,3	* 4/ 5-FEB

* - AÑO INCOMPLETO

PLANOS





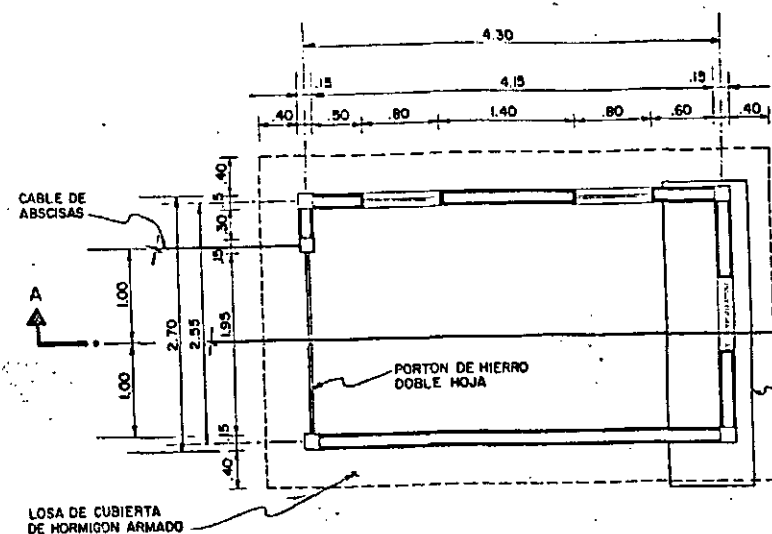
LEYENDA:

- ESTACION LIMNIGRAFICA
- ⊕ ESTACION PLUVIOMETRICA
- ⊙ ESTACION METEOROLOGICA
- ⊛ ESTACION PLUVIOGRAFICA
- CURSO DE AGUA
- DIVISORIA DE AGUA
- SUBDIVISORIA DE AGUA

- ① ZONA 1
- ② ZONA 2
- ③ ZONA 3
- ④ ZONA 4
- ⑤ ZONA 5
- ⑥ ZONA 6

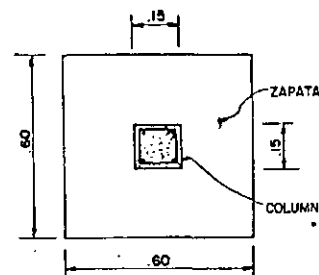
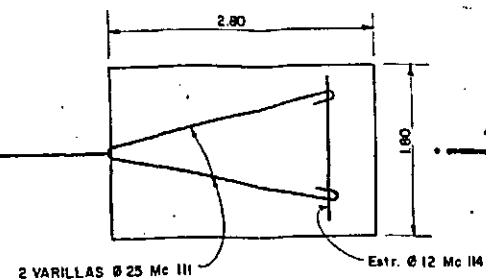


ELECTROCONSULT-TRACTIONEL - RODIO			
ASTEC-INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
HIDROLOGIA			
ZONAS HIDROLOGICAS PARA LA APLICACION DEL METODO AÑO - ESTACION			
HOJA DE		ESC. 0/10000	
ELABORADO	F. COSCI	RECOMENDADO	
REVISADO	C. T.	APROBADO	
REVISADO			
FECHA	ENERO / 1991	PROY.	0209 - H - 2002



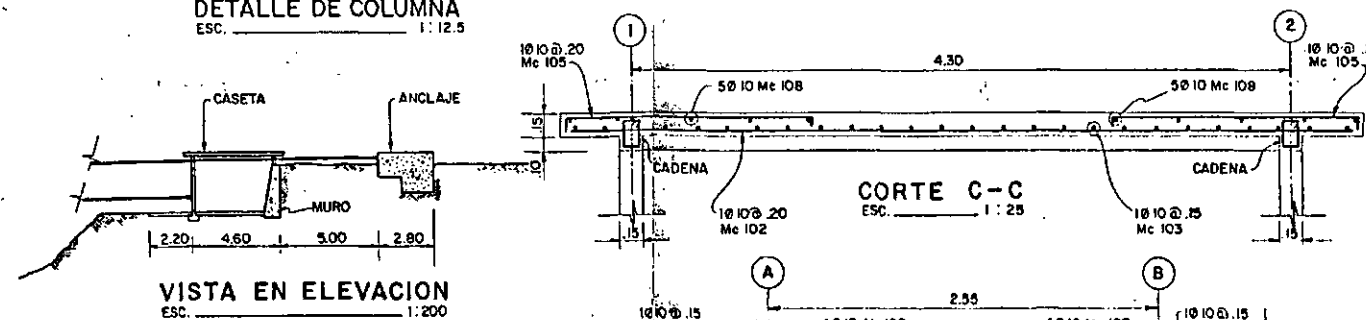
PLANTA

CASETA Y ANCLAJE - ORILLA IZQUIERDA



DETALLE DE COLUMNA

ESC. 1:12.5

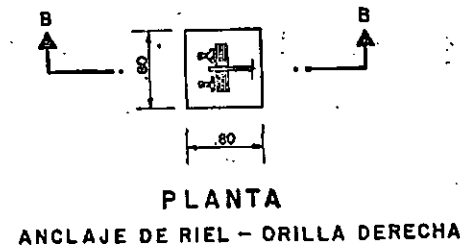
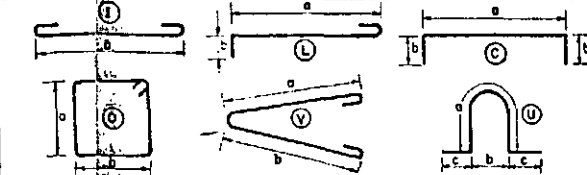


VISTA EN ELEVACION

ESC. 1:200

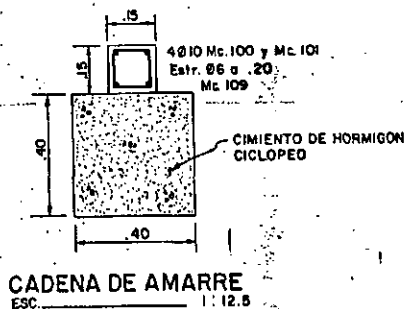
PLANILLA DE HIERRO

Mc	TIPO	Ø mm	Nº	DIMENSIONES			CORTE	TOTAL	PESO Kg
				a	b	c			
100	I	10	16	4.40			0.30	4.70	75.20
101	I	10	16	2.65			0.30	2.95	47.20
102	I	10	18	5.20			0.30	5.50	99.00
103	I	10	35	3.45			0.30	3.75	131.25
104	L	12	20	3.30	0.20		0.15	3.65	73.00
105	L	10	34	1.60	0.13			1.66	63.24
106	L	10	70	1.20	0.13			1.46	102.20
107	E	10	8	3.45	0.13			3.71	29.68
108	E	10	10	5.20	0.13			5.46	54.60
109	O	6	160				0.10	0.60	96.00
110	O	6	70				0.10	0.70	49.00
111	V	25	2	2.70	2.70			6.00	12.00
112	U	18		0.20	0.10	0.10		0.70	1.40
113	U	18		0.60	0.20	0.20		1.80	3.60
114	O	12	1	1.40	1.40		0.20	6.00	6.00



