

PÚBLICO

DOCUMENTO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

ECUADOR

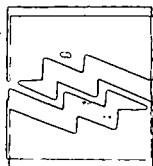
PROYECTO HIDROELÉCTRICO COCA-CODO SINCLAIR

ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

(EC0123)

ANEXO O OBRAS SUBTERRÁNEAS

MARZO 1992



INECEL

20-201/ST EC RPS

REPUBLICA DEL ECUADOR
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

ANEXO O
OBRAS SUBTERRANEAS

BORRADOR

ESTUDIOS REALIZADOS POR INECEL Y LA ASOCIACION DE FIRMAS CONSULTORAS

ELECTROCONSULT - TRACTIONEL - RODIO
ASTEC - INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES

0209-B-165

FINANCIAMIENTO: INECEL - BID

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

ANEXO O

OBRAS SUBTERRANEAS

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 O del Estudio de Factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair.

Este informe integra sustancialmente y supera el contenido del Anexo M (Obras Subterráneas) del Estudio de Selección de Alternativas (Fase A) de mayo de 1988.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. OBRAS PREVISTAS	2
2.1 Túnel de aducción	2
2.2 Ventanas	2
2.3 Tubería de presión	2
2.3.1 Alternativa 1	3
2.3.2 Alternativa 3	3
2.4 Casa de máquinas	3
2.5 Túneles aguas abajo de la casa de máquinas	3
3. INVESTIGACIONES EJECUTADAS DE MECANICA DE ROCAS	4
3.1 Generalidades	4
3.2 Documentación disponible	4
3.3 Tipología de las investigaciones de campo	5
3.4 Tipología de las pruebas de laboratorio	6
4. PARAMETROS GEOMECANICOS ADOPTADOS	7
4.1 Generalidades	7
4.2 Clasificación del macizo rocoso	7
4.3 Características de resistencia	7
4.4 Características de deformabilidad	10
5. METODOLOGIAS DE CALCULO	14
5.1 Metodología de las líneas características	
Generalidades	14
5.1.1 Línea característica del macizo rocoso	
Sección circular	14
5.1.2 Efecto del peso de la porción de roca en	
estado de ruptura	19
5.1.3 Efecto de los soportes - Líneas	
características de los mismos	19
5.2 Análisis con el método de los elementos finitos (FEM)	21
5.3 Estabilidad local de bloques (cuñas)	22
5.4 Cálculo de revestimientos impermeables	22
6. TUNEL DE ADUCCION	26
6.1 Generalidades	26

6.2	Primer tramo (de 0 a 700 m)	27
6.3	Segundo tramo (de 700 m a 7.000 m)	31
6.4	Tercer y cuarto tramo (de 7.000 m hasta 22.500 m)	37
6.5	Quinto tramo (de 22.500 a 25.000 m)	45
6.5.1	Generalidades	45
6.5.2	Interacción roca-soporte en el caso de túnel vacío	49
6.5.3	Revestimiento resistente a la presión hidráulica interna	49
7.	VENTANA INTERMEDIA DE ACCESO	54
7.1	Generalidades	54
7.2	Excavación en avalanchas y cálculo de los soportes	56
7.3	Excavación en la formación Misahuallí	57
8.	OBRAS DE CAIDA	67
8.1	Generalidades sobre las tuberías de presión	67
8.2	Tuberías de presión del proyecto	68
8.2.1	Solución 3	68
8.2.2	Solución 1	83
9.	CASA DE MAQUINAS Y GALERIAS ASOCIADAS	97
9.1	Generalidades	97
9.2	Soportes de la caverna en relación a la estabilidad de los cuneos principales	100
9.3	Soportes de la caverna en base a las condiciones generales del macizo. Líneas características	106
9.4	Análisis a elementos finitos (F.E.M.) de la caverna principal	110
9.4.1	Generalidades	110
9.4.2	Resultados	113
9.5	Galería de acceso principal	113
9.6	Galería de descarga	116
CUADROS		
Cuadro 4/1	Ecuaciones que definen la resistencia de la roca	9
Cuadro 6/1	Túnel de Aducción en granodiorita Características de la roca asumidas para los cálculos	28
Cuadro 6/2	Túnel de Aducción en granodiorita Características de los soportes	31

Cuadro 6/3	Túnel de aducción en Misahuallí - Tramo de 700 m a 7.000 m Características de la roca asumidas para los cálculos	32
Cuadro 6/4	Túnel de aducción en Misahuallí - Tramo de 7.000 a 22.500 m Características de la roca tipo C asumidas para los cálculos	38
Cuadro 6/5	Túnel de aducción en Misahuallí - Tramo de 7.000 a 22.500 m Características de la roca tipo B asumidas para los cálculos	41
Cuadro 6/6	Túnel de aducción en Misahuallí - Tramo 7.000 a 22.500 m Características de la roca tipo A asumidas para los cálculos	45
Cuadro 6/7	Galería exploratoria GT3 Índice RMR, clase y tipo de roca	48
Cuadro 6/8	Túnel de Aducción en Hollín - Tramo de 22.500 a 25.000 m Características de la roca asumidas para los cálculos	49
Cuadro 7/1	Ventana de Acceso - excavación tradicional Características de la roca tipo C asumidas para los cálculos	61
Cuadro 7/2	Ventana de Acceso - excavación tradicional Características de la roca tipo B asumidas para los cálculos	64
Cuadro 8/1	Tubería de Presión - Solución 3 - Roca buena Tramo subhorizontal Características de la roca asumidas para los cálculos	70
Cuadro 8/2	Tubería de Presión - Solución 3 - Roca mediana Tramo subhorizontal Características de la roca asumidas para los cálculos	73
Cuadro 8/3	Tubería de Presión - Solución 3 - Roca mala Tramo vertical Características de la roca asumidas para los cálculos	76
Cuadro 8/4	Tubería de Presión - Solución 1 - Roca buena Tramo subhorizontal Características de la roca asumidas para los cálculos	84
Cuadro 8/5	Tubería de Presión - Solución 1 - Roca mediana Tramo subhorizontal	

	Características de la roca asumidas para los cálculos	87
Cuadro 8/6	Tubería de Presión - Solución 1 - Roca mala Tramo subhorizontal Características de la roca asumidas para los cálculos	90
Cuadro 9/1	Sondeos de la casa de máquinas Valores de resistencia a compresión no confinada	100
Cuadro 9/2	Casa de máquinas Características de la roca asumidas para los cálculos	107
FIGURAS		
Figura 4/1	Gráficos de las condiciones de esfuerzos de falla para roca sana	11
Figura 4/2	Correlación entre módulo de deformación y RNR	12
Figura 4/3	Correlación entre el RQD y la relación de módulos EM/EL	13
Figura 5/1	Esquema de las líneas características	15
Figura 5/2	Relaciones esfuerzos-deformaciones y derivadas	17
Figura 5/3	Cantidad de flujo de agua en túneles	23
Figura 6/1	Túnel de Aducción en la granodiorita (km 0+000- km 0+700) Relación entre esfuerzos principales en el debilitamiento	29
Figura 6/2	Túnel de Aducción en la granodiorita (km 0+000- km 0+700) Análisis de la interacción roca-soporte	30
Figura 6/3	Túnel de Aducción formación Misahuallí (km 0+700- km 7+000) Relación entre esfuerzos principales en el debilitamiento	34
Figura 6/4	Túnel de Aducción formación Misahuallí (km 0+700- km 7+000) Análisis de la interacción roca-soporte	35
Figura 6/5	Túnel de Aducción Formación Misahuallí (km 0+700- km 7+000) Análisis de la interacción roca-soporte	36
Figura 6/6	Túnel de Aducción formación Misahuallí (km 7+000-	

	km 22+000) Roca de mala calidad. Relación entre esfuerzos principales en el debilitamiento	39
Figura 6/7	Túnel de Aducción formación Misahuallí (km 7+000- km 22+000) Roca de mala calidad. Análisis de la interacción roca-soporte	40
Figura 6/8	Túnel de Aducción formación Misahuallí (km 7+000- km 22+000) Roca calidad mediana. Relación entre esfuerzos principales en el debilitamiento	43
Figura 6/9	Túnel de Aducción formación Misahuallí (km 7+000- km 22+000) Roca calidad mediana. Análisis de la interacción roca-soporte	44
Figura 6/10	Túnel de Aducción formación Misahuallí (km 7+000- km 22+000) Roca buena calidad. Relación entre esfuerzos principales en el debilitamiento	43
Figura 6/11	Túnel de Aducción formación Misahuallí (km 7+000- km 22+000) Roca buena calidad. Análisis de la interacción roca-soporte	44
Figura 6/12	Túnel de Aducción formación Hollín (km 22+500- km 25+000) Roca de calidad mediana. Relación entre esfuerzos principales en el debilitamiento	49
Figura 6/13	Túnel de Aducción formación Hollín (km 22+500- km 25+000) Análisis de la interacción roca-soporte	50
Figura 7/1	Diagrama simplificado que representa el movimiento de roca suelta hacia un túnel	55
Figura 7/2	Condiciones de carga según Terzagui	58
Figura 7/3	Sección ventana de acceso en material suelto	59
Figura 7/4	Sección y excavación ventana en avalancha	60
Figura 7/5	Ventana de acceso formación Misahuallí Roca mala. Relación entre esfuerzos principales en el debilitamiento	62
Figura 7/6	Ventana de acceso formación Misahuallí	

	Roca de mala calidad. Análisis de la interacción roca-soporte	63
Figura 7/7	Ventana de acceso formación Misahuallí Roca regular. Relación entre esfuerzos principales en el debilitamiento	65
Figura 7/8	Ventana de acceso formación Misahuallí Roca de calidad mediana. Análisis de la interacción roca-soporte	66
Figura 8/1	Tubería de presión formación Misahuallí Alternativa III Roca de buena calidad. Relación entre esfuerzos principales en el debilitamiento	71
Figura 8/2	Tubería de presión formación Misahuallí Alternativa III Roca de buena calidad. Análisis de la interacción roca-soporte	72
Figura 8/3	Tubería de presión formación Misahuallí Alternativa III Roca de calidad mediana. Relación entre esfuerzos principales en el debilitamiento	74
Figura 8/4	Tubería de presión formación Misahuallí Alternativa III Roca de calidad mediana. Análisis de la interacción roca-soporte	75
Figura 8/5	Tubería de presión formación Misahuallí Alternativa III Roca de mala calidad. Relación entre esfuerzos principales en el debilitamiento	77
Figura 8/6	Tubería de presión formación Misahuallí Alternativa III Roca de mala calidad. Análisis de la interacción roca-soporte	78
Figura 8/7	Tubería de presión formación Misahuallí Alternativa II Roca de buena calidad. Relación entre esfuerzos principales en el debilitamiento	85
Figura 8/8	Tubería de presión formación Misahuallí Alternativa I Roca de buena calidad. Análisis de la interacción roca-soporte	86
Figura 8/9	Tubería de presión formación Misahuallí	

	Alternativa I Roca de calidad mediana. Relación entre esfuerzos principales en el debilitamiento	88
Figura 8/10	Tubería de presión formación Misahuallí Alternativa I Roca de calidad mediana. Análisis de la interacción roca-soporte	89
Figura 8/11	Tubería de presión formación Misahuallí Alternativa I Roca de mala calidad. Relación entre esfuerzos principales en el debilitamiento	91
Figura 8/12	Tubería de presión formación Misahuallí Alternativa I Roca de mala calidad. Análisis de la interacción roca-soporte	92
Figura 8/13	Tensión principal mínima in situ	96
Figura 9/1	Caverna de la casa de máquinas stereo plot de la estructura principal de la zona	99
Figura 9/2	Representación estereográfica de la discontinuidad principal en la zona de casa de máquinas	101
Figura 9/3	Cuñas de roca potencialmente inestables Figuras de intersección con la pared de la caverna	103
Figura 9/4	Proyección de la cuña de la bóveda sobre un plano inclinado a 45° respecto al plano horizontal	104
Figura 9/5	Cuña en la bóveda de a casa de máquinas Proyección sobre un plano horizontal	105
Figura 9/6	Casa de máquinas formación Misahuallí Sector Codo Sinclair Roca de buena calidad. Relación entre esfuerzos principales en el debilitamiento	108
Figura 9/7	Casa de máquinas formación Misahuallí Sector Codo Sinclair Roca de buena calidad. Análisis de la interacción roca-soporte	109
Figura 9/8	Casa de máquinas formación Misahuallí Sector Codo Sinclair Roca de buena calidad. Relación entre esfuerzos de corte y normales en el debilitamiento	111
Figura 9/9	Casa de máquinas - Caverna principal	117

Figura 9/10	Caverna casa de máquinas - Zona debilitada	118
Figura 9/11	Caverna casa de máquinas - Desplazamientos	119
Figura 9/12	Caverna casa de máquinas - Esfuerzos principales	120
Figura 9/13	Caverna casa de máquinas - Esfuerzos horizontales	121
Figura 9/14	Caverna casa de máquinas - Esfuerzos verticales	122
Figura 9/15	Caverna casa de máquinas - Esfuerzos de corte XY	123
Figura 9/16	Caverna casa de máquinas - Max esfuerzos principales	124
Figura 9/17	Caverna casa de máquinas - Min esfuerzos principales	125

APENDICES

Apéndice A	Ventana de acceso Cálculos de las cimbras de acero
Apéndice B	Tubería de presión B1 Curvas características de la roca B2 Alternativa 3 - Determinación de las deformaciones y sollicitaciones máximas B3 Alternativa 1 - Determinación de las deformaciones y sollicitaciones máximas
Apéndice C	Casa de máquinas Estabilidad de cunas de roca
Apéndice D	Casa de máquinas Análisis a elementos finitos

PLANOS

0209-C-2028	Alternativas de Obras Componentes Obras de Caída. Soluciones Alternativas
-------------	--

1. INTRODUCCION

En el presente anexo se describen las metodologías de cálculo adoptadas, los criterios de diseño asumidos y los resultados de cálculo obtenidos para las principales obras subterráneas del proyecto Coca Codo-Sinclair.

En este informe se incluye también un resumen de las principales características de los macizos rocosos afectados por la prevista construcción de las obras en subterráneo. Informaciones más detalladas de las características de estos macizos se encuentran en el Anexo J al Informe General, anexo titulado "Mecánica de Rocas".

2. OBRAS PREVISTAS

Las obras en subterráneo previstas en el proyecto consisten principalmente en lo siguiente:

- túnel de aducción;
- ventanas de acceso para el túnel de aducción;
- tubería de presión;
- caverna principal y secundaria de la casa de máquinas;
- túneles aguas abajo de la casa de máquinas.

2.1 Túnel de aducción

Esta obra, que conecta la captación al sitio Salado con el embalse compensador, tiene un largo de unos 24.9 km y un diámetro de excavación generalmente de 5.4 m; la gran mayoría del largo del túnel está prevista ser excavada con el empleo de 2 topes equipados de escudo protector.

La gran mayoría del túnel atraviesa la formación Misahualli; solamente los primeros 700 m se encuentran en granodiorita y los últimos 2.5 km en la formación Hollín.

2.2 Ventanas

Para razones constructivas del túnel de aducción se han previsto tres ventanas: la primera aguas arriba de unos 400 m de largo, la segunda (principal) de unos 2 km y la tercera de aguas abajo de unos 800 m de largo.

La primera en granodiorita está prevista ser excavada con método tradicional; la segunda parte en avalanchas de escombros y parte en la formación Misahualli, está prevista ser excavada con método tradicional hasta entrar unos 100 m en la formación Misahualli de donde se continua con el topo; la tercera en formación Hollín será excavada casi integralmente con el topo.

2.3 Tubería de presión

Durante la preparación de este informe quedaban todavía a analizarse las dos alternativas de obras de caída definidas respectivamente Alternativa 1 y Alternativa 3.

2.3.1 Alternativa 1 Esta alternativa está constituida por un primer tramo inclinado desde el compensador hasta llegar unos 40 m adentro en la formación Misahualli, un segundo tramo subhorizontal de unos 740 m y un tercer tramo inclinado (de alta presión) de unos 700 m de largo con su conexión a la casa de máquinas de unos 60 m. Los primeros dos tramos son revestidos en hormigón armado mientras el tercero con blindaje de acero. Los diámetros internos varían de 4,72 m en el primer caso a 4,04 m en el segundo.

2.3.2 Alternativa 3 Esta alternativa está constituida por dos tramos uno en pozo vertical de 460 m de alto y el otro en tramo subhorizontal de unos 1.420 m de largo. Todo el pozo vertical y la mayoría del tramo subhorizontal se prevé revestido en hormigón armado; solamente el tramo terminal de unos 350 m aguas abajo de una pantalla de inyección se prevé con blindaje de acero. Los diámetros internos son respectivamente de 4,60 m en el tramo revestido en hormigón y 4,20 m en el tramo con blindaje.

2.4 Casa de máquinas

La casa de máquinas ubicada unos 500-600 m adentro en el macizo rocoso de la Misahualli está constituida por dos cavernas una principal de los grupos y una secundaria de los transformadores y de la subestación en SF6.

La caverna principal tiene un ancho de excavación de 24,0 m y un alto máximo en correspondencia de la bóveda semicircular de 44,2 m; la longitud total de primera etapa alcanza los 86 m a los cuales hay que añadir unos otros 15 m de excavación inicial del prolongamiento necesario para la segunda etapa.

La caverna secundaria cuyo eje se ubica a una distancia de 38,7 m del correspondiente eje de la caverna de los grupos, resulta de 13,5 m de ancho y de 25,5 m de alto.

2.5 Túneles aguas abajo de la casa de máquinas

El túnel de descarga presenta una longitud de unos 600 m y una sección revestida en hormigón, por razones hidráulicas, en herradura con radio de 2,9 m.

El túnel de acceso de un largo de 510 m presenta una sección interna neta de 6 m de ancho y de 7,50 m de alto máximo en correspondencia de la bóveda semicircular.

La galería de cables, que conecta la caverna de los transformadores con el patio de maniobra, tiene un largo de 530 m y una sección de 3x5,5 m, con bóveda de 1,5 m de radio y paredes rectas de 4 m de alto.

Todas estas obras se encuentran en la formación Misahualli.

3. INVESTIGACIONES EJECUTADAS DE MECÁNICA DE ROCAS

En este capítulo se resumen las investigaciones de mecánica de rocas ejecutadas durante las diferentes fases del estudio: para mayor detalle se hace referencia al Anexo I del Informe General a este respecto.

3.1 Generalidades

Sea en el curso de la fase anterior del estudio (Fase A) que en la fase actual (Fase B) se hizo una campaña de investigaciones in situ y de pruebas de laboratorio para mejorar el conocimiento del macizo rocoso interesado por la prevista construcción de las obras subterráneas del proyecto.

En particular, en las diferentes zonas del macizo rocoso en las cuales se prevé la construcción de las obras subterráneas, las investigaciones fueron planteadas a fin de determinar los aspectos siguientes:

a. Individualización de los sistemas de fallas principales y de las discontinuidades menores que tienen importancia a fin del estudio de estabilidad de las obras.

b. Determinación de las características de resistencia al corte a lo largo de las fracturas.

c. Características de deformabilidad del macizo rocoso en las zonas de mayor interés.

d. Características de resistencia de la roca intacta y extrínseca de la polación de las mismas al caso del macizo mediante un índice de caracterización del segundo.

e. Estados originarios de esfuerzo in situ y situación hidrogeológica y de permeabilidad del macizo.

3.2 Documentación disponible

Entre la documentación disponible utilizada para la preparación del presente informe cabe mencionar principalmente la siguiente: parada anteriormente por INCEC y la Asociación de Firmas Consultoras, durante el curso de los estudios del Proyecto.

- a. Informe General de la Fase A (0209-A-150) y sus Anexos J (0209-A-160) y M (0209-A-163) titulados respectivamente "Mecánica de Rocas" y "Obras Subterráneas", mayo de 1988.
- b. Informe 0209-R-320, Mecánica de Rocas - Galería exploratoria GCM1 - Mapeo Geoestructural y Análisis de Discontinuidades, julio de 1991.
- c. Informe 0209-R-400, Investigaciones - Perforaciones - Ensayos de Hidrofracturamiento ejecutados en el sondeo rotativo SCE1 para la Chimenea de equilibrio en el sector Codo Sinclair, julio de 1991.
- d. Informe 0209-R-136, Obras Subterráneas - Tramo Compensador Codo Sinclair - Disposiciones a ser estudiadas durante la Fase B del estudio - Informe del Consultor Independiente Dr. Ing. G. Lombardi, agosto de 1991.
- e. Informe 0209-R-322, Mecánica de Rocas - Informe del Consultor Independiente Ing. W. Amberg, noviembre de 1991.
- f. Informe 0209-R-141, Underground Works - Mission Report of the Special Consultant Dr. Eng. W. Steiner, noviembre de 1991.
- g. Informe 0209-R-401, Investigaciones - Perforaciones - Ensayos de Hidrofracturamiento ejecutados en los sondeos rotativos SCM7, SCM8 y SCM9 para las obras de generación en el sector Codo Sinclair, noviembre de 1991.

3.3 Tipología de las investigaciones de campo

Las investigaciones de campo ejecutadas durante la Fase B del estudio, a integración de aquellas de la Fase A ilustradas esencialmente en el Informe 0209-A-160 de Mecánicas de Rocas, incluyen:

- a. Mapeo geoestructural de detalle y análisis de discontinuidades para las siguientes galerías exploratorias:
 - GT1, al comienzo del túnel de aducción en el sitio Salado (en macizo granodiorítico);
 - GT3, al final del túnel de aducción en el sitio del embalse compensador (en la formación Hollín);
 - GTP1, en la zona intermedia de la tubería de presión (en la formación Misahuallí);
 - GCM1, en la zona de la casa de máquinas y sus obras anexas (siempre en la formación Misahuallí).
- b. Prospecciones geosísmicas a refracción a lo largo del eje del piso de las galerías exploratorias antes mencionadas para evaluar

las características promedias de la roca "disturbada", en términos de velocidad de las ondas sísmicas longitudinales.

- c. Ejecución de los siguientes sondeos verticales: ST6, ST7, ST8, SC9, SC10, SC11, SC12, SCE1, SCE2, SCM8 y SCM9 para determinar: los diferentes tipos litológicos de roca encontrada, sus propiedades como el RQD y la densidad de las fracturas, el nivel de la napa freática y la permeabilidad de la roca (ensayos Lugeon).

Desde la galería exploratoria GCM1 se han perforado también los siguientes dos sondeos horizontales SCM10 y SCM11.

- d. Pruebas de gato plano en pared de las galerías exploratorias para determinar la componente del estado de esfuerzo perpendicular al plano de corte y determinar el módulo de deformabilidad de la roca en la proximidad de las paredes de las galerías mismas.
- e. Pruebas de carga directa sobre placa, siempre a lo largo de las galerías exploratorias, para determinar el módulo de deformabilidad del macizo.
- f. Pruebas de hidrofracturamiento en los siguientes sondeos: SCE1, SCM7, SCM8 Y SCM9 para determinar el estado originario de esfuerzo del macizo.

3.4 Tipología de las pruebas de laboratorio

De la recuperación de los sondeos han sido escogidos testigos de roca sobre los cuales en laboratorio se han determinado las características físico-mecánicas de la roca, la deformabilidad de la roca indisturbada y la resistencia al corte relacionada sea a la roca indisturbada que a las superficies de discontinuidad. Las pruebas de laboratorio ejecutadas han sido las siguientes:

- a. Determinación de las características físicas de la roca (peso específico, porosidad, peso del volumen seco, etc).
- b. Pruebas de compresión monoaxial que han permitido obtener el módulo de elasticidad de la roca, el coeficiente de Poisson y la resistencia a compresión monoaxial.
- c. Pruebas de compresión triaxial para determinar los parámetros de resistencia al corte, en términos de cohesión y de ángulo de fricción, o las constantes del macizo rocoso original m y s .
- d. Pruebas de corte directo a lo largo de las discontinuidades para determinar la resistencia al corte a lo largo de las mismas.
- e. Mediciones de velocidades sónicas.

4. PARAMETROS GEOMECANICOS ADOPTADOS

4.1 Generalidades

Con las pruebas de laboratorio, descritas en el numeral 3.4, han sido determinadas las características del macizo rocoso y de las superficies de las discontinuidades. In situ se han hecho pruebas representativas del macizo rocoso con particular atención a su deformabilidad, véase numeral 3.3.

En general la resistencia al corte de un macizo rocoso se compone de dos factores: la cohesión y la fricción. Esta resistencia varía (disminuyendo) en función del desplazamiento relativo, del valor máximo de pico al valor residual.

Esta disminución se debe al superamento de la resistencia interna en el macizo relacionada a singularidades y a "puentes" de roca sana a lo largo de las superficies de desplazamiento. Cuando el desplazamiento llega a valores bastantes elevados a lo largo de las superficies de ruptura se genera una resistencia debida solamente a la fricción.

4.2 Clasificación del macizo rocoso

Los sistemas de clasificación de los macizos rocosos se basan sobre parámetros típicos que permiten evaluar las características globales del conjunto. Estos sistemas constituyen ayudas valiosas en fase de diseño ya que permiten utilizar los resultados de experiencias practicas obtenidas sea en diseño que en construcción de varias obras subterráneas en macizos rocosos de características similares a aquellas en examen.

Entre los varios sistemas de clasificación se hizo referencia en el presente informe al bien conocido sistema de "Bieniawsky" que permite formular un juicio cualitativo y cuantitativo de las características globales de los macizos rocosos.

Con referencia a los macizos rocosos relacionados a las obras subterráneas del proyecto, la clasificación de los mismos según Bieniawsky se ilustra en el Anexo J del Informe General, titulado "Mecánicas de Rocas".

4.3 Características de resistencia

El macizo rocoso, cuando no se encuentre caracterizado por la presencia de una sola familia de discontinuidades que determina un

comportamiento anisótropo, puede ser modelado como un medio homogéneo e isotrópico con parámetros de resistencia globales que se pueden obtener de aquellos típicos del macizo inalterado con una adecuada reducción para tomar en cuenta:

- intensidad y tipo de fracturación;
- características promedio de las discontinuidades.

En base a la clasificación del macizo rocoso (según Bieniawsky) se pueden obtener los valores característicos de los parámetros de resistencia del macizo, para cada clase individuada. En el caso en que la operación de clasificación conlleve a establecer para un determinado macizo rocoso, una ubicación intermedia entre dos clases contiguas, los valores de resistencia del macizo se determinan mediante interpolación.

El criterio de ruptura adoptado, es aquel propuesto por "Hoek y Brown" que indica la relación existente entre los esfuerzos principales a ruptura, según la ecuación siguiente:

$$\sigma_1/\sigma_c = \sigma_3/\sigma_c + (m \cdot \sigma_3/\sigma_c + s)^{0.5}$$

donde: σ_c es la resistencia a compresión monoaxial de la matriz inalterada y m e s son dos constantes que dependen de:

- propiedades de la matriz inalterada relacionadas a la origen, a la composición mineralógica y a la estructura del litotipo;
- grado de fracturación del macizo;
- características de las discontinuidades.

A salir de la clasificación del macizo según Bieniawsky, y utilizando los caracteres descriptivos indicados en el Cuadro 4/1, se determinan los valores de las constantes m y s que se encuentran en la citada ecuación de Hoek y Brown.

Este criterio se considera particularmente ventajoso en la determinación de la resistencia de los macizos rocosos, porque permite utilizar directamente el valor de la resistencia monoaxial (σ_c) que fácilmente se puede determinar experimentalmente con varias mediciones que permiten análisis estadísticas.

Utilizando las relaciones indicadas más adelante, se puede construir en el plano σ , τ la curva envolvente de Mohr a ruptura que corresponde a los valores de σ_c , m y s. Dicha curva indica al variar de la tensión normal σ el correspondiente valor de la tensión tangencial a ruptura, la inclinación del plano de ruptura y, en conclusión, los valores promedio de cohesión y del ángulo de fricción para un campo referencial de tensiones normales según los casos en examen.

Cuadro 4/1

ECUACIONES QUE DEFINEN LA RESISTENCIA DE LA ROCA

	<i>Rocas carbonatadas con el crucero de los cristales bien desarrollado (dolomita, caliza y mármol)</i>	<i>Rocas arcillosas litificadas (lodolita, limolita, lutita y pizarra) (normales al crucero)</i>
Muestras de roca inalterada Muestras de roca de tamaño de laboratorio, libres de defectos estructurales Valor CSIR 100+, Valor NGI 500	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{7\sigma_{3n}} + 1.0$ $\tau_n = 0.816(\sigma_n + 0.140)^{0.634}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{10\sigma_{3n}} + 1.0$ $\tau_n = 0.918(\sigma_n + 0.099)^{0.677}$
Macizo rocoso de muy buena calidad Roca íntimamente embonada inalterada con fisuras no meteorizadas con separación de ± 3 m Valor CSIR 85, Valor NGI 100	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{3.5\sigma_{3n}} + 0.1$ $\tau_n = 0.651(\sigma_n + 0.028)^{0.675}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{5\sigma_{3n}} + 0.1$ $\tau_n = 0.739(\sigma_n + 0.020)^{0.687}$
Macizo rocoso de buena calidad Roca sana e poco meteorizada y poco afectada por fisuras espaciadas de 1 a 3 m Valor CSIR 65, Valor NGI 10	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.7\sigma_{3n}} + 0.004$ $\tau_n = 0.369(\sigma_n + 0.006)^{0.669}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{1.0\sigma_{3n}} + 0.004$ $\tau_n = 0.427(\sigma_n + 0.004)^{0.683}$
Macizo rocoso de calidad mediana Varias series de fisuras de meteorización moderada, con espaciamiento de 0.3 a 1 m Valor CSIR 44, Valor NGI 1.0	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.14\sigma_{3n}} + 0.0001$ $\tau_n = 0.198(\sigma_n + 0.0007)^{0.682}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.20\sigma_{3n}} + 0.0001$ $\tau_n = 0.234(\sigma_n + 0.0005)^{0.675}$
Macizo rocoso de mala calidad Muchas juntas meteorizadas, con espaciamiento de 30 a 500 mm con algo de relleno/pedacería de roca limpia Valor CSIR 23, Valor NGI 0.1	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.04\sigma_{3n}} + 0.00001$ $\tau_n = 0.115(\sigma_n + 0.0002)^{0.644}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.05\sigma_{3n}} + 0.00001$ $\tau_n = 0.129(\sigma_n + 0.0002)^{0.655}$
Macizo rocoso de muy mala calidad Muchas juntas muy meteorizadas con espaciamiento de menos de 50 mm con relleno/pedacería de roca con finos Valor CSIR 3, Valor NGI 0.01	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.007\sigma_{3n}} + 0$ $\tau_n = 0.042(\sigma_n)^{0.534}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.010\sigma_{3n}} + 0$ $\tau_n = 0.050(\sigma_n)^{0.538}$

<i>Rocas arenosas con cristales fuertes y el crucero de los cristales poco desarrollado (arenisca y cuarcita)</i>	<i>Rocas ígneas cristalinas de grano fino y poliminerálicas (andesita, dolerita, diabasa y riolita)</i>	<i>Rocas cristalinas ígneas y metamórficas de grano grueso y poliminerálicas (anfibilolita, gabro, gneiss, granito, norita y cuarzdiorita)</i>
$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{15\sigma_{3n}} + 1.0$ $\tau_n = 1.044(\sigma_n + 0.067)^{0.682}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{17\sigma_{3n}} + 1.0$ $\tau_n = 1.086(\sigma_n + 0.059)^{0.684}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{25\sigma_{3n}} + 1.0$ $\tau_n = 1.220(\sigma_n + 0.040)^{0.705}$
$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{7.5\sigma_{3n}} + 0.1$ $\tau_n = 0.848(\sigma_n + 0.013)^{0.702}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{8.5\sigma_{3n}} + 0.1$ $\tau_n = 0.883(\sigma_n + 0.012)^{0.705}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{12.5\sigma_{3n}} + 0.1$ $\tau_n = 0.998(\sigma_n + 0.008)^{0.712}$
$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{1.5\sigma_{3n}} + 0.004$ $\tau_n = 0.501(\sigma_n + 0.003)^{0.685}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{1.7\sigma_{3n}} + 0.004$ $\tau_n = 0.525(\sigma_n + 0.002)^{0.688}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{2.5\sigma_{3n}} + 0.004$ $\tau_n = 0.603(\sigma_n + 0.002)^{0.707}$
$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.30\sigma_{3n}} + 0.0001$ $\tau_n = 0.280(\sigma_n + 0.0003)^{0.688}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.34\sigma_{3n}} + 0.0001$ $\tau_n = 0.295(\sigma_n + 0.0003)^{0.691}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.50\sigma_{3n}} + 0.0001$ $\tau_n = 0.346(\sigma_n + 0.0002)^{0.700}$
$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.08\sigma_{3n}} + 0.00001$ $\tau_n = 0.162(\sigma_n + 0.0001)^{0.672}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.09\sigma_{3n}} + 0.00001$ $\tau_n = 0.172(\sigma_n + 0.0001)^{0.676}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.13\sigma_{3n}} + 0.00001$ $\tau_n = 0.203(\sigma_n + 0.0001)^{0.686}$
$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.16\sigma_{3n}} + 0$ $\tau_n = 0.061(\sigma_n)^{0.546}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.017\sigma_{3n}} + 0$ $\tau_n = 0.065(\sigma_n)^{0.548}$	$\sigma_{1n} = \sigma_{3n} + \sqrt{0.025\sigma_{3n}} + 0$ $\tau_n = 0.078(\sigma_n)^{0.556}$

Cabe mencionar que los valores promedio de cohesión y de fricción, así determinados por vía indirecta, constituyen parte de los datos de base para la aplicación de métodos numéricos a fin de solucionar el problema de la interacción entre roca y estructuras de soporte en casos de particular complejidad.

Las relaciones antes mencionadas resultan así expresadas:

$$\tau = (\cot \Phi_1' - \cos \Phi_1') m \sigma_c / 8$$

donde Φ_1' es el ángulo de fricción para una determinada pareja de valores σ' y τ (es decir el ángulo respecto a la horizontal de la tangente a la curva envolvente de Mohr en el punto σ', τ como se ve en la Figura 4/1).

El ángulo Φ_1' a su vez, se obtiene de la relación siguiente:

$$\Phi_1' = \text{Arctan} (4h \cdot \cos^2 (30 + 1/3 \text{Arcsin } h^{-3/2}) - 1)^{-1/2}$$

donde:

$$h = 1 + \frac{16(m\sigma' + s\sigma_c)}{3 m^2 \sigma_c}$$

4.4 Características de deformabilidad

La deformabilidad del macizo rocoso, así como su resistencia, depende de la configuración, frecuencia y características de las discontinuidades y de la deformabilidad de la matriz rocosa inalterada.

La interpretación de las pruebas de carga directa sobre placas, ejecutadas en las galerías exploratorias (GT1, GT3, GTP1 y GCM1), ha permitido determinar para cada sitio analizado, los valores promedio del módulo de deformabilidad del macizo rocoso.

Donde no se hizo la determinación directa del módulo de deformabilidad (E_d), fue necesario estimar el módulo de deformabilidad en base a correlaciones disponibles en la literatura técnica que relacionan el mismo a los índices de calidad de la roca o eventualmente al módulo de deformabilidad de la matriz rocosa inalterada determinado en laboratorio sobre muestras sacadas de los testigos de los sondeos.

Las correlaciones utilizadas se describen en las Figuras 4/2 y 4/3. Las mismas describen respectivamente el andamento del módulo de deformabilidad en función del valor estimado de RMR (rock mass rating, según Bieniawsky), por $\text{RMR} > 50$, y la relación E_{dm}/E_{d1} en función de RQD (rock quality designation, siempre según Bieniawsky). Para valores de $\text{RMR} < 50$ se utilizó la relación siguiente:

$$E_{dm} = (\text{RMR} - 10) / 4 \text{ (GPa)}$$

Figura 4 / 1

GRAFICOS DE LAS CONDICIONES DE ESFUERZOS DE FALLA PARA
ROCA SANA

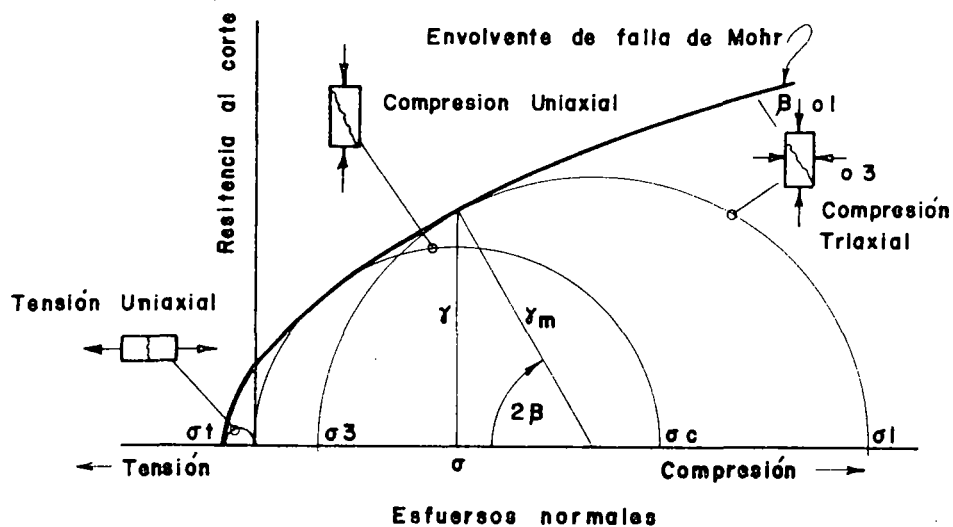
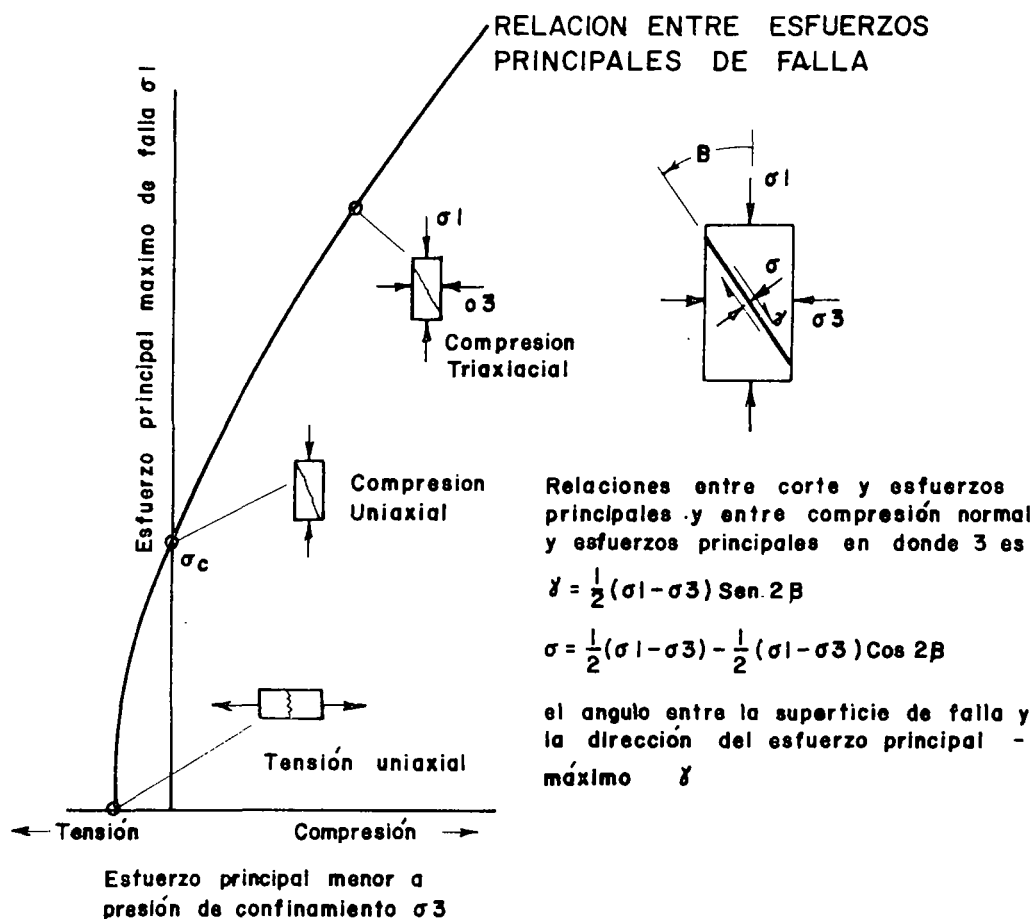


Figura 4/2

CORRELACION ENTRE MODULO DE DEFORMACION Y RNR

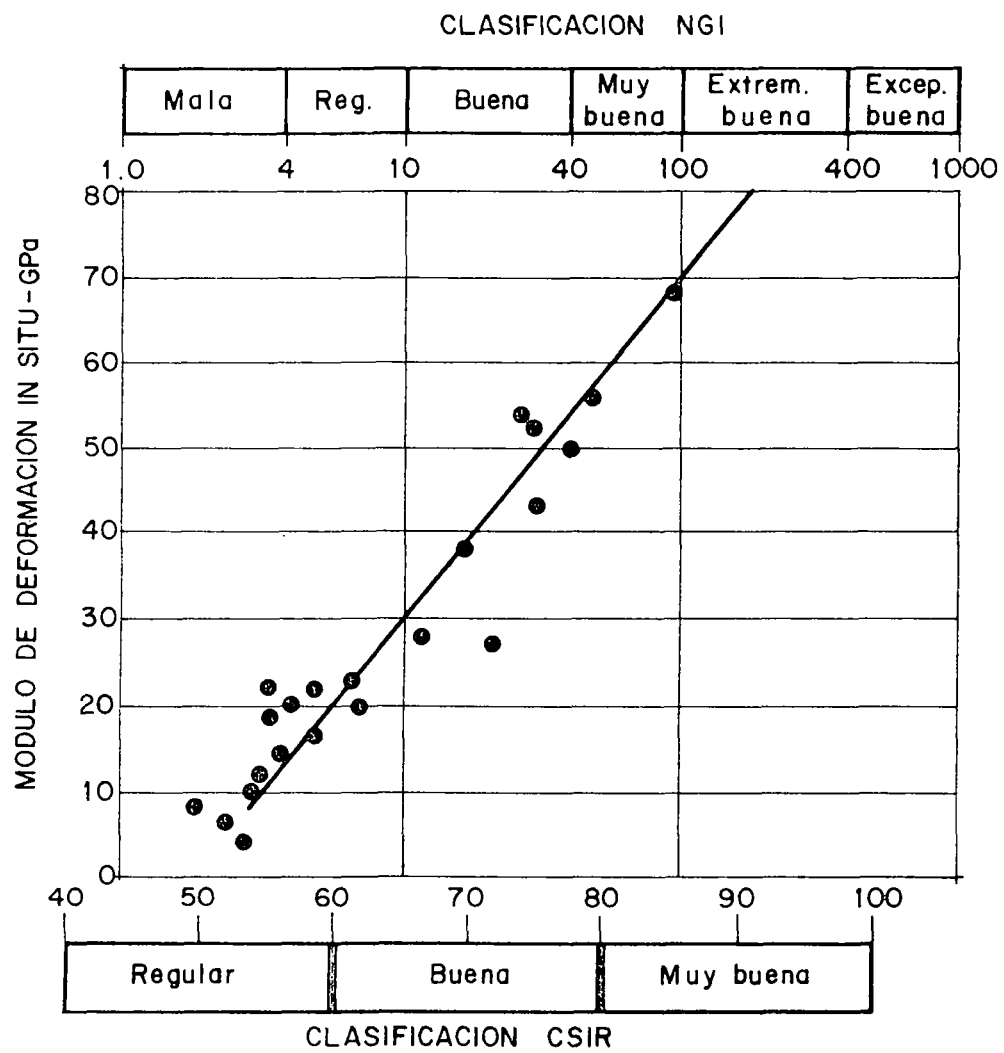
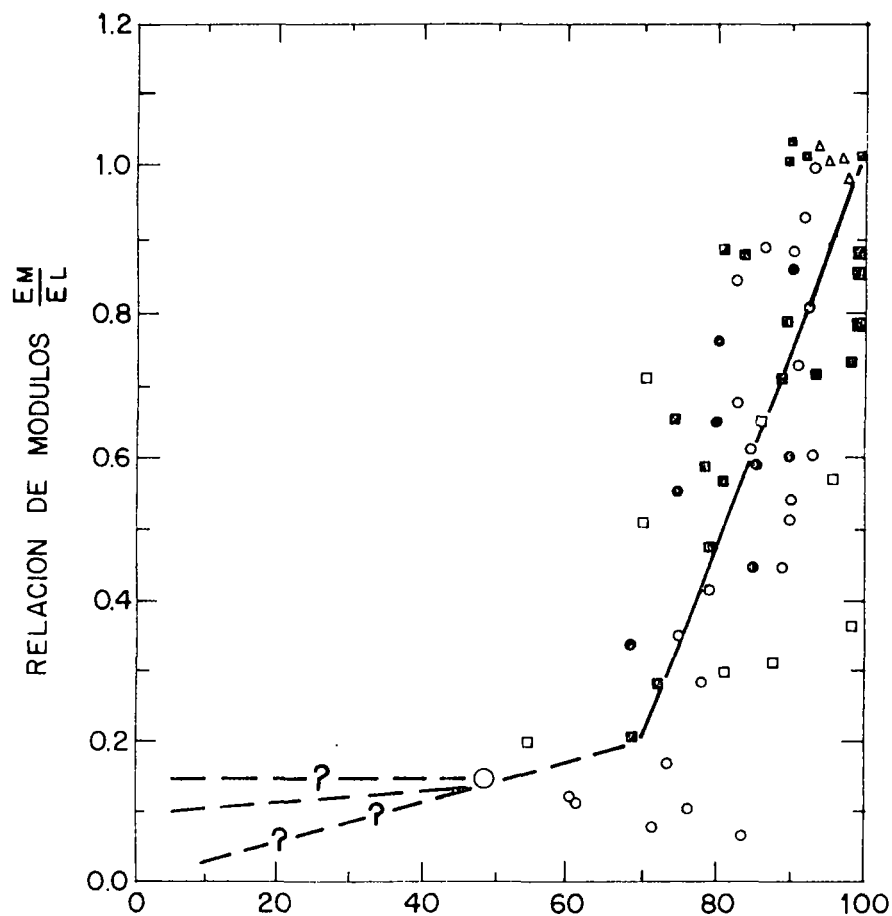


Figura 4/3

CORRELACION ENTRE EL RQD Y LA RELACION DE MODULOS $\frac{E_M}{E_L}$



SIMBOLOGIA

- RESULTADOS DE LA PRESA DWORSHAK, 1967
- RESULTADOS LUEGO DE COON Y MERRITT
- TUNEL DE ORANGE FISH-PRUEBAS DE GATO VERTICAL, OLIVER, 1977.
- ▲ TUNEL DE ORANGE FISH - PRUEBAS DE GATO HORIZONTAL
- PRUEBAS DRAKENSBERG
- PRUEBAS ELANDSBERG
- ◇ OTROS DATOS, 1978

5. METODOLOGIAS DE CALCULO

A continuación se describen las diferentes metodologías de cálculo adoptadas según los casos para determinar los dispositivos de protección tanto provisionales como definitivos de las excavaciones en subterráneo que requiere el proyecto.

5.1 Metodología de las líneas características - Generalidades

Los esfuerzos y las deformaciones de la roca alrededor de los túneles, en los revestimientos o soportes de los mismos, dependen de las propiedades de la roca, de su estado de esfuerzo in situ, de la rigidez y tipología de los soportes previstos y en fin de los tiempos y modalidades ejecutivas.

La interrelación de estos factores se puede representar con las líneas características de la roca y con aquellas de los soportes en un diagrama de mutua interacción roca-estructura.

En el esquema ilustrado en Figura 5/1 la presión radial p , necesaria en un cierto punto del perfil de excavación, para limitar el valor de la convergencia local a δ_1 , está representada por la línea característica de la roca. En este caso el soporte está instalado en el punto P cuando el desplazamiento radial δ_{10} ya ha ocurrido.

Desde este punto el soporte empieza a ser cargado por efecto del desplazamiento PG hasta alcanzar una posición de equilibrio en el punto G.

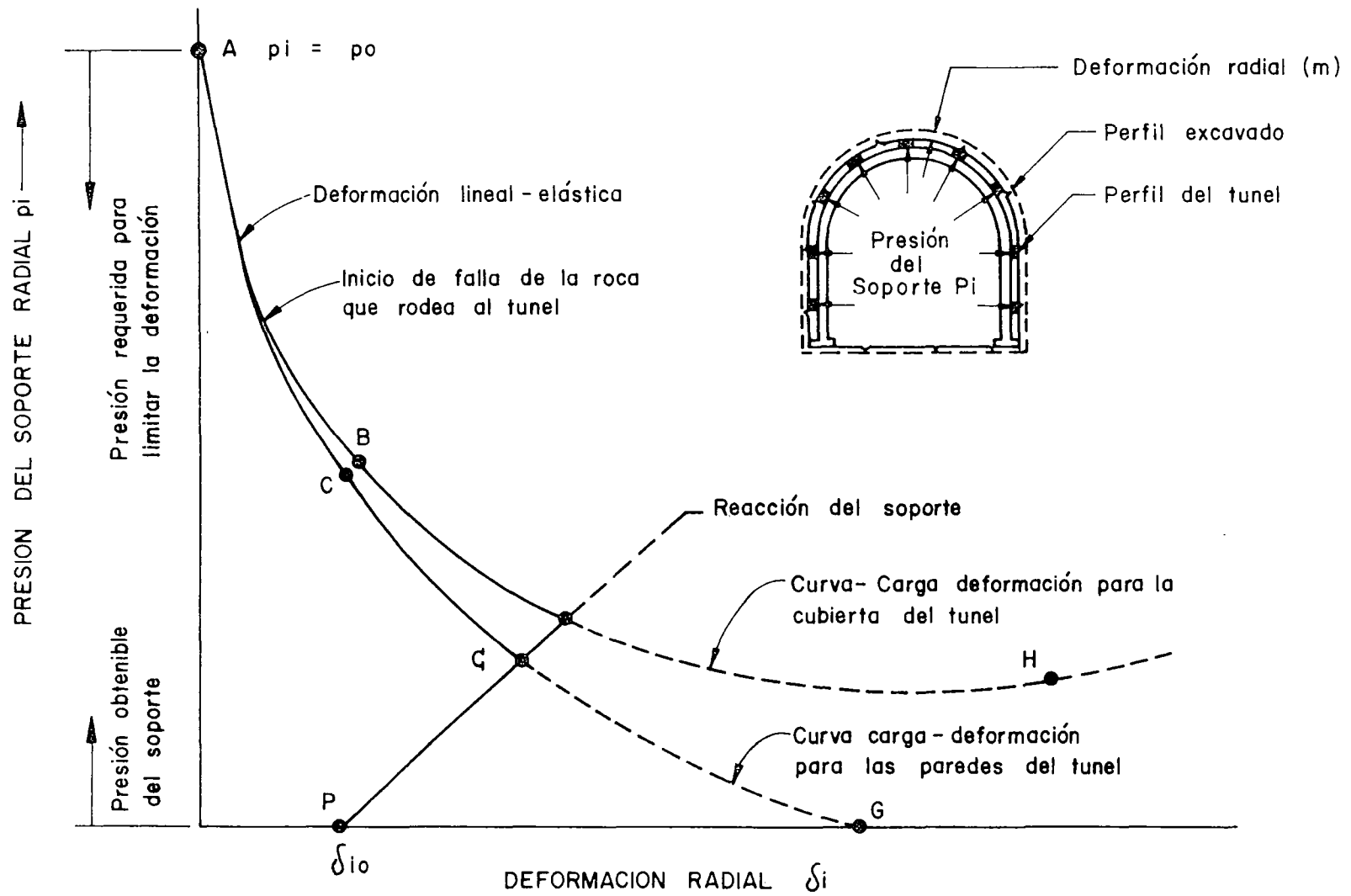
Este tipo de análisis constituye un instrumento muy útil para seleccionar y dimensionar el sistema de soporte con el fin de limitar la convergencia del perfil de excavación y la extensión de la eventual zona plastificada de la roca limitando el efecto de "loosening" de la misma.

5.1.1 Línea característica del macizo rocoso - Sección circular
Soluciones disponibles en "forma analítica" se refieren al caso de geometrías de excavación simples, como la circular, en presencia de un estado de esfuerzo de tipo isótropo (hidrostático). A estas soluciones se puede hacer referencia en el caso de que las condiciones reales del problema puedan ser consideradas suficientemente similares a aquellas ideales.

Para la solución de problemas de interacción roca-estructura mas complejos es necesario hacer referencia a métodos numéricos.

Figura 5/1

ESQUEMA DE LAS LINEAS CARACTERISTICAS



En el caso de secciones circulares o muy similares a las mismas las hipótesis del modelo utilizado son las siguientes:

- Se consideran secciones circulares de radio inicial r_1 y el largo del túnel es tal que el problema puede ser considerado como bi-dimensional (estado plano de deformaciones).
- El estado de esfuerzo in situ es de tipo hidrostático e igual a P_0 .
- Se supone, en primera aproximación que el soporte actúe con una presión radial uniforme p_1 sobre el perfil de excavación.
- El comportamiento de la roca in situ se asume inicialmente de tipo elástico-lineal, caracterizado por el módulo elástico E , el coeficiente de Poisson ν y con un criterio de ruptura inicial (resistencia de pico) definido por la relación ya comentada al numeral 4.3:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + (m \cdot \sigma_c \cdot \sigma_3 + s \cdot \sigma_c^2)^{1/2} \quad (1)$$

- Se hipotiza que la roca, una vez alcanzada la condición de ruptura, sea caracterizada por una resistencia residual definida por la relación siguiente:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + (m_r \cdot \sigma_c \cdot \sigma_3 + s_r \cdot \sigma_c^2)^{1/2} \quad (2)$$

La relación esfuerzos-deformaciones se ilustra en la Figura 5/2. Se hipotiza que la roca tenga un comportamiento elástico-lineal, con módulo de deformación E y coeficiente de Poisson ν hasta que no se alcance la resistencia inicial obtenible de la (1) para cada valor de σ_3 . A este punto la resistencia baja de repente al valor residual según la relación (2).

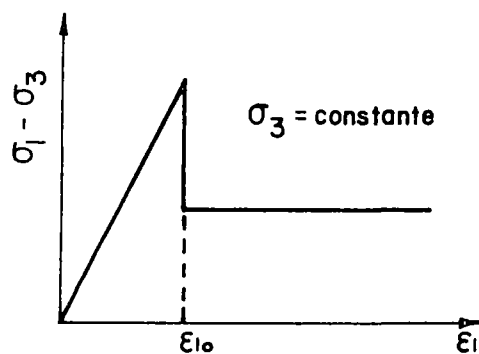
El fenómeno de reducción de resistencia y la consiguiente deformación determinan el fenómeno de dilatación. El gradiente f de deformación ϵ_3 en función de ϵ_1 y el gradiente F de deformación volumétrica total v en función de ϵ_1 , ambos relacionados a la fase siguiente a la resistencia de pico, no son fácilmente obtenibles para macizos rocosos reales (con fracturas).

Una manera posible para definir dichos parámetros que determinan la deformación volumétrica, consiste en la regla del "flujo plástico de tipo asociado" que permite determinar el valor de los parámetros f y F (f_{max}).

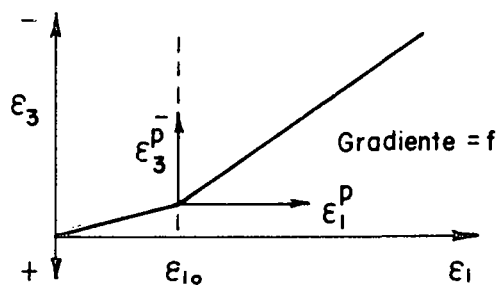
Dicha solución se presenta como adecuada a describir el comportamiento dilatante del material rocoso caracterizado por elevada densidad y fragilidad con alto grado de interconexión entre los bloques.

RELACIONES ESFUERZOS-DEFORMACIONES Y DERIVADAS

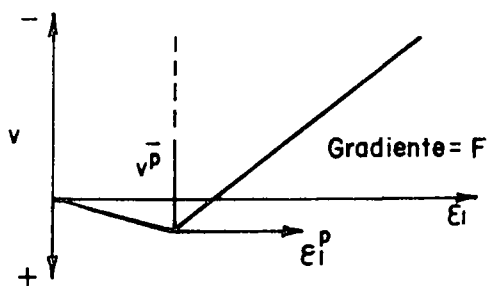
GRAFICO ESFUERZO - DEFORMACION



GRADIENTE f ENTRE DEFORMACIONES ϵ_3 y ϵ_1



GRADIENTE F ENTRE DEFORMACION VOLUMETRICA TOTAL (v) y ϵ_1



De todas maneras existe la posibilidad de hacer análisis de sensibilidad del comportamiento deformacional de la roca en proximidad de la excavación variando el gradiente f de 1 (f_{min}) a f_{max} . Una determinación más adecuada de los valores de parámetros del macizo, como f , se puede obtener mediante observación (monitoreo) de excavaciones de pruebas en una etapa inmediatamente anterior a la construcción.

Con esta premisa, el modelo elasto-plástico permite llegar a la expresión de la línea característica relativa a una determinada excavación, es decir aquella línea que representa la relación entre la presión radial interna del soporte p_1 y el desplazamiento radial promedio de un punto del borde de la excavación.

Se pueden presentar las dos posibilidades siguientes:

- a. Que no se alcancen las condiciones de plastificación. En este caso la roca se comporta elásticamente y el desplazamiento radial u_1 se obtiene de la relación:

$$\frac{u_1}{r_1} = \frac{(p_0 - p_1)}{2G}$$

donde:

r_1 = radio inicial de la excavación, y

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

- b. Alrededor de la excavación se presenta una zona de ruptura. En este caso el desplazamiento radial promedio u_1 se obtiene de la relación siguiente:

$$\frac{u_1}{r_1} = \frac{M \cdot \sigma_c}{G(f+1)} \left[\frac{f-1}{2} + (r_0/r_1)^{f+1} \right]$$

donde:

r_0 = radio de la zona de roca en condiciones de ruptura

siendo

$$r_0 = r_1 \cdot \exp \left[N - \frac{2}{m_r \cdot \sigma_c} (m_r \cdot \sigma_c \cdot p_1 + s_r \cdot \sigma_c^2)^{1/2} \right]$$

con:

$$N = \frac{2}{m_r \cdot \sigma_c} (m_r \cdot \sigma_c \cdot p_o + s_r \cdot \sigma_c^2 - m_r \cdot \sigma_c^2 \cdot M)^{1/2}$$

$$M = 1/2 [(m/4)^2 + m p_o / \sigma_c + s]^{1/2} - m/8$$

5.1.2 Efecto del peso de la porción de roca en estado de ruptura

La curva expresada por las ecuaciones ante descritas, representa el comportamiento de las paredes laterales de la excavación siendo que el estado de esfuerzo y deformación en dichas áreas no resulta influenciado por el peso muerto de la roca en estado de ruptura alrededor del perfil de excavación.

Con la finalidad de tomar en cuenta dicho efecto en al bóveda y en la solera de la excavación la presión p_1 puede ser aumentada o reducida de la cantidad:

$$\Delta p_1 = \gamma_r (r_o - r_1)$$

donde γ_r es el peso del volumen de roca en estado de ruptura.

5.1.3 Efecto de los soportes - Líneas características de los mismos

a. Generalidades

Los dispositivos de soporte y de revestimiento generalmente se ponen en obra una vez que una cierta parte de la convergencia u_{1o} ya ha ocurrido.

La rigidez del soporte instalado se caracteriza por el valor de una constante k . Por lo tanto la presión radial p_1 que ejerce el soporte puede expresarse de la manera siguiente:

$$p_1 = k(u_{1o}/r_1)$$

donde u_{1o} representa la parte elástica del desplazamiento u_1 .

Por lo tanto se obtiene la relación siguiente:

$$u_1 = u_{1o} + \frac{p_1 \cdot r_1}{k}$$

A continuación se analizan separadamente los siguientes dispositivos de soporte:

- pernos de anclajes a expansión;
- revestimiento en hormigón convencional o lanzado;

- cimbras metálicas.

b. Pernos de anclajes

El desplazamiento u_{ob} debido a la deformación elástica del perno de anclaje puede ser así expresado:

$$u_{ob} = \frac{4L T_b}{\pi f n^2 E_b}$$

donde:

L = largo del perno entre cabeza y anclaje
 db = diámetro del perno
 E_b = módulo elástico del material que constituye el perno
 T_b = carga agente sobre el perno

Además para la constante de rigidez del perno (k_b) se dispone de la relación siguiente:

$$\frac{1}{k_b} = \frac{S_c S_1}{r_i} \left[\frac{4L}{\pi d b^2 E_b} + Q \right]$$

donde:

S_c = distancia transversal (circunferencial) de los pernos
 S₁ = distancia longitudinal de los pernos
 Q = cantidad relativa a las características de deformabilidad de la cabeza y del anclaje

c. Revestimiento en hormigón convencional (o lanzado)

En el caso de un revestimiento de tipo circular se dispone para la constante de rigidez del hormigón (k_c) de la relación siguiente:

$$k_c = \frac{E_c \{r_i^2 - (r_i - t_c)^2\}}{(1 + \nu_c) \{ (1 - 2\nu_c) r_i^2 + (r_i - t_c)^2 \}}$$

donde:

E_c = módulo de elasticidad del hormigón
 ν_c = coeficiente de Poisson
 r_i = radio de excavación
 t_c = espesor del revestimiento

d. Cimbras

Para la constante de rigidez de las cimbras (k_c) se dispone de la relación siguiente:

$$\frac{1}{k_c} = \frac{S \cdot r_1}{E_a A_a} + \frac{S \cdot r_1^3}{E_a I_a} \left[\frac{\theta(\theta + \sin\theta \cos\theta)}{2\sin^2\theta} - 1 \right] + \frac{2S \cdot \theta \cdot t_b}{E_b W^2}$$

donde:

- r_1 = radio de excavación
- S = distancia longitudinal de las cimbras
- θ = mitad del ángulo entre cada punto fijo (punto de bloque) de la cimbra (en radianes)
- W = altura de la sección de la cimbra
- A_a = área de la sección de la cimbra
- I_a = momento de inercia baricéntrico
- E_a = módulo de elasticidad del acero
- E_b = módulo de elasticidad del material de bloque
- t_b = espesor de cada bloque

5.2 Análisis con el método de los elementos finitos (FEM)

Para determinar el estado tensional y deformacional del macizo rocoso en proximidad de excavaciones con secciones que no se acercan a la configuración circular, resulta necesario hacer recurso a métodos numéricos de cálculo; en el presente estudio se ha adoptado el método de los elementos finitos (FEM).

La aplicación del método al modelo del macizo rocoso sujeto a excavación y discretizado con un retículo de elementos triangulares planos, permite obtener las líneas características presión-desplazamiento relacionadas a puntos particularmente significativos del perfil de excavación. El método permite seguir la evolución del estado tensional y deformacional del macizo incluido en el contorno oportunamente vinculado del modelo, simulando las operaciones progresivas de excavación.

El programa de cálculo utilizado hipotiza un comportamiento ideal elasto-plástico del material rocoso. El modelo utiliza los parámetros siguientes:

- módulo de deformación;
- coeficiente de Poisson;
- cohesión;
- ángulo de resistencia al corte.

El análisis de interacción entre roca y dispositivos de soporte puede hacerse esquematizando estos últimos con la aplicación de fuerzas distribuidas de entidad adecuada o con correcciones de los parámetros geomecánicos en las áreas del macizo donde se prevén interven-

ciones de consolidación (como por ejemplo la inyección de los pernos).

5.3 Estabilidad local de bloques (cuñas)

Para verificar localmente la estabilidad de bloques de roca que presenten una potencial inestabilidad, se utiliza el método del equilibrio límite.

El método se basa en la individualización de sólidos de roca potencialmente inestables que se pueden formar a consecuencia de excavaciones; la aplicación del método requiere el conocimiento de las características del macizo rocoso como: el número de las familias de discontinuidades presentes en el macizo, la orientación de las mismas, las características de resistencia, determinadas experimentalmente, de la roca inalterada y a lo largo de las discontinuidades (JRC "joint roughness coefficient" y JCS "joint compression strength" según Barton).

5.4 Cálculo de revestimientos impermeables

El revestimiento impermeable se prevé en las galerías en presión donde el nivel de la piezométrica es superior al nivel de la napa freática. A lo largo de estos tramos el revestimiento en hormigón puede figurarse con una ciertas salidas de agua desde la galería.

La entidad de dichas pérdidas y el valor de la presión P_1 al contacto entre revestimiento y macizo rocoso, varían en función del espesor de las fisuras, de las permeabilidades del revestimiento y de la roca, de la presión interna de la galería P_1 y del nivel de la napa freática correspondiente P_0 .

Los dos sistemas independientes que definen el comportamiento hidráulico del revestimiento y de una excavación circular con diámetro igual a aquello externo del revestimiento se ilustran en la Figura 5/3.

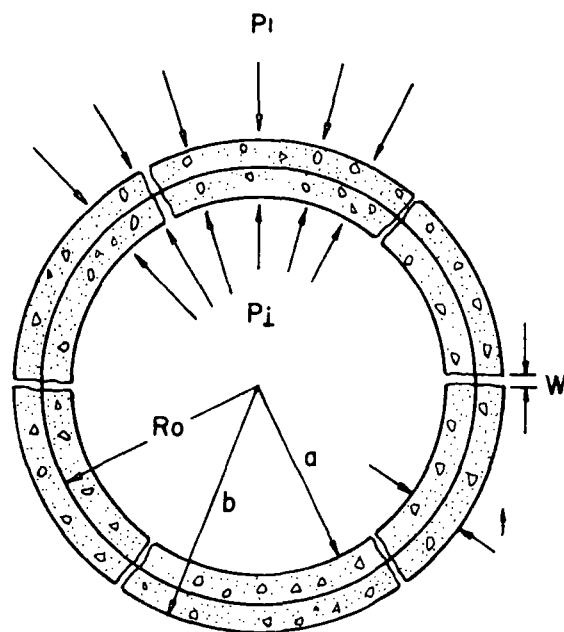
La cantidad de flujo que atraviesa el revestimiento esta representada por la relación siguiente:

$$q_L = \frac{N}{12\eta} \cdot \frac{(P_1 - P_0)}{t} \cdot W^3 \quad (\text{flujo laminar})$$

donde:

- N = número de fisuras
- W = espesor fisuras por $DP = P_1 - P_0$
- q_L = flujo por metro de revestimiento
- η = viscosidad dinámica del agua
- t = espesor del revestimiento

CANTIDAD DE FLUJO DE AGUA EN TUNELES



FLUJO A TRAVES DE
LA SECCION FISURADA

$$q_L = \frac{N}{12n} \frac{(P_i - P_l)}{t} w^3$$

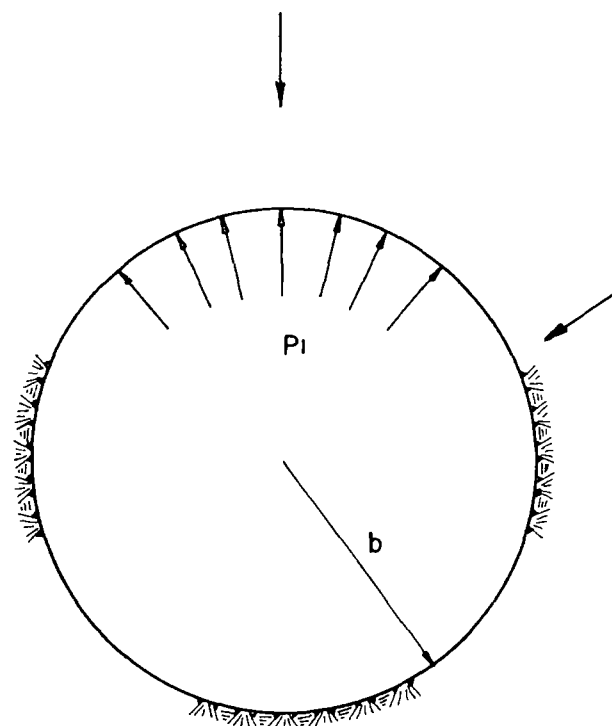
N = número de grietas

n = viscosidad dinámica del agua

FLUJO A TRAVES DE LA
SECCION NO FISURADA

$$q_L = K_c \frac{(P_i - P_l)}{\gamma w} \frac{2\pi R_o}{t}$$

Kc = permeabilidad de los materiales del hormigón



FLUJO HACIA EL
MEDIO

$$q_M = K_i k_R \frac{(P_i - P_o)}{\gamma w}$$

kR = permeabilidad de la masa rocosa

Ki = constante que depende de la
relación profundidad (2), del tunel
bajo el nivel freático, al radio (b)
del tunel

La cantidad de flujo q_m que atraviesa el macizo rocoso alrededor del revestimiento, está representada por la relación siguiente:

$$q_m = k_1 \cdot k_m \frac{(P_1 - P_o)}{\gamma_w}$$

donde:

- γ_w = peso específico del agua
- k_1 = constante en función de la relación profundidad del túnel bajo la napa freática y radio de la excavación
- k_m = permeabilidad del macizo

La evaluación de la entidad del fenómeno que puede obtenerse mediante la imposición de la continuidad del flujo, requiere la aplicación de un proceso iterativo siendo que el valor de W es función de $(P_1 - P_1)$.

En el caso de revestimiento no fracturado la cantidad de flujo que lo atraviesa está representada por la relación siguiente:

$$q_L = k_c \cdot \frac{(P_1 - P_2)}{\gamma_w} \cdot \frac{2\pi R_o}{t}$$

donde:

k_c es la permeabilidad del hormigón.

Esta relación puede aplicarse en el caso de valores de $\Delta P_L = P_1 - P_2$ menores de aquellos necesarios para producir fisuraciones. Este valor se genera con una presión interna P_1 que determina una deformación circunferencial $\epsilon_o \approx 1 \times 10^{-4}$.

El valor de la reducción de presión a través del revestimiento correspondiente al cambio de condiciones entre flujo sin fisuración y flujo con fisuración, depende de la deformabilidad del macizo alrededor del revestimiento.

Las ecuaciones de equilibrio y congruencia para el sistema combinado revestimiento-roca conllevan a relaciones que permiten determinar las tensiones y las deformaciones en el revestimiento.

Siendo:

- σ_o = tensión circunferencial
- σ_r = tensión radial
- E_o = módulo de deformación
- ν_o = coeficiente de Poisson
- $E = E_o / (1 - \nu_o^2)$ módulo de deformación para deformaciones planas
- $\nu = \nu_o / (1 - \nu_o)$ coeficiente de Poisson para deformaciones planas

se dispone de las relaciones siguientes:

$$S_R = E\epsilon_{\theta R} - (1 - \nu) \sigma_R = \sigma_{\theta} - \sigma_R$$

$$S_r = S_R(R/r)^2$$

$$S_R = 2P_0 - 2\sigma_R \quad \text{con } 2P_0 = \sigma_r + \sigma_{\theta} = \text{const}$$

$$\sigma_r = P_0 - 0.5 S_r$$

donde:

r = radio interno del anillo

R = radio externo del anillo

Cada secuencia de anillo de revestimiento y roca puede ser analizada emperando del perfil interno del primer anillo y siguiendo hacia el externo. Los valores que deben ser definidos al comienzo de cada procedimiento son los siguientes:

σ_r = esfuerzo radial

ϵ_{θ} = deformación circunferencial

E = módulo de deformabilidad

ν = coeficiente de Poisson

El valor de ϵ_{θ} , hipotizado para la fibra más interna del sistema, debe ser tal que el valor final de P_0 obtenido sea igual a 0.

Determinado el valor de ϵ_{θ} , este tiene que ser comparado con el valor máximo admisible de 1×10^{-4} para verificar si el revestimiento se encuentre fisurado o menos evaluando la necesidad de refuerzo en acero y su distribución para controlar el espesor promedio de las fisuras.

6. TUNEL DE ADUCCION

6.1 Generalidades

El túnel de aducción del proyecto Coca Codo-Sinclair presenta un largo de unos 25 km y un diámetro interno variable entre 4,7 y 5,5 m. La presión interna máxima varía de unos 10 m en proximidad de las obras de captación hasta un valor máximo de unos 40 m en proximidad de la ventana intermedia, después de la cual la presión máxima baja manteniéndose alrededor de los 25-30 m.

El túnel atraviesa en sus primeros 700 m el macizo granodiorítico, después sigue para unos 21,7 km en la formación volcánica Misahualli y entra en la parte terminal acercándose al embalse compensador en la formación sedimentaria Hollín para un largo de 2,5 km.

Las formaciones rocosas interesadas por el túnel, son generalmente bastante permeables (sobretudo la formación Hollín). En la granodiorita y en la formación Misahualli la permeabilidad es relacionada sea al grado de fracturación que a la cobertura vertical que determina el estado de esfuerzo in situ y a la cobertura horizontal entre galería y superficie rocosa de la ladera del valle.

La cobertura vertical varía entre decenas de metros al comienzo y al final hasta valores variables entre 600 y 800 m a lo largo de la meseta. La cobertura horizontal es muy variable, de un mínimo inicial de pocos centenares de metros hasta un máximo de unos kilómetros en el Codo Norte del río Coca.

La previsión de las condiciones geomecánicas del macizo cruzado por el túnel se ha determinado en base a las investigaciones in situ y las pruebas de laboratorio relacionadas a los sondeos ST1, ST2, ST3, ST4, ST6 y ST7 y a las galerías exploratorias GT1 y GT3 así como al mapeo superficial sistemático de las fallas con sus proyecciones a la cota del túnel.

Por lo que se refiere al nivel de la napa freática, esta se encuentra generalmente por encima del nivel de la piezométrica; el valor máximo de esta diferencia, detectado en correspondencia del sondeo ST1 es de 400 m, baja a 200 m en ST3 y a 40-50 m en ST4. Acercándose al embalse compensador el nivel de la napa freática baja aproximadamente a 25-30 m por debajo de la piezométrica. Por lo tanto a lo largo de la mayoría del túnel no se presentan problemas de pérdidas de agua.

En los tramos revestidos sea en granodiorita que en Misahuallí se prevé ejecutar drenes para reducir la presión desde el exterior sea durante el ejercicio que durante eventuales inspecciones.

El análisis de los datos disponibles permite dividir el túnel de aducción en tramos homogéneos bajo el punto de vista geomecánico y de la tipología de los soportes previstos. Los tramos identificados se dan a continuación:

-	primer tramo	de abscisa	0	hasta abscisa	700
-	segundo tramo	de abscisa	700	hasta abscisa	7.000
-	tercer tramo	de abscisa	7.000	hasta abscisa	11.000
-	cuarto tramo	de abscisa	11.000	hasta abscisa	22.500
-	quinto tramo	de abscisa	22.500	hasta abscisa	25.000

las abscisas expresadas en metros indican valores redondeados.

6.2 Primer tramo (de 0 a 700 m)

En este tramo el túnel se encuentra en el macizo granodiorítico. La excavación prevista es del tipo tradicional. El examen de la roca a lo largo de la galería de exploración GT1 ha permitido individuar en los primeros 80 m una roca fuertemente fracturada. La medida de las velocidades de propagación de las ondas sísmicas ha confirmado esta característica.

Con la prueba de carga directa sobre placa se ha obtenido el siguiente valor del módulo de deformación $E_d = 2.500$ MPa.

Después del primer tramo muy alterado, se pudo determinar un significativo incremento del módulo dinámico (de un 100%) que permite estimar un aumento del módulo de deformación del macizo hasta $E_d = 5.000$ MPa.

En el tramo inicial la resistencia a compresión monoaxial σ_c resultó del orden de 120 MPa; la distancia entre las juntas es de pocos decímetros y hay bastante presencia de agua. El conjunto de los datos observados conlleva a una evaluación promedio del índice RMR del orden de 35.

La evaluación del módulo de deformabilidad, obtenida indirectamente con la relación siguiente:

$$E_m = 10 \cdot \frac{RMR - 10}{40} = 6.2 \text{ GPa}$$

relación válida por $RMR < 50$, confirma el orden de magnitud del módulo de deformabilidad estimado in situ después del primer tramo.

A continuación, en el Cuadro 6/1 se indican los datos utilizados para la construcción de las líneas características del macizo rocoso.

Cuadro 6/1

TUNEL DE ADUCCION EN GRANODIORITA
CARACTERISTICAS DE LA ROCA ASUMIDAS PARA LOS CALCULOS

Resistencia a compresión monoaxial, σ_c	120	MPa
Constantes del macizo rocoso original m, s	0,35 y 0,0001	
Módulo de deformabilidad del macizo, E	2.500	MPa
Constantes del macizo rocoso en la condición de debilitamiento m_r, s_r	0,1 y 0	
Coefficiente de Poisson del macizo, ν	0,2	
Peso de volumen de la roca original, γ	0,027	MN/m ³
Peso de volumen de la roca debilitada, γ_r	0,020	MN/m ³
Altura de la cobertura asumida, H	140	m
Estado tensional estimado in situ, P_0	3,78	MPa

Conservativamente se hizo referencia a los datos de los primeros 80 m del túnel

Los datos se refieren a las condiciones promedio de la roca en los primeros 80 m del túnel. Como evidenciado con los sondeos de los estudios anteriores, la calidad de la roca tendría que mejorar entrando más en el macizo; de todas maneras no se excluye la posibilidad de encontrar otros tramos fracturados como puede evidenciarse del mapeo superficial.

En la Figura 6/1 se indica la curva que representa el criterio de ruptura. Para la sección en examen, el efecto del peso muerto de la roca deformada, determina, a paridad de deformación, el incremento de presión del soporte necesario para estabilizar la bóveda. Esto se ilustra en la Figura 6/2 con la representación de la curva característica de la bóveda.

En el proceso de deformación las paredes de la excavación alcanzan las condiciones de estabilidad con una deformación de 20 mm. mientras la deformación en la bóveda, en ausencia de soportes, sigue aumentando a salir de presiones de contenimiento inferiores a 0,05 MPa.

La protección propuesta (ver Cuadro 6/2) consiste en un sistema de anclajes integrado, en los tramos más fracturados, con hormigón lanzado reforzado para limitar inestabilidades de pequeños bloques de roca (de 0,1 m).

TUNEL DE ADUCCION EN LA GRANODIORITA (Km 0+000 - Km 0+700)
RELACION ENTRE ESFUERZOS PRINCIPALES
EN EL DEBILITAMIENTO

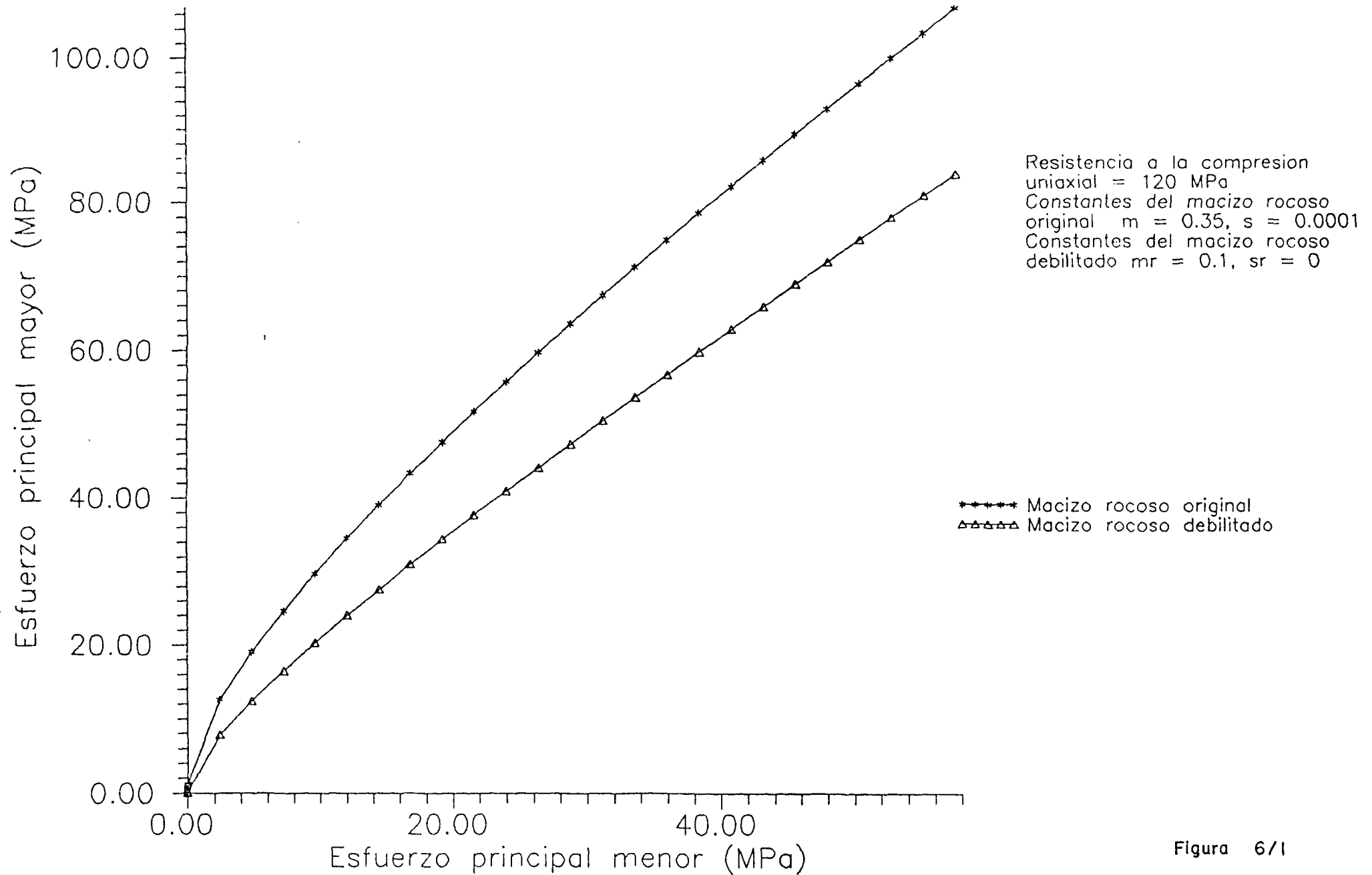


Figura 6/1

TUNEL DE ADUCCION EN LA GRANODIORITA (Km 0+000 .- Km 0+700) ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA-SOPORTE

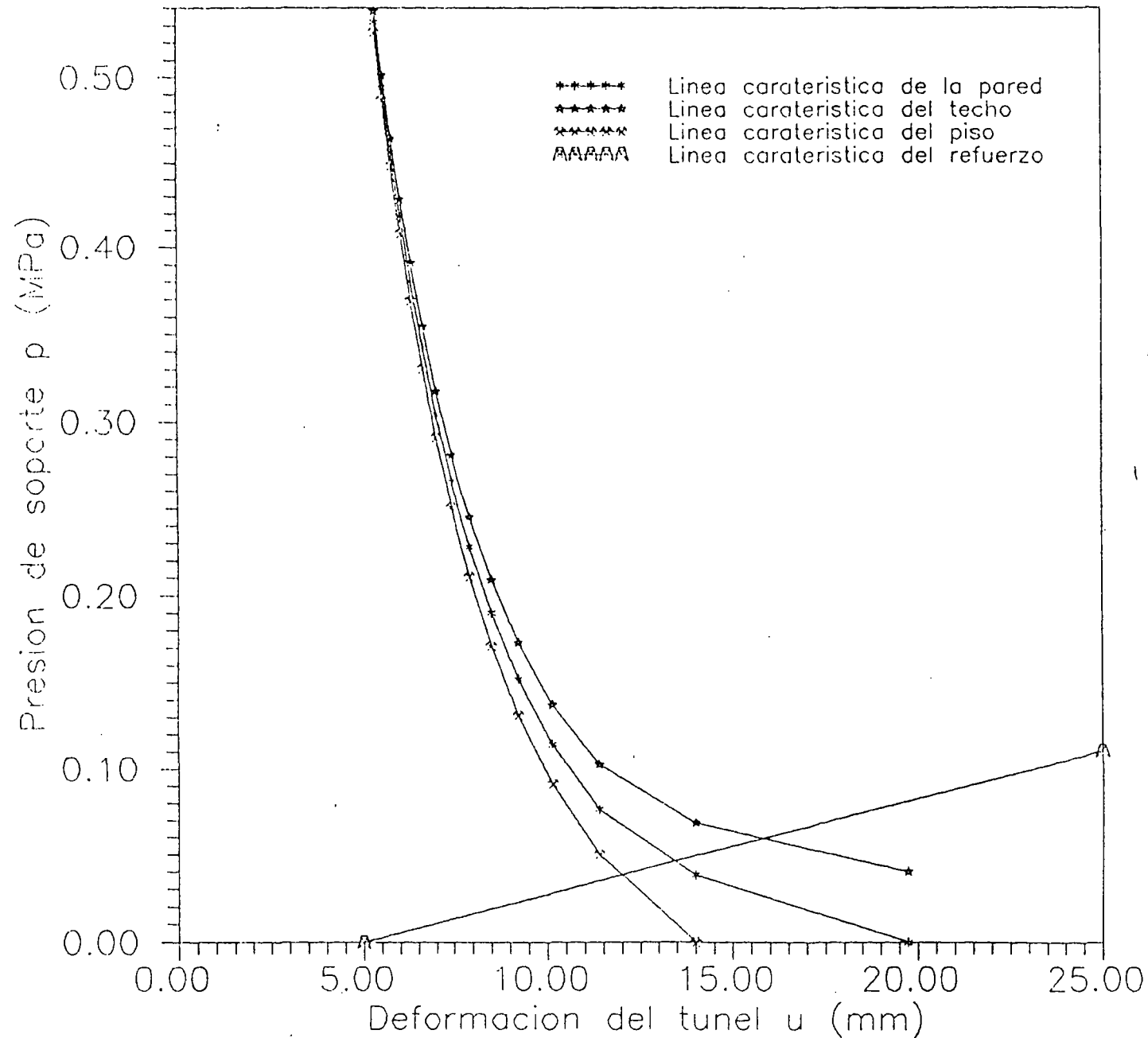


Figura 6/2

Cuadro 6/2

TUNEL DE ADUCCION EN GRANODIORITA
CARACTERISTICAS DE LOS SOPORTES

Diámetro de los pernos de anclaje, d_a	0,025	m
Largo de los pernos, l_a	3,0	m
Constante de deformación (cabeza del anclaje), Q	0,143	m/MN
Resistencia última del anclaje, T_{aT}	0,285	MN
Area de competencia de cada anclaje, $S_a \times S_1$	1	m ² bóveda
	2	m ² paredes
Convergencia de la excavación antes de la aplicación de los pernos, u_{10}	0,005	m

El último valor del cuadro anterior se ha mantenido bastante reducido, a fin que la estabilización debida a los soportes se realicen antes que se produzcan deformaciones excesivas; en este último caso el relajamiento de la roca favorecería el desprendimiento de bloques entre un anclaje y el otro antes de la puesta en obra del hormigón lanzado. Por lo tanto es necesario que el sistema de anclajes se ponga en obra a una distancia del frente de excavación no superior a 2 m.

La extensión adoptada de los anclajes permite un anclaje al exterior de la zona relajada ($r_a = 1.7r_1$), mientras la función del hormigón lanzado, a lo largo de una excavación de tipo tradicional, consiste, como ya mencionado, en la protección de los desprendimientos menores.

Profundizándose en el macizo, como anticipado, se prevé un sensible mejoramiento de las condiciones de la roca (en particular la resistencia a compresión monoaxial subirá a más de 200 MPa) y una reducción de los soportes a exclusión de las zonas falladas.

6.3 Segundo tramo (de 700 m a 7.000 m)

En este tramo el túnel se encuentra en la formación Misahuallí. Los primeros 300 m de este tramo se prevén todavía ser excavados con método tradicional mientras los restantes con topo (T.R.M) desde aguas abajo. Los sondeos de referencia para este tramo son ST6 y ST7. La distribución de valores del índice RQD indica características de roca de buena calidad ($RQD = 75-85$), que la clasifica como clase II ($RMR = 75-80$). Esta clasificación es confirmada por los valores de permeabilidad bastante uniformes en cada sondeos. Estos últimos valores promedio aumentan de 4,5 U.L. a 10 U.L. pasando del sondeo ST6 al sondeo ST7.

La resistencia a compresión no confinada σ_c varía notablemente de 24 MPa to 184 MPa presentando una clara heterogeneidad de los litoti-

pos. La mayor dispersión de valores es relacionada al sondeo ST7 mientras que los valores menores se encuentran en ST6.

En base a las características observadas y tomando en consideración la fragilidad de la roca, se considera oportuno a nivel de análisis, la asunción de un valor de σ_c referencial menor del valor promedio de su distribución.

La presencia de notables valores de cobertura rocosa asociados a valores relativamente bajos de σ_c determina, también en el caso de buena calidad del macizo, las condiciones de formación de una faja plastificada de la roca alrededor de la excavación, con redistribución del estado de esfuerzo y de repentinos fenómenos de desprendimiento.

La relación existente entre el módulo de deformabilidad del macizo E_m y el módulo de la roca inalterada E_L , tomando en cuenta el índice RQD, permite escribir la relación siguiente:

$$E_m = E_L \cdot 0,2 \quad (\text{ver Figura 4/3})$$

Con los datos de laboratorio disponibles de los sondeos ST6 y ST7 se calcula que E_m varía de 7.200 a 17.000 MPa.

Las características de la roca de este tramo del túnel, adoptadas en los cálculos se indican a continuación en el Cuadro 6/3. Estas características son asociadas a una calidad de roca que puede definirse mediana (roca tipo B).

Cuadro 6/3

TUNEL DE ADUCCION EN MISAHUALLI - TRAMO DE 700 M A 7.000 M
CARACTERISTICAS DE LA ROCA ASUMIDAS PARA LOS CALCULOS

Resistencia a compresión monoaxial, σ_c	30	MPa
Constantes del macizo rocoso original m, s	6,30 y 0,07	
Módulo de deformabilidad del macizo, E	10.000	MPa
Constantes del macizo rocoso en la condición de debilitamiento m_r, s_r	0,34 y 0,00001	
Coefficiente de Poisson del macizo, ν	0,2	
Peso de volumen de la roca original, γ	0,027	MN/m ³
Peso de volumen de la roca debilitada, γ_r	0,020	MN/m ³
Altura de la cobertura asumida, H	630	m
Estado tensional estimado in situ, P_o	16,20	MPa
Radio de la excavación, r_1	2,70	m

Características de roca tipo B

En la Figura 6/3 se indica la curva que representa el criterio de ruptura adoptado, mientras en las Figuras 6/4 y 6/5 se indican las curvas que representan la acción recíproca entre roca y soportes.

La Figura 6/4 representa el caso correspondiente a la deformación volumétrica nula en la zona plastificada y la Figura 6/5 el otro caso extremo de deformación volumétrica máxima en la zona plastificada, según la ley del flujo plástico del tipo "asociado". De ambas las figuras se evidencia la necesidad de instalar el sistema de soporte en proximidad del frente de excavación para evitar desprendimientos asociados a la evolución incontrolada de la deformación y al superamiento de la resistencia del macizo alrededor de la excavación.

En los primeros 300 m de este tramo todavía excavados como método tradicional las características de los soportes previstos son las mismas ya ilustradas en el Cuadro 6/2, mientras toda la parte restante está prevista ser excavada con topo equipado de escudo protector (shielded TBM). En el caso de roca tipo B se prevé un inmediato revestimiento de la excavación con elementos prefabricados según lo descrito en el Anexo N del Informe General, lo que permite una elevada velocidad de avanzamiento.

Las características del soporte previsto en el caso del tipo de roca hipotizado son las siguientes:

Espesor del revestimiento, t_c	0,20 m
Resistencia a compresión monoaxial del hormigón, σ_b	35,0 MPa
Convergencia promedio de la excavación antes de la aplicación del revestimiento, u_{10}	15,0 mm

Las curvas características del macizo rocoso y del revestimiento indican que la protección prevista es suficiente a garantizar la estabilidad de la excavación.

Las solicitaciones máximas en el revestimiento en hormigón se han determinado como se indica a continuación. Del examen de las curvas características roca-soporte es posible deducir el valor de la presión distribuida uniformemente a lo largo del perfil externo del revestimiento, es decir de la interacción roca-soporte, que resulta $p_a = 0,5$ MPa.