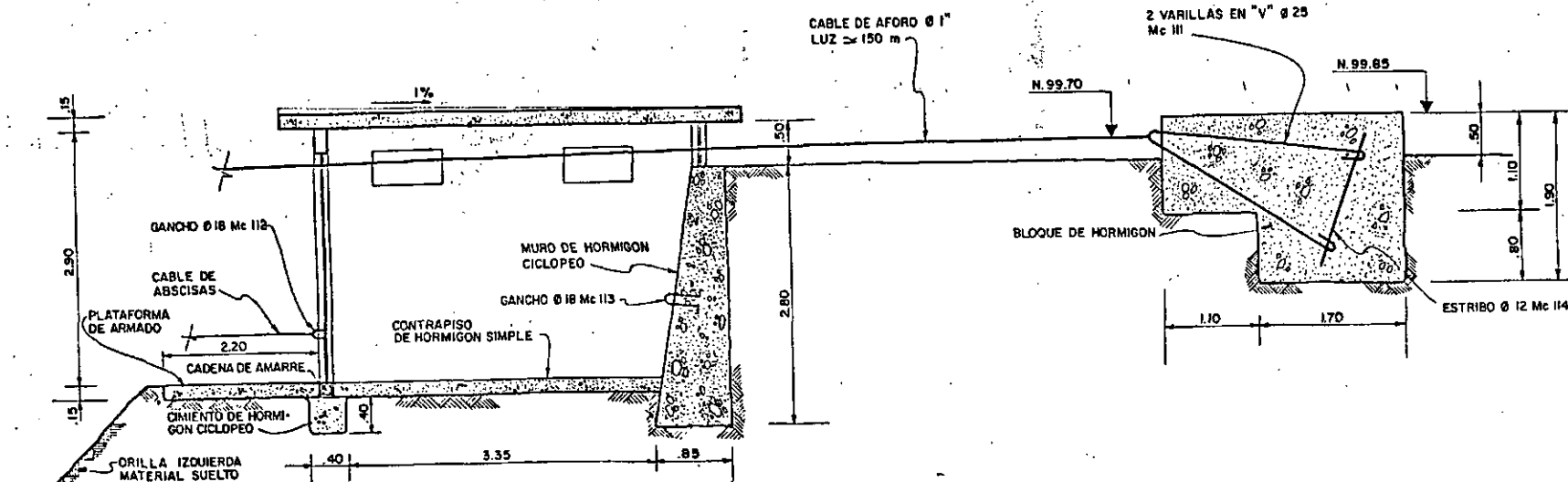
PLANTA

ANCLAJE DE RIEL - ORILLA DERECHA



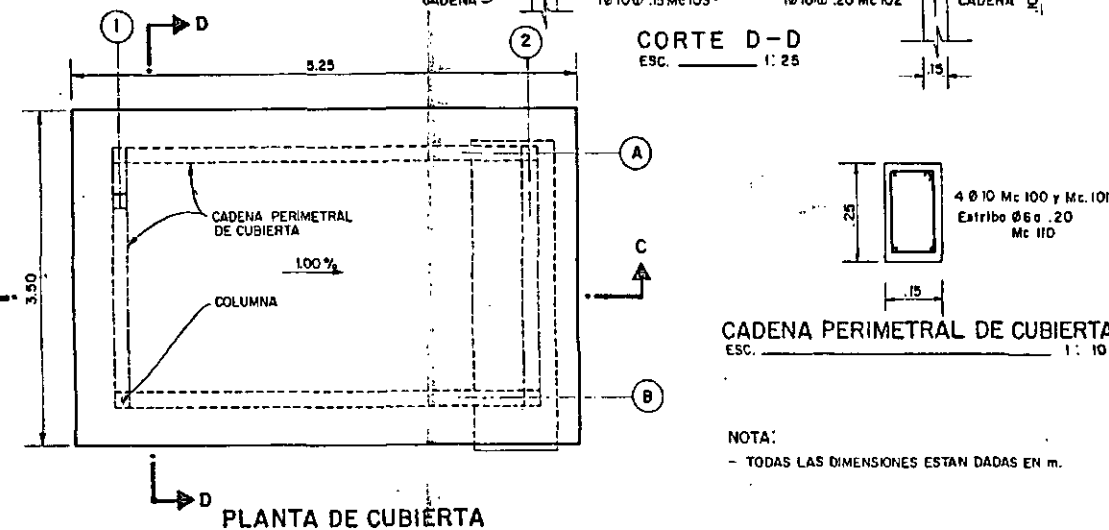
CADENA DE AMARRE

ESC. 1:12.5



CORTE A-A

CASETA Y ANCLAJE - ORILLA IZQUIERDA



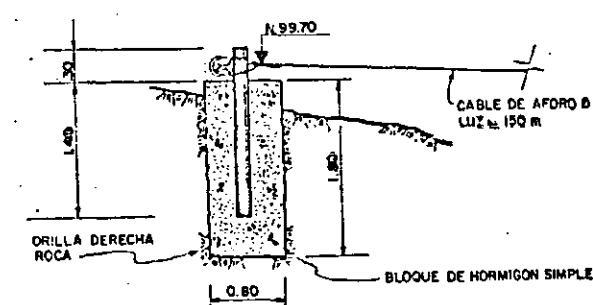
PLANTA DE CUBIERTA

CADENA PERIMETRAL DE CUBIERTA

ESC. 1:10

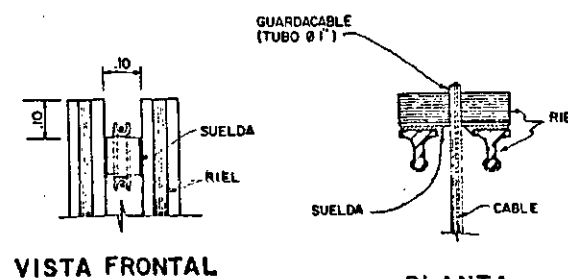
NOTA:
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN m.

ESC. 1:40



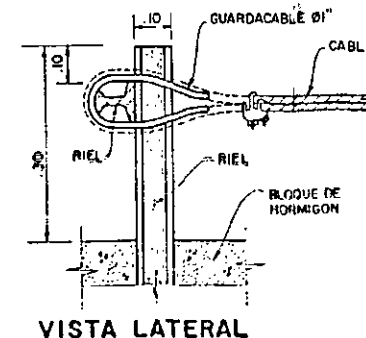
CORTE B-B

ANCLAJE DE RIEL - ORILLA DERECHA



VISTA FRONTAL

PLANTA



VISTA LATERAL

ESTRUCTURA DE RIELES PARA ANCLAJE DE CABLES DE AFORO

ESCALA 1:10

ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTACION HIDROMETRICA RIO COCA EN CODO SINCLAIR
TARABITA DE TRANSPORTE Y AFORO
PLANTA, CORTES Y DETALLES ESTRUCTURALES

MOJA DE

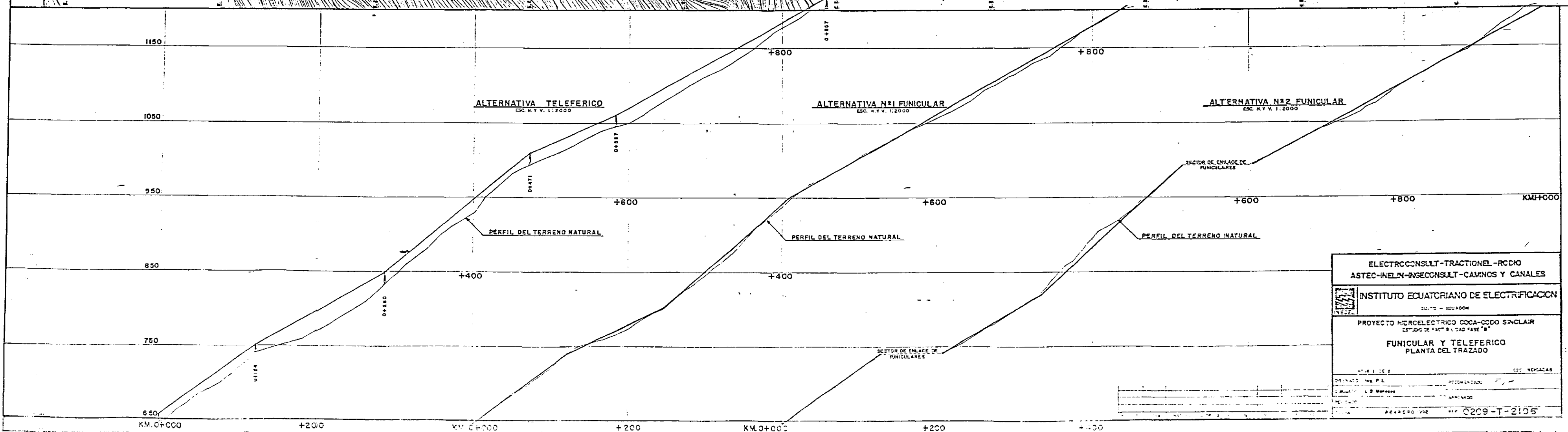
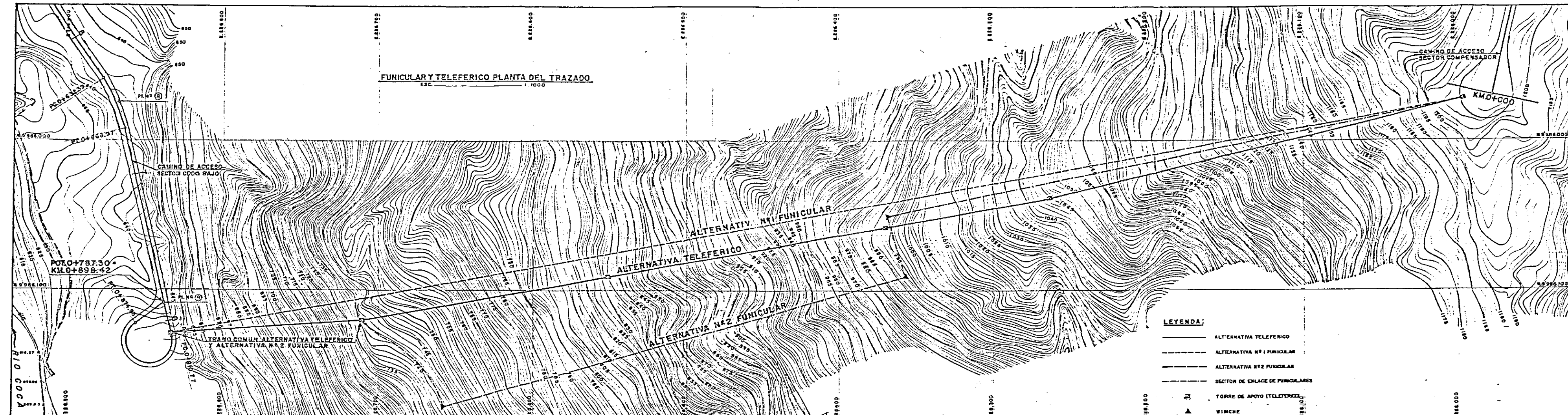
ELABORADO C.P. / M.P. / B.C.C. RECOMENDADO

DISEÑADO M.M.I. APROBADO

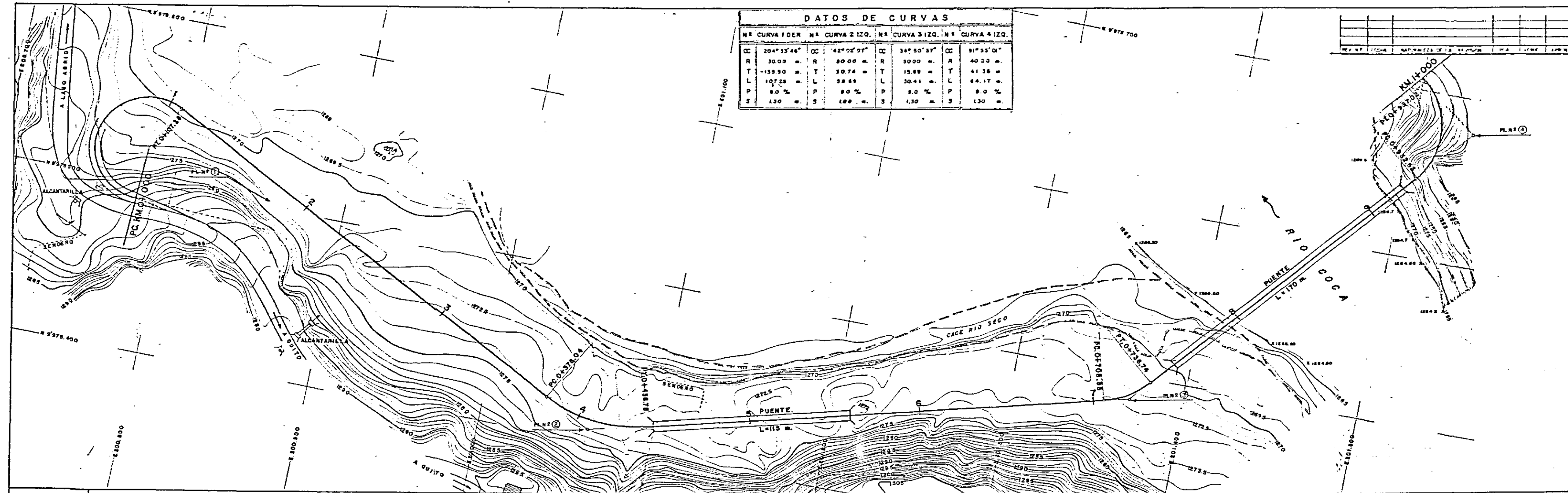
REVISADO J. J. J. APROBADO

FECHA: ENERO / 1991

0209-H-2003



ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO	
ASTEC-INELN-INGECONSULT-CAMPOS Y CANALES	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"	
FUNICULAR Y TELEFERICO	
PLANTA DEL TRAZADO	
FECHA: 1978	HOJA: 0209-T-2106



DATOS DE CURVAS							
Nº CURVA 1 DER	Nº CURVA 2 IZQ.	Nº CURVA 3 IZQ.	Nº CURVA 4 IZQ.	Nº CURVA 1 DER	Nº CURVA 2 IZQ.	Nº CURVA 3 IZQ.	Nº CURVA 4 IZQ.
CC 204° 33' 46"	CC 62° 22' 21"	CC 34° 50' 37"	CC 31° 35' 04"	CC 204° 33' 46"	CC 62° 22' 21"	CC 34° 50' 37"	CC 31° 35' 04"
R 30.00 m	R 80.00 m	R 50.00 m	R 40.00 m	R 30.00 m	R 80.00 m	R 50.00 m	R 40.00 m
T -139.90 m	T 30.74 m	T 19.88 m	T 41.36 m	T -139.90 m	T 30.74 m	T 19.88 m	T 41.36 m
L 107.28 m	L 98.69 m	L 30.41 m	L 64.17 m	L 107.28 m	L 98.69 m	L 30.41 m	L 64.17 m
P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %
S 1.30 m	S 1.68 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.68 m	S 1.30 m	S 1.30 m

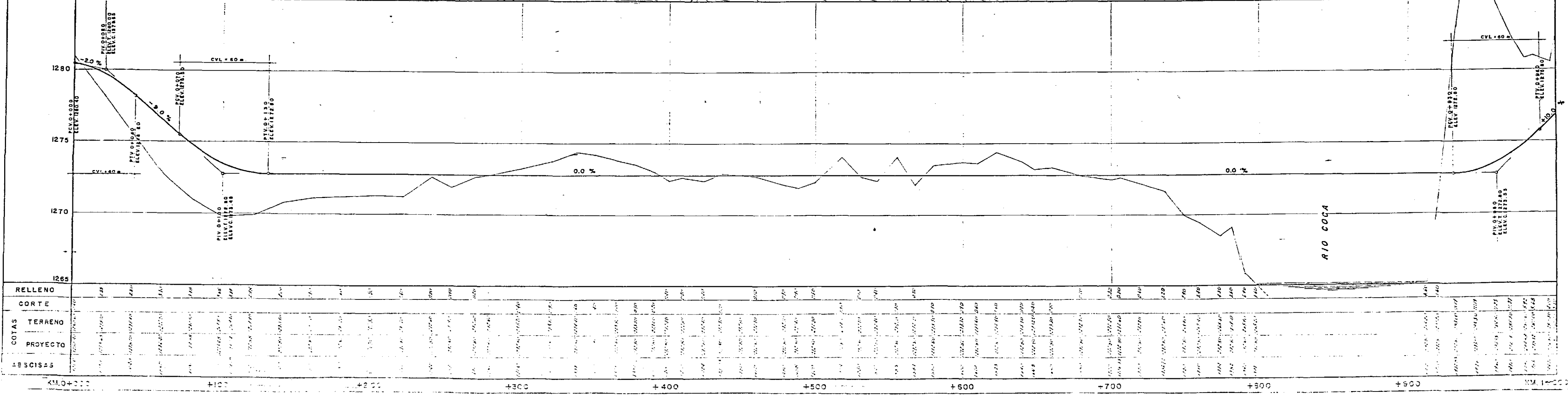
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INEL-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO: HERRAJELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
CAMINO DE ACCESO
SECTOR EL SALADO
ESTUDIO: PRELIMINAR

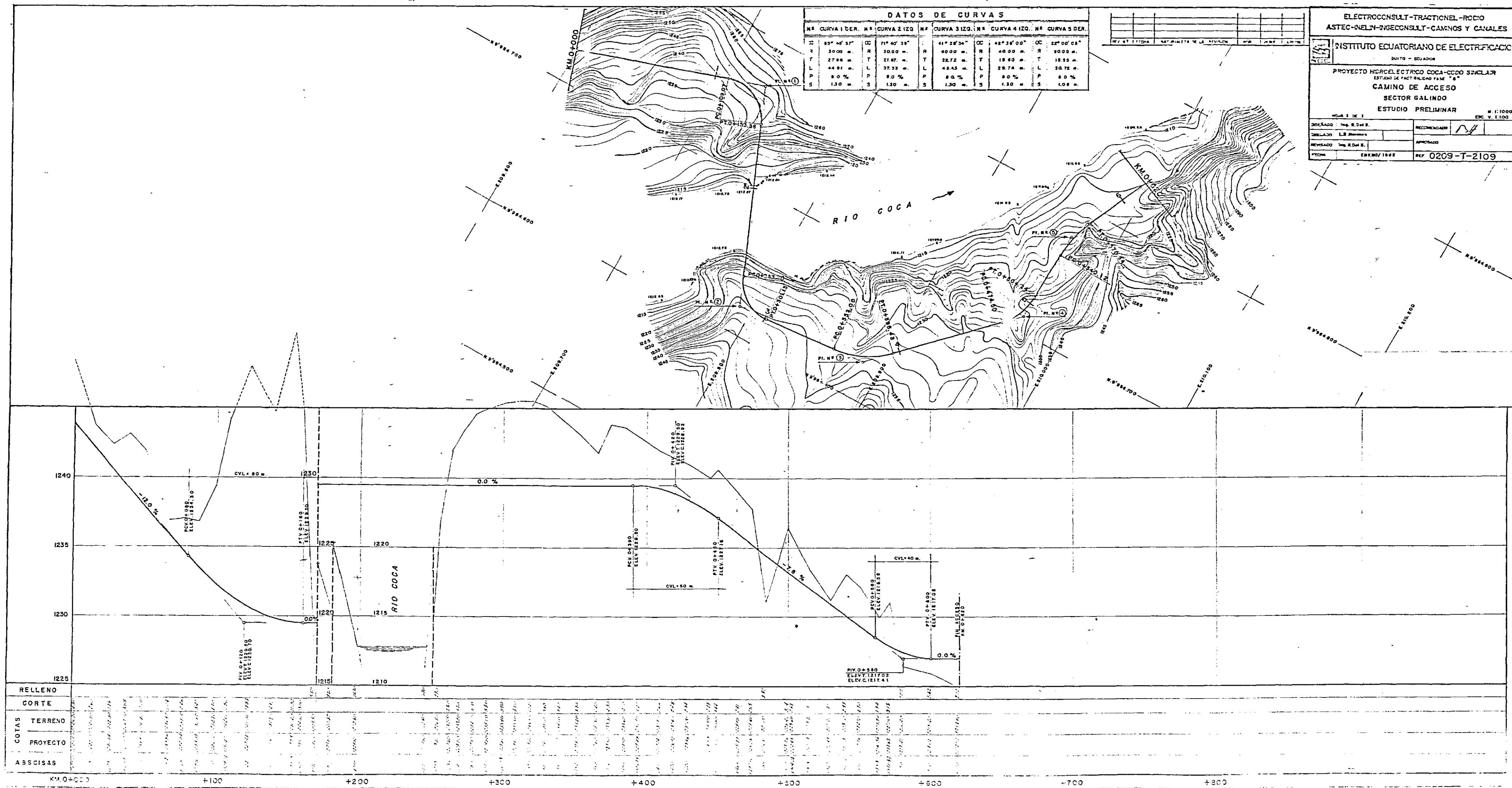
HOLLA 1 DE 1
DISEÑADO: Ing. R. Del S.
DISEÑADO: L.E. Hernandez
REVISADO: Ing. R. Del S.
FECHA: ENERO/1982

RECOMENDADO:
APROBADO:
REF: 0209-T-2108
ESC. V. 1/100
H. 1/1000



REVISTA TECNICA	NATURALEZA DE LA REVISION		IMPRESION	FECHA	ASIN.