De la teoría de los cilindros espesos sujetos a presión externa p_a , el valor de la tensión máxima σ_b se obtiene de la relación siguiente:

TUNEL DE ADUCCION FORMACION MISAHUALLI (Km 0+700 - Km 7+000)
RELACION ENTRE ESFUERZOS PRINCIPALES
EN EL DEBILITAMIENTO

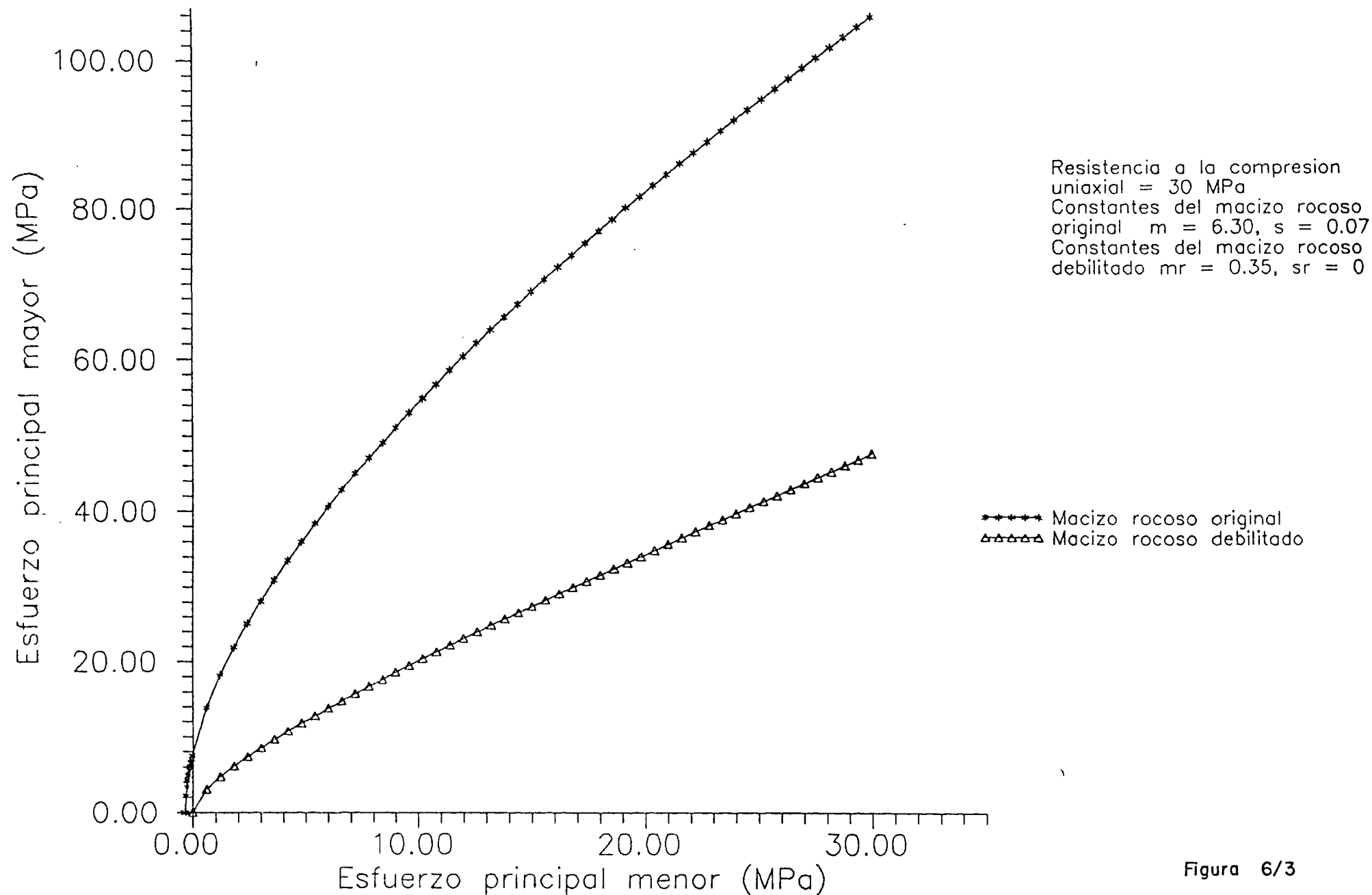
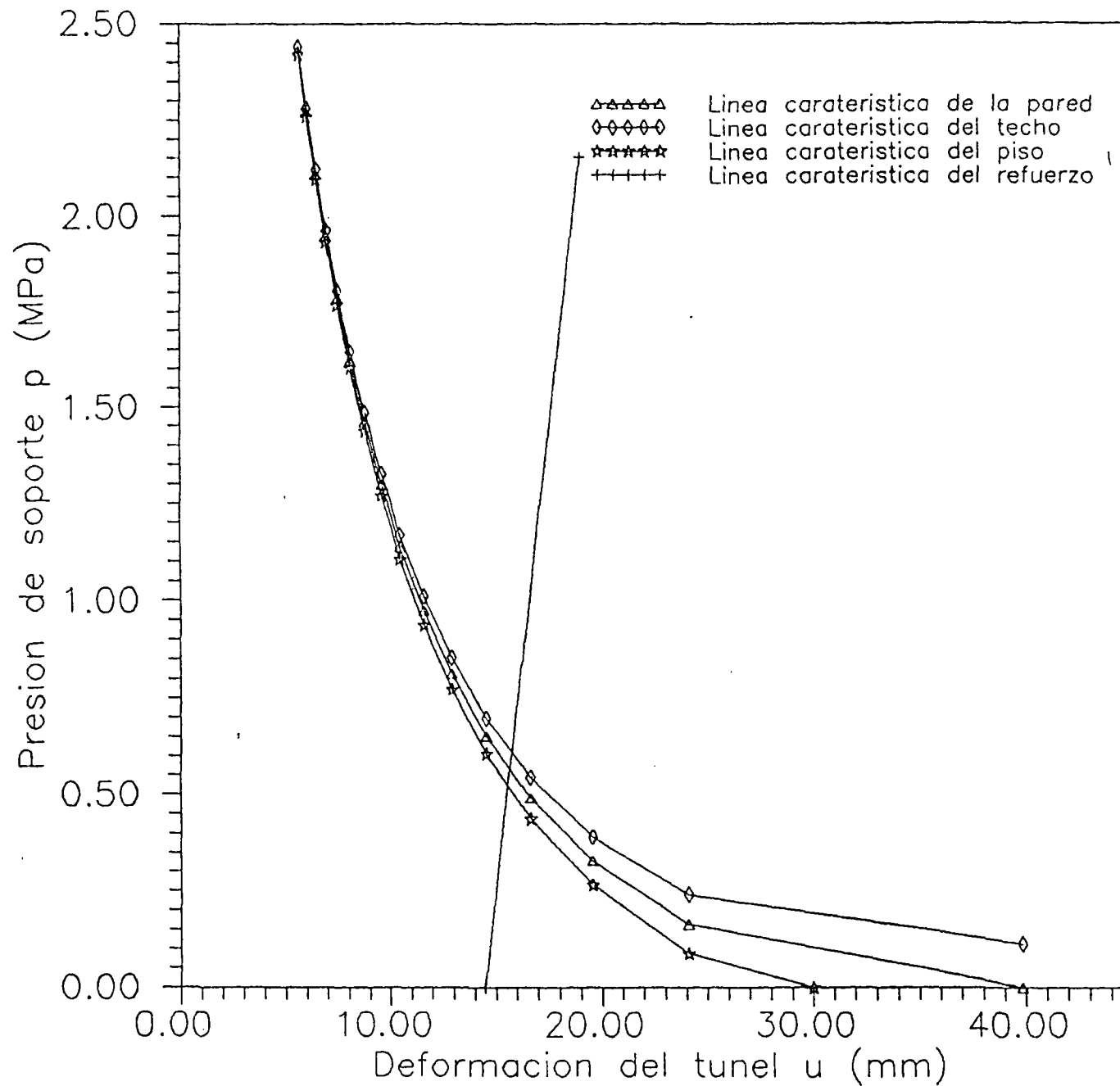


Figura 6/3

TUNEL DE ADUCCION FORMACION MISAHUALLI (Km 0+700 - Km 7+000) ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA-SOPORTE



Elementos de concreto
prefabricados
Espesor del concreto 0.2 m

Figura 6/4

TUNEL DE ADUCCION FORMACION MISAHUALLI (Km 0+700 - Km 7+000) ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA-SOPORTE

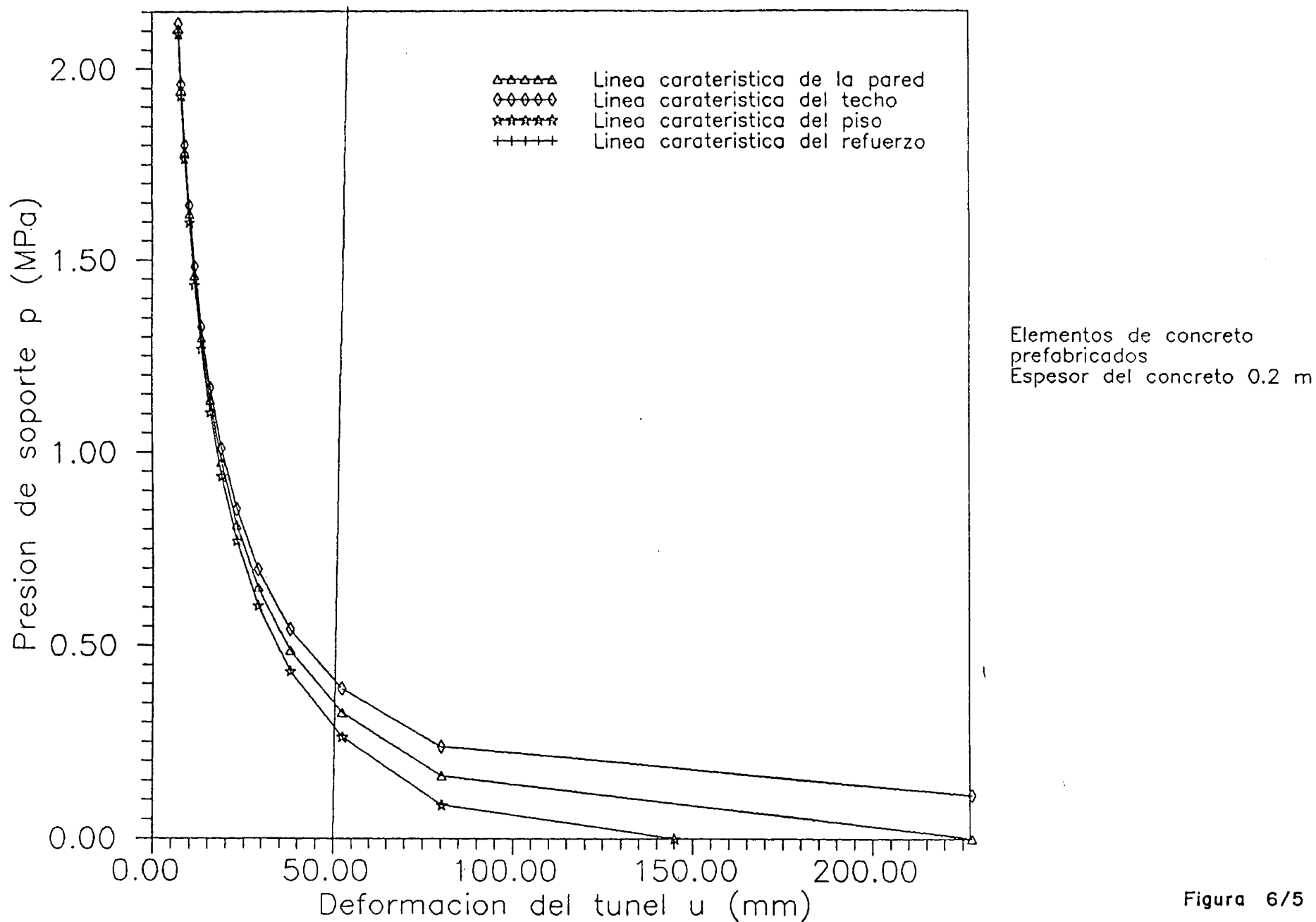


Figura 6/5

$$\sigma_b = \frac{2p_a}{\left[1 - \frac{(r_1 - t_c)^2}{r_1^2}\right]}$$

lo que conlleva a un valor de $\sigma_b = 7$ MPa.

Para los tramos de roca considerada buena (tipo A) y de roca considerada mala (tipo C) se hace referencia a lo indicado en el numeral 6.4 a continuación.

6.4 Tercer y cuarto tramo (de 7.000 m hasta 22.500 m)

Todos los dos tramos se encuentran todavía en la formación Misahuallí y son previstos ser excavados con escudo protector (shielded TBM) afuera de un pequeño tramo en correspondencia de la ventana intermedia que por razones de programación del trabajo tendrá que ser excavado con método tradicional.

Los sondeos de referencia de estos tramos son ST1, ST2, ST3 y ST4 ejecutados durante la Fase A del estudio. Dichos sondeos (sobretudo ST1 y ST2) han permitido delinear las características de una zona del macizo un poco desplazada respecto al trazado definitivo del túnel; las informaciones obtenidas se consideran de todas maneras referenciales.

Del examen de los datos disponibles se ha dividido la roca en tres clases diferenciadas:

- roca mala (tipo C)
- roca mediana (tipo B)
- roca buena (tipo A)

a. Roca mala (tipo C)

En el tramo de túnel correspondiente a las proyecciones de los sondeos ST1 y ST2, así como en proximidad de la intersección de la ventana intermedia de acceso, es posible encontrar zonas de roca muy fracturada como se puede evidenciar con el mapeo superficial. La máxima cobertura vertical en este tramo es del orden de 600 m, lo que en presencia de roca muy fracturada puede determinar condiciones críticas para la estabilidad de las excavaciones.

Los parámetros de la roca tipo C asumidos para los cálculos se indican en el Cuadro 6/4

Cuadro 6/4

TUNEL DE ADUCCION EN MISAHUALI - TRAMO DE 7.000 A 22.500 M
CARACTERISTICAS DE LA ROCA TIPO C ASUMIDAS PARA LOS CALCULOS

RQD	25	
Permeabilidad Lugeon	20	U.L.
Resistencia a compresión monoaxial, σ_c	80	MPa
Constantes del macizo rocoso original m, s	0,35 y 0,0001	
Módulo de deformabilidad del macizo, E	4.000	MPa
Constantes del macizo rocoso en la condición de debilitamiento m_r, s_r	0,10 y 0	
Coefficiente de Poisson del macizo, ν	0,2	
Peso de volumen de la roca original, γ	0,027	MN/m ³
Peso de volumen de la roca debilitada, γ_r	0,020	MN/m ³
Altura de la cobertura asumida, H	600	m
Estado tensional estimado in situ, P_0	15,60	MPa
Radio de la excavación, r_1	2,70	m

En la Figura 6/6 se indica la curva que representa el criterio de ruptura adoptado y en la Figura 6/7 las curvas características que describen la interacción roca-soporte. En ausencia de un adecuado soporte se pueden manifestar elevadas convergencias, inestabilidades de la bóveda y desprendimientos de las paredes de la excavación.

Se considera que el sistema de soporte basado sobre el utilizo de anclajes no permita limitar las deformaciones en valores aceptables y que de todas maneras implique una fuerte limitación al avanzamiento del topo. Se prevé por lo tanto un revestimiento prefabricado en hormigón puesto en obra inmediatamente después de la excavación.

Este revestimiento tendrá una rigidez adecuada para permitir una elevada cota de presión de soporte logrando obtener:

- la estabilización de las excavaciones
- valores de convergencia no demasiado altos
- alta velocidad de avance en la excavación.

Las características del revestimiento propuesto para el tipo de roca hipotizado son las siguientes:

Espesor del revestimiento, t_r	0,35 m
Resistencia a compresión monoaxial del hormigón, σ_b	35,0 MPa
Convergencia promedio de la excavación antes de la aplicación del revestimiento, u_{10}	70,0 mm

TUNEL DE ADUCCION FORMACION MISAHUALLI (Km 7+000 - Km 22+000)
ROCA DE MALA CALIDAD RELACCION ENTRE ESFUERZOS PRINCIPALES
EN EL DEBILITAMIENTO

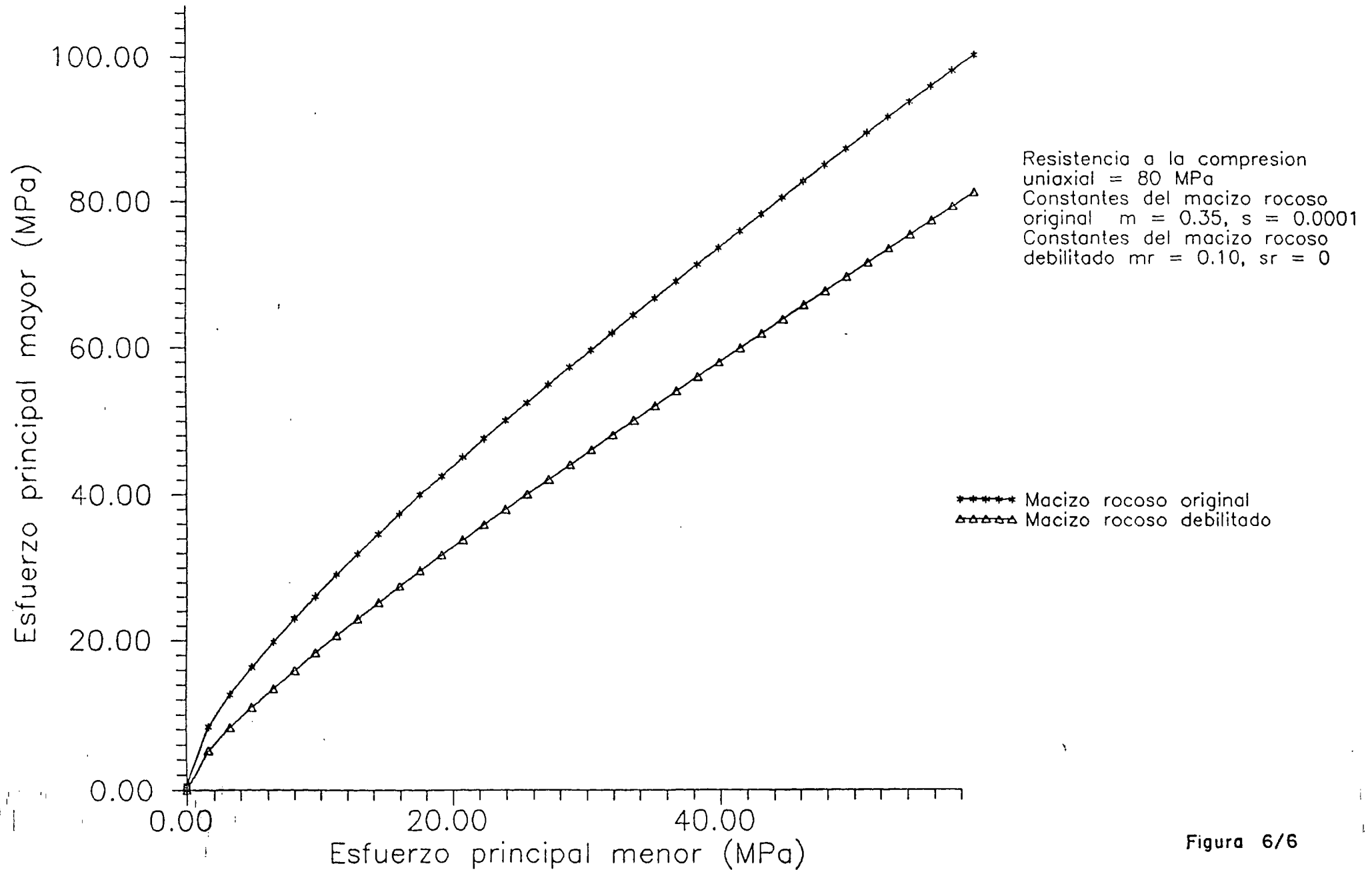


Figura 6/6

TUNEL DE ADUCCION FORMACION MISAHUALLI (Km 7+000 - Km 22+000)
ROCA DE MALA CALIDAD ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA - SOPORTE

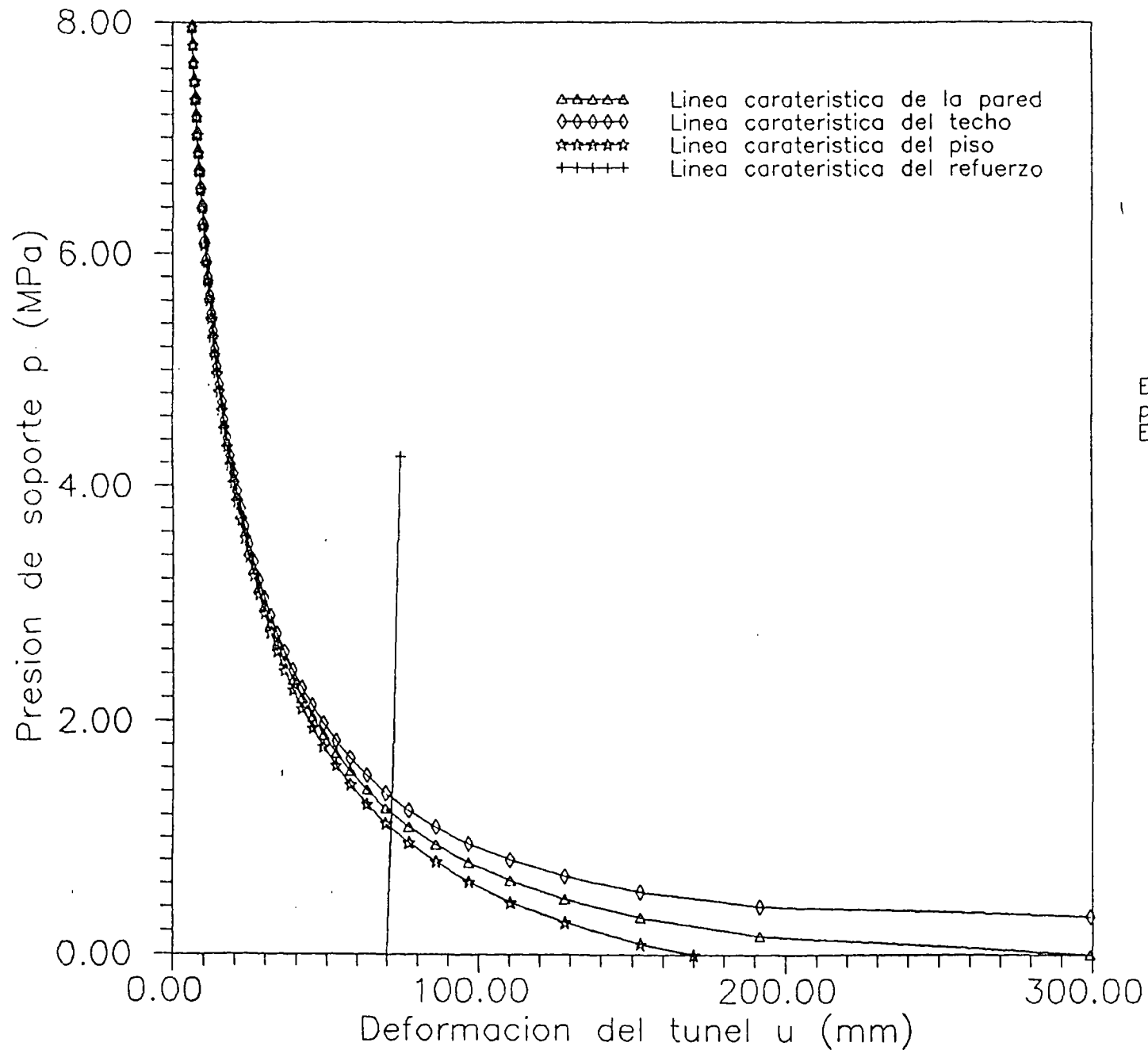


Figura 6/7

Las solicitaciones máximas en el revestimiento en hormigón se han determinado como se indica a continuación. Del examen de las curvas características roca-soporte es posible deducir el valor de la presión distribuida uniformemente a lo largo del perfil externo del revestimiento, es decir de la interacción roca-soporte, que resulta $p_a = 1,0$ MPa.

De la teoría de los cilindros espesos sujetos a presión externa p_a , el valor de la tensión máxima σ_b se obtiene de la relación siguiente:

$$\sigma_b = \frac{2p_a}{\left[1 - \frac{(r_i - t_c)^2}{r_i^2}\right]}$$

lo que conlleva a un valor de $\sigma_b = 8$ MPa.

b. Roca mediana (tipo B)

La posibilidad de encontrar tramos de roca clasificables como roca tipo B resulta clara del examen de los sondeos antes mencionados y en particular del sondeo ST1.

Los parámetros de la roca tipo B asumidos para los cálculos se indican en el Cuadro 6/5

Cuadro 6/5

TUNEL DE ADUCCION EN MISAHUALLI - TRAMO DE 7.000 A 22.500 M CARACTERISTICAS DE LA ROCA TIPO B ASUMIDAS PARA LOS CALCULOS

RQD	40-50	
Permeabilidad Lugeon	20-40	U.L.
Resistencia a compresión monoaxial, σ_c	130	MPa
Constantes del macizo rocoso original m, s	0,50 y 0,001	
Módulo de deformabilidad del macizo, E	8.000	MPa
Constantes del macizo rocoso en la condición de debilitamiento m, s_r	0,35 y 0	
Coefficiente de Poisson del macizo, ν	0,2	
Peso de volumen de la roca original, γ	0,027	MN/m ³
Peso de volumen de la roca debilitada, γ_r	0,020	MN/m ³
Altura de la cobertura asumida, H	700	m
Estado tensional estimado in situ, P_0	18,90	MPa
Radio de la excavación, r_i	2,70	m

En la Figura 6/8 se indica la curva que representa el criterio de ruptura adoptado y en la Figura 6/9 las curvas características que describen la interacción roca-soporte.

Se puede observar que en ausencia del revestimiento se alcanzan valores promedio de convergencia del orden de 1,6% del radio de excavación (43 mm). Además, a consecuencia de la formación de una zona de roca "debilitada" que tiene una extensión poco superior al radio inicial de la excavación ($r_0/r_1 = 2,2$) se manifiesta la necesidad de una estabilización de la bóveda.

El utilizo de un revestimiento en hormigón prefabricado puesto en obra inmediatamente después de la excavación parece adecuado para estabilizar la excavación. Las características del revestimiento propuesto para el tipo de roca hipotizado son las siguientes:

Espesor del revestimiento, t_c	0,20 m
Resistencia a compresión monoxial del hormigón, σ_b	35,0 MPa
Convergencia promedio de la excavación antes de la aplicación del revestimiento, u_{10}	20,0 mm

Las solicitaciones máximas en el revestimiento en hormigón se han determinado como se indica a continuación. Del examen de las curvas características roca-soporte es posible deducir el valor de la presión distribuida uniformemente a lo largo del perfil externo del revestimiento, es decir de la interacción roca-soporte, que resulta $p_m = 0,5$ MPa.

De la teoría de los cilindros espesos sujetos a presión externa p_m , el valor de la tensión máxima σ_b se obtiene de la relación siguiente:

$$\sigma_b = \frac{2p_m}{\left[1 - \frac{(r_1 - t_c)^2}{r_1^2}\right]}$$

lo que conlleva a un valor de $\sigma_b = 7$ MPa.

c. Roca buena (tipo A)

De la observación de los sondeos sobretodo de aquellos al centro de la meseta ST3 y ST4, se deduce que un buen porcentaje de este tramo de túnel será caracterizado por una roca de buena calidad.

Los parámetros de la roca tipo C asumidos para los cálculos se indican a continuación en el Cuadro 6/6.

TUNEL DE ADUCCION FORMACION MISAHUALLI (Km 7+000 - Km 22+000)
ROCA DE CALIDAD MEDIANA RELACCION ENTRE ESFUERZOS PRINCIPALES
EN EL DEBILITAMIENTO

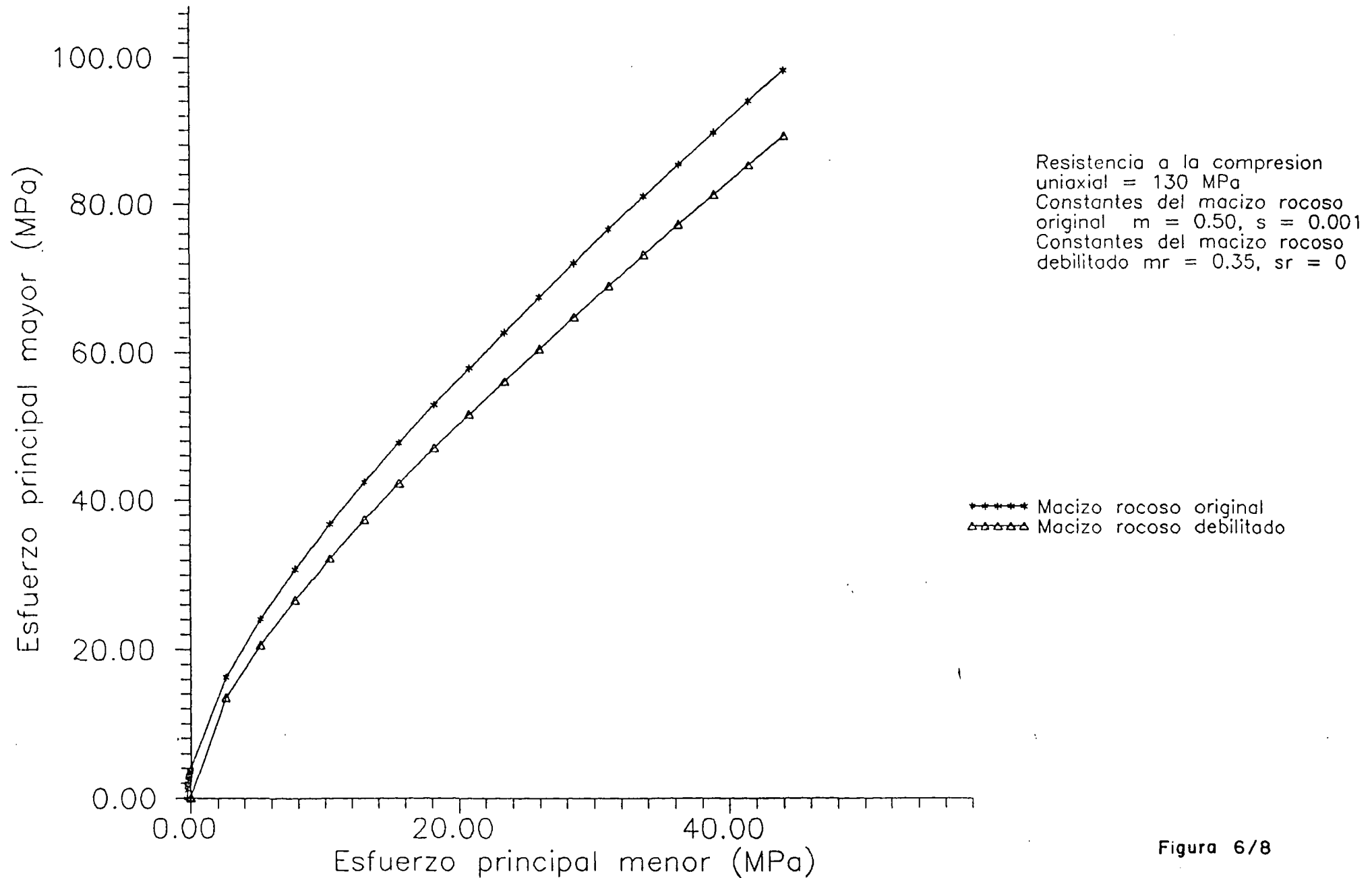
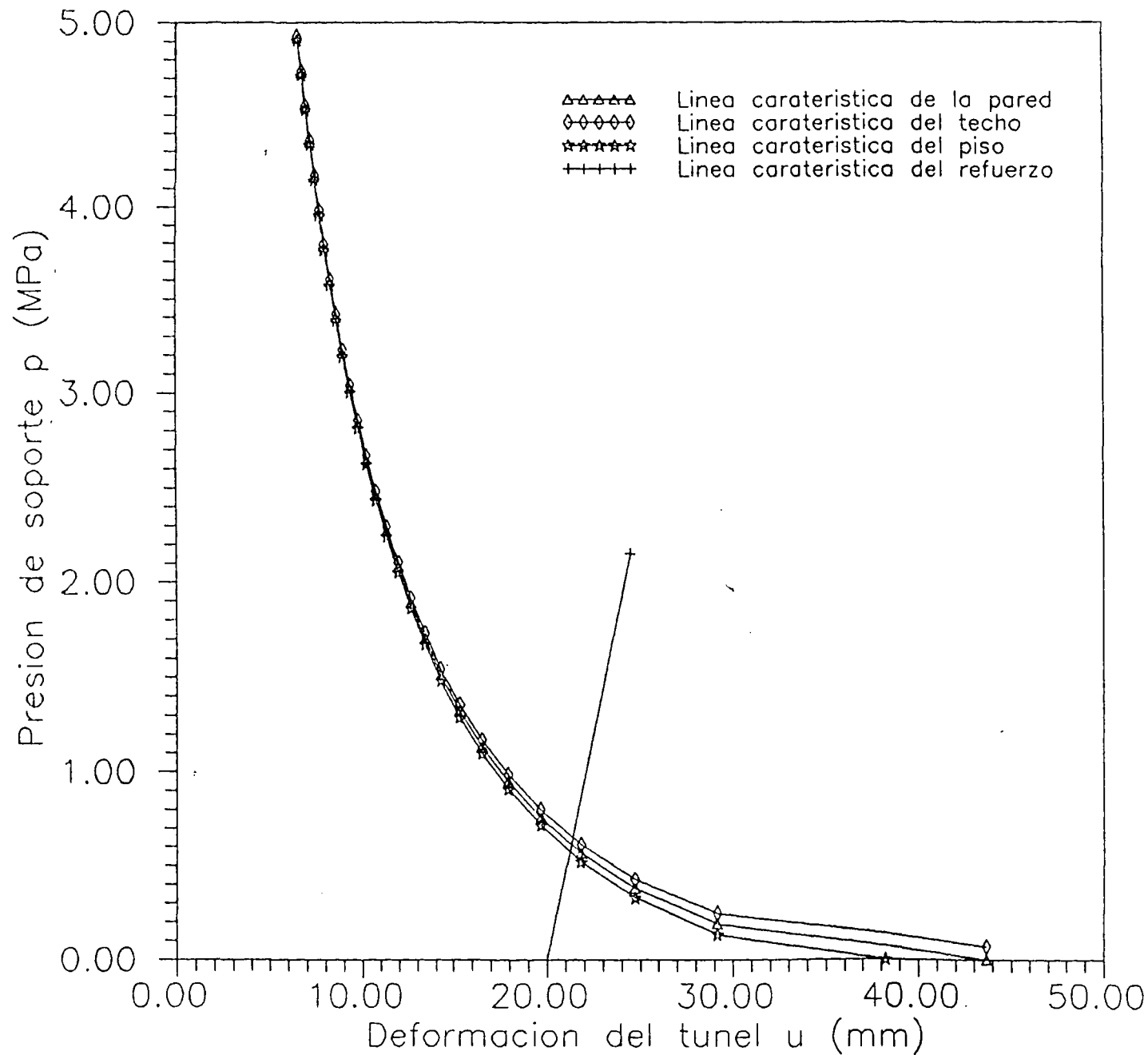


Figura 6/8

TUNEL DE ADUCCION FORMACION MISAHUALLI (Km 7+000 - Km 22+000)
ROCA DE CALIDAD MEDIANA ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA - SOPORTE



Elementos de concreto
prefabricados
Espesor del concreto 0.2 m

Cuadro 6/6

TUNEL DE ADUCCION EN MISAHUALLI - TRAMO DE 7.000 A 22.500 M
CARACTERISTICAS DE LA ROCA TIPO A ASUMIDAS PARA LOS CALCULOS

Resistencia a compresión monoaxial, σ_c	100	MPa
Constantes del macizo rocoso original m, s	6,30 y 0,07	
Módulo de deformabilidad del macizo, E	30.000	MPa
Constantes del macizo rocoso en la condición de debilitamiento m_r, s_r	0,30 y 0	
Coefficiente de Poisson del macizo, ν	0,2	
Peso de volumen de la roca original, γ	0,027	MN/m ³
Peso de volumen de la roca debilitada, γ_r	0,020	MN/m ³
Altura de la cobertura asumida, H	700	m
Estado tensional estimado in situ, P_0	18,90	MPa
Radio de la excavación, r_1	2,70	m

En la Figura 6/10 se indica la curva que representa el criterio de ruptura adoptado y en la Figura 6/11 la curva característica de la roca. Esta última evidencia que las deformaciones plásticas son muy limitadas y la estabilidad global no necesita soportes.

Solamente para limitar la posibilidad de algunos desprendimientos en el caso que esta se evidencie durante la excavación, se podría prever un soporte de hormigón lanzado de unos 50 mm de espesor.

6.5 Quinto tramo (de 22.500 a 25.000 m)

6.5.1 Generalidades Este tramo de túnel se encuentra en la formación sedimentaria Hollín, caracterizada por una estructura estratificada subhorizontal y constituida en prevalencia por arenaria intercalada con capas de lutitas y material asfáltico.

Las observaciones de los testigos del sondeo ST4 y los resultados de las pruebas de laboratorio sobre las muestras sacadas del mismo, han sido integrados con los datos ge estructurales de la galería exploratoria GT3. Esta última ha permitido formular la clasificación geomecánica de la zona más cortical del macizo de la Hollín que afecta el tramo terminal del túnel de aducción.

Del examen de la galería exploratoria se ve que el macizo en correspondencia del embalse compensador, presenta un índice de RMR variable entre 25 y 55. El índice de calidad aumenta profundizándose en el macizo. Analizando la galería GT3 se considera un 32% del tramo explorado como roca mala y un 59% como roca mediana, quedando solamente el 9% de roca buena.

La clasificación de los cien metros de largo de la galería exploratoria en términos de RMR se da a continuación:

TUNEL DE ADUCCION FORMACION MISAHUALLI (Km 7+000 - Km 22+000)
ROCA DE BUENA CALIDAD RELACCION ENTRE ESFUERZOS PRINCIPALES
EN EL DEBILITAMIENTO

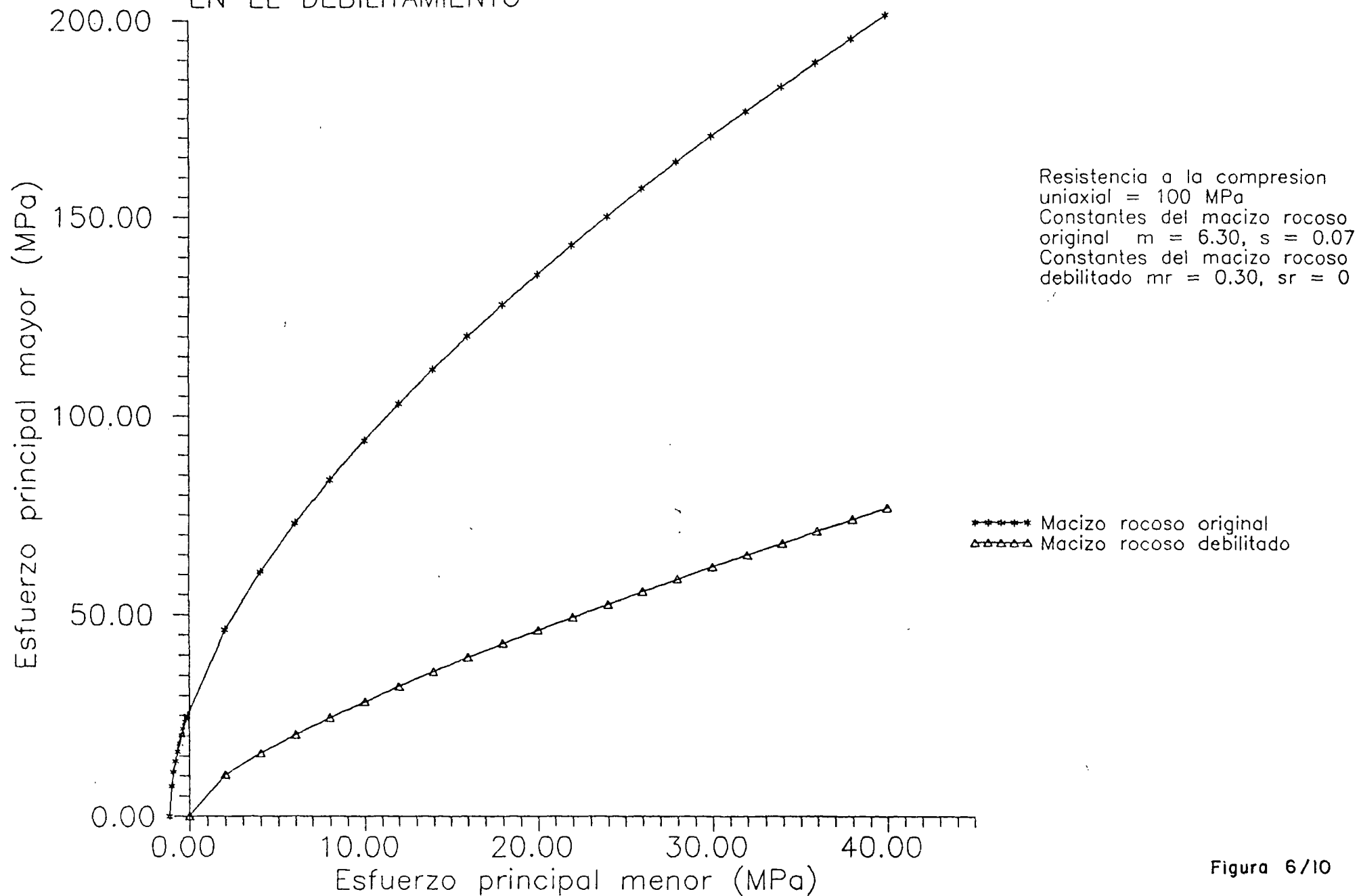
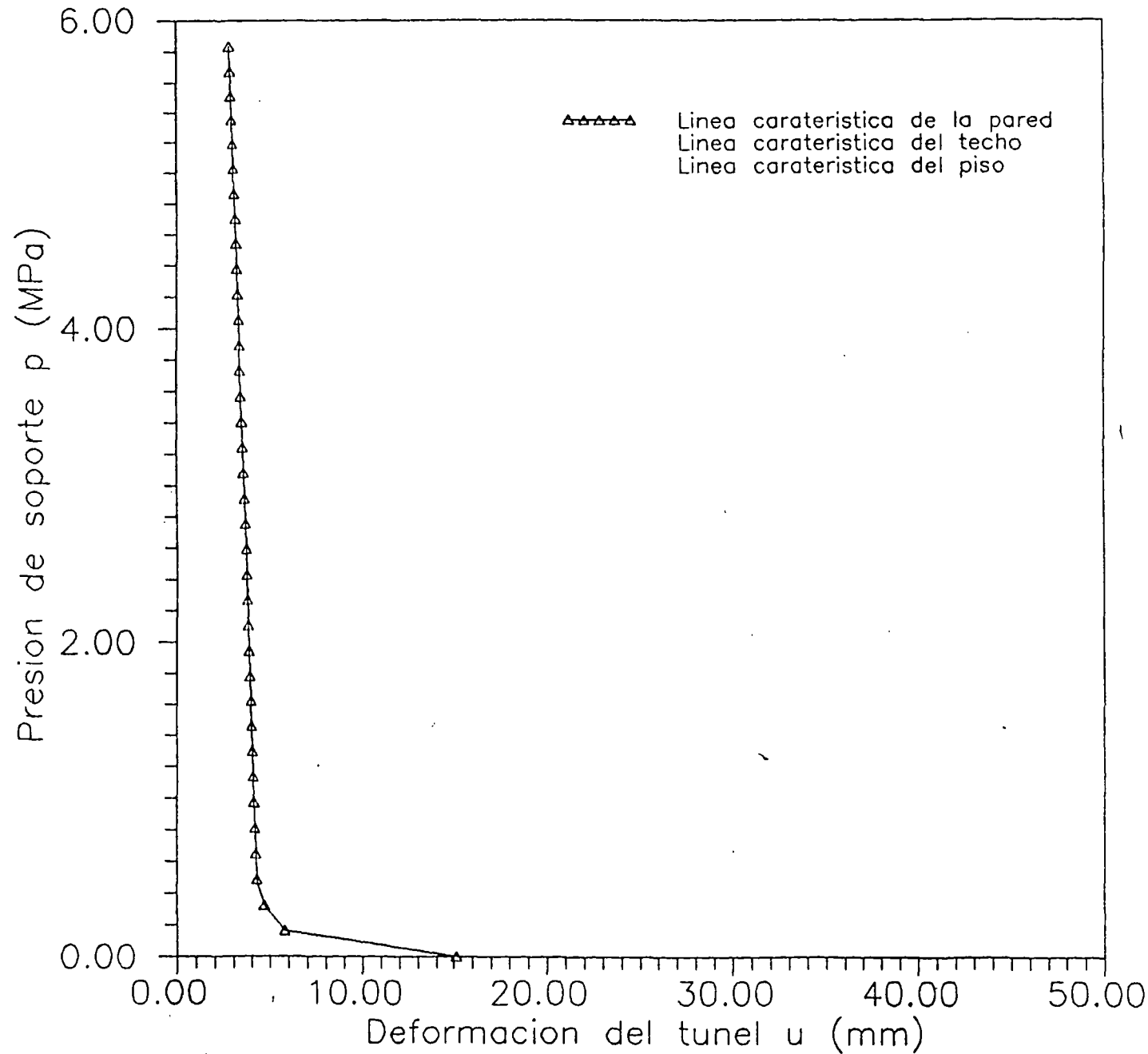


Figura 6/10

TUNEL DE ADUCCION FORMACION MISAHUALLI (Km 7+000 - Km 22+000)
ROCA DE BUENA CALIDAD ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA - SOPORTE



Eventual capa de hormigon
lanzado, espesor 50 mm y
anclas muy ligero
1 anclaje (16 mm)/4 m²

Figura 6/II

Cuadro 6/7

GALERIA EXPLORATORIA GT3
INDICE RMR, CLASE Y TIPO DE ROCA

Abscisa (m)	RMR	Clase	Tipo
0-24	23-24	IV	Mala
24-33	55	III	Mediana
33-40	29	IV	Mala
40-46	57	III	Mediana
46-49	20	IV	Mala
49-93	46-58	III	Mediana
93-100	62	II	Buena

Por lo que se refiere a la deformabilidad del macizo, las pruebas efectuadas en la galería han permitido determinar, para el tramo explorado, los valores siguientes del módulo de deformación:

- zona superficial de la GT3 $E_m = 1.000-3.000 \text{ MPa}$
- zona más profunda de la GT3 $E_m = 5.000-8.000 \text{ MPa}$

Las variaciones del módulo, según la dirección de aplicación de las cargas, son relacionadas a la anisotropía de la roca y a su naturaleza de roca estratificada. Por lo que se refiere a la zona del macizo incluida entre el sondeo ST4 y la galería exploratoria GT3, las condiciones de la roca se consideran intermedias entre aquellas evidenciadas en el sondeo ST4 y aquellas de la parte más profunda de la galería exploratoria GT3.

Por lo tanto se hipotiza que en dicho tramo las características del macizo se mantengan medianamente como aquellas de una roca de mediana a buena calidad sin excluir zonas de mala calidad en correspondencia de fallas o de capas de lutitas alteradas. Entonces a pesar de los valores altos (80-100) de RQD observados en el sondeo ST4 y del valor promedio ($>14.000 \text{ MPa}$) del módulo de deformación E_{lab} , se adopta como módulo de deformación del macizo el valor de 8.000 MPa .

La resistencia a compresión σ_c de la roca en presencia de intercalaciones lutíticas, se estima de 35 MPa , siendo este valor inferior al valor promedio de la distribución estadística.

También la excavación de este tramo se prevé con topo equipado de escudo protector (shielded TBM). Se prevé un revestimiento en elementos prefabricados de hormigón a lo largo de todo el tramo en Hollín debido a la estratificación subhorizontal del macizo que facilita desprendimientos en la bóveda de la galería. El sistema, como ya anticipado en los numerales anteriores, permite una elevada velocidad de avance en la excavación.

6.5.2 Interacción roca-soporte en el caso de túnel vacío Para este cálculo se ha considerado una roca de calidad mediana con una tensión natural in situ correspondiente a una cobertura de 300 m. Los parámetros característicos de la roca Hollín utilizados en este tipo de análisis se indican a continuación:

Cuadro 6/8

TUNEL DE ADUCCION EN HOLLIN - TRAMO DE 22.500 A 25.000 M
CARACTERISTICAS DE LA ROCA ASUMIDAS PARA LOS CALCULOS

Resistencia a compresión monoaxial, σ_c	35	MPa
Constantes del macizo rocoso original m, s	0,28 y 0,0001	
Módulo de deformabilidad del macizo, E	8.000	MPa
Constantes del macizo rocoso en la condición de debilitamiento m_r, s_r	0,08 y 0,00001	
Coefficiente de Poisson del macizo, ν	0,2	
Peso de volumen de la roca original, γ	0,027	MN/m ³
Peso de volumen de la roca debilitada, γ_r	0,020	MN/m ³
Altura de la cobertura asumida, H	300	m
Estado tensional estimado in situ, P_0	8,00	MPa
Radio de la excavación, r_1	2,70	m

La Figura 6/12 ilustra la curva que representa el criterio de ruptura mientras la Figura 6/13 ilustra las curvas de interacción roca-soporte.

6.5.3 Revestimiento resistente a la presión hidráulica interna A lo largo del tramo de túnel de aducción en Hollín se observa que la piezométrica máxima del túnel está por encima de la napa freática. En el punto más crítico la presión máxima desde el exterior corresponde a 25 m de agua (0,25 MPa).

Para garantizar la estanqueidad del túnel cuando hay posibilidades de pérdidas de agua, se prevé un anillo interno adicional en hormigón de 25 cm de espesor, vaciado en una segunda etapa, con una malla cuadrada en acero de 5 mm de diámetro a distancia de 10 cm.

El cálculo de las solicitaciones en el revestimiento se puede hacer con el método de la congruencia de los desplazamientos radiales tomando en cuenta el efecto de la roca adyacente y considerando el anillo del revestimiento prefabricado en hormigón como material con las mismas características del macizo rocoso. Se adopta como valor máximo de deformación del hormigón interno sin que se pueda figurarse, el de 1×10^{-4} .

Además se adoptan los siguientes valores de los parámetros característicos.

TUNEL DE ADUCCION FORMACION HOLLIN (Km 22+500 - Km 25+000)
ROCA DE CALIDAD MEDIANA RELACCION ENTRE ESFUERZOS PRINCIPALES
EN EL DEBILITAMIENTO

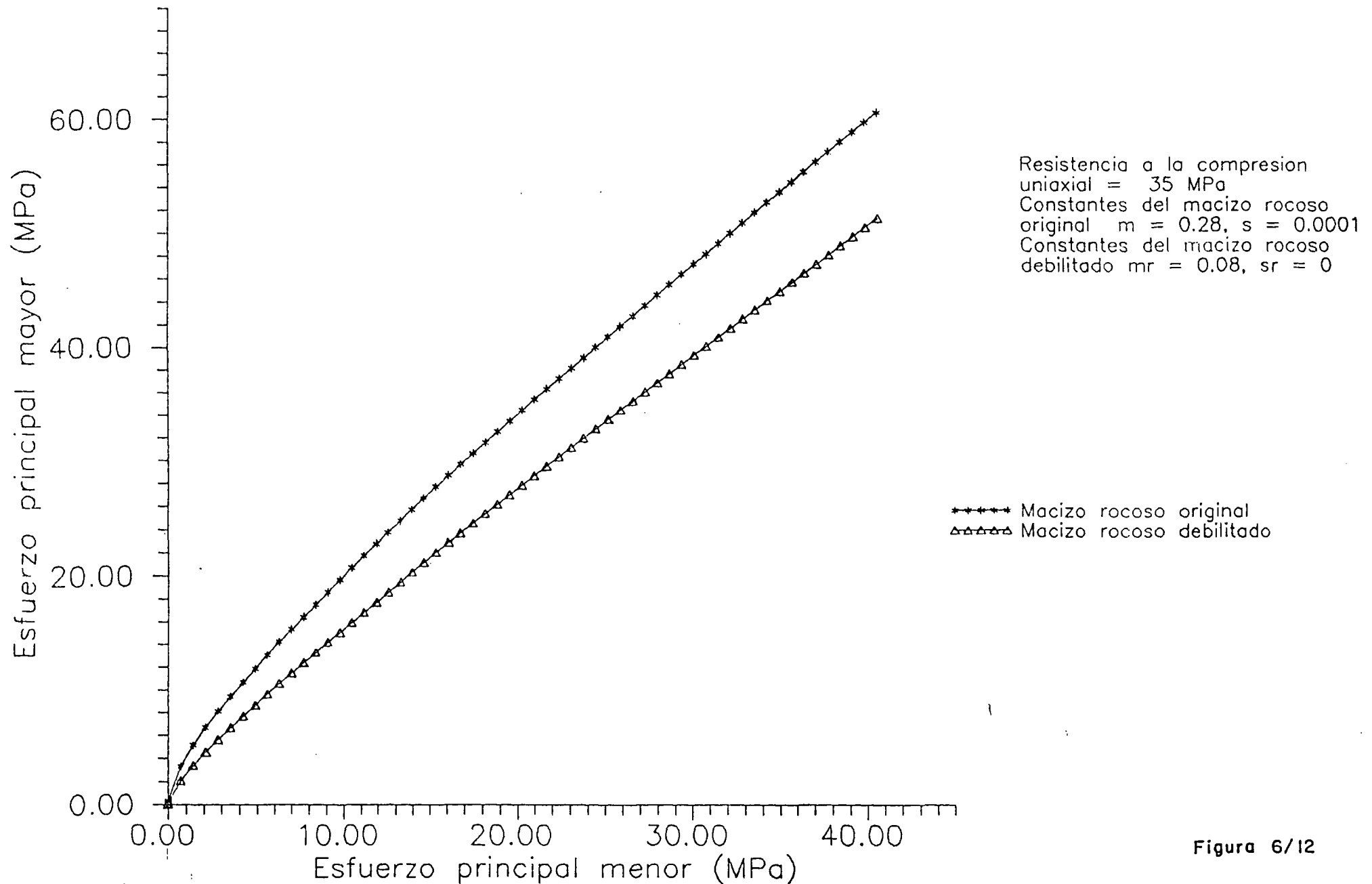
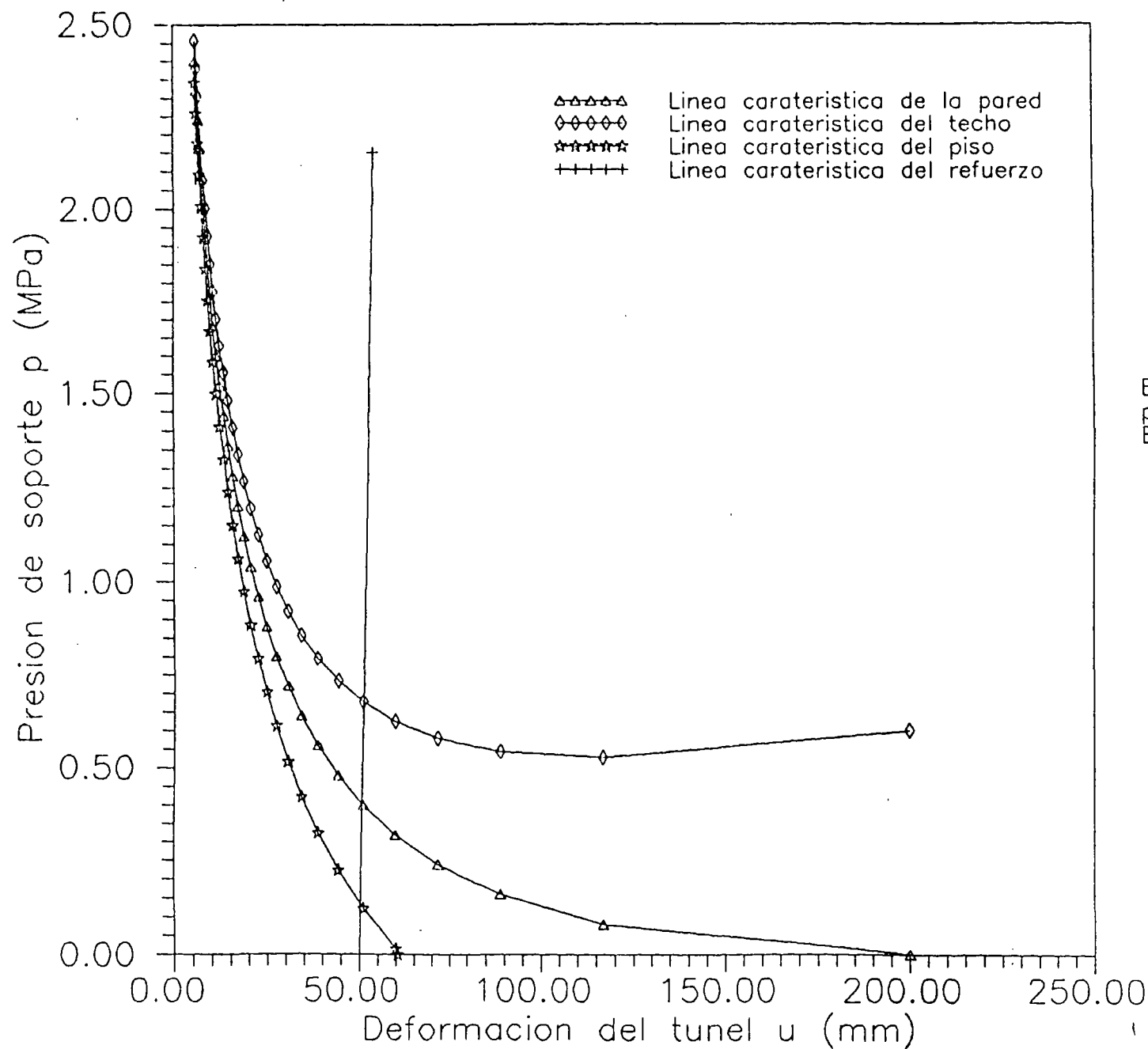


Figura 6/12

TUNEL DE ADUCCION FORMACION HOLLIN (Km 22+000 - Km 25+000) ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA-SOPORTE



Elementos de concreto
prefabricados
Espesor del concreto 0.2 m

Figura 6/13

-	ν_{co}	= coeficiente de Poisson del hormigón	= 0,25	(e.p.)
-	ν_{ro}	= coeficiente de Poisson de la roca	= 0,20	(e.p.)
-	ν_c	= coef. Pois. hormigón = $0,25/(1-0,25)$	= 0,333	(d.p.)
-	ν_r	= coef. Pois. roca = $0,2/(1-0,2)$	= 0,25	(d.p.)
<hr/>				
-	E_{co}	= módulo deformab. hormigón	= 210.000	kg/cm ² (e.p.)
-	E^c	= mod. def. horm. = $E_{co}/(1-\nu_{co}^2)$	= 224.000	kg/cm ² (d.p.)
-	E_{ro}	= módulo deformab. roca	= 80.000	kg/cm ² (e.p.)
-	E_r	= mod. def. roca = $E_{ro}/(1-\nu_{ro}^2)$	= 83.300	kg/cm ² (d.p.)
<hr/>				
-	σ_{r1}	= tensión radial interna del túnel	= 0,25	MPa
-	t_c	= espesor del anillo interno de horm.	= 0,25	m
-	r_1	= radio interno del anillo interno	= 2,25	m

e.p. indica estado de esfuerzo plano y d.p. deformaciones planas.

En base a cuanto ilustrado al numeral 5.5 se puede escribir lo siguiente:

a. Anillo de hormigón interno en la hipótesis de deformación circunferencial = $3,2 \times 10^{-3}$;

$$\begin{aligned}
 \text{perfil interno} \quad S_1 &= E_c \epsilon_{\theta 1} - (1 - \nu_c) \sigma_{r1} && \approx -8,83 \text{ MPa} \\
 p_o &= 0,5 \cdot S_1 + \sigma_{r1} && \approx -1,91 \text{ MPa} \\
 \text{perfil externo} \quad S_o &= S_1 (r_1 / (r_1 + t_c))^2 && \approx -7,47 \text{ MPa} \\
 \sigma_{ro} &= \text{tens. rad.} = p_o - 0,5 S_o && \approx 1,83 \text{ MPa} \\
 \epsilon_{\theta o} &= (S_o + (1 - \nu_c) \sigma_{ro}) / E_c && \approx -2,79 \times 10^{-3} \\
 &&& = \text{deformac. circunf.}
 \end{aligned}$$

b. Material rocoso circunstante

$$\begin{aligned}
 S_R &= E_R \cdot \epsilon_{\theta o} - (1 - \nu_R) \cdot \sigma_{ro} && \approx -3,69 \text{ MPa} \\
 p_o &= 0,5 \cdot S_R + \sigma_{ro} && \approx 1,84 - 1,83 && \approx 0
 \end{aligned}$$

Por lo tanto la hipótesis inicial de deformación $\epsilon_{\theta 1}$ resulta correcta siendo inferior al valor de 1×10^{-2} , límite superior para la formación de fisuras.

La cantidad de agua que filtra a través del sistema puede ser evaluada con la relación siguiente:

$$q_L = k_c \cdot \frac{P_1 \cdot 2\pi h}{\gamma_w \cdot t}$$

donde hipotizando una permeabilidad del hormigón de 10^{-10} m/s se obtiene:

$$q_L = 1,56 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} \text{ cada metro de túnel}$$

7. VENTANA INTERMEDIA DE ACCESO

7.1 Generalidades

Se estima que los primeros 800-900 m de la ventana intermedia de acceso se desarrollen en material laharrítico de derrumbe definido "avalanchas de escombros". La presencia de este material interesa un largo tramo del río Coca.

La composición de este material, en base a las observaciones en el campo y los testigos del sondeo ST8, se presenta muy heterogénea, siendo constituida en parte con bloques de material rocoso y en parte con material arenoso aparentemente poco coherente.

El restante tramo de la ventana intermedia de 1.100-1.200 m de largo, se encuentra en la formación Misahuallí.

Por lo que se refiere al material de avalanchas se hacen las consideraciones siguientes:

a. Observaciones de campo

El material de avalanchas fue analizado sea observando los taludes naturales como unos cortes artificiales ejecutados a este fin. En ambos los casos se han evidenciados pendientes de taludes muy empinadas (hasta 60°) para tramos de unos 30 m. Además la erosión superficial indica que las aguas escurren generalmente a lo largo de las superficies de los taludes y no percolan en profundidad.

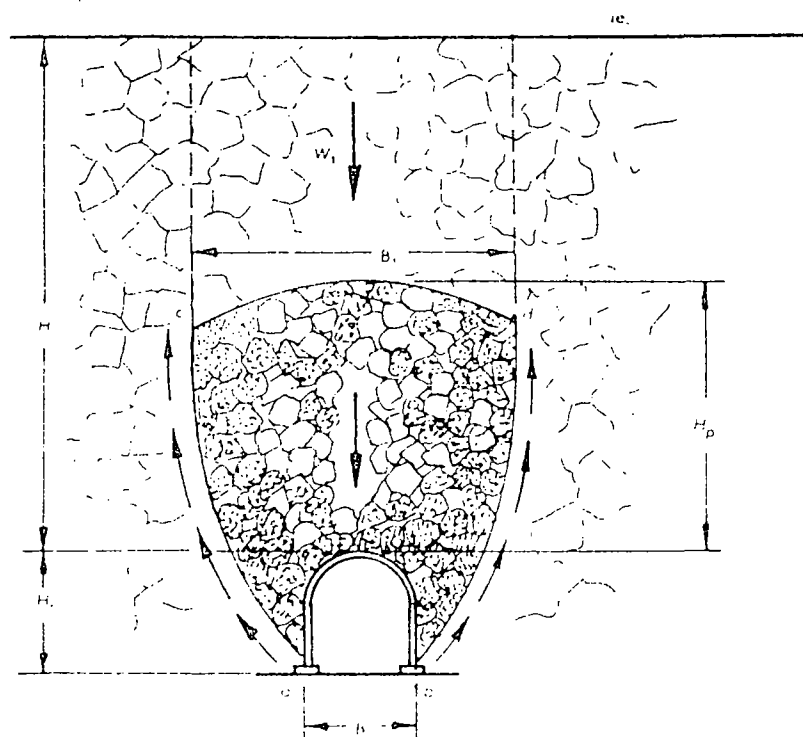
Esta observación es confirmada por la entidad de las pendientes de los taludes que no podrían mantenerse tan empinadas en caso de presencia de presiones intersticiales y de flujo de filtración del interior al exterior.

De todas maneras, siendo el tramo de ventana en este material bastante largo, la posibilidad de encontrar agua durante la excavación en los tramos más profundos no puede ser descartada.

b. Observaciones de laboratorio

El examen de los testigos del sondeo ST8 ha evidenciado la estructura muy heterogénea del material. En algunos tramos se observa la presencia de material lapideo, mientras en otros el material es esencialmente constituido por arena media con cantos vivos, resultado probable de la destrucción de la estructura poco cementada por efecto del dispositivo de perforación.

DIAGRAMA SIMPLIFICADO QUE REPRESENTA EL MOVIMIENTO DE ROCA SUELTA HACIA UN TUNEL



7.2 Excavación en avalanchas y cálculo de los soportes

Se considera que la excavación en este material pueda mantenerse estable por un cierto tiempo aún si muy breve. Por lo tanto es posible adoptar un método de excavación tradicional con ciclos de avance de una extensión limitada de 1 o 1,5 m con instalación inmediata de los soportes.

El diámetro final interno debe ser por lo menos de 6 m para permitir el tránsito del topo ya ensamblado.

La excavación está prevista ser ejecutada en tres fases:

- excavación de la parte superior, sustentada con cimbras y con una aplicación sucesiva de una capa de hormigón lanzado para obtener una estructura compuesta;
- excavación de la parte inferior, en dos secciones equivalentes, con la extensión de las cimbras y de la protección en hormigón lanzado;
- colocación final de una base en hormigón (con eventuales vigas metálicas al pie de cada cimbra) para aquantar los empujes laterales.

En el caso de presencia de agua durante la excavación es recomendable el uso de drenes subhorizontales en la dirección del avance. En el caso de encontrar terreno deleznable deberá recurrirse a inyecciones con "tubos a manchettes".

Para determinar las cargas que deberán ser soportadas por las cimbras puede ser utilizado el criterio de clasificación de las rocas según Terzaghi (Terzaghi's Rock Load Factor).

El tipo de roca referencial asumido corresponde a la descripción siguiente: "roca triturada, pero químicamente sana, tiene la apariencia de ser un producto de trituradora; si los fragmentos, en su mayoría o todos, son del tamaño de arena y no ha ocurrido recementación, la roca triturada que está abajo del nivel del agua freática, tiene las propiedades de la arena saturada".

El concepto usado por Terzaghi para llegar a la estimación de la carga transmitida a las cimbras se ilustra en el diagrama simplificado de Figura 7/1.

Durante la construcción del túnel ocurren fenómenos de relajamiento de la cohesión de la roca arriba y en los lados del túnel. La roca debilitada dentro el área a b c d de la figura antes mencionada, tendrá a irrumpir en el túnel. A este movimiento se opondrán las fuerzas de fricción a lo largo de los límites laterales, fuerzas que transfieren la parte más importante del peso de la carga de roca W_1 al material de los lados del túnel.

Por lo tanto el techo y las paredes del túnel deben soportar la carga restante que equivale a una altura de roca H_p . El ancho B_1 de la zona de la roca donde existe el movimiento depende de las características de la roca misma y de las dimensiones H_0 y B del túnel. En la Figura 7/2 se describen las condiciones de carga según Terzaghi.

En la Figura 7/3 se indica el esquema estático de la cimbra con las previstas distribuciones de carga. Considerando la sección resistente de la cimbra HE 200 y que la cimbra sea rígidamente bloqueada, el estado de sollicitación del soporte y el estado tensional del material son compatibles con las características del soporte (véase Apéndice A). La Figura 7/4 ilustra la sección y la excavación de la ventana.

El cálculo de las tensiones en las diferentes secciones de la cimbra según varias condiciones de carga, se hizo con el método de los elementos finitos (F.E.M.) una vez discretizada oportunamente la estructura.

El revestimiento definitivo está constituido por una estructura compuesta por las cimbras y el estrato de hormigón lanzado de 20 cm de espesor.

El cálculo de las tensiones en las diferentes secciones de la cimbra a lo largo del perfil de la misma, se hizo bajo varias distribuciones de carga.

La tensión máxima en el acero de la cimbra es del orden de 2.000 kg/cm². Este valor es aceptable siendo inferior al valor de fluencia del material y siendo que el soporte, considerado por su cuenta sin colaboración del hormigón definitivo, tiene carácter provisional.

7.3 Excavación en la formación Misahuallí

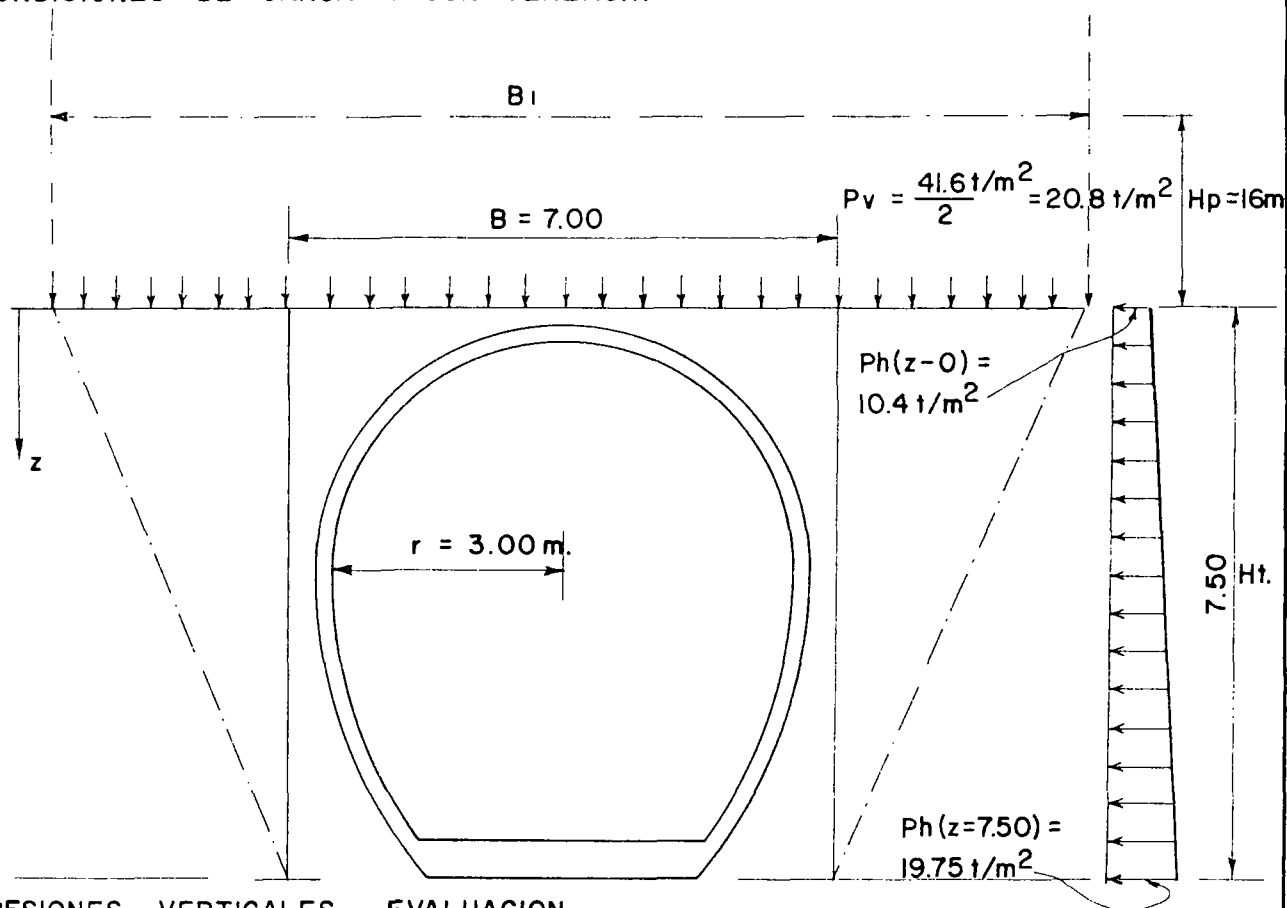
Una vez alcanzada la formación Misahuallí, los primeros 100-200 m de la misma serán todavía excavados con método tradicional mientras los restantes con topo equipado de escudo protector. Para los cálculos de las protecciones de la excavación con topo se hace referencia al numeral 6.4, mientras a continuación se describen solamente los cálculos relacionados a los tramos en excavación tradicional.

El posible atravesamiento de una zona fracturada o muy fracturada, evidenciado con el examen de los testigos del sondeo ST2, conllevará a hipotizar las siguientes condiciones del macizo rocoso:

- roca de mala calidad (tipo C) con $25 < \text{RMR} < 44$
- roca de mediana calidad (tipo B) con $44 < \text{RMR} < 65$
- roca de buena calidad (tipo A) con $\text{RMR} > 65$

Figura 7/2

CONDICIONES DE CARGA SEGUN TERZAGHI



PRESIONES VERTICALES - EVALUACION

Conforme la tabla de Terzaghi, se tiene:

$$H_p = 1.10 (H_t + B) = 1.10 (7.50 + 7.00) = 15.95 \approx 16.00 \text{ m.}$$

P_v = presión vertical debido a la carga de la roca

$$H_p = \lambda \cdot H_p = 2.6 \cdot (16) = 41.6 \text{ t/m}^2 \quad (*) P_v = P'_v / 2 = 20.8 \text{ t/m}^2$$

PRESIONES LATERALES - EVALUACION

Asumiendo K = coeficiente de expansión lateral = 0.50 se obtiene

$$P_h(z) = K P_v + K \lambda z \quad : \text{Da cm}$$

$$P_h(z=0) = \frac{20.80}{2} = 10.40 \text{ t/m}^2$$

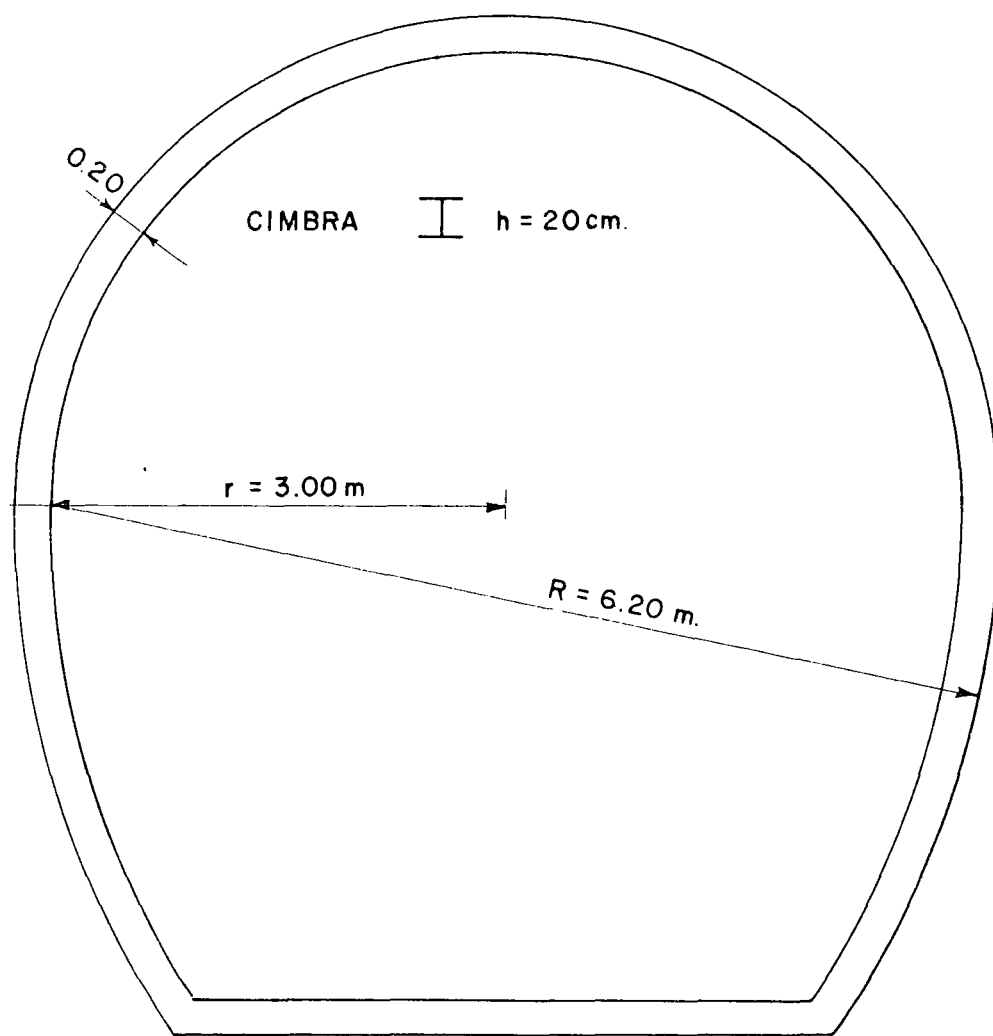
$$P_h(z=7.50) = P_h(z=0) + \frac{2.6 \times 7.5}{2} = 19.75 \text{ t/m}^2$$

(*) En base a la presencia de agua y conforme lo acotado por Terzaghi;

esta carga puede ser menor con un factor de 0.50

Figura 7/3

SECCION VENTANA DE ACCESO EN MATERIAL SUELTO



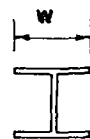
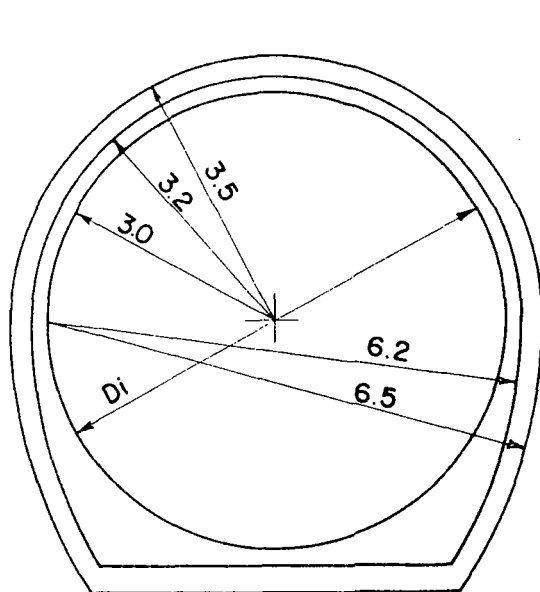
$$EJ = \infty$$

Figura 7/4

SECCION Y EXCAVACION VENTANA EN AVALANCHA

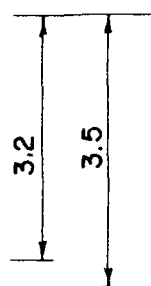
SECCION VENTANA EN "AVALANCHA"

D_i = Diametro interno libre = 6.00m



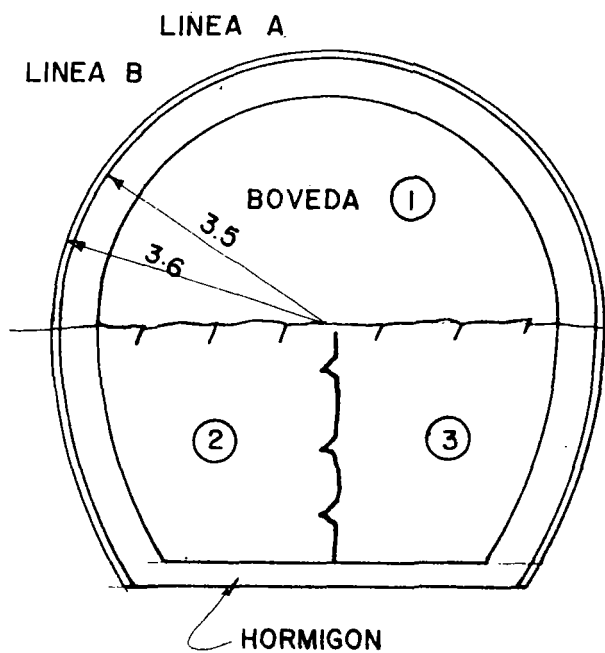
$h = 20.00 \text{ cm}$ $w = h$

- espesor de las cimbras metalicas $h = 0.20\text{m}$.
- espesor concreto lanzado 20 cm. + malla de acero 100 x 100 m.m. $\varnothing 3\text{m.m.}$



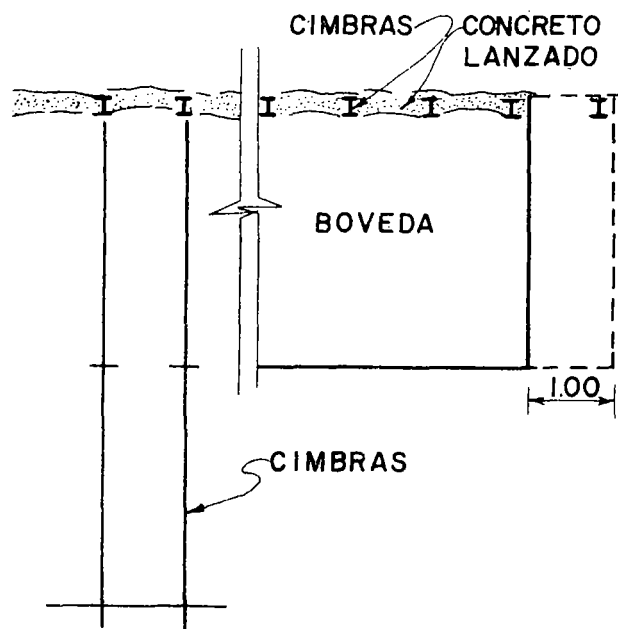
ESC. 1:100

METODO DE EXCAVACION



HORMIGON

ESC. 1:100



A fines de diseño, conservativamente no se considera existencia de roca buena en este corto tramo de la ventana en Misahuallí.

a. Roca de mala calidad (tipo C)

En el Cuadro 7/1 se indican los datos necesarios para la construcción de la curva característica del macizo considerando el caso de roca de mala calidad.

Cuadro 7/1

VENTANA DE ACCESO - EXCAVACION TRADICIONAL
CARACTERISTICAS DE LA ROCA TIPO C ASUMIDAS PARA LOS CALCULOS

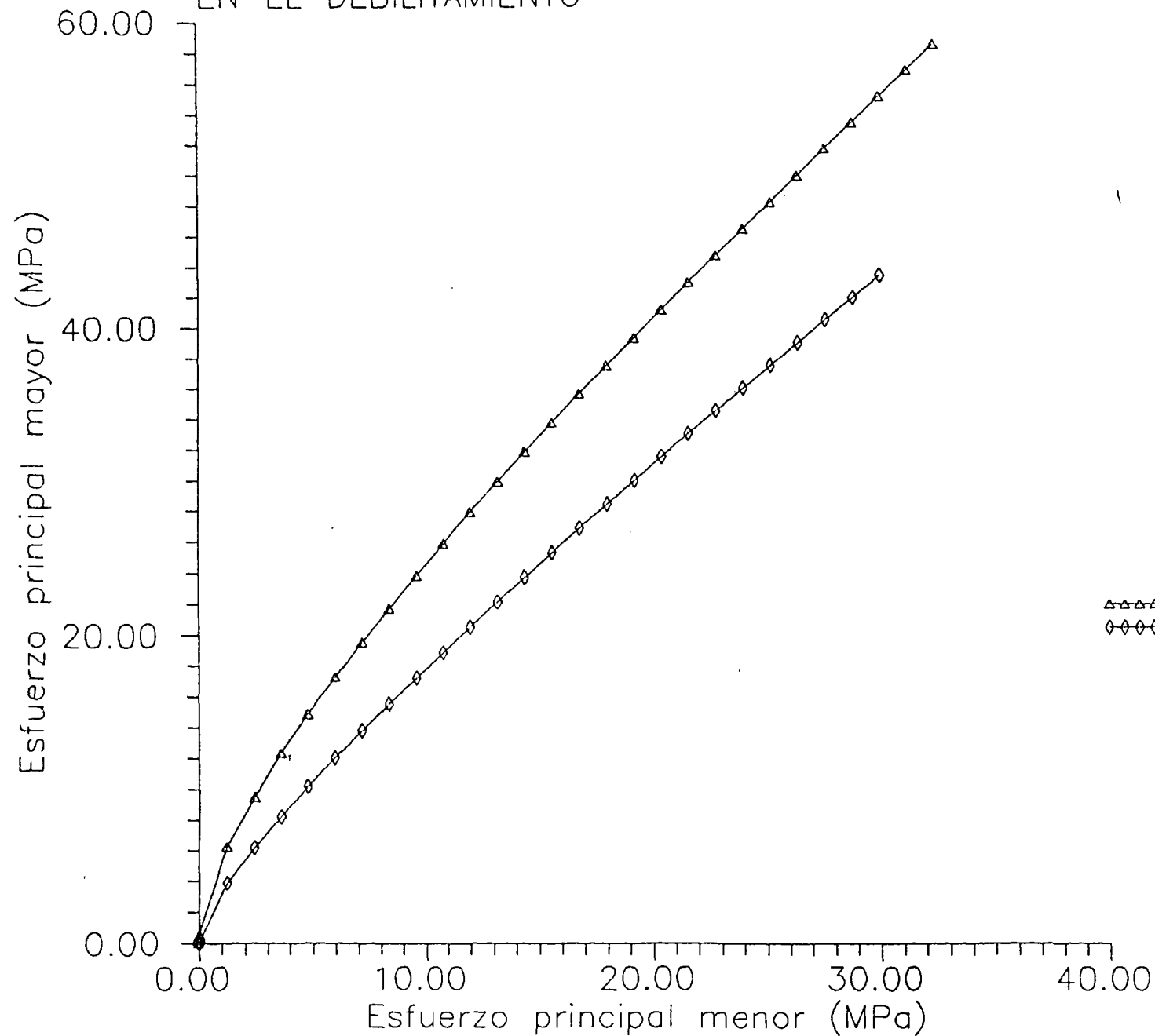
Resistencia a compresión monaxial, σ_c	60	MPa
Constantes del macizo rocoso original m, s	0,35 y 0,0001	
Módulo de deformabilidad del macizo, E	4.000	MPa
Constantes del macizo rocoso en la condición de debilitamiento m_r, s_r	0,10 y 0	
Coefficiente de Poisson del macizo, ν	0,2	
Peso de volumen de la roca original, γ	0,026	MN/m ³
Peso de volumen de la roca debilitada, γ_r	0,020	MN/m ³
Altura de la cobertura asumida, H	500	m
Estado tensional estimado in situ, P_0		13,50 MPa
Radio de excavación, r_e	3,40	m

En la Figura 7/5 se indica la curva que ilustra el criterio de ruptura, mientras en Figura 7/6 se indican las características de la interacción roca-soporte. En ausencia de una pronta colocación del soporte se producirían fuertes convergencias con desprendimientos de bloques en la bóveda y en las paredes.

El soporte previsto (por lo menos para la ventana de acceso) consiste en un sistema de cimbras con integración de hormigón lanzado y reforzado con malla electrosoldada. Las características de las cimbras se dan a continuación:

Largo de la cimbra, W	0,105	m
Alto de la cimbra, X	0,202	m
Area de la sección, A_s	0,0043	m ²
Momento de inercia, I_s	$2,67 \times 10^{-5}$	m ⁴
Módulo elástico del acero, E_s	207.000	MPa
Resistencia a fluencia, σ_{ys}	245	MPa
Módulo el. del material de bloqueo, E_b	10.000	MPa
Angulo entre los puntos de bloqueo, 2ϕ	22,5°	

VENTANA DE ACCESO FORMACION MISAHUALLI
ROCA MALA RELACION ENTRE ESFUERZOS PRINCIPALES
EN EL DEBILITAMIENTO

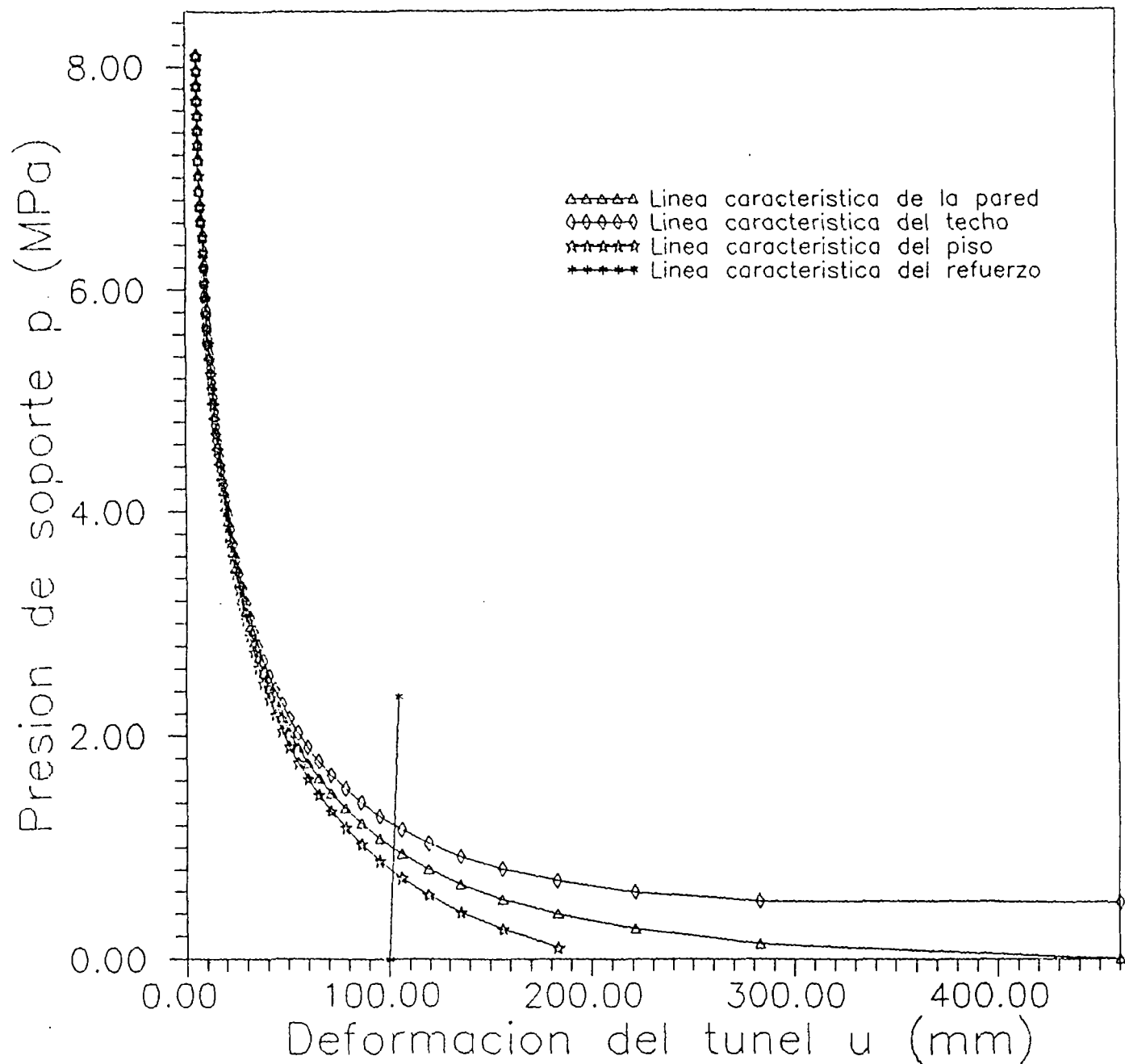


Resistencia a la compresion
uniaxial = 60 MPa
Constantes del macizo rocoso
original $m = 0.35$, $s = 0.0001$
Constantes del macizo rocoso
debilitado $m_r = 0.10$, $s_r = 0$

△△△△△ Macizo rocoso original
◇◇◇◇◇ Macizo rocoso debilitado

Figura 7/5

VENTANA DE ACCESO FORMACION MISAHUALLI
ROCA DE MALA CALIDAD ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA-SOPORTE



Cimbras metalicas 8 l 23
espaciamento 1 m +
hormigon lanzado esp. 200 mm
y malla 100 mm x 100 mm
s = 3 mm

Figura 7/6

En la Figura 7/6 ya mencionada, se indica la curva característica del soporte adoptado en relación al efecto combinado de las cimbras y del hormigón lanzado.

b. Roca de mediana calidad (tipo B)

Las características de roca de mediana calidad utilizadas en los cálculos se indican en el Cuadro 7/2 a continuación.

Cuadro 7/2

VENTANA DE ACCESO - EXCAVACION TRADICIONAL
CARACTERISTICAS DE LA ROCA TIPO B ASUMIDAS PARA LOS CALCULOS

Resistencia a compresión monoaxial, σ_c	60	MPa
Constantes del macizo rocoso original m, s	0,50 y 0,001	
Módulo de deformabilidad del macizo, E	8.000	MPa
Constantes del macizo rocoso en la condición de debilitamiento m_r, s_r	0,35 y 0	
Coefficiente de Poisson del macizo, ν	0,2	
Peso de volumen de la roca original, γ	0,026	MN/m ³
Peso de volumen de la roca debilitada, γ_r	0,020	MN/m ³
Altura de la cobertura asumida, H	600	m
Estado tensional estimado in situ, P_0	15,60	MPa
Radio de excavación, r_1	3,4	m

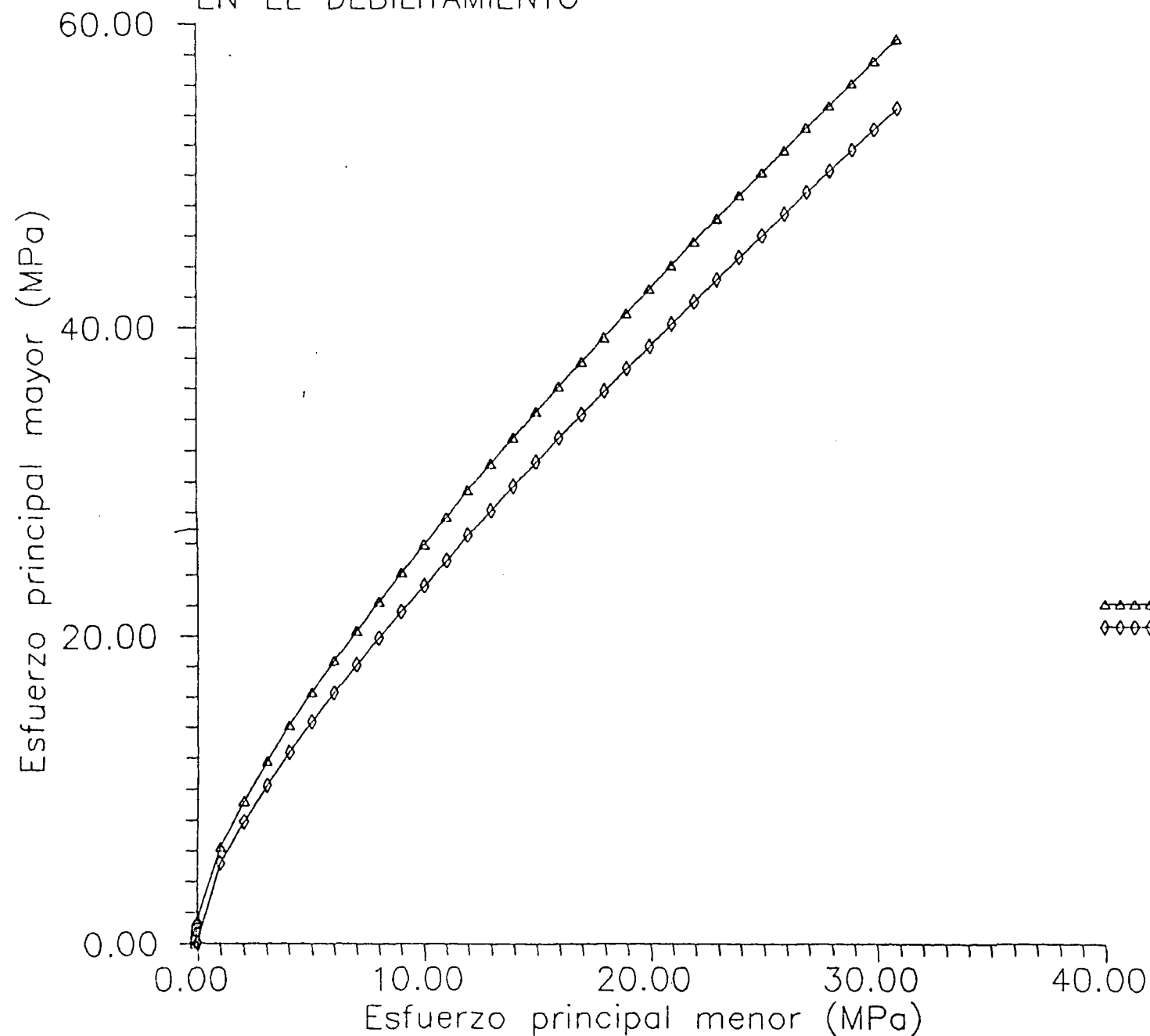
En la Figura 7/7 se indica la curva que exprime el criterio de ruptura mientras en la Figura 7/8 se ilustran las curvas características de la interacción roca-soporte.

Para la situación en examen la forma de soporte posible es constituida por un sistema de anclajes integrado, si necesario, con capas de hormigón lanzado. El sistema de anclajes permite en parte la deformación de la excavación pero limitándola una vez alcanzada la condición de equilibrio.