<p> FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION U. S. DEPARTMENT OF JUSTICE </p>	<p> MEMO DATE: 10/10/92 REF: 0209-1-2109 </p>
---	--



DEPT OF STATE NATIONAL LABOR RELATIONS BOARD WFO DATE PAGE

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

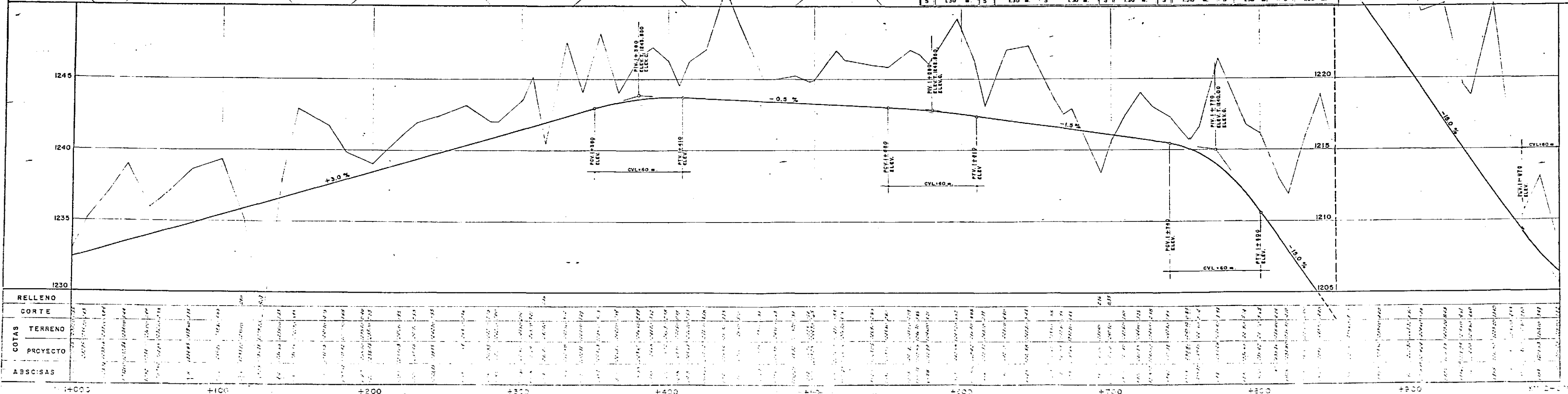
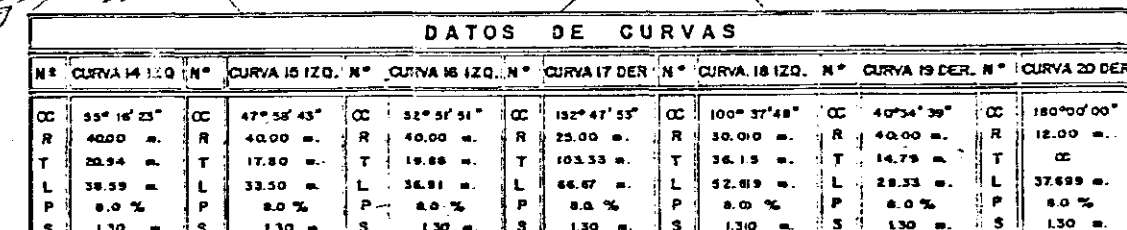
ESTADO DE FACTIBILIDAD FASE I B"

ESTUDIO PRELIMINAR 141000

[illegible]

0480800

EDW	DECEMBER/1991	REF. 0209-T-2111
-----	---------------	------------------



DATOS DE CURVAS									
Nº CURVA 21 IZQ.	Nº CURVA 22	Nº CURVA 23 IZQ.	Nº CURVA 24 DER.	Nº CURVA 25 DER.	Nº CURVA 26 IZQ.	Nº CURVA 27 DER.	Nº CURVA 28 IZQ.	Nº CURVA 29 DER.	Nº CURVA 30 DER.
CC 82°34'33"	CC 72°35'22"	CC 50°49'45"	CC 18°18'04"	CC 20°30'56"	CC 176°56'04"	CC 10°30'25"	CC 14°33'19"	CC 18°32'07"	
R 20.00 m.	R 80.00 m.	R 30.00 m.	R 50.00 m.	R 100.00 m.	R 18.00 m.	R 300.00 m.	R 250.00 m.	R 150.00 m.	
T 12.16 m.	T 15.25 m.	T 8.27 m.	T 8.05 m.	T 18.10 m.	T 339.10 m.	T 26.66 m.	T 32.97 m.	T 25.82 m.	
L 21.83 m.	L 30.14 m.	L 16.14 m.	L 15.95 m.	L 33.81 m.	L 45.82 m.	L 86.76 m.	L 84.96 m.	L 51.14 m.	
P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 4.0 %	P 4.0 %	P 4.0 %	
S 130 m.	S 108 m.	S 130 m.	S 130 m.	S 090 m.	S 130 m.	S 041 m.	S 046 m.	S 065 m.	

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-QUELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

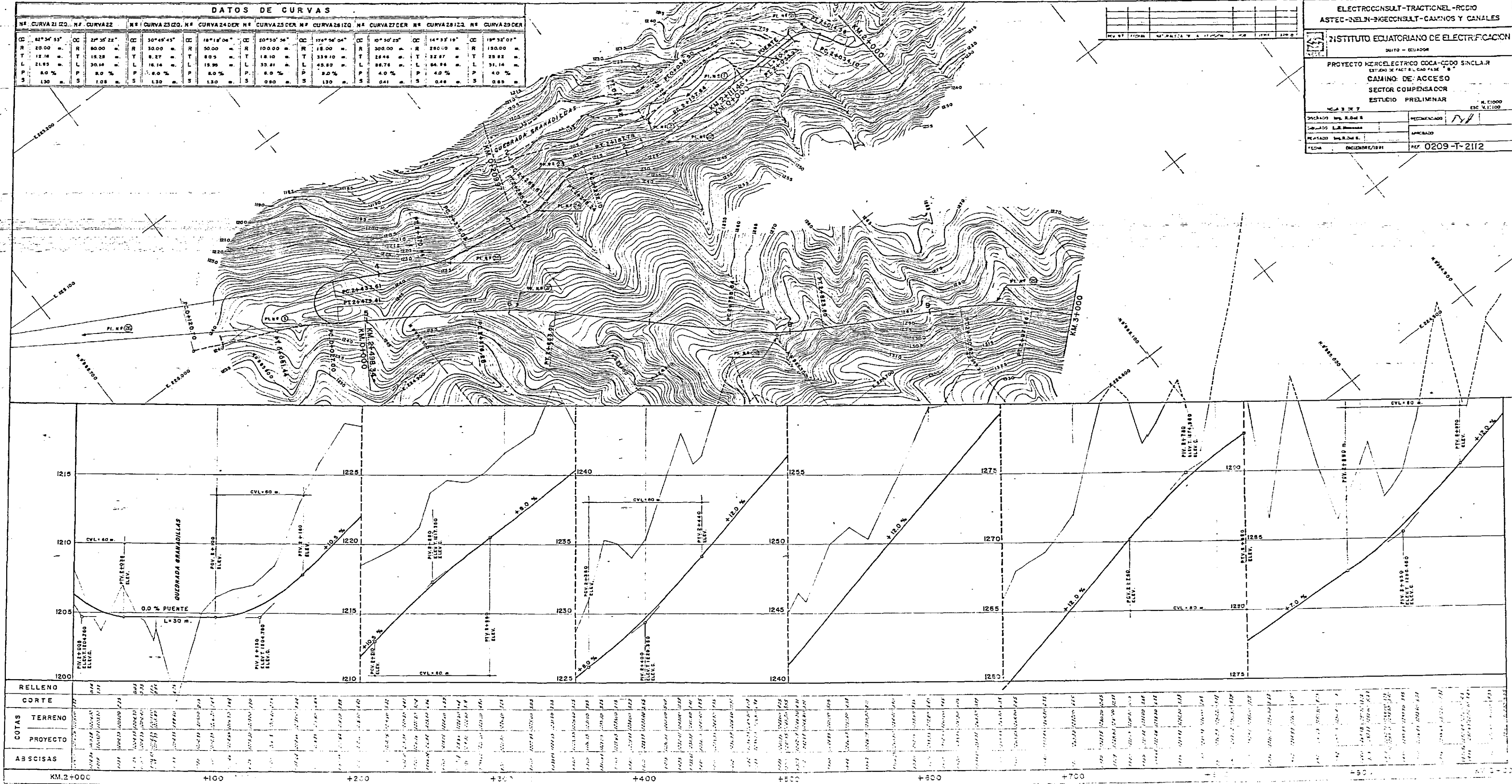
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIEROLECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
CAMINO DE ACCESO
SECTOR COMPENSADOR
ESTUDIO PRELIMINAR

M. 1:1000
ESC. 1:100

DISEÑADO Ing. R.D.M.S.
CORRECTOR L.R. BARRERA
REVISADO Ing. R.D.M.S.
FECHA: DICIEMBRE/1991

RECONOCIDO
APROBADO
REF. 0209-T-2112



DEPT OF COMMERCE	NATIONALITY & RESIDENCE	AGE	YEARS	SEX	

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

20173 - 0014000

CAMINO DE ACCESO

ESTUDIO PRELIMINAR

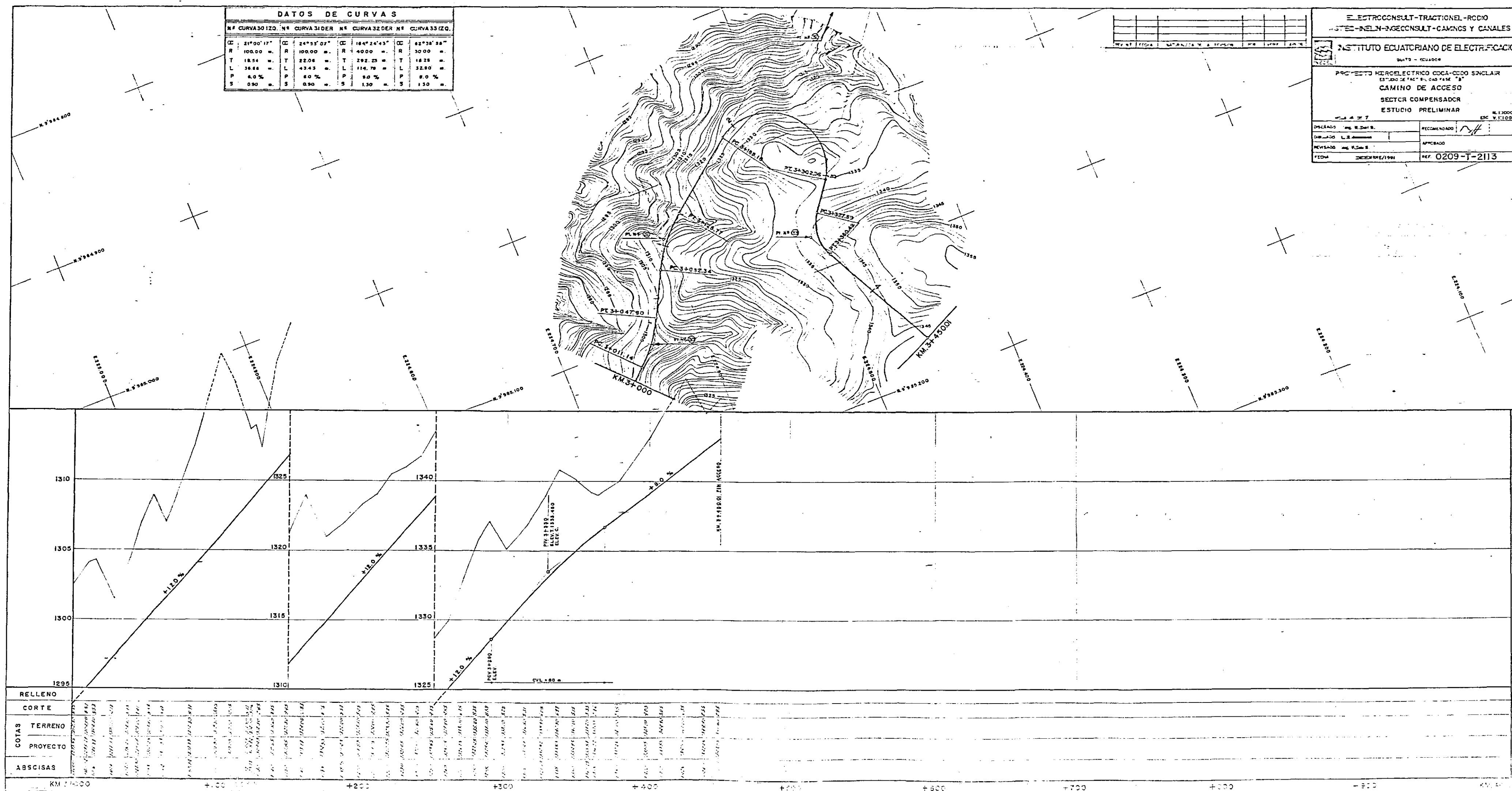
447

DESARROLLADO	ing. W. D. S.	RECOMENDADO	<i>RH</i>
--------------	---------------	-------------	-----------

DATE: 10/10/2000	TIME: 10:00
------------------	-------------

REVISED Aug 7, 1966

FROM	DECEMBER/1991	REF. 0209-T-2113
------	---------------	------------------



DATOS DE CURVAS							
Nº CURVA 1 IZQ.	Nº CURVA 2 DER.	Nº CURVA 3 IZQ.	Nº CURVA 4 DER.	Nº CURVA 5 IZQ.	Nº CURVA 6 DER.	Nº CURVA 7 IZQ.	Nº CURVA 8 DER.
CC 33°44'25"	CC 104°34'14"	CC 79°41'36"	CC 64°35'14"	CC 27°20'55"	CC 20°40'15"	CC 54°01'39"	CC 54°01'39"
R 15.00 m	R 20.00 m	R 30.00 m	R 20.00 m	R 30.00 m	R 20.00 m	R 30.00 m	R 30.00 m
T 17.79 m	T 24.99 m	T 25.04 m	T 12.86 m	T 7.30 m	T -104.48 m	T 19.23 m	T 19.23 m
L 26.11 m	L 37.32 m	L 41.73 m	L 22.57 m	L 14.32 m	L 70.40 m	L 28.23 m	L 28.23 m
P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %
S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m

DATOS DE CURVAS							
Nº CURVA 5 IZQ.	Nº CURVA 6 DER.	Nº CURVA 7 IZQ.	Nº CURVA 8 DER.	Nº CURVA 9 IZQ.	Nº CURVA 10 DER.	Nº CURVA 11 IZQ.	Nº CURVA 12 DER.
CC 27°20'55"	CC 20°40'15"	CC 54°01'39"	CC 54°01'39"	CC 34°53'32"	CC 73°33'20"	CC 33°03'03"	CC 33°03'03"
R 30.00 m	R 20.00 m	R 30.00 m	R 30.00 m	R 40.00 m	R 25.00 m	R 50.00 m	R 50.00 m
T 7.30 m	T -104.48 m	T 19.23 m	T 19.23 m	T 12.57 m	T 19.38 m	T 14.83 m	T 14.83 m
L 14.32 m	L 70.40 m	L 28.23 m	L 28.23 m	L 24.36 m	L 32.97 m	L 28.84 m	L 28.84 m
P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %
S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m

DATOS DE CURVAS							
Nº CURVA 8 IZQ.	Nº CURVA 9 IZQ.	Nº CURVA 10 DER.	Nº CURVA 11 IZQ.	Nº CURVA 12 DER.	Nº CURVA 13 IZQ.	Nº CURVA 14 DER.	Nº CURVA 15 IZQ.
CC 34°53'32"	CC 73°33'20"	CC 33°03'03"	CC 33°03'03"	CC 183°46'37"	CC 26°33'04"	CC 26°33'04"	CC 26°33'04"
R 40.00 m	R 25.00 m	R 50.00 m	R 50.00 m	R 12.00 m	R 80.00 m	R 80.00 m	R 80.00 m
T 12.57 m	T 19.38 m	T 14.83 m	T 14.83 m	T -360.75 m	T 19.21 m	T 19.21 m	T 19.21 m
L 24.36 m	L 32.97 m	L 28.84 m	L 28.84 m	L 38.80 m	L 32.54 m	L 32.54 m	L 32.54 m
P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %
S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.30 m	S 1.08 m	S 1.08 m	S 1.08 m