La puesta en obra de los anclajes deberá ser efectuada después de haya ocurrido el 50% de la deformación y por lo tanto a una distancia del frente de la excavación de 0,75 D, es decir alrededor de 2-2,5 m. Las características de los soportes se indican a continuación:

Diámetro del perno de anclaje, d_a	34	mm
Largo del perno, L_a	5	m
Constante de deformación cabeza-anclaje, Q	0	
Resistencia última del anclaje, T_{aT}	0,35	MN
Area de competencia de cada anclaje, $S_1 \times S_2$	1	m ²
Convergencia excavación antes de la aplicación del revestimiento, u_{10}	30	mm

VENTANA DE ACCESO FORMACION MISAHUALLI
ROCA REGULAR RELACION ENTRE ESFUERZOS PRINCIPALES
EN EL DEBILITAMIENTO

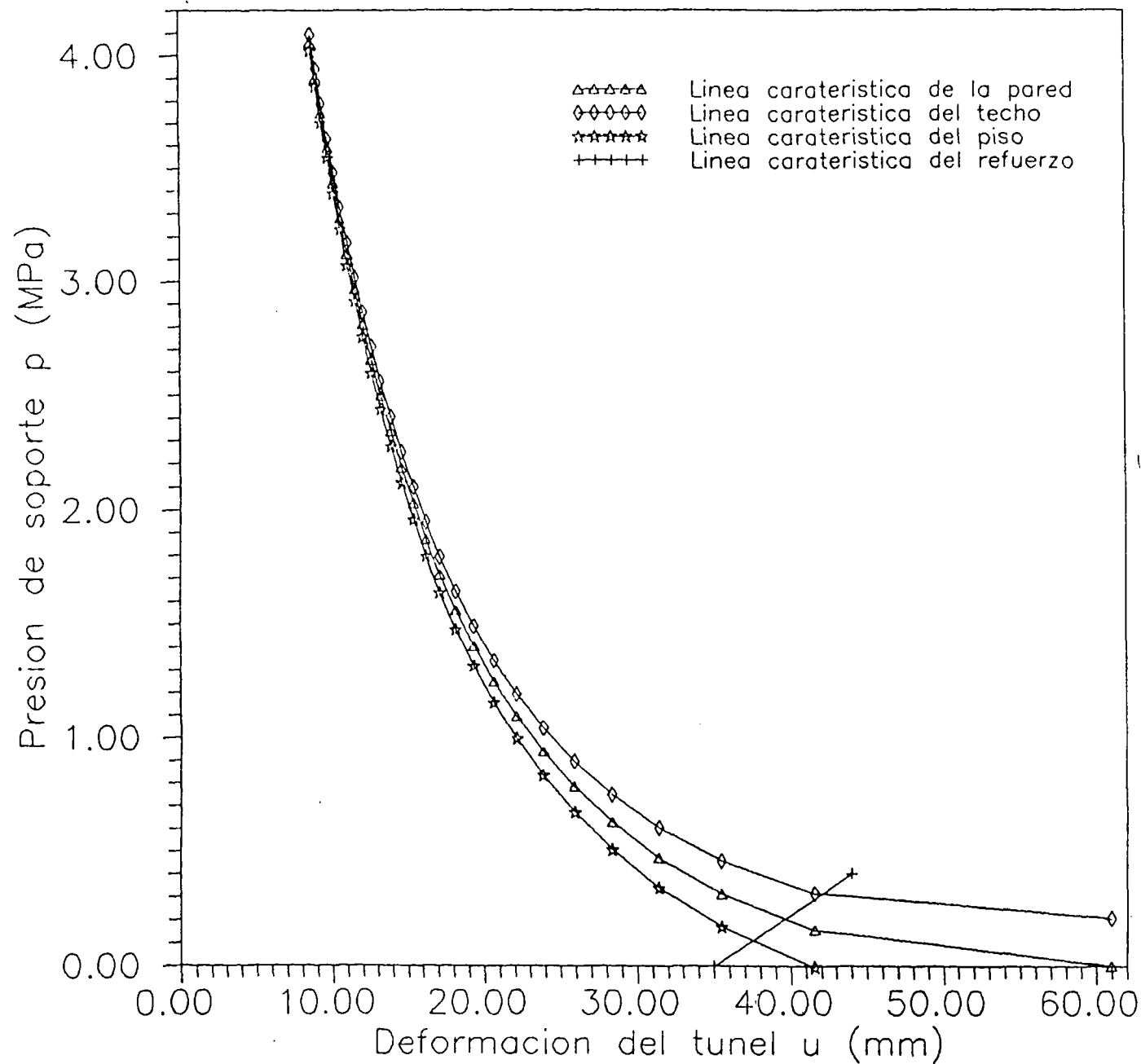


Resistencia a la compresion
uniaxial = 50 MPa
Constantes del macizo rocoso
original $m = 0.50$, $s = 0.001$
Constantes del macizo rocoso
debilitado $m_r = 0.30$, $s_r = 0$

▲▲▲▲ Macizo rocoso original
◆◆◆◆ Macizo rocoso debilitado

Figura 7/7

VENTANA DE ACCESO FORMACION MISAHUALLI
ROCA DE CALIDAD MEDIANA ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA - SOPORTE



Anclas pesadas
 $d = 34 \text{ mm}$ $L = 5 \text{ m}$
 1 anclaje/1 m² en boveda
 Fijacion resina +
 150 mm de gunita y malla
 100 mm x 100 mm $s = 3 \text{ mm}$

Figura 7/8

8. OBRAS DE CAIDA

8.1 Generalidades sobre las tuberías de presión

Las características principales para el control de las pérdidas de agua y del valor de la presión hidráulica al contacto entre roca y revestimiento son:

a. En relación a la roca

- modulo de deformación in situ (en función de las modalidades de excavación);
- permeabilidad (de pruebas Lugeon);
- esfuerzo principal menor σ_1 (de ensayos de hidrofracturamiento);
- napa freática externa.

b. En relación al revestimiento

- tipo y entidad de refuerzo para el hormigón;
- continuidad de contacto roca-revestimiento;
- consolidación de la roca descomprimida a fines de incrementar la rigidez y reducir la permeabilidad;
- presencia de eventuales drenes para bajar la presiones de poros debida a pérdidas del tramo de tubería aguas arriba del blindaje en acero.

En general la extensión del tramo blindado en acero debería ser finalizada después de haber hecho ensayos de hidrofracturamiento y ensayos de carga sobre placa en el curso de la excavación de la tubería.

Los principales problemas de las tuberías en presión se relacionan a:

a. Pérdidas de agua demasiado altas

- en el caso de falta de revestimiento o de revestimiento en hormigón simple en contacto con roca permeable y con altos gradientes en relación a la napa;
- en el caso de fracturación hidráulica debido a altos valores de la presión al contacto revestimiento-roca; esto puede ocurrir en zonas de baja cobertura tanto vertical como horizontal con bajos valores de esfuerzos in situ.

b. Colapso de la sección de excavación

- en el caso de reducción de resistencia de la roca atrás del revestimiento por la presencia del agua;
- en el caso de desprendimiento de bloques (cuñas) favorecidos por las fluctuaciones de presión interna (túneles no revestidos).

c. Ruptura del revestimiento en los siguientes casos:

- carga sobre el revestimiento superior al previsto;
- mala ejecución de las inyecciones de contacto;
- mala calidad del material del revestimiento;
- reducción de la eficacia de los refuerzos en el control de la amplitud de las fisuras.

8.2 Tuberías de presión del proyecto

Los cálculos de las tuberías de presión se hicieron cuando todavía existían dos de las tres alternativas de las obras de caída ilustradas en el Plano 0209-C-2028. Las alternativas preseleccionadas eran: la Solución 1 más superficial, con un tramo en baja presión antes inclinado y después subhorizontal y un tramo de alta presión inclinado y la Solución 3 más profunda con un pozo vertical y a continuación un largo tramo subhorizontal.

Para razones de cronología de ejecución de cálculos se empieza con la descripción de los cálculos de la segunda.

8.2.1 Solución 3

a. Soportes provisionales durante la excavación

La previsión de las características geomecánicas del tramo vertical de la tubería en presión se basa sobre los resultados de las observaciones y de las pruebas sobre los testigos del sondeo SCE2.

En lo que se refiere a la naturaleza de las formaciones rocosas atravesadas se ha obtenido lo siguiente:

- hasta cota 1.140 m s.n.m. formación Hollín;
- de la cota de arriba hasta el fondo del sondeo (818 m s.n.m.) formación Misahuallí;

Al interior de la formación Misahuallí se han evidenciado 3 litotipos característicos, identificados como: "Brecha Dacítica" por el 17,5% del largo total, "Brecha Tobácea" por el 58% y "Brecha Volcánica" por el restante 24,5%.

Desde el punto de vista estructural se observa que la calidad del macizo rocoso es muy heterogénea a lo largo del tramo investigado.

Los tramos de calidad "mediana y buena" (con RMR de 50 a 70) constituyen el 70% del total mientras el restante 30% es constituido por roca de "muy mala y mala" calidad (con RMR de 20 a 30). En particular en la zona inferior de la "Brecha Volcánica" el 44% es constituido por roca mala con extensas zonas falladas y con zonas caracterizadas por rellenos arcillosos.

La resistencia a compresión monoaxial de los testigos inalterados de la "Brecha Tobácea" es del orden promedio de 40 MPa con notable dispersión de los valores; el mismo parámetro para la "Brecha Volcánica" presenta un valor promedio de 80 MPa con un nivel de dispersión más contenido.

Para las clases de rocas encontradas (de clase II a clase V) se han evaluado las características de deformabilidad correlacionándolas con el índice de calidad RMR, obteniendo los valores siguientes:

Clase	Índice RMR	Modulo de deformabilidad (MPa)
II	70	31.500
III	50	10.000
IV	30	3.000
V	20	≤ 3.000

El coeficiente de Poisson se ha asumido igual a 0,2 para cada clase de roca.

Las características de la roca evidenciadas con el sondeo SCE2 se pueden considerar indicativas de las condiciones que se encontrarán en el tramo vertical. En lo que se refiere al tramo subhorizontal, y en particular en su parte terminal, se hace referencia al examen de los sondeos SCMB y SCM9.

En base a estos últimos se puede considerar el macizo rocoso cerca de la casa de máquinas en general de "buena calidad" con posibilidad de atravesamiento de zonas de roca más fracturadas de limitadas extensión.

El dimensionamiento de los soportes provisionales se hizo para las clases de roca II, III y IV según lo indicado a continuación.

a1. Roca de clase II (roca buena)

La determinación de la curva característica del macizo rocoso se hizo con referencia a una sección intermedia del tramo subhorizontal

donde existe una cobertura vertical de unos 600 metros. Los valores característicos del macizo rocoso se indican en el Cuadro 8/1 a continuación.

Cuadro 8/1

TUBERIA DE PRESION - SOLUCION 3 - ROCA BUENA - TRAMO SUBHORIZONTAL
CARACTERISTICAS DE LA ROCA ASUMIDAS PARA LOS CALCULOS

Resistencia a compresión monoaxial, σ_c	80	MPa
Constantes del macizo rocoso original m, s	3,40 y 0,03	
Modulo de deformabilidad del macizo, E	31.500	MPa
Constantes del macizo rocoso en la condición de debilitamiento m_r, s_r	0,10 y 0,00001	
Coefficiente de Poisson del macizo ν	0,2	
Peso de volumen de la roca original γ	0,026	MN/m ³
Peso de volumen de la roca debilitada γ_r	0,020	MN/m ³
Altura de la cobertura asumida, H	600	m
Estado tensional estimado in situ, P_0	15,60	MPa
Radio de excavación, r_1	2,80	m

Las Figuras 8/1 y 8/2 ilustran el criterio de ruptura adoptado y la curva de interacción roca-soporte. El soporte de una limitada faja de roca plastificada en la bóveda puede ser realizado con una aplicación localizada de hormigón lanzado con eventuales pernos de anclaje para estabilizar posibles bloques inestables.

a2. Roca de clase III (roca mediana)

El cálculo de la curva característica del macizo rocoso se hizo con referencia a una sección de la tubería de presión similar a la considerada para la roca de buena calidad, tomando en cuenta valores reducidos de los parámetros de resistencia y deformabilidad de la roca como indicado en el Cuadro 8/2.

TUBERIA DE PRESION FORMACION MISAHUALLI ALTERNATIVA III
ROCA DE BUENA CALIDAD RELACION ENTRE LOS ESFUERZOS
PRINCIPALES EN EL DEBILITAMIENTO

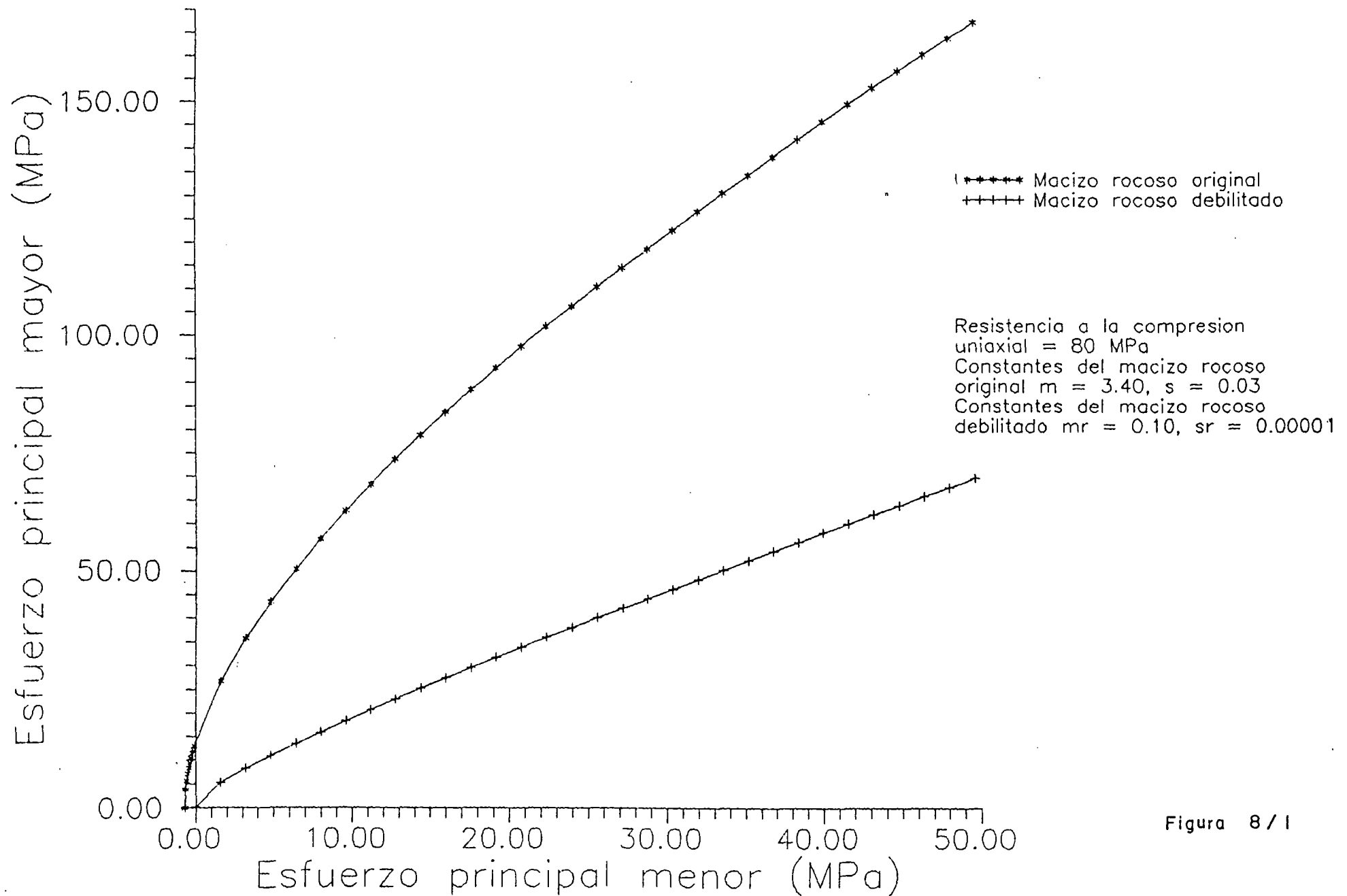


Figura 8 / 1

TUBERIA DE PRESION FORMACION MISAHUALLI - ALTERNATIVA III
ROCA DE BUENA CALIDAD ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA-SOPORTE

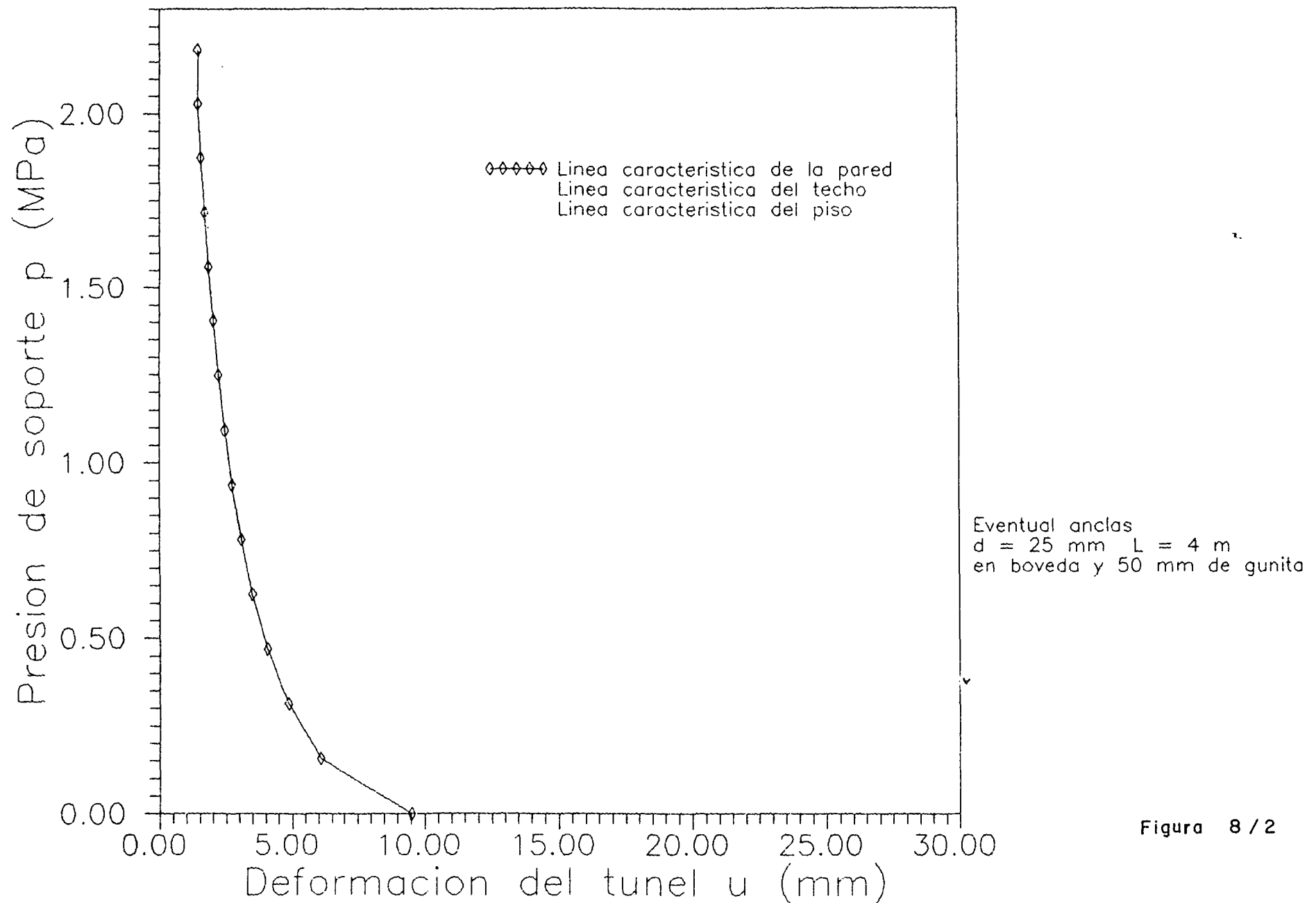


Figura 8 / 2

Cuadro 8/2

TUBERIA DE PRESION - SOLUCION 3 - ROCA MEDIANA - TRAMO SUBHORIZONTAL
CARACTERISTICAS DE LA ROCA ASUMIDAS PARA LOS CALCULOS

Resistencia a compresión monoaxial, σ_c	80	MPa
Constantes del macizo rocoso original m, s	0,60 y 0,001	
Modulo de deformabilidad del macizo, E	10.000	MPa
Constantes del macizo rocoso en la condición de debilitamiento m_r, s_r	0,10 y 0,00001	
Coefficiente de Poisson del macizo ν	0,2	
Peso de volumen de la roca original γ	0,026	MN/m ³
Peso de volumen de la roca debilitada γ_r	0,020	MN/m ³
Altura de la cobertura asumida, H	600	m
Estado tensional estimado in situ, P_0	15,60	MPa
Radio de excavación, r_1	2,80	m

Las Figuras 8/3 y 8/4 ilustran el criterio de ruptura adoptado y la curva de interacción roca-soporte. En la Figura 8/4 se indica la curva característica del sistema de soporte provisional adoptado que consiste en:

Diámetro anclajes	0.025	m
Largo anclajes	4,0	m
Constante de deformación Q	0,143	m/MN
Resistencia última del anclaje	0,285	MN
Area competencia anclaje	1,5	m ²
Espesor del hormigón lanzado	10,0	cm
Malla electrosoldada 100x100 mm, diámetro	3,0	mm

a3. Roca de clase IV (roca mala)

La determinación de la curva característica del macizo rocoso para este tipo de roca se hizo con referencia a una sección de la tubería de presión ubicada en proximidad de la parte inferior del tramo vertical adonde se encontró la mayor intensidad de facturaciones. La cobertura vertical en este caso es de 500 m aproximadamente; los valores de los parámetros característico utilizados en los cálculos se dan en el Cuadro 8/3.

TUBERIA DE PRESION FORMACION MISAHUALLI ALTERNATIVA III
ROCA DE CALIDAD MEDIANA RELACION ENTRE LOS ESFUERZOS
PRINCIPALES EN EL DEBILITAMIENTO

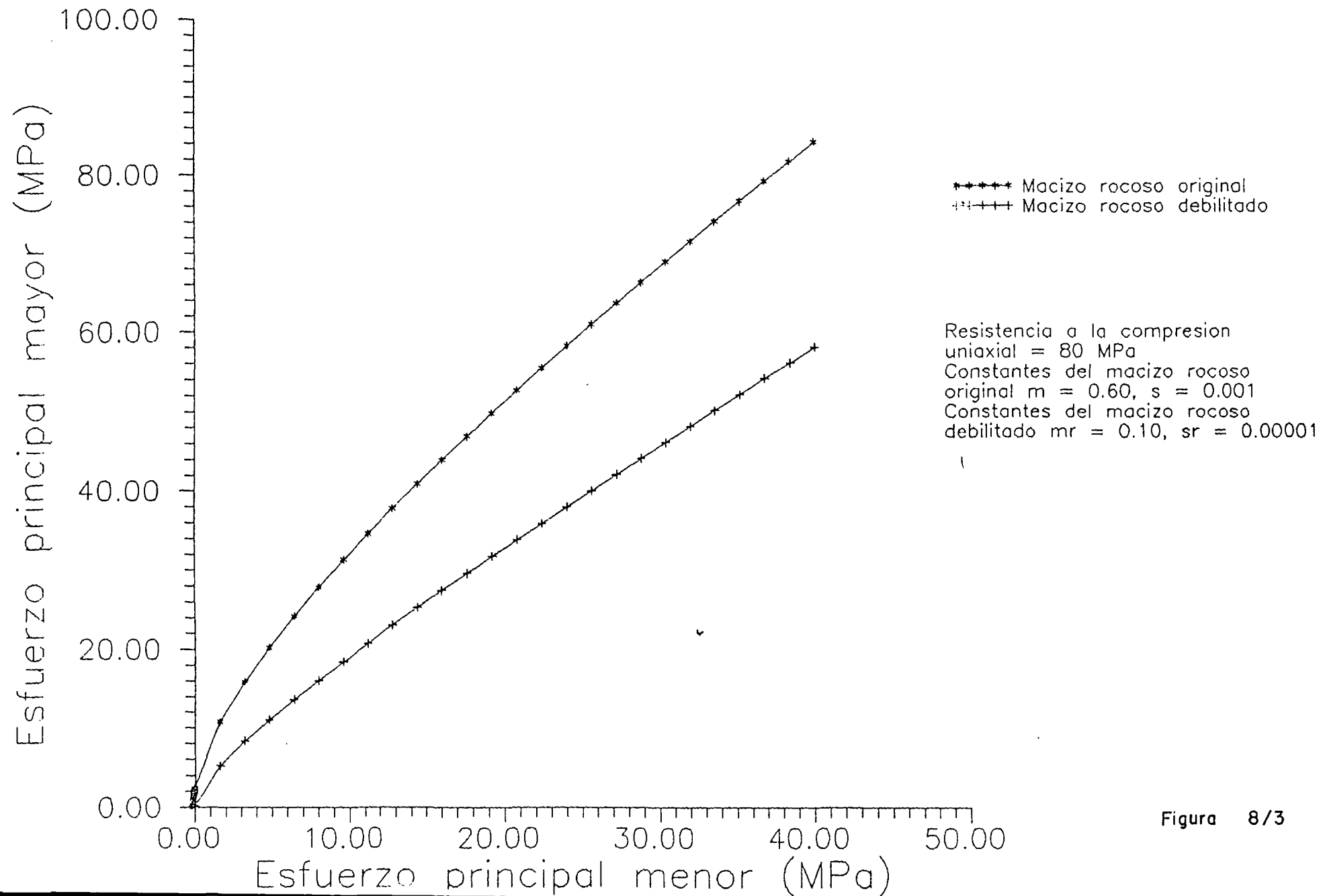
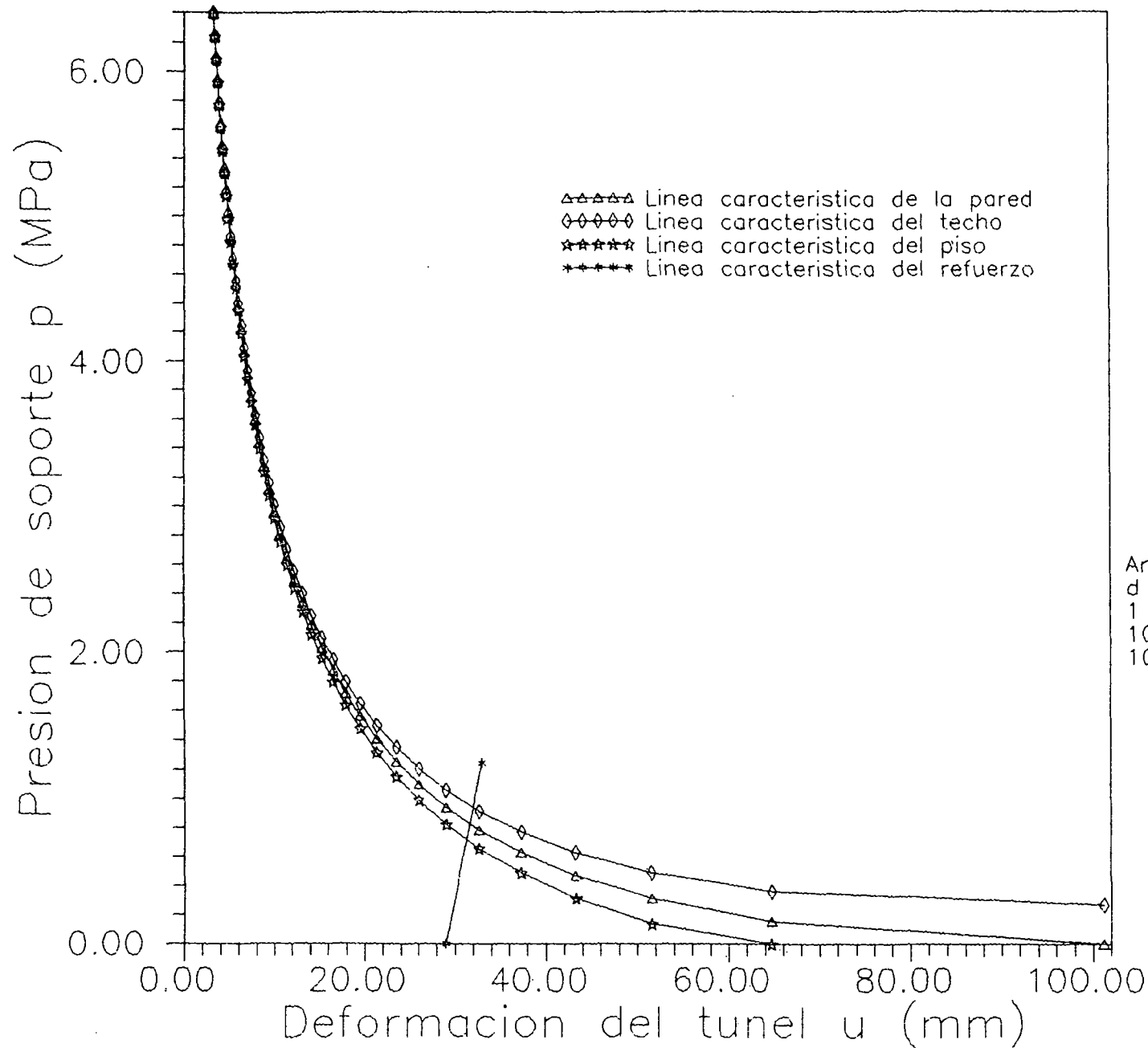


Figura 8/3

TUBERIA DE PRESION FORMACION MISAHUALLI – ALTERNATIVA III
ROCA DE CALIDAD MEDIANA ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA-SOPORTE



Anclas medianas
 $d = 25 \text{ mm}$ $L = 4 \text{ m}$
 1 anclaje / 1.5 m^2 en boveda +
 100 mm de gunita y malla
 100 x 100 mm , espesor 3 mm

Figura 8 / 4

Cuadro 8/3

TUBERIA DE PRESION - SOLUCION 3 - ROCA MALA - TRAMO VERTICAL
CARACTERISTICAS DE LA ROCA ASUMIDAS PARA LOS CALCULOS

Resistencia a compresión monoaxial, σ_c	80	MPa
Constantes del macizo rocoso original m, s	0,18 y 0,00001	
Modulo de deformabilidad del macizo, E	3.000	MPa
Constantes del macizo rocoso en la condición de debilitamiento m_r, s_r	0,10 y 0,00001	
Coefficiente de Poisson del macizo ν	0,2	
Peso de volumen de la roca original γ	0,026	MN/m ³
Peso de volumen de la roca debilitada γ_r	0,020	MN/m ³
Altura de la cobertura asumida, H	500	m
Estado tensional estimado in situ, P_0	13,00	MPa
Radio de excavación, r_1	2,80	m

Las Figuras 8/5 y 8/6 ilustran el criterio de ruptura adoptado y la curva de interacción roca-soporte. La estabilidad de la sección de excavación requiere la aplicación repentina de cimbras metálicas y de hormigón lanzado según lo indicado a continuación:

- cimbras metálicas cada metro;
- hormigón lanzado de 200 mm de espesor;
- malla electrosoldada de 10x10 cm con diámetro de 3 mm.

Las características de las cimbras propuestas son:

Largo de la cimbra, W	0,105	m
Alto de la cimbra, X	0,202	m
Area de la sección, A_s	0,0043	m ²
Momento de inercia, I_s	$2,67 \times 10^{-5}$	m ⁴
Modulo elástico del acero, E_s	207.000	MPa
Resistencia a fluencia, σ_{ys}	245	MPa
Modulo el. del material de bloqueo, E_b	10.000	MPa
Angulo entre los puntos de bloqueo, 2θ	22,5 °	

En la Figura 8/6, ya mencionada, se indica la curva característica del soporte adoptado en relación al efecto combinado de las cimbras y del hormigón lanzado.

TUBERIA DE PRESION FORMACION MISAHUALLI ALTERNATIVA III
ROCA DE MALA CALIDAD RELACION ENTRE LOS ESFUERZOS
PRINCIPALES EN EL DEBILITAMIENTO

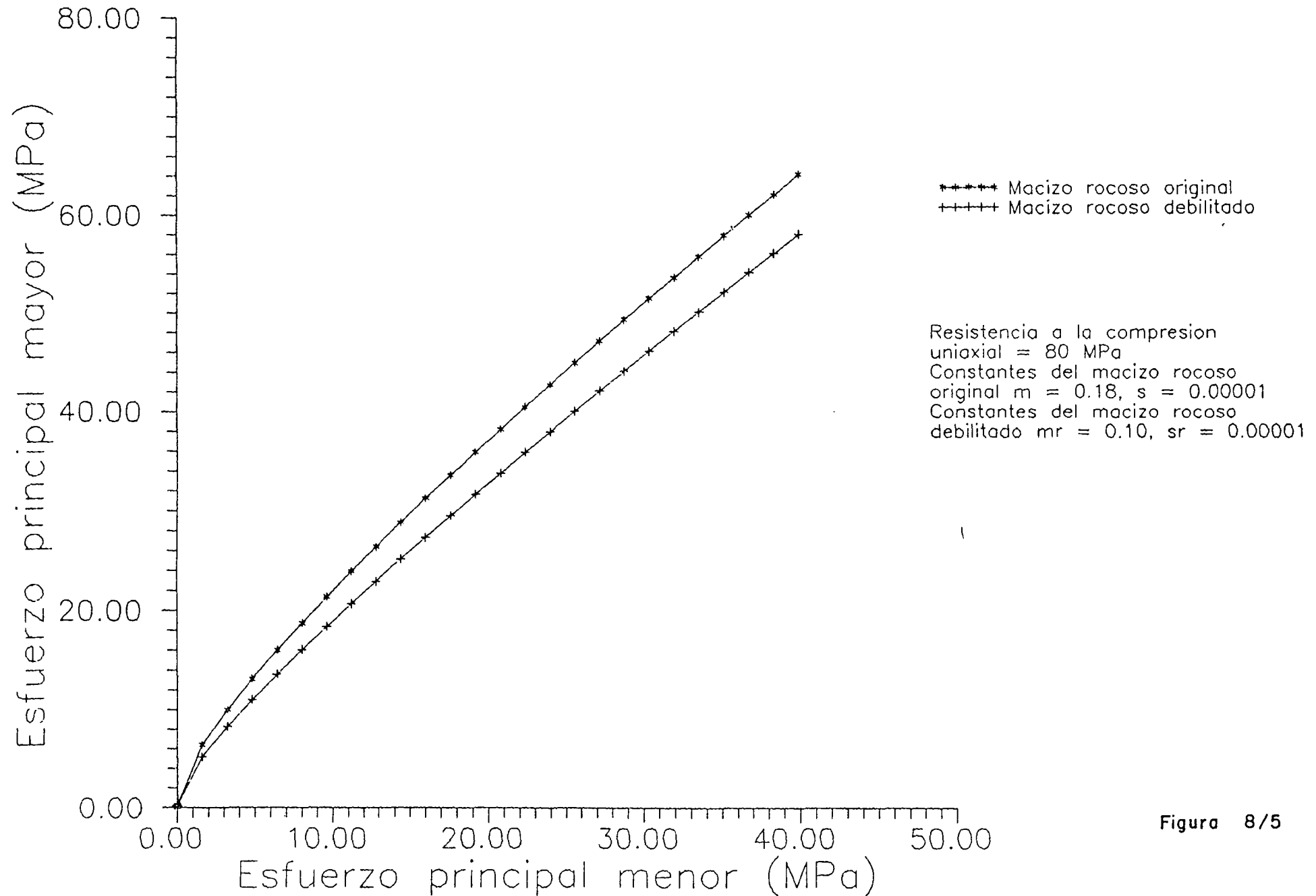
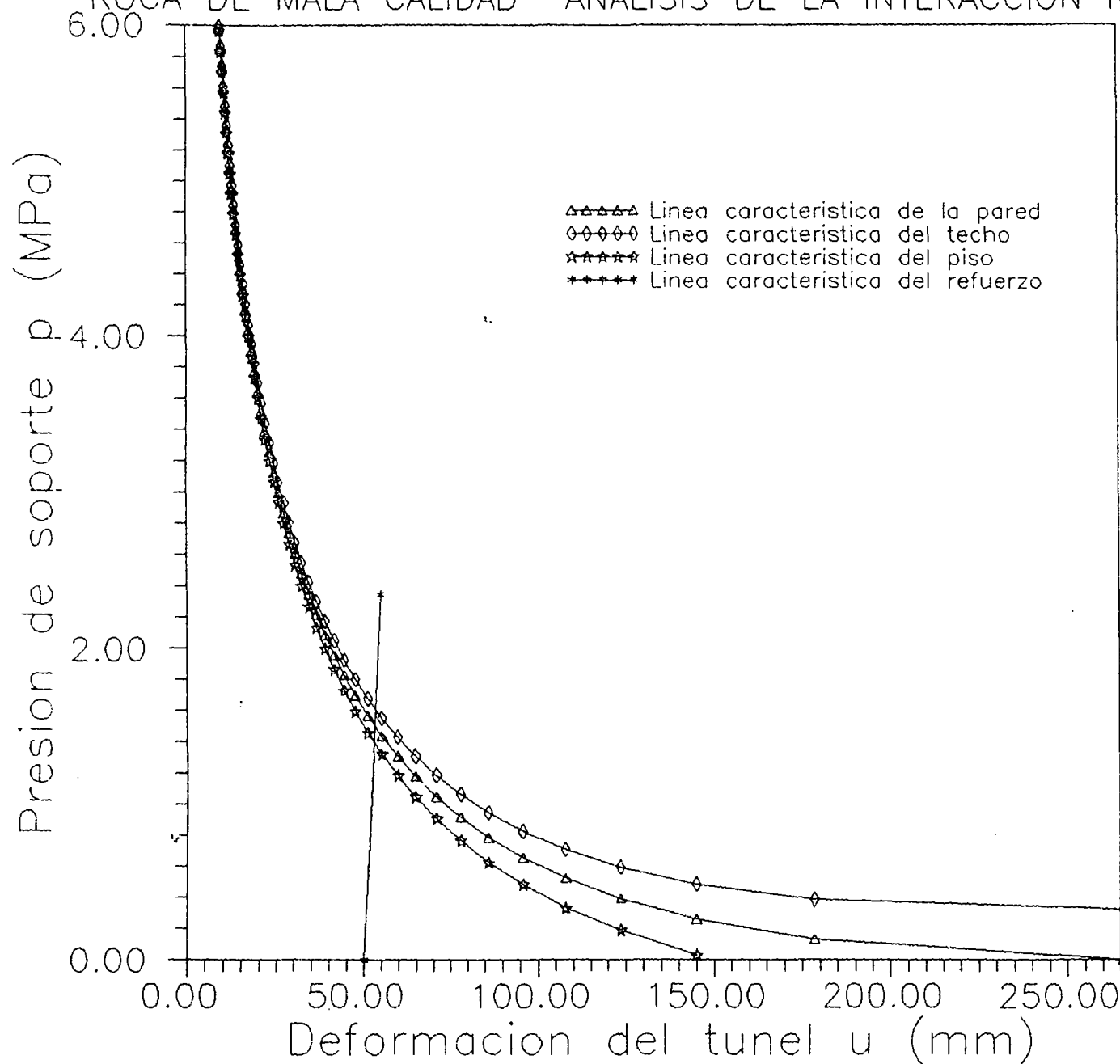


Figura 8/5

TUBERIA DE PRESION FORMACION MISAHUALLI – ALTERNATIVA III
ROCA DE MALA CALIDAD ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA-SOPORTE



Cimbras metalicas 8 I 23
espaciamento 1 m +
hormigon lanzado esp. 200 mm
y malla 100 mm x 100 mm
s = 3 mm

Figura 8/6

b. Diseño y verificación del revestimiento definitivo

b1. Condición de vaciado de la tubería

Con la finalidad de determinar el espesor del anillo de hormigón necesario para soportar la presión radial de la napa freática externa se hizo referencia a la teoría de los ductos espesos sujetos a presión uniforme desde el exterior.

En base a esta teoría se tiene la relación siguiente:

$$p = \sigma_c(1 - ((r_1 - t_c)/r_1)^2)/2$$

resolviendo respecto a t_c se obtiene:

$$t_c^2 - 2r_1 t_c + r_1^2 2p/\sigma_c = 0$$

de donde:

$$t_c = r_1(1 - \sqrt{1 - 2p/\sigma_c})$$

con: p = presión externa del agua
 r_1 = radio de la excavación
 σ_c = tensión máxima en el hormigón
 t_c = espesor del hormigón

Considerando el proceso de consolidación del macizo alrededor de la sección examinada no se considera que la presión hidrostática actúe directamente sobre el revestimiento propiamente dicho de espesor t_c sino a un nivel más externo. Por lo tanto, evaluando el espesor t_c como antes mencionado, el coeficiente de seguridad respecto a la tensión de ruptura del hormigón ($\sigma_c=35$ MPa) se ha asumido igual a 1,3. Con esta hipótesis se han obtenido los valores siguientes de t_c en función de la presión externa:

$$p_{ext} < 3,70 \text{ MPa} \quad t_c = 0,40 \text{ m}$$

$$3,70 < p_{ext} < 4,50 \text{ MPa} \quad t_c = 0,50 \text{ m}$$

Considerando el efecto de los refuerzos, cuya presencia es necesaria por la exigencia de controlar la distribución de las fisuras debidas a condiciones de operación normal, los valores de tensión de compresión en el hormigón, antes mencionados, se reducen.

En base a las condiciones actuales de la napa freática, la sección, adonde es necesario aumentar el espesor t_c de 0,40 a 0,50 m, se localiza unos 50 m antes del termino del tramo vertical. Aguas abajo de esta sección hasta el comienzo del tramo blindado, el espesor t_c será por lo tanto de 0,50 m.

b2. Revestimiento en condiciones de ejercicio - Tramos en hormigón

Excluyendo el tramo terminal de unos 350 m de largo se prevé realizar el revestimiento de la tubería de presión en hormigón armado. En lo que se refiere a las condiciones de operación las funciones del revestimiento son:

- limitar las pérdidas de agua a valores aceptables;
- impedir el fenómeno de hidrofracturamiento o de apertura de las fracturas existentes alrededor de la sección.

Con la finalidad de limitar las pérdidas de agua el revestimiento debe ser diseñado de manera tal que la amplitud promedio y la frecuencia de las fisuras, que pueden producirse, no aumenten demasiado la permeabilidad del mismo. Las fisuras son en el mismo tiempo función de las características de deformabilidad del macizo y indirectamente también de la permeabilidad del mismo.

Para evitar apertura de fisuras preexistentes en la roca, hay que verificar que el valor de la presión hidráulica de equilibrio (continuidad de flujo entre revestimiento y roca) sea inferior al valor del esfuerzo principal mínimo en el macizo. Este último valor se ha obtenido con los ensayos de hidrofracturamiento.

Bajo este punto de vista, la sección más crítica resulta ser aquella más cercana a la superficie del terreno siendo que la entidad del esfuerzo in situ resulta disminuida por reducirse la cobertura tanto vertical como horizontal. Dicha sección, para la Solución 3, se encuentra al comienzo del tramo blindado; las pruebas de hidrofracturamiento han dado un valor de la tensión mínima σ_3 de 4 MPa.

Se hace además la hipótesis que la calidad de las inyecciones alrededor de la tubería, sea tal de garantizar, para una extensión promedio de 6 m, las siguientes características de permeabilidad y deformabilidad:

$$k \leq 0.00005 \text{ m/s}$$

$$E \geq 10.000 \text{ MPa}$$

Dichas condiciones se han adoptado para todo el tramo de la tubería hasta la el comienzo del blindaje.

La verificación del estado tensional y deformativo del revestimiento y de la roca se hizo según la metodología descrita en el numeral 5.4 y basada sobre la teoría de la elasticidad.

Sección A (tramo vertical)

La Sección A se considera representativa del tramo vertical afuera de sus últimos 50 metros. En base a los resultados del sondeo

SCE2 conservativamente se ha considerado una roca de mala calidad. Los primeros 6 metros de roca alrededor de la excavación se han considerado como roca consolidada por efecto de las inyecciones.

Las características de la sección a fines de verificación se dan a continuación:

Presión interna	5.200	KN/m ²
Presión externa de la napa	4.100	KN/m ²
Espesor del revestimiento	0,40	m
Modulo de deformabilidad de la roca consol.	10.000	Mpa
Modulo de deform. de la roca in situ	3.000	MPa
Modulo elástico del hormigón	21.000	MPa
Modulo de Poisson de la roca	0,20	
Modulo de Poisson del hormigón	0,25	
Permeabilidad de la roca	5×10^{-9}	m/s
Porcentaje de armadura circunferencial	0,5%	
Radio interno	2,30	m
Anillo de roca consolidada	6,00	m

El valor de la deformación máxima a tracción en el hormigón, como se indica en el Apéndice C, es 0,000039 al borde interior; este valor es inferior a aquel característico de la fisuración en el hormigón (0,0001).

Por lo tanto, en el tramo examinado, el porcentaje de refuerzos puede ser reducido manteniendo siempre pérdidas transcurables.

Sección B (tramo subhorizontal)

Conservativamente se asume como representativa del tramo subhorizontal la Sección B, sección terminal de la parte no blindada adonde la presión externa tiene su valor mínimo y la presión interna su máximo.

Las características de la sección a fines de verificación se dan a continuación:

Presión interna	5.980	kN/m ²
Presión externa de la napa	1.760	kN/m ²
Espesor del revestimiento	0,50	m
Modulo de deformabilidad de la roca consol.	10.000	Mpa
Modulo de deform. de la roca in situ	≥ 10.000	MPa
Modulo elástico del hormigón	21.000	MPa
Modulo de Poisson de la roca	0,20	
Modulo de Poisson del hormigón	0,25	
Permeabilidad de la roca	5x10 ⁻⁹	m/s
Porcentaje de armadura circunferencial	1,0%	
Radio interno	2,30	m
Anillo de roca consolidada	6,00	m

La entidad de deformación máxima en el revestimiento de 0,000473 (véase Apéndice C) es tal de provocar fisuraciones en el revestimiento en condiciones de operación.

El porcentaje de armadura y la selección del diámetros de las barras de refuerzos permiten eficazmente de controlar la permeabilidad del revestimiento y las pérdidas de agua.

La presión hidráulica al contacto roca-revestimiento, de 1.830 kN/m², es inferior al valor de la tensión principal menor existente en el macizo de 4.000 kN/m². Este último valor se extrapoló de los ensayos de hidrofracturamiento de los sondeos SCM8 y SCM9.

b3. Revestimiento en condiciones de ejercicio - Tramo blindado

Para el cálculo del espesor del blindaje se considera la sección intermedia del mismo que tiene como cota del fondo 620 m s.n.m. El diámetro interno del blindaje es de 4,2 m y la presión interna máxima con el golpe de ariete alcanza 7.040 kN/m² (718 t/m²).

Las características del acero considerado son las siguientes:

- tensión de ruptura = 559.550 kN/m² (5.500 kg/cm²)
- tensión de fluencia = 421.830 kN/m² (4.300 kg/cm²)

Como predimensionamiento se supone que el blindaje metálico sea autoresistente. Asumiendo un factor de seguridad respecto a la tensión de fluencia de 1,2 se obtiene el valor de la tensión máxima referencial para el cálculo de:

$$\sigma_a = 351.530 \text{ kN/m}^2$$

El espesor del revestimiento puede ser evaluado según la conocida formula de Mariotte:

$$s = \frac{p D}{2 \sigma_a} = \frac{7.040 \times 4,2}{2 \times 351.530} = 0.042 \text{ m}$$

Con este predimensionamiento se ha procedido hacer el cálculo de las deformaciones del blindaje considerando la colaboración del hormigón y sobre todo de la roca.

El espesor del hormigón de embutimiento t_c se considera de 0,7 m (para razones constructivas). En lo que se refiere a la roca, en base a los sondeos ejecutados para la casa de máquinas, las características de deformabilidad asumidas corresponden a un macizo de clase II o III ($E = 20.000 \text{ MPa}$) considerando de tal manera el disturbio debido a la excavación.

La dilatación de la parte interna del revestimiento metálico resulta igual a:

$$\epsilon_a = 0,0004226$$

mientras aquella relativa a la parte interna del hormigón es:

$$\epsilon_a = 0,000409$$

y es por lo tanto superior a aquella crítica de fisuración del hormigón. Cabe anotar que el valor de ϵ_a ha sido obtenido tomando en cuenta el efecto de la fisuración del hormigón en relación a la deformabilidad del conjunto (blindaje, hormigón y roca).

La tensión máxima en el acero resulta por lo tanto:

$$\sigma_a = \epsilon_a E_a = 87.120 \text{ kN/m}^2 = 888 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{con } E_a = 207.000.000 \text{ kN/m}^2$$

8.2.2 Solución 1 Esta solución está constituida por dos partes una de baja presión y la otra de alta presión. La de baja presión a su vez comprende un tramo inclinado en Hollín de unos 170 m de largo y un tramo subhorizontal en Misahuallí de unos 740 m de largo. La parte de alta presión consiste en un tramo inclinado de unos 790 m.

a. Soportes provisionales durante la excavación

El tramo inicial de la tubería de baja presión en Hollín presenta características geomecánicas análogas a aquellas ya definidas para el tramo terminal del túnel de aducción.

Para el segundo tramo de la tubería de baja presión en Misahuallí, las características de la roca se basan sobre los resultados de los sondeos SCE2 y SCE1.

En particular al comienzo (según indicaciones de la parte superior del sondeo SCE2) se prevé encontrar en la formación Misahuallí el litotipo denominado "Brecha Tobácea". Aproximadamente a la mitad del tramo subhorizontal se prevé entrar en el litotipo denominado "Brecha Volcánica" caracterizado en esta zona por un grado de fracturación muy bajo y por alta resistencia a compresión monoaxial ($\sigma_c = 150$ MPa).

La posibilidad de encontrar clases de roca mala y regular resulta limitada al primer litotipo y a dichas clases se hace referencia para el dimensionamiento de los soportes provisionales en fase de excavación. Las características de deformabilidad se han evaluado en base a la correlación entre el módulo de deformabilidad promedio del macizo y el índice de calidad RMR (como para la Solución 3).

En lo que se refiere los soportes provisionales del tramo inclinado de la tubería de alta presión, para la cual se prevé un revestimiento metálico, estos tendrán que ser dimensionados en base a características del macizo de clase III, compatiblemente con la metodología de excavación.

al. Roca de clase II (roca buena)

La determinación de la curva característica del macizo rocoso se hizo con referencia a una sección intermedia del tramo subhorizontal donde existe una cobertura vertical de unos 225 metros. Los valores característicos del macizo rocoso se indican en el Cuadro 8/4.

Cuadro 8/4

TUBERIA DE PRESION - SOLUCION 1 - ROCA BUENA - TRAMO SUBHORIZONTAL CARACTERISTICAS DE LA ROCA ASUMIDAS PARA LOS CALCULOS

Resistencia a compresión monoaxial, σ_c	44	MPa
Constantes del macizo rocoso original m, s	3,60 y 0,015	
Módulo de deformabilidad del macizo, E	31.500	MPa
Constantes del macizo rocoso en la condición de debilitamiento m_r, s_r	0,10 y 0,00001	
Coefficiente de Poisson del macizo ν	0,2	
Peso de volumen de la roca original γ	0,027	MN/m ³
Peso de volumen de la roca debilitada γ_r	0,020	MN/m ³
Altura de la cobertura asumida, H	225	m
Estado tensional estimado in situ, P_0	6,00	MPa
Radio de excavación, r_1	2,80	m

Las Figuras 8/7 y 8/8 ilustran el criterio de ruptura adoptado y la curva de interacción roca-soporte. El soporte de una limitada faja de roca plastificada en la bóveda puede ser realizado con limitada aplicación de hormigón lanzado con eventuales pernos de anclaje para estabilizar posibles bloques inestables.

TUBERIA DE PRESION FORMACION MISAHUALLI ALTERNATIVA I
ROCA DE BUENA CALIDAD RELACION ENTRE LOS ESFUERZOS
PRINCIPALES EN EL DEBILITAMIENTO

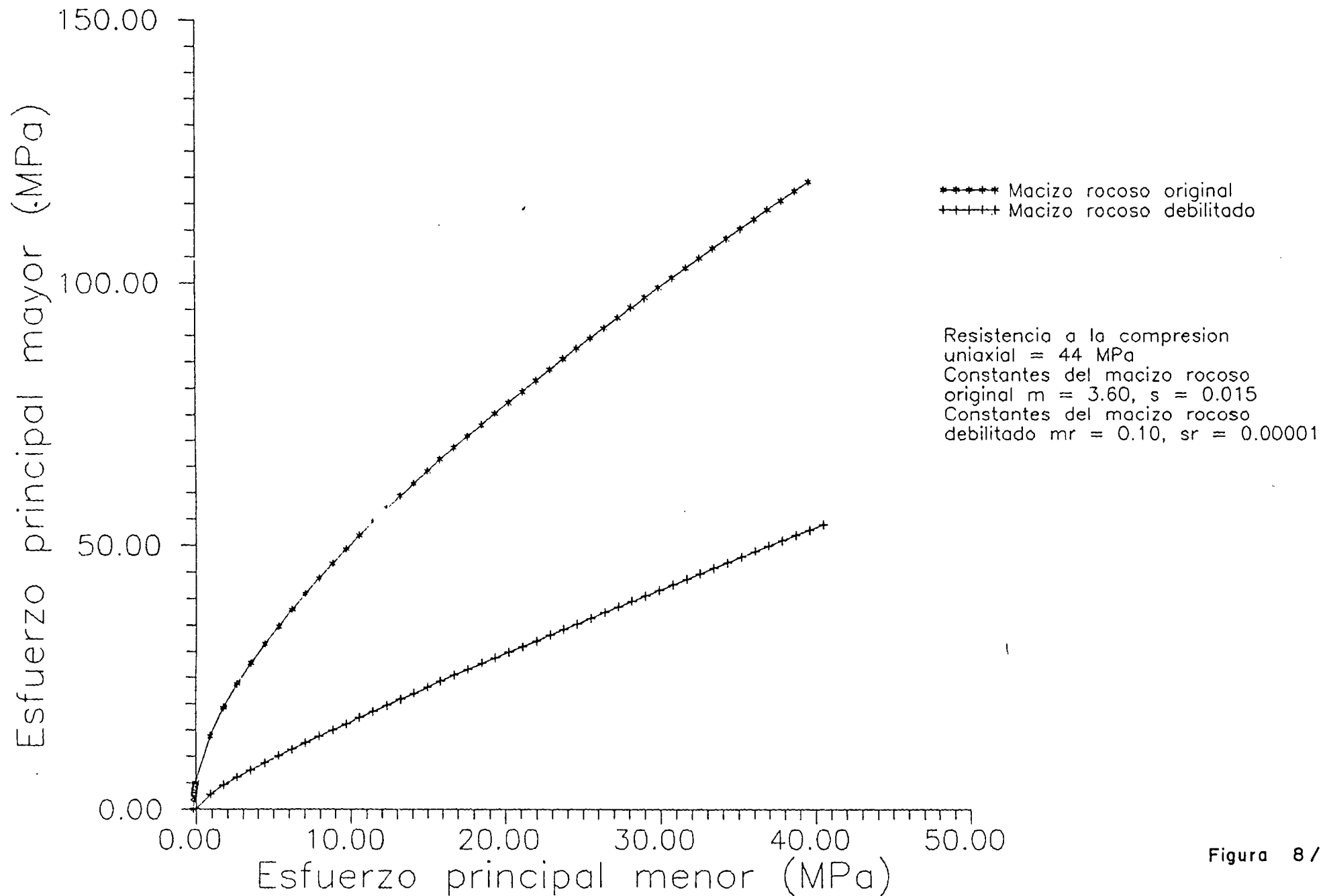
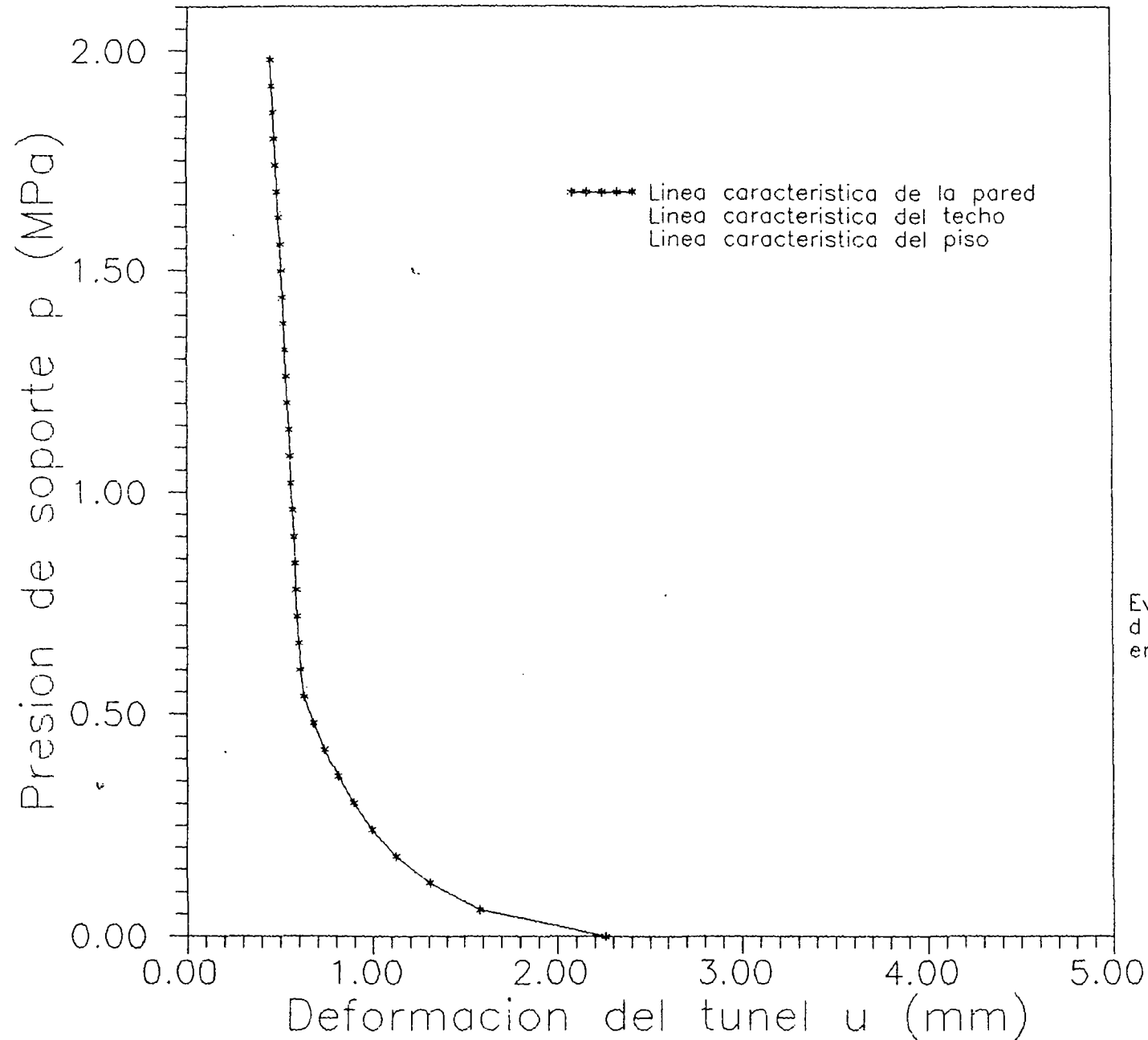


Figura 8 / 7

TUBERIA DE PRESION FORMACION MISAHUALLI - ALTERNATIVA I
ROCA DE BUENA CALIDAD ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA-SOPORTE



Eventual anclas
 $d = 25 \text{ mm}$ $L = 3 \text{ m}$
en boveda y 50 mm de gunita

Figura 8/8

a2. Roca de clase III (roca mediana)

El cálculo de la curva característica del macizo rocoso se hizo con referencia a una sección de la tubería de presión similar a la considerada para la roca de buena calidad, tomando en cuenta valores reducidos de los parámetros de resistencia y deformabilidad de la roca como indicado en el Cuadro 8/5.

Cuadro 8/5

TUBERIA DE PRESION - SOLUCION 1 - ROCA MEDIANA - TRAMO SUBHORIZONTAL CARACTERISTICAS DE LA ROCA ASUMIDAS PARA LOS CALCULOS

Resistencia a compresión monoaxial, σ_c	44	MPa
Constantes del macizo rocoso original m, s	0,64 y 0,0003	
Modulo de deformabilidad del macizo, E	10.000	MPa
Constantes del macizo rocoso en la condición de debilitamiento m_r, s_r	0,10 y 0,00001	
Coefficiente de Poisson del macizo ν	0,2	
Peso de volumen de la roca original γ	0,027	MN/m ³
Peso de volumen de la roca debilitada γ_r	0,020	MN/m ³
Altura de la cobertura asumida, H	225	m
Estado tensional estimado in situ, P_0	6,00	MPa
Radio de excavación, r_i	2,80	m

Las Figuras 8/9 y 8/10 ilustran el criterio de ruptura adoptado y la curva de interacción roca-soporte. En la Figura 8/10 se indica la curva característica del sistema de soporte provisional adoptado que consiste en:

Diámetro anclajes	0,025	m
Largo anclajes	3,0	m
Constante de deformación, Q	0,143	m/MN
Resistencia última del anclaje	0,285	MN
Area competencia anclaje	1,5	m ²
Espesor del hormigón lanzado	5,0	cm
Deformación antes aplicación soporte, $u_{1,0}$	5,0	mm

TUBERIA DE PRESION FORMACION MISAHUALLI ALTERNATIVA I
ROCA DE CALIDAD MEDIANA RELACION ENTRE LOS ESFUERZOS
PRINCIPALES EN EL DEBILITAMIENTO

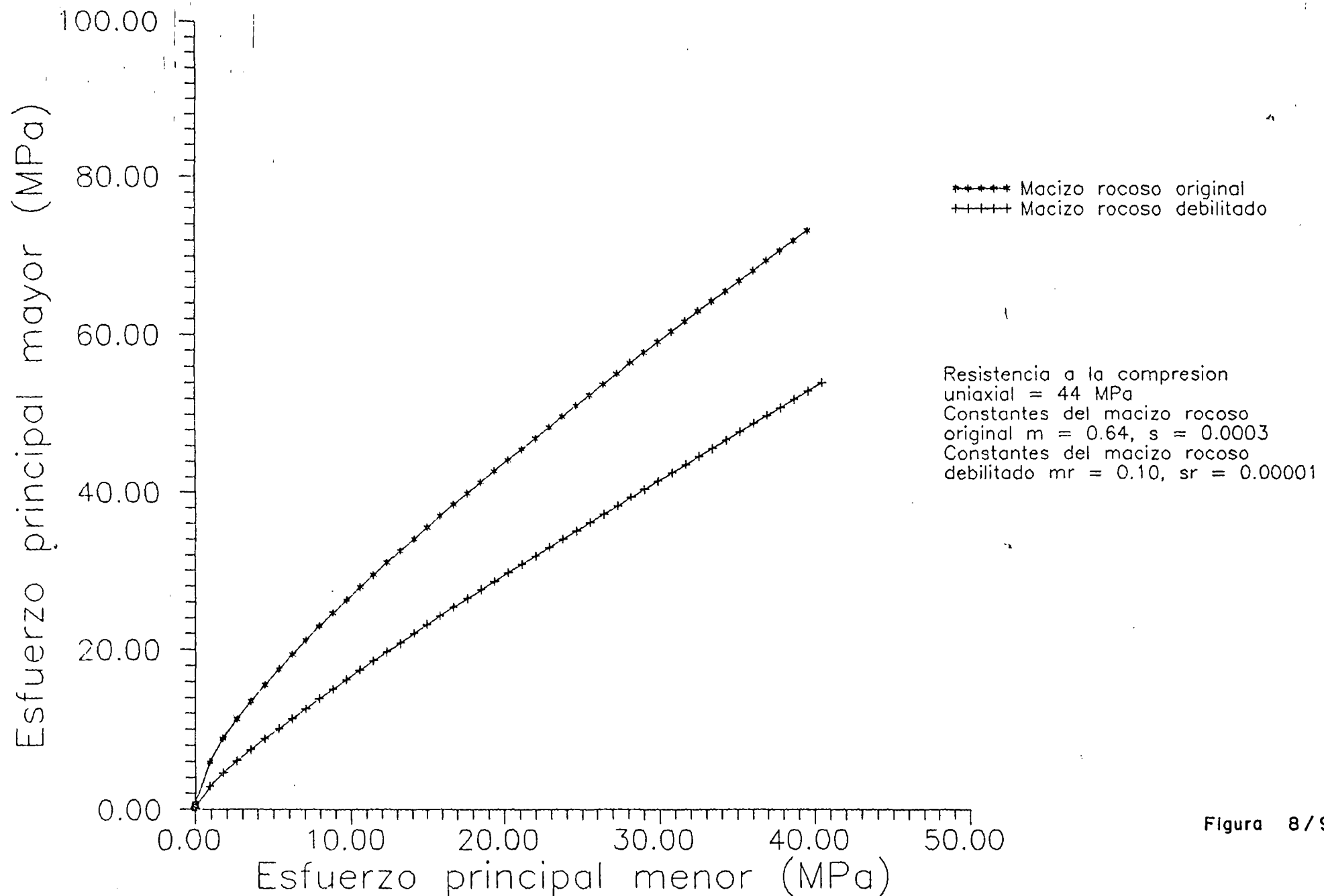
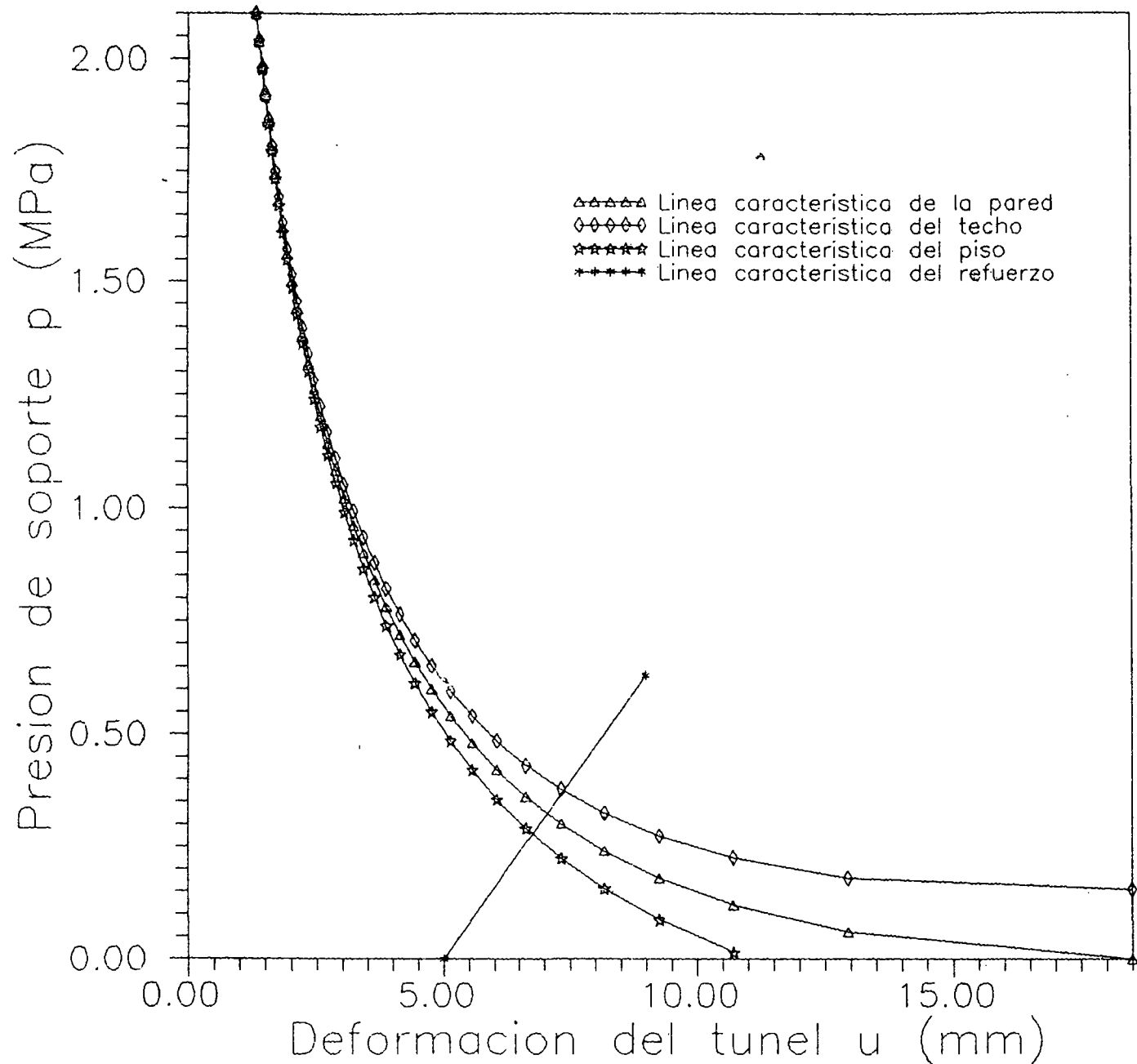


Figura 8/9

TUBERIA DE PRESION FORMACION MISAHUALLI — ALTERNATIVA I
ROCA DE CALIDAD MEDIANA ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA-SOPORTE



Anclas medianas
 $d = 25 \text{ mm}$ $L = 3 \text{ m}$
 1 anclaje / 1.5 m^2 en boveda +
 50 mm de gunita y malla
 100 x 100 mm , espesor 3 mm

Figura 8 / 10

a3. Roca de clase IV (roca mala)

El cálculo de la curva característica del macizo rocoso se hizo con referencia a una sección de la tubería de presión similar a la considerada para la roca de mediana calidad, tomando en cuenta valores reducidos de los parámetros de resistencia y deformabilidad de la roca como indicado en el Cuadro 8/6.

Cuadro 8/6

TUBERIA DE PRESION - SOLUCION 1 - ROCA MALA - TRAMO SUBHORIZONTAL CARACTERISTICAS DE LA ROCA ASUMIDAS PARA LOS CALCULOS

Resistencia a compresión monoaxial, σ_c	44	MPa
Constantes del macizo rocoso original m, s	0,15 y 0,00001	
Modulo de deformabilidad del macizo, E	3.000	MPa
Constantes del macizo rocoso en la condición de debilitamiento m_r, s_r	0,10 y 0,00001	
Coefficiente de Poisson del macizo ν	0,2	
Peso de volumen de la roca original γ	0,027	MN/m ³
Peso de volumen de la roca debilitada γ_r	0,020	MN/m ³
Altura de la cobertura asumida, H	225	m
Estado tensional estimado in situ, P_0	6,00	MPa
Radio de excavación, r_1	2,80	m

Las Figuras 8/11 y 8/12 ilustran el criterio de ruptura adoptado y la curva de interacción roca-soporte unidamente a la curva característica del soporte provisional de tipo combinado.

La estabilidad de la sección de excavación se puede obtener con aplicación de hormigón lanzado y anclajes del mismo tipo de aquellos adoptados para la clase anterior pero de mayor longitud y frecuencia como indicado a continuación:

Diámetro anclajes	0,025	m
Largo anclajes	4,0	m
Constante de deformación, Q	0,143	m/MN
Resistencia última del anclaje	0,285	MN
Área competencia anclaje	1,0	m ²
Espesor del hormigón lanzado	5,0-10,0	cm
Deformación antes aplicación soporte, $u_{1,0}$	30,0	mm

TUBERIA DE PRESION FORMACION MISAHUALLI ALTERNATIVA I
ROCA DE MALA CALIDAD RELACION ENTRE LOS ESFUERZOS
PRINCIPALES EN EL DEBILITAMIENTO

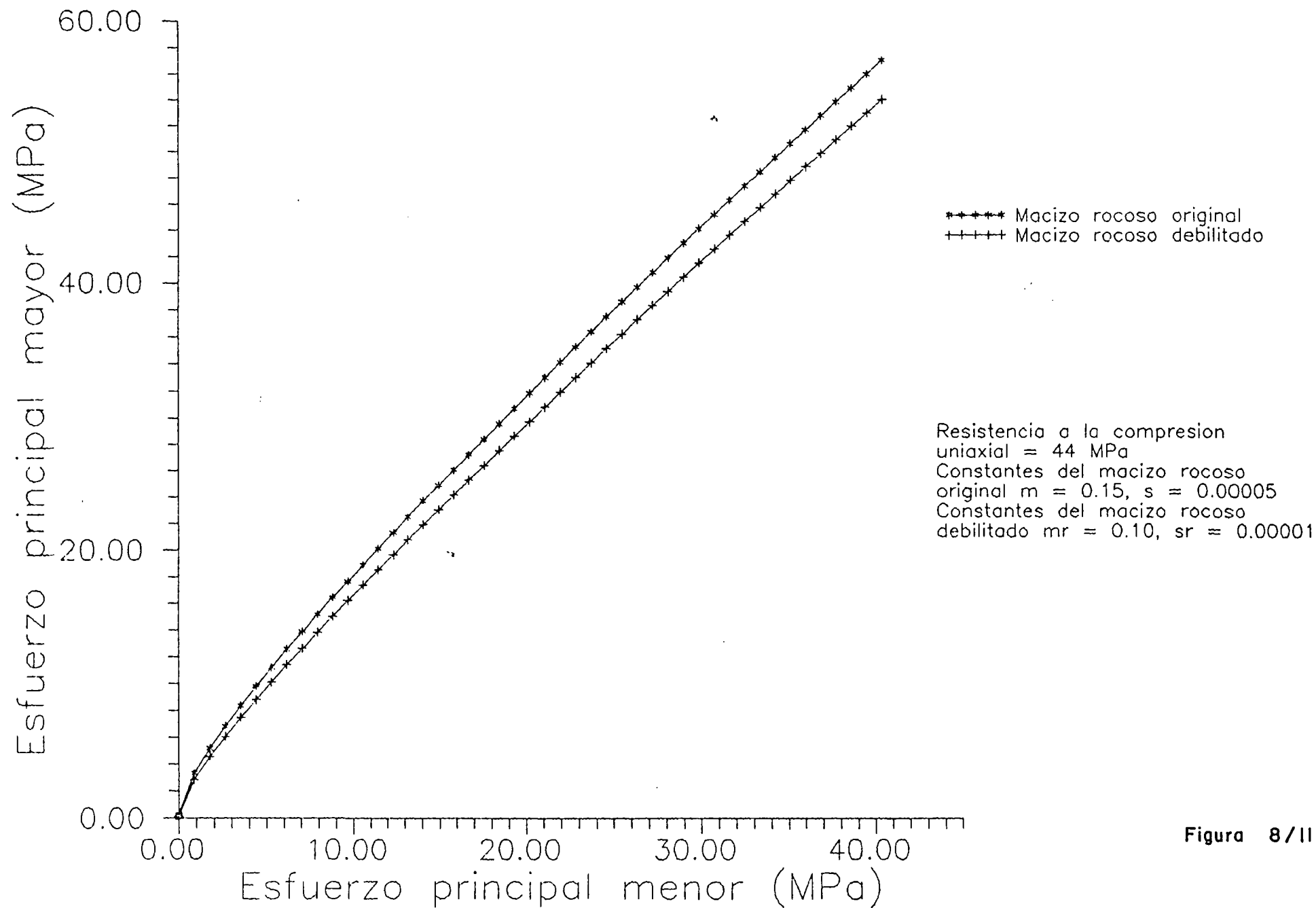
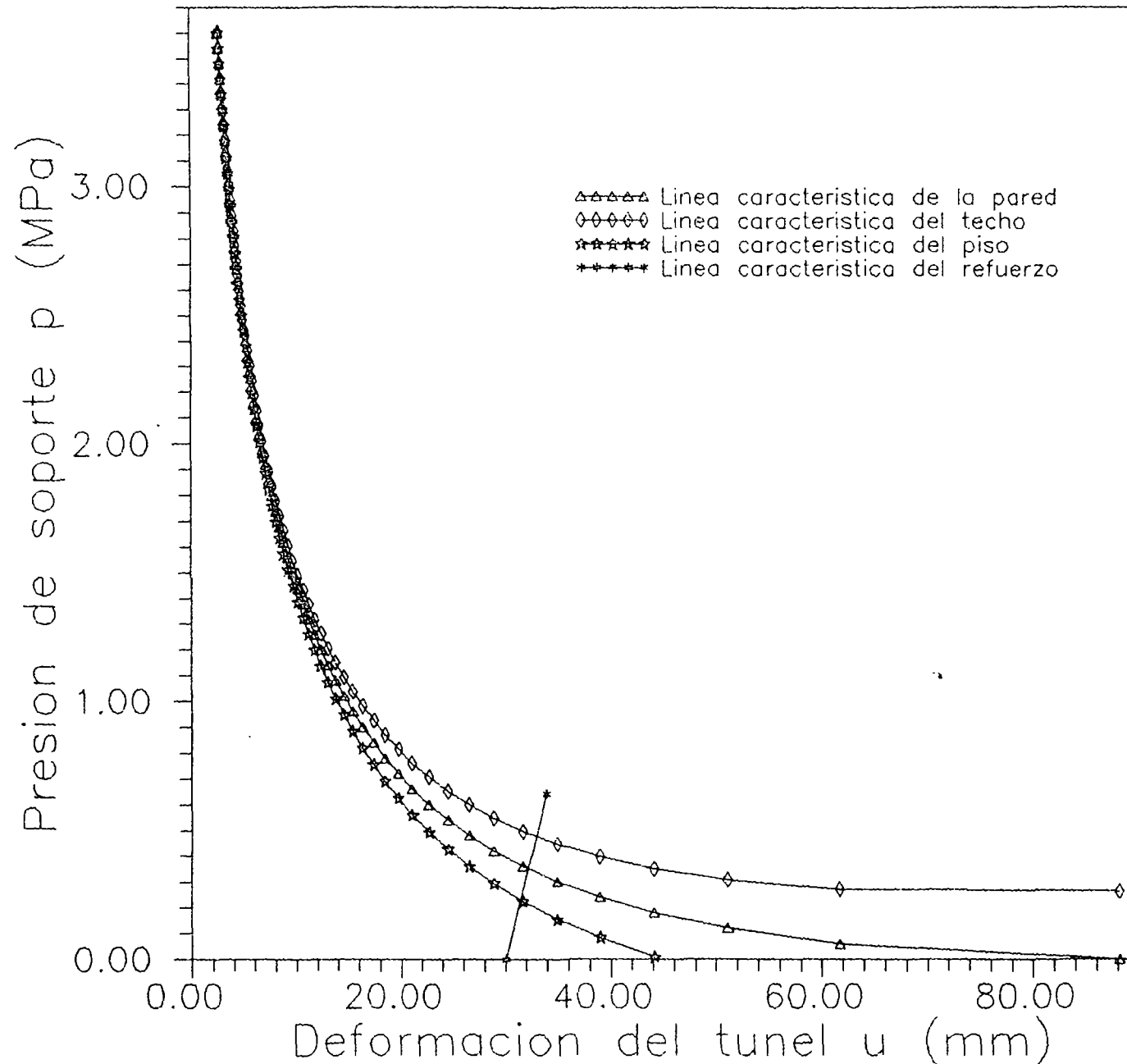


Figura 8/II

TUBERIA DE PRESION FORMACION MISAHUALLI – ALTERNATIVA I
ROCA DE MALA CALIDAD ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA-SOPORTE



Anclas medianas
 $d = 25 \text{ mm}$ $L = 4 \text{ m}$
 1 anclaje / 1 m^2 en boveda +
 50 mm de gunita y malla
 100 x 100 mm , espesor 3 mm

Figura 8/12

b. Diseño y verificación del revestimiento definitivo

b1. Condición de vaciado de la tubería

En base a los resultados de los correspondientes cálculos descritos en el numeral 8.2.1.b1, se ve que para esta alternativa no existe ningún problema por carga hidráulica desde el exterior en condición de vaciado siendo la carga de la napa freática comprendida entre un máximo de unos 150 m y 0.

b2. Revestimiento en condiciones de ejercicio - Tramo en hormigón

A lo largo de todo el tramo de baja presión antes inclinado y después subhorizontal se prevé un revestimiento en hormigón armado cuyas funciones principales son:

- limitar las filtraciones de agua a valores aceptables;
- evitar fenómenos de hidrofracturamiento en el macizo y/o aperturas de fracturas existentes.

En las condiciones de carga más desfavorables los valores del espesor y de la frecuencia de las fisuras, que caracterizan la permeabilidad de este tramo de obra, tienen que ser contenidos. Además el valor de la presión hidráulica que se determina al contacto entre el revestimiento y el macizo rocoso debe resultar inferior con suficiente margen al esfuerzo litostático mínimo existente en el macizo.

Se hace otra vez la hipótesis que la calidad de las inyecciones alrededor de la tubería, sea tal de garantizar, para una extensión promedio de 6 m, las siguientes características de permeabilidad y deformabilidad:

$$k \leq 0,00005 \text{ m/s}$$

$$E \geq 10.000 \text{ MPa}$$

También en este caso se repite el procedimiento de cálculo descrito en el numeral 5.4 con oportunas modificaciones para tomar en cuenta eventuales fisuras en el hormigón y la presencia de los refuerzos.

Sección más desfavorable

En relación a las condiciones de la napa freática y del perfil topográfico del terreno la sección crítica de la tubería de baja presión es de seguro la sección terminal antes del tramo inclinado de la tubería de alta presión. Todo el tramo de tubería de baja presión está previsto ser revestido en hormigón de 40 cm de espesor.

Las características de la sección a fines de verificación se dan a continuación:

Presión interna	1.560	kN/m ²
Presión externa de la napa	0	kN/m ²
Espesor del revestimiento	0,40	m
Modulo de deformabilidad de la roca consol.	10.000	Mpa
Modulo de deform. de la roca in situ	10.000	MPa
Modulo elástico del hormigón	21.000	MPa
Modulo de Poisson de la roca	0,20	
Modulo de Poisson del hormigón	0,25	
Permeabilidad de la roca	5×10^{-5}	m/s
Porcentaje de armadura circunferencial	1,0%	
Radio interno	2,36	m
Anillo de roca consolidada	6,0	m
Diámetro de las barras de refuerzo	16,0	mm

El valor de la deformación máxima a tracción en el hormigón, como se indica en el Apéndice C, resulta de 0,000194 en su borde interior; ese valor conlleva un poco de fisuración en el hormigón.

El porcentaje de armadura adoptado y el diámetro escogido de las barras permiten controlar eficazmente la permeabilidad del revestimiento y limitar las pérdidas de agua.

Cabe anotar además que la presión hidráulica al contacto entre roca y revestimiento tiene un valor mucho inferior a aquello de la tensión principal mínima in situ que puede estimarse con la relación siguiente:

$$p_{min} = \gamma h \cos^2 B$$

donde:

γ	= peso de volumen de la roca	27 kN/m ³
h	= altura de la cobertura vertical	75 m
B	= inclinac. topogr. del terreno	40

que dan $p_{min} = 1.188 \text{ kN/m}^2 \gg 3 \text{ kN/m}^2$ (ver 8/13).

b3. Revestimiento en condiciones de ejercicio - Tramo blindado

Para el dimensionamiento del tramo inclinado blindado se hace referencia a la sección intermedia del mismo a la cota aproximada de 850 m s.n.m.; el diámetro promedio de la tubería presenta un valor de 2,02 m.

La presión interna, tomando en cuenta el golpe de ariete resulta de 4.660 kN/m². Las características del acero considerado son las siguientes:

- tensión de ruptura = 559.550 kN/m² (5.500 kg/cm²)
- tensión de fluencia = 421.830 kN/m² (4.300 kg/cm²)

Como predimensionamiento se supone que el blindaje metálico sea autoresistente. Asumiendo un factor de seguridad respecto a la tensión de fluencia de 1,2 se obtiene el valor de la tensión máxima referencial para el cálculo de:

$$\sigma_u = 351.530 \text{ kN/m}^2$$

El espesor del revestimiento puede ser evaluado según la conocida formula de Mariotte:

$$s = \frac{p D}{2 \sigma_u} = \frac{4.660 \times 4,04}{2 \times 351.530} = 0,027 \text{ m}$$

Con dicho predimensionamiento se procedió al cálculo de las deformaciones en el blindaje considerando la colaboración del hormigón y sobretodo de la roca.

El espesor del hormigón de embutimiento t_c se considera de 0,7 m (para razones constructivas). En lo que se refiere a la roca, en base a lo observado con los sondeos ejecutados en la zona de la galería exploratoria, se ha asumido como modulo de deformabilidad de la roca el valor de $E = 10.000 \text{ MPa}$ correspondiente a una clase de roca tipo III.

La dilatación de la parte interna del revestimiento metálico resulta igual a:

$$\epsilon_u = 0,000417$$

mientras aquella relativa a la parte interna del hormigón es:

$$\epsilon_u = 0,000409$$

y es por lo tanto superior a aquella crítica de fisuración del hormigón. Cabe anotar que el valor de ϵ_u ha sido obtenido tomando en cuenta el efecto de la fisuración del hormigón en relación a la deformabilidad del conjunto (blindaje, hormigón y roca).

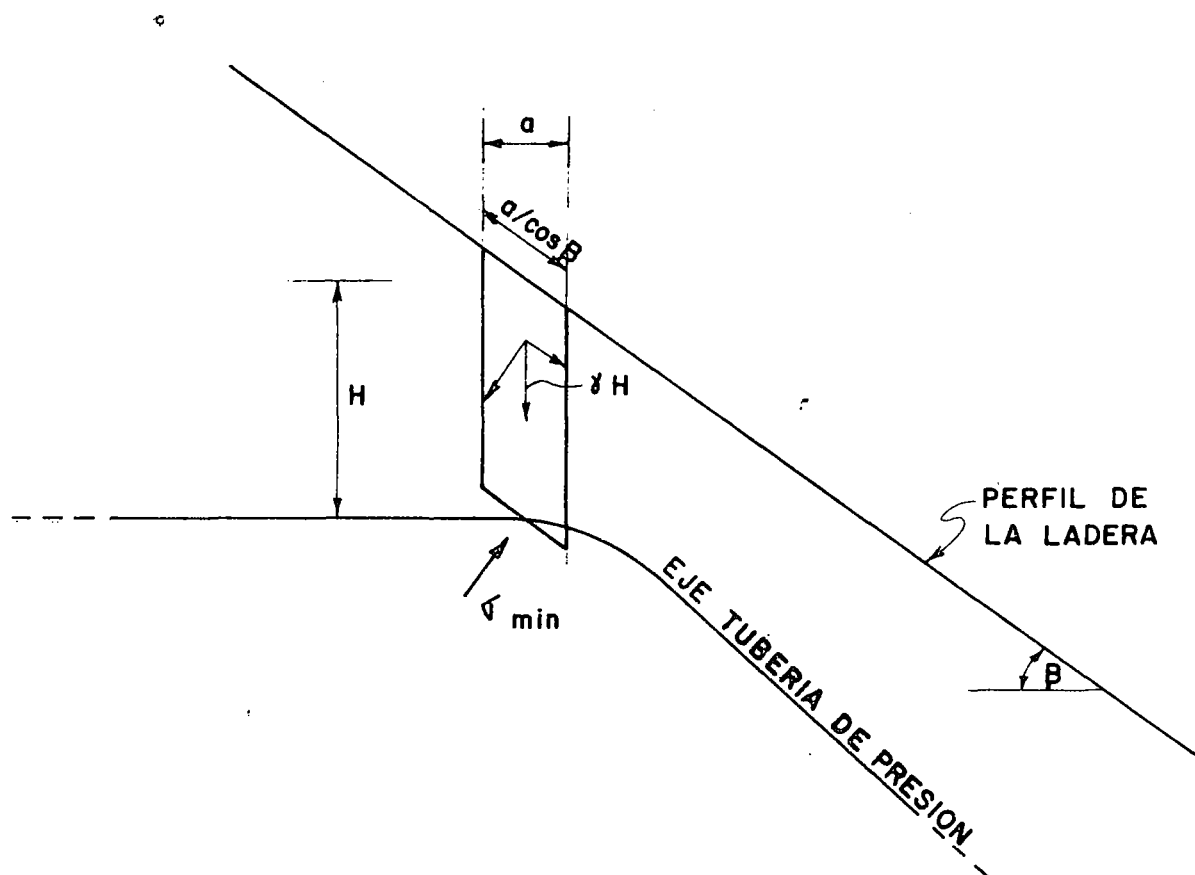
La tensión máxima en el acero resulta por lo tanto:

$$\sigma_u = \epsilon_u E_u = 85.900 \text{ kN/m}^2 = 875 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{con } E_u = 207.000.000 \text{ kN/m}^2$$

Figura 8/13

TENSION PRINCIPAL MINIMA EN SITU



$$\sigma_{min} = \frac{\gamma \cdot H \cdot a \cos \beta}{\frac{a}{\cos \beta}} = \gamma \cdot H \cdot \cos^2 \beta$$

9. CASA DE MAQUINAS Y GALERIAS ASOCIADAS

9.1 Generalidades

Las investigaciones sobre la naturaleza y la calidad del macizo rocoso representativo de las condiciones geomecánicas de las obras, se basan sobre la ejecución de:

- la galería exploratoria GCM1
- la galería exploratoria GTP1
- los sondeos SCM4, SCM7, SCM8 y SCM9

El examen de las principales estructuras geológicas a lo largo de las galerías exploratorias GTP1 y GCM1, ha permitido identificar la orientación y las características de algunas fallas de mucha importancia para definir la posición y orientación final de las cavernas principal y secundaria de la casa de máquinas.

En particular a lo largo del crucero norte de la galería exploratoria GCM1 (abscisa 0+381), han sido identificadas las fallas caracterizadas por los valores siguientes:

- orientación 130°, buzamiento 55°, abscisa 0+060
- orientación 140°, buzamiento 65°, abscisa 0+050
- orientación 70°, buzamiento 55°, abscisa 0+050
- orientación 170°, buzamiento 90°, abscisa 0+050

Además entre las progresivas 0+360 y 0+368 de la galería exploratoria GCM1, adonde fue necesario el uso de cimbras, se ha constatado la presencia de una falla 179°/86° (muy similar a la última evidenciada en el crucero norte) y una falla 70°/55° (igual a la tercera del crucero norte).

Las observaciones efectuadas a lo largo de la galería exploratoria GCM1, integradas con aquellas de la galería GTP1 y de los sondeos SCM4 y SCM7, han permitido individuar dos superficies de fallas sub-paralelas caracterizadas por una disposición común 140°/65° y distanciadas aproximadamente de 30 m.

Con referencia al sondeo SCM8 se observa que en el tramo delimitado entre la extremidad inferior del sondeo (cota 659 m) y la intersección con la más profunda de las dos superficies de fallas antes mencionadas (cota 684 m), las características de la roca corresponden

a aquellas de una roca de calidad muy buena con RQD del 100% y permeabilidad muy baja (<1 U.L.).

En relación a las mayores estructuras evidenciadas (fallas) e indicadas en la representación estereográfica de la Figura 9/1, se observa como hagan parte de las familias de discontinuidades observadas con el mapeo geoestructural de la galería GCM1. Las fallas, en relación a la presencia de material arcilloso, condicionan la estabilidad de los cuñeos de roca delimitados por las mismas y por los frentes de excavación.

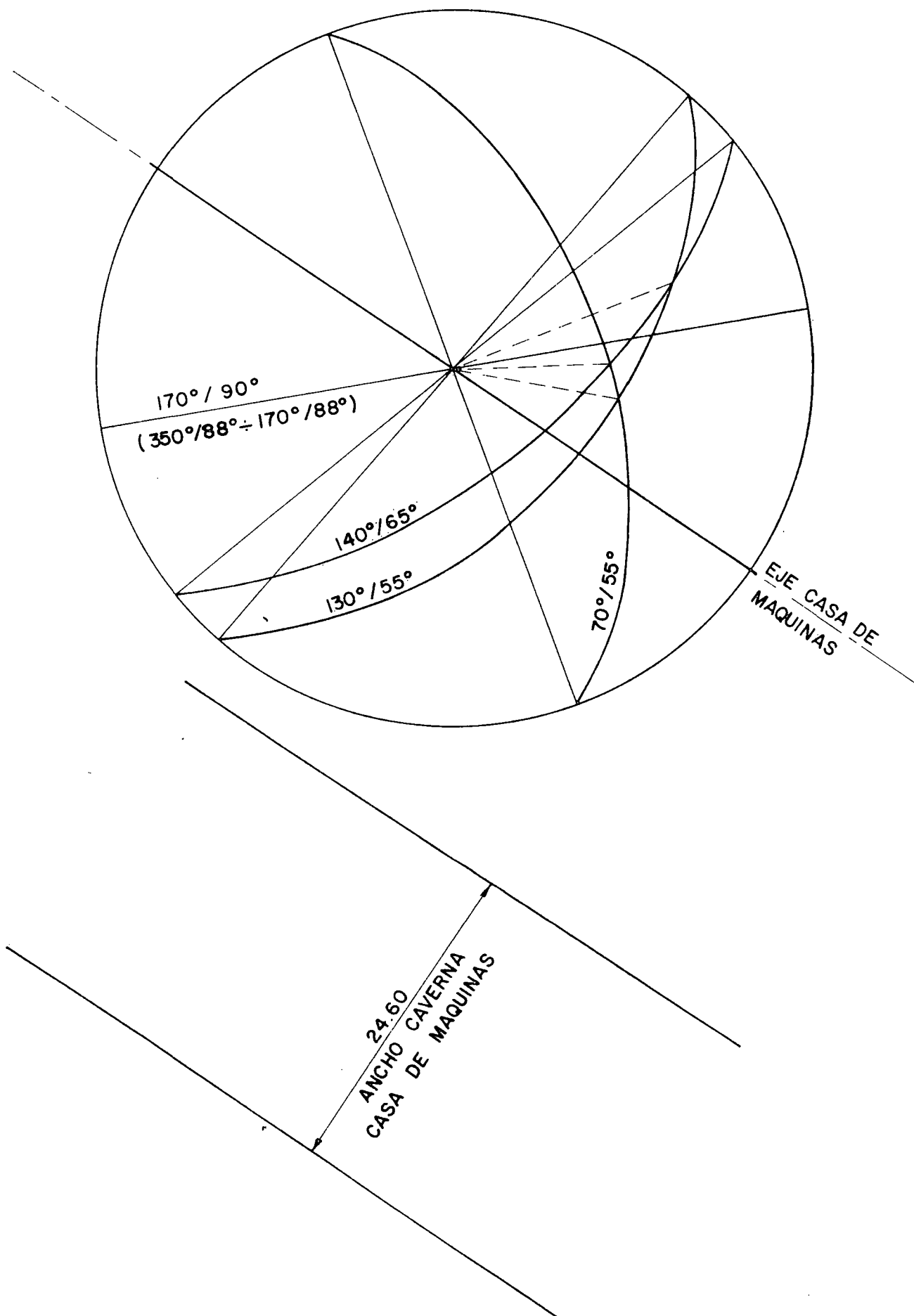
La orientación mejor del eje de la caverna principal de la casa de máquinas, al fin de reducir el volumen de los cuñeos de roca inestable, corresponde a la dirección 305° . Por lo que se refiere a la ubicación de la caverna adentro en el macizo, se ha considerado oportuno limitar la profundización de la misma para que la entidad de los estados de esfuerzos inducidos por las excavaciones no supere la resistencia de la matriz rocosa.

En los puntos de mayor curvatura en el perfil de excavación, el factor de concentración del estado de esfuerzo, puede alcanzar el valor de 10 para la sección en examen. Para rocas de portamento frágil, como aquellas de la formación Misahuallí, el superamiento de la resistencia del material puede comportar el peligro de una ruptura repentina con consecuente lanzamiento del mismo. Por lo tanto hay que evaluar el valor de la resistencia a compresión simple de la roca.

Para determinar este parámetro de la roca se hace referencia a los resultados de los sondeos SCM3 y SCM4. Dichos sondeos dan informaciones sobre la zona, comprendida entre el tramo terminal de la galería GCM1 y todo el crucero norte, en la cual se piensa ubicar la casa de máquinas. Los valores más interesantes de resistencia a compresión de la roca se indican en el Cuadro 9/1 a continuación:

Figura 9/1

CAVERNA DE LA CASA DE MAQUINAS STEREO PLOT DE LA ESTRUCTURA
PRINCIPAL DE LA ZONA



Cuadro 9/1

SONDEOS DE LA CASA DE MAQUINAS
VALORES DE RESISTENCIA A COMPRESION NO CONFINADA

Sondeo	Muestra No.	Cota (m s.n.m.)	σ_c (MPa)
SCM8 Vertical	85	742	122
	86	722	107
	87	702	42
	88	691	188
	89	684	50,5
	105	678	159
	106	655	180
SCM4 Horizontal	90	638	75
	92	638	98
	94	638	97

Tomando en cuenta que la cota máxima de la bóveda de la caverna principal, está prevista a 645 m, se considera que el valor de σ_c varíe entre 75 y 180 MPa. Adoptando cautamente el menor de estos valores se obtiene como valor máximo aceptable de cobertura vertical de la roca, el valor de 300 m.

9.2 Soportes de la caverna en relación a la estabilidad de los cuñeos principales

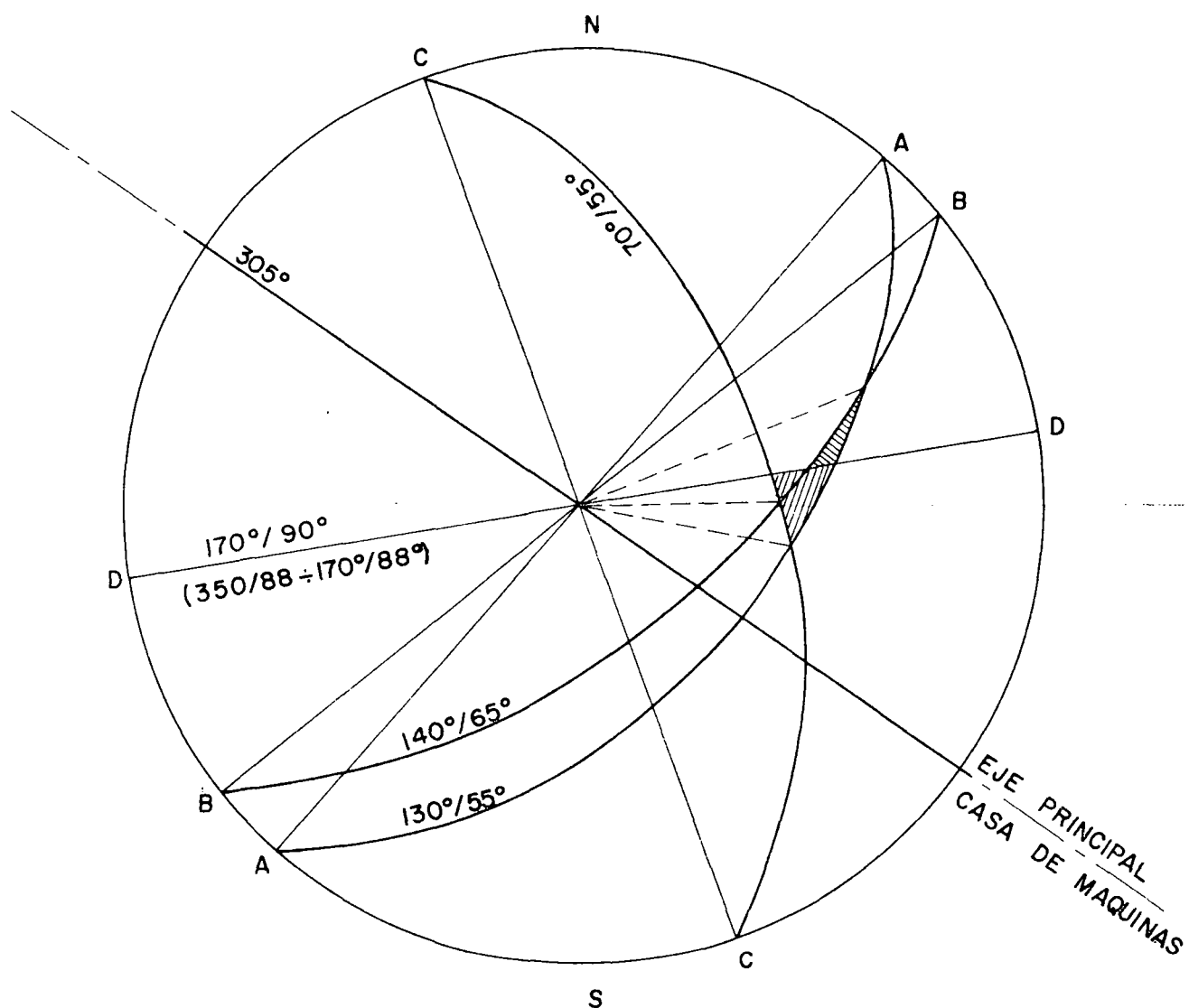
La caverna principal, adonde se ubicaran las unidades, presenta una base rectangular de unos 80 de largo y unos 25 m de ancho y una sección vertical (rectangular con bóveda semicircular) de unos 42 m de alto.

En base a las consideraciones hechas en el numeral anterior la orientación óptima del eje de la caverna es definida por la dirección N55O. Por la importancia de las estructuras evidenciadas con el mapeo geoestructural de la galería SCM1 y los sondeos mencionados, se hicieron cálculos de estabilidad de cuñeos rocosos delimitados por las discontinuidades y los frentes de excavación.

El diagrama estereográfico de la Figura 9/2 indica las cuatro discontinuidades principales individuadas conjuntamente al plano vertical de excavación de la caverna. El diagrama permite determinar la configuración de los cuñeos de roca potencialmente inestables que necesitan intervenciones para garantizar su estabilización con suficiente factor de seguridad.

Figura 9/2

REPRESENTACION ESTEREOGRAFICA DE LA DISCONTINUIDAD PRINCIPAL EN LA ZONA DE CASA DE MAQUINAS



Los análisis de estabilidad basados sobre hipótesis de los parámetros de resistencia al corte y sobre hipótesis conservativas de las dimensiones de los cuneos de roca potencialmente inestables, han permitido evaluar las intervenciones necesarias para garantizar la estabilización.

En la Figura 9/3 se indica la forma de la intersección de dos tipos de cuneos que se pueden formar con la superficie vertical de la pared de la caverna. De consideraciones geométricas se deduce el volumen máximo del cuño asociable a esta configuración.

La misma construcción se aplica para determinar el cuño máximo que puede formarse en la bóveda de la caverna (ver Figuras 9/4 y 9/5).

En las dos figuras mencionadas se indican las secciones interceptadas por la pared izquierda de la casa de máquinas con las superficies de discontinuidades identificadas. Se analizan los cuneos de dimensiones máximas como si existiera ubicuidad de las discontinuidades estructurales (ver Hoek y Brown). En relación a las paredes y a la bóveda de la caverna, los cuneos máximos identificados son delimitados respectivamente por:

a. Pared

- Plano C: orientación 70° , buzamiento 55°
- Plano A: orientación 130° , buzamiento 55°
- Plano D: orientación 170° , buzamiento 88°
- Pared: orientación 35° , buzamiento 90°

b. Bóveda

- Planos C, A y D con superficie de la bóveda.

La condición de deslizamiento a lo largo de la recta de intersección de los planos C y D, se considera como base para verificar la estabilidad de los cuneos (recta con la máxima inclinación). A lo largo de los planos de posible deslizamiento de los cuneos se consideran los siguientes valores de resistencia al corte:

- Ángulo de fricción, $\phi = 35^\circ$
- cohesión, $c = 40 \text{ kN/m}^2$

El primer valor corresponde al valor mínimo determinado con las pruebas de corte directo a lo largo de las juntas en la formación Misahualli y el valor de la cohesión es menor del valor mínimo que se obtiene de la envolvente a ruptura según Hoek y Brown para un macizo rocoso de mala calidad ($m = 0,09$ y $s = 0,0001$).

Figura 9/3

CUÑAS DE ROCA POTENCIALMENTE INESTABLES
FIGURAS DE INTERSECCION CON LA PARED DE LA CAVERNA

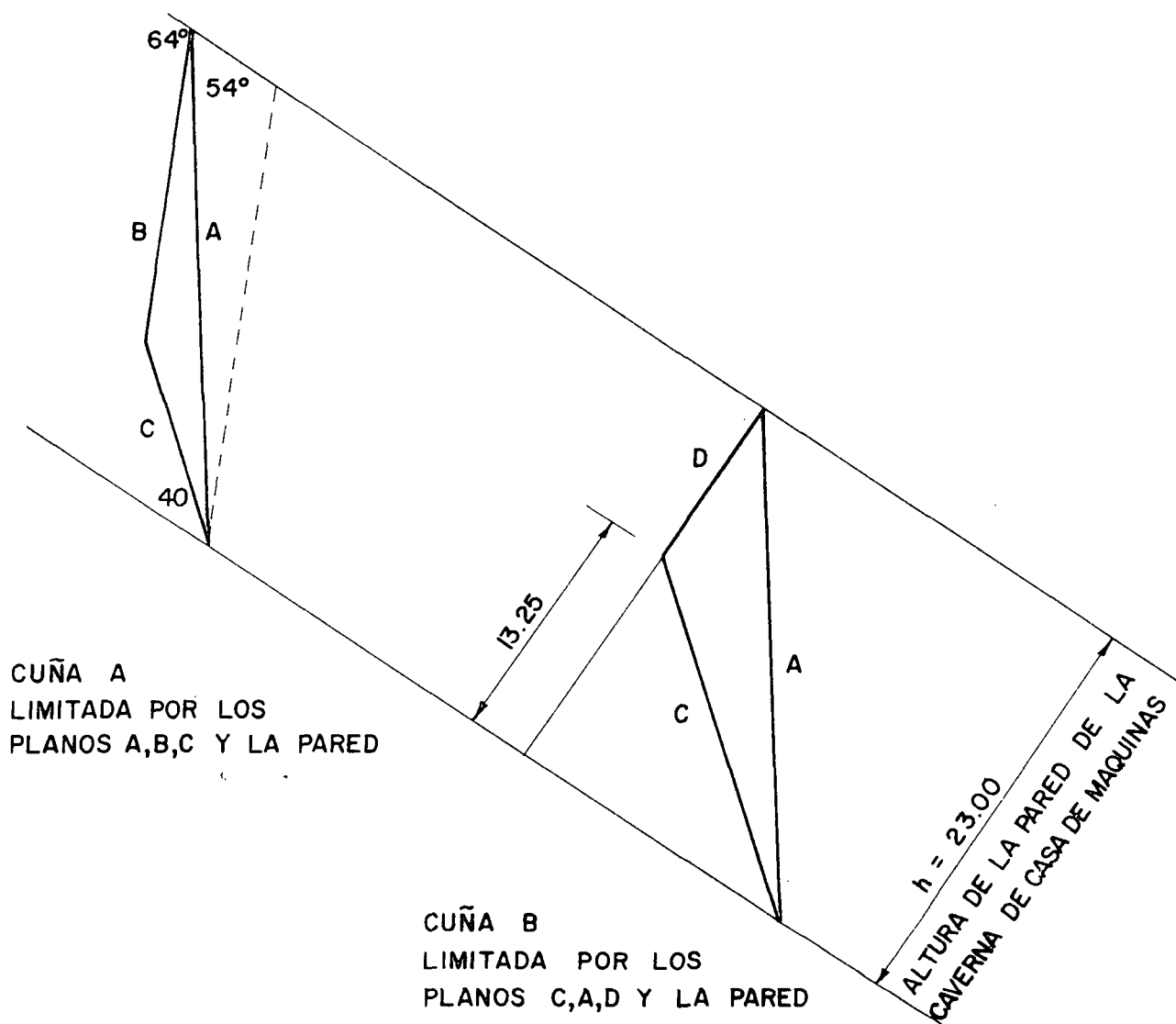


Figura 9/4

PROYECCION DE LA CUÑA DE LA BOVEDA SOBRE UN PLANO INCLINADO A 45°
RESPECTO AL PLANO HORIZONTAL

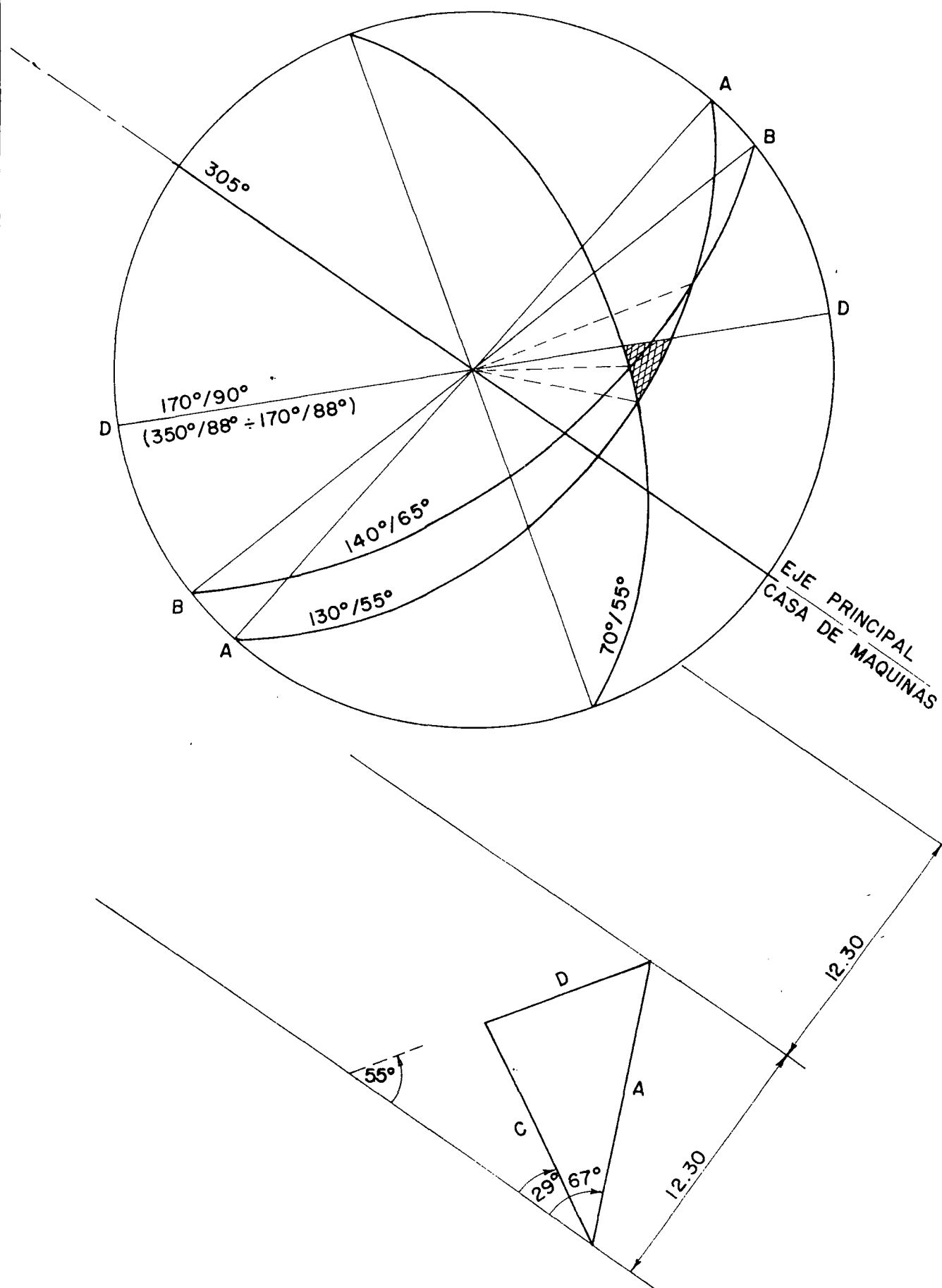
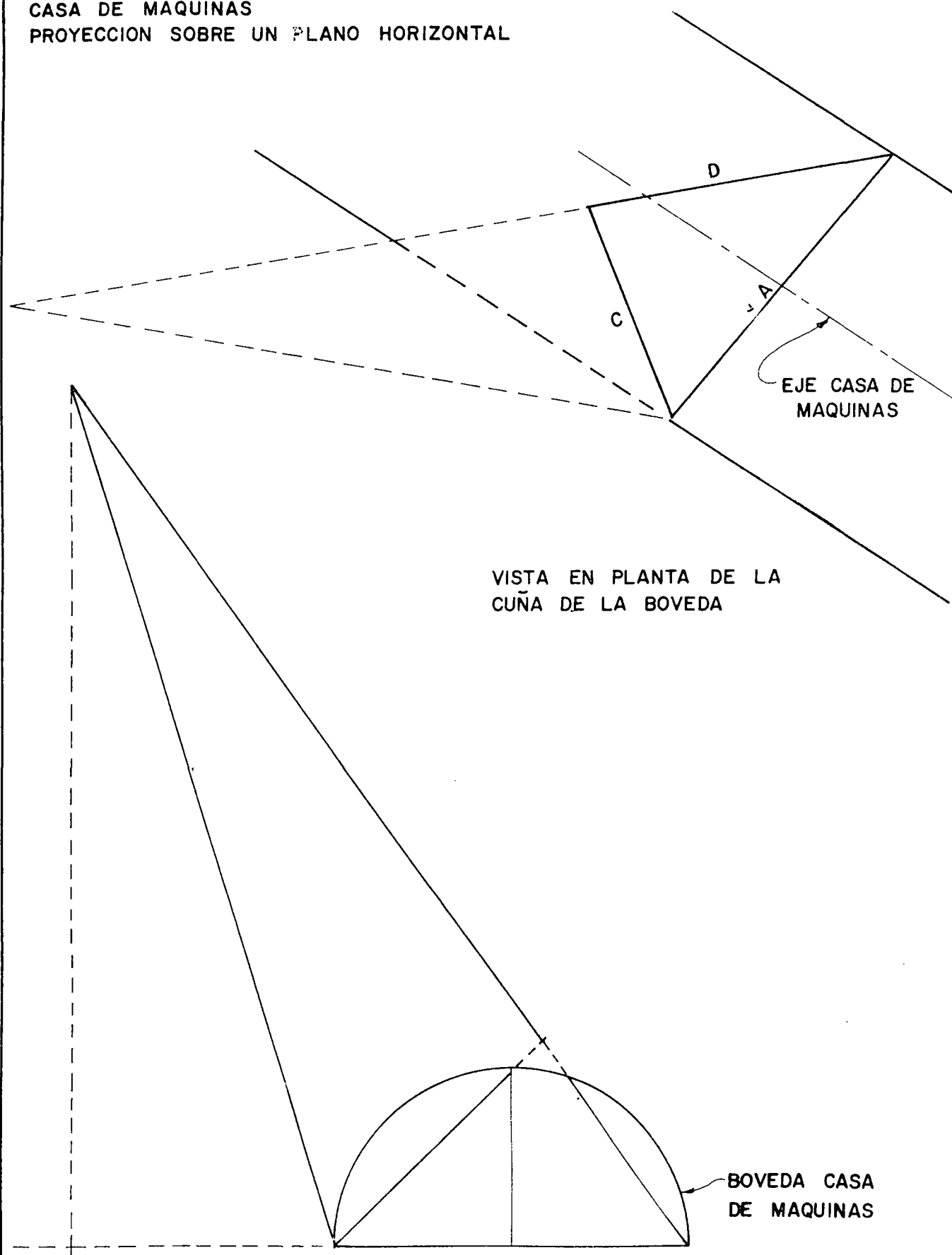


Figura 9/5

CUÑA EN LA BOVEDA DE LA
CASA DE MAQUINAS
PROYECCION SOBRE UN PLANO HORIZONTAL



En el análisis no se ha considerado el efecto de una aceleración sísmica horizontal, así como no se ha considerado el efecto de confinamiento debido a presiones in situ y aplicado a las superficies resistentes del cuneo.

En la Apéndice C se reúnen sea los datos de entrada que los resultados obtenidos con los cálculos aplicando el método del equilibrio límite. Para obtener un factor de seguridad al deslizamiento de 1.5 se necesita intervenir con soportes según lo indicado a continuación:

- estabilización en la bóveda: $p \approx 6 \text{ t/m}^2$
- estabilización en las paredes: $p = 0$

En la bóveda se prevé un sistema de anclajes de 25 mm de diámetro cada 4 m²; mientras los cuneos en las paredes resultan estables con el factor de seguridad requerido sin la necesidad de soportes externos.

9.3 Soportes de la caverna en base a las condiciones generales del macizo. Líneas características

En la zona del macizo rocoso en la cual se prevé excavar la caverna principal y la caverna secundaria de la casa de máquinas, utilizando los sondeos SCM8 y SCM7 se han hecho medidas de estados de esfuerzos litostáticos (ensayos de hidrofracturamiento).

Estos ensayos, ejecutados a diferentes profundidades, han permitido la construcción de diagramas presión-caudal y la determinación de los valores característicos de presión para los cuales se produce la abertura de las fisuras en la roca.

La interpretación de los ensayos de hidrofracturamiento, aún sin consentir la determinación de direcciones y componentes principales del estado de esfuerzos, ha indicado claramente la anisotropía de este último; este aspecto se relaciona a la naturaleza del perfil topográfico en proximidad de la casa de máquinas. También la variabilidad de la cobertura horizontal en relación a las cavernas, determina en el plano horizontal, la variación del estado tensional en las diferentes direcciones.

Por lo tanto la asunción de un estado de esfuerzo in situ de tipo uniforme, condición básica en la mayoría de las aplicaciones analíticas en el campo del estudio de la interacción roca-soporte, no resulta más válida. Además la sección no circular de la excavación constituye una adicional limitación para el utilizzo de la metodología en examen, y requiere generalmente el utilizzo de métodos como el F.E.M (método a elementos finitos).

De otro lado, para estructuras como aquellas en estudio con una bóveda de forma circular, el estado de esfuerzo debido a la excavación en el macizo rocoso y calculado con métodos numéricos, indica

que la distribución del estado de esfuerzo en la roca arriba de la bóveda, es bastante similar a aquella que se produce alrededor de un excavación circular del mismo diámetro sujeta a un esfuerzo inicial de tipo hidrostático pero relacionada a una profundidad superior a la real.

La analogía con un ejemplo práctico y real mencionado en la literatura, sugirió efectuar inicialmente un cálculo con el método de las líneas características ya utilizado anteriormente; en el numeral siguiente el mismo problema se analiza con el F.E.M.

Para la porción de excavación de la bóveda, el valor adoptado de presión litostática inicial p_0 corresponde a una profundidad 1,15 veces aquella relacionada a la cobertura vertical de la roca.

En las Figuras 9/6 y 9/7 se indican respectivamente la curva que representa el criterio de ruptura y las curvas que representan la interacción roca-soporte. En la segunda figura además de las curvas características obtenidas con la metodología ya anteriormente adoptada, se indican también aquellas obtenidas con la aplicación del F.E.M. Los valores de los desplazamientos calculados con las dos metodologías resultan del mismo orden de magnitud. Cabe anotar que las líneas características del "piso" pueden ser obtenidas solamente con el F.E.M.

Los valores de los parámetros característicos de la roca utilizados en los cálculos se indican a continuación en el Cuadro 9/2.

Cuadro 9/2

CASA DE MAQUINAS
CARACTERISTICAS DE LA ROCA ASUMIDAS PARA LOS CALCULOS

Resistencia a compresión monoaxial, σ_c	75	MPa
Constantes del macizo rocoso original m, s	1,70 y 0,004	
Módulo de deformabilidad del macizo, E	10.000	MPa
Constantes del macizo rocoso en la condición de debilitamiento m_r, s_r	0,10 y 0	
Coefficiente de Poisson del macizo, ν	0,2	
Peso de volumen de la roca original, γ	0,026	MN/m ³
Peso de volumen de la roca debilitada, γ_r	0,020	MN/m ³
Altura de la cobertura asumida, H	300	m
Estado tensional estimado in situ, P_0	8,00	MPa
Radio de la bóveda, r_1	12,30	m

El sistema de soporte considerado adecuado para estabilizar sea provisionalmente que definitivamente la bóveda de la caverna, es constituido por:

CASA DE MAQUINAS FORMACION MISAHUALLI SECTOR CODO-SINCLAIR
ROCA DE BUENA CALIDAD. RELACCION ENTRE ESFUERZOS PRINCIPALES
EN EL DEBILITAMIENTO

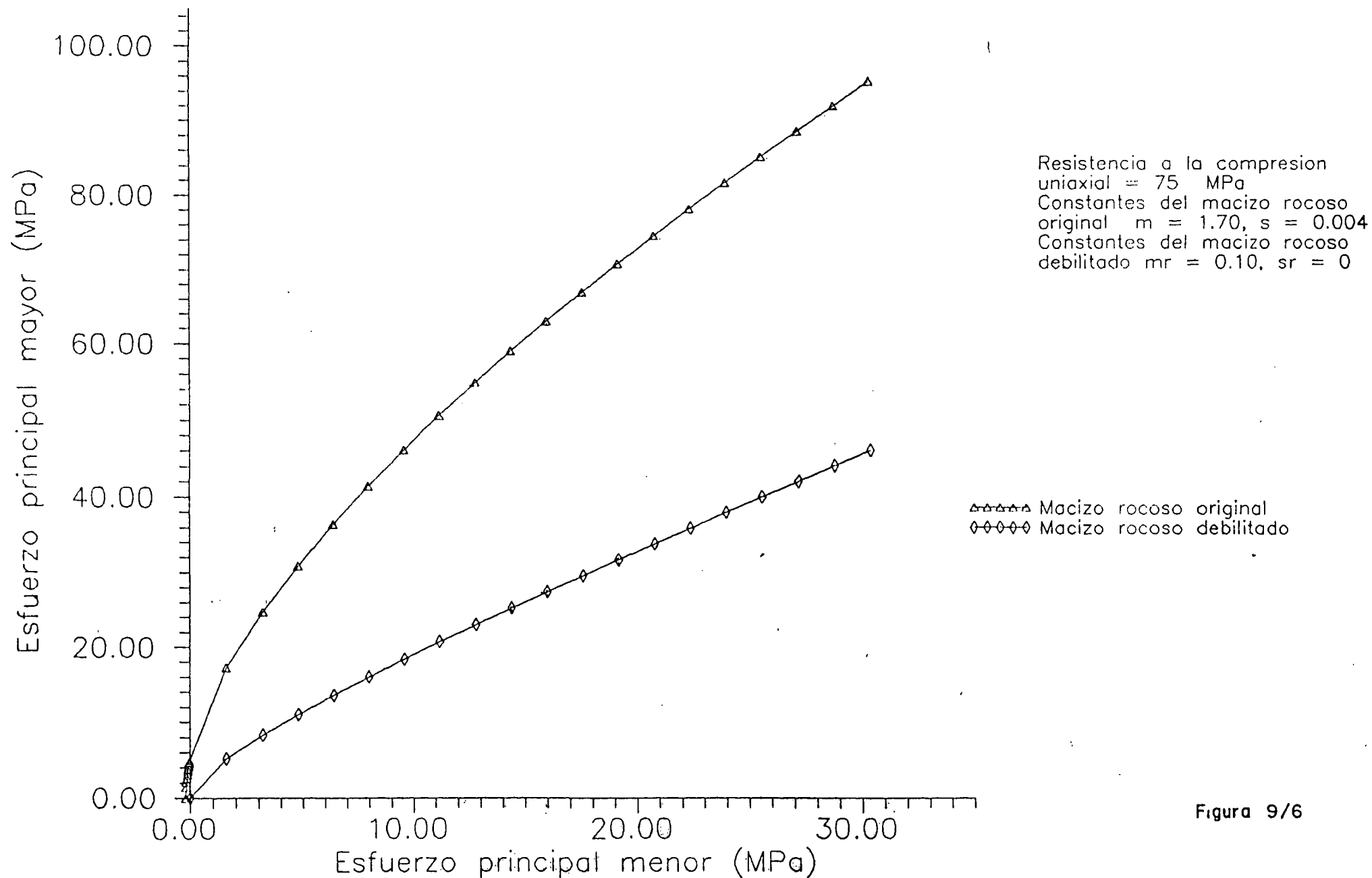


Figura 9/6

CASA DE MAQUINAS FORMACION MISAHUALLI SECTOR CODO-SINCLAIR
ROCA DE BUENA CALIDAD ANALISIS DE LA INTERACCION ROCA-SOPORTE

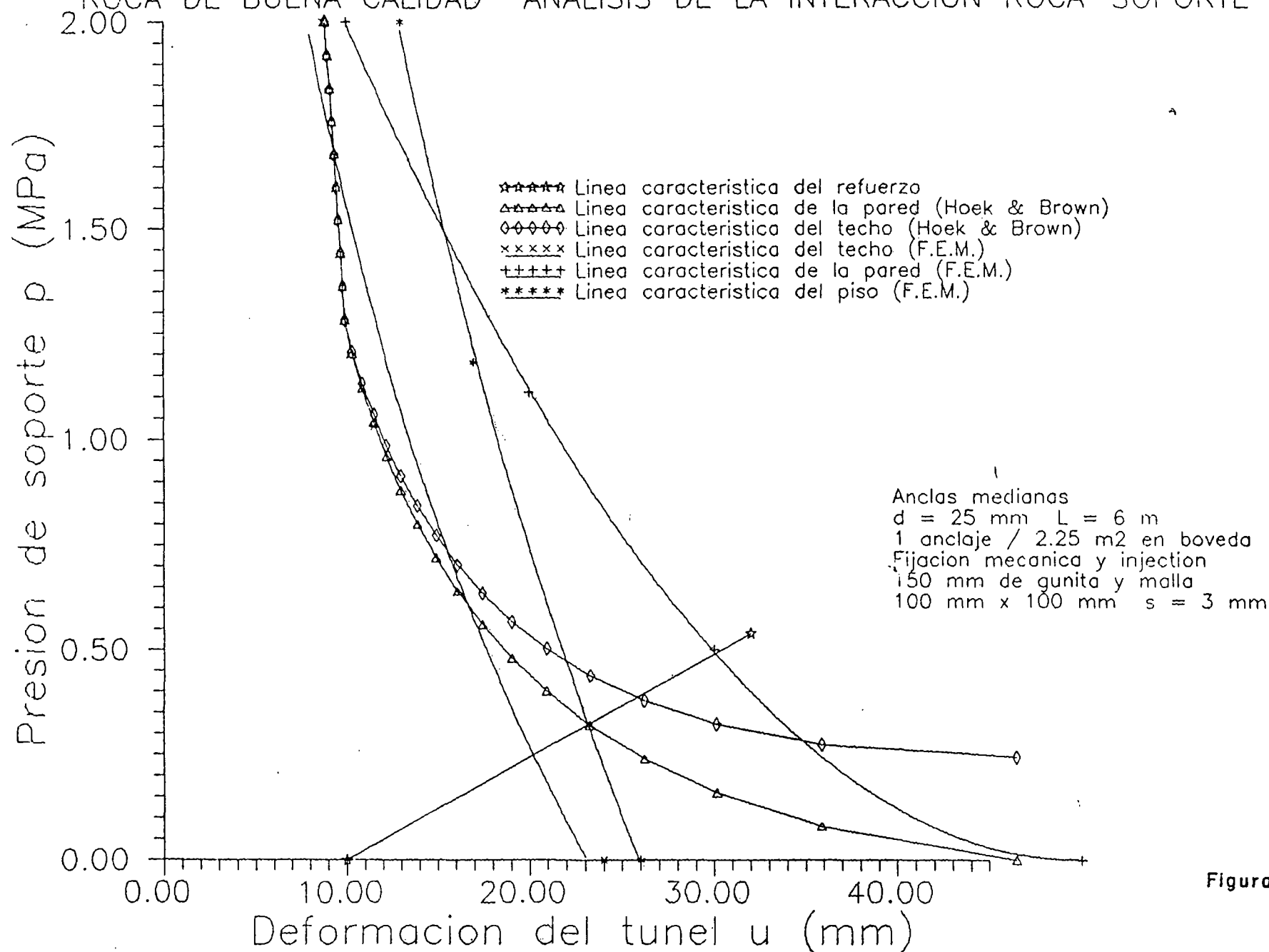


Figura 9/7

- anclajes con fijación mecánica de 25 mm de diámetro y 6 m (excepcionalmente 8) de largo; un anclaje cada 2.25 m²;
- hormigón lanzado de 150 mm de espesor con malla electrosoldada de 3 mm cada 100 mm.

El valor de la convergencia antes de la aplicación de los soportes, resulta de 0.010 m.

La acción de soporte indicada en la Figura 9/6 no toma en consideración la contribución de la inyección de los anclajes, que se efectúa posteriormente a fin de proteger el anclaje contra la corrosión. La inyección además permite conseguir un mejoramiento tangible de las características de la roca aumentando la resistencia a tracción de la misma. Particular cuidado tiene que ser previsto para el pretensionamiento antes de inyectar los anclajes.

En las paredes de la caverna principal se prevé la misma protección de la bóveda con una reducción de la densidad de los anclajes a una unidad cada 3 m².

En la caverna secundaria la protección de la bóveda queda la misma de la bóveda de la caverna principal con una reducción del largo de los anclajes a 4 m.

Se observa que la entidad de los soportes evaluados según el análisis de las curvas características resulta mayor de aquella estrictamente necesaria para garantizar la estabilidad local de los cuñeos de roca (control de la inestabilidad de origen estructural).

9.4 Análisis a elementos finitos (F.E.M.) de la caverna principal

9.4.1 Generalidades El análisis a elementos finitos de la sección de la caverna principal se hizo discretizando una porción significativa del macizo alrededor de la excavación con un retículo a elementos de forma triangular.

Para el material rocoso ha sido adoptada una ley ideal elasto-plástica; los valores de los parámetros de resistencia al corte, globales para el macizo considerado homogéneo e isotrópico, han sido escogidos en base a la curva envolvente a ruptura según Mohr (véase numeral 4.3).

La curva mencionada se ilustra en la Figura 9/8. Los parámetros característicos del macizo (con RMR = 65) resultan:

$$\sigma_c = 75 \text{ MPa}$$

$$m = 1.7$$

$$s = 0.007$$

CASA DE MAQUINAS FORMACION MISAHUALLI SECTOR CODO-SINCLAIR
ROCA DE BUENA CALIDAD RELACION ENTRE LOS ESFUERZOS DE CORTE
Y NORMALES EN EL DEBILITAMIENTO

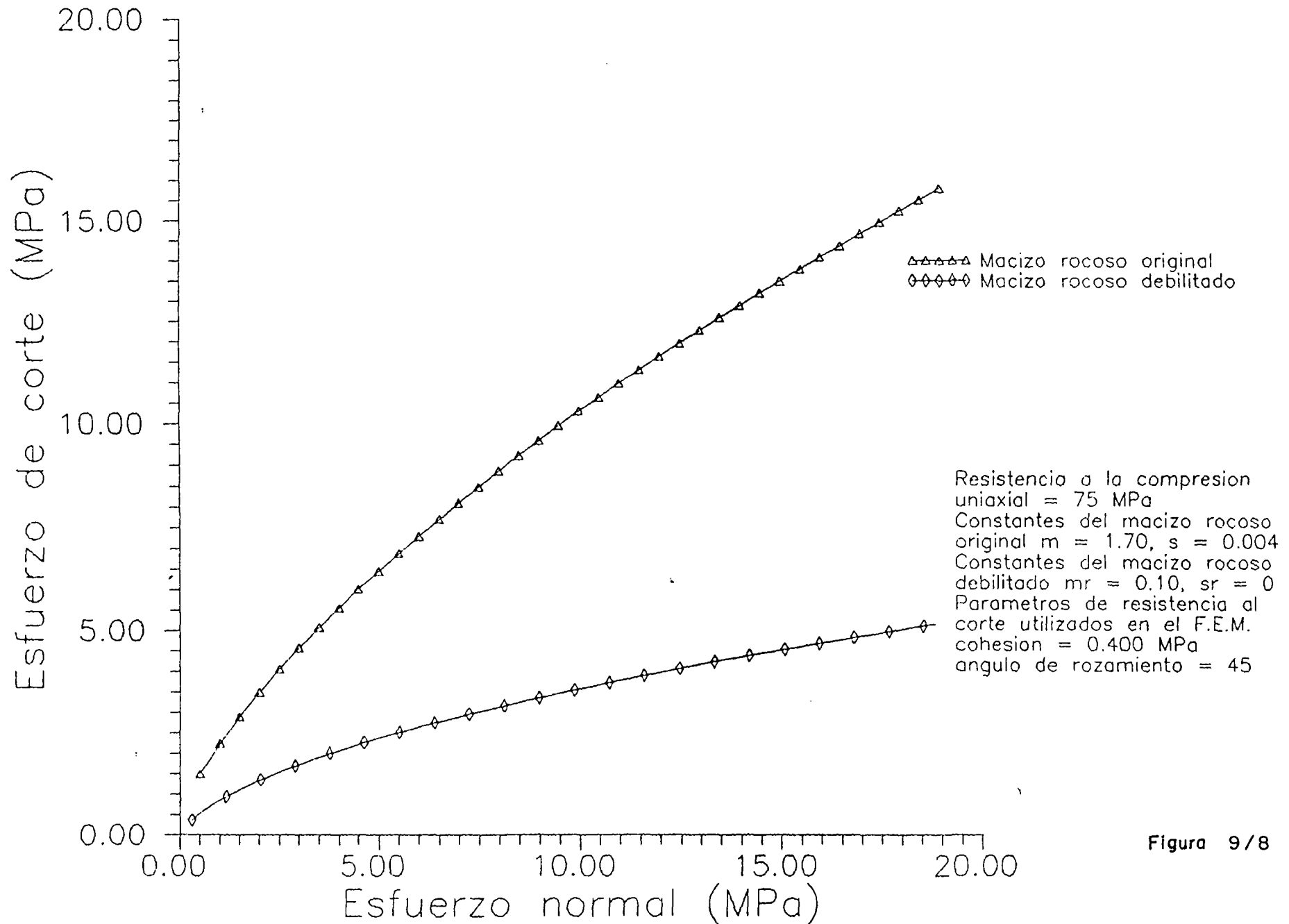


Figura 9/8

Los parámetros de resistencia al corte que se pueden obtener de la curva envolvente y que representan la resistencia de la roca en el campo de esfuerzos normales, son:

$$c = 0,84 \text{ MPa}$$

$$\phi = 50^\circ$$

En el análisis a elementos finitos, los valores de los parámetros de resistencia al corte, adoptados en los cálculos han sido los siguientes:

a. Zona externa a la afectada por anclajes inyectados

$$c' = 0,40 \text{ MPa}$$

$$\phi = 45^\circ$$

b. Zona afectada por anclajes inyectados

$$c' = 0,80 \text{ MPa}$$

$$\phi = 45^\circ$$

Para la deformabilidad se han adoptado los mismos valores de los parámetros utilizados en la aplicación del método de las características, es decir:

$$E = 10.000 \text{ MPa y } \nu = 0,2$$

El efecto de los soportes se ha representado con una distribución de fuerzas a lo largo del perfil de excavación, que corresponden a la aplicación de los anclajes previstos al numeral anterior.

Los valores de las tensiones iniciales in situ se han asumido de acuerdo a la proporción existente entre los valores máximo y mínimo de los esfuerzos principales obtenidos a través de los ensayos de hidrofracturamiento; los valores así obtenidos se han incrementado de manera que el esfuerzo principal máximo tenga el valor de la carga litostática en la caverna (7,5 MPa).

En lo que se refiere a las direcciones de los esfuerzos principales in situ, las mismas se han considerado verticales y horizontales, a fin de analizar la condición más desfavorable para los esfuerzos y deformaciones en los arranques de la bóveda y a lo largo de las paredes verticales.

También en el caso de hipotizar una rotación de las direcciones principales y manteniendo los mismos valores de esfuerzos, sería posible determinar las modificaciones del sistema de soporte, en término de eventual mayor frecuencia de los soportes, en correspon-

dencia de una parte de la bóveda. En tal caso, ocurre una reducción de las zonas "overstressed" a lo largo de las paredes.

9.4.2 Resultados Preliminarmente se hizo un análisis para el caso de excavación sin soportes. Los valores de convergencia en los puntos más significativos del perfil de excavación se indican en la Figura 9/6. Estos valores representan prácticamente la línea característica de la roca evaluada con el análisis a elementos finitos. Con dicha aplicación es posible describir la deformación a lo largo de todo el perfil de excavación.

Los resultados detallados de los cálculos a elementos finitos son incluidos en el Apéndice D; el mismo contiene los datos geométricos del problema y los datos de la distribución de las tensiones del macizo rocoso relacionados a la ejecución de la excavación y de la instalación de los soportes.

Las Figuras de 9/9 a 9/17, al final del capítulo, ilustran respectivamente:

- retículo de los elementos finitos;
- elementos de roca debilitada para el caso de excavación con soportes;
- distribución de desplazamientos de los nudos;
- dirección y entidad de las tensiones principales;
- isotensiones en dirección x , σ_x ;
- isotensiones en dirección y , σ_y ;
- isotensiones en dirección tang. τ_{xy} ;
- isotensiones en dirección principal máxima σ_1 ;
- isotensiones en dirección mínima σ_{111} .

Del examen de los resultados se confirma que el sistema de las protecciones previstas es adecuado a contrastar la deformación de la roca y el debilitamiento de la bóveda. La entidad de la zona plastificada en la bóveda es muy reducida. El desprendimiento de tipo gravitativo en la bóveda, debido a la decompresión, puede ser contrastado con los soportes previstos.

Por lo que se refiere a las paredes de la caverna, se pueden prever valores apreciables de convergencia y se subraya como la geometría de la excavación tenga mucha importancia en la determinación de la zona plastificada; zona de extensión comparable a la mitad del ancho de la caverna.

9.5 Galería de acceso principal

La galería de acceso principal se prevé excavarla con método tradicional. La sección se compone de una parte superior semicircular con diámetro interno de 5,8 m y una parte inferior rectangular de 4.6 m de alto.

El trazado de esta galería es muy próximo al trazado de la galería exploratoria GCM1. Las características del macizo rocoso interesado por la galería de acceso son por lo tanto aquellas de la mencionada galería exploratoria.

El índice de calidad del macizo, en base a la clasificación de Beniafsky, resulta del orden de 65 correspondiente a una roca de buena calidad. Dicha evaluación se refiere a la mayoría de la excavación afuera de unos tramos como aquel inicial y aquel en correspondencia de la progresiva 0 + 387 adonde se ha observado la convergencia de dos fallas.

La evaluación de las características de deformabilidad de la roca in situ, determinadas con las pruebas de carga sobre placa, ha dado los valores siguientes:

Progresiva 0 + 310 (GCM1):	$E_d = 8.900 \text{ MPa}$
Progresiva 0 + 410 (GCM1):	$E_d = 5.300 \text{ MPa}$
Progresiva 0 + 025 (crucero norte):	$E_d = 6.000 \text{ MPa}$
Progresiva 0 + 055 (crucero norte):	$E_d = 7.000 \text{ MPa}$

Los valores de la resistencia a compresión monoaxial de la roca inalterada son aquellos típicos de la formación Misahuallí es decir una notable dispersión alrededor del valor promedio de 140 MPa, con una desviación estándar de 60 MPa.

La deformabilidad del macizo medida in situ parece ser afectada por las operaciones de excavación como se nota con los valores medios-bajos de E_d en relación a una clase de roca buena.

En base al tipo y a la metodología de excavación prevista, se considera que dichos valores sean correctos para determinar la entidad de los soportes necesarios.

A lo largo del trazado de la galería el valor de la cobertura vertical aumenta hasta alcanzar los 300 m en proximidad de la casa de máquinas.

En general también para la galería de acceso a la casa de máquinas se adoptan las características de la roca ilustradas en el Cuadro 9/2; para la forma de la sección de excavación valen las mismas consideraciones hechas al numeral 9.3.

Se han considerado también en este caso tres tipos de roca como indicado a continuación:

a. Roca buena

Se considera buena la roca con un índice RMR superior a 65. Con roca de este tipo no se prevé ningún tipo de soporte afuera de la aplicación en la bóveda de una capa de 50 mm de hormigón lanzado

cuando necesario. Ninguna protección se prevé a lo largo de las paredes.

b. Roca mediana

Esta clasificación se refiere a los tramos adonde el grado de fracturación de la roca y la presencia del agua concurren a determinar un índice RMR alrededor de 45. Estas condiciones se pueden encontrar poco después de la embocadura así como un poco aguas arriba y un poco aguas abajo de las zonas de mayor fracturación y/o en correspondencia de las quebradas.

Debido al hecho que las dimensiones de la bóveda son similares a aquellas de la excavación de la ventana intermedia del túnel de aducción, y tomando en cuenta menores valores de estado de esfuerzos in situ por menor cobertura vertical, se considera oportuno adoptar un sistema de soporte combinado similar a aquello de la ventana como indicado a continuación:

Diámetro anclajes	0,025	m
Largo anclajes	3,0	m
Constante de deformación Q	0,143	m/MN
Resistencia última del anclaje	0,285	MN
Area competencia anclaje (bóveda)	1,0	m ²
Area competencia anclaje (paredes)	2,25	m ²
Espesor del hormigón lanzado	10,0	cm
Malla electrosoldada 100x100 mm, diámetro	3,0	mm

c. Roca mala

Este tipo de roca caracterizado por intensa fracturación y eventual alteración debida a percolación, se supone exista en el tramo cortical de la galería y en las zonas atravesadas por fallas mayores.

Considerando para este tipo de roca un índice RMR = 20, los dispositivos de soporte sugeridos en la literatura técnica¹ para secciones en herradura excavadas con método tradicional serían:

- avance en la bóveda del orden de 1,5 m;
- instalación del soporte contemporáneo a la excavación a una distancia del frente de la misma de 1 m;
- utilizo de cimbras metálicas cada 1,5 m;
- anclajes sistemáticos cada 1-1,5 m sea en la bóveda que en las paredes;

¹ "Geomechanics Classification Guide for Excavation and Support in Rock Tunnels", South African Council for Scientific and Industrial Research.

- hormigón lanzado de 150 mm.

En el caso considerado la menor amplitud del túnel en examen con respecto a la sección en herradura de un lado y la forma menos favorables (paredes verticales) del otro se sugiere lo siguiente:

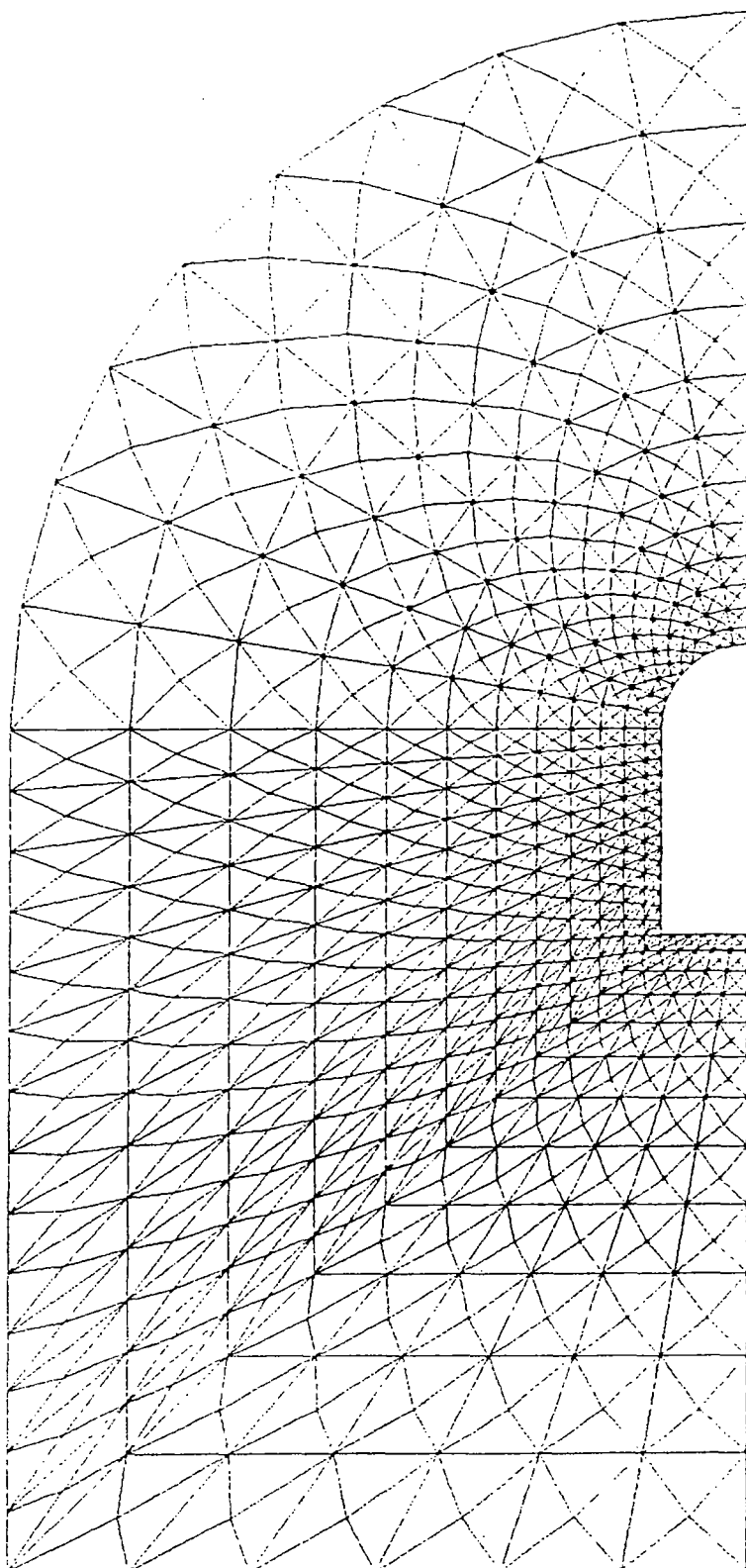
cimbras metálicas con perfiles I 160, a una distancia de 1 m entre sí, planchas metálicas de 1,2 m de longitud y 4 mm de espesor en la bóveda y 2" de hormigón lanzado con malla de 10x10 cm en las paredes.

9.6 Galería de descarga

Con respecto a la sección del numeral anterior, aquella de la galería de descarga se presenta más favorable aún si anchos mayores.

Desde un punto de vista de los soportes a ser asociados a los tres tipos de roca antes mencionadas, no se piensa variar las soluciones descritas para la galería de acceso afuera del hecho que la sección de la galería de descarga, para razones hidráulicas, tendrá que ser revestida en hormigón de 25-30 cm de espesor. En el caso de roca de mala calidad la distancia de las cimbras será aumentada a 1,5 m.

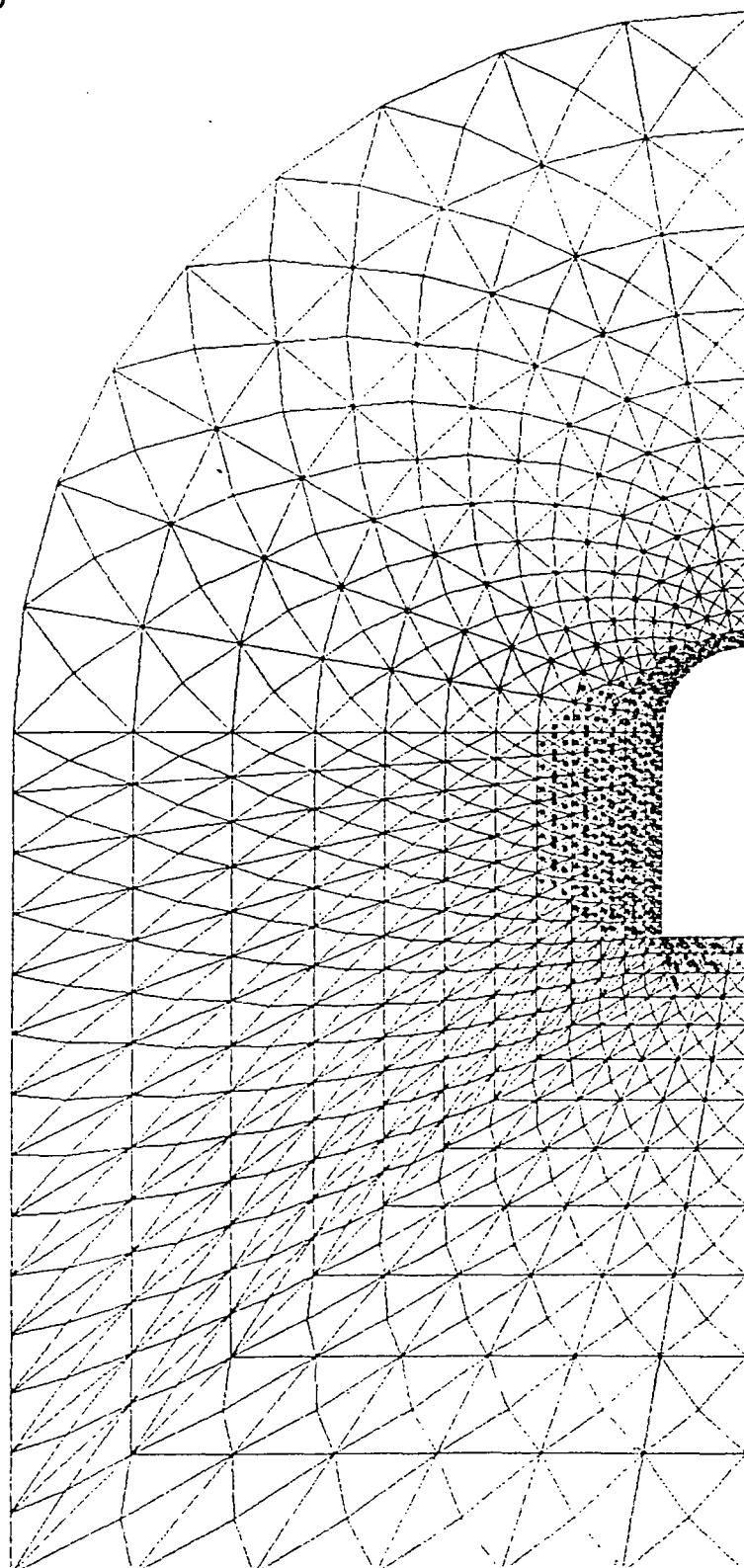
Figura 9/9



* RHEO- *
* STAUB *

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

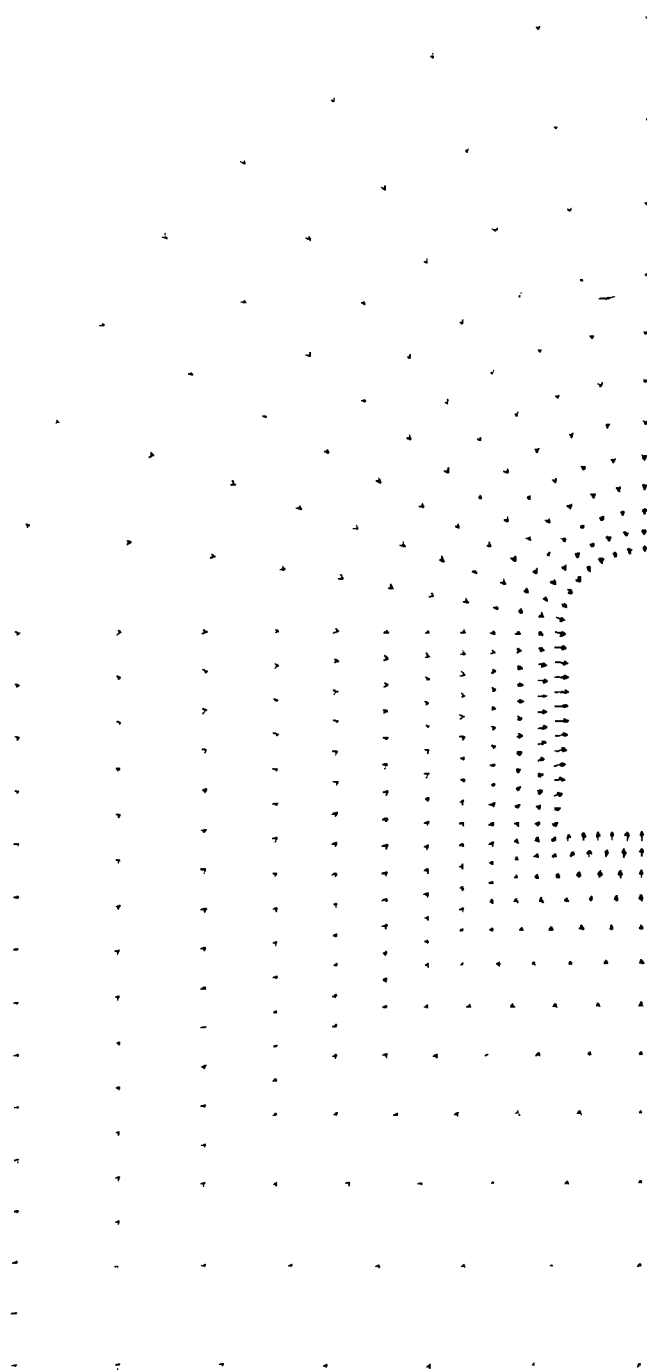
Figura 9/10



• RHEO- •
• STAUB •

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Caverna Casa de Maquinas-Zona debilitada

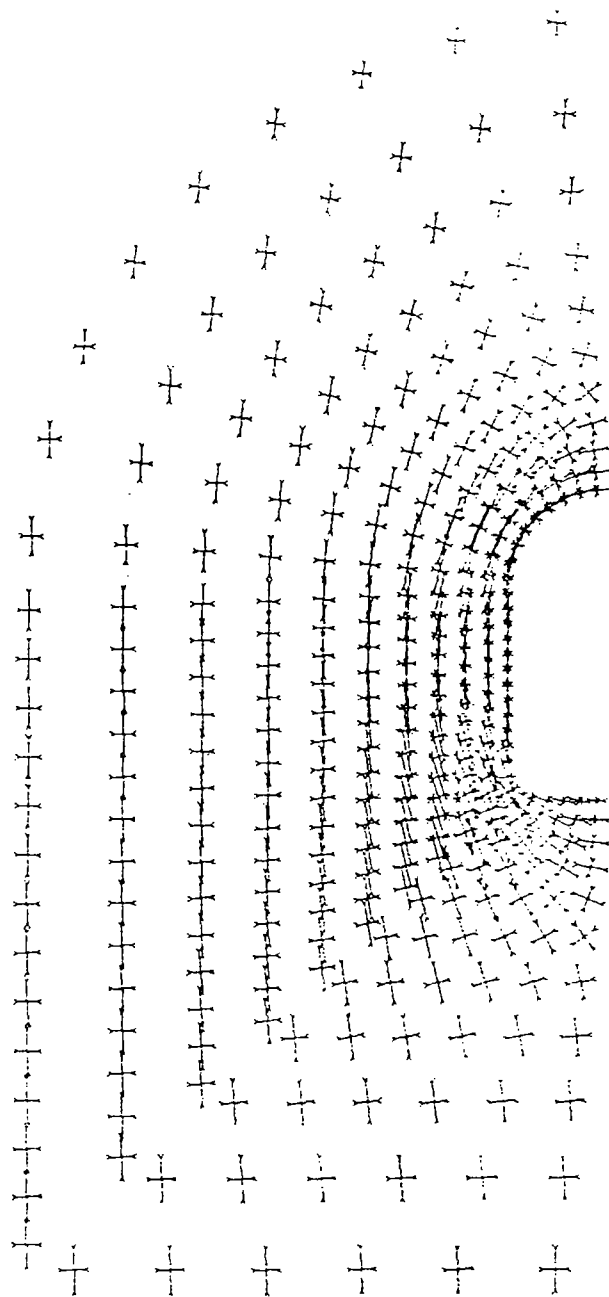
Figura 9/II



• RHEO- •
• STAUB •

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Caverna Casa de Maquinas-Desplazamientos

Figura 9/12



• RHEO- •
• STAUB •

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Caverna Casa de Maquinas-Esfuerzos principales

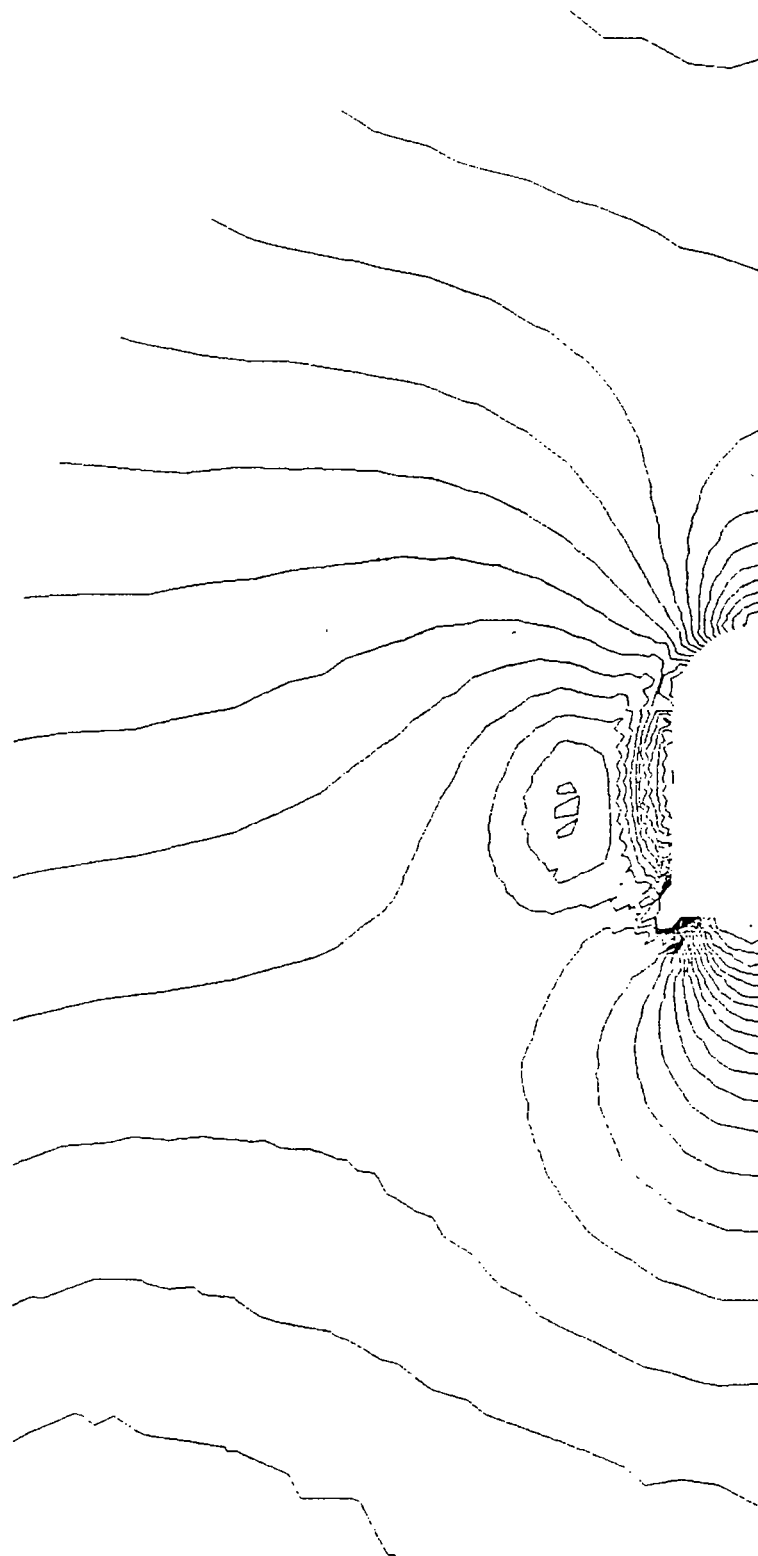
Figura 9/13



• R4EO- •
• STAUB •

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Caverna Casa de Maquinas-Esfuerzos horizontales

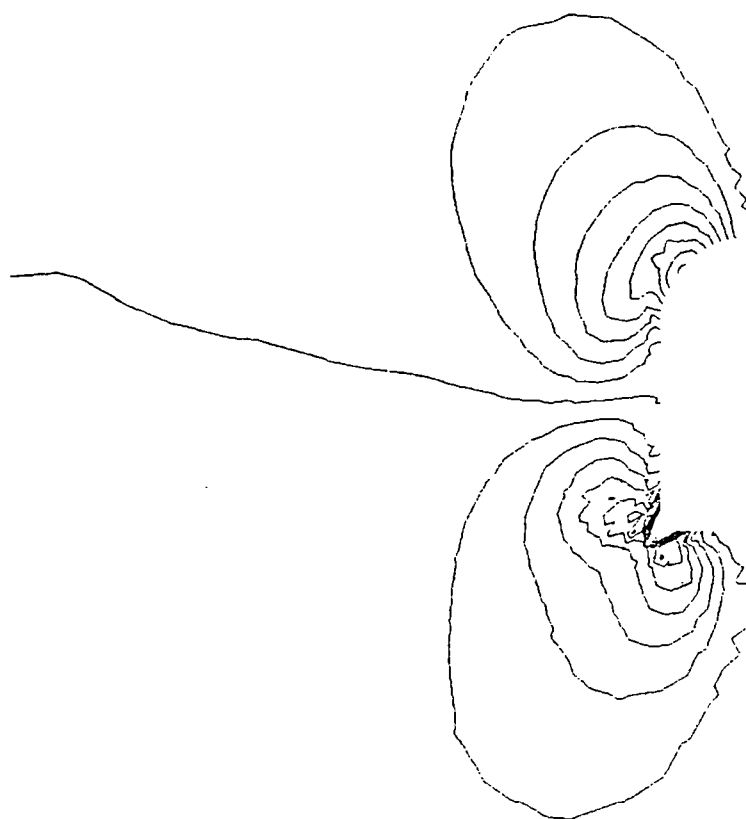
Figura 9/14



• RHEO- •
• STAUB •

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Caverna Casa de Maquinas-Esfuerzos verticales

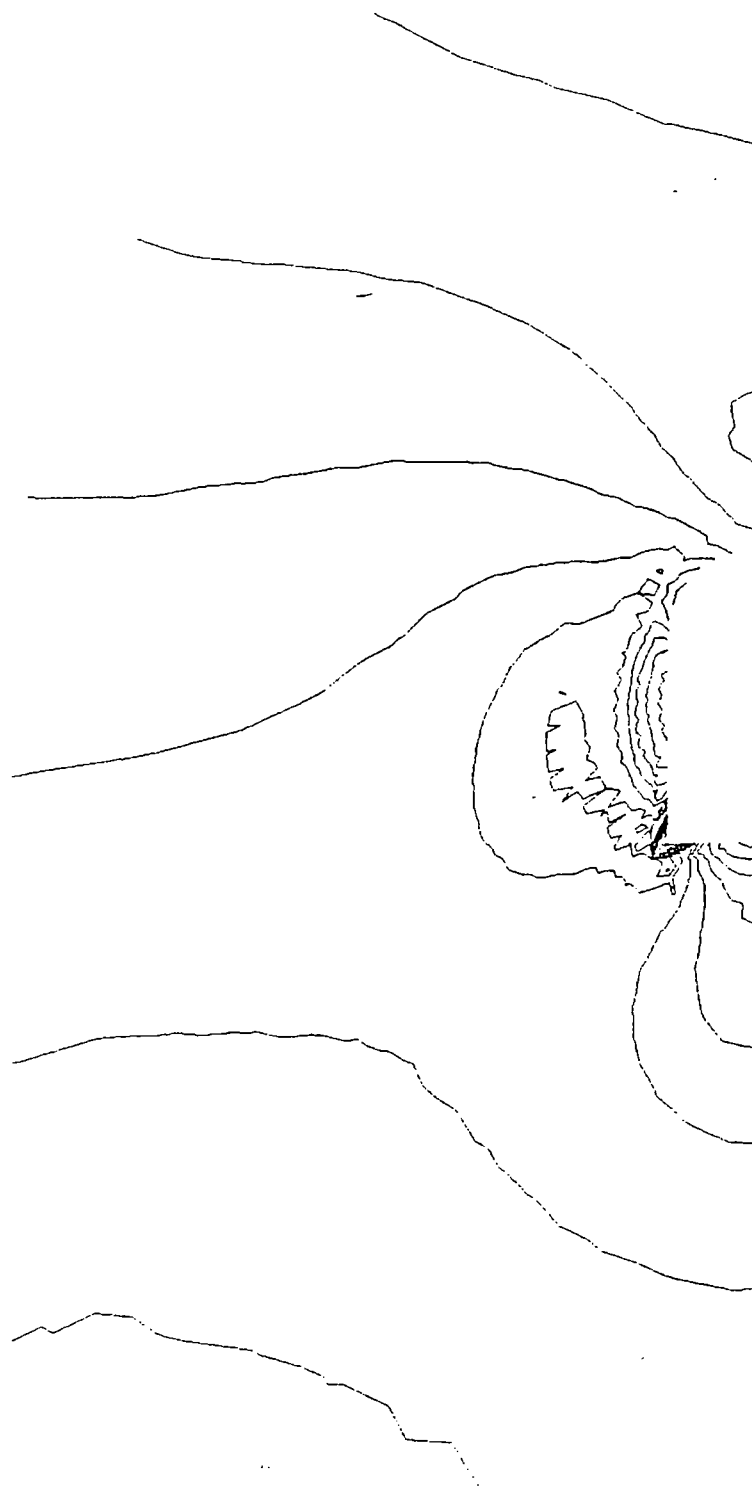
Figura 9/15



• RHEO- •
• STAUB •

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Caverna Casa de Maquinas-Esfuerzos de corte YY

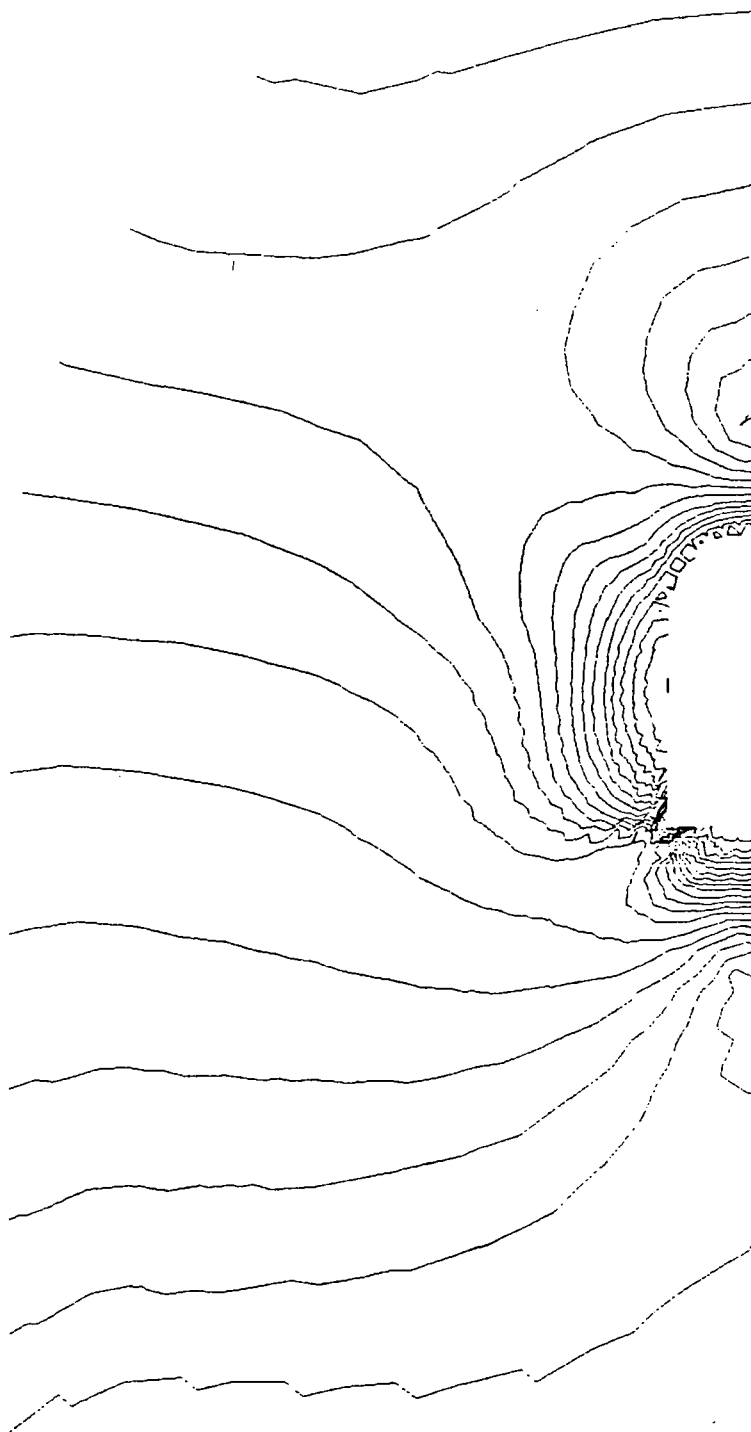
Figura 9/16



• RHEO- •
• STAUB •

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Caverna Casa de Maquinas-Max Esfuerzos Princ.

Figura 9/17



• RHEC- •
• STAGE •

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Caverna Casa de Maquinas-M'n Esfuerzos Princ.

APENDICES

APENDICE A

VENTANA DE ACCESO

CALCULOS DE LAS CIMBRAS DE ACERO

DATE: February 17, 1992

TIME: 18:28:49

INPUT FILE.....ccdcimb

COCA CODO - VENTANA DE ACCESO - CIMBRA DE ACERO

1**** CONTROL INFORMATION

number of node points	(NUMNP)	=	13
number of element types	(NELTYP)	=	1
number of load cases	(LL)	=	1
number of frequencies	(NF)	=	0
geometric stiffness flag	(GEOSTF)	=	0
analysis type code	(NDYN)	=	0
solution mode	(MODEX)	=	0
equations per block	(KEQS)	=	0
weight and c.g. flag	(IWTCG)	=	0
bandwidth minimization flag	(MINBND)	=	0
gravitational constant	(GRAV)	=	9.8000E+00

bandwidth minimization specified

1**** NODAL DATA

NODE NO.	BOUNDARY CONDITION CODES						NODAL POINT COORDINATES			
	DX	DY	DZ	RX	RY	RZ	X	Y	Z	T
1	1	1	1	1	1	1	5.200E+00	2.000E-01	0.000E+00	0.000E+00
2	0	0	1	1	1	0	5.600E+00	9.000E-01	0.000E+00	0.000E+00
3	0	0	1	1	1	0	5.850E+00	1.550E+00	0.000E+00	0.000E+00
4	0	0	1	1	1	0	6.000E+00	2.250E+00	0.000E+00	0.000E+00
5	0	0	1	1	1	0	6.120E+00	3.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
6	0	0	1	1	1	0	6.120E+00	3.750E+00	0.000E+00	0.000E+00
7	0	0	1	1	1	0	6.000E+00	4.500E+00	0.000E+00	0.000E+00
8	0	0	1	1	1	0	5.600E+00	5.300E+00	0.000E+00	0.000E+00
9	0	0	1	1	1	0	5.100E+00	5.850E+00	0.000E+00	0.000E+00
10	0	0	1	1	1	0	4.500E+00	6.250E+00	0.000E+00	0.000E+00
11	0	0	1	1	1	0	3.850E+00	6.500E+00	0.000E+00	0.000E+00
12	1	0	1	1	1	1	3.100E+00	6.600E+00	0.000E+00	0.000E+00
13	1	1	1	1	1	1	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

1**** BEAM ELEMENTS

number of beam elements	=	11
number of area property sets	=	1
number of fixed end force sets	=	0

number of materials	=	1
number of intermediate load sets	=	0

1**** MATERIAL PROPERTIES

INDEX	E	MU	MASS DENSITY	WEIGHT DENSITY	THERMAL EXPANSION X Y Z			REFERENCE TEMPERATURE
1	2.10E+07	.300	8.01E-01	7.85E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.000E+00

1**** AREA PROPERTIES - HE 200 B

INDEX	AREAS			TORSION	--FLEXURAL INERTIAS--	
	AXIAL A(1)	SHEAR A(2)	SHEAR A(3)	J(1)	I(2)	I(3)
1	7.810E-03	0.000E+00	0.000E+00	1.000E+00	2.003E-05	5.696E-05

1**** STRESS PROPERTIES

INDEX	---SECTION MODULI---	
	S(2)	S(3)
1	2.000E-04	5.700E-04

1**** ELEMENT LOAD MULTIPLIERS

	CASE A	CASE B	CASE C	CASE D
X-DIR	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
Y-DIR	-1.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
Z-DIR	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

1**** ELEMENT CONNECTIVITY DATA

ELEMENT NO.	NODE I	NODE J	NODE K	MAT'L INDEX	SECTN INDEX	---ELEMENT LOADS---				RELEASE CODES		MEMBER NO.
						A	B	C	D	I-END	J-END	
1	1	2	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2	2	3	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0
3	3	4	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0
4	4	5	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0
5	5	6	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0
6	6	7	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0
7	7	8	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0
8	8	9	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0
9	9	10	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0
10	10	11	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0
11	11	12	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0

1**** BANDWIDTH MINIMIZATION

minbnd (bandwidth control parameter) = 1

**** MINIMIZER DID NOT NEED TO REDUCE BANDWIDTH

**** EQUATION PARAMETERS

total number of equations = 31
bandwidth = 6
number of equations in a block = 31
number of blocks = 1
blocking memory (kilobytes) = 132
available memory (kilobytes) = 132

1**** NODAL LOADS (STATIC) OR MASSES (DYNAMIC)

NODE NUMBER	LOAD CASE	X-AXIS FORCE	Y-AXIS FORCE	Z-AXIS FORCE	X-AXIS MOMENT	Y-AXIS MOMENT	Z-AXIS MOMENT
1	1	-7.900E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
2	1	-1.130E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
3	1	-1.160E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
4	1	-1.170E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
5	1	-1.140E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
6	1	-1.030E+01	-2.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
7	1	-9.500E+00	-6.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
8	1	-8.400E+00	-9.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
9	1	-4.600E+00	-1.100E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
10	1	-1.700E+00	-1.200E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
11	1	-2.100E+00	-1.300E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
12	1	0.000E+00	-9.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

1**** ELEMENT LOAD MULTIPLIERS

load case	case A	case B	case C	case D
1	1.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

1**** STIFFNESS MATRIX PARAMETERS

minimum non-zero diagonal element = 1.1649E+04
maximum diagonal element = 4.3212E+05
maximum/minimum = 3.7096E+01
average diagonal element = 1.6913E+05
density of the matrix = 7.5006E+01

1**** STATIC ANALYSIS

Displacements/Rotations(degrees) of unrestrained nodes

NODE	X-	Y-	Z-	X-	Y-	Z-
number	translation	translation	translation	rotation	rotation	rotation
2	-6.7086E-04	-3.6022E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	6.1125E-02
3	-1.2972E-03	-1.0704E-04	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	1.4121E-02
4	-7.3825E-04	-5.1511E-04	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	-1.3001E-01
5	1.9500E-03	-1.2379E-03	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	-2.6666E-01
6	5.5602E-03	-1.5228E-03	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	-2.5777E-01
7	7.9812E-03	-1.4267E-03	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	-7.4672E-02
8	7.0124E-03	-2.2772E-03	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	2.2726E-01
9	4.0973E-03	-5.2730E-03	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	3.9375E-01
10	1.3929E-03	-9.7371E-03	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	4.0697E-01
11	4.8652E-05	-1.3776E-02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	2.6958E-01
12	0.0000E+00	<u>-1.5665E-02</u>	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

1**** BEAM ELEMENT FORCES AND MOMENTS

ELEMENT	CASE	AXIAL	SHEAR	SHEAR	TORSION	BENDING	BENDING
NO.	(MODE)	FORCE	FORCE	FORCE	MOMENT	MOMENT	MOMENT
		R1	R2	R3	M1	M2	M3

1	1	<u>7.407E+01</u>	-3.685E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-3.068E+00
		-7.407E+01	3.685E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	9.728E-02
2	1	6.856E+01	-4.326E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-9.728E-02
		-6.856E+01	4.326E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-2.915E+00
3	1	6.458E+01	-3.598E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.915E+00
		-6.458E+01	3.598E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-5.491E+00
4	1	6.241E+01	4.568E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.491E+00
		-6.241E+01	-4.568E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-2.021E+00
5	1	6.230E+01	5.050E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.021E+00
		-6.230E+01	-5.050E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.517E+00
6	1	6.208E+01	6.625E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-2.517E+00
		<u>-6.208E+01</u>	-6.625E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	<u>7.549E+00</u>
7	1	6.004E+01	-1.120E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-7.549E+00
		-6.004E+01	1.120E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	6.546E+00
8	1	5.645E+01	-5.032E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-6.546E+00
		-5.645E+01	5.032E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.606E+00

9	1	5.141E+01	<u>-6.721E+00</u>	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-2.806E+00
		-5.141E+01	6.721E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-2.041E+00
10	1	4.596E+01	-5.968E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.041E+00
		-4.596E+01	5.968E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-6.197E+00
11	1	4.367E+01	-3.281E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	6.197E+00
		<u>-4.367E+01</u>	3.281E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	<u>-2.679E+00</u>

1**** BEAM ELEMENT STRESSES

ELEMENT NO.	CASE (MODE)	P/A	P/A+M2/S2	P/A-M2/S2	P/A+M3/S3	P/A-M3/S3	WORST SUM
1	1	-9.484E+03	-9.484E+03	-9.484E+03	-4.101E+03	-1.487E+04	-1.487E+04
		-9.484E+03	-9.484E+03	-9.484E+03	-9.314E+03	-9.655E+03	-9.655E+03
2	1	-8.779E+03	-8.779E+03	-8.779E+03	-8.608E+03	-8.949E+03	-8.949E+03
		-8.779E+03	-8.779E+03	-8.779E+03	-1.389E+04	-3.664E+03	-1.389E+04
3	1	-8.269E+03	-8.269E+03	-8.269E+03	-1.338E+04	-3.154E+03	-1.338E+04
		-8.269E+03	-8.269E+03	-8.269E+03	-1.790E+04	1.364E+03	-1.790E+04
4	1	-7.991E+03	-7.991E+03	-7.991E+03	-1.762E+04	1.642E+03	-1.762E+04
		-7.991E+03	-7.991E+03	-7.991E+03	-1.154E+04	-4.445E+03	-1.154E+04
5	1	-7.977E+03	-7.977E+03	-7.977E+03	-1.152E+04	-4.431E+03	-1.152E+04
		-7.977E+03	-7.977E+03	-7.977E+03	-3.562E+03	-1.239E+04	-1.239E+04
6	1	-7.949E+03	-7.949E+03	-7.949E+03	-3.534E+03	-1.236E+04	-1.236E+04
		-7.949E+03	-7.949E+03	-7.949E+03	5.294E+03	-2.119E+04	<u>-2.119E+04</u>
7	1	-7.688E+03	-7.688E+03	-7.688E+03	5.555E+03	-2.093E+04	-2.093E+04
		-7.688E+03	-7.688E+03	-7.688E+03	3.797E+03	-1.917E+04	-1.917E+04
8	1	-7.228E+03	-7.228E+03	-7.228E+03	4.257E+03	-1.871E+04	-1.871E+04
		-7.228E+03	-7.228E+03	-7.228E+03	-2.305E+03	-1.215E+04	-1.215E+04
9	1	-6.583E+03	-6.583E+03	-6.583E+03	-1.660E+03	-1.151E+04	-1.151E+04
		-6.583E+03	-6.583E+03	-6.583E+03	-1.016E+04	-3.003E+03	-1.016E+04
10	1	-5.884E+03	-5.884E+03	-5.884E+03	-9.464E+03	-2.304E+03	-9.464E+03
		-5.884E+03	-5.884E+03	-5.884E+03	-1.676E+04	4.988E+03	-1.676E+04
11	1	-5.591E+03	-5.591E+03	-5.591E+03	-1.646E+04	5.281E+03	-1.646E+04
		-5.591E+03	-5.591E+03	-5.591E+03	-2.082E+04	9.636E+03	<u>-2.082E+04</u>

1**** TEMPORARY FILE STORAGE (MEGABYTES)

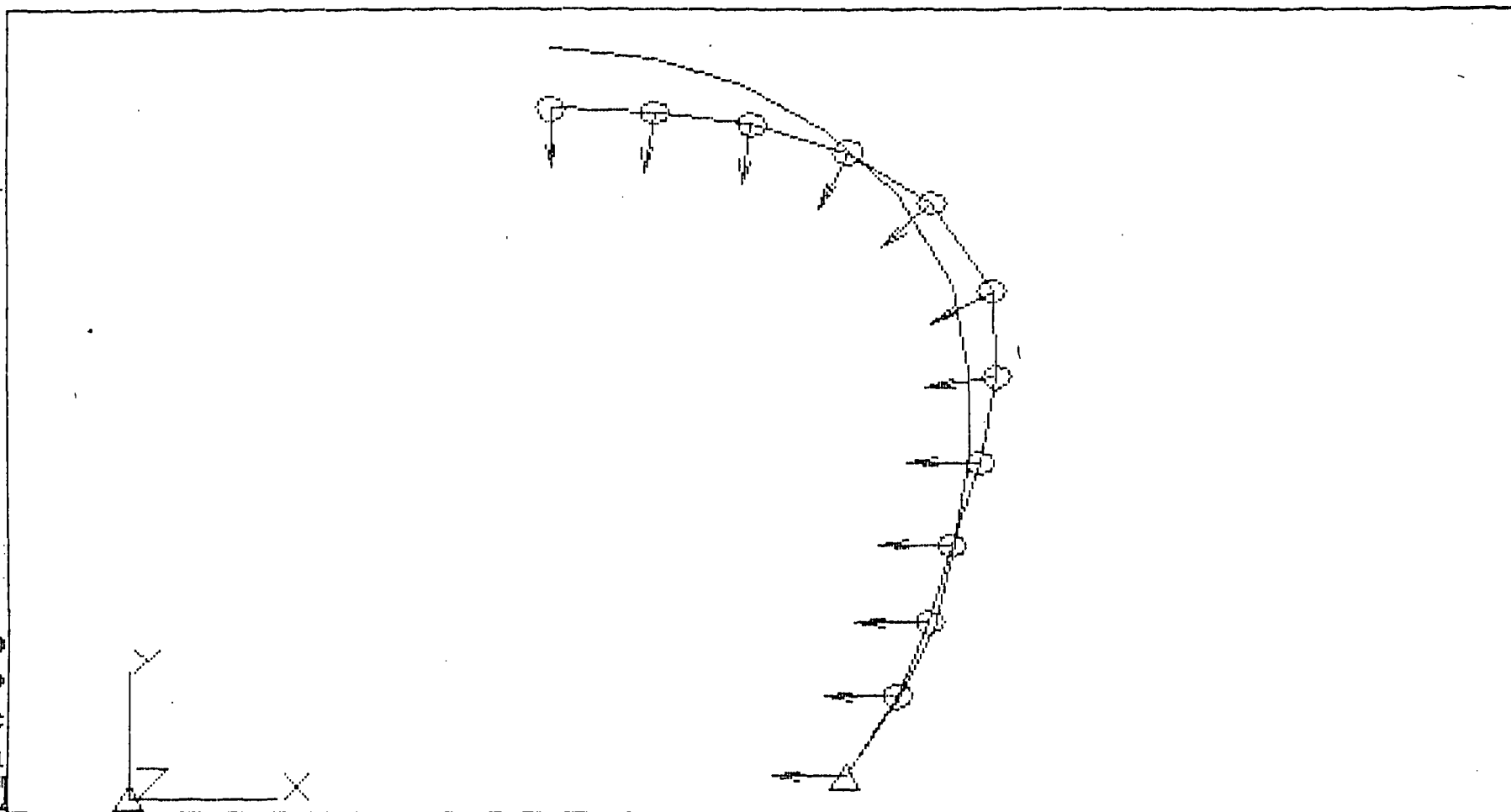
◇ ALGOR-U
DISPLACED
Nodes inq

*Displaced
*With und

Scale
Calc scal
[Esc]

1Help 2Undo
3Inp 4Snap
5Cur 6Swtc
7Big 8Menu
9Top 3Draw

Scale = 3.49e+001

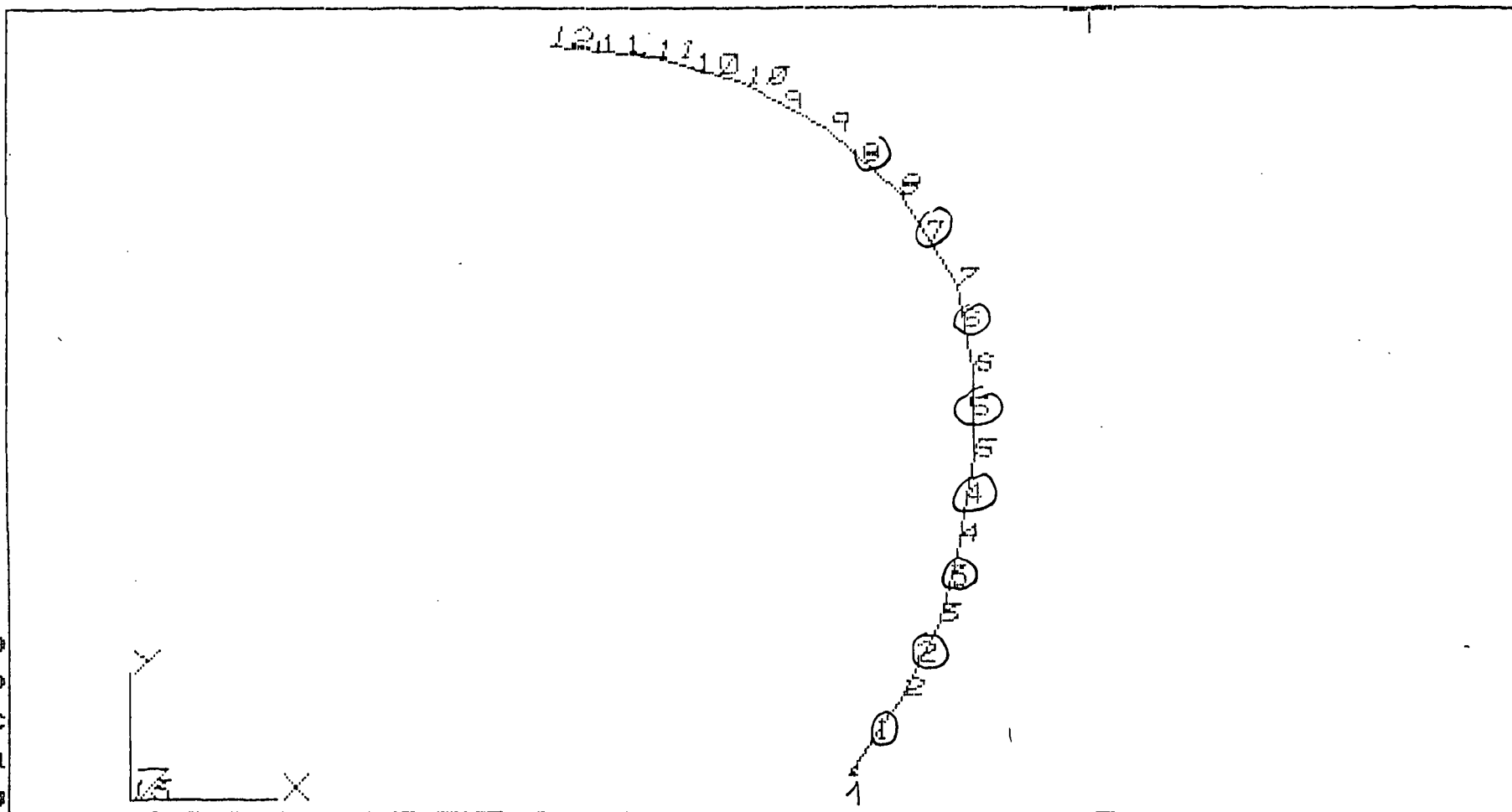


R-U
RAL

is

um
num

Undo
Snap
Swtc
Menu
Draw



lors: Ele=0, Node=7, Char/line=65.00 Shrink to 0.750
parameters then use F10 (draw) R to redraw screen.