DATOS DE CURVAS							
Nº CURVA 1 IZQ.	Nº CURVA 2 DER.	Nº CURVA 3 IZQ.	Nº CURVA 4 DER.	Nº CURVA 5 IZQ.	Nº CURVA 6 DER.	Nº CURVA 7 IZQ.	Nº CURVA 8 DER.
CC 183°46'37"	CC 26°33'04"	CC 26°33'04"	CC 26°33'04"	CC 26°33'04"	CC 26°33'04"	CC 26°33'04"	CC 26°33'04"
R 12.00 m	R 80.00 m	R 80.00 m	R 80.00 m	R 80.00 m	R 80.00 m	R 80.00 m	R 80.00 m
T -360.75 m	T 19.21 m	T 19.21 m	T 19.21 m	T 19.21 m	T 19.21 m	T 19.21 m	T 19.21 m
L 38.80 m	L 32.54 m	L 32.54 m	L 32.54 m	L 32.54 m	L 32.54 m	L 32.54 m	L 32.54 m
P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %
S 1.30 m	S 1.08 m	S 1.08 m	S 1.08 m	S 1.08 m	S 1.08 m	S 1.08 m	S 1.08 m

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-RIELN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES

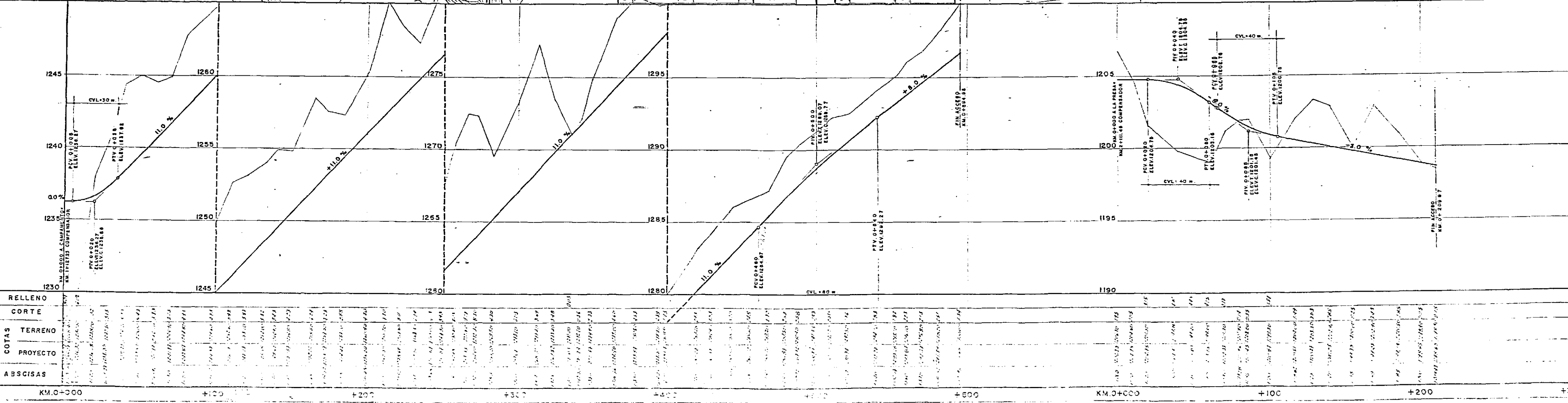
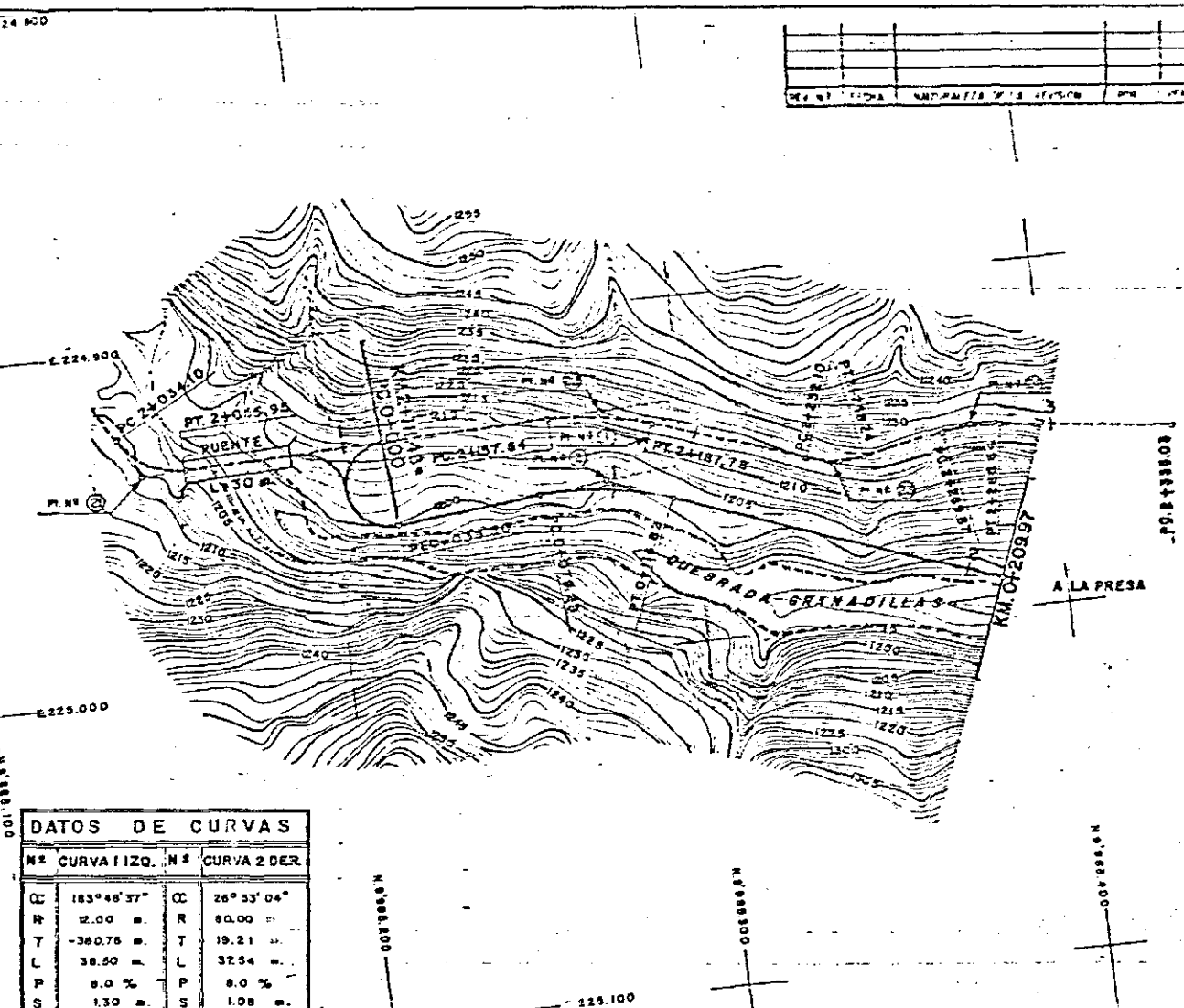
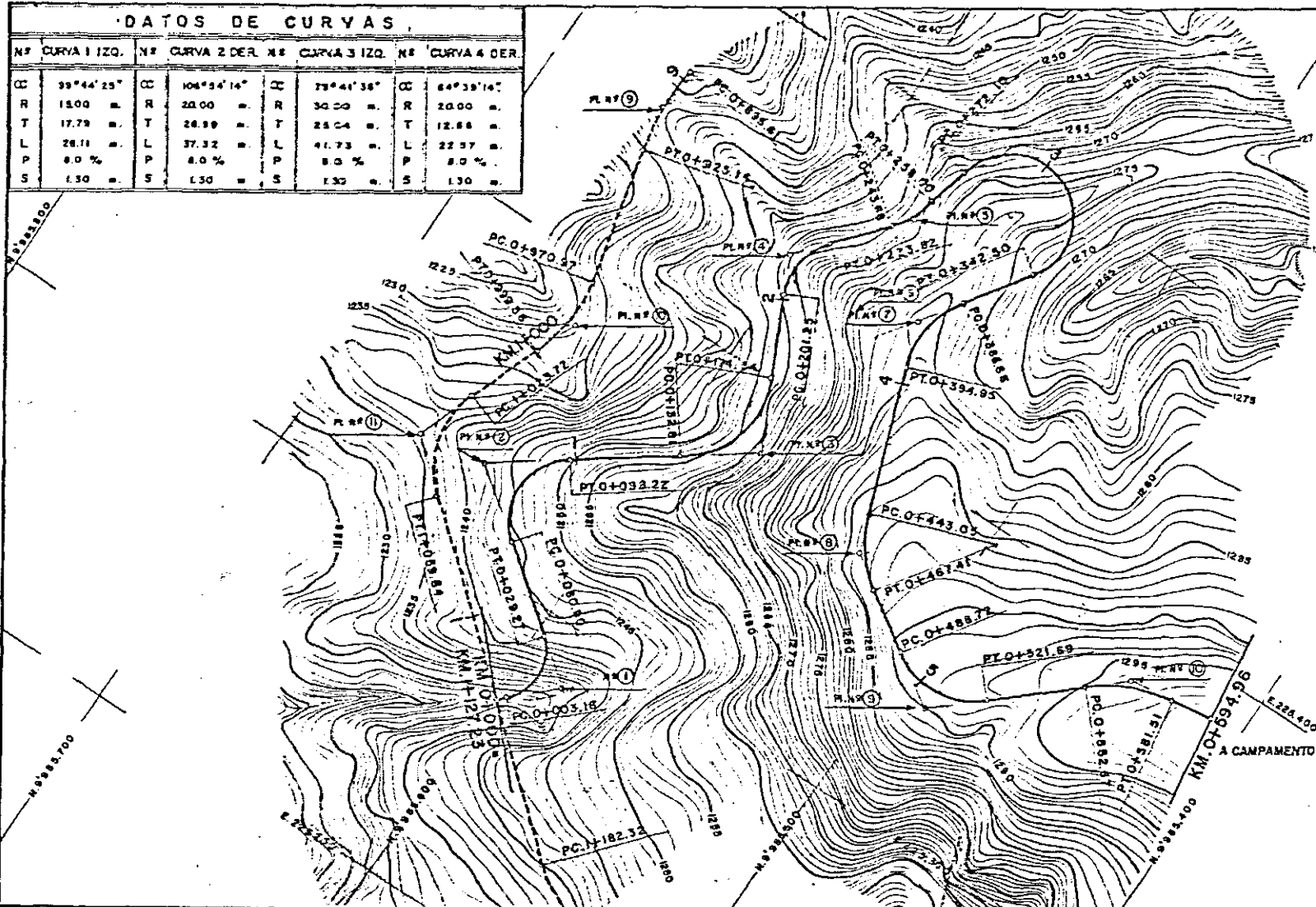
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CEDO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"
CAMINO DE ACCESO
SECTOR COMPENSADOR
ESTUDIO PRELIMINAR