3.12 File:CCDCIMB 92/02/17 18:29 LC 1/ 1 Vu= 1 Lo= 0 La= 90 R= 0

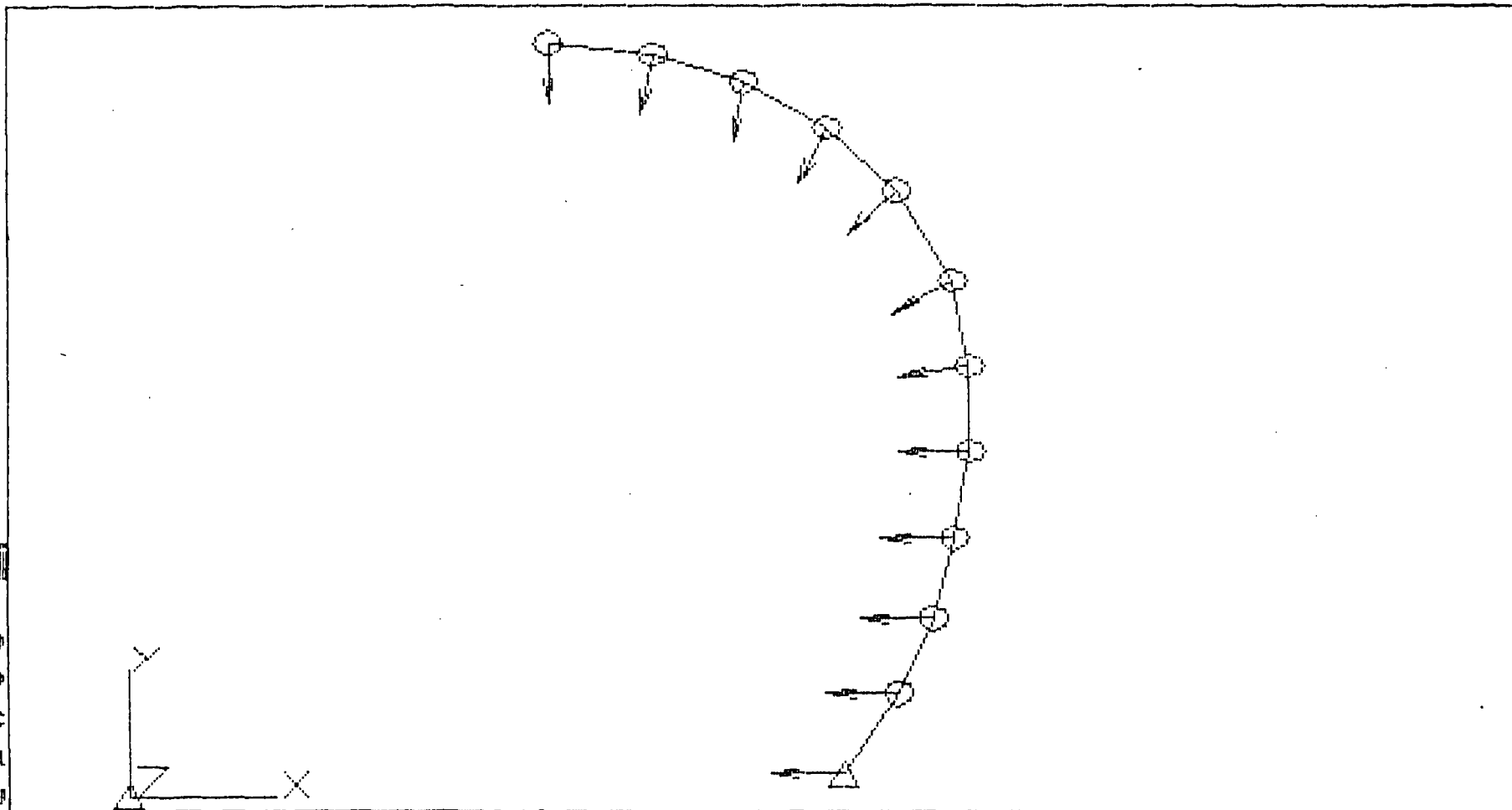
◇ALGOR-V
MAIN MENU
Files

Options
Inquire

Load case
Displaced
Stress-di

Quit
[Esc]

1Help2Undo
3Inp 4Snap
5Cur 6Swtc
7Big 8Menu
9Top 0Draw



APENDICE B
TUBERIA DE PRESION

APENDICE B

Contenido

- B1. Curvas Características de la Roca
- B2. Alternativa 3 - Determinación de las Deformaciones y Solicitaciones Máximas
- B3. Alternativa 1 - Determinación de las Deformaciones y Solicitaciones Máximas

B1. CURVAS CARACTERISTICAS DE LA ROCA

CONDOTTA FORZATA - CURVA CARATTERISTICA DELLA ROCCIA
CLASSE DI ROCCIA 2 - ROCCIA DI BUONA QUALITA'

Unita di misura usate: Sforzi in MPa. Lunghezze in m

Resistenza a compressione uniassiale
della roccia intatta = 80.000
Modulo di Young = 31500.000
Rapporto di Poisson = .200
Parametri di resistenza della roccia intatta
m = 3.400 s = 0.03
Parametri di resistenza della roccia fratturata
mr = .100 sr = 0.00001
Gradiente F = 1.000
Stato di sforzo di tipo idrostatico iniziale p0 = 15.600
Raggio interno della galleria ri = 2.800

pi = pressione applicata alla parete dello scavo
pcrit = pressione interna per quale si ha una zona plastica
re = raggio plastico
ui = spostamento radiale

Pcrit = 2.010

Pi/P0 = .990	ui/ri = .000006
Pi/P0 = .980	ui/ri = .000012
Pi/P0 = .970	ui/ri = .000018
Pi/P0 = .960	ui/ri = .000024
Pi/P0 = .950	ui/ri = .000030
Pi/P0 = .940	ui/ri = .000036
Pi/P0 = .930	ui/ri = .000042
Pi/P0 = .920	ui/ri = .000048
Pi/P0 = .910	ui/ri = .000053
Pi/P0 = .900	ui/ri = .000059
Pi/P0 = .890	ui/ri = .000065
Pi/P0 = .880	ui/ri = .000071
Pi/P0 = .870	ui/ri = .000077
Pi/P0 = .860	ui/ri = .000083
Pi/P0 = .850	ui/ri = .000089
Pi/P0 = .840	ui/ri = .000095
Pi/P0 = .830	ui/ri = .000101
Pi/P0 = .820	ui/ri = .000107
Pi/P0 = .810	ui/ri = .000113
Pi/P0 = .800	ui/ri = .000119
Pi/P0 = .790	ui/ri = .000125
Pi/P0 = .780	ui/ri = .000131
Pi/P0 = .770	ui/ri = .000137
Pi/P0 = .760	ui/ri = .000143
Pi/P0 = .750	ui/ri = .000149
Pi/P0 = .740	ui/ri = .000155
Pi/P0 = .730	ui/ri = .000160
Pi/P0 = .720	ui/ri = .000166
Pi/P0 = .710	ui/ri = .000172
Pi/P0 = .700	ui/ri = .000178
Pi/P0 = .690	ui/ri = .000184
Pi/P0 = .680	ui/ri = .000190
Pi/P0 = .670	ui/ri = .000196
Pi/P0 = .660	ui/ri = .000202
Pi/P0 = .650	ui/ri = .000208
Pi/P0 = .640	ui/ri = .000214
Pi/P0 = .630	ui/ri = .000220
Pi/P0 = .620	ui/ri = .000226

Pi/P0 =	.610	ui/ri =	.000232		
Pi/P0 =	.600	ui/ri =	.000238		
Pi/P0 =	.590	ui/ri =	.000244		
Pi/P0 =	.580	ui/ri =	.000250		
Pi/P0 =	.570	ui/ri =	.000256		
Pi/P0 =	.560	ui/ri =	.000261		
Pi/P0 =	.550	ui/ri =	.000267		
Pi/P0 =	.540	ui/ri =	.000273		
Pi/P0 =	.530	ui/ri =	.000279		
Pi/P0 =	.520	ui/ri =	.000285		
Pi/P0 =	.510	ui/ri =	.000291		
Pi/P0 =	.500	ui/ri =	.000297		
Pi/P0 =	.490	ui/ri =	.000303		
Pi/P0 =	.480	ui/ri =	.000309		
Pi/P0 =	.470	ui/ri =	.000315		
Pi/P0 =	.460	ui/ri =	.000321		
Pi/P0 =	.450	ui/ri =	.000327		
Pi/P0 =	.440	ui/ri =	.000333		
Pi/P0 =	.430	ui/ri =	.000339		
Pi/P0 =	.420	ui/ri =	.000345		
Pi/P0 =	.410	ui/ri =	.000351		
Pi/P0 =	.400	ui/ri =	.000357		
Pi/P0 =	.390	ui/ri =	.000363		
Pi/P0 =	.380	ui/ri =	.000368		
Pi/P0 =	.370	ui/ri =	.000374		
Pi/P0 =	.360	ui/ri =	.000380		
Pi/P0 =	.350	ui/ri =	.000386		
Pi/P0 =	.340	ui/ri =	.000392		
Pi/P0 =	.330	ui/ri =	.000398		
Pi/P0 =	.320	ui/ri =	.000404		
Pi/P0 =	.310	ui/ri =	.000410		
Pi/P0 =	.300	ui/ri =	.000416		
Pi/P0 =	.290	ui/ri =	.000422		
Pi/P0 =	.280	ui/ri =	.000428		
Pi/P0 =	.270	ui/ri =	.000434		
Pi/P0 =	.260	ui/ri =	.000440		
Pi/P0 =	.250	ui/ri =	.000446		
Pi/P0 =	.240	ui/ri =	.000452		
Pi/P0 =	.230	ui/ri =	.000458		
Pi/P0 =	.220	ui/ri =	.000464		
Pi/P0 =	.210	ui/ri =	.000469		
Pi/P0 =	.200	ui/ri =	.000475		
Pi/P0 =	.190	ui/ri =	.000481		
Pi/P0 =	.180	ui/ri =	.000487		
Pi/P0 =	.170	ui/ri =	.000493		
Pi/P0 =	.160	ui/ri =	.000499		
Pi/P0 =	.150	ui/ri =	.000505		
Pi/P0 =	.140	ui/ri =	.000511		
Pi/P0 =	.130	ui/ri =	.000517		
Pi/P0 =	.120	ui/ri =	.000555	re/ri =	1.036
Pi/P0 =	.110	ui/ri =	.000603	re/ri =	1.079
Pi/P0 =	.100	ui/ri =	.000657	re/ri =	1.126
Pi/P0 =	.090	ui/ri =	.000719	re/ri =	1.179
Pi/P0 =	.080	ui/ri =	.000791	re/ri =	1.236
Pi/P0 =	.070	ui/ri =	.000876	re/ri =	1.301
Pi/P0 =	.060	ui/ri =	.000977	re/ri =	1.374
Pi/P0 =	.050	ui/ri =	.001100	re/ri =	1.458
Pi/P0 =	.040	ui/ri =	.001254	re/ri =	1.556
Pi/P0 =	.030	ui/ri =	.001455	re/ri =	1.676
Pi/P0 =	.020	ui/ri =	.001734	re/ri =	1.830
Pi/P0 =	.010	ui/ri =	.002177	re/ri =	2.051
Pi/P0 =	.000	ui/ri =	.003401	re/ri =	2.563

CONDOTTA FORZATA - CURVA CARATTERISTICA DELLA ROCCIA
CLASSE DI ROCCIA 3 - ROCCIA DI QUALITA' DISCRETA

Unita di misura usate: Sforzi in MPa. Lunghezze in m

Resistenza a compressione uniassiale
della roccia intatta = 80.000
Modulo di Young = 10000.000
Rapporto di Poisson = .200
Parametri di resistenza della roccia intatta
m = .600 s = 0.001
Parametri di resistenza della roccia fratturata
mr = .100 sr = 0.00001
Gradiente F = 1.000
Stato di sforzo di tipo idrostatico iniziale p0= 15.600
Raggio interno della galleria ri= 2.800

pi = pressione applicata alla parete dello scavo
pcrit = pressione interna per quale si ha una zona plastica
re = raggio plastico
ui = spostamento radiale

$$P_{crit} = 6.607$$

Pi/P0 =	.990	ui/ri =	.000019
Pi/P0 =	.980	ui/ri =	.000037
Pi/P0 =	.970	ui/ri =	.000056
Pi/P0 =	.960	ui/ri =	.000075
Pi/P0 =	.950	ui/ri =	.000094
Pi/P0 =	.940	ui/ri =	.000112
Pi/P0 =	.930	ui/ri =	.000131
Pi/P0 =	.920	ui/ri =	.000150
Pi/P0 =	.910	ui/ri =	.000168
Pi/P0 =	.900	ui/ri =	.000187
Pi/P0 =	.890	ui/ri =	.000206
Pi/P0 =	.880	ui/ri =	.000225
Pi/P0 =	.870	ui/ri =	.000243
Pi/P0 =	.860	ui/ri =	.000262
Pi/P0 =	.850	ui/ri =	.000281
Pi/P0 =	.840	ui/ri =	.000300
Pi/P0 =	.830	ui/ri =	.000318
Pi/P0 =	.820	ui/ri =	.000337
Pi/P0 =	.810	ui/ri =	.000356
Pi/P0 =	.800	ui/ri =	.000374
Pi/P0 =	.790	ui/ri =	.000393
Pi/P0 =	.780	ui/ri =	.000412
Pi/P0 =	.770	ui/ri =	.000431
Pi/P0 =	.760	ui/ri =	.000449
Pi/P0 =	.750	ui/ri =	.000468
Pi/P0 =	.740	ui/ri =	.000487
Pi/P0 =	.730	ui/ri =	.000505
Pi/P0 =	.720	ui/ri =	.000524
Pi/P0 =	.710	ui/ri =	.000543
Pi/P0 =	.700	ui/ri =	.000562
Pi/P0 =	.690	ui/ri =	.000580
Pi/P0 =	.680	ui/ri =	.000599
Pi/P0 =	.670	ui/ri =	.000618
Pi/P0 =	.660	ui/ri =	.000636
Pi/P0 =	.650	ui/ri =	.000655
Pi/P0 =	.640	ui/ri =	.000674
Pi/P0 =	.630	ui/ri =	.000693
Pi/P0 =	.620	ui/ri =	.000711

Pi/P0 =	.610	ui/ri =	.000730		
Pi/P0 =	.600	ui/ri =	.000749		
Pi/P0 =	.590	ui/ri =	.000768		
Pi/P0 =	.580	ui/ri =	.000786		
Pi/P0 =	.570	ui/ri =	.000805		
Pi/P0 =	.560	ui/ri =	.000824		
Pi/P0 =	.550	ui/ri =	.000842		
Pi/P0 =	.540	ui/ri =	.000861		
Pi/P0 =	.530	ui/ri =	.000880		
Pi/P0 =	.520	ui/ri =	.000899		
Pi/P0 =	.510	ui/ri =	.000917		
Pi/P0 =	.500	ui/ri =	.000936		
Pi/P0 =	.490	ui/ri =	.000955		
Pi/P0 =	.480	ui/ri =	.000973		
Pi/P0 =	.470	ui/ri =	.000992		
Pi/P0 =	.460	ui/ri =	.001011		
Pi/P0 =	.450	ui/ri =	.001030		
Pi/P0 =	.440	ui/ri =	.001048		
Pi/P0 =	.430	ui/ri =	.001067		
Pi/P0 =	.420	ui/ri =	.001096	re/ri =	1.008
Pi/P0 =	.410	ui/ri =	.001144	re/ri =	1.030
Pi/P0 =	.400	ui/ri =	.001195	re/ri =	1.052
Pi/P0 =	.390	ui/ri =	.001250	re/ri =	1.076
Pi/P0 =	.380	ui/ri =	.001307	re/ri =	1.101
Pi/P0 =	.370	ui/ri =	.001368	re/ri =	1.126
Pi/P0 =	.360	ui/ri =	.001433	re/ri =	1.152
Pi/P0 =	.350	ui/ri =	.001502	re/ri =	1.180
Pi/P0 =	.340	ui/ri =	.001575	re/ri =	1.208
Pi/P0 =	.330	ui/ri =	.001652	re/ri =	1.237
Pi/P0 =	.320	ui/ri =	.001735	re/ri =	1.268
Pi/P0 =	.310	ui/ri =	.001824	re/ri =	1.300
Pi/P0 =	.300	ui/ri =	.001918	re/ri =	1.333
Pi/P0 =	.290	ui/ri =	.002019	re/ri =	1.368
Pi/P0 =	.280	ui/ri =	.002128	re/ri =	1.404
Pi/P0 =	.270	ui/ri =	.002244	re/ri =	1.442
Pi/P0 =	.260	ui/ri =	.002369	re/ri =	1.482
Pi/P0 =	.250	ui/ri =	.002504	re/ri =	1.523
Pi/P0 =	.240	ui/ri =	.002649	re/ri =	1.567
Pi/P0 =	.230	ui/ri =	.002806	re/ri =	1.612
Pi/P0 =	.220	ui/ri =	.002976	re/ri =	1.661
Pi/P0 =	.210	ui/ri =	.003160	re/ri =	1.711
Pi/P0 =	.200	ui/ri =	.003361	re/ri =	1.765
Pi/P0 =	.190	ui/ri =	.003580	re/ri =	1.821
Pi/P0 =	.180	ui/ri =	.003820	re/ri =	1.881
Pi/P0 =	.170	ui/ri =	.004083	re/ri =	1.945
Pi/P0 =	.160	ui/ri =	.004374	re/ri =	2.013
Pi/P0 =	.150	ui/ri =	.004695	re/ri =	2.086
Pi/P0 =	.140	ui/ri =	.005051	re/ri =	2.163
Pi/P0 =	.130	ui/ri =	.005449	re/ri =	2.247
Pi/P0 =	.120	ui/ri =	.005897	re/ri =	2.337
Pi/P0 =	.110	ui/ri =	.006402	re/ri =	2.436
Pi/P0 =	.100	ui/ri =	.006977	re/ri =	2.543
Pi/P0 =	.090	ui/ri =	.007637	re/ri =	2.660
Pi/P0 =	.080	ui/ri =	.008402	re/ri =	2.790
Pi/P0 =	.070	ui/ri =	.009302	re/ri =	2.936
Pi/P0 =	.060	ui/ri =	.010375	re/ri =	3.101
Pi/P0 =	.050	ui/ri =	.011682	re/ri =	3.290
Pi/P0 =	.040	ui/ri =	.013319	re/ri =	3.513
Pi/P0 =	.030	ui/ri =	.015452	re/ri =	3.784
Pi/P0 =	.020	ui/ri =	.018420	re/ri =	4.131
Pi/P0 =	.010	ui/ri =	.023121	re/ri =	4.629
Pi/P0 =	.000	ui/ri =	.036123	re/ri =	5.786

CONDOTTA FORZATA - CURVA CARATTERISTICA DELLA ROCCIA
CLASSE DI ROCCIA 4 - ROCCIA DI CATTIVA QUALITA'

Unita di misura usate: Sforzi in MPa. Lunghezze in m

Resistenza a compressione uniassiale
della roccia intatta = 80.000
Modulo di Young = 3000.000
Rapporto di Poisson = .200
Parametri di resistenza della roccia intatta
m = .180 s = 0.00001
Parametri di resistenza della roccia fratturata
mr = .100 sr = 0.00001
Gradiente F = 1.000
Stato di sforzo di tipo idrostatico iniziale p0 = 13.000
Raggio interno della galleria ri = 2.800

pi = pressione applicata alla parete dello scavo
pcrit = pressione interna per quale si ha una zona plastica
re = raggio plastico
ui = spostamento radiale

Pcrit = 7.725

Pi/P0 =	.990	ui/ri =	.000052
Pi/P0 =	.980	ui/ri =	.000104
Pi/P0 =	.970	ui/ri =	.000156
Pi/P0 =	.960	ui/ri =	.000208
Pi/P0 =	.950	ui/ri =	.000260
Pi/P0 =	.940	ui/ri =	.000312
Pi/P0 =	.930	ui/ri =	.000364
Pi/P0 =	.920	ui/ri =	.000416
Pi/P0 =	.910	ui/ri =	.000468
Pi/P0 =	.900	ui/ri =	.000520
Pi/P0 =	.890	ui/ri =	.000572
Pi/P0 =	.880	ui/ri =	.000624
Pi/P0 =	.870	ui/ri =	.000676
Pi/P0 =	.860	ui/ri =	.000728
Pi/P0 =	.850	ui/ri =	.000780
Pi/P0 =	.840	ui/ri =	.000832
Pi/P0 =	.830	ui/ri =	.000884
Pi/P0 =	.820	ui/ri =	.000936
Pi/P0 =	.810	ui/ri =	.000988
Pi/P0 =	.800	ui/ri =	.001040
Pi/P0 =	.790	ui/ri =	.001092
Pi/P0 =	.780	ui/ri =	.001144
Pi/P0 =	.770	ui/ri =	.001196
Pi/P0 =	.760	ui/ri =	.001248
Pi/P0 =	.750	ui/ri =	.001300
Pi/P0 =	.740	ui/ri =	.001352
Pi/P0 =	.730	ui/ri =	.001404
Pi/P0 =	.720	ui/ri =	.001456
Pi/P0 =	.710	ui/ri =	.001508
Pi/P0 =	.700	ui/ri =	.001560
Pi/P0 =	.690	ui/ri =	.001612
Pi/P0 =	.680	ui/ri =	.001664
Pi/P0 =	.670	ui/ri =	.001716
Pi/P0 =	.660	ui/ri =	.001768
Pi/P0 =	.650	ui/ri =	.001820
Pi/P0 =	.640	ui/ri =	.001872
Pi/P0 =	.630	ui/ri =	.001924
Pi/P0 =	.620	ui/ri =	.001976

Pi/P0 =	.610	ui/ri =	.002028		
Pi/P0 =	.600	ui/ri =	.002080		
Pi/P0 =	.590	ui/ri =	.002140	re/ri =	1.007
Pi/P0 =	.580	ui/ri =	.002212	re/ri =	1.024
Pi/P0 =	.570	ui/ri =	.002288	re/ri =	1.041
Pi/P0 =	.560	ui/ri =	.002367	re/ri =	1.059
Pi/P0 =	.550	ui/ri =	.002449	re/ri =	1.077
Pi/P0 =	.540	ui/ri =	.002535	re/ri =	1.096
Pi/P0 =	.530	ui/ri =	.002625	re/ri =	1.115
Pi/P0 =	.520	ui/ri =	.002719	re/ri =	1.135
Pi/P0 =	.510	ui/ri =	.002817	re/ri =	1.155
Pi/P0 =	.500	ui/ri =	.002920	re/ri =	1.176
Pi/P0 =	.490	ui/ri =	.003028	re/ri =	1.198
Pi/P0 =	.480	ui/ri =	.003141	re/ri =	1.220
Pi/P0 =	.470	ui/ri =	.003259	re/ri =	1.243
Pi/P0 =	.460	ui/ri =	.003383	re/ri =	1.266
Pi/P0 =	.450	ui/ri =	.003513	re/ri =	1.290
Pi/P0 =	.440	ui/ri =	.003650	re/ri =	1.315
Pi/P0 =	.430	ui/ri =	.003794	re/ri =	1.341
Pi/P0 =	.420	ui/ri =	.003945	re/ri =	1.367
Pi/P0 =	.410	ui/ri =	.004104	re/ri =	1.395
Pi/P0 =	.400	ui/ri =	.004272	re/ri =	1.423
Pi/P0 =	.390	ui/ri =	.004448	re/ri =	1.452
Pi/P0 =	.380	ui/ri =	.004635	re/ri =	1.482
Pi/P0 =	.370	ui/ri =	.004832	re/ri =	1.513
Pi/P0 =	.360	ui/ri =	.005040	re/ri =	1.545
Pi/P0 =	.350	ui/ri =	.005260	re/ri =	1.579
Pi/P0 =	.340	ui/ri =	.005493	re/ri =	1.613
Pi/P0 =	.330	ui/ri =	.005740	re/ri =	1.649
Pi/P0 =	.320	ui/ri =	.006002	re/ri =	1.687
Pi/P0 =	.310	ui/ri =	.006281	re/ri =	1.725
Pi/P0 =	.300	ui/ri =	.006578	re/ri =	1.766
Pi/P0 =	.290	ui/ri =	.006893	re/ri =	1.807
Pi/P0 =	.280	ui/ri =	.007230	re/ri =	1.851
Pi/P0 =	.270	ui/ri =	.007590	re/ri =	1.897
Pi/P0 =	.260	ui/ri =	.007975	re/ri =	1.944
Pi/P0 =	.250	ui/ri =	.008387	re/ri =	1.994
Pi/P0 =	.240	ui/ri =	.008830	re/ri =	2.046
Pi/P0 =	.230	ui/ri =	.009306	re/ri =	2.100
Pi/P0 =	.220	ui/ri =	.009820	re/ri =	2.157
Pi/P0 =	.210	ui/ri =	.010374	re/ri =	2.217
Pi/P0 =	.200	ui/ri =	.010974	re/ri =	2.281
Pi/P0 =	.190	ui/ri =	.011625	re/ri =	2.347
Pi/P0 =	.180	ui/ri =	.012334	re/ri =	2.418
Pi/P0 =	.170	ui/ri =	.013108	re/ri =	2.492
Pi/P0 =	.160	ui/ri =	.013955	re/ri =	2.572
Pi/P0 =	.150	ui/ri =	.014887	re/ri =	2.656
Pi/P0 =	.140	ui/ri =	.015916	re/ri =	2.746
Pi/P0 =	.130	ui/ri =	.017057	re/ri =	2.843
Pi/P0 =	.120	ui/ri =	.018329	re/ri =	2.947
Pi/P0 =	.110	ui/ri =	.019757	re/ri =	3.060
Pi/P0 =	.100	ui/ri =	.021369	re/ri =	3.182
Pi/P0 =	.090	ui/ri =	.023207	re/ri =	3.316
Pi/P0 =	.080	ui/ri =	.025320	re/ri =	3.464
Pi/P0 =	.070	ui/ri =	.027782	re/ri =	3.629
Pi/P0 =	.060	ui/ri =	.030691	re/ri =	3.814
Pi/P0 =	.050	ui/ri =	.034199	re/ri =	4.026
Pi/P0 =	.040	ui/ri =	.038542	re/ri =	4.274
Pi/P0 =	.030	ui/ri =	.044132	re/ri =	4.573
Pi/P0 =	.020	ui/ri =	.051793	re/ri =	4.954
Pi/P0 =	.010	ui/ri =	.063689	re/ri =	5.494
Pi/P0 =	.000	ui/ri =	.094905	re/ri =	6.707

B2. ALTERNATIVA 3

DETERMINACION DE LAS DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES MAXIMAS

COCA CODO SINCLAIR - TUBERIA DE PRESION ALT.III - SECCION A

PRESSURE TUNNEL - STRESS AND STRAIN AND LEAKAGE ANALYSIS
FOR THE OPERATING CONDITIONS OF THE SECTION
EVALUATION OF STRESSES AND STRAINS AROUND A CYLINDRICAL
PRESSURE TUNNEL IN ELASTIC MATERIALS
CASE OF UNIFORM STRESS FIELD UNDER PLANE STRAIN CONDITIONS
ANALYSIS OF A PRESSURE TUNNEL AND LINING WHICH CONSISTS
OF A SERIES OF CONCENTRIC ELASTIC RINGS WITH DIFFERENT ELASTIC MODULI

ACTUAL INTERNAL RADIAL PRESSURE : 5200.0000 KN/M2

ROCK PERMEABILITY : 0.000049999999 M/S

EXTERNAL GROUNDWATER PRESSURE : 4100.0000 KN/M2

LINER ROCK CONTACT WATER PRESSURE : 4100.000 KN/M2

RESULTS FOR THE GIVEN CONDITIONS

INSIDE RADIUS (M)	YOUNG MODULUS (KN/M2)	POISSON RATIO	NET RADIAL STRESS (KN/M2)	CIRCUMFERENTIAL STRAIN
2.30	22400000.0	0.33	387.0	-0.000039500
2.70	10416667.0	0.25	230.2	-0.000030169
8.70	3125000.0	0.25	10.2	-0.000003768

COCA CODO SINCLAIR - TUBERIA DE PRESION ALT.III - SEZ.B

PRESSURE TUNNEL - STRESS AND STRAIN AND LEAKAGE ANALYSIS
FOR THE OPERATING CONDITIONS OF THE SECTION
EVALUATION OF STRESSES AND STRAINS AROUND A CYLINDRICAL
PRESSURE TUNNEL IN ELASTIC MATERIALS
CASE OF UNIFORM STRESS FIELD UNDER PLANE STRAIN CONDITIONS
ANALYSIS OF A PRESSURE TUNNEL AND LINING WHICH CONSISTS
OF A SERIES OF CONCENTRIC ELASTIC RINGS WITH DIFFERENT ELASTIC MODULI

ACTUAL INTERNAL RADIAL PRESSURE : 5984.0000 KN/M2

ROCK PERMEABILITY : 0.000049999999 M/S

EXTERNAL GROUNDWATER PRESSURE : 1765.0000 KN/M2

LINER ROCK CONTACT WATER PRESSURE : 1830.000 KN/M2

STEEL RATIO (A_s/A_c) : 0.01000

MODULUS OF ELASTICITY OF STEEL : 207000000.0 KN/M2

STRAIN IN REINFORCEMENT (SINGLE LAYER) : -0.0004275000

RESULTS FOR THE GIVEN CONDITIONS

INSIDE RADIUS (M)	YOUNG MODULUS (KN/M2)	POISSON RATIO	NET RADIAL STRESS (KN/M2)	CIRCUMFERENTIAL STRAIN
2.30	22400000.0	0.33	3756.2	-0.000473967
2.80	10416667.0	0.25	3243.5	-0.000389330

THE VALUE OF THE AVERAGE CRACK WIDTH HAS BEEN ESTIMATED
FROM THE CORRECT VALUE OF CIRCUMFERENTIAL STRAIN AT THE
LEVEL OF REINFORCEMENT. BASED ON RIZKALLA & HWANG

DIAMETER OF THE BARS : 0.400 INCHES

AVERAGE CRACK WIDTH IS : 0.0000548 M

NUMBER OF CRACKS IS : 3.1231

FLOW THROUGH THE LINER / METER OF LENGTH : 0.0003636 M3/S

FLOW THROUGH THE SURROUNDING ROCK/METER : 0.000331295 M3/S

COCA CODO SINCLAIR - TUBERIA DE PRESION ALT.III - BLINDAJE DE ACERO

PRESSURE TUNNEL - STRESS AND STRAIN ANALYSIS
FOR THE OPERATING CONDITIONS OF THE SECTION
EVALUATION OF STRESSES AND STRAINS AROUND A CYLINDRICAL
STEEL LINED PRESSURE TUNNEL IN ELASTIC MATERIALS
CASE OF UNIFORM STRESS FIELD UNDER PLANE STRAIN CONDITIONS
ANALYSIS OF A PRESSURE TUNNEL AND LINING WHICH CONSISTS
OF A SERIES OF CONCENTRIC ELASTIC RINGS WITH DIFFERENT ELASTIC MODULI

ACTUAL INTERNAL RADIAL PRESSURE : 7043.0000 KN/M2

EXTERNAL GROUNDWATER PRESSURE : 0.0000 KN/M2

RESULTS FOR THE GIVEN CONDITIONS

INSIDE RADIUS (M)	YOUNG MODULUS (KN/M2)	POISSON RATIO	NET RADIAL STRESS (KN/M2)	CIRCUMFERENTIAL STRAIN
2.000	220800000.0	0.33	7043.0	-0.000422600
2.040	224000000.0	0.33	5140.2	-0.000411109
2.740	15625000.0	0.25	3827.0	-0.000306081

B3. ALTERNATIVA 1

DETERMINACION DE LAS DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES MAXIMAS

COCA CODO SINCLAIR - TUBERIA DE PRESION ALT.I - SEC.A

PRESSURE TUNNEL - STRESS AND STRAIN AND LEAKAGE ANALYSIS
FOR THE OPERATING CONDITIONS OF THE SECTION
EVALUATION OF STRESSES AND STRAINS AROUND A CYLINDRICAL
PRESSURE TUNNEL IN ELASTIC MATERIALS
CASE OF UNIFORM STRESS FIELD UNDER PLANE STRAIN CONDITIONS
ANALYSIS OF A PRESSURE TUNNEL AND LINING WHICH CONSISTS
OF A SERIES OF CONCENTRIC ELASTIC RINGS WITH DIFFERENT ELASTIC MODULI

ACTUAL INTERNAL RADIAL PRESSURE : 1560.0000 KN/M2

ROCK PERMEABILITY : 0.000049999999 M/S

EXTERNAL GROUNDWATER PRESSURE : 0.0000 KN/M2

LINER ROCK CONTACT WATER PRESSURE : 3.000 KN/M2

STEEL RATIO (A_s/A_c) : 0.01000

MODULUS OF ELASTICITY OF STEEL : 207000000.0 KN/M2

STRAIN IN REINFORCEMENT (SINGLE LAYER) : -0.0001790000

RESULTS FOR THE GIVEN CONDITIONS

INSIDE RADIUS (M)	YOUNG MODULUS (KN/M2)	POISSON RATIO	NET RADIAL STRESS (KN/M2)	CIRCUMFERENTIAL STRAIN
2.36	22400000.0	0.33	1556.5	-0.000194169
2.76	10416667.0	0.25	1384.6	-0.000166029

THE VALUE OF THE AVERAGE CRACK WIDTH HAS BEEN ESTIMATED
FROM THE CORRECT VALUE OF CIRCUMFERENTIAL STRAIN AT THE
LEVEL OF REINFORCEMENT. BASED ON RIZKALLA & HWANG

DIAMETER OF THE BARS : 0.400 INCHES

AVERAGE CRACK WIDTH IS : 0.0000230 M

NUMBER OF CRACKS IS : 3.1354

FLOW THROUGH THE LINER / METER OF LENGTH : 0.0000126 M3/S

FLOW THROUGH THE SURROUNDING ROCK/METER : 0.000015291 M3/S

COCA CODO SINCLAIR - TUBERIA DE PRESION ALT.I - BLINDAJE DE ACERO

PRESSURE TUNNEL - STRESS AND STRAIN ANALYSIS
FOR THE OPERATING CONDITIONS OF THE SECTION
EVALUATION OF STRESSES AND STRAINS AROUND A CYLINDRICAL
STEEL LINED PRESSURE TUNNEL IN ELASTIC MATERIALS
CASE OF UNIFORM STRESS FIELD UNDER PLANE STRAIN CONDITIONS
ANALYSIS OF A PRESSURE TUNNEL AND LINING WHICH CONSISTS
OF A SERIES OF CONCENTRIC ELASTIC RINGS WITH DIFFERENT ELASTIC MODULI

ACTUAL INTERNAL RADIAL PRESSURE : 4660.0000 KN/M2

EXTERNAL GROUNDWATER PRESSURE : 0.0000 KN/M2

RESULTS FOR THE GIVEN CONDITIONS

INSIDE RADIUS (M)	YOUNG MODULUS (KN/M2)	POISSON RATIO	NET RADIAL STRESS (KN/M2)	CIRCUMFERENTIAL STRAIN
2.020	220800000.0	0.33	4660.0	-0.000417000
2.047	224000000.0	0.33	3412.9	-0.000409469
2.750	10416667.0	0.25	2540.4	-0.000304794

APENDICE C

CASA DE MAQUINAS

ESTABILIDAD DE CUNAS DE ROCA

- - - WEDGE ANALYSIS - - -
STABILITA' DEL CUNEO ROCCIOSO IN CALOTTA

PLANE A :
DIP = 55.000
DIP DIRECTION = 70.000
FRICTION ANGLE = 35.000
COHESION = 40.000

PLANE B :
DIP = 89.000
DIP DIRECTION = 170.000
FRICTION ANGLE = 35.000
COHESION = 40.000

SLOPE DEFINITION:
Dip of lower slope = 45.000
Dip direction of lower slope = 215.000
Dip of upper slope = 55.000
Dip direction of upper slope = 130.000

OTHER DATA:
Average unit weight of rock mass = 27.000
Height of slope (between A and O) = 5.500

SEISMIC COEFFICIENTS:
Horizontal = .000
Vertical = .000

- - - WEDGE ANALYSIS - - -
STABILITA' DEL CUNEO ROCCIOSO IN CALOTTA

ROCK BOLT :
Dip = 45.000
Dip direction = 35.000
Force = .000

- - - WEDGE ANALYSIS - - -
STABILITA' DEL CUNEO ROCCIOSO IN CALOTTA

INTERSECTION BETWEEN	Dip	Dip dir
Plane A - Lower slope	19.452	145.682
Plane B - Lower slope	35.598	259.284
Plane A - Upper slope	51.043	100.000
Plane B - Upper slope	43.099	80.936
Plane A - Plane B	54.462	81.400
Lower slope - Upper slope	40.420	183.392

LENGHTS AND AREAS :

A - O	= 16.515	B - O	= 12.079
A - C	= 69.962	B - C	= 61.285
A - B	= 19.327	C - O	= 60.099
Area A	= 427.233	Area B	= 362.964

WEIGHT AND PRESSURES:

Weight of wedge = 46037.230

FACTOR OF SAFETY = 1.4298

FACTOR OF SAFETY = 1.5000

With an equivalent rock bolt force:

Magnitude = -2826.36

Dip = 45.00

Dip direction = 35.00

- - - WEDGE ANALYSIS - - -
 STABILITA' DEL CUNEO ROCCIOSO IN PARETE

PLANE A :
 DIP = 55.000
 DIP DIRECTION = 70.000
 FRICTION ANGLE = 35.000
 COHESION = 40.000

PLANE B :
 DIP = 88.000
 DIP DIRECTION = 350.000
 FRICTION ANGLE = 35.000
 COHESION = 40.000

SLOPE DEFINITION:
 Dip of lower slope = 90.000
 Dip direction of lower slope = 35.000
 Dip of upper slope = 55.000
 Dip direction of upper slope = 130.000

OTHER DATA:
 Average unit weight of rock mass = 27.000
 Height of slope (between A and O) = 13.250

SEISMIC COEFFICIENTS:
 Horizontal = .000
 Vertical = .000

- - - WEDGE ANALYSIS - - -
 STABILITA' DEL CUNEO ROCCIOSO IN PARETE

ROCK BOLT :
 Dip = 10.000
 Dip direction = 215.000
 Force = .000

- - - WEDGE ANALYSIS - - -
 STABILITA' DEL CUNEO ROCCIOSO IN PARETE

INTERSECTION BETWEEN	Dip	Dip dir
Plane A - Lower slope	39.323	125.000
Plane B - Lower slope	87.173	305.000
Plane A - Upper slope	51.043	100.000
Plane B - Upper slope	41.470	78.231
Plane A - Plane B	54.789	77.164
Lower slope - Upper slope	83.254	305.000

LENGHTS AND AREAS :
 A - O = 20.909 B - O = 257.839
 A - C = 49.136 B - C = 43.433
 A - B = 18.663 C - O = 30.548
 Area A = 184.094 Area B = 84.264

WEIGHT AND PRESSURES:

Weight of wedge = 9019.374

FACTOR OF SAFETY = 1.9054

APENDICE D

CASA DE MAQUINAS

ANALISIS A ELEMENTOS FINITOS

EEEEEEEEEE	TTTTTTTTTT	HH	HH
EEEEEEEEEE	TTTTTTTTTT	HH	HH
EE	TT	HH	HH
EE	TT	HH	HH
EEEEEEEEEE	TT	HHHHHHHHHH	
EEEEEEEEEE	TT	HHHHHHHHHH	
EE	TT	HH	HH
EE	TT	HH	HH
EEEEEEEEEE	TT	HH	HH
EEEEEEEEEE	TT	HH	HH

RRRRRRRRR	HH	HH	EEEEEEEEEE	00000000		SSSSSSSS	TTTTTTTTTT	AAAAAAA	UU	UU	BBBBBBBBB				
RRRRRRRRR	HH	HH	EEEEEEEEEE	0000000000		SSSSSSSSSS	TTTTTTTTTT	AAAAAAAAA	UU	UU	BBBBBBBBB				
RR	RR	HH	HH	EE	00	00	SS	S	TT	AA	AA	UU	UU	BB	BB
RR	RR	HH	HH	EE	00	00	SS		TT	AA	AA	UU	UU	BB	BB
RRRRRRRRR	HHHHHHHHHH	EEEEEEEEEE	00	00	=====	SSSSSSSS	TT	AA	AA	UU	UU	BB	BB		
RRRRRRRRR	HHHHHHHHHH	EEEEEEEEEE	00	00	=====	SSSSSSSSSS	TT	AAAAAAAAA	UU	UU	BBBBBBBBB				
RR	RR	HH	HH	EE	00	00		SS	TT	AAAAAAAAA	UU	UU	BBBBBBBBB		
RR	RR	HH	HH	EE	00	00	S	SS	TT	AA	AAA	UU	UU	BB	BB
RR	RR	HH	HH	EEEEEEEEEE	0000000000		SSSSSSSSSS	TT	AA	AAA	UUUUUUUUU	BBBBBBBBB			
RR	RR	HH	HH	EEEEEEEEEE	00000000		SSSSSSSS	TT	AA	AAA	UUUUUUUUU	BBBBBBBBB			

DDDD	EEEE	PPPP	AAA	RRRR	TTTT	M	M	EEEE	N	N	TTTT		FFFF	OOO	RRRR	
D	D	E	P	P	A	A	R	R	T	MM	MM	E	NN	N	T	
D	D	EEE	PPPP		A	A	R	R	T	M	M	M	EEE	NN	N	T
D	D	E	P		AAAAA	RRRR			T	M	M	E	N	NN	T	
DDDD	EEEE	P			A	A	R	R	T	M	M	EEEE	N	N	T	

RRRR	OOO	CCC	K	K	EEEE	N	N	GGGG	IIIII	N	N	EEEE	EEEE	RRRR	IIIII	N	N	GGGG						
R	R	O	O	C	C	K	K		E	NN	N	G	I	NN	N	E	E	R	R	I	NN	N	G	
R	R	O	O	C		KKK		EEE	NN	N	G	GGG	I	NN	N	EEE	EEE	R	R	I	NN	N	G	GGG
RRRR	O	O	C	C	K	K		E	N	NN	G	G	I	N	NN	E	E	RRRR		I	N	NN	G	G
R	R	OOO		CCC	K	K		EEEE	N	N	GGGG	IIIII	N	N	EEEE	EEEE	R	R	IIIII	N	N	GGGG		

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

GENERAL PROBLEM PARAMETERS

JOB OPTIONS:
BEGIN, WARNINGS

NUMBER OF NODES: 738 NUMBER OF TRIANGLES: 1392 NUMBER OF BARS: 0

INPUT MATERIAL PROPERTIES

..... A NEW ZONE (1) WILL BE DEFINED

GLOBAL MATERIAL PROPERTIES:

MODULUS OF ELASTICITY E: 10000000. POISSON'S RATIO: .25 SPECIFIC WEIGHT GAMMA: 26.00

COHESION C: 400.00 FRICTION ANGLE PHI: 45.00

ISOTROPIC MATERIAL PROPERTIES:

ZONE	ELEMENT	E RESP. EF	NUE	GAMMA	C / SZ	PHI / SD
1	TRIANGLE	10000000.	.25	26.00	800.	45.

INPUT GEOMETRICAL DEFINITION OF NODES

..... ONE-DIMENSIONAL GENERATION DIRECTIVE - EXPONENTIAL

Exponential Auxiliary node 709 Coordinates x 105.16 y 115 intervals 12 =
INTERPOLATION: XM= 105.16000 YM= 9.84000 F= 1.19581
AUXILIARY NODE OUTSIDE OF THE GENERATED NODE-LINE

..... TWO-DIMENSIONAL GENERATION DIRECTIVE - CIRCULAR

Circular centre 105.16 9.84 delta phi 10 nodes 2 + 59 - 710 - 10

..... TWO-DIMENSIONAL GENERATION DIRECTIVE - LINEAR

L R 24 83 142 201 260 319 378 437 496 555 614 673 732 1 14 =

INTERPOLATION: DX= .00000 DY= -2.13143
INTERPOLATION: DX= .00060 DY= -2.30286
INTERPOLATION: DX= .00061 DY= -2.50857
INTERPOLATION: DX= .00018 DY= -2.75500
INTERPOLATION: DX= .00006 DY= -3.04929
INTERPOLATION: DX= .00041 DY= -3.40071
INTERPOLATION: DX= .00034 DY= -3.82143
INTERPOLATION: DX= .00051 DY= -4.32429
INTERPOLATION: DX= .00059 DY= -4.92571
INTERPOLATION: DX= .00060 DY= -5.64500
INTERPOLATION: DX= .00003 DY= -6.50571
INTERPOLATION: DX= .00003 DY= -7.53429
INTERPOLATION: DX= .00000 DY= -8.76429

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ROW OF AUXILIARY NODES OUTSIDE OF THE GENERATED ROW

..... TWO-DIMENSIONAL GENERATION DIRECTIVE - LINEAR

L R 30 89 148 207 266 325 384 443 502 561 620 679 738 1 6 =

INTERPOLATION: DX= 2.05000 DY= .00000

INTERPOLATION: DX= 2.45000 DY= .00000

INTERPOLATION: DX= 2.93000 DY= .00000

INTERPOLATION: DX= 3.50500 DY= .00000

INTERPOLATION: DX= 4.19167 DY= .00000

INTERPOLATION: DX= 5.01167 DY= .00000

INTERPOLATION: DX= 5.99333 DY= .00000

INTERPOLATION: DX= 7.16667 DY= .00000

INTERPOLATION: DX= 8.57000 DY= .00000

INTERPOLATION: DX= 10.24833 DY= .00000

INTERPOLATION: DX= 12.25667 DY= .00000

INTERPOLATION: DX= 14.65667 DY= .00000

INTERPOLATION: DX= 17.52667 DY= .00000

ROW OF AUXILIARY NODES OUTSIDE OF THE GENERATED ROW

INPUT ELEMENT NUMBERING

..... GENERATION DIRECTIVE TRIANGLES ONE-DIMENSIONAL

Triangles in one dimension starting element 1 Nodes 2 1 31 Triangles 5 + 4 - 113

..... GENERATION DIRECTIVE TRIANGLES ONE-DIMENSIONAL

T 2 N 1 60 31 T 6 + 4 - 114

..... GENERATION DIRECTIVE TRIANGLES ONE-DIMENSIONAL

T 3 N 31 60 61 T 7 + 4 - 115

..... GENERATION DIRECTIVE TRIANGLES ONE-DIMENSIONAL

T 4 N 2 31 61 T 8 + 4 - 116

..... GENERATION DIRECTIVE TRIANGLES TWO-DIMENSIONAL

Triangles in Two dimensions starting elements 1 - 116 Difference 59 =

INPUT BOUNDARY CONDITIONS AND LOADS

CHARACTERISTIC VALUES OF THE PRIMARY STATE OF STRESS USED TO COMPUTE NODAL FORCES:

UPPER BOUNDARY: ORIGIN X 105.16 Y 282.14 INCLINATION .00 LENGTH .00

EXTERNAL PRESSURE .00

COEFFICIENT FOR LATERAL STRESS .50 ADMISSION OF SHEAR .00

PRESCRIBED STATE OF STRESS

CHARACTERISTIC VALUES OF THE PRIMARY STATE OF STRESS:

UPPER BOUNDARY: ORIGIN X 105.16 Y 282.14 INCLINATION .00 LENGTH .00

EXTERNAL PRESSURE .00 HEIGHT 300.00 FACTOR FOR DISPLACEMENTS .00

COEFFICIENT FOR LATERAL STRESS .50 ADMISSION OF SHEAR .00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

COMPUTATION

ELASTO-PLASTIC COMPUTATION

YIELD CONDITION: DRUCKER-PRAGER

NUMBER OF INCREMENTS: 3

MAXIMUM NUMBER OF ITERATIONS: 300

MAXIMUM RESIDUAL NODAL FORCE: 2.000

TOLERANCE FOR YIELD CONDITION: .10000E-02

INTERMEDIATE OUTPUT EACH 10000 ITERATIONS

PLANE STRAIN

LOAD CASE: NODAL FORCES

SUPERPOSITION WITH ANALYTICAL PRIMARY STATE OF STRESS

..... ORIGINAL NODE NUMBER DIFFERENCE 59
..... NODE NUMBER DIFFERENCE AFTER RENUMBERING 25

FOR THIS COMPUTATION DEFINED:

MAXIMAL DIFFERENCE OF NODE NUMBERS: 76
ACTUAL DIFFERENCE OF NODE NUMBERS: 25
NUMBER OF EQUATIONS: 1476
NUMBER OF BLOCKS: 27
NUMBER OF ROWS PER BLOCK: 56
NUMBER OF COLUMNS PER BLOCK: 52
BLOCK SIZE: 2912

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

NODE	COORDINATES		SUPPORT	EXTERNAL LOADS			
	X	Y		KX	KY	UX	UY
1	105.160	22.140	X		-7070.976		
2	103.024	21.953		1203.008	-13937.170		
3	100.953	21.398		2374.680	-13327.210		
4	99.010	20.492		3483.999	-12325.280		
5	97.254	19.262		4500.667	-10953.730		
6	95.738	17.746		5395.609	-9244.294		
7	94.508	15.990		6141.628	-7238.280		
8	93.602	14.047		6714.243	-4986.712		
9	93.047	11.976		7092.656	-2549.870		
10	92.860	9.840		7252.873	-659.733		
11	92.860	7.709		7407.142	-34.730		
12	92.860	5.577		7466.199	-34.730		
13	92.860	3.446		7525.259	-34.730		
14	92.860	1.314		7584.317	-34.730		
15	92.860	-.817		7643.376	-34.730		
16	92.860	-2.949		7702.435	-34.730		
17	92.860	-5.080		7761.493	-34.730		
18	92.860	-7.211		7820.553	-34.730		
19	92.860	-9.343		7879.609	-34.730		
20	92.860	-11.474		7938.669	-34.730		
21	92.860	-13.606		7997.729	-34.730		
22	92.860	-15.737		8056.787	-34.730		
23	92.860	-17.869		8312.809			
24	92.860	-20.000		4176.092	8052.042		
25	94.910	-20.000			16104.050		
26	96.960	-20.000			16104.030		
27	99.010	-20.000			16104.050		
28	101.060	-20.000			16104.080		
29	103.110	-20.000			16104.050		
30	105.160	-20.000	X		8052.013		
31	103.978	23.348					
32	101.650	22.938					
33	99.429	22.129					
34	97.382	20.948					
35	95.572	19.428					
36	94.052	17.618					
37	92.871	15.571					
38	92.062	13.350					
39	91.652	11.022					
40	91.609	8.730					
41	91.610	6.509					
42	91.610	4.289					
43	91.610	2.069					
44	91.611	-.152					
45	91.611	-2.372					
46	91.611	-4.593					
47	91.611	-6.813					
48	91.612	-9.034					
49	91.612	-11.254					
50	91.612	-13.475					

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

NODE	COORDINATES		SUPPORT	EXTERNAL LOADS			
	X	Y		KX	KY	UX	UY
51	91.613	-15.695					
52	91.613	-17.916					
53	91.613	-20.136					
54	92.687	-21.307					
55	94.955	-21.307					
56	97.223	-21.307					
57	99.491	-21.307					
58	101.758	-21.307					
59	104.026	-21.307					
60	105.160	24.548	X				
61	102.606	24.325					
62	100.129	23.661					
63	97.806	22.578					
64	95.706	21.107					
65	93.893	19.294					
66	92.422	17.194					
67	91.339	14.871					
68	90.675	12.394					
69	90.452	9.840					
70	90.452	7.537					
71	90.453	5.234					
72	90.453	2.931					
73	90.454	.629					
74	90.455	-1.674					
75	90.455	-3.977					
76	90.456	-6.280					
77	90.456	-8.583					
78	90.457	-10.886					
79	90.458	-13.189					
80	90.458	-15.491					
81	90.459	-17.794					
82	90.459	-20.097					
83	90.460	-22.400					
84	92.910	-22.400					
85	95.360	-22.400					
86	97.810	-22.400					
87	100.260	-22.400					
88	102.710	-22.400					
89	105.160	-22.400	X				
90	103.747	25.993					
91	100.963	25.502					
92	98.307	24.536					
93	95.859	23.123					
94	93.694	21.306					
95	91.877	19.141					
96	90.464	16.693					
97	89.498	14.037					
98	89.007	11.253					
99	88.950	8.635					
100	88.951	6.225					

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR

CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

NODE	COORDINATES		SUPPORT	EXTERNAL LOADS			
	X	Y		KX	KY	UX	UY
101	88.951	3.815					
102	88.952	1.405					
103	88.953	-1.006					
104	88.953	-3.416					
105	88.954	-5.826					
106	88.954	-8.236					
107	88.955	-10.646					
108	88.956	-13.056					
109	88.956	-15.466					
110	88.957	-17.876					
111	88.958	-20.286					
112	88.958	-22.697					
113	90.247	-23.968					
114	92.959	-23.968					
115	95.670	-23.968					
116	98.381	-23.968					
117	101.093	-23.968					
118	103.804	-23.968					
119	105.160	27.429	X				
120	102.106	27.161					
121	99.144	26.368					
122	96.366	25.072					
123	93.854	23.314					
124	91.686	21.146					
125	89.928	18.634					
126	88.632	15.856					
127	87.839	12.894					
128	87.571	9.840					
129	87.572	7.331					
130	87.573	4.823					
131	87.573	2.314					
132	87.574	-.194					
133	87.575	-2.703					
134	87.575	-5.211					
135	87.576	-7.720					
136	87.576	-10.229					
137	87.577	-12.737					
138	87.578	-15.246					
139	87.578	-17.754					
140	87.579	-20.263					
141	87.579	-22.771					
142	87.580	-25.280					
143	90.510	-25.280					
144	93.440	-25.280					
145	96.370	-25.280					
146	99.300	-25.280					
147	102.230	-25.280					
148	105.160	-25.280	X				
149	103.470	29.156					
150	100.141	28.569					

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR

CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

NODE	COORDINATES		SUPPORT	EXTERNAL LOADS			
	X	Y		KX	KY	UX	UY
151	96.965	27.413					
152	94.038	25.723					
153	91.449	23.551					
154	89.277	20.962					
155	87.587	18.035					
156	86.431	14.859					
157	85.844	11.530					
158	85.769	8.521					
159	85.769	5.884					
160	85.770	3.246					
161	85.770	.608					
162	85.771	-2.029					
163	85.771	-4.667					
164	85.771	-7.304					
165	85.772	-9.942					
166	85.772	-12.579					
167	85.773	-15.217					
168	85.773	-17.854					
169	85.773	-20.492					
170	85.774	-23.129					
171	85.774	-25.767					
172	87.322	-27.159					
173	90.566	-27.159					
174	93.809	-27.159					
175	97.052	-27.159					
176	100.295	-27.159					
177	103.538	-27.159					
178	105.160	30.873	X				
179	101.508	30.553					
180	97.966	29.604					
181	94.644	28.055					
182	91.641	25.952					
183	89.048	23.359					
184	86.945	20.356					
185	85.396	17.034					
186	84.447	13.492					
187	84.127	9.840					
188	84.128	7.085					
189	84.128	4.330					
190	84.128	1.575					
191	84.128	-1.180					
192	84.128	-3.935					
193	84.129	-6.690					
194	84.129	-9.445					
195	84.129	-12.200					
196	84.129	-14.955					
197	84.129	-17.710					
198	84.129	-20.465					
199	84.130	-23.220					
200	84.130	-25.975					

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

NODE	COORDINATES		SUPPORT	EXTERNAL LOADS			
	X	Y		KX	KY	UX	UY
201	84.130	-28.730					
202	87.635	-28.730					
203	91.140	-28.730					
204	94.645	-28.730					
205	98.150	-28.730					
206	101.655	-28.730					
207	105.160	-28.730	X				
208	103.139	32.939					
209	99.159	32.237					
210	95.361	30.854					
211	91.861	28.833					
212	88.764	26.236					
213	86.167	23.139					
214	84.146	19.639					
215	82.763	15.841					
216	82.061	11.861					
217	81.964	8.385					
218	81.964	5.476					
219	81.964	2.566					
220	81.964	-.344					
221	81.964	-3.253					
222	81.965	-6.163					
223	81.965	-9.072					
224	81.965	-11.982					
225	81.965	-14.892					
226	81.965	-17.801					
227	81.965	-20.711					
228	81.965	-23.620					
229	81.965	-26.530					
230	81.966	-29.440					
231	83.826	-30.974					
232	87.705	-30.974					
233	91.584	-30.974					
234	95.463	-30.974					
235	99.342	-30.974					
236	103.221	-30.974					
237	105.160	34.991	X				
238	100.793	34.609					
239	96.558	33.474					
240	92.585	31.621					
241	88.993	29.107					
242	85.893	26.007					
243	83.379	22.415					
244	81.526	18.442					
245	80.391	14.207					
246	80.009	9.840					
247	80.009	6.791					
248	80.009	3.741					
249	80.009	.692					
250	80.009	-2.357					

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

NODE	COORDINATES		SUPPORT	EXTERNAL LOADS		
	X	Y		KX	KY	UX UY
251	80.009	-5.406				
252	80.009	-8.456				
253	80.010	-11.505				
254	80.010	-14.554				
255	80.010	-17.604				
256	80.010	-20.653				
257	80.010	-23.702				
258	80.010	-26.751				
259	80.010	-29.801				
260	80.010	-32.850				
261	84.202	-32.850				
262	88.393	-32.850				
263	92.585	-32.850				
264	96.777	-32.850				
265	100.968	-32.850				
266	105.160	-32.850	X			
267	102.743	37.461				
268	97.984	36.622				
269	93.442	34.969				
270	89.256	32.553				
271	85.554	29.446				
272	82.447	25.744				
273	80.031	21.558				
274	78.378	17.016				
275	77.539	12.257				
276	77.413	8.223				
277	77.413	4.988				
278	77.413	1.754				
279	77.413	-1.481				
280	77.414	-4.716				
281	77.414	-7.950				
282	77.414	-11.185				
283	77.414	-14.419				
284	77.415	-17.654				
285	77.415	-20.888				
286	77.415	-24.123				
287	77.415	-27.358				
288	77.415	-30.592				
289	77.416	-33.827				
290	79.650	-35.529				
291	84.288	-35.529				
292	88.926	-35.529				
293	93.565	-35.529				
294	98.203	-35.529				
295	102.841	-35.529				
296	105.160	39.916	X			
297	99.937	39.459				
298	94.873	38.102				
299	90.122	35.886				
300	85.828	32.879				

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

NODE	COORDINATES		SUPPORT	EXTERNAL LOADS			
	X	Y		KX	KY	UX	UY
301	82.121	29.172					
302	79.114	24.878					
303	76.898	20.126					
304	75.541	15.063					
305	75.084	9.840					
306	75.085	6.439					
307	75.085	3.039					
308	75.086	-.362					
309	75.086	-3.763					
310	75.086	-7.164					
311	75.087	-10.564					
312	75.087	-13.965					
313	75.088	-17.366					
314	75.088	-20.766					
315	75.088	-24.167					
316	75.089	-27.568					
317	75.089	-30.969					
318	75.090	-34.369					
319	75.090	-37.770					
320	80.102	-37.770					
321	85.113	-37.770					
322	90.125	-37.770					
323	95.137	-37.770					
324	100.148	-37.770					
325	105.160	-37.770	X				
326	102.270	42.870					
327	96.579	41.866					
328	91.148	39.890					
329	86.142	37.000					
330	81.715	33.285					
331	78.000	28.858					
332	75.110	23.852					
333	73.134	18.421					
334	72.130	12.730					
335	71.968	8.028					
336	71.969	4.405					
337	71.969	.782					
338	71.970	-2.842					
339	71.970	-6.465					
340	71.970	-10.088					
341	71.971	-13.712					
342	71.971	-17.335					
343	71.971	-20.958					
344	71.972	-24.582					
345	71.972	-28.205					
346	71.973	-31.828					
347	71.973	-35.452					
348	71.973	-39.075					
349	74.655	-40.978					
350	80.202	-40.978					

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR

CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

NODE	COORDINATES		SUPPORT	EXTERNAL LOADS			
	X	Y		KX	KY	UX	UY
351	85.748	-40.978					
352	91.294	-40.978					
353	96.841	-40.978					
354	102.387	-40.978					
355	105.160	45.805	X				
356	98.915	45.258					
357	92.859	43.636					
358	87.178	40.986					
359	82.042	37.391					
360	77.609	32.958					
361	74.014	27.822					
362	71.364	22.141					
363	69.742	16.085					
364	69.195	9.840					
365	69.196	6.019					
366	69.196	2.197					
367	69.196	-1.624					
368	69.197	-5.446					
369	69.197	-9.267					
370	69.197	-13.089					
371	69.198	-16.910					
372	69.198	-20.731					
373	69.198	-24.553					
374	69.199	-28.374					
375	69.199	-32.196					
376	69.199	-36.017					
377	69.200	-39.839					
378	69.200	-43.660					
379	75.193	-43.660					
380	81.187	-43.660					
381	87.180	-43.660					
382	93.173	-43.660					
383	99.167	-43.660					
384	105.160	-43.660	X				
385	101.704	49.338					
386	94.898	48.138					
387	88.404	45.774					
388	82.419	42.318					
389	77.124	37.876					
390	72.682	32.581					
391	69.226	26.596					
392	66.863	20.102					
393	65.662	13.296					
394	65.457	7.796					
395	65.457	3.707					
396	65.458	-.381					
397	65.458	-4.469					
398	65.459	-8.558					
399	65.459	-12.646					
400	65.459	-16.734					

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

NODE	COORDINATES		SUPPORT	EXTERNAL LOADS			
	X	Y		KX	KY	UX	UY
401	65.460	-20.823					
402	65.460	-24.911					
403	65.461	-29.000					
404	65.461	-33.088					
405	65.462	-37.176					
406	65.462	-41.265					
407	65.462	-45.353					
408	68.682	-47.494					
409	75.315	-47.494					
410	81.947	-47.494					
411	88.579	-47.494					
412	95.212	-47.494					
413	101.844	-47.494					
414	105.160	52.847	X				
415	97.692	52.194					
416	90.451	50.253					
417	83.656	47.085					
418	77.516	42.785					
419	72.215	37.484					
420	67.915	31.344					
421	64.747	24.549					
422	62.806	17.308					
423	62.153	9.840					
424	62.153	5.516					
425	62.154	1.191					
426	62.154	-3.133					
427	62.155	-7.457					
428	62.155	-11.781					
429	62.156	-16.106					
430	62.156	-20.430					
431	62.157	-24.754					
432	62.157	-29.079					
433	62.158	-33.403					
434	62.158	-37.727					
435	62.159	-42.051					
436	62.159	-46.376					
437	62.160	-50.700					
438	69.327	-50.700					
439	76.493	-50.700					
440	83.660	-50.700					
441	90.827	-50.700					
442	97.993	-50.700					
443	105.160	-50.700	X				
444	101.028	57.072					
445	92.889	55.637					
446	85.123	52.810					
447	77.966	48.678					
448	71.635	43.365					
449	66.322	37.034					
450	62.190	29.877					

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

NODE	COORDINATES		SUPPORT	EXTERNAL LOADS			
	X	Y		KX	KY	UX	UY
451	59.363	22.111					
452	57.928	13.972					
453	57.669	7.518					
454	57.669	2.873					
455	57.670	-1.771					
456	57.670	-6.416					
457	57.671	-11.060					
458	57.672	-15.705					
459	57.672	-20.350					
460	57.673	-24.994					
461	57.673	-29.639					
462	57.674	-34.283					
463	57.674	-38.928					
464	57.675	-43.572					
465	57.675	-48.217					
466	57.676	-52.861					
467	61.540	-55.285					
468	69.471	-55.285					
469	77.402	-55.285					
470	85.333	-55.285					
471	93.264	-55.285					
472	101.195	-55.285					
473	105.160	61.268	X				
474	96.230	60.487					
475	87.570	58.167					
476	79.446	54.378					
477	72.103	49.236					
478	65.764	42.897					
479	60.622	35.554					
480	56.833	27.430					
481	54.513	18.770					
482	53.732	9.840					
483	53.732	4.914					
484	53.733	-.011					
485	53.733	-4.937					
486	53.734	-9.863					
487	53.735	-14.789					
488	53.735	-19.714					
489	53.736	-24.640					
490	53.736	-29.566					
491	53.737	-34.491					
492	53.738	-39.417					
493	53.738	-44.343					
494	53.739	-49.269					
495	53.739	-54.194					
496	53.740	-59.120					
497	62.310	-59.120					
498	70.880	-59.120					
499	79.450	-59.120					
500	88.020	-59.120					

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR

CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

NODE	COORDINATES		SUPPORT	EXTERNAL LOADS			
	X	Y		KX	KY	UX	UY
501	96.590	-59.120					
502	105.160	-59.120	X				
503	100.219	66.320					
504	90.486	64.604					
505	81.199	61.224					
506	72.641	56.282					
507	65.070	49.930					
508	58.718	42.359					
509	53.776	33.801					
510	50.396	24.514					
511	48.680	14.781					
512	48.354	7.185					
513	48.355	1.875					
514	48.356	-3.435					
515	48.356	-8.744					
516	48.357	-14.054					
517	48.357	-19.364					
518	48.358	-24.674					
519	48.359	-29.984					
520	48.359	-35.294					
521	48.360	-40.603					
522	48.360	-45.913					
523	48.361	-51.223					
524	48.362	-56.533					
525	48.362	-61.843					
526	52.998	-64.604					
527	62.482	-64.604					
528	71.966	-64.604					
529	81.450	-64.604					
530	90.934	-64.604					
531	100.418	-64.604					
532	105.160	71.338	X				
533	94.481	70.404					
534	84.126	67.630					
535	74.411	63.099					
536	65.630	56.951					
537	58.049	49.370					
538	51.901	40.589					
539	47.370	30.874					
540	44.596	20.519					
541	43.662	9.840					
542	43.662	4.195					
543	43.663	-1.450					
544	43.663	-7.095					
545	43.664	-12.740					
546	43.665	-18.385					
547	43.665	-24.030					
548	43.666	-29.675					
549	43.666	-35.320					
550	43.667	-40.965					

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR

CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

NODE	COORDINATES		SUPPORT	EXTERNAL LOADS			
	X	Y		KX	KY	UX	UY
551	43.668	-46.610					
552	43.668	-52.255					
553	43.669	-57.900					
554	43.669	-63.545					
555	43.670	-69.190					
556	53.918	-69.190					
557	64.167	-69.190					
558	74.415	-69.190					
559	84.663	-69.190					
560	94.912	-69.190					
561	105.160	-69.190	X				
562	99.251	77.379					
563	87.613	75.327					
564	76.508	71.285					
565	66.273	65.376					
566	57.220	57.780					
567	49.624	48.727					
568	43.715	38.492					
569	39.673	27.387					
570	37.621	15.749					
571	37.214	6.787					
572	37.215	.681					
573	37.215	-5.425					
574	37.215	-11.531					
575	37.215	-17.636					
576	37.216	-23.742					
577	37.216	-29.848					
578	37.216	-35.954					
579	37.217	-42.060					
580	37.217	-48.165					
581	37.217	-54.271					
582	37.218	-60.377					
583	37.218	-66.483					
584	37.218	-72.589					
585	42.778	-75.753					
586	54.120	-75.753					
587	65.463	-75.753					
588	76.805	-75.753					
589	88.147	-75.753					
590	99.489	-75.753					
591	105.160	83.380	X				
592	92.390	82.263					
593	80.008	78.945					
594	68.390	73.528					
595	57.889	66.175					
596	48.825	57.111					
597	41.472	46.610					
598	36.055	34.992					
599	32.737	22.610					
600	31.620	9.840					

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR

CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

NODE	COORDINATES		SUPPORT	EXTERNAL LOADS			
	X	Y		KX	KY	UX	UY
601	31.620	3.334					
602	31.620	-3.171					
603	31.620	-9.677					
604	31.620	-16.183					
605	31.620	-22.689					
606	31.620	-29.194					
607	31.620	-35.700					
608	31.620	-42.206					
609	31.620	-48.711					
610	31.620	-55.217					
611	31.620	-61.723					
612	31.620	-68.229					
613	31.620	-74.734					
614	31.620	-81.240					
615	43.877	-81.240					
616	56.133	-81.240					
617	68.390	-81.240					
618	80.647	-81.240					
619	92.903	-81.240					
620	105.160	-81.240	X				
621	98.094	90.604					
622	84.177	88.150					
623	70.897	83.317					
624	58.659	76.251					
625	47.833	67.167					
626	38.749	56.341					
627	31.683	44.103					
628	26.850	30.823					
629	24.396	16.906					
630	23.892	6.311					
631	23.892	-7.747					
632	23.892	-7.804					
633	23.892	-14.862					
634	23.892	-21.920					
635	23.892	-28.977					
636	23.892	-36.035					
637	23.892	-43.093					
638	23.892	-50.150					
639	23.892	-57.208					
640	23.892	-64.266					
641	23.892	-71.323					
642	23.892	-78.381					
643	23.893	-85.439					
644	30.560	-89.082					
645	44.123	-89.082					
646	57.687	-89.082					
647	71.251	-89.082					
648	84.814	-89.082					
649	98.378	-89.082					
650	105.160	97.780	X				

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR

CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

NODE	COORDINATES		SUPPORT	EXTERNAL LOADS			
	X	Y		KX	KY	UX	UY
651	89.889	96.444					
652	75.083	92.477					
653	61.190	85.999					
654	48.633	77.206					
655	37.794	66.367					
656	29.001	53.810					
657	22.523	39.917					
658	18.556	25.111					
659	17.220	9.840					
660	17.220	2.306					
661	17.220	-5.229					
662	17.220	-12.763					
663	17.220	-20.297					
664	17.220	-27.831					
665	17.220	-35.366					
666	17.220	-42.900					
667	17.220	-50.434					
668	17.220	-57.969					
669	17.220	-65.503					
670	17.220	-73.037					
671	17.220	-80.571					
672	17.220	-88.106					
673	17.220	-95.640					
674	31.877	-95.640					
675	46.533	-95.640					
676	61.190	-95.640					
677	75.847	-95.640					
678	90.503	-95.640					
679	105.160	-95.640	X				
680	96.710	106.419					
681	80.068	103.484					
682	64.188	97.704					
683	49.553	89.255					
684	36.608	78.392					
685	25.745	65.447					
686	17.296	50.812					
687	11.516	34.932					
688	8.581	18.290					
689	7.960	5.742					
690	7.960	-2.454					
691	7.960	-10.649					
692	7.960	-18.845					
693	7.960	-27.041					
694	7.960	-35.236					
695	7.960	-43.432					
696	7.960	-51.628					
697	7.960	-59.823					
698	7.960	-68.019					
699	7.960	-76.215					
700	7.960	-84.411					

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

NODE	COORDINATES		SUPPORT	EXTERNAL LOADS			
	X	Y		KX	KY	UX	UY
701	7.960	-92.606					
702	7.960	-100.802					
703	15.952	-105.018					
704	32.172	-105.018					
705	48.391	-105.018					
706	64.611	-105.018					
707	80.831	-105.018					
708	97.050	-105.018					
709	105.160	115.000	X Y				
710	86.899	113.402	X Y				
711	69.193	108.658	X Y				
712	52.580	100.911	X Y				
713	37.564	90.397	X Y				
714	24.603	77.436	X Y				
715	14.089	62.420	X Y				
716	6.342	45.807	X Y				
717	1.598	28.101	X Y				
718	.000	9.840	X Y				
719	.000	1.076	X Y				
720	.000	-7.689	X Y				
721	.000	-16.453	X Y				
722	.000	-25.217	X Y				
723	.000	-33.981	X Y				
724	.000	-42.746	X Y				
725	.000	-51.510	X Y				
726	.000	-60.274	X Y				
727	.000	-69.039	X Y				
728	.000	-77.803	X Y				
729	.000	-86.567	X Y				
730	.000	-95.331	X Y				
731	.000	-104.096	X Y				
732	.000	-112.860	X Y				
733	17.527	-112.860	X Y				
734	35.053	-112.860	X Y				
735	52.580	-112.860	X Y				
736	70.107	-112.860	X Y				
737	87.633	-112.860	X Y				
738	105.160	-112.860	X Y				

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
1	1	31	2	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
2	1	60	31	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
3	31	60	61	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
4	2	31	61	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
5	2	32	3	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
6	2	61	32	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
7	32	61	62	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
8	3	32	62	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
9	3	33	4	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
10	3	62	33	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
11	33	62	63	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
12	4	33	63	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
13	4	34	5	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
14	4	63	34	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
15	34	63	64	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
16	5	34	64	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
17	5	35	6	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
18	5	64	35	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
19	35	64	65	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
20	6	35	65	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
21	6	36	7	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
22	6	65	36	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
23	36	65	66	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
24	7	36	66	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
25	7	37	8	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
26	7	66	37	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
27	37	66	67	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
28	8	37	67	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
29	8	38	9	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
30	8	67	38	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
31	38	67	68	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
32	9	38	68	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
33	9	39	10	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
34	9	68	39	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
35	39	68	69	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
36	10	39	69	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
37	10	40	11	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
38	10	69	40	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
39	40	69	70	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
40	11	40	70	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
41	11	41	12	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
42	11	70	41	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
43	41	70	71	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
44	12	41	71	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
45	12	42	13	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
46	12	71	42	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
47	42	71	72	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
48	13	42	72	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
49	13	43	14	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
50	13	72	43	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
51	43	72	73	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
52	14	43	73	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
53	14	44	15	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
54	14	73	44	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
55	44	73	74	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
56	15	44	74	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
57	15	45	16	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
58	15	74	45	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
59	45	74	75	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
60	16	45	75	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
61	16	46	17	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
62	16	75	46	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
63	46	75	76	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
64	17	46	76	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
65	17	47	18	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
66	17	76	47	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
67	47	76	77	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
68	18	47	77	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
69	18	48	19	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
70	18	77	48	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
71	48	77	78	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
72	19	48	78	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
73	19	49	20	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
74	19	78	49	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
75	49	78	79	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
76	20	49	79	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
77	20	50	21	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
78	20	79	50	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
79	50	79	80	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
80	21	50	80	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
81	21	51	22	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
82	21	80	51	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
83	51	80	81	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
84	22	51	81	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
85	22	52	23	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
86	22	81	52	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
87	52	81	82	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
88	23	52	82	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
89	23	53	24	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
90	23	82	53	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
91	53	82	83	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
92	24	53	83	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
93	24	54	25	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
94	24	83	54	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
95	54	83	84	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
96	25	54	84	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
97	25	55	26	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
98	25	84	55	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
99	55	84	85	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
100	26	55	85	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
101	26	56	27	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
102	26	85	56	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
103	56	85	86	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
104	27	56	86	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
105	27	57	28	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
106	27	86	57	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
107	57	86	87	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
108	28	57	87	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
109	28	58	29	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
110	28	87	58	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
111	58	87	88	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
112	29	58	88	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
113	29	59	30	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
114	29	88	59	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
115	59	88	89	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
116	30	59	89	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
117	60	90	61	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
118	60	119	90	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
119	90	119	120	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
120	61	90	120	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
121	61	91	62	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
122	61	120	91	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
123	91	120	121	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
124	62	91	121	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
125	62	92	63	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
126	62	121	92	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
127	92	121	122	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
128	63	92	122	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
129	63	93	64	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
130	63	122	93	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
131	93	122	123	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
132	64	93	123	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
133	64	94	65	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
134	64	123	94	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
135	94	123	124	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
136	65	94	124	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
137	65	95	66	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
138	65	124	95	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
139	95	124	125	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
140	66	95	125	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
141	66	96	67	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
142	66	125	96	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
143	96	125	126	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
144	67	96	126	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
145	67	97	68	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
146	67	126	97	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
147	97	126	127	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
148	68	97	127	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
149	68	98	69	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
150	68	127	98	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
151	98	127	128	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
152	69	98	128	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
153	69	99	70	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
154	69	128	99	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
155	99	128	129	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
156	70	99	129	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
157	70	100	71	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
158	70	129	100	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
159	100	129	130	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
160	71	100	130	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
161	71	101	72	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
162	71	130	101	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
163	101	130	131	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
164	72	101	131	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
165	72	102	73	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
166	72	131	102	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
167	102	131	132	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
168	73	102	132	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
169	73	103	74	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
170	73	132	103	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
171	103	132	133	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
172	74	103	133	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
173	74	104	75	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
174	74	133	104	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
175	104	133	134	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
176	75	104	134	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
177	75	105	76	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
178	75	134	105	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
179	105	134	135	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
180	76	105	135	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
181	76	106	77	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
182	76	135	106	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
183	106	135	136	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
184	77	106	136	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
185	77	107	78	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
186	77	136	107	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
187	107	136	137	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
188	78	107	137	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
189	78	108	79	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
190	78	137	108	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
191	108	137	138	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
192	79	108	138	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
193	79	109	80	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
194	79	138	109	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
195	109	138	139	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
196	80	109	139	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
197	80	110	81	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
198	80	139	110	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
199	110	139	140	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
200	81	110	140	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
201	81	111	82	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
202	81	140	111	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
203	111	140	141	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
204	82	111	141	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
205	82	112	83	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
206	82	141	112	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
207	112	141	142	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
208	83	112	142	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
209	83	113	84	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
210	83	142	113	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
211	113	142	143	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
212	84	113	143	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
213	84	114	85	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
214	84	143	114	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
215	114	143	144	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
216	85	114	144	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
217	85	115	86	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
218	85	144	115	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
219	115	144	145	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
220	86	115	145	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
221	86	116	87	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
222	86	145	116	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
223	116	145	146	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
224	87	116	146	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
225	87	117	88	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
226	87	146	117	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
227	117	146	147	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
228	88	117	147	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
229	88	118	89	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
230	88	147	118	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
231	118	147	148	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
232	89	118	148	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
233	119	149	120	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
234	119	178	149	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
235	149	178	179	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
236	120	149	179	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
237	120	150	121	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
238	120	179	150	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
239	150	179	180	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
240	121	150	180	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
241	121	151	122	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
242	121	180	151	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
243	151	180	181	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
244	122	151	181	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
245	122	152	123	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
246	122	181	152	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
247	152	181	182	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
248	123	152	182	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
249	123	153	124	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
250	123	182	153	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
251	153	182	183	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
252	124	153	183	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
253	124	154	125	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
254	124	183	154	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
255	154	183	184	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
256	125	154	184	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
257	125	155	126	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
258	125	184	155	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
259	155	184	185	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
260	126	155	185	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
261	126	156	127	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
262	126	185	156	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
263	156	185	186	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
264	127	156	186	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
265	127	157	128	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
266	127	186	157	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
267	157	186	187	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
268	128	157	187	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
269	128	158	129	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
270	128	187	158	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
271	158	187	188	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
272	129	158	188	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
273	129	159	130	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
274	129	188	159	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
275	159	188	189	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
276	130	159	189	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
277	130	160	131	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
278	130	189	160	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
279	160	189	190	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
280	131	160	190	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
281	131	161	132	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
282	131	190	161	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
283	161	190	191	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
284	132	161	191	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
285	132	162	133	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
286	132	191	162	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
287	162	191	192	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
288	133	162	192	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
289	133	163	134	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
290	133	192	163	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
291	163	192	193	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
292	134	163	193	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
293	134	164	135	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
294	134	193	164	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
295	164	193	194	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
296	135	164	194	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
297	135	165	136	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
298	135	194	165	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
299	165	194	195	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
300	136	165	195	I 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
301	136	166	137	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
302	136	195	166	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
303	166	195	196	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
304	137	166	196	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
305	137	167	138	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
306	137	196	167	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
307	167	196	197	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
308	138	167	197	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
309	138	168	139	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
310	138	197	168	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
311	168	197	198	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
312	139	168	198	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
313	139	169	140	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
314	139	198	169	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
315	169	198	199	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
316	140	169	199	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
317	140	170	141	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
318	140	199	170	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
319	170	199	200	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
320	141	170	200	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
321	141	171	142	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
322	141	200	171	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
323	171	200	201	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
324	142	171	201	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
325	142	172	143	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
326	142	201	172	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
327	172	201	202	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
328	143	172	202	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
329	143	173	144	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
330	143	202	173	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
331	173	202	203	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
332	144	173	203	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
333	144	174	145	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
334	144	203	174	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
335	174	203	204	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
336	145	174	204	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
337	145	175	146	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
338	145	204	175	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
339	175	204	205	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
340	146	175	205	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
341	146	176	147	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
342	146	205	176	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
343	176	205	206	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
344	147	176	206	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
345	147	177	148	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
346	147	206	177	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
347	177	206	207	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
348	148	177	207	1 1	1.00E+07	.250	26.00	800.00	45.00
349	178	208	179	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
350	178	237	208	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
351	208	237	238	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
352	179	208	238	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
353	179	209	180	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
354	179	238	209	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
355	209	238	239	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
356	180	209	239	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
357	180	210	181	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
358	180	239	210	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
359	210	239	240	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
360	181	210	240	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
361	181	211	182	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
362	181	240	211	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
363	211	240	241	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
364	182	211	241	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
365	182	212	183	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
366	182	241	212	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
367	212	241	242	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
368	183	212	242	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
369	183	213	184	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
370	183	242	213	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
371	213	242	243	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
372	184	213	243	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
373	184	214	185	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
374	184	243	214	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
375	214	243	244	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
376	185	214	244	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
377	185	215	186	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
378	185	244	215	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
379	215	244	245	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
380	186	215	245	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
381	186	216	187	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
382	186	245	216	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
383	216	245	246	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
384	187	216	246	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
385	187	217	188	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
386	187	246	217	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
387	217	246	247	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
388	188	217	247	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
389	188	218	189	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
390	188	247	218	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
391	218	247	248	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
392	189	218	248	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
393	189	219	190	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
394	189	248	219	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
395	219	248	249	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
396	190	219	249	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
397	190	220	191	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
398	190	249	220	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
399	220	249	250	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
400	191	220	250	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
401	191	221	192	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
402	191	250	221	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
403	221	250	251	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
404	192	221	251	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
405	192	222	193	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
406	192	251	222	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
407	222	251	252	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
408	193	222	252	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
409	193	223	194	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
410	193	252	223	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
411	223	252	253	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
412	194	223	253	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
413	194	224	195	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
414	194	253	224	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
415	224	253	254	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
416	195	224	254	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
417	195	225	196	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
418	195	254	225	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
419	225	254	255	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
420	196	225	255	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
421	196	226	197	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
422	196	255	226	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
423	226	255	256	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
424	197	226	256	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
425	197	227	198	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
426	197	256	227	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
427	227	256	257	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
428	198	227	257	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
429	198	228	199	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
430	198	257	228	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
431	228	257	258	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
432	199	228	258	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
433	199	229	200	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
434	199	258	229	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
435	229	258	259	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
436	200	229	259	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
437	200	230	201	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
438	200	259	230	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
439	230	259	260	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
440	201	230	260	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
441	201	231	202	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
442	201	260	231	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
443	231	260	261	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
444	202	231	261	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
445	202	232	203	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
446	202	261	232	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
447	232	261	262	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
448	203	232	262	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
449	203	233	204	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
450	203	262	233	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
451	233	262	263	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
452	204	233	263	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
453	204	234	205	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
454	204	263	234	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
455	234	263	264	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
456	205	234	264	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
457	205	235	206	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
458	205	264	235	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
459	235	264	265	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
460	206	235	265	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
461	206	236	207	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
462	206	265	236	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
463	236	265	266	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
464	207	236	266	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
465	237	267	238	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
466	237	296	267	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
467	267	296	297	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
468	238	267	297	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
469	238	268	239	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
470	238	297	268	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
471	268	297	298	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
472	239	268	298	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
473	239	269	240	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
474	239	298	269	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
475	269	298	299	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
476	240	269	299	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
477	240	270	241	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
478	240	299	270	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
479	270	299	300	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
480	241	270	300	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
481	241	271	242	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
482	241	300	271	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
483	271	300	301	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
484	242	271	301	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
485	242	272	243	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
486	242	301	272	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
487	272	301	302	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
488	243	272	302	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
489	243	273	244	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
490	243	302	273	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
491	273	302	303	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
492	244	273	303	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
493	244	274	245	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
494	244	303	274	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
495	274	303	304	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
496	245	274	304	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
497	245	275	246	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
498	245	304	275	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
499	275	304	305	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
500	246	275	305	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
501	246	276	247	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
502	246	305	276	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
503	276	305	306	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
504	247	276	306	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
505	247	277	248	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
506	247	306	277	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
507	277	306	307	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
508	248	277	307	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
509	248	278	249	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
510	248	307	278	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
511	278	307	308	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
512	249	278	308	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
513	249	279	250	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
514	249	308	279	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
515	279	308	309	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
516	250	279	309	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
517	250	280	251	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
518	250	309	280	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
519	280	309	310	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
520	251	280	310	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
521	251	281	252	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
522	251	310	281	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
523	281	310	311	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
524	252	281	311	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
525	252	282	253	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
526	252	311	282	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
527	282	311	312	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
528	253	282	312	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
529	253	283	254	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
530	253	312	283	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
531	283	312	313	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
532	254	283	313	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
533	254	284	255	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
534	254	313	284	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
535	284	313	314	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
536	255	284	314	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
537	255	285	256	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
538	255	314	285	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
539	285	314	315	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
540	256	285	315	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
541	256	286	257	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
542	256	315	286	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
543	286	315	316	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
544	257	286	316	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
545	257	287	258	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
546	257	316	287	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
547	287	316	317	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
548	258	287	317	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
549	258	288	259	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
550	258	317	288	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
551	288	317	318	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
552	259	288	318	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
553	259	289	260	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
554	259	318	289	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
555	289	318	319	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
556	260	289	319	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
557	260	290	261	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
558	260	319	290	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
559	290	319	320	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
560	261	290	320	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
561	261	291	262	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
562	261	320	291	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
563	291	320	321	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
564	262	291	321	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
565	262	292	263	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
566	262	321	292	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
567	292	321	322	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
568	263	292	322	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
569	263	293	264	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
570	263	322	293	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
571	293	322	323	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
572	264	293	323	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
573	264	294	265	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
574	264	323	294	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
575	294	323	324	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
576	265	294	324	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
577	265	295	266	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
578	265	324	295	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
579	295	324	325	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
580	266	295	325	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
581	296	326	297	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
582	296	355	326	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
583	326	355	356	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
584	297	326	356	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
585	297	327	298	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
586	297	356	327	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
587	327	356	357	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
588	298	327	357	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
589	298	328	299	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
590	298	357	328	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
591	328	357	358	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
592	299	328	358	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
593	299	329	300	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
594	299	358	329	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
595	329	358	359	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
596	300	329	359	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
597	300	330	301	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
598	300	359	330	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
599	330	359	360	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
600	301	330	360	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
601	301	331	302	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
602	301	360	331	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
603	331	360	361	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
604	302	331	361	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
605	302	332	303	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
606	302	361	332	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
607	332	361	362	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
608	303	332	362	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
609	303	333	304	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
610	303	362	333	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
611	333	362	363	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
612	304	333	363	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
613	304	334	305	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
614	304	363	334	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
615	334	363	364	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
616	305	334	364	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
617	305	335	306	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
618	305	364	335	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
619	335	364	365	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
620	306	335	365	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
621	306	336	307	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
622	306	365	336	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
623	336	365	366	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
624	307	336	366	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
625	307	337	308	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
626	307	366	337	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
627	337	366	367	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
628	308	337	367	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
629	308	338	309	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
630	308	367	338	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
631	338	367	368	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
632	309	338	368	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
633	309	339	310	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
634	309	368	339	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
635	339	368	369	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
636	310	339	369	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
637	310	340	311	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
638	310	369	340	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
639	340	369	370	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
640	311	340	370	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
641	311	341	312	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
642	311	370	341	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
643	341	370	371	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
644	312	341	371	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
645	312	342	313	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
646	312	371	342	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
647	342	371	372	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
648	313	342	372	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
649	313	343	314	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
650	313	372	343	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
651	343	372	373	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
652	314	343	373	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
653	314	344	315	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
654	314	373	344	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
655	344	373	374	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
656	315	344	374	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
657	315	345	316	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
658	315	374	345	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
659	345	374	375	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
660	316	345	375	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
661	316	346	317	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
662	316	375	346	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
663	346	375	376	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
664	317	346	376	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
665	317	347	318	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
666	317	376	347	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
667	347	376	377	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
668	318	347	377	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
669	318	348	319	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
670	318	377	348	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
671	348	377	378	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
672	319	348	378	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
673	319	349	320	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
674	319	378	349	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
675	349	378	379	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
676	320	349	379	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
677	320	350	321	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
678	320	379	350	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
679	350	379	380	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
680	321	350	380	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
681	321	351	322	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
682	321	380	351	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
683	351	380	381	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
684	322	351	381	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
685	322	352	323	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
686	322	381	352	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
687	352	381	382	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
688	323	352	382	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
689	323	353	324	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
690	323	382	353	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
691	353	382	383	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
692	324	353	383	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
693	324	354	325	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
694	324	383	354	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
695	354	383	384	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
696	325	354	384	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
697	355	385	356	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
698	355	414	385	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
699	385	414	415	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
700	356	385	415	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
701	356	386	357	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
702	356	415	386	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
703	386	415	416	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
704	357	386	416	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
705	357	387	358	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
706	357	416	387	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
707	387	416	417	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
708	358	387	417	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
709	358	388	359	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
710	358	417	388	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
711	388	417	418	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
712	359	388	418	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
713	359	389	360	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
714	359	418	389	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
715	389	418	419	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
716	360	389	419	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
717	360	390	361	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
718	360	419	390	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
719	390	419	420	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
720	361	390	420	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
721	361	391	362	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
722	361	420	391	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
723	391	420	421	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
724	362	391	421	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
725	362	392	363	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
726	362	421	392	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
727	392	421	422	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
728	363	392	422	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
729	363	393	364	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
730	363	422	393	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
731	393	422	423	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
732	364	393	423	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
733	364	394	365	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
734	364	423	394	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
735	394	423	424	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
736	365	394	424	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
737	365	395	366	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
738	365	424	395	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
739	395	424	425	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
740	366	395	425	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
741	366	396	367	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
742	366	425	396	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
743	396	425	426	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
744	367	396	426	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
745	367	397	368	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
746	367	426	397	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
747	397	426	427	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
748	368	397	427	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
749	368	398	369	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
750	368	427	398	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
751	398	427	428	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
752	369	398	428	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
753	369	399	370	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
754	369	428	399	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
755	399	428	429	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
756	370	399	429	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
757	370	400	371	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
758	370	429	400	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
759	400	429	430	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
760	371	400	430	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
761	371	401	372	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
762	371	430	401	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
763	401	430	431	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
764	372	401	431	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
765	372	402	373	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
766	372	431	402	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
767	402	431	432	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
768	373	402	432	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
769	373	403	374	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
770	373	432	403	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
771	403	432	433	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
772	374	403	433	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
773	374	404	375	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
774	374	433	404	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
775	404	433	434	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
776	375	404	434	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
777	375	405	376	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
778	375	434	405	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
779	405	434	435	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
780	376	405	435	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
781	376	406	377	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
782	376	435	406	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
783	406	435	436	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
784	377	406	436	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
785	377	407	378	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
786	377	436	407	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
787	407	436	437	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
788	378	407	437	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
789	378	408	379	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
790	378	437	408	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
791	408	437	438	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
792	379	408	438	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
793	379	409	380	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
794	379	438	409	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
795	409	438	439	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
796	380	409	439	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
797	380	410	381	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
798	380	439	410	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
799	410	439	440	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
800	381	410	440	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
801	381	411	382	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
802	381	440	411	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
803	411	440	441	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
804	382	411	441	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
805	382	412	383	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
806	382	441	412	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
807	412	441	442	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
808	383	412	442	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
809	383	413	384	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
810	383	442	413	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
811	413	442	443	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
812	384	413	443	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
813	414	444	415	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
814	414	473	444	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
815	444	473	474	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
816	415	444	474	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
817	415	445	416	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
818	415	474	445	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
819	445	474	475	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
820	416	445	475	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
821	416	446	417	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
822	416	475	446	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
823	446	475	476	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
824	417	446	476	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
825	417	447	418	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
826	417	476	447	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
827	447	476	477	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
828	418	447	477	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
829	418	448	419	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
830	418	477	448	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
831	448	477	478	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
832	419	448	478	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
833	419	449	420	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
834	419	478	449	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
835	449	478	479	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
836	420	449	479	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
837	420	450	421	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
838	420	479	450	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
839	450	479	480	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
840	421	450	480	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
841	421	451	422	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
842	421	480	451	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
843	451	480	481	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
844	422	451	481	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
845	422	452	423	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
846	422	481	452	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
847	452	481	482	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
848	423	452	482	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
849	423	453	424	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
850	423	482	453	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
851	453	482	483	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
852	424	453	483	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
853	424	454	425	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
854	424	483	454	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
855	454	483	484	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
856	425	454	484	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
857	425	455	426	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
858	425	484	455	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
859	455	484	485	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
860	426	455	485	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
861	426	456	427	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
862	426	485	456	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
863	456	485	486	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
864	427	456	486	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
865	427	457	428	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
866	427	486	457	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
867	457	486	487	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
868	428	457	487	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
869	428	458	429	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
870	428	487	458	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
871	458	487	488	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
872	429	458	488	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
873	429	459	430	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
874	429	488	459	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
875	459	488	489	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
876	430	459	489	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
877	430	460	431	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
878	430	489	460	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
879	460	489	490	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
880	431	460	490	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
881	431	461	432	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
882	431	490	461	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
883	461	490	491	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
884	432	461	491	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
885	432	462	433	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
886	432	491	462	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
887	462	491	492	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
888	433	462	492	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
889	433	463	434	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
890	433	492	463	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
891	463	492	493	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
892	434	463	493	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
893	434	464	435	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
894	434	493	464	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
895	464	493	494	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
896	435	464	494	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
897	435	465	436	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
898	435	494	465	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
899	465	494	495	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
900	436	465	495	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
901	436	466	437	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
902	436	495	466	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
903	466	495	496	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
904	437	466	496	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
905	437	467	438	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
906	437	496	467	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
907	467	496	497	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
908	438	467	497	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
909	438	468	439	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
910	438	497	468	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
911	468	497	498	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
912	439	468	498	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
913	439	469	440	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
914	439	498	469	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
915	469	498	499	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
916	440	469	499	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
917	440	470	441	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
918	440	499	470	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
919	470	499	500	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
920	441	470	500	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
921	441	471	442	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
922	441	500	471	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
923	471	500	501	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
924	442	471	501	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
925	442	472	443	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
926	442	501	472	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
927	472	501	502	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
928	443	472	502	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
929	473	503	474	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
930	473	532	503	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
931	503	532	533	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
932	474	503	533	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
933	474	504	475	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
934	474	533	504	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
935	504	533	534	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
936	475	504	534	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
937	475	505	476	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
938	475	534	505	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
939	505	534	535	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
940	476	505	535	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
941	476	506	477	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
942	476	535	506	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
943	506	535	536	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
944	477	506	536	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
945	477	507	478	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
946	477	536	507	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
947	507	536	537	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
948	478	507	537	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
949	478	508	479	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
950	478	537	508	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
951	508	537	538	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
952	479	508	538	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
953	479	509	480	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
954	479	538	509	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
955	509	538	539	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
956	480	509	539	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
957	480	510	481	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
958	480	539	510	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
959	510	539	540	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
960	481	510	540	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
961	481	511	482	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
962	481	540	511	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
963	511	540	541	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
964	482	511	541	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
965	482	512	483	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
966	482	541	512	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
967	512	541	542	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
968	483	512	542	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
969	483	513	484	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
970	483	542	513	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
971	513	542	543	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
972	484	513	543	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
973	484	514	485	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
974	484	543	514	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
975	514	543	544	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
976	485	514	544	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
977	485	515	486	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
978	485	544	515	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
979	515	544	545	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
980	486	515	545	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
981	486	516	487	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
982	486	545	516	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
983	516	545	546	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
984	487	516	546	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
985	487	517	488	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
986	487	546	517	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
987	517	546	547	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
988	488	517	547	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
989	488	518	489	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
990	488	547	518	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
991	518	547	548	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
992	489	518	548	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
993	489	519	490	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
994	489	548	519	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
995	519	548	549	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
996	490	519	549	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
997	490	520	491	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
998	490	549	520	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
999	520	549	550	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1000	491	520	550	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
1001	491	521	492	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1002	491	550	521	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1003	521	550	551	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1004	492	521	551	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1005	492	522	493	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1006	492	551	522	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1007	522	551	552	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1008	493	522	552	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1009	493	523	494	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1010	493	552	523	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1011	523	552	553	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1012	494	523	553	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1013	494	524	495	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1014	494	553	524	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1015	524	553	554	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1016	495	524	554	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1017	495	525	496	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1018	495	554	525	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1019	525	554	555	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1020	496	525	555	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1021	496	526	497	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1022	496	555	526	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1023	526	555	556	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1024	497	526	556	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1025	497	527	498	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1026	497	556	527	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1027	527	556	557	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1028	498	527	557	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1029	498	528	499	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1030	498	557	528	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1031	528	557	558	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1032	499	528	558	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1033	499	529	500	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1034	499	558	529	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1035	529	558	559	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1036	500	529	559	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1037	500	530	501	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1038	500	559	530	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1039	530	559	560	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1040	501	530	560	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1041	501	531	502	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1042	501	560	531	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1043	531	560	561	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1044	502	531	561	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1045	532	562	533	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1046	532	591	562	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1047	562	591	592	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1048	533	562	592	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1049	533	563	534	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1050	533	592	563	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
1051	563	592	593	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1052	534	563	593	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1053	534	564	535	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1054	534	593	564	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1055	564	593	594	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1056	535	564	594	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1057	535	565	536	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1058	535	594	565	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1059	565	594	595	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1060	536	565	595	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1061	536	566	537	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1062	536	595	566	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1063	566	595	596	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1064	537	566	596	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1065	537	567	538	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1066	537	596	567	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1067	567	596	597	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1068	538	567	597	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1069	538	568	539	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1070	538	597	568	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1071	568	597	598	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1072	539	568	598	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1073	539	569	540	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1074	539	598	569	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1075	569	598	599	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1076	540	569	599	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1077	540	570	541	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1078	540	599	570	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1079	570	599	600	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1080	541	570	600	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1081	541	571	542	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1082	541	600	571	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1083	571	600	601	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1084	542	571	601	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1085	542	572	543	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1086	542	601	572	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1087	572	601	602	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1088	543	572	602	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1089	543	573	544	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1090	543	602	573	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1091	573	602	603	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1092	544	573	603	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1093	544	574	545	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1094	544	603	574	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1095	574	603	604	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1096	545	574	604	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1097	545	575	546	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1098	545	604	575	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1099	575	604	605	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1100	546	575	605	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
1101	546	576	547	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1102	546	605	576	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1103	576	605	606	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1104	547	576	606	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1105	547	577	548	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1106	547	606	577	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1107	577	606	607	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1108	548	577	607	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1109	548	578	549	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1110	548	607	578	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1111	578	607	608	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1112	549	578	608	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1113	549	579	550	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1114	549	608	579	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1115	579	608	609	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1116	550	579	609	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1117	550	580	551	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1118	550	609	580	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1119	580	609	610	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1120	551	580	610	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1121	551	581	552	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1122	551	610	581	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1123	581	610	611	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1124	552	581	611	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1125	552	582	553	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1126	552	611	582	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1127	582	611	612	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1128	553	582	612	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1129	553	583	554	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1130	553	612	583	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1131	583	612	613	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1132	554	583	613	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1133	554	584	555	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1134	554	613	584	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1135	584	613	614	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1136	555	584	614	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1137	555	585	556	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1138	555	614	585	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1139	585	614	615	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1140	556	585	615	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1141	556	586	557	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1142	556	615	586	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1143	586	615	616	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1144	557	586	616	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1145	557	587	558	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1146	557	616	587	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1147	587	616	617	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1148	558	587	617	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1149	558	588	559	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1150	558	617	588	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
1151	588	617	618	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1152	559	588	618	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1153	559	589	560	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1154	559	618	589	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1155	589	618	619	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1156	560	589	619	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1157	560	590	561	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1158	560	619	590	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1159	590	619	620	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1160	561	590	620	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1161	591	621	592	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1162	591	650	621	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1163	621	650	651	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1164	592	621	651	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1165	592	622	593	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1166	592	651	622	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1167	622	651	652	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1168	593	622	652	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1169	593	623	594	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1170	593	652	623	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1171	623	652	653	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1172	594	623	653	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1173	594	624	595	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1174	594	653	624	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1175	624	653	654	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1176	595	624	654	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1177	595	625	596	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1178	595	654	625	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1179	625	654	655	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1180	596	625	655	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1181	596	626	597	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1182	596	655	626	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1183	626	655	656	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1184	597	626	656	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1185	597	627	598	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1186	597	656	627	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1187	627	656	657	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1188	598	627	657	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1189	598	628	599	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1190	598	657	628	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1191	628	657	658	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1192	599	628	658	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1193	599	629	600	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1194	599	658	629	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1195	629	658	659	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1196	600	629	659	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1197	600	630	601	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1198	600	659	630	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1199	630	659	660	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1200	601	630	660	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR

CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
1201	601	631	602	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1202	601	660	631	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1203	631	660	661	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1204	602	631	661	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1205	602	632	603	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1206	602	661	632	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1207	632	661	662	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1208	603	632	662	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1209	603	633	604	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1210	603	662	633	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1211	633	662	663	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1212	604	633	663	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1213	604	634	605	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1214	604	663	634	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1215	634	663	664	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1216	605	634	664	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1217	605	635	606	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1218	605	664	635	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1219	635	664	665	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1220	606	635	665	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1221	606	636	607	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1222	606	665	636	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1223	636	665	666	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1224	607	636	666	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1225	607	637	608	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1226	607	666	637	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1227	637	666	667	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1228	608	637	667	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1229	608	638	609	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1230	608	667	638	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1231	638	667	668	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1232	609	638	668	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1233	609	639	610	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1234	609	668	639	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1235	639	668	669	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1236	610	639	669	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1237	610	640	611	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1238	610	669	640	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1239	640	669	670	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1240	611	640	670	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1241	611	641	612	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1242	611	670	641	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1243	641	670	671	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1244	612	641	671	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1245	612	642	613	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1246	612	671	642	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1247	642	671	672	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1248	613	642	672	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1249	613	643	614	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1250	613	672	643	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
1251	643	672	673	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1252	614	643	673	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1253	614	644	615	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1254	614	673	644	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1255	644	673	674	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1256	615	644	674	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1257	615	645	616	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1258	615	674	645	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1259	645	674	675	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1260	616	645	675	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1261	616	646	617	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1262	616	675	646	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1263	646	675	676	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1264	617	646	676	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1265	617	647	618	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1266	617	676	647	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1267	647	676	677	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1268	618	647	677	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1269	618	648	619	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1270	618	677	648	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1271	648	677	678	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1272	619	648	678	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1273	619	649	620	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1274	619	678	649	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1275	649	678	679	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1276	620	649	679	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1277	650	680	651	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1278	650	709	680	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1279	680	709	710	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1280	651	680	710	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1281	651	681	652	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1282	651	710	681	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1283	681	710	711	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1284	652	681	711	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1285	652	682	653	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1286	652	711	682	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1287	682	711	712	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1288	653	682	712	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1289	653	683	654	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1290	653	712	683	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1291	683	712	713	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1292	654	683	713	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1293	654	684	655	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1294	654	713	684	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1295	684	713	714	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1296	655	684	714	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1297	655	685	656	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1298	655	714	685	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1299	685	714	715	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1300	656	685	715	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
1301	656	686	657	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1302	656	715	686	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1303	686	715	716	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1304	657	686	716	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1305	657	687	658	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1306	657	716	687	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1307	687	716	717	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1308	658	687	717	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1309	658	688	659	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1310	658	717	688	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1311	688	717	718	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1312	659	688	718	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1313	659	689	660	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1314	659	718	689	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1315	689	718	719	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1316	660	689	719	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1317	660	690	661	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1318	660	719	690	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1319	690	719	720	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1320	661	690	720	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1321	661	691	662	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1322	661	720	691	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1323	691	720	721	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1324	662	691	721	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1325	662	692	663	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1326	662	721	692	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1327	692	721	722	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1328	663	692	722	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1329	663	693	664	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1330	663	722	693	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1331	693	722	723	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1332	664	693	723	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1333	664	694	665	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1334	664	723	694	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1335	694	723	724	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1336	665	694	724	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1337	665	695	666	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1338	665	724	695	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1339	695	724	725	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1340	666	695	725	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1341	666	696	667	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1342	666	725	696	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1343	696	725	726	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1344	667	696	726	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1345	667	697	668	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1346	667	726	697	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1347	697	726	727	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1348	668	697	727	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1349	668	698	669	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1350	668	727	698	I 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENT	NODAL POINTS			ZONE	E-MODULUS	NUE	GAMMA	C	PHI
1351	698	727	728	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1352	669	698	728	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1353	669	699	670	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1354	669	728	699	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1355	699	728	729	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1356	670	699	729	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1357	670	700	671	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1358	670	729	700	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1359	700	729	730	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1360	671	700	730	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1361	671	701	672	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1362	671	730	701	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1363	701	730	731	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1364	672	701	731	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1365	672	702	673	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1366	672	731	702	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1367	702	731	732	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1368	673	702	732	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1369	673	703	674	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1370	673	732	703	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1371	703	732	733	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1372	674	703	733	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1373	674	704	675	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1374	674	733	704	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1375	704	733	734	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1376	675	704	734	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1377	675	705	676	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1378	675	734	705	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1379	705	734	735	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1380	676	705	735	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1381	676	706	677	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1382	676	735	706	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1383	706	735	736	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1384	677	706	736	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1385	677	707	678	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1386	677	736	707	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1387	707	736	737	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1388	678	707	737	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1389	678	708	679	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1390	678	737	708	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1391	708	737	738	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
1392	679	708	738	1 0	1.00E+07	.250	26.00	400.00	45.00
.....	UNFAVOURABLE RATIO OF INNER TO OUTER CIRCUMFERENCE OF TRIANGLE					1336			
.....	UNFAVOURABLE RATIO OF INNER TO OUTER CIRCUMFERENCE OF TRIANGLE					1338			
.....	UNFAVOURABLE RATIO OF INNER TO OUTER CIRCUMFERENCE OF TRIANGLE					1340			
.....	UNFAVOURABLE RATIO OF INNER TO OUTER CIRCUMFERENCE OF TRIANGLE					1342			
.....	UNFAVOURABLE RATIO OF INNER TO OUTER CIRCUMFERENCE OF TRIANGLE					1224			
.....	UNFAVOURABLE RATIO OF INNER TO OUTER CIRCUMFERENCE OF TRIANGLE					1226			
.....	UNFAVOURABLE RATIO OF INNER TO OUTER CIRCUMFERENCE OF TRIANGLE					1344			
.....	UNFAVOURABLE RATIO OF INNER TO OUTER CIRCUMFERENCE OF TRIANGLE					1346			
.....	UNFAVOURABLE RATIO OF INNER TO OUTER CIRCUMFERENCE OF TRIANGLE					1108			
.....	UNFAVOURABLE RATIO OF INNER TO OUTER CIRCUMFERENCE OF TRIANGLE					1228			
.....	UNFAVOURABLE RATIO OF INNER TO OUTER CIRCUMFERENCE OF TRIANGLE					1230			
.....	UNFAVOURABLE RATIO OF INNER TO OUTER CIRCUMFERENCE OF TRIANGLE					1348			
.....	UNFAVOURABLE RATIO OF INNER TO OUTER CIRCUMFERENCE OF TRIANGLE					1350			
.....	UNFAVOURABLE RATIO OF INNER TO OUTER CIRCUMFERENCE OF TRIANGLE					996			

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

RESULTS AFTER ITERATION 296

RESIDUAL NODAL FORCES UNEQUAL ZERO

1	.0000	-.0003
2	.0006	-.0015
3	.0060	-.0112
4	.0391	-.0527
5	.1515	-.1493
6	.3976	-.2904
7	.7937	-.4278
8	1.2825	-.4963
9	1.7328	-.4699
10	1.9286	-.3657
11	1.7030	-.1992
12	1.2773	-.0877
13	.9207	-.0386
14	.6727	-.0180
15	.5079	-.0083
16	.3996	-.0020
17	.3324	.0046
18	.2979	.0103
19	.2796	.0155
20	.2519	.0248
21	.2036	.0222
22	.1321	.0241
23	.0634	.0178
24	.0073	.0052
25	.0008	.0015
26	.0017	.0056
27	.0009	.0039
28	.0004	.0019
31	-.0001	.0006
32	-.0008	.0023
33	-.0068	.0186
34	-.0146	.0365
35	-.0378	.0821
36	-.0980	.1435
37	-.2170	.2048
38	-.3692	.2220
39	-.4104	.1469
40	-.1445	-.0059
41	.0665	-.0824
42	.1410	-.0689
43	.1500	-.0437
44	.1335	-.0248
45	.1074	-.0137
46	.0762	-.0072
47	.0412	-.0038
48	.0105	-.0019

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

RESULTS AFTER ITERATION 296

RESIDUAL NODAL FORCES UNEQUAL ZERO

49	-.0042	-.0042
50	-.0057	-.0085
51	-.0007	-.0127
52	-.0073	-.0050
53	-.0073	-.0061
54	.0005	-.0006
55	-.0009	-.0016
56	-.0003	-.0025
57	.0005	.0025
58	.0004	.0035
62	-.0008	.0013
63	-.0196	.0294
64	-.1016	.1078
65	-.2835	.2208
66	-.5937	.3341
67	-.9768	.3829
68	-1.3383	.3430
69	-1.3629	.1999
70	-1.0306	.0503
71	-.6021	-.0235
72	-.2599	-.0345
73	-.0489	-.0206
74	.0625	-.0023
75	.1046	.0117
76	.0948	.0212
77	.0446	.0203
78	-.0207	.0131
79	-.0677	.0017
80	-.0740	-.0038
81	-.0401	-.0149
82	-.0109	-.0081
84	-.0005	.0003
85	-.0010	-.0023
86	-.0012	-.0045
87	-.0008	-.0052
88	-.0001	-.0020
94	-.0039	.0029
95	-.0205	.0134
96	-.0166	.0117
97	-.0485	.0267
98	-.1532	.0775
99	-.1712	.0903
100	-.1093	.0582
101	-.0331	.0218
102	.0128	-.0008
103	.0308	-.0104
104	.0344	-.0148

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

RESULTS AFTER ITERATION 296

RESIDUAL NODAL FORCES UNEQUAL ZERO

105	.0310	-.0165
106	.0267	-.0170
107	.0184	-.0121
108	.0137	-.0168
109	.0052	-.0115
110	-.0048	-.0033
111	-.0047	-.0033
117	-.0001	-.0001
124	-.0088	.0068
125	-.0303	.0149
126	-.0628	.0273
127	-.1083	.0367
128	-.2735	.0696
129	-.4535	.0728
130	-.5699	.0520
131	-.5822	.0220
132	-.5367	-.0029
133	-.4711	-.0171
134	-.3988	-.0283
135	-.3196	-.0331
136	-.2339	-.0370
137	-.1469	-.0287
138	-.0773	-.0192
139	-.0348	-.0155
140	-.0137	-.0070
146	-.0001	-.0003
155	-.0006	-.0002
156	-.0059	.0021
157	-.0140	.0046
158	-.0381	.0133
159	-.0556	.0201
160	-.0467	.0155
161	-.0252	.0089
162	-.0061	.0014
163	.0040	-.0035
164	.0057	-.0056
165	.0044	-.0054
166	-.0005	-.0046
167	.0001	-.0039
168	-.0023	-.0010
185	-.0031	.0016
186	-.0103	.0038
187	-.0212	.0056
188	-.0597	.0109
189	-.1165	.0153
190	-.1584	.0094
191	-.1687	-.0008

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

RESULTS AFTER ITERATION 296

RESIDUAL NODAL FORCES UNEQUAL ZERO

192	-.1507	-.0106
193	-.1172	-.0144
194	-.0796	-.0175
195	-.0478	-.0121
196	-.0309	-.0083
197	-.0204	-.0085
198	-.0032	-.0007
217	-.0020	.0005
218	-.0110	.0034
219	-.0179	.0038
220	-.0191	.0009
221	-.0133	.0017
222	-.0072	-.0007
223	-.0043	-.0013
224	-.0003	-.0009
225	.0016	.0009
226	-.0035	-.0023
247	-.0008	.0001
248	-.0120	.0004
249	-.0302	.0024
250	-.0486	-.0011
251	-.0566	-.0052
252	-.0439	-.0067
253	-.0392	-.0075
254	-.0299	-.0091
255	-.0127	-.0045
281	-.0082	-.0010
282	-.0040	-.0007
283	-.0037	-.0009
311	-.0058	-.0011
312	-.0018	-.0002

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENTS WITH STRESSES OUTSIDE A YIELD SURFACE

[illegible]

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELEMENTS WITH PLASTIC DEFORMATIONS

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
92	93	96	97	98	99	100	101	102	103	104	106	107	108	110
111	115	129	133	134	136	137	138	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	213	216	217	218
219	220	221	222	223	224	226	227	260	261	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
333	336	377	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	497	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												

296 ITERATIONS FOR INCREMENT 3

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELASTO-PLASTIC COMPUTATION

LOAD CASE: NODAL FORCES

SUPERPOSITION WITH ANALYTICAL PRIMARY STATE OF STRESS

NODE	COORDINATES		DISPLACEMENTS	
	X	Y	X	Y
1	105.160	22.140	.0000000	-.0138976
2	103.024	21.953	.0010539	-.0138476
3	100.953	21.398	.0022428	-.0136658
4	99.010	20.492	.0036842	-.0133051
5	97.254	19.262	.0055006	-.0127374
6	95.738	17.746	.0077926	-.0118985
7	94.508	15.990	.0106227	-.0107061
8	93.602	14.047	.0139894	-.0091029
9	93.047	11.976	.0179632	-.0071508
10	92.860	9.840	.0224801	-.0050707
11	92.860	7.709	.0260168	-.0032734
12	92.860	5.577	.0279785	-.0019813
13	92.860	3.446	.0291657	-.0010904
14	92.860	1.314	.0297982	-.0004309
15	92.860	-.817	.0299298	.0001302
16	92.860	-2.949	.0295648	.0006888
17	92.860	-5.080	.0286804	.0013210
18	92.860	-7.211	.0272272	.0020944
19	92.860	-9.343	.0251111	.0030576
20	92.860	-11.474	.0221905	.0042160
21	92.860	-13.606	.0183771	.0055373
22	92.860	-15.737	.0138023	.0070002
23	92.860	-17.869	.0088777	.0086632
24	92.860	-20.000	.0036791	.0104427
25	94.910	-20.000	.0023081	.0152322
26	96.960	-20.000	.0011331	.0178164
27	99.010	-20.000	.0005091	.0192747
28	101.060	-20.000	.0002318	.0201824
29	103.110	-20.000	.0000891	.0207128
30	105.160	-20.000	.0000000	.0208884

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

ELASTO-PLASTIC COMPUTATION

LOAD CASE: NODAL FORCES

SUPERPOSITION WITH ANALYTICAL PRIMARY STATE OF STRESS

NODE	SIGMA 1	SIGMA 2	ALPHA	SIGMA X	SIGMA Y	TAU
31	5710.3030	699.6627	6.35	5648.9440	761.0213	551.0724
32	6075.0590	704.5435	18.48	5535.5430	1244.0590	1614.4350
33	6711.2180	722.3363	29.37	5270.2800	2163.2750	2559.9430
34	7452.2290	762.2638	39.11	4790.0250	3424.4680	3274.5570
35	8117.3360	815.1790	48.01	4083.1530	4849.3620	3630.9230
36	8536.2280	852.8400	56.29	3218.8830	6170.1850	3546.9790
37	8553.7500	839.9160	63.92	2331.1830	7062.4830	3046.2280
38	8021.4660	742.8289	70.85	1526.0610	7238.2340	2255.5290
39	6950.2710	547.6655	76.57	893.0858	6604.8510	1446.4700
40	5672.3750	321.3124	81.35	442.2376	5551.4490	795.2703
41	4886.6960	187.3177	84.94	223.8815	4850.1320	412.9044
42	4574.7300	132.9858	87.09	144.4222	4563.2940	225.0924
43	4454.9930	111.2229	88.46	114.3740	4451.8420	116.9525
44	4441.5990	108.4969	89.41	108.9612	4441.1340	44.8520
45	4507.5920	119.9496	-89.76	120.0247	4507.5170	-18.1453
46	4648.9990	144.2321	-88.81	146.1722	4647.0590	-93.4660
47	4881.6170	183.7215	-87.55	192.2986	4873.0400	-200.5499
48	5250.7230	246.7761	-85.84	273.1221	5224.3770	-362.1328
49	5847.6610	351.5307	-83.54	421.1454	5778.0460	-614.6265
50	6814.5950	529.0226	-80.50	700.3005	6643.3170	-1023.3490
51	8386.4950	839.7786	-76.45	1253.9140	7972.3600	-1718.6770
52	11028.1400	1491.8400	-70.75	2528.8800	9991.1040	-2968.8510
53	16159.9800	4069.6400	-59.34	7213.8090	13015.8200	-5303.6110
54	14948.9900	4198.9030	-49.72	8691.6060	10456.2900	-5302.1310
55	8118.6810	1134.6480	-30.40	6330.4610	2922.8680	-3048.1560
56	5309.3690	480.0172	-18.25	4835.9870	953.3992	-1435.9790
57	3859.2060	192.5983	-10.34	3741.0390	310.7660	-647.5422
58	3055.9480	122.1698	-6.36	3019.9060	158.2117	-323.1717
59	2687.9260	89.4297	-2.41	2683.3450	94.0108	-109.0091

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

AREAL REPRESENTATION OF RESULTS

PLOT NO. 1

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Zona debilitada

RECTANGULAR WINDOW DEFINED IN THE
USER COORDINATE SYSTEM:

	X	Y
LEFTHAND LOWER CORNER	.00	-112.86
RIGHTHAND UPPER CORNER	105.16	115.00

COORDINATE SYSTEM OF PLOT (DEFINED WITH
USER COORDINATES):

ORIGIN:	X0	.00
	Y0	-112.86
INCLINATION OF X-AXIS		.00
WINDOW DIMENSIONS:	LENGTH	105.16
	WIDTH	227.86
SCALE (1 USER UNIT = F CM)	F	.15

PAPER PLOT

PLASTIC ZONES

PLOT NO. 2

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Desplazamientos

RECTANGULAR WINDOW DEFINED IN THE
USER COORDINATE SYSTEM:

	X	Y
LEFTHAND LOWER CORNER	.00	-112.86
RIGHTHAND UPPER CORNER	105.16	115.00

COORDINATE SYSTEM OF PLOT (DEFINED WITH
USER COORDINATES):

ORIGIN:	X0	.00
	Y0	-112.86
INCLINATION OF X-AXIS		.00
WINDOW DIMENSIONS:	LENGTH	105.16
	WIDTH	227.86
SCALE (1 USER UNIT = F CM)	F	.15

PAPER PLOT

PLOT WITHOUT MESH

TRAJECTORIES: DISPLACEMENTS

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

PLOT NO. 3

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Esfuerzos principales

RECTANGULAR WINDOW DEFINED IN THE
USER COORDINATE SYSTEM:

	X	Y
LEFTHAND LOWER CORNER	.00	-112.86
RIGHTHAND UPPER CORNER	105.16	115.00

COORDINATE SYSTEM OF PLOT (DEFINED WITH
USER COORDINATES):

ORIGIN:	X0	.00
	Y0	-112.86
INCLINATION OF X-AXIS		.00
WINDOW DIMENSIONS:	LENGTH	105.16
	WIDTH	227.86
SCALE (1 USER UNIT = F CM)	F	.15

PAPER PLOT

PLOT WITHOUT MESH

TRAJECTORIES: NODAL STRESSES

PLOT NO. 4

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Esfuerzos en el sentido horizontal X

RECTANGULAR WINDOW DEFINED IN THE
USER COORDINATE SYSTEM:

	X	Y
LEFTHAND LOWER CORNER	.00	-112.86
RIGHTHAND UPPER CORNER	105.16	115.00

COORDINATE SYSTEM OF PLOT (DEFINED WITH
USER COORDINATES):

ORIGIN:	X0	.00
	Y0	-112.86
INCLINATION OF X-AXIS		.00
WINDOW DIMENSIONS:	LENGTH	105.16
	WIDTH	227.86
SCALE (1 USER UNIT = F CM)	F	.15

PAPER PLOT

PLOT WITHOUT MESH

CONTOURS: STRESSES

50.00	550.0	1050.	1550.	2050.
2550.	3050.	3550.	4050.	4550.
5050.	5550.	6050.	6550.	7050.

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

7550. 8050. 8550. 9050. 9550.

PLOT NO. 5

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Esfuerzos en el sentido vertical Y

RECTANGULAR WINDOW DEFINED IN THE
USER COORDINATE SYSTEM:

	X	Y
LEFTHAND LOWER CORNER	.00	-112.86
RIGHTHAND UPPER CORNER	105.16	115.00

COORDINATE SYSTEM OF PLOT (DEFINED WITH
USER COORDINATES):

ORIGIN:	X0	.00
	Y0	-112.86
INCLINATION OF X-AXIS		.00
WINDOW DIMENSIONS:	LENGTH	105.16
	WIDTH	227.86
SCALE (1 USER UNIT = F CM)	F	.15

PAPER PLOT

PLOT WITHOUT MESH

CONTOURS: STRESSES

100.0	600.0	1100.	1600.	2100.
2600.	3100.	3600.	4100.	4600.
5100.	5600.	6100.	6600.	7100.
7600.	8100.	8600.	9100.	9600.

PLOT NO. 6

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Esfuerzos de corte X Y

RECTANGULAR WINDOW DEFINED IN THE
USER COORDINATE SYSTEM:

	X	Y
LEFTHAND LOWER CORNER	.00	-112.86
RIGHTHAND UPPER CORNER	105.16	115.00

COORDINATE SYSTEM OF PLOT (DEFINED WITH
USER COORDINATES):

ORIGIN:	X0	.00
	Y0	-112.86
INCLINATION OF X-AXIS		.00
WINDOW DIMENSIONS:	LENGTH	105.16
	WIDTH	227.86
SCALE (1 USER UNIT = F CM)	F	.15

PAPER PLOT

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

PLOT WITHOUT MESH

CONTOURS: STRESSES

-5000.	-4500.	-4000.	-3500.	-3000.
-2500.	-2000.	-1500.	-1000.	-500.0
.0000	500.0	1000.	1500.	2000.
2500.	3000.	3500.	4000.	4500.
5000.				

PLOT NO. 7

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Max Esfuerzos Principal

RECTANGULAR WINDOW DEFINED IN THE
USER COORDINATE SYSTEM:

	X	Y
LEFTHAND LOWER CORNER	.00	-112.86
RIGHTHAND UPPER CORNER	105.16	115.00

COORDINATE SYSTEM OF PLOT (DEFINED WITH
USER COORDINATES):

ORIGIN:	X0	.00
	Y0	-112.86
INCLINATION OF X-AXIS		.00
WINDOW DIMENSIONS:	LENGTH	105.16
	WIDTH	227.86
SCALE (1 USER UNIT = F CM) F		.15

PAPER PLOT

PLOT WITHOUT MESH

CONTOURS: STRESSES

2500.	3500.	4500.	5500.	6500.
7500.	8500.	9500.	.1050E+05	.1150E+05
.1250E+05	.1350E+05	.1450E+05	.1550E+05	.1650E+05
.1750E+05	.1850E+05	.1950E+05		

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

PLOT NO. 8

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
Min Esfuerzos Principal

RECTANGULAR WINDOW DEFINED IN THE
USER COORDINATE SYSTEM:

	X	Y
LEFTHAND LOWER CORNER	.00	-112.86
RIGHTHAND UPPER CORNER	105.16	115.00

COORDINATE SYSTEM OF PLOT (DEFINED WITH
USER COORDINATES):

ORIGIN:	X0	.00
	Y0	-112.86

INCLINATION OF X-AXIS	.00
-----------------------	-----

WINDOW DIMENSIONS:	LENGTH	105.16
	WIDTH	227.86

SCALE (1 USER UNIT = F CM)	F	.15
----------------------------	---	-----

PAPER PLOT

PLOT WITHOUT MESH

CONTOURS: STRESSES

50.00	300.0	550.0	800.0	1050.
1300.	1550.	1800.	2050.	2300.
2550.	2800.	3050.	3300.	3550.
3800.	4050.	4300.	4550.	4800.

PLOT NO. 9

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

RECTANGULAR WINDOW DEFINED IN THE
USER COORDINATE SYSTEM:

	X	Y
LEFTHAND LOWER CORNER	.00	-112.86
RIGHTHAND UPPER CORNER	105.16	115.00

COORDINATE SYSTEM OF PLOT (DEFINED WITH
USER COORDINATES):

ORIGIN:	X0	.00
	Y0	-112.86

INCLINATION OF X-AXIS	.00
-----------------------	-----

WINDOW DIMENSIONS:	LENGTH	105.16
	WIDTH	227.86

SCALE (1 USER UNIT = F CM)	F	.15
----------------------------	---	-----

PAPER PLOT

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

STORED ON EXTERNAL DATA-FILE:

FILE-NO.: 1 NAME: FTRND11
LENGTH: 876544 UNITS

RECORD	CONTENT	LENGTH	DESCRIPTION
1	BULK	487	OVERALL DATA
2	COORD	1476	COORDINATES OF NODES
3	GFORCE	738	OWN WEIGHT IN NODES DUE TO SPEC. WEIGHT
4	FINELE	162	SUBINDEX WITHOUT EQUATION-SOLVER
5	SOLVER	162	SUBINDEX EQUATION-SOLVER
7	MATER	341	MATERIAL PROPERTIES
10		2912	FIRST BLOCK OF STIFFNESS-MATRIX
11	EDISPL	1476	ELASTIC DISPLACEMENTS
12	PDISPL	1476	PRIMARY DISPLACEMENTS
13	SDISPL	1476	TOTAL DISPLACEMENTS
14	IDISPL	1476	DISPLACEMENT S DUE TO 1 INCREMENT
15	RDISPL	1476	PROVISIONAL STORAGE OF DISPLACEMENTS
21	REACT	1476	REACTIONS
22	CFORCE	1476	RESIDUAL NODAL FORCES
31	STRESS	5568	ELEMENT STRESSES (XI-ETA-SYSTEM)
32	NODSTR	2952	NODAL STRESSES
33	STRSXY	5568	ELEMENT STRESSES (X-Y-SYSTEM)
34	STRAIN	5568	ELEMENT STRAINS
35	PSTRAI	2952	NODAL STRAINS
36	PSTRSS	5568	PRIMARY STRESSES IN ELEMENTS (XI-ETA)
41	LINK1	125	LINK INFORMATIONS DURING INPUT
42	EPINFO	1392	INFORMATIONS OF NODES AND ELEMENTS
43	NODES	4176	NODE-NUMBERS OF ELEMENTS
44	NODOLD	738	NEW (OPTIMIZED) NODES FROM OLD NODES
45	NODNEW	738	OLD NODES FROM NEW (OPTIMIZED) NODES

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
CASA DE MAQUINAS - CAVERNA PRINCIPAL

FIELD LENGTH MANAGEMENT AND EXECUTION TIMES:

AVAILABLE FIELD LENGTH IN //: 56000 DECIMAL

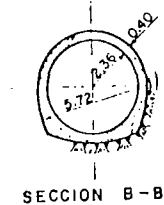
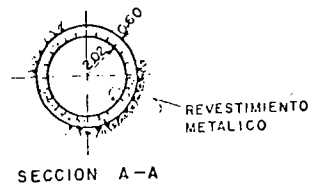
PROGRAM SEGMENT	FIELD LENGTH IN // DECIMAL	NO.OF CYCLES	10	EXECUTION TIME CP
INPUT	16302	1	.000	204.492
ASSEMBLAGE STIFFNESS-MATRIX	7782	1	.000	109.957
SOLUTION EQUATION SYSTEM	5082	355	.000	8631.793
COMPUTING STRESSES	17778	1	.000	7.742
PLASTIC ITERATIONS	17040	357	.000	2165.355
OUTPUT OF RESULTS	19293	1	.000	58.660

APPROXIMATIVE EXECUTION TIME: .000 11178.330

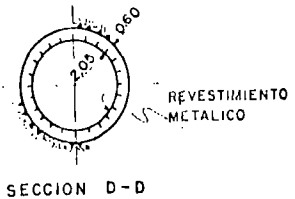
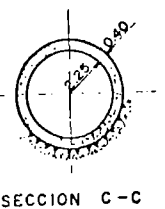
SECCIONES

ESC 1:200 0 2 4 m

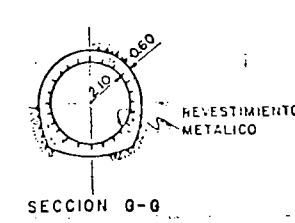
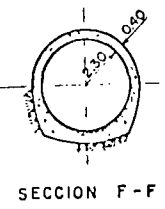
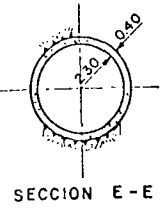
SOLUCION I



SOLUCION II

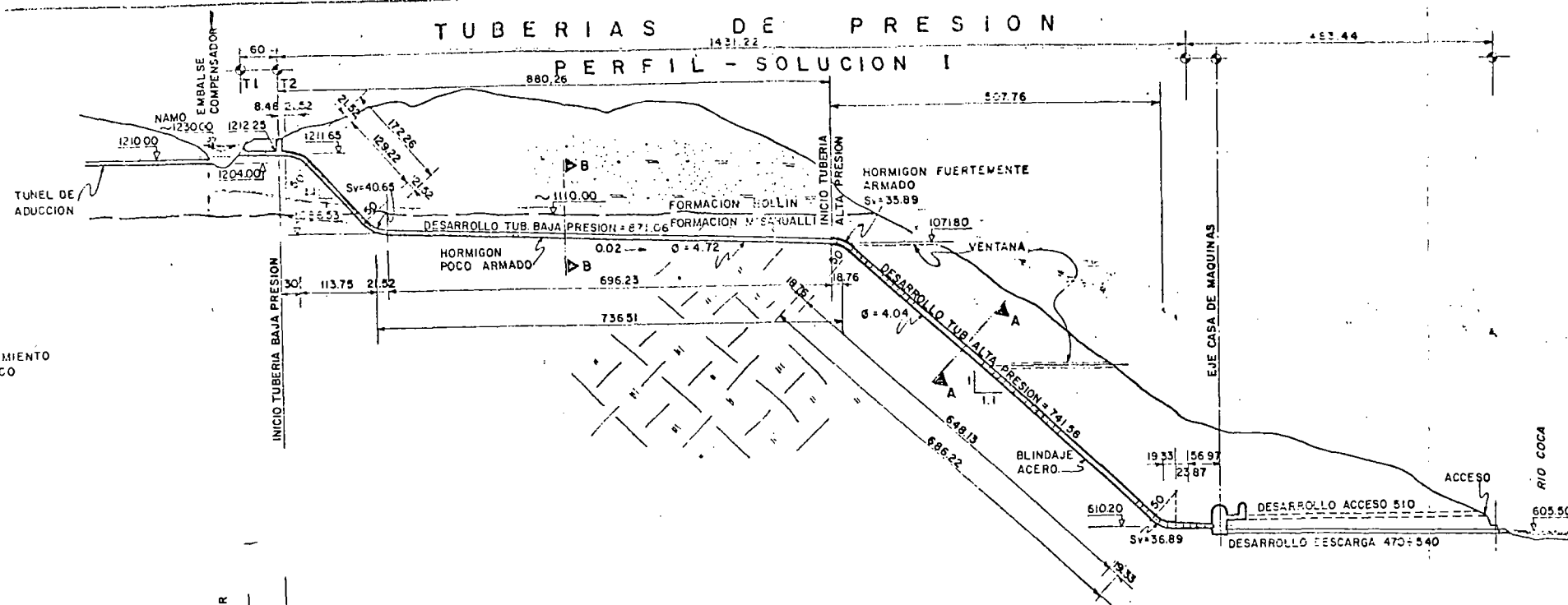


SOLUCION III

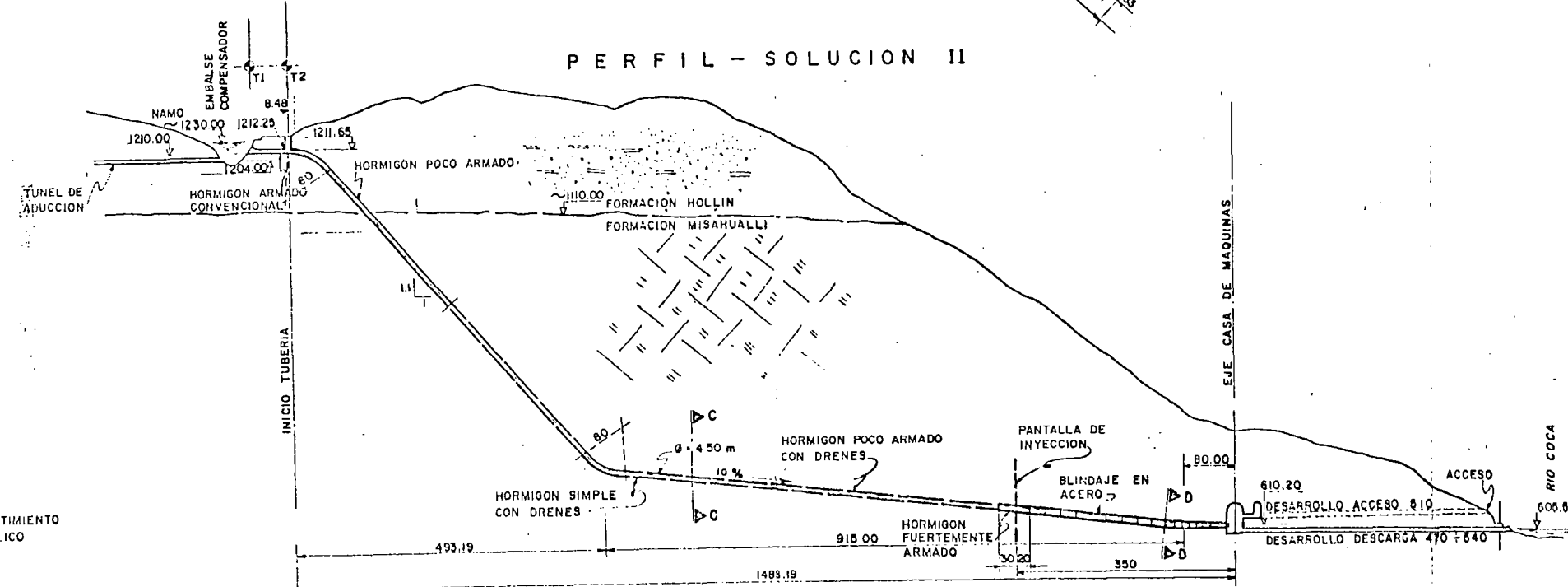


TUBERIAS DE PRESION

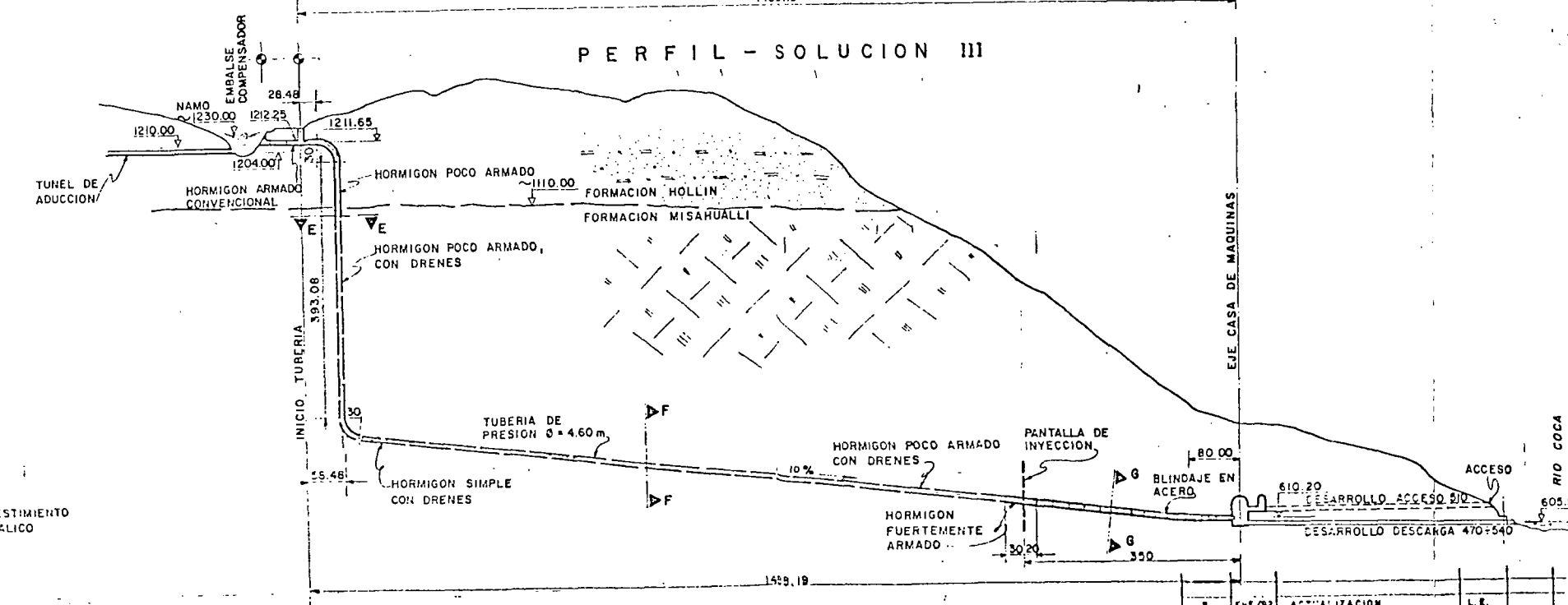
PERFIL - SOLUCION I



PERFIL - SOLUCION II



PERFIL - SOLUCION III



RESUMEN DE LONGITUD DE TUBERIAS

	SOL. I	SOL. II	SOL. III
LONGITUD TOTAL TUBERIA	1612.60	1702.29	1821.15
LONGITUD TUBERIA BAJA PRESION	871.04	178.24	157.42
LONGITUD TUBERIA INCLINADA	741.56	555.55	—
LONGITUD TUBERIA EN POZO	—	—	393.08
LONGITUD TUBERIA PEND. = 10%	—	668.50	920.65
LONGITUD TUBERIA BLINDADA	741.56	300.00	350.00

NOTA:
LAS EXCAVACIONES DE LAS SOLUCIONES I y III
SERAN REALIZADAS CON METODO TRADICIONAL.

LAS EXCAVACIONES DE LA SOLUCION II
SERAN REALIZADAS CON TOPO (MAQUINA TUNELERA)

ESC. 200 100 0 100 200 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"

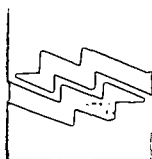
ALTERNATIVAS DE OBRAS COMPONENTES

OBRAS DE CAIDA

SOLUCIONES ALTERNATIVAS

HOJA DE

ELABORADO	A.N./L.E.	RECOMENDADO	—
DISEÑADO	C.V./P.I.A.	APROBADO	—
REVISADO	—	FECHA	MARZO 1992
FECHA	MARZO 1992	PLF	0209-C-2028



INECEL

REPUBLICA DEL ECUADOR

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

ANEXO P
ANALISIS GEOTECNICOS, HIDRAULICOS Y ESTRUCTURALES

BORRADOR

ESTUDIOS REALIZADOS POR INECEL Y LA ASOCIACION DE FIRMAS CONSULTORAS

ELECTROCONSULT - TRACCIONEL - RODIO
ASTEC - INELIN - INGECONSULT - CAMINOS Y CANALES

0209-B-166

FINANCIAMIENTO: INECEL - BID

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

ANEXO P

ANALISIS GEOTECNICOS, HIDRAULICOS Y ESTRUCTURALES

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 P del Estudio de Factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair.

En este informe, entre otros, están parcialmente incluidos los contenidos de los informes 0209-B-137 y 0209-B-139 de noviembre y octubre de 1991, respectivamente.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. OBRAS DE CAPTACION	2
2.1 Perfiles estratigráficos y características geotécnicas de las fundaciones	2
2.2 Capacidad de carga bajo las obras	5
2.3 Asentamiento de las obras	14
2.3.1 Suelos granulares	14
2.3.2 Suelos cohesivos	15
2.4 Análisis de filtración	22
2.5 Análisis de licuación de la fundación	23
2.5.1 Características de los sismos	23
2.5.2 Característica del colchón aluvial	27
2.5.3 Análisis de licuación	27
2.6 Control de nivel freático durante la construcción	31
2.7 Datos generales para el dimensionamiento hidráulico	33
2.7.1 Crecientes de diseño	33
2.7.2 Distribución de caudales entre canal de desvío y cauce del río	33
2.7.3 Datos principales de las obras	34
2.7.4 Niveles en el río aguas abajo de los vertederos	34
2.8 Diseño hidráulico de los vertederos	35
2.9 Diseño de los cuencos de disipación	36
2.9.1 Cuencos de los vertederos	36
2.9.2 Cuencos de las compuertas	37
2.10 Análisis de estabilidad	39
2.10.1 Casos analizados y descripción general	39
2.10.2 Criterios de estabilidad	43
2.10.3 Resultados de las verificaciones de estabilidad	46
3. DESARENADOR	50
3.1 Dimensionamiento hidráulico	50
3.2 Sistema de limpieza	51
3.2.1 Caudal de diseño	51
3.2.2 Dimensionamiento del túnel de limpieza en	

	la zona abajo de las cámaras	51
3.2.3	Túneles de limpieza entre el desarenador y el río	53
3.2.4	Operación de limpieza durante las crecidas (nivel del río aproximadamente mayor a 1.263,5 m	58
3.2.5	Operación de limpieza con niveles en el río entre 1.262,9 y 1.263,5 m	58
3.2.6	Operación de limpieza con nivel en el río mas bajo de 1.262,9 m	58
3.3	Dimensionamiento estructural	59
3.3.1	Descripción de la estructura	59
3.3.2	Alcance del análisis	59
3.3.3	Criterios de diseño	61
3.3.4	Métodos y tipos de análisis y diseño estructural	64
3.3.5	Análisis de los resultados	64
4.	PRESA DEL EMBALSE COMPENSADOR	68
4.1	Rasgos básicos del área de la presa	68
4.1.1	Características geotécnicas de los suelos superficiales	68
4.1.2	Características geomecánicas de las areniscas	68
4.1.3	Materiales para la construcción	69
4.2	Análisis de estabilidad de las presas en enrocado	70
4.2.1	Generalidades	70
4.2.2	Presa con núcleo central	76
4.2.3	Presa con pantalla en hormigón	81
4.3	Presa en hormigón compactado y rodillado	84
4.3.1	Análisis de estabilidad contra el deslizamiento y volcamiento	84
4.3.2	Análisis pseudoestático de esfuerzos y deformaciones	85
4.3.3	Análisis dinámico de esfuerzos y deformaciones	88
5.	CASA DE MAQUINAS	91
5.1	Alcance del análisis	91
5.2	Descripción de las estructuras	91
5.2.1	Bloque de unidades	91
5.2.2	Bloque de control y montaje	93
5.3	Criterios de diseño	93

5.3.1	Códigos y manuales de diseño	93
5.3.2	Materiales	94
5.3.3	Cargas de diseño	94
5.3.4	Estados de carga y combinaciones	95
5.4	Métodos y tipos de análisis y diseño estructural	95
5.5	Análisis de resultados	96
5.5.1	Resultados del análisis de losas	97
5.5.2	Resultados del análisis del pórtico del puente grúa	97
6.	PUENTES DE LOS CAMINOS	
6.1	Introducción	107
6.2	Descripción del tipo de estructura seleccionado	108
6.3	Consideraciones generales de diseño	109
6.4	Estudio del tractor-remolque	110
6.5	Diseño de los puentes permanentes	111
6.6	Diseño de los puentes temporales	111
6.6.1	Puente sobre el canal de desvío (sitio Salado)	111
6.6.2	Puente sobre el cauce principal (sitio Salado)	113
6.6.3	Puente en el sitio Galindo	113
CUADROS		
Cuadro 2/1	Deformación en Porcentaje del Total - vs Tiempo	17
Cuadro 2/2	Deformación en Porcentaje del Total - vs Tiempo	18
Cuadro 2/3	Deformación en Porcentaje del Total - vs Tiempo	19
Cuadro 2/4	Valores de (WCR) _{cr}	22
Cuadro 2/5	Sismo del 24 de Agosto de 1987 Datos Característicos	26
Cuadro 2/6	Sismo del 22 de Septiembre de 1987 Datos Característicos	26
Cuadro 2/7	Modelo Matemático Shake - Valores del Esfuerzo Cortante Cíclico en Relación a la Presión Vertical Efectiva	29
Cuadro 2/8	Sitio Salado Niveles en el río Aguas Abajo de los Vertederos	35

Cuadro 2/9	Sitio Salado Características Hidráulicas de los Vertederos	36
Cuadro 2/10	Vertedero Derecho - Margen Izquierda - Bloque sobre Depósitos Lacustres Análisis de Estabilidad Condiciones de Carga Analizadas y Resultados Obtenidos	47
Cuadro 2/11	Vertedero Derecho - Margen Derecha - Bloque sobre Aluvial Grueso Análisis de Estabilidad Condiciones de Carga Analizadas y Resultados Obtenidos	48
Cuadro 2/12	Vertedero Izquierdo - Bloque sobre Aluvial Grueso Análisis de Estabilidad Condiciones de Carga Analizadas y Resultados Obtenidos	49
Cuadro 3/1	Desarenador - Cotas Significativas de los Túneles de Limpieza	55
Cuadro 3/2	Sistema de Limpieza de los Desarenadores Niveles del río Coca a la Restitución (año 2003)	56
Cuadro 3/3	Desarenador - Túneles de Limpia - $Q = 6,4 \text{ m}^3/\text{s}$ Situación Hidráulica y Velocidad en el Última Sección	57
Cuadro 3/4	Desarenador - Túneles de Limpia - $Q = 20,0 \text{ m}^3/\text{s}$ Situación Hidráulica y Velocidad en el Última Sección	57
Cuadro 4/1	Presa con Núcleo Central - Fin de Construcción Geometría de Aguas Abajo - Factor de Seguridad y Coeficiente Sísmico Crítico	76
Cuadro 4/2	Presa con Núcleo Central - Fin de Construcción Geometría de Aguas Arriba - Factor de Seguridad y Coeficiente Sísmico Crítico	77
Cuadro 4/3	Presa con Núcleo Central - Fin de Construcción Valores del Factor de Seguridad en Función de la Resistencia al Corte del Núcleo	76
Cuadro 4/4	Presa con Núcleo Central - Filtración Constante Geometría de Aguas Abajo - Factor de Seguridad y Coeficiente Sísmico Crítico	79

Cuadro 4/5	Presa con Núcleo Central - Filtración Constante Geometría de Aguas Abajo - Factor de Seguridad en Función de la Resistencia al Corte del Núcleo	79
Cuadro 4/6	Presa con Núcleo Central - Vaciado Rápido Geometría de Aguas Arriba - Factor de Seguridad y Coeficiente Sísmico Crítico	80
Cuadro 4/7	Presa con Núcleo Central - Vaciado Rápido Geometría de Aguas Arriba - Factor de Seguridad en Función de la Resistencia al Corte del Núcleo	81
Cuadro 4/8	Presa con Pantalla - Fin de Construcción Geometría de Aguas Abajo - Factor de Seguridad y Coeficiente Sísmico Crítico	82
Cuadro 4/9	Presa con Pantalla - Fin de Construcción Geometría de Aguas Arriba - Factor de Seguridad y Coeficiente Sísmico Crítico	83
Cuadro 4/10	Presa con Pantalla - Fin de Construcción Valores del Factor de Seguridad en Función del Angulo de Fricción del Espaldón	83
Cuadro 4/11	Presa en Hormigón Compactado Rodillado Datos para los Cálculos de Estabilidad	85
Cuadro 4/12	Presa en HCR. Análisis de Estabilidad Condiciones de Carga Analizadas y Resultados Obtenidos	89
Cuadro 4/13	Presa en HCR. Estados de Esfuerzos en Condi- ciones Pseudoestáticas y Dinámicas	90
FIGURAS		
Figura 2/1	Sitio Salado - Ubicación de los Sondeos	3
Figura 2/2	Sitio Salado - Corte Estratigráfico Transversal de la Fundación del Vertedero Derecho	4
Figura 2/3	Sitio Salado - Corte Estratigráfico Longitudinal de la Fundación del Vertedero Derecho Margen Derecha	6
Figura 2/4	Sitio Salado - Corte Estratigráfico Longitudinal de la Fundación del Vertedero Derecho Margen Izquierda	7

Figura 2/5	Sitio Salado - Corte Estratigráfico Transversal de la Fundación del Vertedero Izquierdo	8
Figura 2/6	Sitio Salado - Corte Estratigráfico Longitudinal de la Fundación del Vertedero Izquierdo	9
Figura 2/7	Sitio Salado - Vertedero Derecho, Fundación sobre la Capa de Limo Arcilloso Curva de Capacidad de Carga Última en Función de la Cohesión	11
Figura 2/8	Sitio Salado - Vertedero Derecho, Fundación sobre Aluviales Gruesos Curva de Capacidad de Carga Última en Función del Angulo de Fricción	12
Figura 2/9	Sitio Salado - Vertedero Izquierdo, Fundación sobre los Aluviales Gruesos Curva de Capacidad de Carga Última en Función del Angulo de Fricción	13
Figura 2/10	Sitio Salado - Asentamientos de los Vertederos del Sitio Salado	16
Figura 2/11	Precarga para eliminar los Efectos de la Consolidación Primaria	21
Figura 2/12	Sitio Salado - Vertedero Derecho Desarrollo del Análisis de Filtración	24
Figura 2/13	Sitio Salado - Vertedero Izquierdo Desarrollo del Análisis de Filtración	25
Figura 2/14	Sitio Salado Estratigrafía, Velocidad de Onda S, Valores de las Aceleraciones Máximas Medidas Calculadas	28
Figura 2/15	Sitio Salado Relación entre Esfuerzo Cortante Cíclico y N1 (SPT) Normalizado - Seed (1975)	30
Figura 2/16	Sitio Salado Sifonamiento y Estabilidad del Fondo de la Excavación	32
Figura 2/17	Vertedero Derecho. Bloque sobre Lacustre Limoso. Esquema de Cargas	40
Figura 2/18	Vertedero Izquierdo sobre aluvial Grueso. Esquema de Cargas	41
Figura 3/1	Desarenador - Planta y Cortes	52

Figura 3/2	Perfil desde el Desarenador hasta el Canal de Desvío	54
Figura 3/3	Desarenador - Sección Transversal	60
Figura 3/4	Análisis Estructural del Desarenador Estados de Carga	63
Figura 3/5	Análisis Estructural del Desarenador Numeración de Nudos	64
Figura 3/6	Análisis Estructural del Desarenador Numeración de Elementos	65
Figura 4/1	Sitio Compensador Presa para el Embalse Compensador Alternativa con Núcleo. Sección Típica	71
Figura 4/2	Sitio Compensador Presa para el Embalse Compensador Alternativa con Pantalla. Sección Típica	72
Figura 4/3	Sitio Compensador Análisis de Estabilidad. Presa con Núcleo Central	74
Figura 4/4	Sitio Compensador Análisis de Estabilidad. Presa con Pantalla	75
Figura 4/5	Presa en HCR - Condiciones de Carga	84a
Figura 4/6	Presa en HCR - Discretización de elementos	86
Figura 4/7	Presa en HCR - Discretización de nudos	87
Figura 5/1	Casa de Máquinas - Geometría del Bloque de Unidades - Piso Principal	92
Figura 5/2	Casa de Máquinas - Geometría del Bloque de Unidades - Pórtico A - Diagrama de Momentos	98
Figura 5/3	Casa de Máquinas - Geometría del Bloque de Unidades - Pórtico A - Diagrama de Cortes	99
Figura 5/4	Casa de Máquinas - Geometría del Bloque de Unidades - Piso Principal - Distribución de Momentos en Dirección Transversal	100
Figura 5/5	Casa de Máquinas - Geometría del Bloque de Unidades - Piso Principal - Distribución de Momentos en Dirección Longitudinal	101
Figura 5/6	Geometría del Pórtico del Puente Grúa Numeración de Nudos y Elementos	103

Figura 5/7	Geometría del Pórtico del Puente Grúa Diagrama de Carga Axial	104
Figura 5/8	Geometría del Pórtico del Puente Grúa Diagrama de Momentos	105
Figura 5/9	Geometría del Pórtico del Puente Grúa Diagrama de Corte	106
Figura 6/1	Vehículo para Transporte del Equipo Pesado Cargas por Eje	112

APÉNDICES

Apéndice A	Análisis Hidráulicos de los Vertederos de la Captación
Apéndice B	Análisis de Estabilidad de los Vertederos de la Captación
Apéndice C	Análisis Hidráulicos y Estructurales del Desarenador
Apéndice D	Presa en HCR del Embalse Compensador
Apéndice E	Casa de Máquinas

PLANOS

0209-C-2040	Captación Salado Manejo del Río durante la Construcción Primera y Segunda Etapa
0209-C-2041	Casa de Máquinas Piso Principal y de Transformadores Planta y Cortes
0209-C-2042	Camino de Acceso Puentes Temporales sitios "Salado" y "Galindo" Planta y Cortes
0209-C-2043	Camino de Acceso Fuente Definitivo sitio Codo Sinclair Planta y Cortes

1. INTRODUCCION

Este anexo describe los criterios de diseño y los cálculos más significativos sea geotécnicos que hidráulicos y estructurales de las principales obras componentes el Proyecto Coca Codo-Sinclair. No hacen parte del presente anexo los cálculos que se refieren a las obras subterráneas y que son incluidos en el Anexo O del Informe General.

El contenido del anexo está relacionado a los puntos siguientes:

- obras de captación: análisis geotécnicos, dimensionamiento y análisis hidráulicos, análisis estructurales;
- desarenador: dimensionamiento y análisis hidráulicos, análisis estructurales;
- presas del embalse compensador: análisis geotécnicos de las presas en material suelto y análisis estructurales de la alternativa en hormigón compactado con rodillo;
- casa de máquinas: análisis estructurales del bloque de unidades y del bloque de control y montaje;
- caminos de acceso: análisis estructurales de los puentes principales.

Otros cálculos considerados de menor importancia hacen parte de las memorias de cálculo que integran la documentación oficial del estudio de factibilidad.

2. OBRAS DE CAPTACION

En este capítulo, después de una rápida ilustración de los perfiles estratigráficos y de las características geotécnicas del sitio Salado, se describen los cálculos geotécnicos ejecutados para las obras de cierre (vertederos izquierdo y derecho).

El capítulo se completa con el dimensionamiento hidráulico final de los vertederos y cuencos disipadores y con el análisis de estabilidad al deslizamiento de las estructuras de cierre, así como con cálculos estructurales de los puentes arriba de los vertederos.

2.1 Perfiles estratigráficos y características geotécnicas de las fundaciones

Todas las informaciones geotécnicas realizadas para el sitio Salado constan en el Anexo I "Mecánica de Suelos" del Informe General, en el que se presentan las conclusiones de los estudios e investigaciones realizados y las características geotécnicas de las fundaciones y de los estribos de las estructuras de cierre.

En particular para definir la estratigrafía a lo largo de las obras se realizó una interpolación entre los cortes estratigráficos definidos en la Fase A, cuya ubicación se presenta en la Figura 2/1, y verificados con los resultados obtenidos en la Fase B.

A continuación se describe rápidamente la estratigrafía y se muestran los perfiles esquemáticos con respecto a las fundaciones del vertedero derecho e izquierdo.

a. Vertedero Derecho

La Figura 2/2 muestra un perfil esquemático en el sentido transversal de la fundación del vertedero derecho reconstruido en base a los datos obtenidos con los 4 sondeos inclinados ejecutados en la Fase B del estudio: un primer sondeo SS3, ubicado en el estribo izquierdo e inclinado 45°; dos sondeos SS1 y SS2 ubicados en la margen derecha, unos 50 m aguas arriba del sondeo SS3, e inclinados respectivamente 50° y 35°; un cuarto sondeo SS4 está ubicado siempre en la margen derecha, unos 180 m aguas arriba e inclinado 45°.

Figura 2/1

SITIO SALADO - UBICACION DE LOS SONDEOS

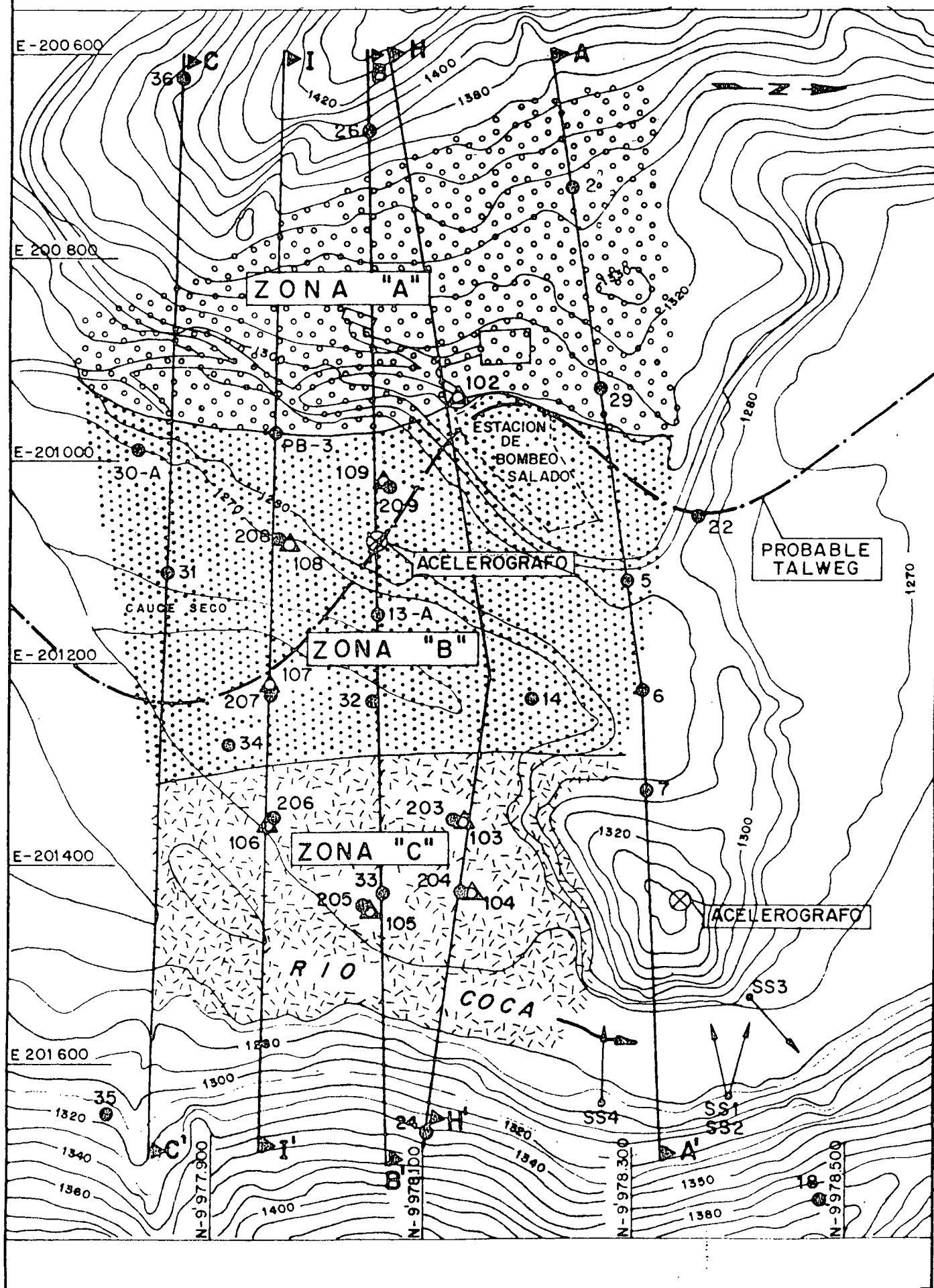
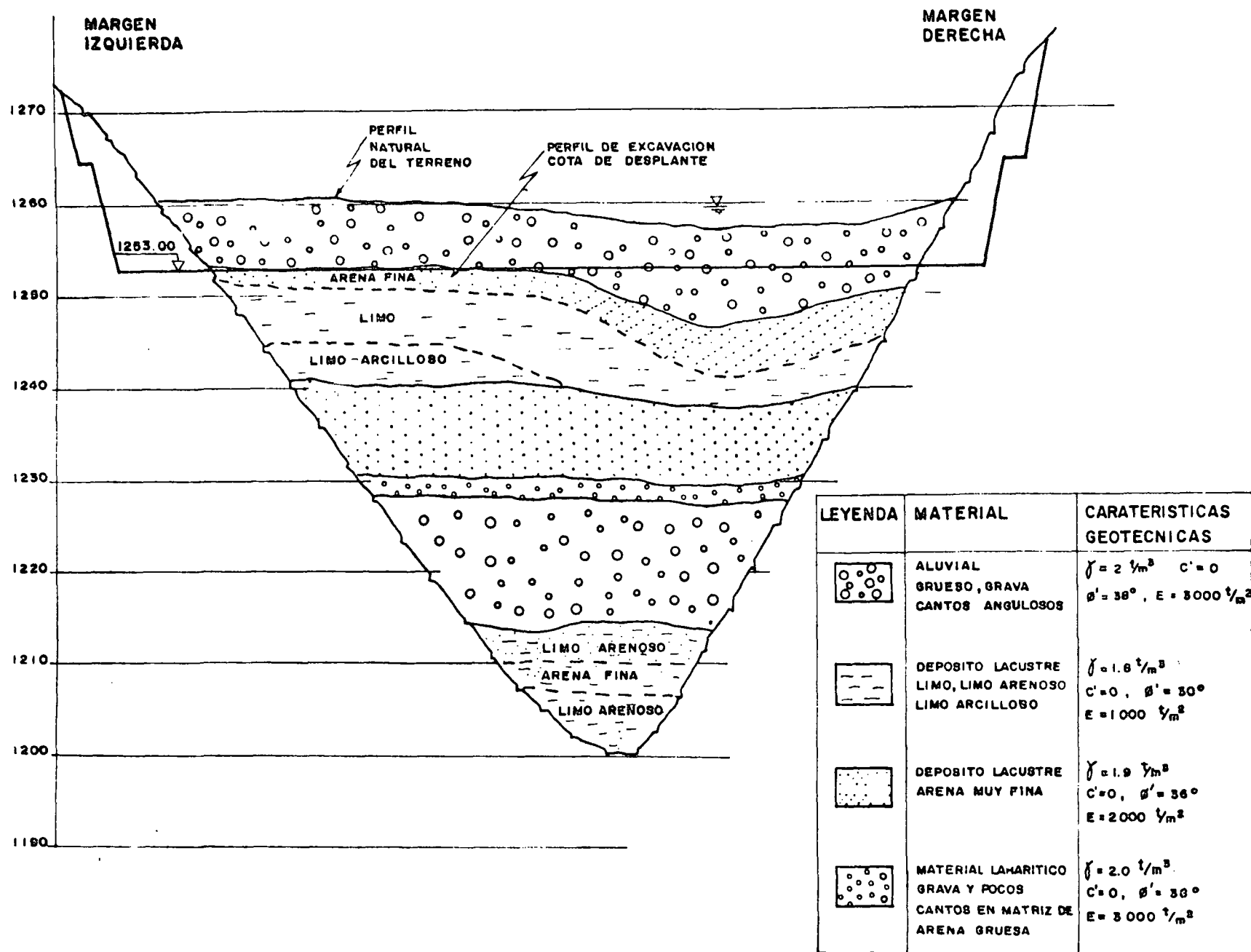


Figura 2/2

SITIO SALADO
CORTE ESTRATIGRAFICO TRANSVERSAL DE LA FUNDACION DEL VERTEDERO
DERECHO



El sondeo SS3 encontró unas capas limosas de unos 10 m de espesor casi inmediatamente por debajo de la cota de desplante de la fundación, en cambio los sondeos SS1, SS2 y SS4 encontraron una primera capa de lahares gruesos que se ubica entre las cotas 1.264 y 1.255 y una segunda capa de arenas medianas a finas con limo en porcentajes modestos.

En la margen derecha prácticamente no se ha encontrado la capa de limo arcillo-arenoso. La misma Figura 2/2 muestra la extensión en la margen izquierda de las capas de limos.

En las Figuras 2/3 y 2/4 se presentan las secciones estratigráficas esquemáticas en el sentido longitudinal de la cimentación del vertedero derecho, para la parte derecha e izquierda del valle.

b. Vertedero Izquierdo

Las Figuras 2/5 y 2/6 presentan respectivamente los perfiles estratigráficos transversal y longitudinal de la cimentación del vertedero.

La porción de la fundación de interés primario está constituida por "una capa continua de cantos rodados, grava y arena" (estratos 4 y 6) y por una capa continua de "limo gris verdoso micáceo, duro" (Nspt >50) de espesor variable entre 3 y 6 m (véase Anexo I "Mecánica de Suelos" del Informe General). Todos los materiales de la fundación del vertedero izquierdo son sobreconsolidados, por evidencias geomorfológicas.

2.2 Capacidad de carga bajo las obras

La capacidad de carga última de un suelo bajo una carga de cimentación depende principalmente de la resistencia al corte. La capacidad admisible o de trabajo para diseño, tiene que tomar en consideración la resistencia al corte y las características de deformación.

La mayoría de las teorías de capacidad de carga generalmente usadas se basan en la teoría de la plasticidad. De éstas, las de Hansen (1970) parecen ser las más utilizadas debido a que incluyen factores de forma y profundidad de manera más racional que otras propuestas.

Entonces, para calcular la capacidad de carga última se usó la mencionada ecuación de Hansen:

$$q_{ult} = c N_c s_c d_c + \gamma D N_q s_q d_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

donde:

D = profundidad de la cimentación

B = ancho de la cimentación (la menor dimensión)

Figura 2/3

SITIO SALADO
CORTE ESTRATIGRAFICO LONGITUDINAL DE LA FUNDACION DEL VERTEDERO
DERECHO - MARGEN DERECHA

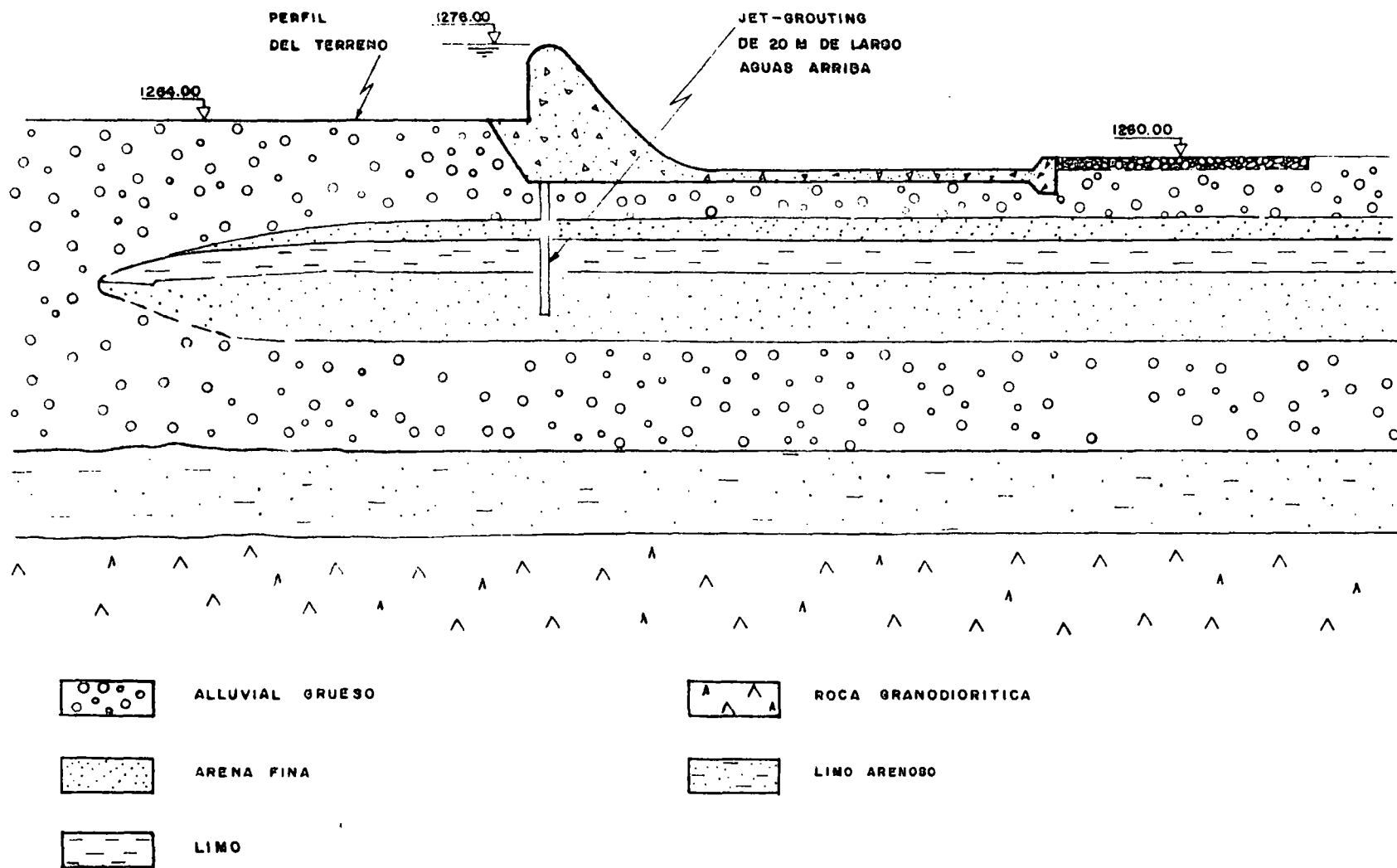


Figura 2/4

SITIO SALADO
CORTE ESTRATIGRAFICO LONGITUDINAL DE LA FUNDACION DEL VERTEDERO
DERECHO. MARGEN IZQUIERDA

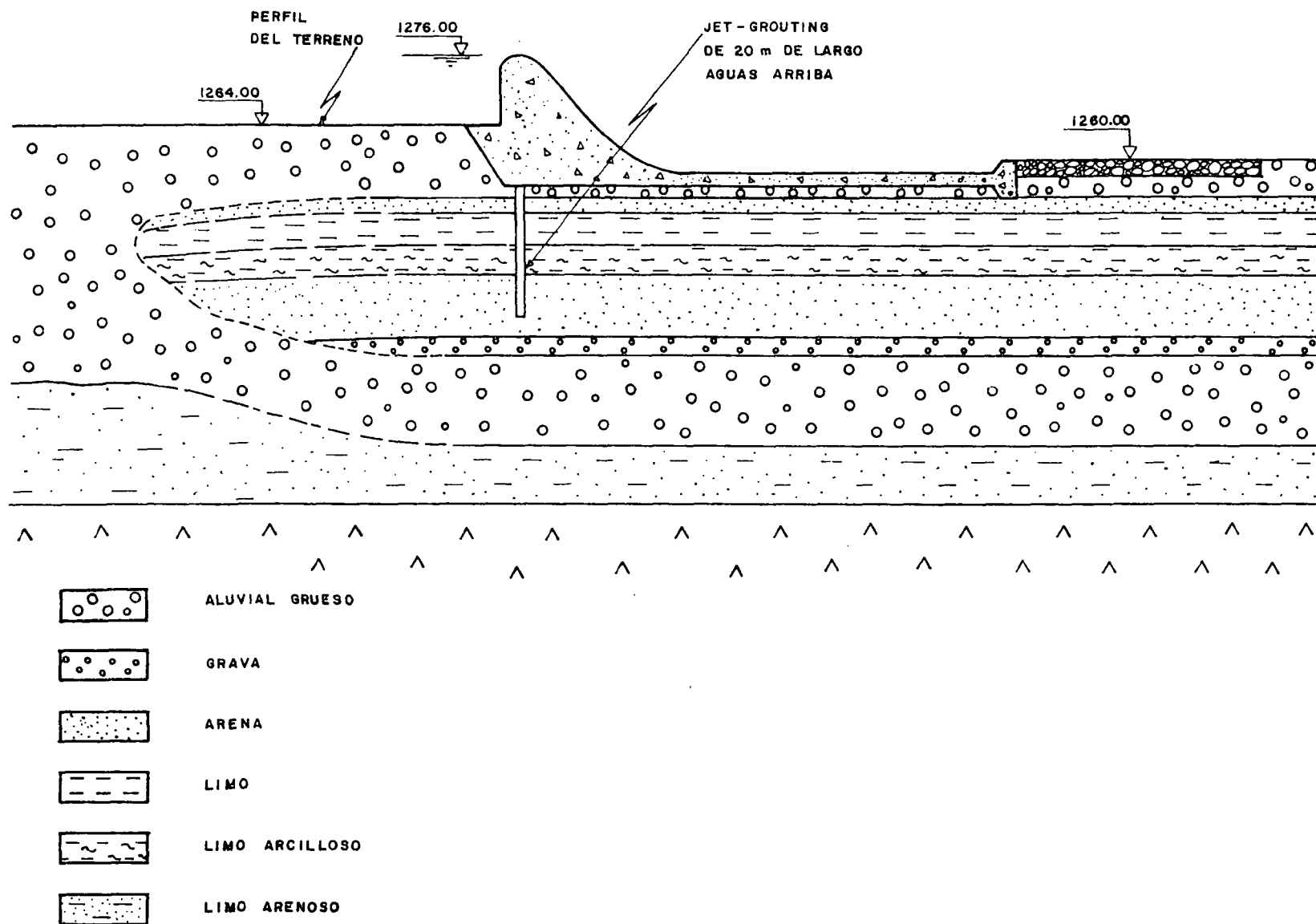
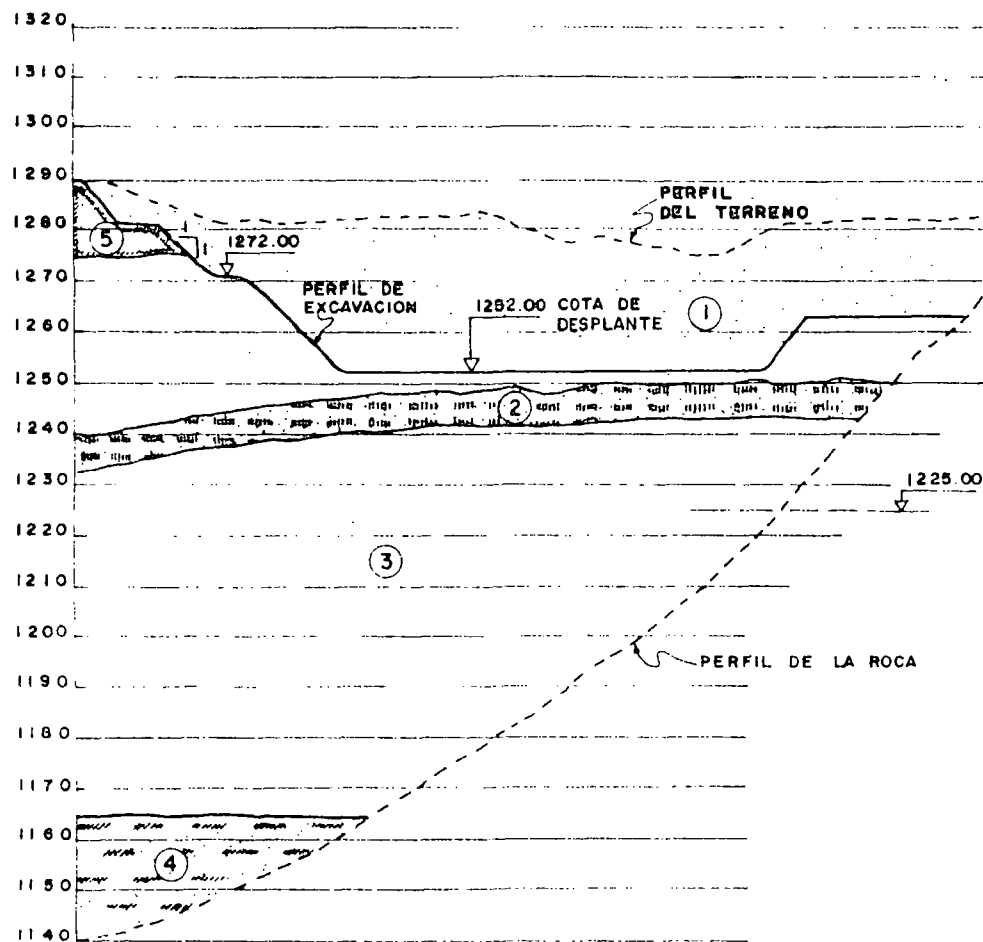


Figura 2/5

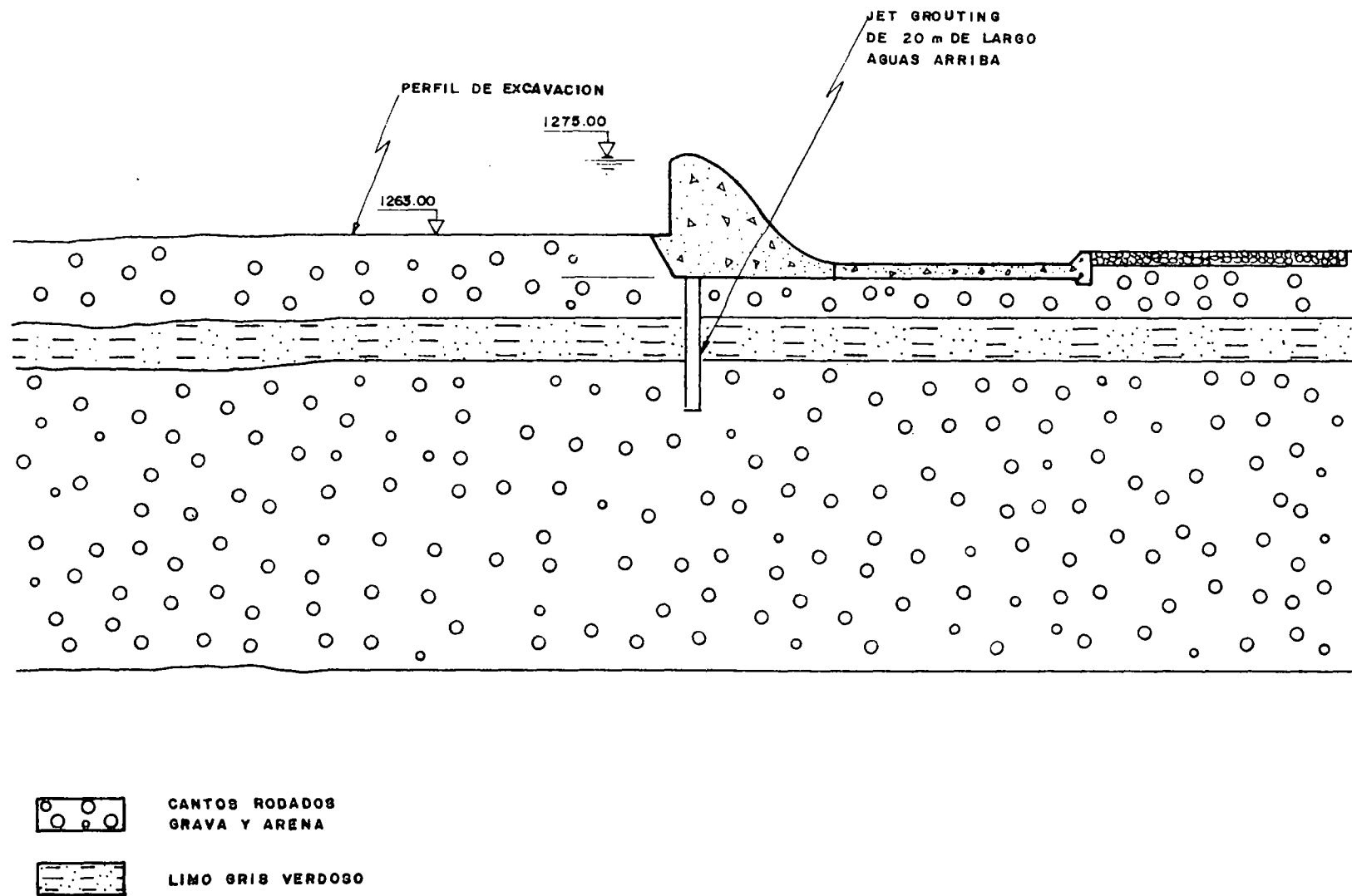
SITIO SALADO
CORTE ESTRATIGRAFICO TRANSVERSAL DE LA FUNDACION DEL VERTEDERO
IZQUIERDO



LEYENDA	MATERIAL	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
①	CANTOS RODADOS GRAVA Y ARENA	$\gamma = 2 \text{ t/m}^3$, $C' = 0$, $\phi' = 38^\circ$ $E = 3000 \text{ t/m}^2$, $K = 2.7 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$
②	LIMO GRIS VERDOSO	$\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$, $C_u = 10 \text{ t/m}^2$ $\phi_u = 0$, $C' = 0$, $\phi' = 32^\circ$ $E = 2500 \text{ t/m}^2$, $K = 10^{-7} \text{ cm/s}$
③	MEZCLA DE CANTOS RODADOS, GRAVAS Y ARENAS, CON ALGUNOS BLOQUES INCLUIDOS	$\gamma = 2.1 \text{ t/m}^3$, $C' = 0$, $\phi' = 40^\circ$, $E = 10.000 \text{ t/m}^2$ $K = 5 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$
④	ARENA FINA GRIS Y LIMO CON INTERCALACIONES DE GRAVA	$\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$, $C_u = 20 \text{ t/m}^2$ $\phi_u = 0$, $C' = 5 \text{ t/m}^2$, $\phi' = 34^\circ$ $E = 6.000 \text{ t/m}^2$, $K = 10^{-7} \text{ cm/s}$
⑤	LIMO ARCILLO-ARENOSO, CON INTERCALACION DE ESTRATOS DE ARENA FINA	$\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$, $C_u = 10 \text{ t/m}^2$ $\phi_u = 0$, $C' = 1 \text{ t/m}^2$, $\phi' = 32^\circ$ $E = 4000 \text{ t/m}^2$, $K = 10^{-7} \text{ cm/s}$

Figura 2/6

SITIO SALADO
CORTE ESTRATIGRAFICO LONGITUDINAL DE LA FUNDACION DEL VERTEDERO
IZQUIERDO



Γ = peso unitario efectivo del suelo
 N_i = factores de capacidad de carga:
 $N_q = \tan(45 + \phi/2) \exp(\pi \tan \phi)$
 $N_c = (N_q - 1) \cot \phi$
 $N_f = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi$

y los factores de forma y de profundidad son aproximadamente

$s_c = 1 + 0,2 B/L$
 $d_c = 1 + 0,4 D/B \leq 1,2$
 $s_q = 1 + B/L \tan \phi$
 $d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 D/B$
 $s_f = 1 - 0,4 B/L$
 $d_f = 1,00$

En todos los casos la capacidad de carga permisible se determina a partir del último valor, con un factor de seguridad F , es decir:

$$q_a = q_{ult}/F$$

donde $F = 3$

Cabe anotar que para la geometría de las obras (vertederos más cuencos disipadores) y con respecto a la cota de cimentación se tiene solamente una sobrecarga en la parte de aguas arriba; esta sobrecarga no se ha considerado para evaluar la capacidad de carga.

Paralelamente se consideró el efecto de la componente horizontal debido al empuje hidrostático tras el vertedero que produce el siguiente factor de corrección:

$$i = (1 - H/N)^{m+1} = 0,97$$

donde N es la fuerza vertical, H la fuerza horizontal y

$$m = (2+B/L)/(1+B/L)$$

Usando la ecuación de Hansen se ha calculado la capacidad de carga para el vertedero derecho (dos casos: bloques sobre la capa de limo arcilloso y bloques sobre los aluviales gruesos) y para el vertedero izquierdo.

Las Figuras 2/7, 2/8 y 2/9 muestran las curvas de capacidad de carga última en función de la cohesión sin drenar c_u y del ángulo de fricción ϕ .

Debe notarse que para bloques sobre los aluviales gruesos se obtienen valores de capacidad de carga muy elevados.

Figura 2/7

SITIO SALADO

VERTEDERO DERECHO, FUNDACION SOBRE LA CAPA DE LIMO ARCILLOSO. CURVA DE CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA EN FUNCION DE LA COHESION

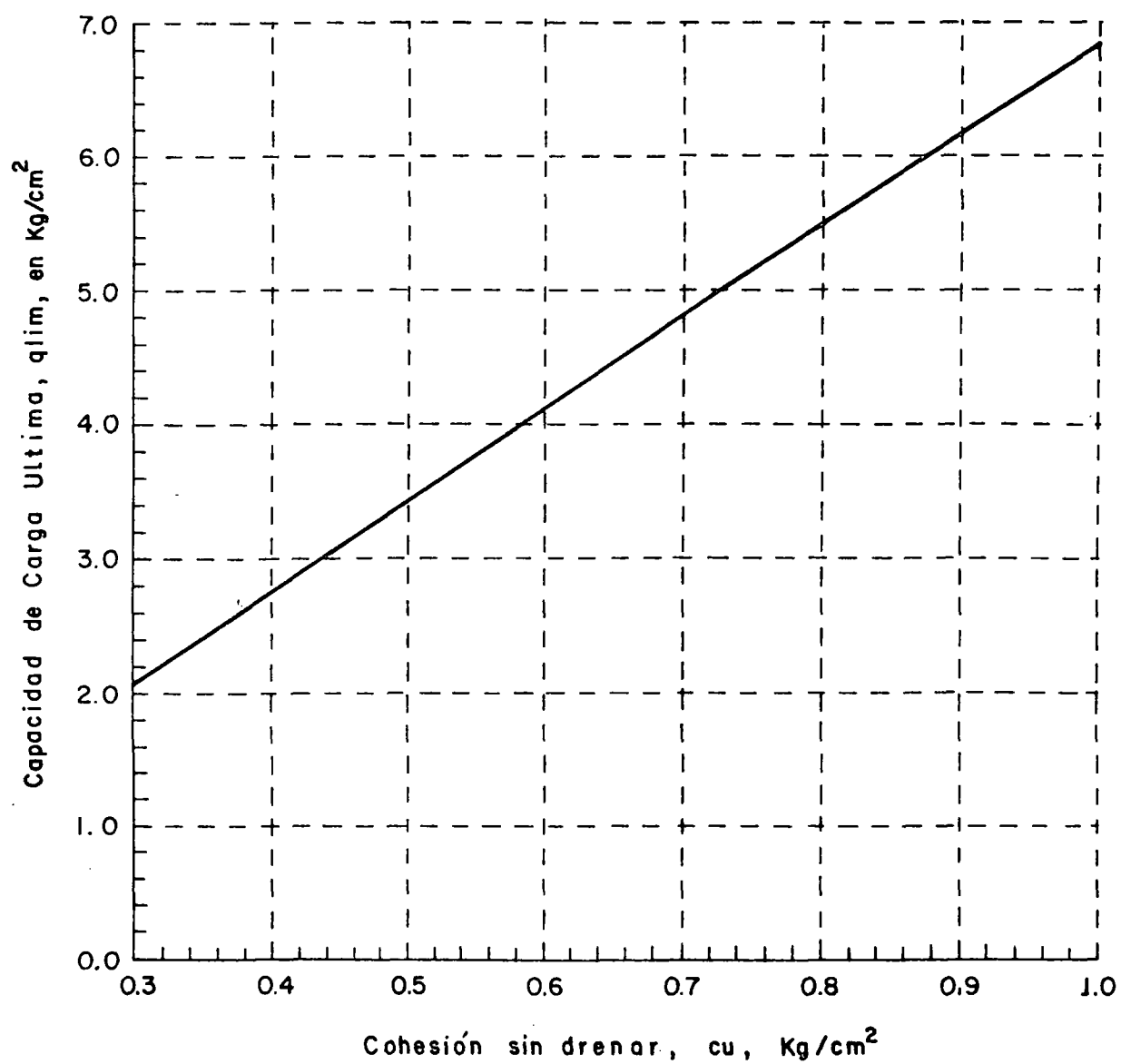


Figura 2/8

SITIO SALADO

VERTEDERO DERECHO. FUNDACION SOBRE ALUVIALES GRUESOS. CURVA DE CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA EN FUNCION DEL ANGULO DE FRICCION

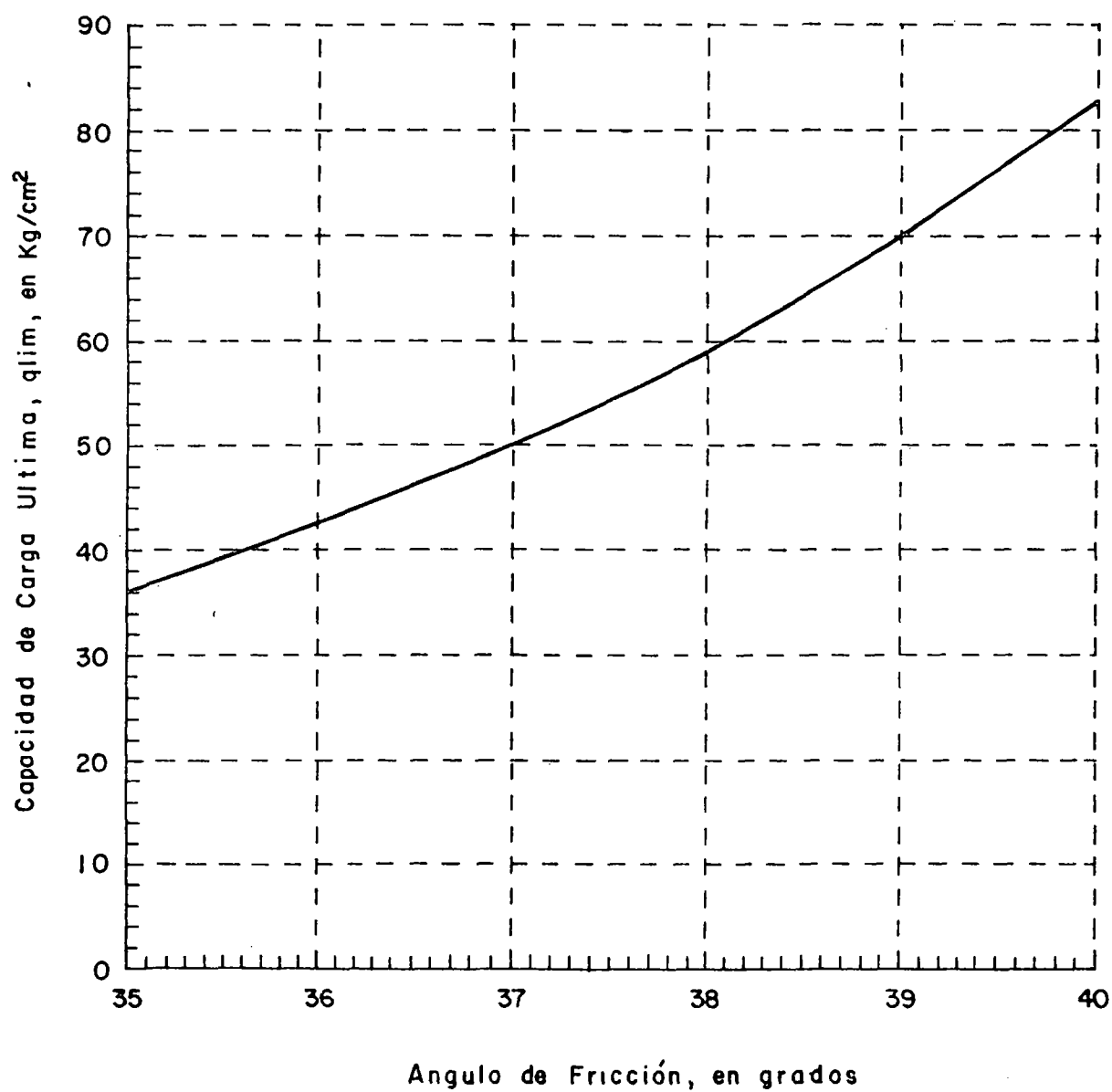
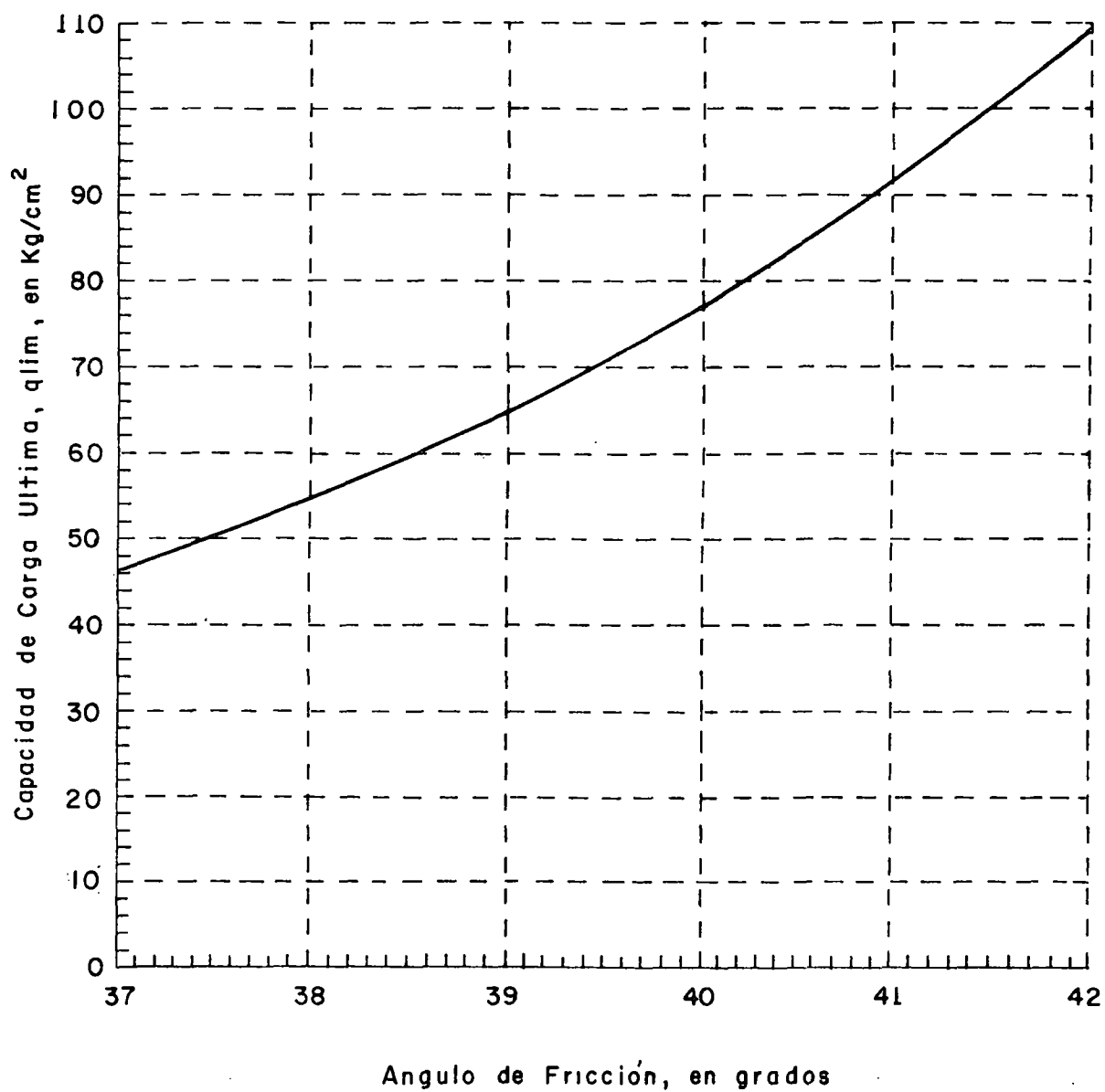


Figura 2/9

SITIO SALADO

VERTEDERO IZQUIERDO. FUNDACION SOBRE LOS ALUVIALES GRUESOS.

CURVA DE CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA EN FUNCION DEL ANGULO DE FRICCION



Para bloques sobre la capa de limo arcilloso la relación aproximadamente lineal entre la resistencia al corte sin drenar c_u y la presión efectiva de consolidación σ'_{v0} para suelos cohesivos normalmente consolidados, puede expresarse aproximadamente como sigue:

$$c_u/\sigma'_{v0} = 0,11 + 0,0037 I_p$$

entonces:

$$\begin{aligned}\sigma'_{v0} &= 1,98 \text{ kg/cm}^2 \\ I_p &= 25 \text{ (índice de plasticidad)} \\ c_u &= 0,4 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

de la Figura 2/7 se obtiene:

$$q_{lim} = 2,9 \text{ kg/cm}^2$$

Igualmente debe notarse que si el suelo se remueve permanentemente, el incremento neto de presión es de interés particular. El incremento de presión neta es:

$$\begin{aligned}q_{neto} &= q_{cargas} + q_{peso \text{ de la losa de fundación}} - q_{suelo \text{ excavado}} \\ &= 1 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Entonces por bloques sobre la capa de limo arcilloso el factor de seguridad es:

$$F = q_{lim}/q_{neto} = 2,9/1 = 2,9$$

2.3 Asentamiento de las obras

Las cargas aplicadas a la fundación de los vertederos originan un incremento en las presiones existentes y producen asentamientos en función de las características geotécnicas de las cimentaciones.

2.3.1 Suelos granulares Para los suelos de la fundación de la margen derecha del vertedero derecho y la fundación del vertedero izquierdo, siendo suelos gruesos y sin cohesión, los asentamientos serán elásticos y por tanto bastante rápidos (a corto plazo).

Entonces en estos casos los asentamientos han sido calculados con la siguiente relación:

$$\Delta H = \sum 1/E_i [\Delta \sigma_z - \mu (\Delta \sigma_x - \Delta \sigma_y)] H_i$$

en donde:

$$\begin{aligned}E_i &= \text{módulo de esfuerzo-deformación del } i\text{-ésimo estrato} \\ \Delta \sigma_z &= \text{incremento de los esfuerzos verticales} \\ \Delta \sigma_x, \Delta \sigma_y &= \text{incremento de los esfuerzos horizontales} \\ H_i &= \text{espesor de la } i\text{-ésima capa} \\ \mu &= \text{relación de Poisson}\end{aligned}$$

2.3.2 Suelos cohesivos Los valores de los asentamientos así obtenidos para el vertedero izquierdo y para la margen derecha del vertedero derecho, se inician en la Figura 2/10, en función de la presión neta ($0,5 \div 3 \text{ kg/m}^2$) a las cotas de cimentación de las obras.

Para la capa en la margen izquierda de la fundación del vertedero derecho formado por arcilla limosa y limo arcilloso, dos muestras indisturbadas fueron tomadas para realizar ensayos de compresión edométrica.

Los ensayos han mostrado las características normalmente consolidadas (NC) de los limos. Además los resultados de los ensayos de consolidación son los siguientes:

Muestra 1 - Sondeo SS3 - profundidad 30,9 - 31,5 m

Índice de recompresión	$cr = 0,042$
Índice de compresión	$cc = 0,206$
Coefficiente de consolidación	$cv = 6,2 * 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$

Muestra 2 - Sondeo SS3 - profundidad 33,5 - 34,5 m

Índice de recompresión	$cr = 0,070$
Índice de compresión	$cc = 0,243$
Coefficiente de consolidación	$cv = 1,58 * 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$

El asentamiento del nivel de limo arcilloso o arcilla limosa cuyo espesor es cercano a los 5 m se obtiene con la siguiente expresión:

$$dH = \frac{cc H}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

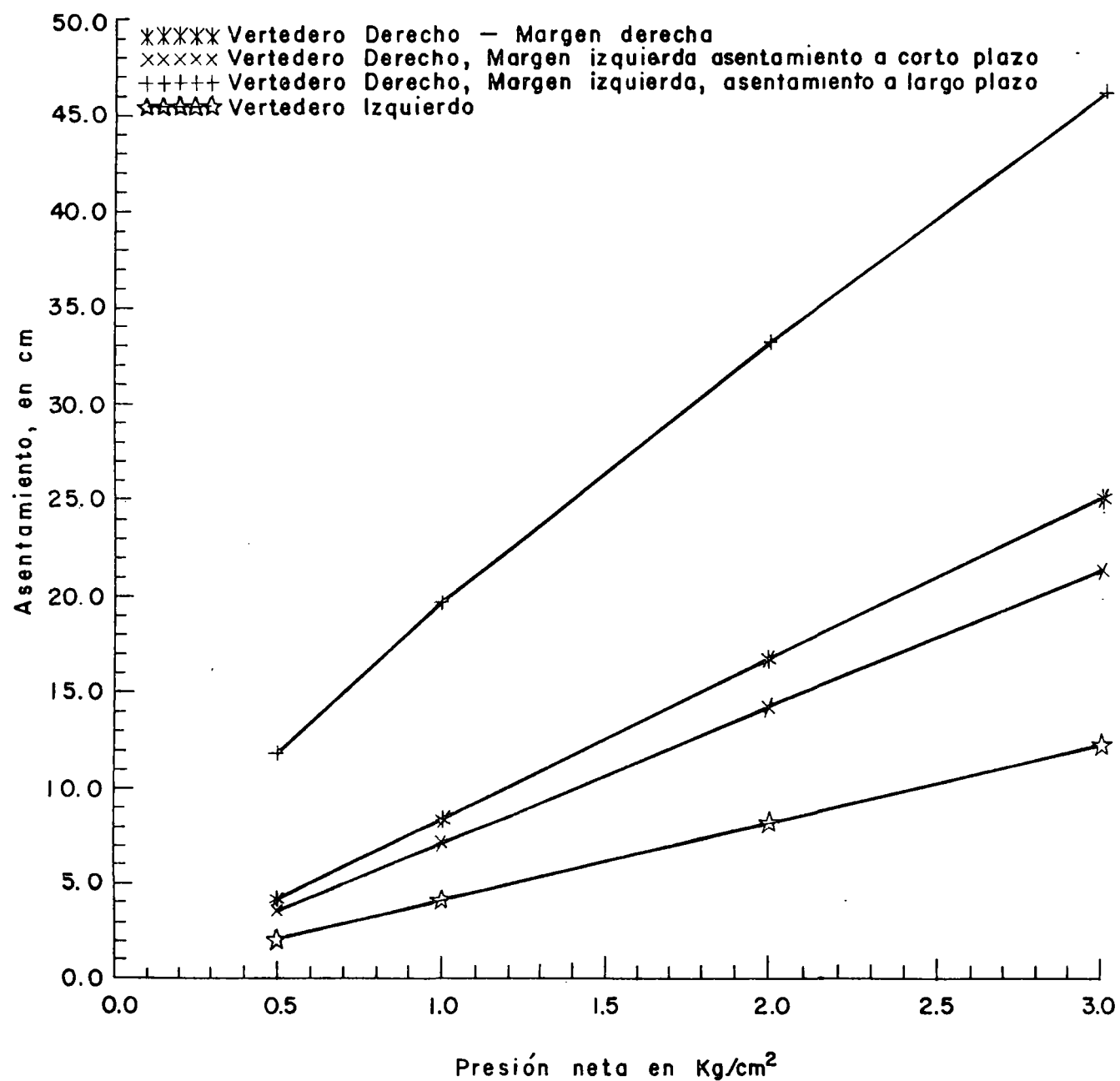
- H = espesor de la capa de limo arcilloso o arcilla limosa
 σ'_{v0} = presión in situ
 $\Delta\sigma_v$ = incremento de los esfuerzos verticales
 e_0 = relación de vacíos inicial

En la Figura 2/10 ya mencionada anteriormente, se muestran también los valores de asentamientos de las fundaciones de la margen izquierda del vertedero derecho sea corto o largo plazo.

Figura 2/10

SITIO SALADO

ASENTAMIENTOS DE LOS VERTEDEROS DEL SITIO SALADO



En los Cuadros 2/1, 2/2 y 2/3 se indica la distribución de deformaciones en función del tiempo, para la capa formada por arcilla limosa y limo arcilloso, para dos valores de c_v , calculados con los datos de laboratorio:

$$c_v = 0,0054 \text{ m}^2/\text{día}; c_v = 0,0137 \text{ m}^2/\text{día}$$

y para un valor promedio:

$$c_v = 0,0095 \text{ m}^2/\text{día}$$

Cuadro 2/1

DEFORMACION EN PORCENTAJE DEL TOTAL - VS. TIEMPO
Con $C_v = 0,0054 \text{ m}^2/\text{día}$ (MUESTRA 1 SONDEO SS3)

Tiempo (días)	Porcentaje de la deformación total						Deformación promedio en porcentaje del total
	Elevación 1246.5	1245.5	1244.5	1243.5	1242.5	1241.5	
0.	100.000	.000	.000	.000	.000	.000	
20.	100.000	28.454	4.835	.557	.047	.006	22.32
40.	100.000	43.048	12.950	2.886	.507	.139	26.59
60.	100.000	51.701	20.447	6.347	1.642	.656	30.13
80.	100.000	57.435	26.729	10.200	3.406	1.714	33.25
100.	100.000	61.551	31.921	14.053	5.645	3.317	36.08
120.	100.000	64.685	36.258	17.747	8.207	5.379	38.71
140.	100.000	67.178	39.946	21.235	10.970	7.786	41.19
160.	100.000	69.231	43.144	24.518	13.842	10.428	43.53
180.	100.000	70.972	45.967	27.611	16.759	13.215	45.75
200.	100.000	72.484	48.501	30.536	19.676	16.076	47.88
220.	100.000	73.823	50.809	33.309	22.560	18.959	49.91
240.	100.000	75.031	52.735	35.948	25.391	21.828	51.86
260.	100.000	76.135	54.913	38.464	28.154	24.655	53.72
280.	100.000	77.155	56.767	40.868	30.841	27.424	55.51
300.	100.000	78.107	58.515	43.169	33.445	30.123	57.23
320.	100.000	79.002	60.172	45.373	35.965	32.743	58.88
340.	100.000	79.847	61.747	47.487	38.399	35.281	60.46
360.	100.000	80.649	63.250	49.516	40.746	37.735	61.98
380.	100.000	81.412	64.685	51.464	43.010	40.104	63.45
400.	100.000	82.140	66.059	53.335	45.190	42.389	64.85
600.	100.000	87.958	77.095	68.476	62.943	61.037	76.25
800.	100.000	91.863	84.523	78.698	74.958	73.669	83.95
1000.	100.000	94.502	89.542	85.605	83.078	82.207	89.16
1200.	100.000	96.284	92.933	90.273	88.565	87.976	92.67
1400.	100.000	97.489	95.224	93.427	92.273	91.875	95.05
1600.	100.000	98.303	96.773	95.558	94.778	94.510	96.65

Cuadro 2/2

DEFORMACION EN PORCENTAJE DEL TOTAL - VS. TIEMPO
 Con $C_v = 0,0137 \text{ m}^2/\text{día}$ (MUESTRA 2 SONDEO SS3)

Tiempo (días)	Porcentaje de la deformación total						Deformación promedio en porcentaje del total
	Elevación 1246.5	1245.5	1244.5	1243.5	1242.5	1241.5	
0.	100.000	.000	.000	.000	.000	.000	
10.	100.000	34.303	7.170	.984	.093	.012	23.76
20.	100.000	49.087	17.720	4.815	1.033	.336	28.83
30.	100.000	57.208	26.331	9.810	3.127	1.493	32.99
40.	100.000	62.427	33.019	14.846	6.074	3.603	36.66
50.	100.000	66.132	38.319	19.574	9.530	6.471	40.00
60.	100.000	68.952	42.660	23.938	13.245	9.835	43.11
70.	100.000	71.213	46.335	27.972	17.053	13.474	46.01
80.	100.000	73.101	49.535	31.722	20.853	17.227	48.74
90.	100.000	74.732	52.387	35.228	24.579	20.987	51.32
100.	100.000	76.178	54.977	38.522	28.195	24.687	53.76
110.	100.000	77.484	57.359	41.627	31.679	28.284	56.07
120.	100.000	78.683	59.572	44.561	35.021	31.755	58.27
130.	100.000	79.794	61.643	47.338	38.217	35.088	60.35
140.	100.000	80.832	63.590	49.970	41.268	38.278	62.32
150.	100.000	81.806	65.426	52.467	44.174	41.322	64.20
160.	100.000	82.725	67.162	54.837	46.942	44.225	65.98
170.	100.000	83.593	68.806	57.088	49.575	46.989	67.68
270.	100.000	90.162	81.287	74.243	69.722	68.164	80.60
370.	100.000	94.094	88.766	84.538	81.824	80.888	88.35
470.	100.000	96.455	93.256	90.718	89.089	88.527	93.01
570.	100.000	97.872	95.952	94.428	93.450	93.113	95.80
670.	100.000	98.722	97.570	96.655	96.068	95.865	97.48
770.	100.000	99.233	98.541	97.992	97.639	97.518	98.49

Cuadro 2/3

DEFORMACION EN PORCENTAJE DEL TOTAL -- VS. TIEMPO
 Con CV = 0,0095 m²/día (VALOR PROMEDIO)

Tiempo (días)	Porcentaje de la deformación total						Deformación promedio en porcentaje del total
	Elevación 1246.5	1245.5	1244.5	1243.5	1242.5	1241.5	
0.	100.000	.000	.000	.000	.000	.000	
10.	100.000	26.700	4.020	.385	.025	.002	21.86
20.	100.000	40.994	11.347	2.251	.339	.078	25.83
30.	100.000	49.687	18.391	5.210	1.193	.419	29.15
40.	100.000	55.529	24.445	8.636	2.594	1.181	32.06
50.	100.000	59.756	29.534	12.151	4.440	2.404	34.71
60.	100.000	62.987	33.829	15.575	6.610	4.048	37.17
70.	100.000	65.560	37.500	18.843	8.998	6.031	39.49
80.	100.000	67.677	40.688	21.938	11.524	8.268	41.68
90.	100.000	69.466	43.500	24.866	14.126	10.679	43.77
100.	100.000	71.013	46.019	27.642	16.759	13.201	45.77
110.	100.000	72.376	48.305	30.281	19.391	15.783	47.69
120.	100.000	73.597	50.404	32.796	21.998	18.385	49.53
130.	100.000	74.707	52.351	35.199	24.564	20.979	51.30
140.	100.000	75.727	54.171	37.500	27.077	23.544	53.00
150.	100.000	76.675	55.885	39.708	29.529	26.066	54.64
160.	100.000	77.562	57.506	41.829	31.917	28.534	56.22
170.	100.000	78.398	59.048	43.869	34.237	30.942	57.75
180.	100.000	79.190	60.519	45.832	36.487	33.284	59.22
190.	100.000	79.943	61.925	47.723	38.667	35.589	60.64
200.	100.000	80.662	63.274	49.545	40.777	37.766	62.00
210.	100.000	81.351	64.568	51.302	42.819	39.903	63.32
220.	100.000	82.010	65.812	52.996	44.793	41.972	64.60
230.	100.000	82.644	67.009	54.630	46.701	43.973	65.83
240.	100.000	83.253	68.161	56.206	48.544	45.907	67.01
250.	100.000	83.839	69.272	57.727	50.325	47.777	68.16
260.	100.000	84.403	70.342	59.195	52.046	49.584	69.26
270.	100.000	84.947	71.374	60.611	53.707	51.329	70.33
280.	100.000	85.471	72.370	61.978	55.311	53.015	71.36
290.	100.000	85.977	73.330	63.298	56.860	54.642	72.35
300.	100.000	86.464	74.256	64.571	58.356	56.214	73.31
400.	100.000	90.493	81.916	75.110	70.740	69.235	81.25
500.	100.000	93.321	87.295	82.513	79.443	78.385	86.83
600.	100.000	95.307	91.074	87.714	85.557	84.814	90.74
700.	100.000	96.703	93.729	91.368	89.853	89.331	93.50
800.	100.000	97.684	95.594	93.936	92.871	92.504	95.43
900.	100.000	98.373	96.905	95.739	94.991	94.734	96.79
1000.	100.000	98.857	97.825	97.007	96.481	96.300	97.74
1100.	100.000	99.197	98.472	97.897	97.528	97.401	98.42
1200.	100.000	99.436	98.927	98.523	98.263	98.174	98.89

Haciendo referencia al valor promedio de c_v , el tiempo que tomará el asentamiento por consolidación para que ocurra el 50% y el 90% de la deformación total será respectivamente de 120 y de 600 días.

Para una presión neta de 1 kg/cm^2 que es aproximadamente la presión que el vertedero derecho transmitirá al suelo se tendrá un asentamiento de consolidación total del orden de 13 cm, el 50% del cual, esto es 6.5 cm, se producirá en 120 días y el asentamiento restante ocurrirá de la siguiente manera:

60% de consolidación = 7,8 cm, después de 190 días

70% de consolidación = 9,1 cm, después de 270 días

80% de consolidación = 10,4 cm, después de 400 días

90% de consolidación = 11,7 cm, después de 600 días

Se tendrá por tanto un asentamiento diferencial entre los bloques cuya cimentación se apoya sobre el estrato de limos arcillosos y aquellos que no se apoyan en este suelo.

Para eliminar estos asentamientos diferenciales se debe realizar una etapa de precarga, que se extenderá a toda la superficie de la fundación, por la heterogeneidad encontrada en los sondeos.

A fines de diseño de la precarga se utilizaron los datos geotécnicos obtenidos de los sondeos y de las pruebas edométricas, los que han permitido determinar la historia del estado tensional y las características de compresibilidad y consolidación del limo.

Con referencia al estudio de Johnson (1990), para la fundación del vertedero derecho se sugiere adoptar una precarga de material hasta la cota 1.280, mientras que en la zona del dissipador, la precarga puede llegar hasta la cota 1.265. Con estos criterios y haciendo referencia a la Figura 2/11, se obtiene.

$$p_s/p_f = \text{presión de sobrecarga/presión final} = 1$$

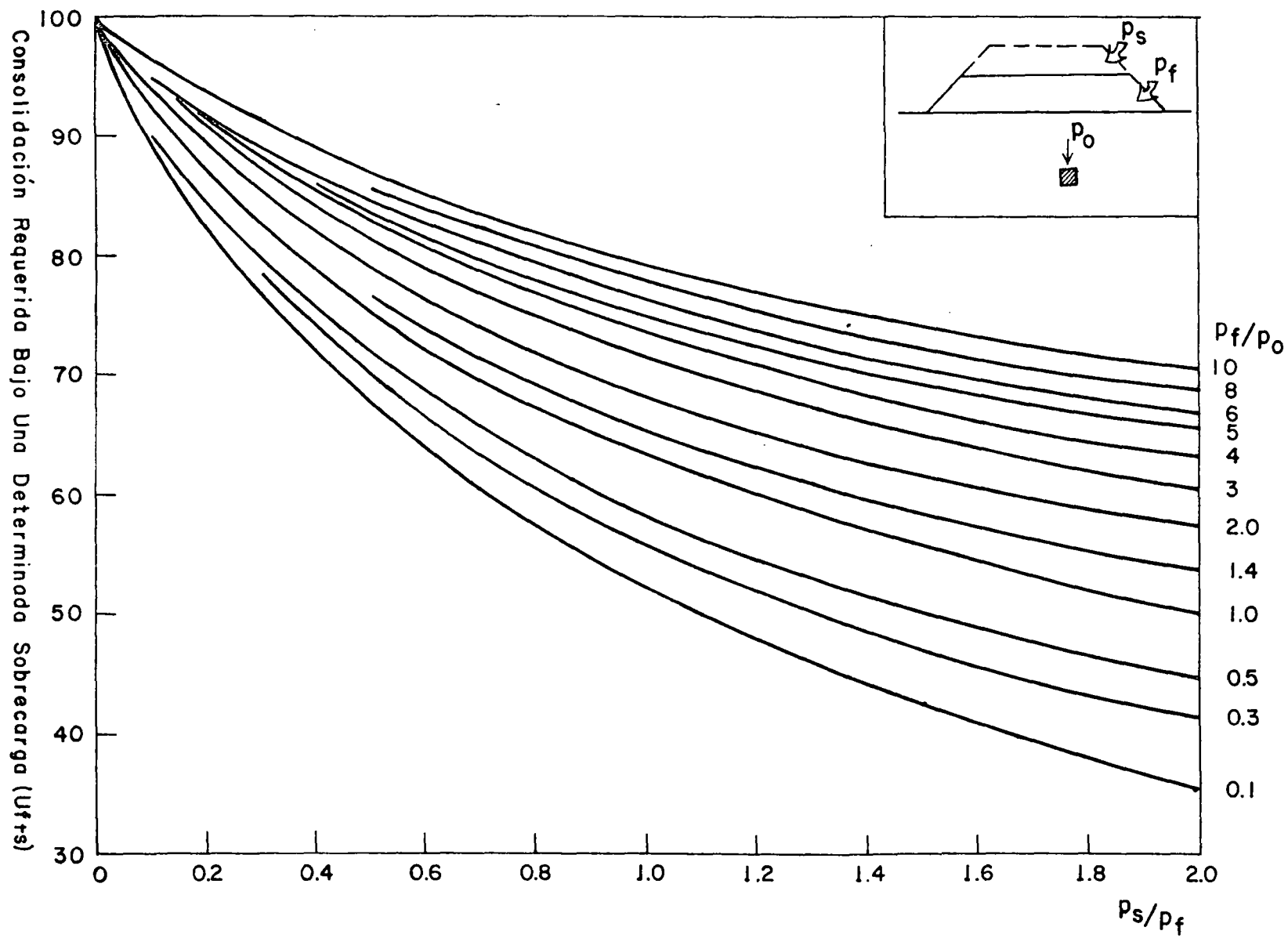
$$p_f/p_0 = \text{presión final/presión in situ} = 1,67$$

El grado de consolidación debido a la precarga es 65% (ver Figura 2/11), que para nuestro caso equivale a un tiempo de precarga de 8 meses.

El grado de consolidación deberá ser verificado mediante la instalación de 6 piezómetros tipo Casagrande que alcanzarán el estrato limoso en la cota 1.242.

Figura 2/11

PRECARGA PARA ELIMINAR LOS EFECTOS DE LA CONSOLIDACION PRIMARIA



2.4 Análisis de filtración

La eficiencia de la pantalla permanente de jet-grouting de 20 m de largo, aguas arriba de los vertederos ha sido estudiada con el procedimiento de Lane:

$$WCR = \frac{WCD}{hL} = \frac{dv + dh}{hL}$$

en donde:

WCR = relación promedio de caída
WCD = distancia promedio de caída
dv = recorrido vertical a lo largo de las cimentaciones
dh = recorrido horizontal a lo largo de las cimentaciones
hL = pérdidas de carga totales

La presa se considera segura en el caso de que $WCR > (WCR)_{cr}$.

Los valores de $(WCR)_{cr}$ se indican en el Cuadro 2/4.

Cuadro 2/4

VALORES DE $(WCR)_{cr}$

Tipo de suelo	Valor
Arena muy fina o limo y arena fina	8,5 - 7
Arena mediana a gruesa	6 - 5
Grava fina a gruesa	4 - 3
Bolones y grava gruesa	2,5
Arcilla de consistencia blanda a media	3 - 2
Arcilla de consistencia rígida a dura	1,8 - 1,6

Vertedero Derecho (véase Figura 2/12).

$$(WCD)_{ABCD} = 30 + 20 + 99/3 = 83$$

$$WCR = \frac{83}{16} = 5,2: \text{ valor aceptable para gravas finas}$$

Vertedero Izquierdo (véase Figura 2/13).

$$(WCD)ABCD = 26 + 20 + 102/3 = 80$$

$$WCR = \frac{80}{17} = 4,7: \text{ valor aceptable para bolones y gravas gruesa}$$

Debido a la variabilidad del espesor y a la cota del estrato de limo se considera conveniente adoptar una longitud de pantalla uniforme.

2.5 Análisis de licuación de la fundación

2.5.1 Características de los sismos Los acelerógrafos instalados en el sitio Salado (estación Morro ubicada sobre roca firme y estación Playa sobre el colchón aluvial) registraron dos eventos sísmicos significativos en agosto y septiembre de 1987. Este acelerogramas han sido utilizado para evaluar la respuesta dinámica del valle del Salado, mediante el modelo matemático - programa SHAKE, que fue desarrollado por Schmabel et al. (1972).

El sismo del 24 de agosto de 1987 fue un evento de corta duración y alto valor de aceleración de pico (ver Cuadro 2/5).

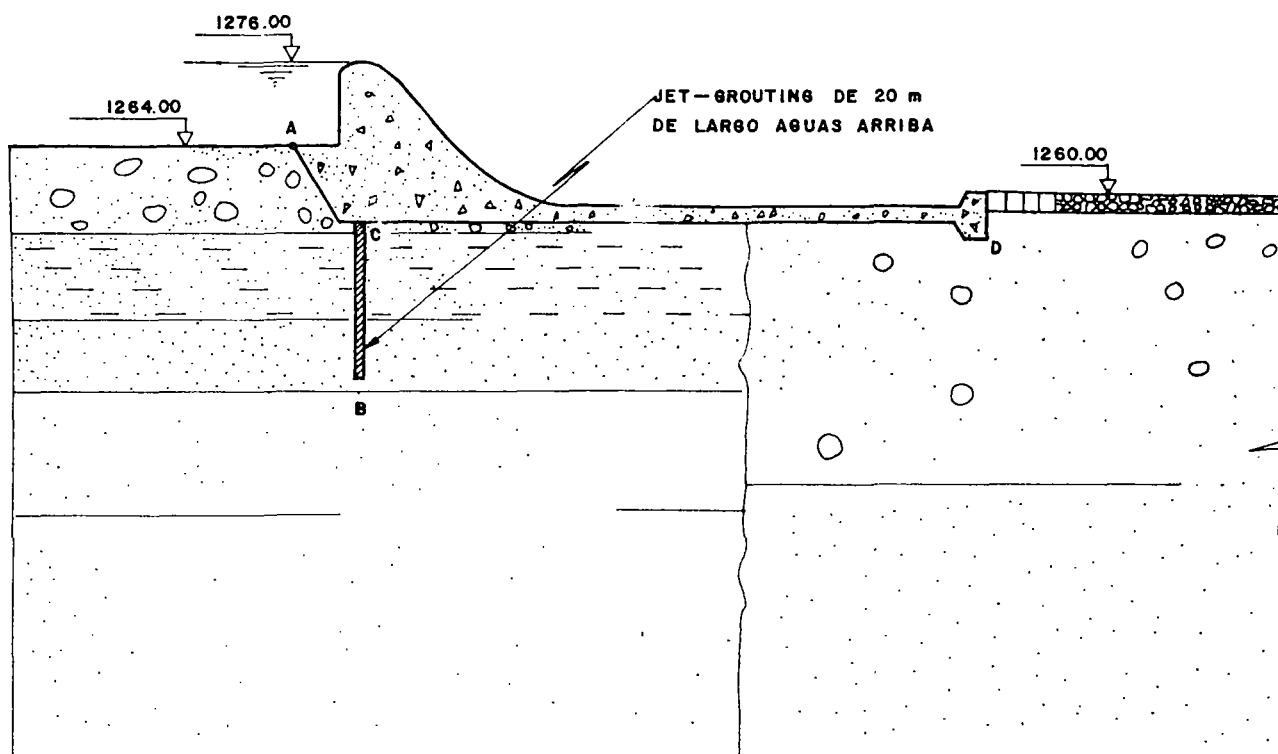
La vibración tiene alta frecuencia predominante. La señal en la superficie del colchón aluvial, pasando desde la roca a través del mismo, presentó una aceleración de pico más baja que en la roca.

La frecuencia predominante fue similar entre el Morro y la Playa. La de amplificación fue más grande en el sentido del valle que en sentido normal.





Figura 2/12

SITIO SALADO

VERTEDERO DERECHO. DESARROLLO DEL ANALISIS DE FILTRACION



LEYENDA

-  BLOQUES, GRAVA GRUESA y ARENA
-  CAPA DE LIMO FINO y LIMO ARCILLOSO
-  ARENA FINA A MEDIANA
-  ARENA LIMOSA

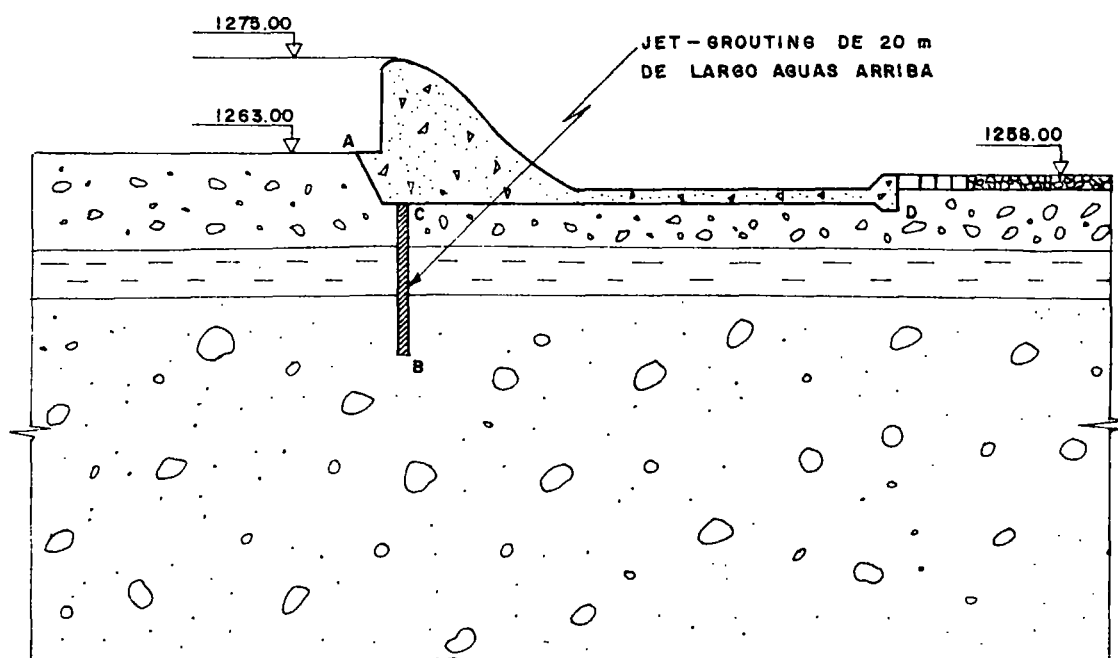
$$(WCD)_{ABCD} = 30 + 20 + 99/3 = 83$$

$$WCR = \frac{83}{16} = 5.2 = \text{Weighted creep ratio}$$

Figura 2/13

SITIO SALADO

VERTEDERO IZQUIERDO, DESARROLLO DEL ANALISIS DE FILTRACION



LEYENDA



CANTOS RODADOS, GRAVA y ARENA



LIMO GRIS VERDOSO



MEZCLA DE CANTOS RODADOS, GRAVAS y ARENAS
CON ALGUNOS BLOQUES INCLUIDOS

$$(WCD)_{ABCD} = 26 + 20 + 102/3 = 80$$

$$WCR = \frac{80}{17} = 4.7$$

Cuadro 2/5

SISMO DEL 24 DE AGOSTO DE 1987 - DATOS CARACTERISTICOS

	Estación Morro	Estación Playa
Componente NS (paralela al valle)		
Amax (g)	0,23	0,06
Vmax (cm/s)	7,60	1,50
Dmax (cm)	0,24	0,07
Frecuencia dominante f0 (Hz)	7,10	8,27
Componente WE (paralela a la presa)		
Amax (g)	0,26	0,12
Vmax (cm/s)	8,10	4,20
Dmax (cm)	0,23	0,18
Frecuencia dominante f0	6,75	6,43

El sismo del 22 de septiembre de 1987 fue un temblor de larga duración con bajos valores de aceleración de pico (ver Cuadro 2/6). También en este caso, la frecuencia predominante entre el Morro y la Playa resultó similar. La de amplificación fue más grande en el sentido del valle que en sentido normal.

Cuadro 2/6

SISMO DEL 22 DE SEPTIEMBRE DE 1987 - DATOS CARACTERISTICOS

	Estación Morro	Estación Playa
Componente NS		
Amax (g)	0,07	0,04
Vmax (cm/s)	2,70	2,04
Dmax (cm)	0,11	0,17
Frecuencia dominante f0 (Hz)	6,70	5,00
Componente WE		
Amax (g)	0,06	0,05
Vmax (cm/s)	1,50	3,00
Dmax (cm)	0,06	0,22
Frecuencia dominante f0	7,80	4,70

2.5.2 Característica del colchón aluvial A lo largo del corte BB (Figura 2/1) y en correspondencia con el sitio del acelerógrafo de la Playa, se estudió la estratigrafía del colchón aluvial que tiene un espesor de casi 200 m. A cada estrato se le asignó una velocidad de onda V_s según el valor del ensayo de penetración estándar N_{spt} y las correlación de Ohta y Goto (1978) y Seed et al. (1986):

$$v_s = 53,3 (N_{60})^{0.17} z^{0.20} f_a f_g \quad (m/s)$$

donde:

z = profundidad en m

f_a, f_g = factores dependientes del tipo de suelo

Se esquematizó la estratigrafía, asignando a cada uno de los estratos su propia velocidad de onda V_s , ver Figura 2/14.

Los resultados que se obtuvieron concuerdan con lo observado; el modelo matemático indicó una desamplificación en la superficie con respecto a la roca.

En la mencionada Figura 2/14 se presentan los valores de las aceleraciones máximas medidos y calculados. La buena correspondencia entre valores medidos y calculados muestran la bondad del modelo de propagación de ondas en el valle, y entonces utilizando acelerogramas registrados, el mismo modelo matemático se usó para evaluar el potencial de licuación del sitio Salado.

2.5.3 Análisis de licuación Utilizando el modelo matemático SHAKE y los acelerogramas del sismo del 24 de Agosto 1987 y del 22 de septiembre de 1987 y otro 2 sismos históricos de gran intensidad:

- sismo de Taft (California USA) del 21 de Julio de 1952, $a_{max} = 0,15 g$, frecuencia dominante $f_0 = 3 \text{ Hz}$;
- sismo de Parkfield (California USA) del 27 Junio de 1966, $a_{max} = 0,43 g$, frecuencia dominante $f_0 = 3,38 \text{ Hz}$;

se estudió la respuesta dinámica del sitio Salado.

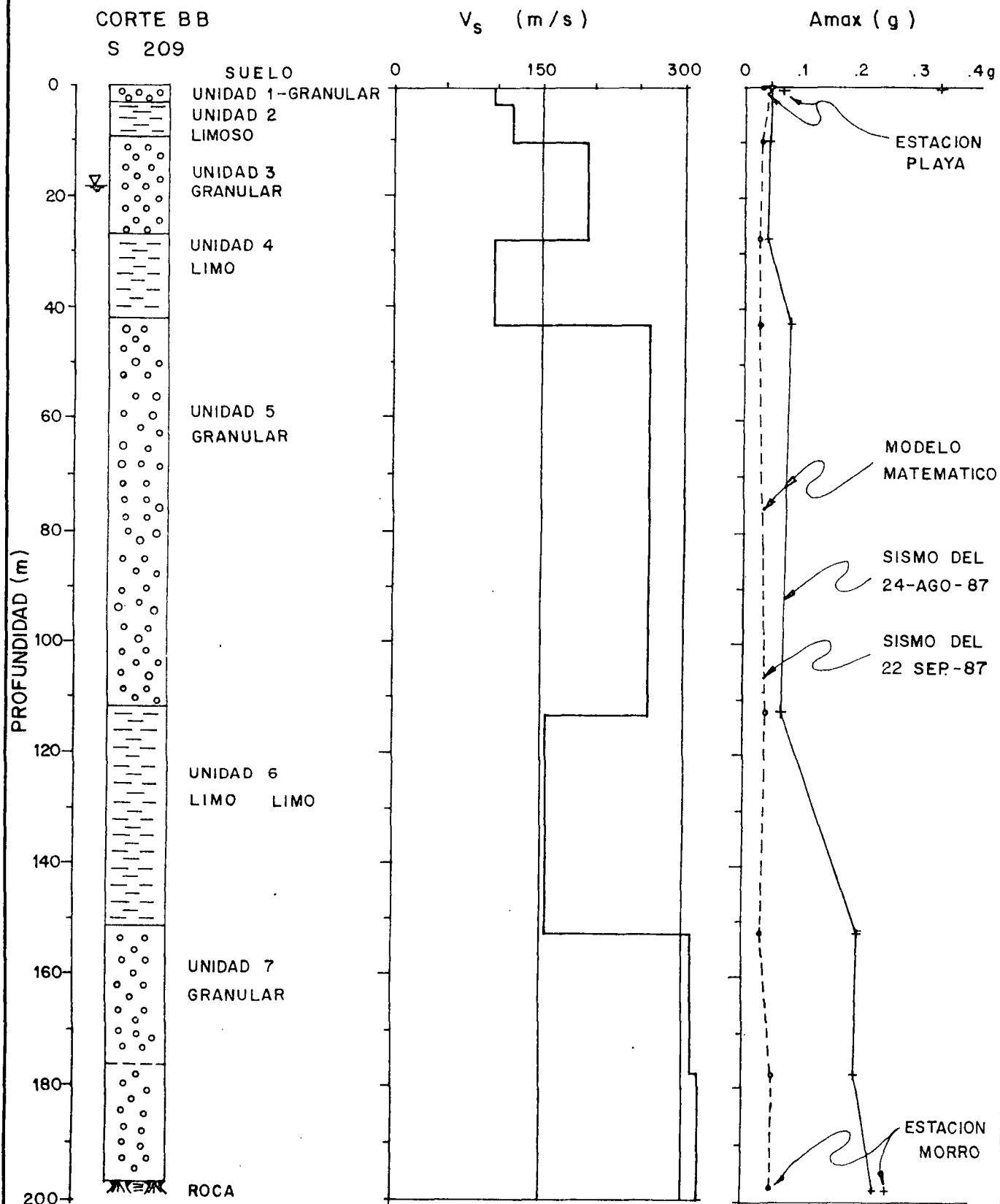
En el Cuadro 2/7 se resumen los valores del esfuerzo cortante cíclico en relación a la presión vertical efectiva τ/σ'_{v0} , calculada con el modelo matemático SHAKE para cada unidad indicada en la Figura 2/14.

En el Apéndice 1 de la memoria de cálculo 0209-B-500 de diseño geotécnico se detallan los resultados del modelo matemático SHAKE para los cuatro sismos examinados.

Figura 2/14

SITIO SALADO
ESTRATIGRAFIA, VELOCIDAD DE ONDA S, VALORES DE LAS ACELERACIONES
MAXIMAS MEDIDAS CALCULADAS

INTERPRETACION DATOS ACELEROGRAFICOS



Cuadro 2/7

MODELO MATEMATICO SHAKE - VALORES DEL ESFUERZO CORTANTE CICLICO EN RELACION A LA PRESION VERTICAL EFECTIVA τ/σ'_{v0}

Unidad (Figura 2/14)	Profundidad (m)		$(\tau/\sigma'_{v0})1$	$(\tau/\sigma'_{v0})2$	$(\tau/\sigma'_{v0})3$	$(\tau/\sigma'_{v0})4$
1	0,0 - 3,0		0,034	0,029	0,030	0,033
2	3,0 - 6,0		0,028	0,024	0,031	0,035
	6,0 - 9,0		0,015	0,016	0,029	0,035
3	9,0 - 18,0		0,012	0,009	0,022	0,032
	18,0 - 27,0		0,010	0,008	0,020	0,035
4	27,0 - 34,5		0,006	0,005	0,021	0,038
	34,5 - 42,0		0,006	0,004	0,019	0,035
5	42,0 - 65,3		0,012	0,008	0,023	0,040
	65,3 - 88,7		0,009	0,006	0,026	0,039
	88,7 - 112,0		0,008	0,006	0,020	0,036
6	112, - 152,0		0,007	0,004	0,018	0,031
7	152, - 177,0		0,014	0,006	0,019	0,058
8	177, - 197,0		0,014	0,006	0,025	0,056

$(\tau/\sigma'_{v0})1$ = Sitio Salado - Sismo del 24/8/1987

$(\tau/\sigma'_{v0})2$ = Sitio Salado - Sismo del 22/9/1987

$(\tau/\sigma'_{v0})3$ = Taft, California, USA, Sismo del 21/7/1952

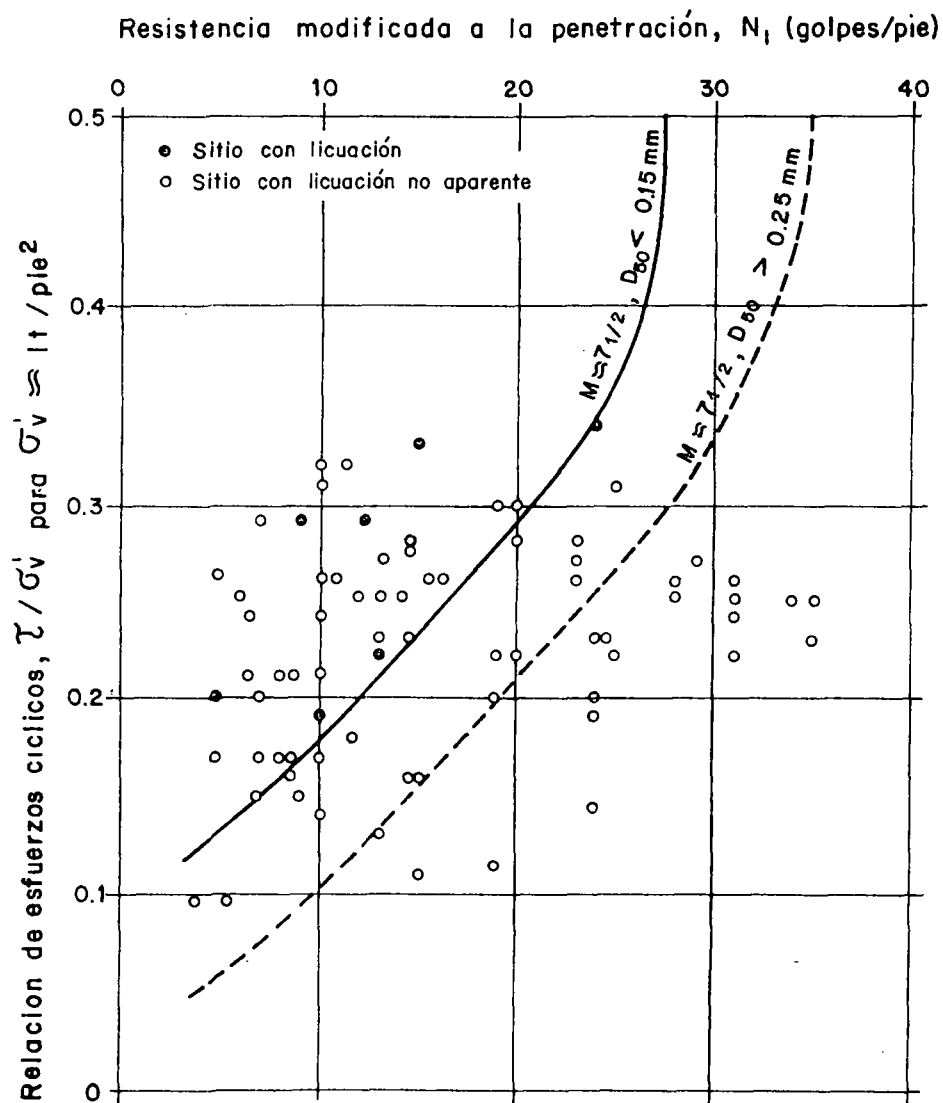
$(\tau/\sigma'_{v0})4$ = Parkfield, California, USA, Sismo del 27/6/1966

Los valores de esfuerzo cortante ciclico en relación a la presión vertical efectiva son muy bajos también para el sismo de Parkfield ($a_{max} = 0,43$ g). Por ejemplo, para un valor máximo de $\tau/\sigma'_{v0} = 0,06$ (ver Cuadro 2/7.), el valor normalizado de $N1(SPT)$ que produce licuación es 5 (ver Figura 2/15) para un temblor $M = 7 \frac{1}{2}$. Los diagramas acumulados de las pruebas SPT en el sitio Salado para suelos arenosos y limosos muestran valores mayores que 5. Entonces no hay peligro de licuación.

Por tanto, el modelo matemático utilizado en esta etapa del proyecto considera improbables fenómenos de licuación de acuerdo con la estratigrafía, con presencia de capas permeables, y con las características granulométricas de los materiales que integran la fundación de los vertederos (ausencia de capas de arenas uniformes en estado suelto).

Figura 2/15

SITIO SALADO
RELACION ENTRE ESFUERZO CORTANTE CICLICO Y N_1 (SPT) NORMALIZADO -
SEED (1975)



Estos análisis podrán ser afinados y completados cuando se tengan más registros de eventos sísmicos.

- 2.6 Control de nivel freático durante la construcción El manejo del río durante la construcción se ilustra en el Plano 0209-C-2040. De este plano se ve que las diferencias de niveles entre aguas arriba y el fondo de excavación son del orden de 20 m para ambos vertederos.

Pero, mientras que para el vertedero izquierdo el recorrido de filtración de aguas es bastante largo, para el vertedero derecho se limita al ancho de la ataquía.

Se necesita, por tanto, para el vertedero derecho de diafragmas provisionales de jet-grouting, que llegarán hasta una profundidad de por lo menos 30 m. Con esta profundidad se tendrá un factor de seguridad, para la estabilidad del fondo de la excavación, de acuerdo a la siguiente expresión.

$$F_s = \frac{D \Gamma'}{\Gamma_w dh} = \frac{10 * 0,9}{1 * 7,6} = 1,19$$

donde:

D = profundidad del diafragma respecto al fondo de la excavación, 10 m
 Γ' , Γ_w = peso unitario del suelo sumergido y del agua
h = diferencia de carga
dh = nivel piezométrico al extremo del diafragma, que de acuerdo a la Figura 2/16 y para: $D/h = 0,5$ es $dh/h = 0,38$, o sea $dh = 8$

Al respecto del factor de seguridad al sifonamiento se tiene una gradiente de flujo, que para $h/D = 2$ es 0,5 y por tanto el factor de seguridad es:

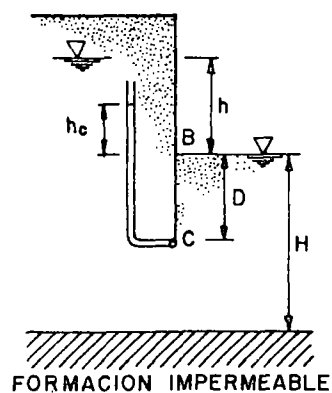
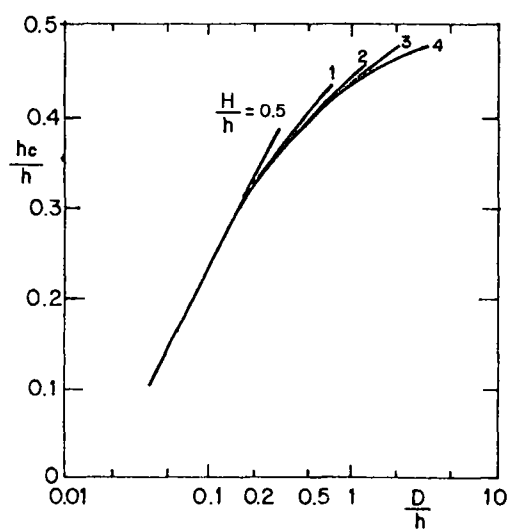
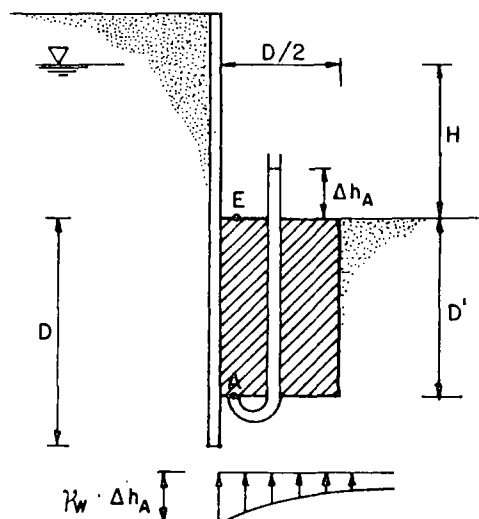
$$F_s = i_c / i_e = (\Gamma' / \Gamma_w) / i_e = 1,8$$

Como se puede notar el factor de seguridad es relativamente bajo, aún con un diafragma provisional de 30 m. Por esta razón se prevé la construcción de pozos de alivio para disminuir la subpresión a nivel del fondo de la excavación.

Para la construcción del vertedero izquierdo la situación es menos crítica; tablestacas de la profundidad de 15 metros desde la cota 1.270 se consideran suficientes, necesitándose siempre de pozos de alivio.

Figura 2/16

SITIO SALADO
SIFONAMIENTO Y ESTABILIDAD DEL FONDO DE LA EXCAVACION



2.7 Datos generales para el dimensionamiento hidráulico

Las obras de captación (obras de control y de toma) han sido dimensionadas tomando en cuenta los criterios generales siguientes:

- Caudal derivado a través de la obra de toma, una vez alcanzado el desarrollo completo del proyecto, siempre igual a $127 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Las obras de captación funcionan hasta el caudal límite del río Coca de $3.200 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondiente a la creciente con tiempo de ocurrencia de 10 años. Igualmente las obras de limpieza se cerrarán una vez que haya alcanzado este valor pudiéndose abrir nuevamente cuando la creciente tenga caudales menores a este valor y esté en su parte descendente, con fines de limpieza del embalse.
- Las obras de control (vertederos) y las de cierre (diques y estructuras en hormigón) están dimensionadas para contener una avalancha igual a la del evento del 5 de marzo de 1987 sin que esta perjudique la estabilidad de las obras. Por lo tanto ubicación de los puentes de los vertederos y altura de las obras de retención están relacionadas a una creciente catastrófica de $20.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.7.1 Crecientes de diseño Con fines de diseño se han adoptado las siguientes crecientes:

- creciente de 10 años ($3.200 \text{ m}^3/\text{s}$) para el funcionamiento límite de la toma y del desarenador como ya fue mencionado;
- creciente de 200 años ($5.000 \text{ m}^3/\text{s}$) para el diseño de los cuencos disipadores;
- creciente de 1.000 años ($6.000 \text{ m}^3/\text{s}$) para el diseño de los vertederos.

2.7.2 Distribución de caudales entre canal de desvío y cauce del río Se consideran separadamente la situación inicial y la final del funcionamiento de la obra.

a. Situación inicial

Esta situación se relaciona a los primeros años de operación de la obra cuando existe todavía un embalse aguas arriba de la misma. El nivel del agua en el embalse es horizontal y los caudales se distribuyen entre los dos vertederos según los niveles de la cresta y la longitud de los mismos.

b. Situación final

Esta situación se relaciona a cuando los sedimentos después de haber llenado el embalse llegan hasta los vertederos. En este caso se ha asumido la distribución de caudales entre el río y el canal de desvío observada en el modelo distorsionado de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), véase Anexo Q al Informe General. En particular con una relación de 2 entre el caudal del río Quijos y el caudal del río Salado se había observado la distribución siguiente:

- con compuertas de limpia cerradas: 40% en el canal de desvío y 60% en el río;
- con compuertas de limpia abiertas: 56% en el canal de desvío y 44% en el río.

2.7.3 Datos principales de las obras Los datos principales de las obras definidos en parte con los resultados de los modelos hidráulicos de la EPN y en parte a criterios de diseño son:

- vertedero principal en el cauce del río: longitud 110 m y nivel del umbral 1.276 m;
- vertedero secundario en el canal de desvío: longitud 66 m y nivel del umbral 1.275 m;
- obra de toma a lado izquierdo del canal de desvío con umbral a la cota 1.270 m;
- compuertas principales de limpia a continuación del vertedero secundario con nivel del azud a la cota 1.260 m; una compuerta radial de 8x8 m y dos planas de 4,5x4,5 m;
- compuertas secundarias de limpia abajo de la toma con umbral a la cota 1.264 m.

2.7.4 Niveles en el río aguas abajo de los vertederos Utilizando el programa computacional HEC2 se han calculado los niveles en el río Coca desde la cascada San Rafael hasta el perfil transversal 4, justo inmediatamente aguas abajo del término del canal de desvío.

Después se calcularon también las curvas de remanso en los dos ramales (canal de desvío y cauce del río) desde el perfil 4 hasta los cuencos disipadores utilizando la distribución de caudales mencionada al punto b. del numeral 2.7.2.

Tomando en cuenta que la evolución del cauce del río después del evento del 5 de marzo de 1987 continúa, se supone que la curva de descarga en el sitio de las obras podría encontrarse 2 metros más abajo de los niveles obtenidos con el levantamiento topográfico-

co de 1990, al momento de la puesta en servicio de la obra (tentativamente año 2003).

Como demuestran los cálculos hechos con la utilización del modelo Wendy de Delft, la curva de descarga a la salida de los cuencos puede bajar unos 4 m más durante la vida útil del proyecto.

Los cálculos detallados de los niveles del río con la utilización del programa HEC2 se presentan en el Apéndice A, mientras en el Cuadro 2/8 se presenta un resumen de los mismos.

Cuadro 2/8

SITIO SALADO

NIVELES EN EL RIO AGUAS ABAJO DE LOS VERTEDEROS

Caudal Río (m ³ /s)	Nivel Actual (m)	Perfil 4 2003 (m)	Ramal Desvío Caudal Niv. 2003 (m ³ /s) (m)	Ramal Cauce Caudal Niv. 2003 (m ³ /s) (m)
3.073 *	1.267,08	1.265,08	1.153 1.265,14	1.920 1.265,24
3.600	1.267,41	1.265,41	1.440 1.265,52	2.160 1.265,57
4.200	1.267,68	1.265,68	1.680 1.265,81	2.520 1.265,83
4.600	1.267,84	1.265,84	1.840 1.265,97	2.760 1.265,99
5.000	1.267,99	1.265,99	2.000 1.266,12	3.000 1.266,14
6.000	1.268,34	1.266,34	2.400 1.266,47	3.600 1.266,51

* 127 m³/s derivados

2.8 Diseño hidráulico de los vertederos

Como ya fue mencionado los perfiles de las crestas de los vertederos se diseñaron para la creciente milenaria de 6.000 m³/s. Los perfiles se han diseñado haciendo referencia a aquel estandarizado WES con pared de aguas arriba vertical. Para la determinación de la altura H_d de diseño que entra en la fórmula de definición de la cresta se han analizado los dos casos ya mencionados:

- situación inicial de embalse sin sedimentos;
- situación después de varios años de operación con embalse lleno de sedimentos con repartición de caudal en los ramales según lo indicado al punto b del numeral 2.7.2.

En el Cuadro siguiente 2/9 se indican las características hidráulicas de diseño de los dos vertederos en las dos situaciones antes mencionadas.

Cuadro 2/9

SITIO SALADO

CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LOS VERTEDEROS

Situación	Caudal Q (m^3/s)	Largo teor. L (m)	Largo efec. L' (m)	Coefficiente C	Altura H_d (m)
Vertedero Principal					
a.	2.582	66,00	64,33	0,49	6,98
b.	2.400	66,00	62,49	0,385	7,98
Vertedero Secundario					
a.	3.470	110,00	106,53	0,49	6,09
b.	3.600	110,00	103,74	0,385	7,46

Vertedero principal: cota umbral 1.275 m, 2 pilas de 2 m.

Vertedero secundario: cota umbral 1.276 m, 4 pilas de 2 m.

El largo efectivo (L') toma en cuenta la contracción por las pilas y las paredes laterales.

Del cuadro de arriba la situación b. resulta claramente la más desfavorable; por lo tanto los diseños se los realizó considerando esta situación. Los listados de los cálculos detallados de los perfiles de los vertederos se encuentran en el Apéndice A.

2.9 Diseño de los cuencos de disipación

2.9.1 Cuencos de los vertederos De acuerdo a lo anticipado los cuencos de los vertederos fueron diseñados para una creciente de 5.000 m^3/s correspondiente a un periodo de ocurrencia de 200 años, dividida según la regla del 40 y 60% entre el canal de desvío y el cauce natural del río.

Los cuencos se diseñaron considerando el nivel de restitución correspondiente a la curva de descarga estimada existir en el año 2003 (véase numeral 2.7). La cota del cuenco se ubicó de manera tal de tener un coeficiente de seguridad de 1,1 entre la cota del río aguas abajo y la cota correspondiente a la altura conjugada del resalto. Para mayores detalles véanse los listados del programa STILLING en el Apéndice A.

Después se verificó el funcionamiento de los cuencos en la situación futura con los niveles del río en la restitución bajados de 4 m adicionales. En este caso el diente al final del cuenco disipador funciona como vertedero de cresta ancha que controla el mismo el resalto en vez del nivel del río.

El coeficiente de descarga del diente, que funciona como vertedero de cresta ancha, se estimó considerando dos formas diferentes; en el caso de ser necesario se bajó la profundidad del cuenco sin incluir ninguna seguridad adicional. Para mayores detalles véanse los listados del programa STILLWEIR en el Apéndice A.

Al final de los cálculos se adoptaron para los cuencos de los vertederos las características siguientes:

a. cuenco en el canal de desvío:

longitud 69 m y cota fondo 1.253,6 m s.n.m.

b. cuenco en el cauce del río:

longitud 66 m y cota fondo 1.254,4 m s.n.m.

2.9.2 Cuencos de las compuertas Los cuencos de la compuerta mayor (radial) y de las compuertas menores (planas) han sido diseñados como independientes. Los azudes de todas las compuertas se han fijado a la cota 1.260 m s.n.m.

a. Compuerta radial de 8x8 m

El dimensionamiento del cuenco disipador asociado a esta compuerta se hizo considerando una creciente de 3.200 m³/s (10 años de tiempo de ocurrencia) y la compuerta radial completamente abierta siendo las planas cerradas.

Los caudales significativos son:

caudal de la creciente	3.200 m ³ /s
caudal en el canal de desvío (≈56%)	1.768 m ³ /s
caudal en la toma	127 m ³ /s
caudal vertedero de 66m + compuerta	1.641 m ³ /s

La repartición de caudal entre el vertedero secundario y la compuerta radial (con las compuertas planas cerradas) se calculó con proceso iterativo obteniendo que 968 m³/s pasan por el vertedero y 653 m³/s por la compuerta radial; estos caudales son asociados a un nivel de energía de 1.279,55 m s.n.m. aguas arriba.

Con un coeficiente de contracción de la apertura de 0,6 se obtiene:

- altura en la contracción (0,6x8)	4,8 m
------------------------------------	-------

- velocidad $(2g(19,55-4,8))^{0,5}$	17,01 m/s
- número de Froude	2,48

El valor del número de Froude indica que el resalto será ondulado sin buena disipación de energía.

Los cálculos detallados (véase el mencionado Apéndice A) indican que ya con el nivel de restitución del río previsto para el año 2003, el diente del cuenco funciona como vertedero de cresta ancha. La cota de fondo del cuenco, incluyendo un 10% de seguridad, resulta ser 1.253,40 m s.n.m. Como longitud del cuenco se escoge aquella del cuenco del vertedero secundario siendo la longitud teórica obtenida del cálculo menor.

b. Compuertas planas 4,5x4,5 m

El dimensionamiento del cuenco dissipador asociado a estas compuertas se hizo considerando una creciente de 3.200 m³/s (10 años de tiempo de ocurrencia) y una compuerta plana completamente abierta siendo la otra plana y la radial cerradas.

Los caudales significativos son:

caudal de la creciente	3.200 m ³ /s
caudal en el canal de desvío (≈56%)	1.803 m ³ /s
caudal en la toma	127 m ³ /s
caudal vertedero de 66m + compuerta	1.676 m ³ /s

La repartición de caudal entre el vertedero secundario y la compuerta plana abierta (siendo la compuerta radial y la otra plana cerradas) se calculó con proceso iterativo obteniendo que 1.447 m³/s pasan por el vertedero y 229 m³/s por la compuerta plana; estos caudales son asociados a un nivel de energía de 1.280,80 m s.n.m. aguas arriba.

Con un coeficiente de contracción de la abertura de 0,6 se obtiene:

- altura en la contracción (0,6x4,5)	2,7 m
- velocidad $(2g(19,55-2,7))^{0,5}$	18,85 m/s
- número de Froude	3,66

El valor del número de Froude indica que también en este caso el resalto será ondulado sin buena disipación de energía.

Los cálculos detallados (véase el mencionado Apéndice A) permiten escoger como cota de fondo del cuenco la cota 1.252,9 m s.n.m. en el caso de nivel de restitución del río para el año 2003, de 1.265,2 m. En la condición de tener el nivel de restitución del río 4 m más bajo, el diente del cuenco funciona como vertedero de cresta ancha y el coeficiente de seguridad que co-

rrresponde a la cota de fondo de 1.252,9 m resulta un poco menor del 10%.

Como longitud del cuenco se escoge aquella del cuenco del vertedero secundario siendo la longitud teórica obtenida del cálculo menor.

La situación con nivel aguas arriba de 1.275 m s.n.m. correspondiente al azud del vertedero, y con una sola compuerta plana abierta requiere un cuenco menos profundo.

Sin embargo, cuando el funcionamiento sea a flujo libre de la compuerta de sector o de las compuertas planas, la descarga dependerá de las condiciones de flujo aguas arriba. En la etapa inicial las condiciones serán similares al flujo actual del río, mientras que en la etapa final dependerán de la pendiente que se forma con el depósito de los sedimentos o con el lavado de los mismos.

2.10 Análisis de estabilidad de los vertederos

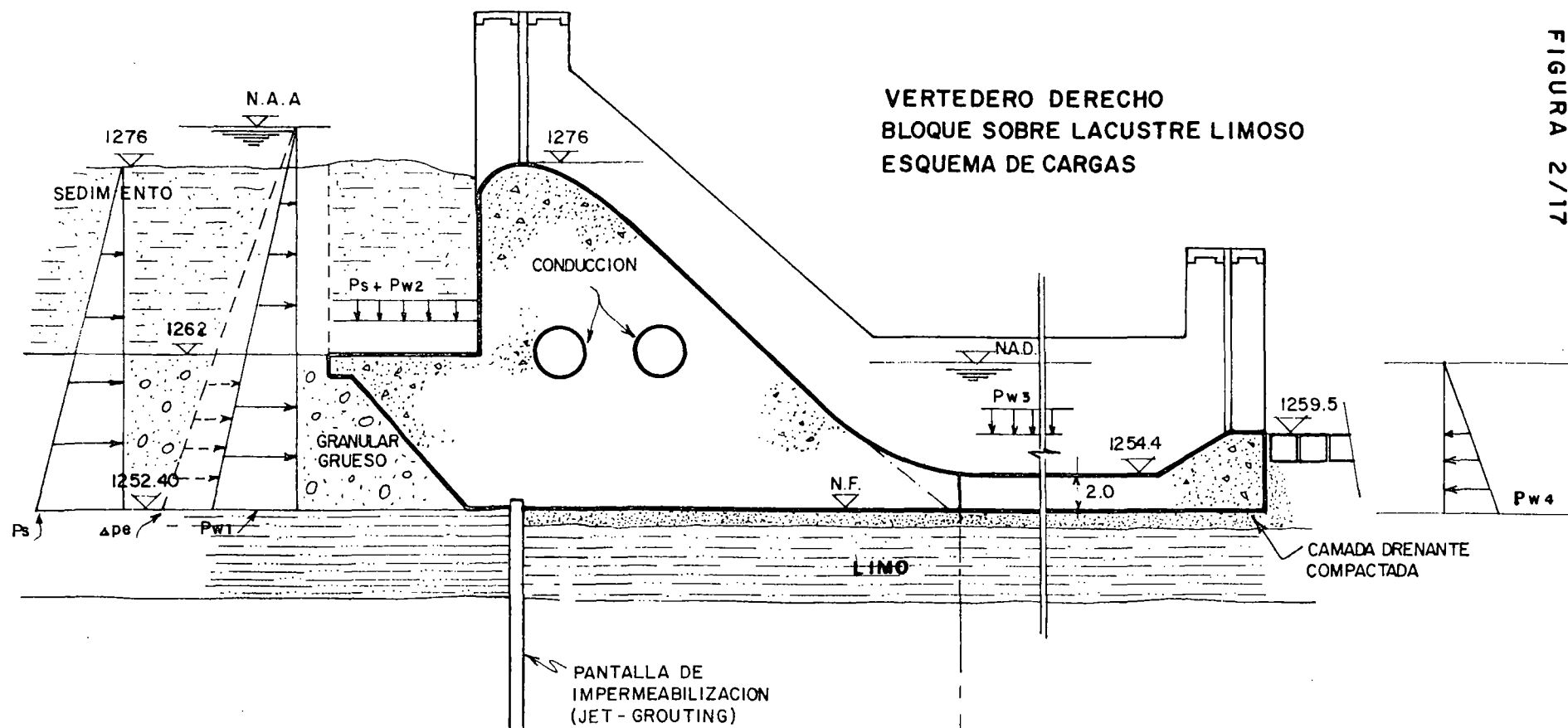
Se presentan a continuación los criterios y resultados del análisis de estabilidad de las estructuras de los vertederos de la captación en Salado.

Las verificaciones de estabilidad se encuentran detalladas en el Apéndice B del presente volumen.

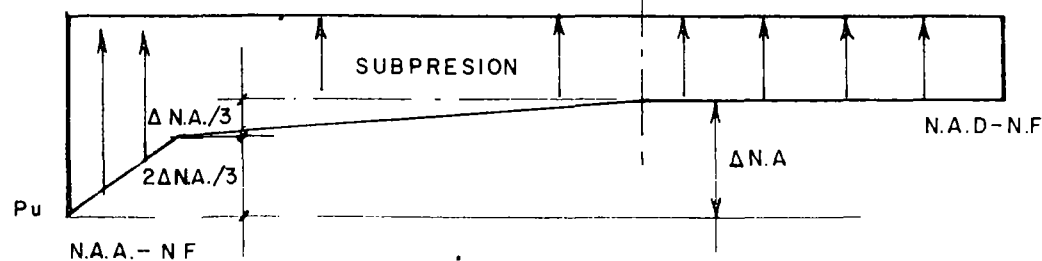
2.10.1 Casos analizados y descripción general Fueron evaluados tres casos distintos de estructuras de vertederos: dos estructuras que caracterizan el vertedero derecho, en el cauce del río, y que difieren entre sí por las condiciones de la cimentación que no es uniforme según la sección transversal del cauce; y una estructura que caracteriza el vertedero izquierdo, en el canal de desvío, el que se sitúa en una formación de fundación razonablemente uniforme.

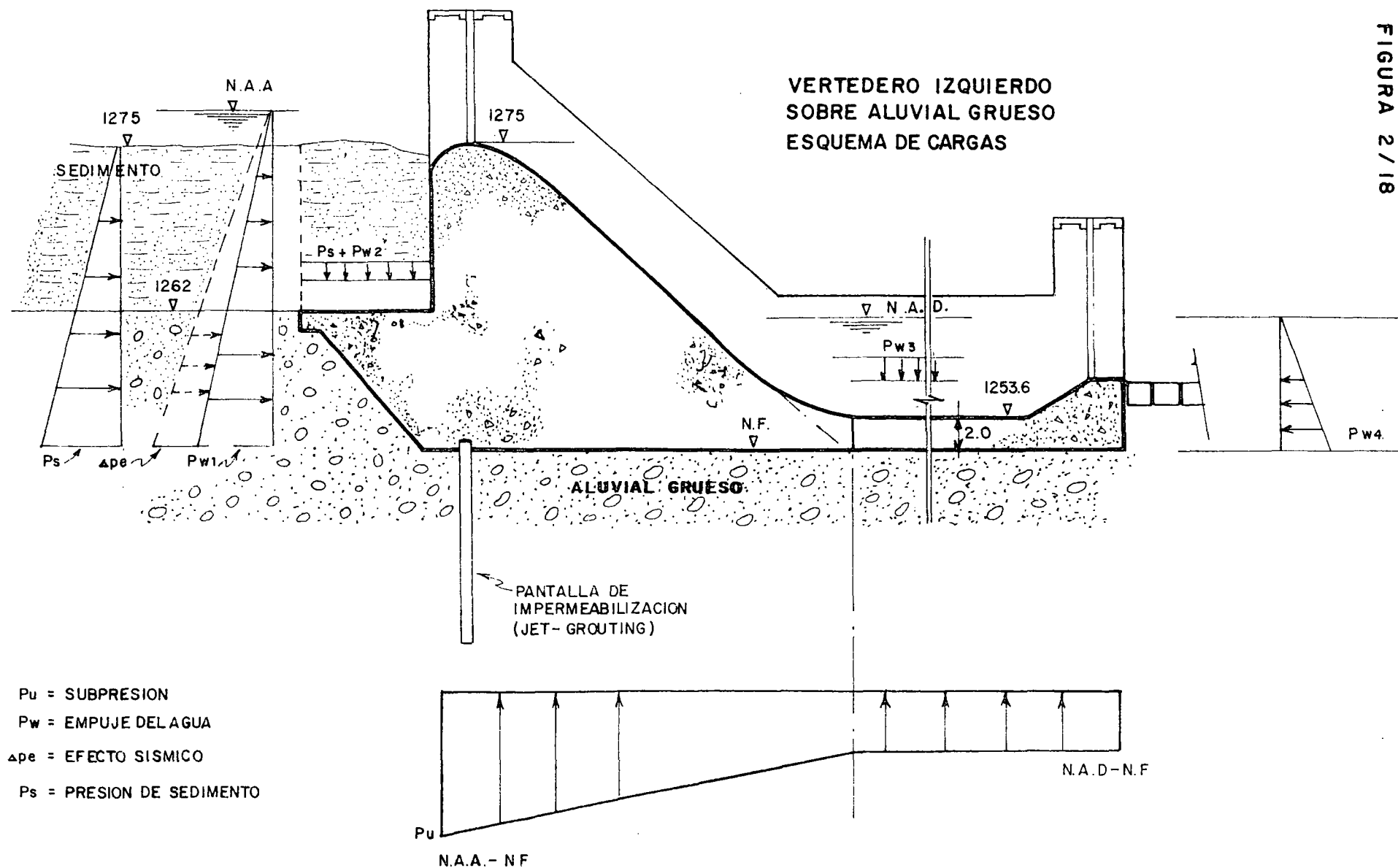
Los vertederos son de cresta libre en bloques de hormigón y tienen un perfil del tipo Creager vertiendo en un cuenco de dissipación. La cresta del vertedero derecho se encuentra en la cota 1.276 m s.n.m. y el vertedero izquierdo tiene su cresta en la cota 1.275 m s.n.m. (véase Figuras 2/17 y 2/18)

Los cuencos de dissipación tienen las cotas del fondo fijadas hidráulicamente abajo del nivel del cauce del río, de modo a producir un resalto hidráulico estable y son construidos en hormigón, con 2 m de espesor.



Pu = SUBPRESION
Pw = EMPUJE DEL AGUA
 Δp_e = EFECTO SISMICO
Ps = PRESION DE SEDIMENTO





Estos elementos, cresta y cuenco, forman un conjunto que a fines de estabilidad puede considerarse continuo, de modo que la estabilidad al deslizamiento sea garantizada por la contribución de todas las masas de los elementos mismos. Para cálculos de estabilidad al volcamiento se consideró solamente el elemento de la cresta.

El vertedero derecho tiene 5 vanos y el izquierdo 3 vanos de 22 m netos, separados por muros de hormigón armado con 2 m de espesor en toda la longitud de la estructura. Está previsto un puente de hormigón sobre la cresta del vertedero y ranuras para tablones de cierre, previstos para inspección y eventuales reparos de la superficie en contacto con el flujo hidráulico.

En el final del cuenco de disipación, se tiene un diente de hormigón entre el nivel del cuenco y el nivel del canal, sobre el cual un puente de hormigón cruza toda la extensión transversal del cuenco. Tal puente permitirá bajar tablones de cierre, en la salida del cuenco; estos tablones permitirán la inspección y eventuales reparaciones del cuenco de disipación.

Aguas abajo, luego del cuenco de disipación, el canal de restitución será protegido contra la erosión del flujo de salida con bloques de hormigón.

Las fundaciones de las estructuras son formadas por camadas bien definidas de materiales aluviales y depósitos lacustres, de diferentes características geomecánicas, conforme se encuentra indicado en el numeral 2.4. Ahí también se presentan los estudios de filtración y de asentamientos de la fundación.

Los bloques de la margen derecha del vertedero derecho y la totalidad del vertedero izquierdo se apoyan tanto sobre roca como sobre aluviales gruesos de buenas características geomecánicas y de drenaje.

Bajo estos bloques está prevista la construcción de una cortina de impermeabilización de cerca de 20 m de profundidad en "jet grouting", cerca del paramento de aguas arriba, que alcanza camadas inferiores menos permeables y comporta una reducción sensible de filtraciones y de subpresiones.

Los bloques de la margen izquierda del vertedero derecho tienen sus cimentaciones sobre depósito lacustre limoso en la parte en el cauce del río y sobre roca en la parte cerca de la ladera del valle. El material limoso presenta características geomecánicas menos favorables, cohesión de 1 t/m^2 después de la prevista precarga y ángulo de fricción de 30° . En este caso se ha previsto la construcción de la misma cortina de impermeabilización en "jet grouting" con 20 m de profundidad y la substitución de una camada del suelo por material arenoso compactado, bajo la cimentación de la estructura, aguas abajo de la cortina de impermeabilización.

El análisis de estabilidad deberá ser complementado, en etapa futura, por un análisis de la seguridad de una superficie de deslizamiento la más desfavorable en el ámbito de la fundación, por debajo de las estructuras, una vez que se tratan de materiales incoherentes.

Los análisis efectuados se refieren a la seguridad de los bloques estructurales con relación a la estabilidad al deslizamiento, volcamiento y una verificación preliminar de los esfuerzos transmitidos a la cimentación.

El estudio no considera el efecto muy favorable del confinamiento de los estribos de los vertederos en las vertientes rocosas de las laderas del cauce.

2.10.2 Criterios de estabilidad

a. Parámetros del diseño

Los siguientes parámetros generales fueron adoptados para las evaluaciones de la estabilidad de las estructuras de los vertederos de la obra de captación:

Peso específico del hormigón:	2.4	t/m ³
Resistencia a compresión del hormigón:	15	MPa
Resistencia al corte del hormigón:	1	MPa
Peso específico del agua:	1	t/m ³
Peso específico aparente de sedimentos	0.42	t/m ³
Peso específico de roca:	2.6	t/m ³
Angulo de fricción del aluvial grueso:	38°	
Cohesión del aluvial grueso:	0	
Angulo de fricción del lacustre limoso:	30°	
Cohesión del lacustre limoso consolidado:	1	t/m ²

b. Verificación de estabilidad

En la verificación de estabilidad se consideraron las combinaciones mas desfavorables de las cargas, que así se clasifican en los casos normal y excepcional de sollicitación de las estructuras.

Para el caso normal de verificación son consideradas las fuerzas de gravedad, la presión del agua con el embalse al nivel correspondiente a la crecida de 100 años de tiempo de retorno y el consecuente nivel aguas abajo del vertedero, la presión de los sedimentos con el embalse completamente asolvado hasta el nivel de la cresta del vertedero, y las subpresiones con la consideración del funcionamiento del sistema de drenaje o de impermeabilización.

Solamente para los bloques de la margen izquierda del vertedero derecho, donde se prevé la utilización de una galería de drenaje de la cimentación, se considera una eficiencia total del siste-

ma de drenaje según los valores del Bureau of Reclamation, o sea, una reducción del 2/3 de la diferencia entre los niveles del agua, aguas arriba y aguas abajo de la estructura.

En los demás casos la eficiencia en la reducción de las subpresiones se debe solamente a la cortina de impermeabilización y al correspondiente red de flujo, en donde se consideró de modo conservativo una reducción del 25% de la misma diferencia de niveles.

Como caso excepcional de verificación se considera la total inoperabilidad de dichos dispositivos de drenaje o de impermeabilización, conduciendo a la situación de subpresión integral con variación menor en la base de la estructura, entre los valores impuestos por los niveles del agua, aguas arriba y aguas abajo de la estructura.

Para los casos excepcionales de verificación de la estabilidad, admitense valores del coeficiente de seguridad reducidos, conforme indicado más adelante.

También son admitidos como casos excepcionales de verificación las situaciones de solicitación correspondiente al pasaje de la crecida de 1.000 años y al evento de un sismo con intensidad máxima de diseño evaluada como igual a 0,25 g de aceleración horizontal.

Tales condiciones excepcionales de verificación se conjugan con las condiciones del caso normal de verificación. En el caso del evento sísmico máximo de diseño se admite el nivel del embalse como 0,5 m por encima del vertedero más alto.

De este modo se tienen las siguientes condiciones de verificación estudiadas:

Caso Normal:

- Fuerzas de gravedad
- Nivel del embalse en la cota 1.281,10 m s.n.m.
- Tiempo de retorno de la crecida de diseño 100 años
- Subpresión reducida en la línea de la cortina de inyecciones
- Presión de sedimentos

Caso Excepcional 1:

- Fuerzas de gravedad
- Nivel del embalse en la cota 1.282,20 m s.n.m.
- Tiempo de retorno de la crecida de diseño 1.000 años
- Subpresión reducida en la línea de la cortina de inyecciones
- Presión de sedimentos

Caso Excepcional 2:

Fuerzas de gravedad
 Nivel del embalse en la cota 1.276,50 m s.n.m.
 Subpresión reducida en la línea de la cortina de inyecciones
 Presión de sedimentos
 Sismo

Caso Excepcional 3:

Fuerzas de gravedad
 Nivel del embalse en la cota 1.276,50 m s.n.m.
 Subpresión total en la línea de la cortina de inyecciones
 Presión de sedimentos

c. Criterios de estabilidad

Como criterio, se considera estable la estructura cuando los correspondientes factores de seguridad igualan o sobrepasan los límites mínimos fijados para cada caso de verificación.

Los siguientes valores mínimos del factor de seguridad fueron adoptados en las presentes verificaciones:

- Seguridad al Deslizamiento (FSD)

Caso Normal de Solicitación	FSD =>	1,50
Caso Excepcional de Solicitación	FSD =>	1,00

- Seguridad al Volcamiento (FSV)

Caso Normal de Solicitación	FSV =>	1,50
Caso Excepcional de Solicitación	FSV =>	1,00

- Seguridad de las Solicitaciones de la Cimentación

Esfuerzo máximo admisible, con FS = 1,75

Para el aluvial grueso:	Ga = 2,80 MPa
Para el lacustre limoso:	Ga = 0,40 MPa

Valores, estos últimos, obtenidos a partir de los gráficos de las Figuras 2/7, 2/8 y 2/9. Con respecto a las evaluaciones de los esfuerzos en la base de la estructura, los presentes estudios buscaron la obtención inicial de los valores básicos de esas sollicitaciones, concluyéndose de que están dentro de los valores admisibles para el tipo de suelo existente en la cimentación. Déjase para una próxima etapa la evaluación detallada de los esfuerzos en la estructura y fundación.

Los asentamientos de las obras se encuentran evaluados en el numeral 2.3.

d. Criterios de subpresión

En la cimentación se está previendo la ejecución de una pantalla de impermeabilización tipo jet-grouting junto al paramento de aguas arriba de la estructura, que tiene como función reducir el gradiente hidráulico en la fundación con el incremento del camino de percolación de las aguas de filtración. Como consecuencia produce la correspondiente reducción de las subpresiones en la base de la estructura. En este caso, debido a la heterogeneidad de los materiales constituyentes de la cimentación, se adoptó una reducción general para los valores de la subpresión en la línea del paramento de impermeabilización, como igual a 0,75. Un análisis más detenido del asunto deberá ser objeto de la próxima etapa del proyecto.

En el caso de los bloques con cimentación sobre material lacustre limoso, se admite una reducción de las subpresiones como igual a 2/3 de la diferencia de niveles del agua entre aguas arriba y aguas abajo de la estructura, además que una variación menor entre los valores de la subpresión.

2.10.3 Resultados de las verificaciones de estabilidad Los Cuadros 2/10, 2/11 y 2/12 presentan el resumen de los resultados de las verificaciones de estabilidad procedidas para los bloques de los vertederos de la obra de toma.

a. Vertedero derecho, margen izquierda

El resumen de resultados presentado en el Cuadro 2/10 indica la estabilidad de la estructura para todos los casos de verificación y esfuerzo máximo puntual de 0,4 MPa, el que atiende a las exigencias de estabilidad.

b. Vertedero derecho, margen derecha

El resumen de resultados presentado en el Cuadro 2/11 indica la estabilidad de la estructura para todos los casos de verificación y esfuerzo máximo puntual de 0,33 MPa, el que atiende a las exigencias de estabilidad.

c. Vertedero izquierdo

El resumen de resultados presentado en el Cuadro 2/12 indica la estabilidad de la estructura para todos los casos de verificación y esfuerzo máximo puntual de 0,27 MPa, el que atiende a las exigencias de estabilidad.

Cuadro 2/10

VERTEDERO DERECHO - MARGEN IZQUIERDA - RLOQUE SOBRE DEPOSITOS LACUSTRES
ANALISIS DE ESTABILIDAD
CONDICIONES DE CARGA ANALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

Condiciones de Carga	1	2	3	4
<u>Situación</u>	normal	excepcional	excepcional	excepcional
Fuerzas de gravedad	si	si	si	si
Nivel del agua (m s.n.m.)	1.281,10	1.282,20	1.276,50	1.281,10
Subpresión normal	si	si	si	no
Subpresión dren/impermeabilización inoperante	no	no	no	si
Sisao	no	no	si	no
Presión de sedimentos	si	si	si	si
<u>Resumen de Esfuerzos</u>				
Resultante fuerzas verticales	763,90	739,63	855,91	724,62
Presión horizontal total (t)	447,31	467,05	749,15	447,31
Momento estabilizante	34.150,14	33.753,13	34.925,20	34.318,81
Momento de volcamiento (m.t)	18.419,30	18.867,94	19.823,34	20.828,70
<u>Excentricidad (m)</u>	-2,19	-1,72	0,76	-0,21
<u>Seguridad al Deslizamiento</u>	1,72 presa estable	1,62 presa estable	1,10 presa estable	1,67 presa estable
<u>Seguridad al Volcamiento</u>	1,85 presa estable	1,79 presa estable	1,76 presa estable	1,65 presa estable
<u>Esfuerzos Aguas Arriba (t/m²)</u>	28,15	25,72	20,36	20,36
<u>Esfuerzos Aguas Abajo (t/m²)</u>	13,36	14,46	26,14	19,04

Cuadro 2/11

VERTEDERO DERECHO - MARGEN DERECHA - BLOQUE SOBRE ALUVIAL GRUESO
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD
CONDICIONES DE CARGA ANALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

Condiciones de Carga	1	2	3	4
<u>Situación</u>	normal	excepcional	excepcional	excepcional
Fuerzas de gravedad	si	si	si	si
Nivel del agua (m s.n.m.)	1.281,10	1.282,20	1.281,10	1.281,10
Subpresión normal	si	si	si	no
Subpresión dren/impermeabilización inoperante	no	no	no	si
Sismo	no	no	si	no
Presión de sedimentos	si	si	si	si
<u>Resumen de Esfuerzos</u>				
Resultante fuerzas verticales	733,70	707,23	763,73	724,62
Presión horizontal total (t)	447,31	467,05	874,71	447,31
Momento estabilizante	33.981,47	33.584,47	33.981,47	34.318,81
Momento de volcamiento (m.t)	19.251,16	19.699,80	22.675,75	20.828,70
<u>Excentricidad (a)</u>	-1,67	-1,23	3,58	-0,21
<u>Seguridad al Deslizamiento</u>	1,94 presa estable	1,82 presa estable	1,02 presa estable	1,93 presa estable
<u>Seguridad al Volcamiento</u>	1,77 presa estable	1,70 presa estable	1,50 presa estable	1,65 presa estable
<u>Esfuerzos Aguas Arriba (t/m²)</u>	25,36	23,05	8,64	20,36
<u>Esfuerzos Aguas Abajo (t/m²)</u>	14,50	15,37	32,85	19,01

Cuadro 2/12

VERTEDERO IZQUIERDO - BLOQUE SOBRE ALUVIAL GRUESO
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD
CONDICIONES DE CARGA ANALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

Condiciones de Carga	1	2	3	4
<u>Situación</u>	normal	excepcional	excepcional	excepcional
Fuerzas de gravedad	si	si	si	si
Nivel del agua (a s.n.m.)	1.281,10	1.282,20	1.276,50	1.281,10
Subpresión normal	si	si	no	no
Subpresión dren/impermeabilización				
inoperante	no	no	si	si
Sismo	no	no	si	no
Presión de sedimentos	si	si	si	si
<u>Resumen de Esfuerzos</u>				
Resultante fuerzas verticales	686,74	657,70	853,95	617,26
Presión horizontal total (t)	450,69	469,12	784,68	450,69
Momento estabilizante	33.154,31	32.695,80	37.301,01	33.154,31
Momento de volteamiento (m.t)	19.584,73	20.042,93	22.107,57	22.549,14
<u>Ecentricidad (e)</u>	-1,35	-0,83	1,35	1,23
<u>Seguridad al Deslizamiento</u>	1,83	1,71	1,22	1,71
	presa estable	presa estable	presa estable	presa estable
<u>Seguridad al Volcamiento</u>	1,69	1,63	1,69	1,47
	presa estable	presa estable	presa estable	presa estable
<u>Esfuerzos Aguas Arriba (t/m²)</u>	22,77	20,29	17,58	13,42
<u>Esfuerzos Aguas Abajo (t/m²)</u>	14,54	15,44	27,03	20,12

3. DESARENADOR

En este capítulo se describen los criterios básicos de dimensionamiento hidráulico y estructural del desarenador al exterior ubicado en la margen derecha del caudal de desvío que resultó seleccionado en la comparación de alternativas de obras componentes.

La obra está constituida por una serie de cámaras sedimentadoras a cielo abierto equipadas con el sistema de control y de limpieza Bieri.

3.1 Dimensionamiento hidráulico

Las cámaras sedimentadoras fueron dimensionadas en base a una velocidad del agua de $0,3 \text{ m/s}$ y para sedimentar partículas con diámetro superior a $0,25 \text{ mm}$ modificando así el criterio conservador adoptado en la Fase A del estudio que preveía sedimentar partículas superiores a $0,2 \text{ mm}$.

La decisión de aumentar el valor del diámetro de las partículas a ser sedimentadas está sustentada en el hecho de tener siempre en el túnel de aducción (por lo menos en la primera etapa) una velocidad del agua del orden de 3 m/s en los tramos no revestidos (entre $3,5$ y $4,2$ en los tramos revestidos) con caudales normales de diseño. En segunda etapa y solamente cuando los caudales sean menores que los caudales de diseño, o sea el 10% del tiempo, estas velocidades pueden bajar hasta reducirse a la mitad en las condiciones más críticas.

En base a los criterios de diseño mencionados y para un caudal de diseño de $66,5 \text{ m}^3/\text{s}$ cada etapa, se han rediseñado las cámaras sedimentadoras de la Fase A, reduciendo el alto de las cámaras para evitar el sistema de bombeo a lo largo del sistema de limpieza.

Por esta última razón y para tener una mayor flexibilidad de operación se introdujeron 6 cámaras sedimentadoras en lugar de 3 por cada etapa.

Con un caudal de diseño por cámara de $10,53 \text{ m}^3/\text{s}$ las dimensiones de la misma se determinaron según los criterios de Ekhtiaroff asumiendo como valores de sedimentación en el agua tranquila los de Sudry con un peso específico del agua turbia de $1,033 \text{ g/cm}^3$ (ver Apéndice C).

Las dimensiones obtenidas para cada cámara al final (véase Figura 3/1) fueron:

- alto útil	5,20 m
- ancho	6,80 m
- largo	90,00 m

Con estas dimensiones se verificó que según los criterios de Dobbins-Camp la eficiencia de la cámara sedimentadora fuera superior al 98%.

3.2 Sistema de limpieza

3.2.1 Caudal de diseño El caudal de diseño escogido es de 20 m³/s aproximadamente, lo que corresponde a una apertura normal (0,07x0,2 m) de 3 unidades Bieri de 30 m de longitud cada una con 2 aperturas por metro. El mismo caudal corresponde al caudal de "flushing" cuando se abren completamente (0,2x0,2 m) las 60 aperturas de un elemento de 30 m.

En el cálculo se utiliza también el valor de 6,5 m³/s, que corresponde a la posición de limpieza normal de las 60 aperturas de un solo elemento de 30 m.

Los valores de arriba se han obtenido considerando la carga máxima de normal operación sobre las aperturas del sistema Bieri (8,52 m), las dimensiones (0,2x0,2 m ó 0,2x0,07 m), el número de aperturas de cada unidad (60) y el coeficiente de contracción 0,6 como se indica a continuación.

a. Una unidad con apertura máxima

$$60 \times 0,6 \times 0,2 \times 0,2 \times (2 \times 8,52)^{1/2} = 18,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

b. Tres unidades con apertura normal

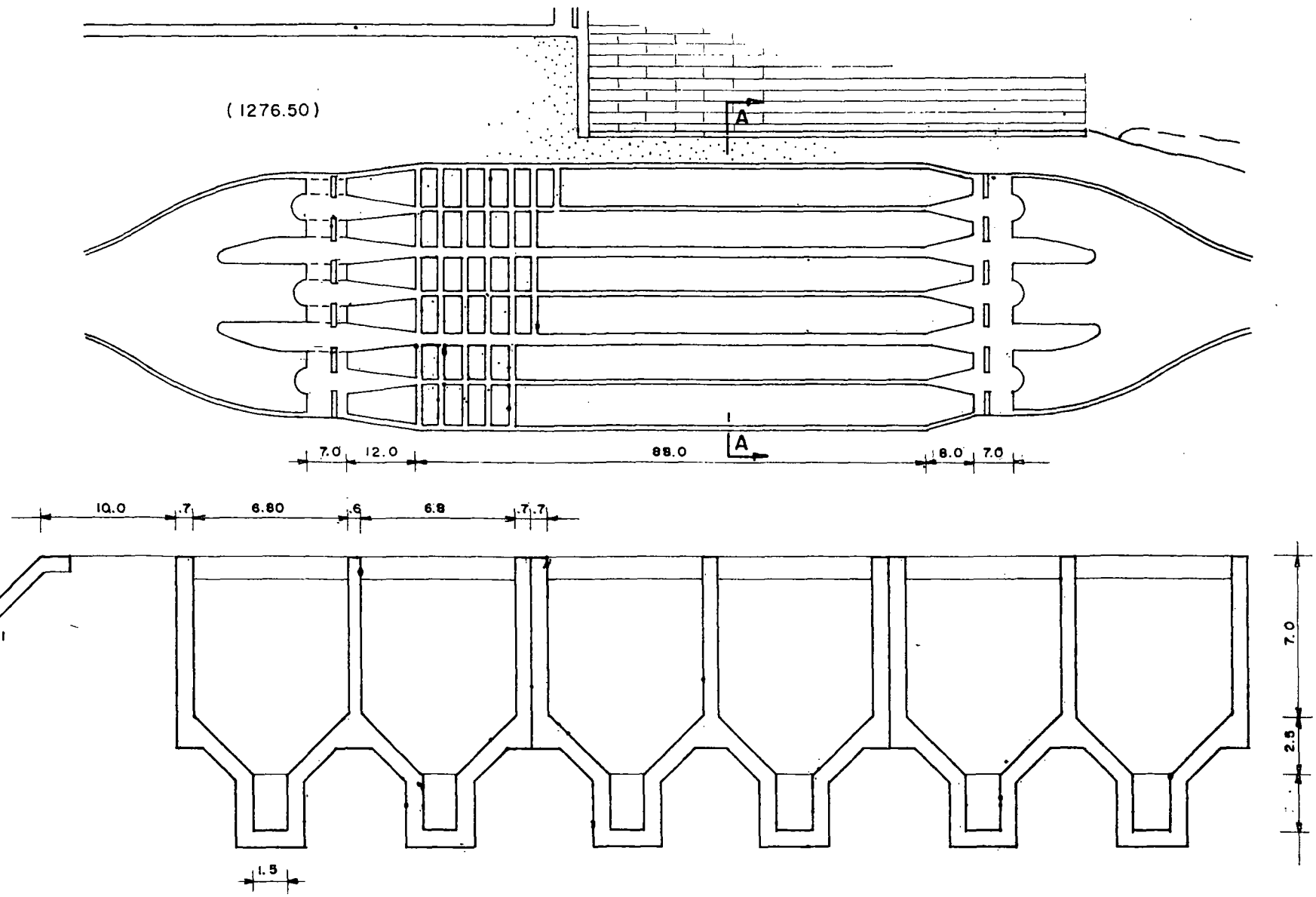
$$180 \times 0,6 \times 0,07 \times 0,2 \times (2 \times 8,52)^{1/2} = 19,55 \text{ m}^3/\text{s}$$

En el caso de una sola unidad con apertura normal el caudal será $19,55/3 = 6,52 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.2.2 Dimensionamiento del túnel de limpieza en la zona abajo de las cámaras Se ha calculado el perfil hidráulico que existe bajo las aperturas de un elemento de 30 m utilizando la teoría de flujos con caudal uniformemente creciente hacia aguas abajo. El cálculo se ha repetido por los dos casos de caudal de 6,5 y de 20 m³/s.

Figura 3/1

DESARENADOR PLANTA Y CORTES



La pendiente del túnel se ha limitado al mínimo posible (0,02) por razones de posibles remansos en relación a los niveles de restitución en el río. La rugosidad del túnel de limpieza se ha estimado de forma conservativa (tomando en cuenta la abrasión del hormigón y la presencia de dunas de sedimentos en el fondo) en $55 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ según Strickler.

De los cálculos detallados en el Apéndice D resulta que con un ancho del túnel de 1,60 m y una altura mínima del mismo valor de 1,6 m (en la sección más aguas arriba) se garantiza siempre un flujo libre en condiciones normales de caudal de $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Con la situación de purga simultánea de 3 elementos, o de purga máxima de un elemento ($20 \text{ m}^3/\text{s}$) unos tramos del túnel pueden encontrarse momentáneamente en presión. Este último fenómeno es de todas maneras transitorio porque el caudal de $20 \text{ m}^3/\text{s}$ no puede mantenerse en el tiempo siendo que el nivel en la cámara empezará a bajar y con él, el caudal.

Por todo lo antedicho hay que prever de todas maneras un buen sistema de aireación/desaireación del túnel por debajo de las cámaras del desarenador.

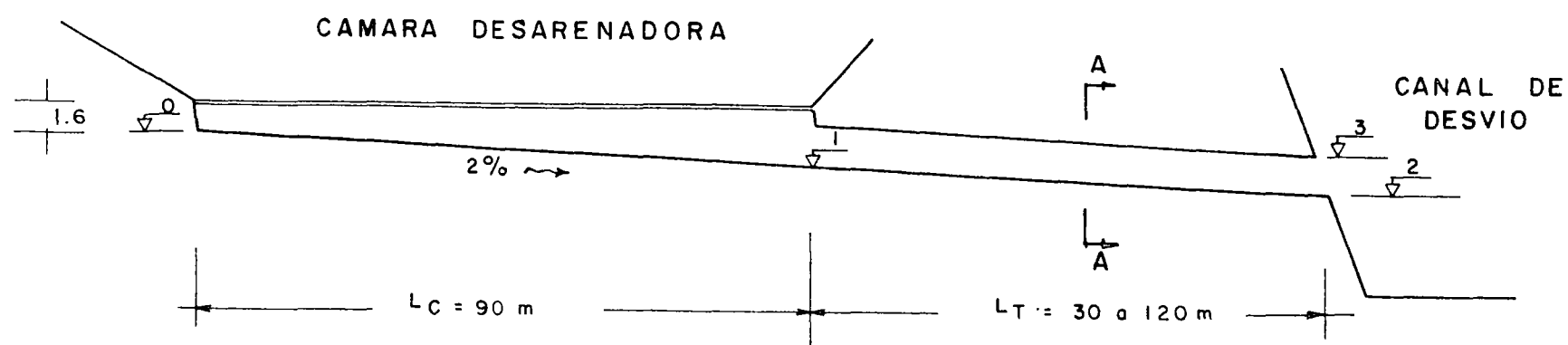
3.2.3 Túneles de limpieza entre el desarenador y el río Por razones de economía y de espacio se decidió al fin de prever un solo túnel para conectar dos cámaras del desarenador al río renunciando a tener un túnel para cada cámara como sugerido en el Anexo L al Informe General.

La pendiente del túnel se mantiene del 2% mientras la sección del mismo será de 1,6 m de ancho y 2,8 m de alto. Esta solución supone que se operarán las dos cámaras conectadas al túnel de forma tal que nunca se sobrepase también en este tramo de túnel el caudal de diseño de $20 \text{ m}^3/\text{s}$ y que con caudales de $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ nunca se tenga velocidades menores a $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

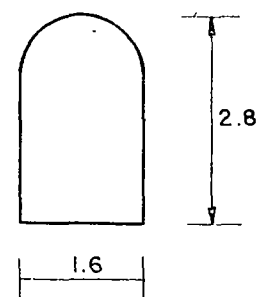
Las cotas significativas de los túneles de flushing (3 en primera y 3 en segunda etapa) se ilustran en la Figura 3/2 a continuación y en el Cuadro 3/1

Figura 3/2

PERFIL DESDE EL DESARENADOR HASTA EL CANAL DE DESVIO



CORTE A - A



Cuadro 3/1

DESARENADOR
COTAS SIGNIFICATIVAS DE LOS TUNELES DE LIMPIEZA

Túnel	Longitud (m)	Nivel 1 (m s.n.m.)	Nivel 2 (m s.n.m.)	Nivel 3 (m s.n.m.)
1	30	1.262,98	1.262,38	1.265,18
2	50	1.262,98	1.261,98	1.264,78
3	70	1.262,98	1.261,58	1.264,38
4	90	1.262,98	1.261,18	1.263,98
5	110	1.262,98	1.260,78	1.263,58
6	130	1.262,98	1.260,38	1.263,18

Los túneles de segunda etapa (de 4 a 6) entrarán en operación cuando los niveles del río del Cuadro 3/2 habrán bajado por lo menos de otro metro (se asume un valor de 1,2 m).

Se encontraran varias situaciones posibles del funcionamiento hidráulico de los túneles de limpieza en función de los niveles de restitución del río indicados en el Cuadro 3/2. Conservativamente para los túneles de 1 a 3 se hace referencia al año en el cual se prevé la entrada en operación del proyecto (2003) siendo esta la condición más desventajosa. Para los túneles de 4 a 6 (de segunda etapa) se hace referencia a los niveles del cuadro mencionado bajados de 1,2 m.

Cuadro 3/2

SISTEMA DE LIMPIEZA DE LOS DESARENADORES
NIVELES DEL RIO COCA A LA RESTITUCION (AÑO 2003)

Condiciones	Caudales (m ³ /s)	Niveles (3) (m s.n.m.)
Creciente 10 años (1)	3.073	1.265,08
Creciente 5 años (1)	2.773	1.264,72
Caudal superado por el 1% (2)	877	1.263,14
Caudal superado por el 2% (2)	724	1.262,90
Caudal superado por el 3% (2)	628	1.262,76
Caudal superado por el 4% (2)	561	1.262,64
Caudal superado por el 5% (2)	519	1.262,56
Caudal promedio	290	1.262,20

(1) pico crecida - caudal turbinado

(2) valor del río en San Rafael x 0,939 - caudal turbinado

(3) valores obtenidos con HEC2 - 2 m (año 2003)

Las posibles situaciones de funcionamiento hidráulico del túnel de restitución según los niveles del río serán:

- (1) flujo libre o resalto en el río
- (2) resalto en la última sección del túnel con flujo libre
- (3) resalto en el túnel con flujo en presión
- (4) todo en presión

En base a los cálculos ejecutados se han obtenido para los túneles de primera etapa de 1 a 3 las situaciones hidráulicas y las velocidades en la sección terminal indicadas en los Cuadros 3/3 y 3/4

Cuadro 3/3

DESARENADOR - TUNELES DE LIMPIA - $Q = 6,5 \text{ M}^3/\text{S}$
SITUACION HIDRAULICA Y VELOCIDAD EN EL ULTIMA SECCION

Situación en el río		Situación hydr. y Velocidad últ. sec.					
Caudal	Nivel	Túnel 1		Túnel 2		Túnel 3	
(m^3/s)	(m s.n.m.)	-	(m/s)	-	(m/s)	-	(m/s)
3.073	1.265,08	(2)	1,50	(3)	1,45	(3)	1,45
2.773	1.264,72	(2)	1,73	(2)	1,48	(3)	1,45
877	1.263,14	(1)	4,45	(1)	4,45	(2)	2,69
724	1.262,90	(1)	4,45	(1)	4,45	(1)	4,45
628	1.262,76	(1)	4,45	(1)	4,45	(1)	4,45

- calado de flujo normal $h = 0,91 \text{ m}$, altura conjug. $h_2 = 1,51 \text{ m}$
- situación hidráulica de los túneles de 4 a 6 similar a aquella de los túneles de 1 a 3 con la cota terminal del fondo del túnel y la cota del río disminuidos 1,2 m.