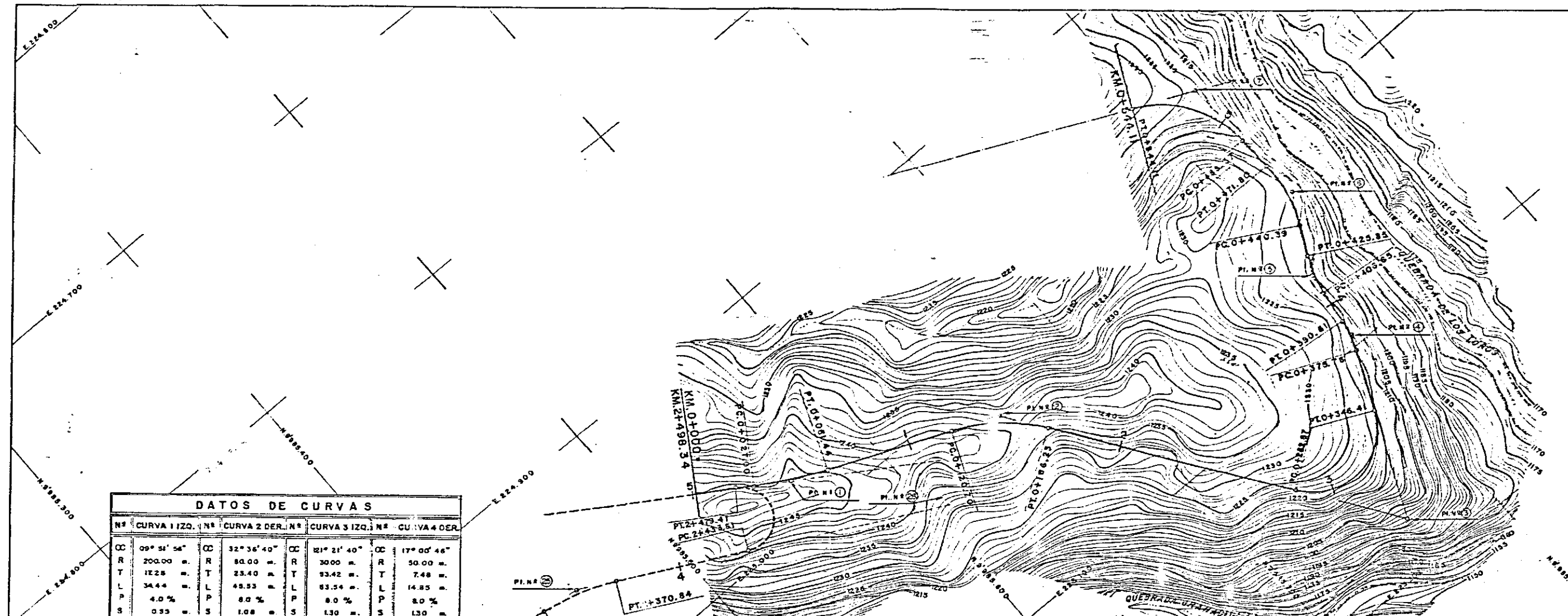
HOJA 5 DE 7

ELABORADO Ing. R. Del S.
DISEÑADO L. B. Mendoza
REVISADO Ing. R. Del S.
FISICA ENECO/1992

RECOMENDADO
APROBADO
REF. 0209-T-2114



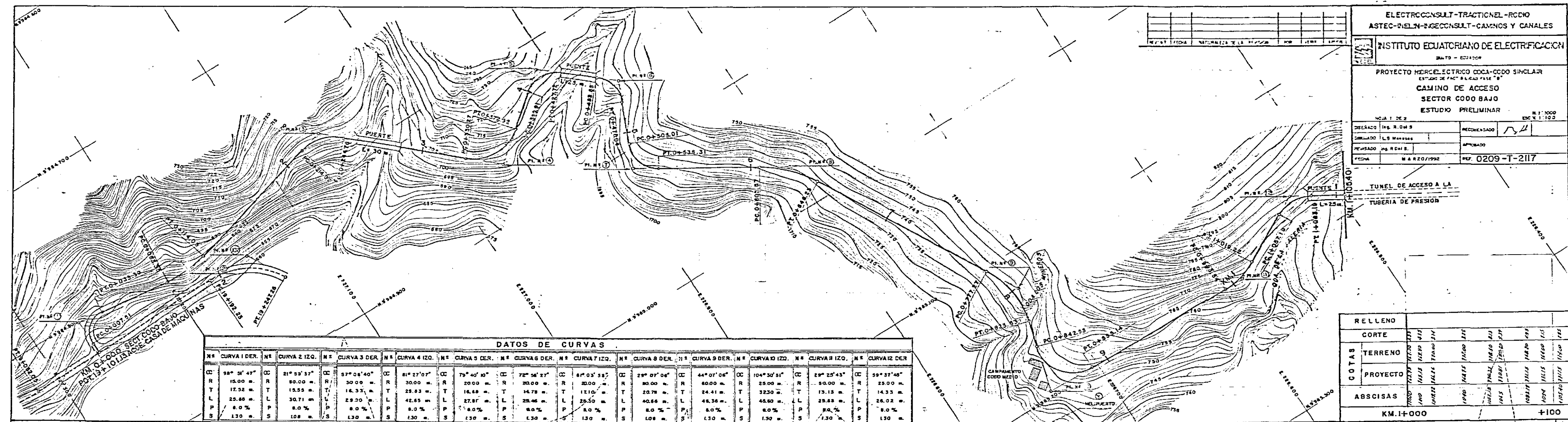
RELLENO	CORTE	TERRENO	PROYECTO	ABSCISAS
				KM.0+000
				+100
				+200
				+300
				+400
				+500
				+600
				+700
				+800
				+900
				+1000
				+1100
				+1200
				+1300
				+1400
				+1500
				+1600
				+1700
				+1800
				+1900
				+2000



DATOS DE CURVAS							
Nº	CURVA 1 IZQ.	Nº	CURVA 2 DER.	Nº	CURVA 3 IZQ.	Nº	CURVA 4 DER.
CC	09° 51' 56"	CC	32° 36' 40"	CC	21° 21' 40"	CC	17° 00' 46"
R	200.00 m.	R	80.00 m.	R	30.00 m.	R	50.00 m.
T	12.28 m.	T	23.40 m.	T	93.42 m.	T	7.48 m.
L	34.44 m.	L	45.53 m.	L	83.54 m.	L	14.85 m.
P	4.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %
S	0.53 m.	S	1.08 m.	S	1.30 m.	S	1.30 m.

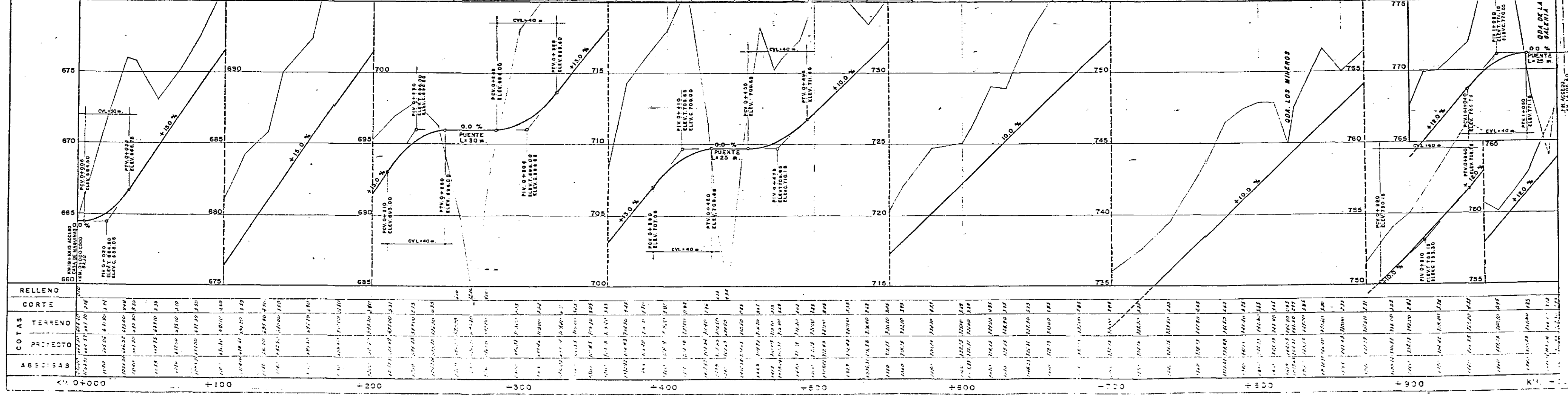
DATOS DE CURVAS					
Nº	CURVA 5 DER.	Nº	CURVA 6 IZQ.	Nº	CURVA 7 IZQ.
CC	22° 00' 20"	CC	27° 50' 29"	CC	68° 01' 32"
R	50.00 m.	R	80.00 m.	R	50.00 m.
T	9.72 m.	T	14.87 m.	T	32.49 m.
L	19.20 m.	L	29.16 m.	L	57.62 m.
P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %
S	1.30 m.	S	1.30 m.	S	1.30 m.

RELLENO	
CORTE	
COTAS TERRENO	
COTAS PROYECTO	
ABSCISAS	



DATOS DE CURVAS

Nº CURVA 1 DER.	Nº CURVA 2 IZQ.	Nº CURVA 3 DER.	Nº CURVA 4 IZQ.	Nº CURVA 5 DER.	Nº CURVA 6 DER.	Nº CURVA 7 IZQ.	Nº CURVA 8 DER.	Nº CURVA 9 DER.	Nº CURVA 10 IZQ.	Nº CURVA 11 IZQ.	Nº CURVA 12 DER.
OC 38° 51' 47"	OC 21° 53' 37"	OC 57° 06' 40"	OC 81° 27' 07"	OC 79° 40' 10"	OC 72° 56' 27"	OC 87° 03' 58"	OC 29° 07' 06"	OC 44° 07' 06"	OC 104° 30' 51"	OC 29° 25' 43"	OC 59° 37' 46"
R 15.00 m.	R 80.00 m.	R 30.00 m.	R 30.00 m.	R 20.00 m.	R 30.00 m.	R 30.00 m.	R 30.00 m.	R 30.00 m.	R 25.00 m.	R 30.00 m.	R 25.00 m.
T 17.32 m.	T 15.53 m.	T 14.33 m.	T 25.93 m.	T 16.68 m.	T 14.78 m.	T 12.10 m.	T 20.78 m.	T 24.41 m.	T 32.50 m.	T 13.15 m.	T 14.33 m.
L 25.88 m.	L 30.71 m.	L 29.20 m.	L 42.85 m.	L 27.87 m.	L 25.46 m.	L 25.50 m.	L 40.88 m.	L 48.38 m.	L 45.80 m.	L 29.88 m.	L 26.02 m.
P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %	P 8.0 %
S 130 m.	S 108 m.	S 130 m.	S 130 m.	S 130 m.	S 130 m.	S 130 m.	S 108 m.	S 130 m.	S 130 m.	S 130 m.	S 130 m.



DATOS DE CURVAS					
Nº CURVA	DER.	Nº CURVA	IZQ.	Nº CURVA	DER.
CC	22° 11' 32"	CC	32° 45' 42"	CC	239° 12' 59"
R	70.00 m.	R	50.00 m.	R	1200 m.
T	13.73 m.	T	14.73 m.	T	-20.97 m.
L	27.11 m.	L	28.65 m.	L	30.17 m.
P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %
S	1.30 m.	S	1.30 m.	S	1.30 m.

DATOS DE CURVAS																	
Nº CURVA	DER.	Nº CURVA	DER.	Nº CURVA	IZQ.	Nº CURVA	DER.	Nº CURVA	IZQ.	Nº CURVA	DER.	Nº CURVA	IZQ.	Nº CURVA	DER.	Nº CURVA	DER.
CC	31° 25' 55"	CC	08° 03' 38"	CC	24° 05' 30"	CC	08° 20' 58"	CC	35° 32' 55"	CC	30° 20' 00"	CC	28° 25' 20"	CC	20° 57' 35"	CC	248° 09' 11"
R	60.00 m.	R	150.00 m.	R	80.00 m.	R	25.00 m.	R	30.00 m.	R	40.00 m.	R	100.00 m.	R	100.00 m.	R	15.00 m.
T	28.88 m.	T	11.89 m.	T	17.11 m.	T	14.25 m.	T	8.62 m.	T	10.15 m.	T	18.50 m.	T	18.50 m.	T	-23.47 m.
L	59.82 m.	L	23.72 m.	L	33.71 m.	L	25.30 m.	L	18.91 m.	L	19.89 m.	L	36.58 m.	L	36.58 m.	L	64.18 m.
P	8.0 %	P	-4.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %	P	8.0 %
S	1.30 m.	S	0.87 m.	S	1.58 m.	S	1.30 m.	S	1.30 m.	S	1.30 m.	S	0.90 m.	S	0.90 m.	S	1.30 m.

ELECTROCONSULT-TRACCIONEL-RODIO
ASTEC-DELTA-INGENIEROS-CAMINOS Y CANALES

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

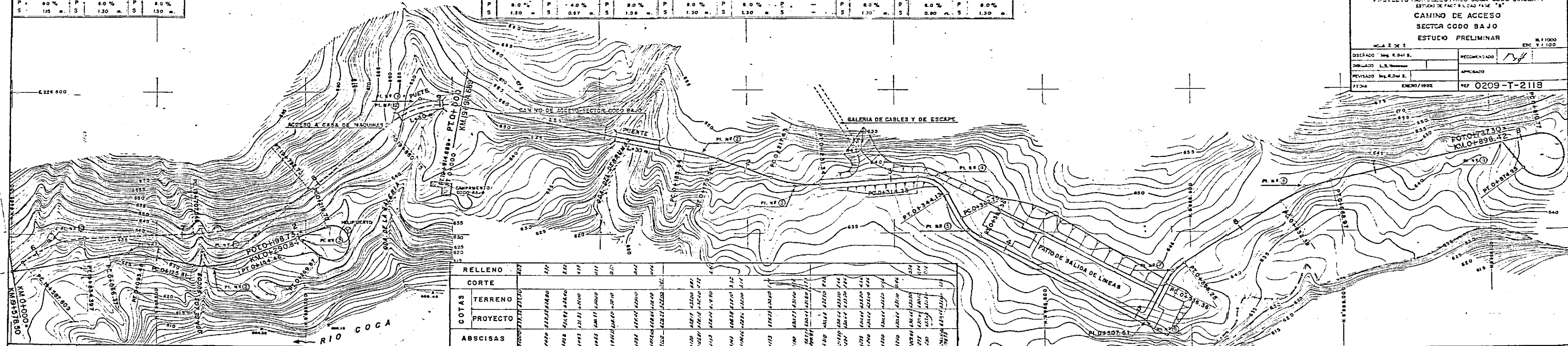
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"

CAMINO DE ACCESO
SECTOR CODO BAJO
ESTUDIO PRELIMINAR

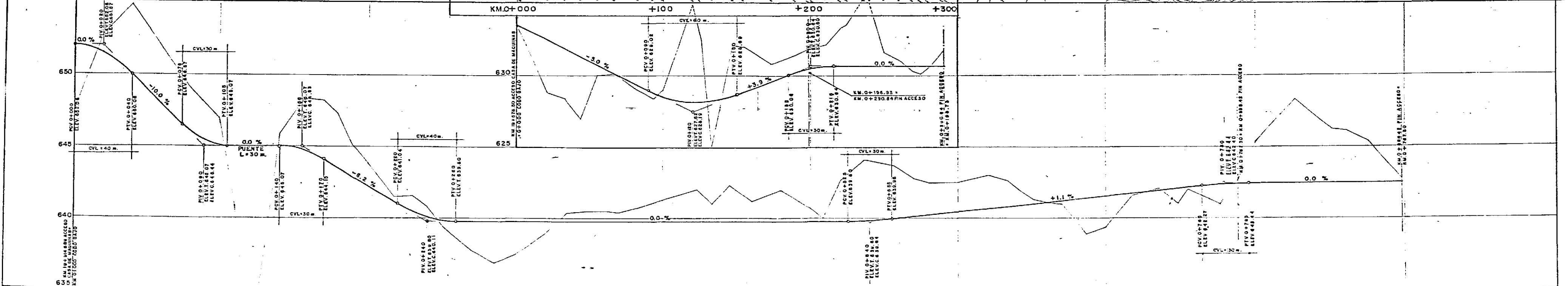
HOJA 2 DE 2

DISENADO Ing. R. Del S.
DISEÑADO L.R. Del S.
REVISADO Ing. R. Del S.
FECHA ENERO/1992

RECOMENDADO
APROBADO
Nº 0209-T-2118



RELLENO	CORTE	COTAS	PROYECTO	ABSCISAS
				KM.0+000
				+100
				+200
				+300



RELLENO	CORTE	COTAS	PROYECTO	ABSCISAS
				KM.0+000
				+100
				+200
				+300
				+400
				+500
				+600
				+700
				+800
				+900
				+1000