Cuadro 3/4

DESARENADOR - TUNELES DE LIMPIA - $Q = 20,0 \text{ M}^3/\text{S}$
SITUACION HIDRAULICA Y VELOCIDAD EN EL ULTIMA SECCION

Situación en el río		Situación hydr. y Velocidad últ. sec.					
Caudal	Nivel	Túnel 1		Túnel 2		Túnel 3	
(m^3/s)	(m s.n.m.)	-	(m/s)	-	(m/s)	-	(m/s)
3.073	1.265,08	(1)	5,53	(3)	4,46	(3)	4,46
2.773	1.264,72	(1)	5,53	(2)	4,51	(3)	4,46
877	1.263,14	(1)	5,53	(1)	5,53	(1)	5,53
724	1.262,90	(1)	5,53	(1)	5,53	(1)	5,53
628	1.262,76	(1)	5,53	(1)	5,53	(1)	5,53

- calado de flujo normal $h = 2,26 \text{ m}$, altura conjug. $h_2 = 2,77 \text{ m}$
- situación hidráulica de los túneles de 4 a 6 similar a aquella de los túneles de 1 a 3 con la cota terminal del fondo del túnel y la cota del río disminuidos 1,2 m.

En base a los resultados de los cálculos (véase también el Apéndice C se sugieren las operaciones indicadas en los numerales a continuación.

3.2.4 Operación de limpieza durante las crecidas (nivel del río aproximadamente mayor a 1.263,5 m De acuerdo al estudio del Apéndice C los túneles se pueden operar con su caudal de diseño máximo (20 m³/s) y bajo las condiciones de operación descritas al numeral 3.2.3, hasta el caudal en el río de unos 1.000 m³/s, valor que se supera por menos del 1% del tiempo.

Durante las crecientes (la toma y entonces los desarenadores funcionan hasta la creciente de 10 años) se puede seguir operando las dos cámaras de los desarenadores conectadas a un túnel de limpia a condición de operar los seis elementos (de 30 m) en forma secuencial y con apertura normal con un caudal máximo en el túnel de 6,5 m³/s.

Bajo estas condiciones las crecientes y con este tipo de operación, se producirá un resalto en el túnel y se evacuarán en el tramo terminal del túnel los 6,5 m³/s con flujo en presión con una velocidad promedio de 1,5 m/s; velocidad teóricamente suficiente para transportar sedimentos hasta 30 mm (Hjulstrom).

Esta situación se considera aceptable tomando en cuenta su duración relativamente corta (picos de las crecientes con valores aguas abajo de las obras, superiores a unos 1.000 m³/s).

3.2.5 Operación de limpieza con niveles en el río entre 1.262,9 y 1.263,5 m En esta situación parece adecuado operar las dos cámaras conectadas a los túneles de limpieza 3 y 6 de tal forma que el caudal de limpieza transportado hacia el río sea cerca de los 15-20 m³/s (haciendo limpieza normal en 2 ó 3 elementos simultáneamente). Operando así se puede rechazar el resalto hasta el río e incrementar la velocidad de flujo de forma sustancial, más que todo en los túneles más largos y bajos. La operación normal de un solo elemento (6,5 m³/s) no presenta problemas para los túneles 1 y 2 (y los correspondientes de segunda etapa 4 y 5).

3.2.6 Operación de limpieza con nivel en el río mas bajo de 1.262,9 m Para caudales entre 6,5 y 20 m³/s siempre hay velocidades de flujo superiores a los 4,5 m/s. Se pueden por lo tanto operar libremente los dispositivos Rieri de las cámaras según lo indicado en el numeral 3.2.3, de preferencia haciendo las operaciones de limpiezas normales en forma secuencial para garantizar siempre el flujo libre en los ductos bajo las aperturas del sistema Rieri.

3.3 Dimensionamiento estructural

3.3.1 Descripción de la estructura El desarenador está compuesto por un conjunto de cámaras sedimentadoras de unos 90 m de largo asociadas al propio fondo a ductos de limpieza.

Desde el punto de vista estructural el conjunto de dos cámaras forma una estructura independiente, la misma que ha sido analizada considerando una sección transversal como se muestra en la Figura 3/3.

Las dimensiones internas de las cámaras del desarenador y de los ductos de limpieza han sido determinadas con base en el funcionamiento hidráulico y en las recomendaciones de los proveedores del sistema de limpieza adoptado (sistema Bieri).

El dimensionamiento estructural se lo ha hecho con base en las acciones que actúan sobre los elementos de hormigón armado, con lo que se ha llegado a establecer o verificar los espesores de las paredes y tabiques, capaz de que se tenga seguridad ante cualquier alternativa de carga.

Cada estructura independiente que consta de dos cámaras y dos ductos de limpieza tiene dos paredes laterales de 0,70 m de espesor, más un tabique central de 0,60 m de espesor, que referidos a la cota 1.274,5 que es el nivel superior del desarenador, arrancan en la cota 1.267,5, es decir que tienen 7,0 m de altura. Estas paredes verticales se conectan a los ductos de limpieza mediante elementos inclinados de 0,60 m de espesor. Las paredes y el piso de los ductos de limpieza tienen un espesor de 0,50 m. La altura libre interior está sobre los 1,6 m y aumenta en función de la pendiente longitudinal.

En el estrangulamiento que se aprecia en la sección del desarenador se ubica el sistema de apertura y cierre de las placas deslizantes del sistema Bieri adoptado en el presente caso para la retención y lavado de los sedimentos.

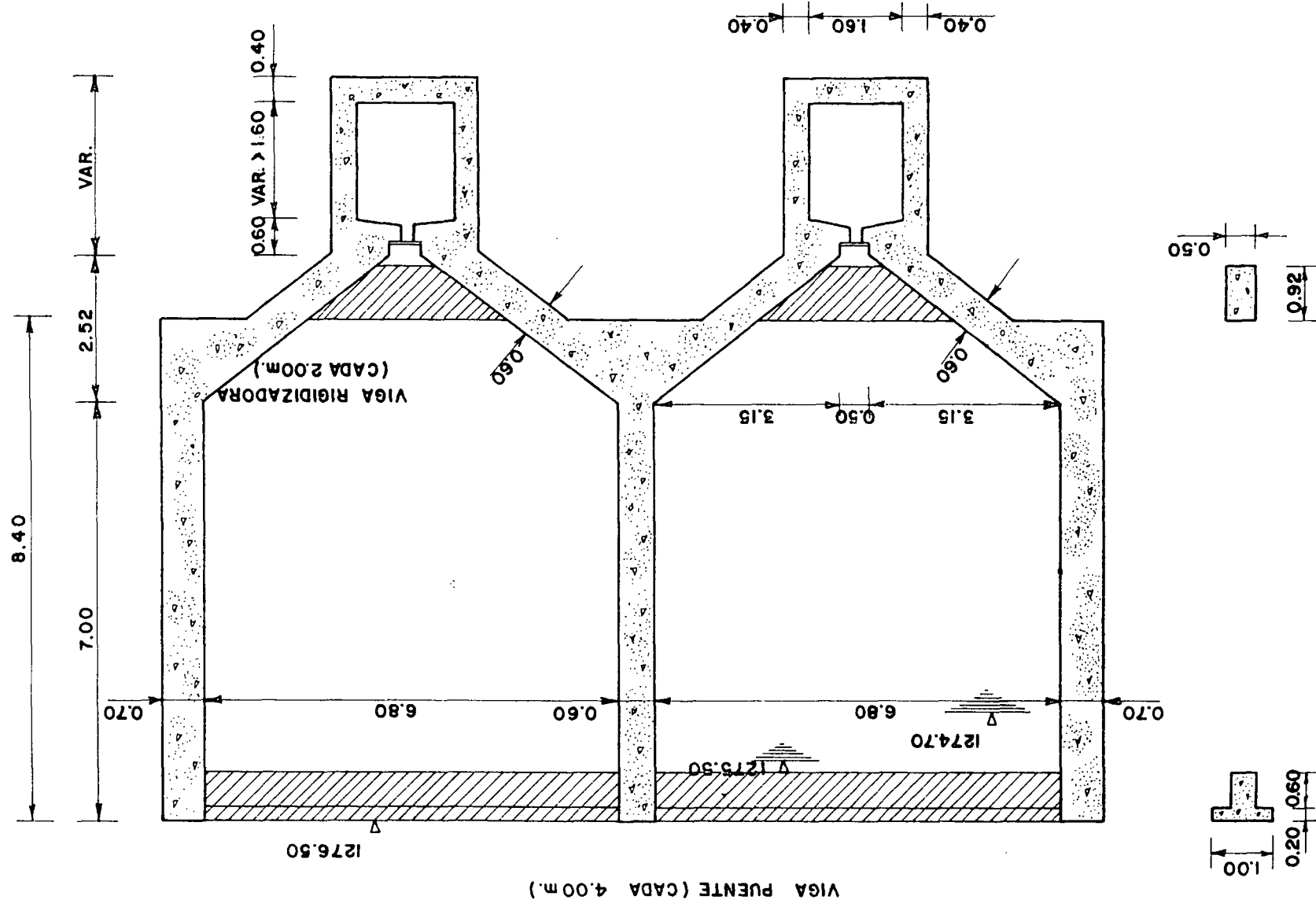
3.3.2 Alcance del análisis El objetivo del análisis es el dimensionar los elementos componentes de la estructura de hormigón y determinar cantidades aproximadas de acero de refuerzo, a fin de establecer los costos de las obras civiles.

Con base en el análisis estructural hecho bajo diferentes estados de carga, habiéndose determinado los más críticos, se han obtenido los esfuerzos a que están sujetos los diferentes puntos de la estructura, descompuesta en elementos a fin de poder utilizar el programa computacional SAP90, que resuelve la estructura bajo la teoría de elementos finitos.

Determinados los máximos esfuerzos y los envolventes de máximos esfuerzos bajo los diferentes estados de carga, se establecen las cantidades de refuerzo, sin llegarse a presentar detalles del armado, sino esquemas generales de las armaduras de acero de refuerzo de los elementos predimensionados.

Figura 3/3

ESTRUCTURA DESARENADOR



3.3.3 Criterios de diseño

a. Códigos y manuales de diseño

Para el diseño de los elementos estructurales de hormigón armado se usó como código básico el Building Code Requirements for Reinforced Concrete del American Concrete Institute (ACI 318-89), además del Código Ecuatoriano de la Construcción. De estos códigos se han tomado en cuenta las normas y especificaciones que tienen que ver con los materiales de construcción, estados de carga y combinaciones, cuantías máximas y mínimas de esfuerzo, factores de seguridad, métodos de diseño y otros que se refieren a aspectos constructivos.

b. Materiales

Los materiales utilizados en el análisis y en el diseño tienen las siguientes características:

- Hormigón Estructural

- . Esfuerzo de compresión a los 28 días: $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- . Esfuerzo de tracción: 5% del esfuerzo de compresión
- . Relación de Poisson: $\nu = 0,25$
- . Módulo de elasticidad: $E = 210.000 \text{ kg/cm}^2$

- Acero de refuerzo: $f_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$

- Peso volumétrico del hormigón armado: $2,4 \text{ t/m}^3$.

c. Cargas de diseño

Las cargas consideradas en el análisis de la estructura son:

1. Peso propio, en este caso se utilizó el peso volumétrico del hormigón de $2,4 \text{ t/m}^3$.
2. Peso del relleno que actúa sobre la cara externa de la pared del extremo izquierdo de la estructura, con un peso volumétrico de $1,7 \text{ t/m}^3$, correspondiente al suelo. El lado derecho de la estructura se lo considera libre de presiones.
3. Presión debida al nivel de agua en la cara exterior de la estructura, igualmente que actúa en la pared del lado izquierdo. El nivel freático se estima que está $1,0 \text{ m}$ por debajo de la cota superior de la estructura, es decir en la cota $1.273,5$.
4. Subpresión, que se considera que actúa de abajo hacia arriba sobre las superficies que están en contacto con la fundación. Esta subpresión está en función de la profundidad a la que se encuentran los diferentes puntos de la fundación con relación al nivel freático, y en función a la distancia hasta el vér-

tice inferior de la pared del lado derecho de la estructura en donde se considera que la subpresión es nula.

5. Presión interna que depende del nivel de agua que se tenga en determinado momento dentro del desarenador.
6. Sismo dinámico para lo cual es utilizado un espectro sísmico y se hace un análisis dinámico de repuesta espectral.

Todos los valores de estas cargas, expresadas en presión que actúa sobre la sección de la estructura, se presentan en la Figura 3/4.

d. Combinaciones de carga

Se han establecido varias combinaciones de carga dependiendo de si el desarenador se encuentra lleno o vacío, de la siguiente manera:

d1: 1+2+3+4+5	(cámara izquierda llena) (cámara derecha vacía)
d2: 1+2+3+4+5	(cámara izquierda llena) (cámara derecha llena)
d3: 1+2+3+4+5	(cámara izquierda vacía) (cámara derecha llena)
d4: 1+2+3+4+5	(cámara izquierda vacía) (cámara izquierda vacía)

Estas combinaciones de carga se las obtiene a partir de los estados de carga independientes, los que a su vez pueden considerarse por separado por cualquier eventualidad.

En las combinaciones de carga se considera que los estados de carga 1, 2, 3 y 4 siempre estarán presentes y sólo se tiene diferencia por la situación de presión interna 5, según lo indicado anteriormente.

A su vez, estas combinaciones de carga se las ha considerado combinadas con el sismo dinámico, estado de carga 6.

3.3.4 Métodos y tipos de análisis y diseño estructural Para el análisis de la estructura del desarenador se utilizó el programa computacional SAF90, con el módulo de análisis de elementos finitos y dentro de esto utilizando el elemento ASOLID, para lo cual se ha discretizado una malla de nudos y elementos bidimensionales, cuyas numeraciones se pueden ver en las Figuras 3/5 y 3/6. Para mayores detalles véase el Apéndice C.

ESTRUCTURA DESARENADOR
ESTADOS DE CARGA



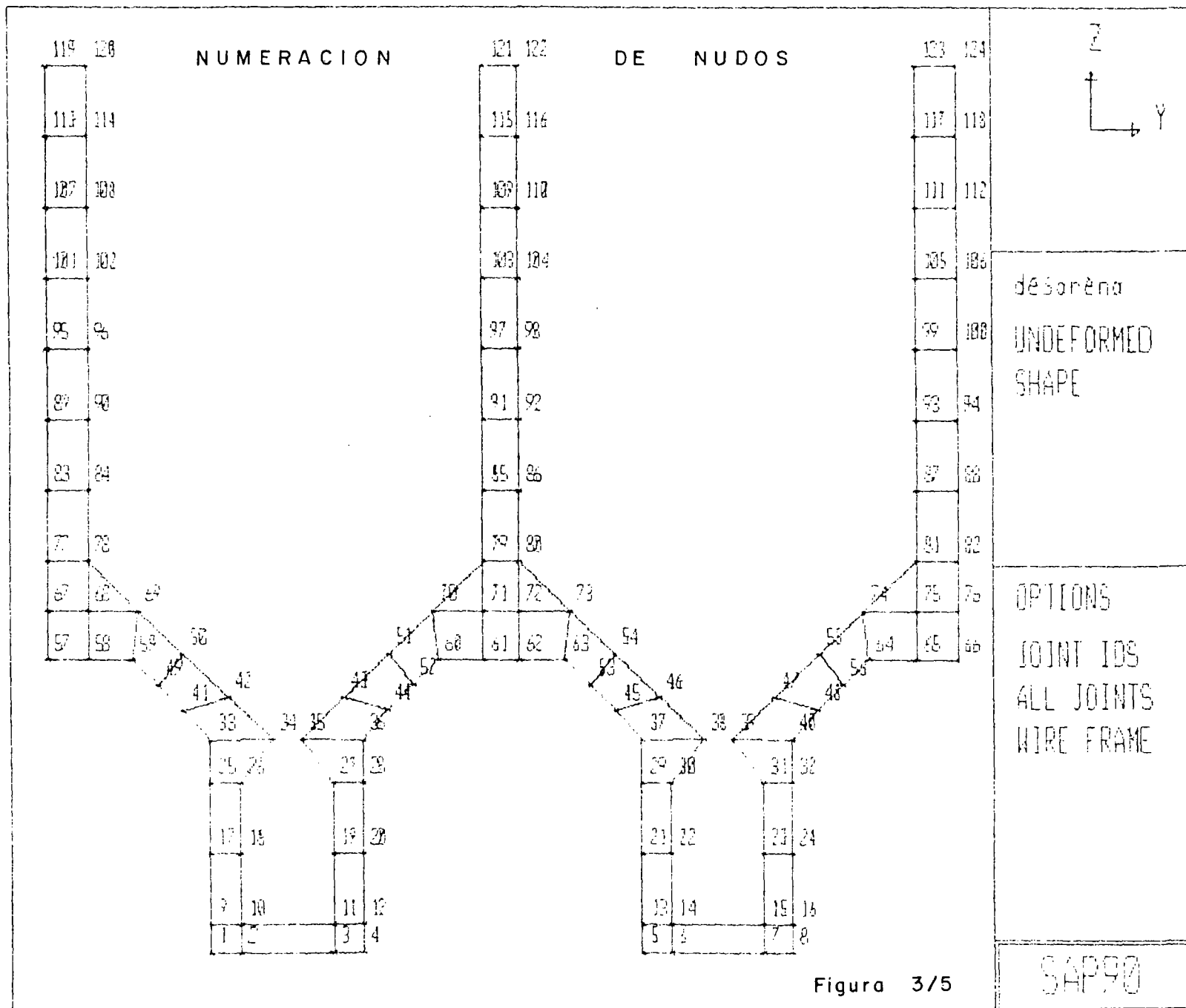
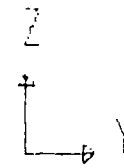
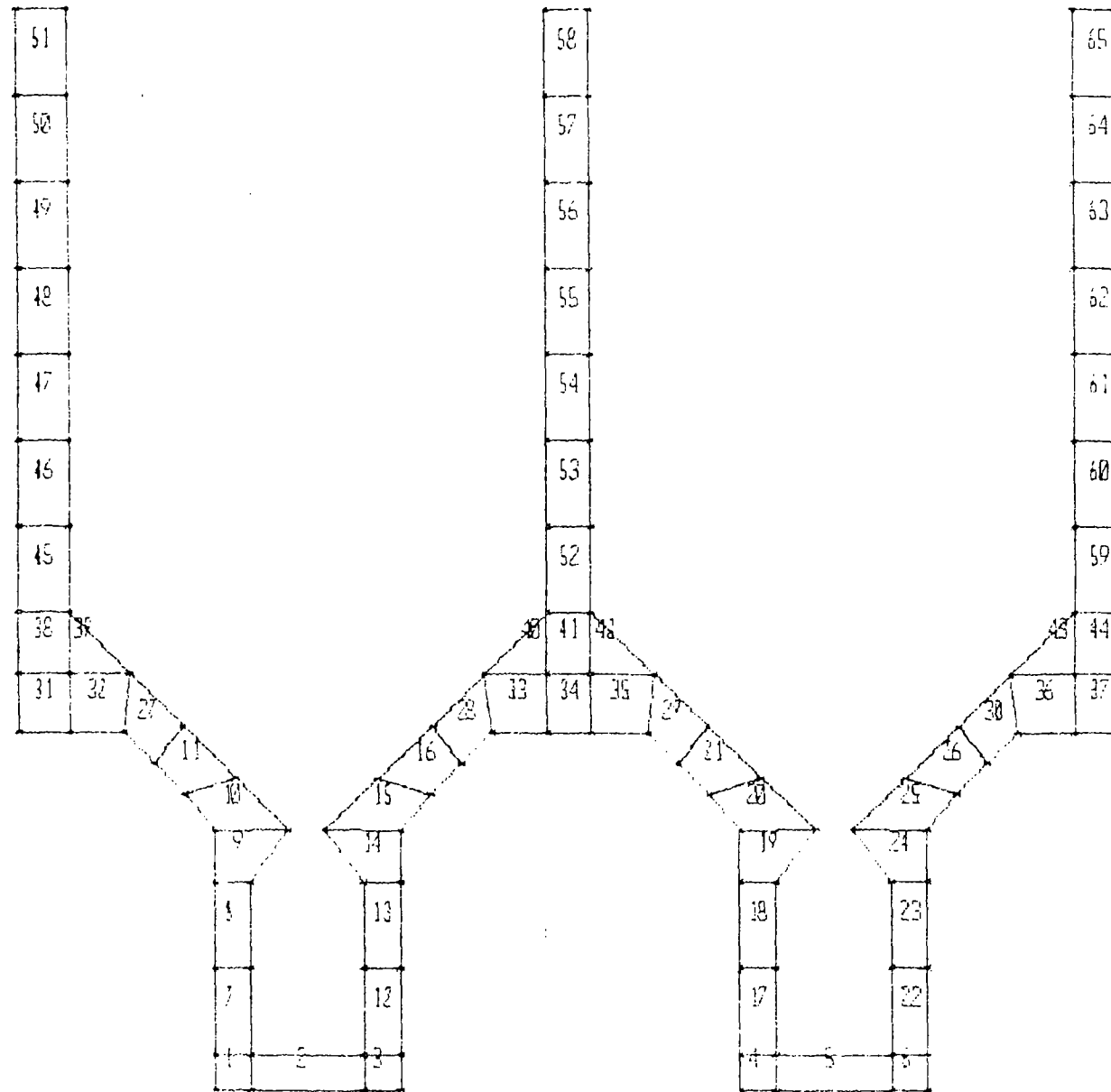


Figura 3/5

NUMERACION DE ELEMENTOS



desarrollo
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
ALL JOINTS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME

SAP90

Figura 3/6

Los elementos ASOLID cuya cara frontal está en el plano Y-Z tienen una profundidad de 2.0 m y sobre las caras laterales se aplican las cargas con las magnitudes de acuerdo a lo expuesto en el numeral 3.3.3, en forma de presiones.

A más del análisis estático realizado con las combinaciones de cargas indicadas anteriormente, se hace un análisis sísmico dinámico de respuesta espectral, cuyos efectos son también combinados con los efectos debidos a cargas estáticas.

La ecuación de equilibrio dinámico asociada con la respuesta de la estructura a un movimiento del suelo, está dada por:

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = M\ddot{u}_g$$

donde:

M es la matriz diagonal de masas
C es la matriz de amortiguamiento
K es la matriz de rigidez
 \ddot{u}_g es la aceleración del suelo de fundación
 \ddot{u} , \dot{u} y u son las aceleraciones, velocidades y desplazamientos estructurales, respectivamente.

El programa SAP90, utilizando la sección SPEC, resuelve este sistema de ecuaciones usando el método de superposición modal de respuesta. La aceleración del suelo se introduce como una curva normalizada de respuesta espectral, aceleración espectral vs. período, la misma que al momento se ha tomado del manual del SAP90.

En estudios posteriores se podrá utilizar el espectro que resulte de las recomendaciones del estudio que se lleva a cabo en la zona del proyecto.

3.3.5 Análisis de los resultados

- Se tienen mayores esfuerzos tanto de compresión como de tracción en los casos en que no existen las vigas, superior e inferior y de las cuatro combinaciones de carga correspondientes a esta geometría, la más crítica es cuando el desarenador tiene sus dos cámaras vacías, solamente con carga exterior de empuje del suelo, nivel freático y subpresión, además del sismo.

En este caso los niveles de esfuerzos máximos suponiendo una sección homogéneamente resistente tanto a atracción como a compresión, son:

Compresión	71,7 kg/cm ²
Tracción	111,0 kg/cm ²

- En el caso en que se tiene la viga superior de inspección al nivel de la coronación del desarenador, los esfuerzos en la estructura son menores que en el caso anterior y, comparando las cuatro combinaciones de carga para esta geometría, la más crítica corresponde al caso en que se tiene vacía la cámara izquierda y llena la cámara derecha, con cargas exteriores de empuje de suelo, nivel freático y subpresión, además del sismo.

Los niveles de esfuerzos máximos en las hipótesis antes mencionadas, son:

Compresión	61,6 kg/cm ²
Tracción	100,0 kg/cm ²

- En el caso en que se tiene además la viga inferior, colocada con el objeto de impedir un eventual estrangulamiento del conducto de limpieza, los esfuerzos son aún menores que en los dos casos anteriores, e igualmente comparando los cuatro combinaciones de carga posibles para esta geometría, la más crítica corresponde al caso en que se tiene la cámara izquierda vacía y la derecha llena, para esfuerzos de compresión, y al caso en que se tiene ambas cámaras vacías, para esfuerzos de tracción. Siempre con cargas exteriores de empuje de suelo, nivel freático y subpresión, además del sismo.

Los niveles de esfuerzos máximos en las hipótesis antes mencionadas, son:

Compresión	30,9 kg/cm ²
Tracción	47,7 kg/cm ²

Para todas las geometrías se considera incluido el peso propio de la estructura.

Analizadas las tres geometrías se deduce que la más conveniente es la que contiene las vigas superior e inferior, indicando que se adoptaría esta última siempre y cuando la presencia de la viga inferior no dificulte el funcionamiento hidráulico, caso contrario se adoptaría la solución con solamente la viga superior, para lo cual es necesario colocar armadura de refuerzo en el hormigón, para absorber los esfuerzos de tracción y corte.

4. PRESA DEL EMBALSE COMPENSADOR

En este capítulo se ilustran los cálculos ejecutados durante la fase de comparación de alternativas de la presa del embalse compensador en la quebrada Granadillas; las alternativas analizadas consistían en:

- Presa en escollera con núcleo central en arcilla
- Presa en escollera con pantalla de hormigón
- Presa en hormigón compactado y rodillado

Para la descripción de las alternativas véase Anexo L al Informe General y los Planos de 0209-C-2025 a 0209-C-2027 del mismo anexo.

4.1 Rasgos básicos del área de la presa

El eje escogido de la presa se ubica a lo largo de la quebrada Granadillas, unos 400 m aguas arriba de su confluencia con la quebrada Los Loros. Este eje ha sido investigado por medio de tres sondeos, SC9, SC10 y SC11 y de una galería G13 en el punto donde el túnel de aducción entraría en el embalse.

Las formaciones que predominan en la zona del embalse compensador son dos:

- Formación Napo conformada por lutitas
- Formación Hollín prevalentemente areniscas

Las lutitas Napo descansan sobre las areniscas Hollín. Mientras estas últimas son mecánicamente competentes y mantienen las paredes hasta subverticales en las gargantas, las lutitas son más débiles y tan solo permiten perfiles naturales (y de excavación) muy suaves.

4.1.1 Características geotécnicas de los suelos superficiales
La debilidad de todos los taludes que se asoman a las gargantas de las quebradas está ligada a la presencia de una sabana de cenizas volcánicas totalmente meteorizadas que cubre todo el territorio con espesores que pueden superar los 6-8 m. En algunos lugares se notan, afectando a los suelos residuales volcánicos, grietas, a veces abiertas, indicaciones claras de trastornos en evolución. La pendiente de equilibrio para el conjunto de los suelos volcánicos y lutíticos se estima en el orden de 4H/1V (ángulo de fricción residual $\phi_r = 16^\circ$)

4.1.2 Características geomecánicas de las areniscas Las areniscas Hollín son, al contrario, bastante resistentes y quedan a veces estables hasta en paredes verticales de unos 30 m de altura.

La inspección a la galería GT3 y un análisis de la morfología de las gargantas permite identificar una familia principal de juntas sub-verticales de dirección NW-SE cuyos datos estereográficos son $KK1 = 45/90$. Los datos correspondientes de la estratificación, tanto de las lutitas como de las areniscas son $St\ 30/40$. La fracturación y la porosidad hacen que las areniscas sean, en conjunto, permeables. De 46 ensayos con permeabilidad tipo Lugeon, 3 dieron valores arriba de $UL = 100$, 20 quedaron por debajo de $UL = 10$ y el promedio resultó $UL = 24$.

De un detenido análisis de las informaciones de mecánica de rocas obtenidas, ya sea con pruebas de laboratorio como con ensayos de laboratorio se decidió utilizar para la formación Hollín (arenisca con intercalación de lutitas) que constituye la roca de cimentación de la presa, los siguientes parámetros geomecánicos: $\phi = 36^\circ$, $c_u = 1\text{ kg/cm}^2$ y $E_d = 8.000\text{ MPa}$.

4.1.3 Materiales para la construcción Para la construcción se han considerado distintos materiales que se reducen a tan solo cuatro (lutitas Napo, lutitas Tena, granodiorita y arenisca) y que a continuación se indican y comentan:

a. Lutitas plásticas Napo

Se trata de arcillas caoliniticas de mediana plasticidad ($LL = 50-60\%$, $PI = 18-32\%$) que tienen contenidos de agua naturales en el rango $w_n = 23-35\%$ y contenidos de agua óptimos $w_0 = 20-30\%$; con energía de compactación AASHO Estándar (60 t/m^3) se alcanzarían pesos unitarios secos $\rho_d = 1,3-1,5\text{ t/m}^3$. El emplazamiento ideal para el préstamo de este material es la nariz que queda entre las quebradas Granadillas y Gallos. Toda la nariz es aprovechable después de quitar los materiales volcánicos meteorizados. La extensión del préstamo estaría limitada por un talud de $4H/1V$ cortado en correspondencia del sondeo SC10.

b. Lutitas plásticas Tena

Se ubica hacia el este de la zona de cierre del embalse compensador, a una distancia de 3,5 km en línea recta, entre las cotas 1.550 y 1.700, aproximadamente. Está constituida por un limo arcilloso o arcilla limosa de mediana plasticidad ($LL = 46-80$, $PI = 14-38$) que tienen contenidos de agua naturales en el rango $w_n = 23-60\%$ y contenidos de agua óptimos $w_0 = 22-27\%$; con energía de compactación AASHO Estándar (60 t/m^3) se alcanzarían pesos unitarios secos $\rho_d = 1,47-1,56\text{ t/m}^3$. El suelo está recubierto por abundante vegetación y por una sabana de cenizas volcánicas totalmente meteorizadas que cubren todo el territorio con espesores que pueden superar los 10 m.

c. Granodiorita

De un afloramiento de granodiorita situado en el costado Norte del área de préstamo Tena fueron tomadas 2 muestras.

Los resultados de los ensayos y la inspección visual de la roca confirman que se trata de un material pesado ($G = 2,66 \text{ t/m}^3$), duro ($S = 10-24 \text{ MPa}$, al point load test) y compacto (abrasión los Angeles = 24%). La granodiorita es un material apto para enrocado y, después de un eventual chancado y procesamiento, también para filtros y transiciones.

d. Arenisca

Las excavaciones del túnel van a producir grandes volúmenes de arenisca machada. Este material, después de haber sido excavado y llevado a un stock o depósito se presentará más bien como una arena cuarzosa con cierto porcentaje de finos (óxidos), que se prevén muy escasos y siempre por debajo de un 5%, más un cierto porcentaje de grava y bloques. Los materiales procedentes de la excavación de los últimos kilómetros de túnel se han considerado como materiales para la construcción de las presas del embalse compensador.

Por otro lado se ha estudiado la posibilidad de utilizar solamente la arenisca proveniente del área de préstamo Napo, en la confluencia de las quebradas Granadillas y Los Loros, para la construcción de la presa de enrocado.

4.2 Análisis de estabilidad de las presas en enrocado

4.2.1 Generalidades Para realizar el cálculo de estabilidad de las presas en materiales sueltos (ilustrados en las Figuras 4/1 y 4/2) se ha adoptado el método llamado "método de Sarma", que hace parte de los métodos generales que constan bajo el nombre inglés de "generalized procedures of slices".

La resolución de este método está basada en el cálculo al equilibrio límite, es decir en analizar si a lo largo de una superficie hipotética interna a la estructura es posible que se verifiquen deslizamientos. Dicha superficie de deslizamiento o de ruptura (desde ahora en adelante llamada simplemente como SDR) determina una cuña que tiende a deslizarse hacia abajo por la acción de fuerzas actuantes en la dirección del movimiento, mientras a éstas se oponen otras fuerzas llamadas resistentes, que dependen de las características de los materiales.

El programa utilizado divide esta cuña en una serie de tajadas o pedazos (en inglés "slices"), calculando para cada una de ellas las fuerzas que influyen, recurriendo a las ecuaciones de equilibrio respecto a la traslación y a los momentos.

De esa manera se determina la aceleración crítica, o sea la aceleración horizontal que causaría un factor de seguridad igual a 1, es decir el comienzo de importantes deformaciones en la estructura.

Figura 4/1

SITIO COMPENSADOR
PRESA PARA EL EMBALSE COMPENSADOR - ALTERNATIVA CON NUCLEO -
SECCION TIPICA

ESCALA 1:1000

- ① LUTITA PLASTICA
- ② ARENISCA
- ③ ENROCADO - TOUT VENANT
O ARENISCA
- ④ ENROCADO GRUESO
O ARENISCA GRUESA

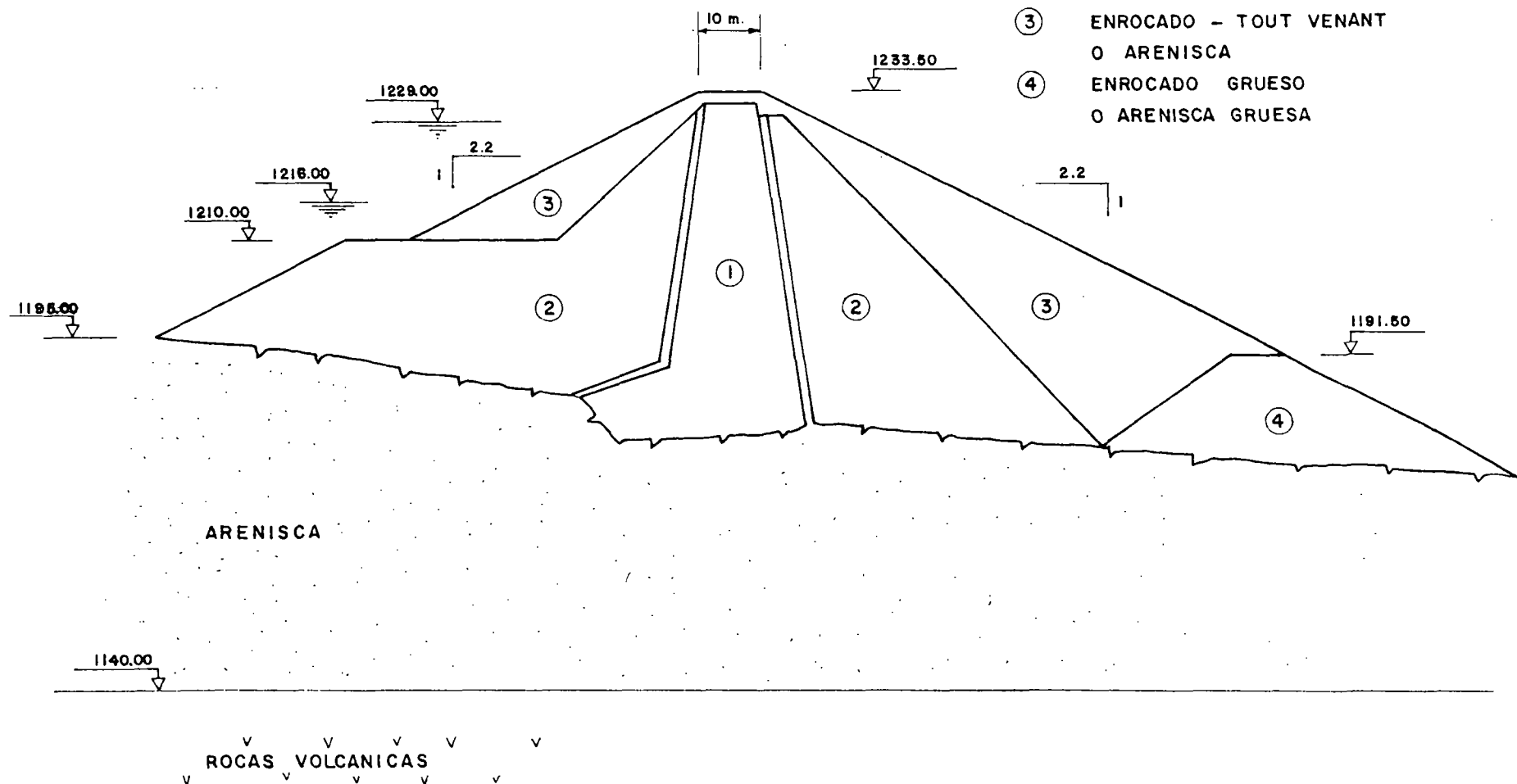
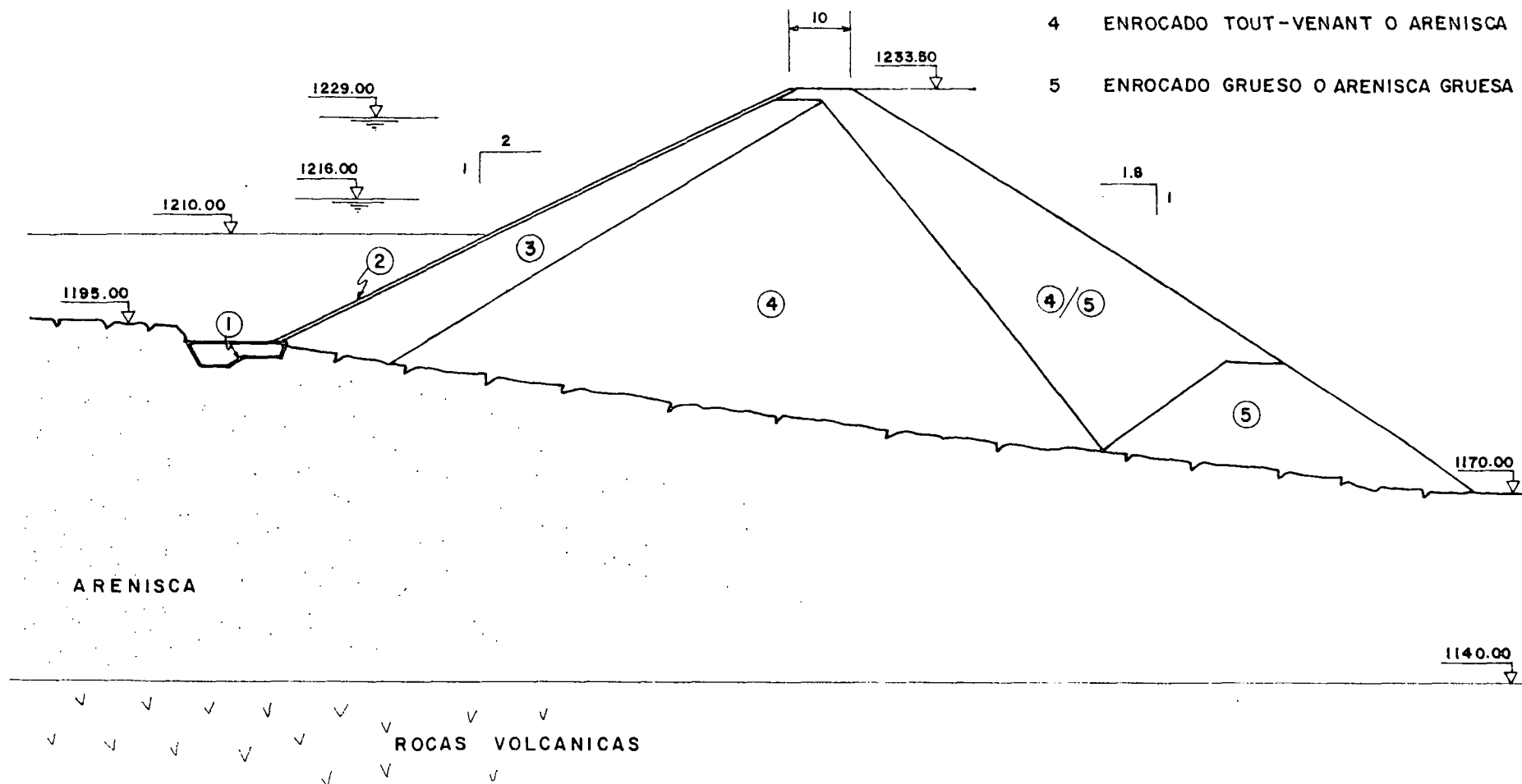


Figura 4/2

ESCALA 1:1000

SITIO COMPENSADOR
PRESA PARA EL EMBALSE COMPENSADOR - ALTERNATIVA CON PANTALLA
SECCION TIPICA

- 1 BLOQUE PERIMETRAL EN HORMIGON
- 2 LOSAS DE HORMIGON
- 3 ARENISCA O ROCA FINA COMPACTADA
- 4 ENROCADO TOUT-VENANT O ARENISCA
- 5 ENROCADO GRUESO O ARENISCA GRUESA



Sólo se consideraron todas las fuerzas que van a influir sobre cada tapada, se considera el equilibrio global a la traslación horizontal y vertical, y el equilibrio a los momentos, global y por cada elemento.

Además se suponen conocidos los puntos de aplicación de las fuerzas perpendiculares al pie de cada elemento y el valor relativo, mediante una incógnita ulterior, de las fuerzas verticales en los flancos de los elementos. Así el balance entre valores conocidos e incógnitas es igual. A este punto el cálculo es posible mediante dos ecuaciones resolutiveas.

Las superficies (SDR) pueden atravesar totalmente el espaldón o parte el espaldón y parte el núcleo.

Para cada caso, fueron trazadas muchas SDR con punto de salida a dos o tres niveles, indicados en las Figuras 4/3 y 4/4, como Nivel 1, 2 y 3. En las figuras están indicadas, para cada nivel, las SDR más críticas; la que coincide con el mínimo F_s está dibujada con línea continua.

Se ejecutó también un estudio paramétrico para el material del núcleo y espaldón. En correspondencia a la SDR más crítica se varió ϕ y c y se obtuvieron los F_s relativos. Se pudo notar que la variación de F_s respecto a ϕ es aproximadamente lineal.

Todos los resultados detallados de los análisis de estabilidad de las presas hacen parte del Apéndice 2 de la Memoria de Cálculo 0209-B-500.

El análisis de estabilidad fue ejecutado para las siguientes condiciones:

a. Fin de Construcción

Para las geometrías de aguas arriba y aguas abajo. Fueron considerados valores CD (parámetros de resistencia con esfuerzos efectivos), para el espaldón y UU (parámetros de resistencia con esfuerzos totales), para el núcleo.

b. Filtración Constante

Cuando el embalse está lleno por largo tiempo como para permitir que el agua filtre a través del cuerpo de la presa, con lo cual la presión de poros en la sección de aguas abajo alcanza sus máximos valores. Bajo esta condición, la sección de aguas abajo es la más crítica. Se adoptaron valores CD tanto para el núcleo como para el espaldón.

Figura 4/3

SITIO COMPENSADOR
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD. PRESA CON NÚCLEO CENTRAL

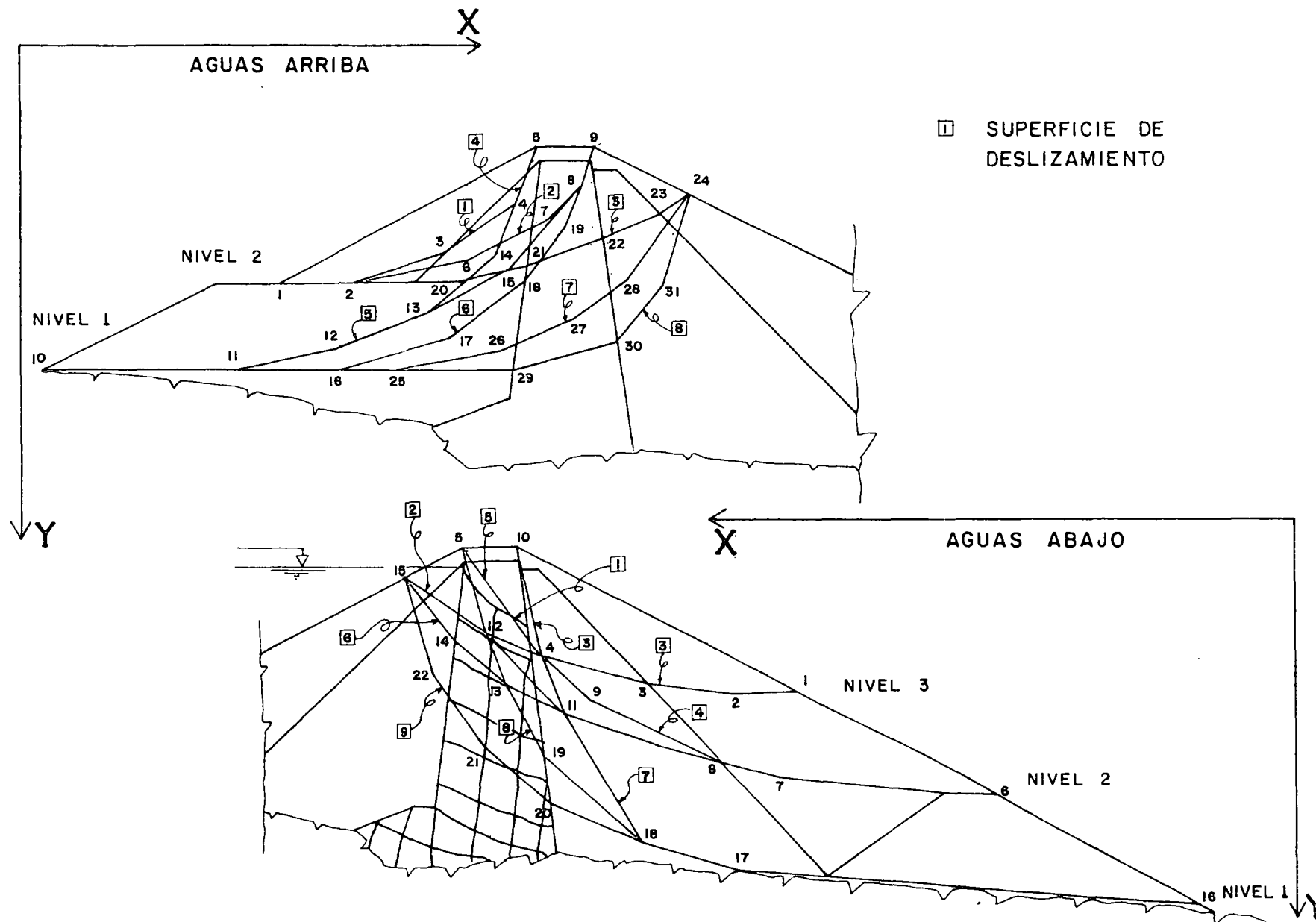
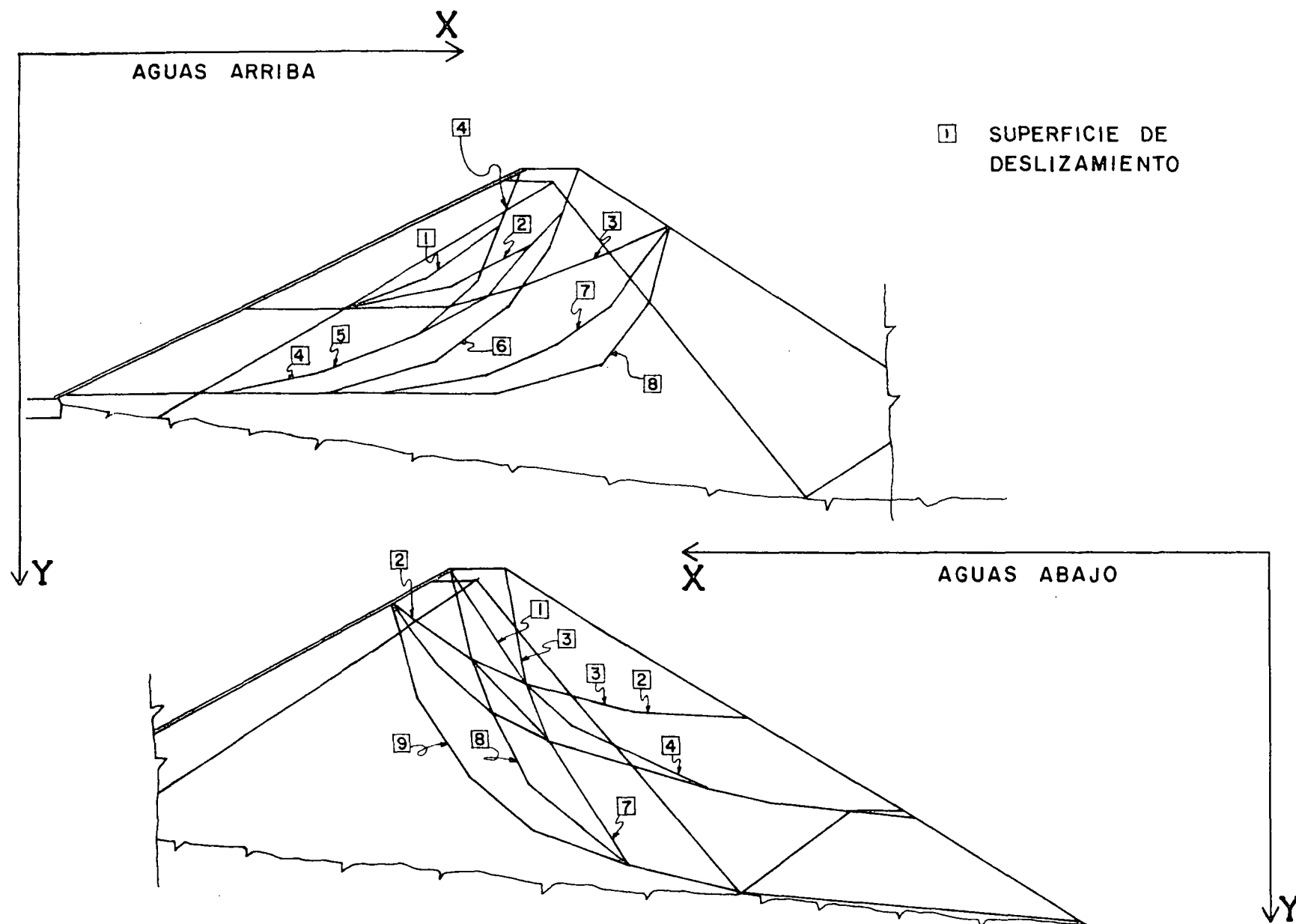


Figura 4/4

SITIO COMPENSADOR
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD. PRESA CON PANTALLA



c. Vaciado Rápido

Después de operar el embalse por un cierto tiempo y cuando el agua de filtración ha penetrado en la presa, el lado de aguas arriba puede fallar por resbalamiento, después de vaciar rápidamente el embalse (esto en el caso de presa con núcleo central de arcilla).

4.2.2 Presa con núcleo central

a. Fin de construcción

Han sido consideradas las dos geometrías de aguas arriba y aguas abajo que se analizan separadamente.

Fueron considerados valores CD para el espaldón y UU para el núcleo:

Arcilla núcleo, $c_u = 1 \text{ kg/cm}^2$

Arenisca, $\phi' = 36^\circ$

Enrocado tout venant, $\phi' = 40^\circ$

Para la geometría de aguas abajo: sobre la sección típica fueron trazadas numerosas SDR con punto de salida de la estructura a los tres niveles llamados 1, 2 y 3 (ver Figura 4/3). El factor de seguridad para condiciones estáticas y el coeficiente sísmico crítico K_c para $F_s = 1$, para las SDR a los tres niveles consta en el Cuadro 4/1.

Cuadro 4/1

PRESA CON NUCLEO CENTRAL - FIN DE CONSTRUCCION - GEOMETRIA DE AGUAS ABAJO - FACTOR DE SEGURIDAD Y COEFICIENTE SISMICO CRITICO

	F_s para $K_c=0$	K_c para $F_s=1$
Nivel 1		
SDR1	2,36	0,54
SDR2	2,38	0,43
SDR3	2,36	0,54
Nivel 2		
SDR4	2,22	0,42
SDR5	2,02	0,40
SDR6	2,07	0,38
Nivel 3		
SDR7	2,44	0,54
SDR8	2,15	0,49
SDR9	2,14	0,46

Para la geometría de aguas arriba: fueron considerados dos niveles de SDR, como se ve en la Figura 4/1. Los resultados que se obtuvieron para los dos niveles constan en el Cuadro 4/2.

Cuadro 4/2

PRESA CON NUCLEO CENTRAL - FIN DE CONSTRUCCION - GEOMETRIA DE AGUAS ARRIBA - FACTOR DE SEGURIDAD Y COEFICIENTE SISMICO CRITICO

	Fs para Kc=0	Kc para Fs=1
Nivel 1		
SDR1	1,98	0,41
SDR2	2,35	0,38
SDR3	3,01	0,51
Nivel 2		
SDR4	2,13	0,40
SDR5	2,10	0,38
SDR6	2,2	0,43
SDR7	2,56	0,48
SDR8	3,26	0,62

La geometría de aguas arriba es por tanto, ligeramente menos estable que la de aguas abajo; sin embargo está en condiciones óptimas de estabilidad.

El estudio paramétrico de c_u para el material del núcleo ha determinado, para la SDR más crítica, los siguientes factores de seguridad:

Cuadro 4/3

PRESA CON NUCLEO CENTRAL - FIN DE CONSTRUCCION - VALORES DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN FUNCION DE LA RESISTENCIA AL CORTE DEL NUCLEO

Cohesión no drenada del núcleo, c_u , en kg/cm ²	Factor de seguridad	
	Aguas Arriba	Aguas Abajo
0,5	1,99	1,97
1,0	2,10	2,02
2,0	2,58	2,19
3,0	2,84	2,54

b. Filtración Constante

En base a las condiciones geométricas, de repartición de los materiales y al nivel previsto del agua en condiciones normales a la cota, fue esquematizada la red de flujo en el núcleo, como se ilustra en la Figura 4/1.

Se supuso que la permeabilidad del espaldón es tal que el agua llega al núcleo sin ninguna pérdida de nivel piezométrico.

Una vez terminada la presa y llenado el embalse y después de un cierto tiempo, se establece en el cuerpo de la estructura la acción de presiones de infiltración del agua que se propagan desde el embalse hacia el talud de aguas abajo a través de la presa.

La parte de aguas abajo de la presa se encuentra en una situación más crítica que la de aguas arriba.

En los cálculos tanto para el núcleo como para el espaldón se adoptaron valores CD. Para las permeabilidades K para los materiales de la presa se han asumido los siguientes valores:

$K = 10^{-9}$ cm/s para el núcleo

$K = 1$ cm/s para el espaldón

mientras que el espaldón drenante de aguas arriba se consideró permeable.

La relación adoptada entre las permeabilidades verticales y horizontales en el núcleo fue $K_v/K_h = 1/9$.

La línea piezométrica en el núcleo se aproxima a una línea recta entre el punto de entrada aguas arriba y el talud aguas abajo del núcleo mismo.

Para este caso han sido efectuadas muchas SDR con punto de salida de la estructura a los tres niveles llamados 1, 2 y 3. Los resultados para los tres niveles constan en el Cuadro 4/4.

Cuadro 4/4

PRESA CON NUCLEO CENTRAL - FILTRACION CONSTANTE - GEOMETRIA DE AGUAS ABAJO - FACTOR DE SEGURIDAD Y COEFICIENTE SISMICO CRITICO

	F_s para $K_c=0$	K_c para $F_s=1$
Nivel 1		
SDR1	1,93	0,36
SDR2	2,05	0,31
SDR3	1,93	0,36
Nivel 2		
SDR4	2,08	0,41
SDR5	1,89	0,36
SDR6	1,97	0,33
Nivel 3		
SDR7	2,38	0,53
SDR8	2,12	0,45
SDR9	2,10	0,41

El estudio paramétrico de c' y ϕ' para el núcleo ha determinado siempre para la SDR más crítica, los valores de F_s indicados en el Cuadro 4/5.

Cuadro 4/5

PRESA CON NUCLEO CENTRAL - FILTRACION CONSTANTE - GEOMETRIA DE AGUAS ABAJO - FACTOR DE SEGURIDAD EN FUNCION DE LA RESISTENCIA AL CORTE DEL NUCLEO

Resistencia al corte del núcleo	Fáctor de Seguridad
$c' = 0,1 \text{ kg/cm}^2$, $\phi' = 30^\circ$	1,90
$c' = 0,2 \text{ kg/cm}^2$, $\phi' = 30^\circ$	1,93
$c' = 0,24 \text{ kg/cm}^2$, $\phi' = 33^\circ$	1,96

c. Vaciado rápido

A fines del proyecto hay que considerar también la estabilidad durante o inmediatamente después del vaciado del embalse.

Las presiones de poros debidas al vaciado rápido dependen del grado de compresibilidad o, mejor dicho, de la permeabilidad de los materiales que constituyen la presa.

Las presiones de infiltración aguas abajo no varían con respecto a las correspondientes de filtración constante, mientras las que están en la parte baja de aguas arriba podrían causar deslizamientos. Al verificarse un vaciado del embalse, el núcleo queda saturado por su baja permeabilidad. Las presiones efectivas quedan iguales y en la arcilla empieza la consolidación.

Habiendo supuesto una completa consolidación de los materiales antes del vaciado, los valores de las presiones de poros en el núcleo fueron establecidos por medio del coeficiente $ru = 0,4$ de la presión geostática, Γh , y valores efectivos de c' y ϕ' iguales a los del caso b.

El análisis de las SDR ha llevado a considerar las superficies a los niveles 1 y 2 que han dado los valores del factor de seguridad y del coeficiente sísmico crítico indicados en el Cuadro 4/6.

Cuadro 4/6

PRESA CON NUCLEO CENTRAL - VACIADO RAPIDO - GEOMETRIA DE AGUAS ARRIBA
FACTOR DE SEGURIDAD Y COEFICIENTE SISMICO CRITICO

	F_s para $K_c=0$	K_c para $F_s=1$
Nivel 1		
SDR1	1,98	0,41
SDR2	2,02	0,31
SDR3	3,08	0,47
Nivel 2		
SDR4	2,13	0,40
SDR5	1,98	0,35
SDR6	2,12	0,41
SDR7	2,67	0,46
SDR8	3,48	0,56

El estudio paramétrico de c' y ϕ' para el núcleo ha determinado los valores del factor de seguridad del Cuadro 4/7.

Cuadro 4/7

PRESA CON NUCLEO CENTRAL - VACIADO RAPIDO - GEOMETRIA DE AGUAS ARRIBA
 FACTOR DE SEGURIDAD EN FUNCION DE LA RESISTENCIA AL CORTE DEL NUCLEO

Resistencia al corte del nucleo	Factor de Seguridad
$c' = 0,1 \text{ kg/cm}^2, \phi' = 30^\circ$	1,96
$c' = 0,2 \text{ kg/cm}^2, \phi' = 30^\circ$	1,98
$c' = 0,24 \text{ kg/cm}^2, \phi' = 33^\circ$	2,00

4.2.3 Presa con pantalla en hormigón

a. Fin de construcción

Se han considerado las dos geometrias de aguas arriba y aguas abajo analizándolas separadamente. Se consideraron valores CD siguientes para el cuerpo de la presa:

$\phi' = 36^\circ$ para las areniscas y $\phi' = 40^\circ$ para el enrocado tout venant.

Para la geometría de aguas abajo: sobre la sección típica fueron trazadas numerosas SDR con punto de salida de la presa a los tres niveles llamados 1, 2 y 3 (ver Figura 4/4). El factor de seguridad en condiciones estáticas y el coeficiente sísmico crítico K_c para las SDR a los tres niveles analizados, están indicados en el Cuadro 4/8.

Cuadro 4/8

PRESA CON PANTALLA - FIN DE CONSTRUCCION - GEOMETRIA DE AGUAS ABAJO -
FACTOR DE SEGURIDAD Y COEFICIENTE SISMICO CRITICO

	Fs para Kc=0	Kc para Fs=1
Nivel 1		
SDR1	2,19	0,48
SDR2	2,62	0,47
SDR3	2,19	0,48
Nivel 2		
SDR4	1,93	0,37
SDR5	1,79	0,33
SDR6	2,17	0,40
Nivel 3		
SDR7	2,27	0,56
SDR8	2,15	0,50
SDR9	2,31	0,50

Para la geometría de aguas arriba: fueron considerados dos niveles de SDR, como se ve en la Figura 4/2. Los resultados que se obtuvieron para estos dos niveles constan en el Cuadro 4/9.

Cuadro 4/9

PRESA CON PANTALLA - FIN DE CONSTRUCCION - GEOMETRIA DE AGUAS ARRIBA
 FACTOR DE SEGURIDAD Y COEFICIENTE SISMICO CRITICO

	Fs para Kc=0	Kc para Fs=1
Nivel 1		
SDR1	2,04	0,38
SDR2	2,25	0,42
SDR3	3,75	0,58
Nivel 2		
SDR4	2,26	0,44
SDR5	2,17	0,41
SDR6	2,46	0,53
SDR7	3,25	0,61
SDR8	4,32	0,76

Un estudio paramétrico de ϕ para el enrocado ha determinado, para la SDR más crítica, factores de seguridad indicados en el siguiente Cuadro 4/10.

Cuadro 4/10

PRESA CON PANTALLA - FIN DE CONSTRUCCION - VALORES DEL FACTOR DE
 SEGURIDAD EN FUNCION DEL ANGULO DE FRICCION DEL ESPALDON

Angulo de Fricción del Espaldón ϕ en grados	Factor de seguridad	
	Aguas Arriba	Aguas Abajo
36	1,93	1,56
40	2,17	1,79
44	2,53	2,14

b. Comportamiento a largo plazo

No se hicieron cálculos de estabilidad a largo plazo, tanto de filtración como de vaciado rápido, ya que este tipo de presa, siempre y cuando se garantice la estanqueidad de la pantalla, es la más segura frente a las varias condiciones de ejercicio.

4.3 Presa en hormigón compactado y rodillado

Se presenta a continuación el análisis de estabilidad de la presa en hormigón compactado y rodillado (HCR) contra el deslizamiento y volcamiento, así como un análisis pseudoestático y dinámico de esfuerzos y deformaciones para la sección de la presa de gravedad en HCR.

4.3.1 Análisis de estabilidad contra el deslizamiento y volcamiento Para el análisis de estabilidad contra el deslizamiento y el volcamiento se consideró la geometría de la presa indicadas en la Figura 4/5, así como también las fuerzas actuantes.

El nivel de fundación considerado en los cálculos se fijó en la cota 1.182; cota que fue con fines determinación de cantidades posteriormente bajada a 1.175,5. El cálculo de la estabilidad contra el deslizamiento y volcamiento de la presa fueron desarrollados en base al programa computacional ESTAB.

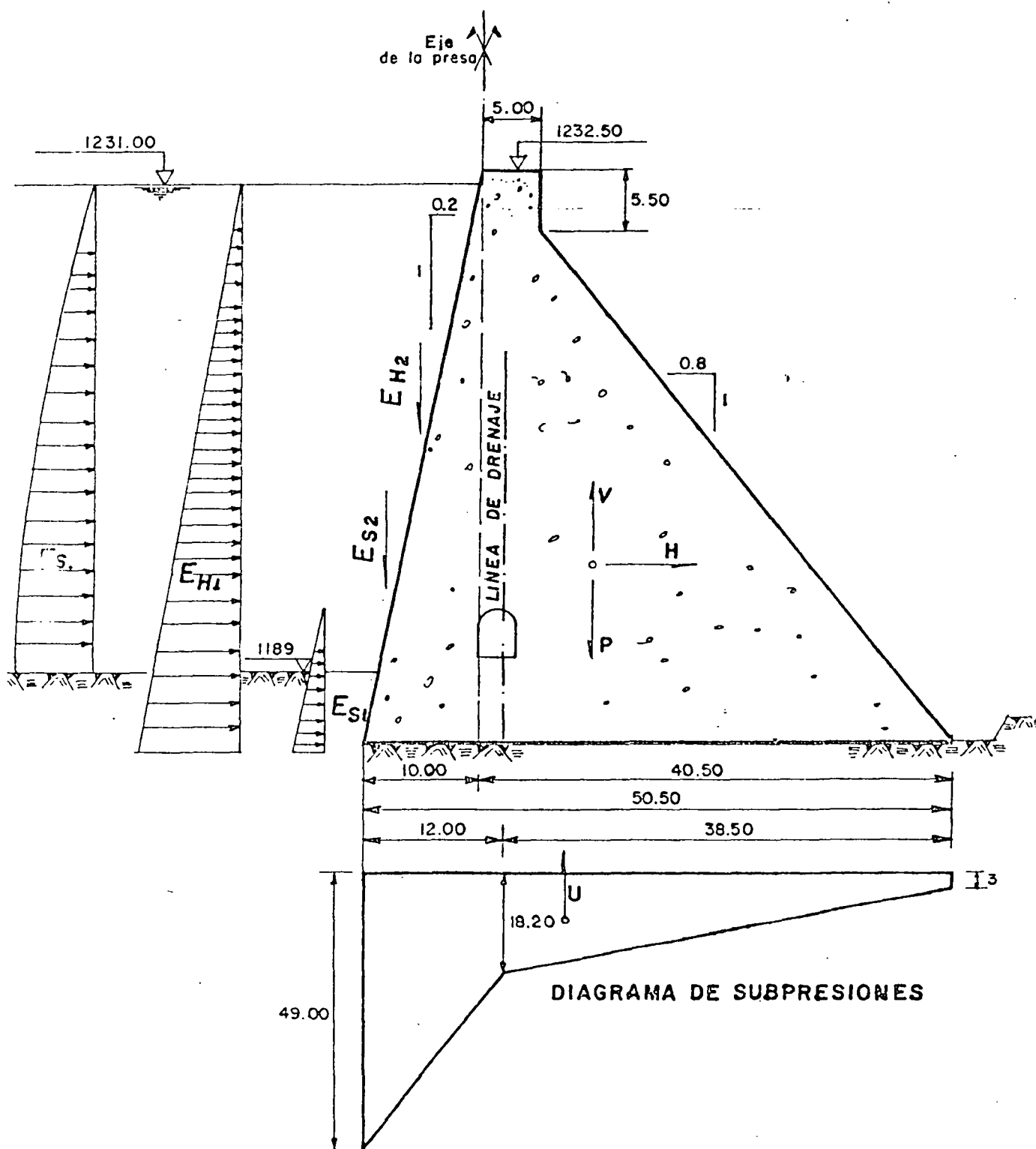
El Cuadro 4/11 ilustra las características geométricas de la presa, así como otros datos utilizados en los cálculos.

Se analizaron seis condiciones de carga ilustradas en el Cuadro 4/12, haciendo variar los niveles máximos del agua en el embalse, la subpresión, la operación de los drenes y las condiciones sísmicas.

En el mismo cuadro se indican los resultados de los análisis, mientras los detalles de los mismos se ilustran en el Apéndice D del presente informe.

FIGURA 4/5

PRESA EN H.C.R. - CONDICIONES DE CARGA



Cuadro 4/11

PRESA EN HORMIGON COMPACTADO RODILLADO
DATOS PARA LOS CALCULOS DE ESTABILIDAD

Peso específico del agua	(ga)	(t/m ³)	=	1,00
Peso específico del hormigón	(gm)	(t/m ³)	=	2,40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	5,00
Nivel de la cresta		(m s.n.m.)	=	1.232,50
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1.182,00
Altura de la presa	(h)	(m)	=	50,50
Nivel máxima crecida, inters. caras	(f)	(m s.n.m.)	=	1.231,50
Altura de intersección caras		(m)	=	49,50
Pendiente aguas arriba	(.y)		=	0,20
Pendiente aguas abajo	(.x)		=	0,80
Distancia drenes al borde	(b)	(m)	=	7,50
Angulo de atrito en cimentación	(Of)	(o)	=	36,00
Cohesión en la cimentación	(c)	(t/m ²)	=	10,00
Coefficiente de reducción atrito	(fa)		=	1,00
Coefficiente de reducción cohesión	(fc)		=	1,00
Altura de vano de vertedero		(m)	=	3,00
Borde libre		(m)	=	1,00

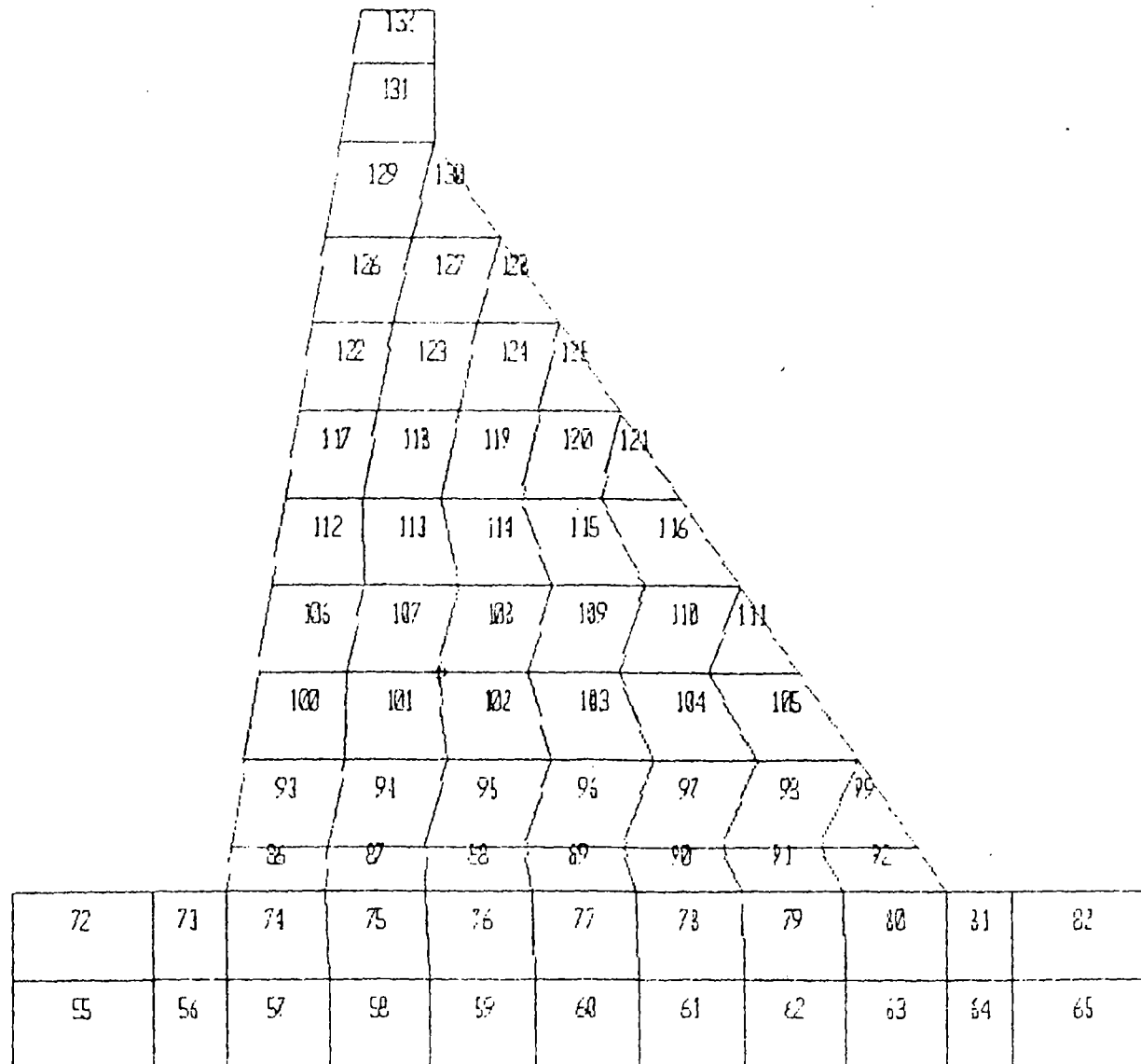
4.3.2 Análisis pseudoestático de esfuerzos y deformaciones Los cálculos de esfuerzos y deformaciones de la presa en condiciones pseudoestáticas se hicieron utilizando el método de los elementos finitos, según un modelo matemático bidimensional; para esta aplicación se empleó el programa computacional SAP90.

Las cargas consideradas en este análisis son: peso propio, cargas hidrostáticas y sismo pseudoestático. Para el análisis sísmico fue considerado un coeficiente $\alpha = 0,25$ g, recomendado por el estudio sísmico de la Fase A.

La malla de elementos finitos bidimensionales utilizada en los cálculos se presenta en las Figuras 4/6 y 4/7, donde se indican respectivamente las numeraciones de los nudos y de los elementos.

El macizo de fundación estuvo caracterizado en el modelo matemático de forma homogénea por un módulo de elasticidad $E = 80.000$ kg/cm², mientras para el HCR se adoptó un módulo de elasticidad $E = 230.000$ kg/cm².

PRESA EN H.C.R. DISCRETIZACION DE LOS ELEMENTOS



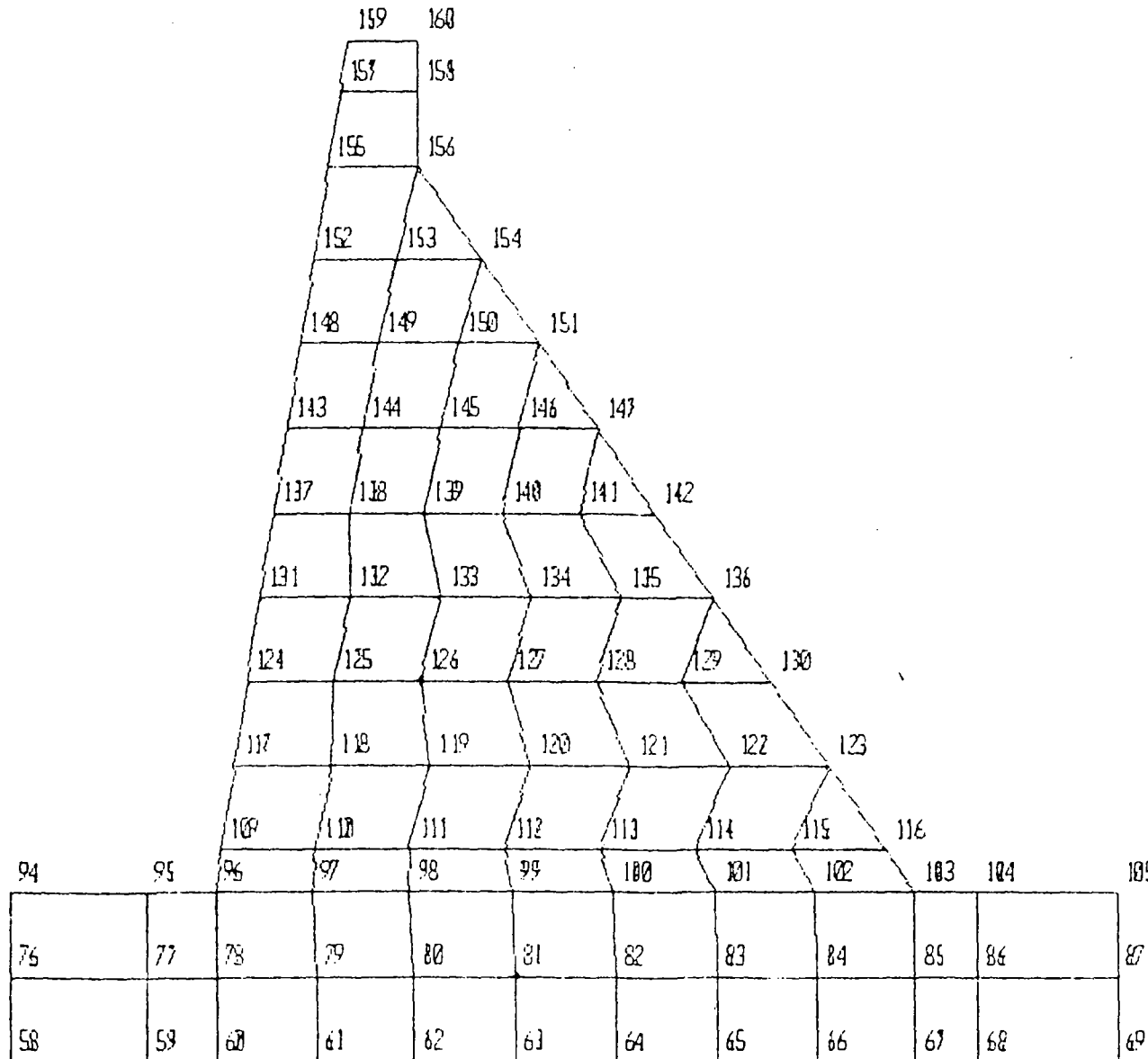
DATCOM04
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME

Figura 4/6

SAP90

PRESA EN H.C.R. DISCRETIZACION DE LOS NUDOS



DATCOM04
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
JOINT IDS
WIRE FRAME

Figura 4 / 7

SAP90

Se han considerado para estos cálculos dos condiciones de carga: la primera normal con peso propio y carga máxima hidrostática (PP + CH) y la segunda excepcional con las cargas anteriores más el sismo pseudostático (PP + CH + SPS). Los resultados de los cálculos se indican en la primera parte del Cuadro 4/13, mientras las salidas gráficas del computador se incluyen en el mencionado Apéndice D de este informe.

4.3.3 Análisis dinámico de esfuerzos y deformaciones También los cálculos de esfuerzos y deformaciones de la presa en condiciones dinámicas se hicieron utilizando el método de los elementos finitos y el mismo modelo matemático bidimensional utilizado para el análisis anterior.

Los cálculos fueron realizados en régimen elástico, para un análisis dinámico de respuesta espectral. En este tipo de análisis dinámico se resuelve un sistema de ecuaciones de la siguiente forma:

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = M\ddot{u}_g$$

Donde:

- M = es una matriz de masa diagonal
- C = es una matriz de amortiguamiento
- K = es una matriz de rigidez
- \ddot{u}_g = es la aceleración de la fundación rocosa
- \ddot{u} , \dot{u} y u = son la aceleración estructural, velocidad y desplazamiento, respectivamente

El Programa SAP90 resuelve este sistema de ecuaciones usando el método de superposición modal. La curva de aceleración espectral normalizada fue obtenida del manual del mismo programa SAP90.

En una eventual fase de diseño definitivo de esta solución de presa, habrá que utilizar el espectro que resulte de las recomendaciones de los estudios sísmicos de la zona de implantación de la obra. Así mismo, es recomendable considerar el efecto del reservorio en el análisis dinámico.

Para los cálculos antes mencionados, se han considerado cuatro condiciones de cargas sísmicas, indicadas a continuación:

- Embalse vacío y sismo hacia aguas abajo (PP + SDIN)
- Embalse vacío y sismo hacia aguas arriba (PP - SDIN)
- Embalse lleno y sismo hacia aguas abajo (PP + CH + SDIN)
- Embalse lleno y sismo hacia aguas arriba (PP + CH - SDIN)

Los resultados de los cálculos se indican en la parte baja del Cuadro 4/13 antes mencionado, mientras las salidas gráficas del computador se incluyen en el Apéndice D de este informe.

Cuadro 4/12

PRESA EN HCR
ANALISIS DE ESTABILIDAD
CONDICIONES DE CARGA ANALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

Condiciones de Carga	1	2	3	4	5	6
<u>Situación</u>	normal	normal	excepcional	excepcional	excepcional	normal
Fuerzas de gravedad	si	si	si	si	si	si
Nivel del agua (m s.n.m.)	1.230,00	1.231,00	1.230,00	1.231,00	1.229,50	1.229,50
Subpresión normal	si	si	si	no	no	si
Subpresión drenes inoperantes	no	no	no	si	si	no
Sismo	no	no	si	no	parcial	parcial
Presión de sedimentos	si	si	si	si	si	si
<u>Resumen de Esfuerzos</u>						
Resultante fuerzas verticales	2.349,09	2.346,79	2.416,29	1.722,04	1.776,28	2.376,68
Presión horizontal total (t)	1.168,47	1.216,97	2.237,76	1.216,97	1.654,51	1.569,53
Momento estabilizante	86.147,81	86.147,81	78.352,61	86.147,81	86.147,81	86.147,81
Momento de volcamiento (m.t)	40.493,40	41.667,57	54.822,33	60.916,88	65.451,87	45.154,95
<u>Excentricidad (m)</u>	5,32	5,80	16,01	10,10	13,10	7,50
<u>Seguridad al Deslizamiento</u>	1,88	1,81	1,01	1,43	1,08	1,42
	presa estable	presa estable	presa estable	presa estable	presa estable	presa estable
<u>Seguridad al Volcamiento</u>	2,13	2,07	1,43	1,41	1,32	1,91
	presa estable	presa estable	presa estable	presa estable	presa estable	presa estable
<u>Esfuerzos Aguas Arriba (t/m²)</u>	16,88	14,10	-40,01	-7,70	-21,09	4,35
<u>Esfuerzos Aguas Abajo (t/m²)</u>	78,03	80,72	137,64	77,37	92,86	91,67

Cuadro 4/13

PRESA EN HCR - ESTADOS DE ESFUERZOS EN CONDICIONES PSEUDOESTATICAS Y DINAMICAS

Condiciones de carga	Campo de esfuerzos	Compresión Máxima (kg/cm ²)	Tracción Máxima (kg/cm ²)
PP + CH	SYX	10,6	1,8
	SZZ	9,9	-
	S1	3,3	2,2
	S2	4,9	-
PP + CH + SPS	SYX	12,1	3,1
	SZZ	11,3	-
	S1	3,8	3,2
	S2	5,6	0,7
PP + SDIN	SYX	1,1	4,8
	SZZ	6,1	2,4
	S1	0,8	11,6
	S2	1,8	1,8
PP + SDIN	SYX	15,8	-
	SZZ	28,9	0,8
	S1	9,4	-
	S2	10,7	-
PP + CH + SDIN	SYX	3,8	9,6
	SZZ	6,6	4,6
	S1	0,6	11,9
	S2	2,0	3,4
PP + CH + SDIN	SYX	18,9	-
	SZZ	20,2	0,7
	S1	8,6	-
	S2	13,3	-

5. CASA DE MAQUINAS

5.1 Alcance del análisis

El análisis ha sido realizado con el propósito de dimensionar los diferentes elementos estructurales de hormigón armado: fosas, columnas, vigas, muros, escaleras, etc., de la casa de máquinas del Proyecto Hidroeléctrico Coca-Codo Sinclair, para los dos bloques independientes que se han considerado en la primera etapa, el bloque de unidades y el bloque de control y montaje.

En esta fase se ha hecho un análisis simplificado de las diferentes estructuras a fin de tener un predimensionamiento de los diferentes elementos y determinar cuantías típicas de acero de refuerzo para establecer costos.

Para el análisis estructural se ha utilizado el programa SAP90, el mismo que da oportunidad de utilizar varios módulos, sea para analizar pórticos planos y tridimensionales y también para analizar placas o losas, que es precisamente lo que se ha necesitado en el presente caso.

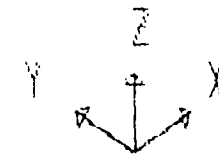
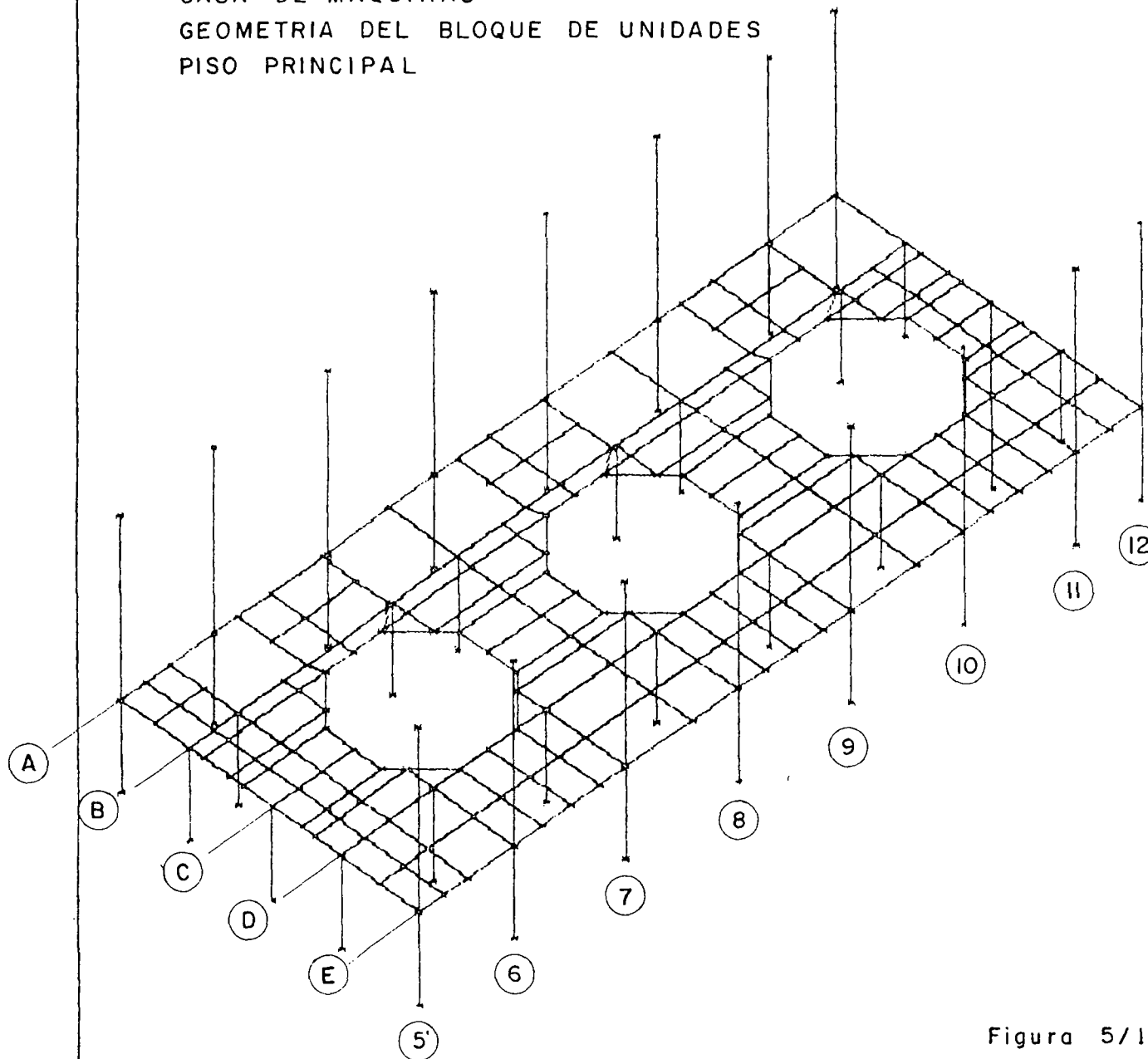
Con base en los resultados del análisis de las condiciones críticas de los diferentes estados de carga, se realizaron los diseños básicos de los diferentes elementos estructurales, para establecer las cuantías de refuerzo, usando el criterio de las tensiones máximas o de última resistencia de los materiales.

5.2 Descripción de las estructuras

5.2.1 Bloque de unidades El bloque de unidades se desarrolla entre los ejes transversales 5 al 12 y entre los ejes longitudinales A a E (véase Figura 5/1). En este bloque se alojan tres unidades de generación en diferentes niveles, lo cual se puede ver claramente en los planos de disposición general de casa de máquinas y de implantación de equipo eléctrico. El piso principal está en la cota 621,0, el piso de generadores está en la cota 616,0, el piso de turbinas está en la cota 612,0 y el piso de válvulas está en la cota 609,0.

La losa del nivel de piso principal es de 35 cm de espesor apoyada sobre vigas, las mismas que son de una sección única 0,6 m x 1,0 m y en columnas de diferentes secciones cuya implantación se puede ver en el Plano 0209-C-2041.

CASA DE MAQUINAS
GEOMETRIA DEL BLOQUE DE UNIDADES
PISO PRINCIPAL



camqpp03
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
ALL JOINTS
WIRE FRAME

Figura 5/1

SAP90

La losas de los niveles de generadores de turbinas son de similares características que la de piso principal, con la diferencia que el bloque de hormigón que aloja las unidades tiene función de apoyo de las losas en mayor o menor medida y en los diferentes niveles se eliminan las vigas.

Hasta el nivel de piso de generadores (616,0) se tiene un muro perimetral de hormigón que en principio tiene 0,5 m de espesor. A partir de este nivel y en contacto con la roca se tiene una hilera de columnas a lo largo de los ejes A y E que llegan hasta el nivel de piso principal (621,0) y luego al nivel 633,2, formando los pórticos que soportan a los puentes grúa con capacidad de 130 toneladas cada uno. La viga del pórtico de soporte de los puentes grúa tiene una sección de 1,50 m x 1,80 m.

Sobre la viga del pórtico del puente grúa corren los carros de transporte del convoy de los dos puentes que operarán siempre juntos, distribuyendo su carga en 8 ejes.

5.2.2 Bloque de control y montaje Este bloque se desarrolla entre los ejes transversales 1 al 5 y entre los ejes longitudinales A y E. En este bloque se tienen tres niveles, el nivel de piso principal, a la cota 621,0, un nivel inferior, coincidente con el piso de generadores, a la cota 616,0 y finalmente otro nivel a la cota 612,0, coincidente con el piso de turbinas.

El nivel de piso principal está destinado a montaje de los equipos electromecánicos y está constituido por una losa de 35 cm de espesor apoyada sobre vigas y columnas ubicadas a lo largo de los ejes transversales y longitudinales.

A nivel del piso de generadores se tiene el área de tableros de control y a nivel del piso de turbinas se tiene un área destinada a la planta de tratamiento de agua para el sistema de enfriamiento de los equipos.

Entre los ejes 4 y 5 y hasta la cota 597,0 se ubica un pozo de drenaje con las bombas en la cota 609,0 (nivel de válvulas), en donde también se localiza un grupo hidráulico auxiliar de 1 MW.

También en este bloque de montaje se tiene la presencia del pórtico del puente grúa, que es una prolongación del pórtico que se tiene en el bloque de unidades, con las mismas características en cuanto se refiere a cargas y a geometría, y para el mismo objetivo.

5.3 Criterios de diseño

5.3.1 Códigos y manuales de diseño Para el diseño de las estructuras de hormigón armado se usó como código básico el Building Code Requirements for Reinforced Concrete del American Concrete Institute (ACI-318-89) y el Código Ecuatoriano de la Construcción.

A fin de complementar ciertos criterios de diseño se tomó como referencia también en cuenta el Uniform Building Code y el Manual del Bureau of Reclamation Engineering and Research Center del Departamento del Interior de los Estados Unidos, Design Standard # 9.

5.3.2. Materiales Los materiales utilizados en el análisis y en el diseño, tienen las siguientes características:

- Hormigón Estructural
 - . Esfuerzo de compresión a los 28 días: $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - . Esfuerzo de tracción: 5% del esfuerzo de compresión
 - . Relación de Poisson: $\nu = 0.25$
 - . Módulo de elasticidad: $E = 210.000 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo: $f_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$
- Peso volumétrico del hormigón armado: $2,4 \text{ t/m}^3$.

5.3.3. Cargas de diseño Para establecer las cargas de diseño de las estructuras analizadas se han estimado las magnitudes de las cargas muertas de acuerdo a los materiales de construcción y de ciertos elementos arquitectónicos permanentes, como son paredes, acabados revestimientos, etc. En cuanto a cargas vivas se han tomado en cuenta las cargas vivas uniformemente distribuidas y las cargas vivas concentradas, las mismas que son fijas o móviles de acuerdo a las condiciones de montaje.

Se han analizado varios estados de carga a base de combinaciones de las cargas antes indicadas, considerando las sollicitaciones obtenidas de las combinaciones más desfavorables.

a) Cargas muertas

Pesos unitarios de los principales materiales de construcción:

- Hormigón simple	2,2 t/m ³
- Hormigón armado	2,4 t/m ³
- Acero de refuerzo	7,8 t/m ³
- Paredes de mampostería	1,6 t/m ³

b) Cargas vivas

Cargas vivas uniformemente distribuidas (kg/m²)

- Oficinas, bodegas, circulación, baños	500
- Piso principal, área de montaje, escotillas	5.000
- Piso de generadores, escotillas	2.500
- Piso de turbinas, escotillas	1.500
- Piso de válvulas, escotillas	1.500

c) Carga viva concentrada

Equipo	Carga (t)
Rotor del generador	220

5.3.4 Estados de carga y combinaciones En el análisis se consideraron los diferentes estados de carga en forma individual y en varias combinaciones, aplicando coeficientes o factores, de conformidad a lo que establecen los códigos.

1. Carga muerta o peso propio de la estructura y elementos permanentes (CM)
2. Carga viva uniformemente repartida sobre la totalidad de los pisos (CV)
3. Carga viva uniformemente repartida en vanos alternos no adyacentes.
4. Combinación de los estados de carga individuales factorizados; por lo general es usada la combinación 1,4 CM + 1,7 CV.
5. Para cargas vivas concentradas se consideró la ubicación más desfavorable como críticas.

No se tomó en cuenta el efecto sísmico por cuanto la estructura se la consideró anclada a la roca.

Para el pórtico del puente grúa se considera un convoy de dos carros que operan unidos siempre. Se considera un peso propio de 65 t, 130 t para los dos puentes. Cada carro tiene una capacidad de 130 t e incluido el peso del carro de 35 t, se tiene un peso total de 165 t, 330 t en total. Haciendo un análisis para determinar la incidencia de las cargas de los puentes en su posición más desfavorable y repartida la carga para ocho ruedas, se asume que cada rueda aplica una carga de 50 t sobre la viga del pórtico, produciéndose además una excentricidad, ya que el riel de rodamiento se encuentra a aproximadamente 15 cm del borde interior de la viga.

Se considera también una carga aplicada horizontalmente que es función de la aceleración y desaceleración del convoy en dirección paralela y perpendicular a la viga del pórtico, esta carga es evaluada en un 10% de la capacidad.

En general, el análisis del pórtico del puente grúa, se ha realizado con varias posibilidades de combinación de cargas.

5.4 Métodos y tipos de análisis y diseño estructural

Se hizo análisis estructural bidimensional y tridimensional con la ayuda del programa computacional SAP90, de propiedad de INECEL, factible de ser usado en los equipos del Proyecto Coca-Codo Sinclair, cuyas características son las adecuadas a los requerimientos.

Este tipo de análisis se usó para los sistemas de pisos apoyados en vigas y columnas, o sea pórticos tridimensionales, así como para el pórtico del puente grúa que se lo hizo independientemente.

Para el efecto se utilizaron las secciones FRAME y SHELL del módulo de análisis de elementos finitos, para lo cual fue necesario discretizar las estructuras en mallas de elementos, ver Apéndice E.

En el caso de elementos SHELL, las cargas son aplicadas por unidad de área en dirección normal al plano de dichos elementos, como uniformemente distribuidas, como se indica en la sección referente a cargas de diseño, estados de carga y combinaciones de carga.

En el caso de elementos FRAME, las cargas se las establece como uniformemente distribuidas por unidad de longitud y como cargas concentradas, dependiendo de la ubicación del convoy de carga y sus posiciones más desfavorables, tratándose del pórtico del puente guía.

Tanto para los pórticos planos como para los pórticos tridimensionales se consideró el peso propio de las estructuras, de acuerdo a los sistemas que utiliza el programa SAP90.

5.5 Análisis de resultados

Como resultado del análisis se obtienen los elementos mecánicos de los diferentes elementos estructurales y esfuerzos y deformaciones de los nudos bajo los distintos estados de carga.

Estos resultados se pueden observar también en gráficos en donde se tienen las distribuciones de carga axial, fuerzas de corte y momentos, con sus respectivos diagramas, en el caso de elementos FRAME y la distribución de esfuerzos, corte y momento para los elementos SHELL.

En todos los casos se pueden también obtener gráficos de las estructuras deformadas bajo los diferentes estados de carga.

Después de varias corridas del programa, en las que se han hecho variar las dimensiones de los elementos, las características mecánicas de los materiales, las condiciones de apoyo de los soportes, las ubicaciones más desfavorables de las cargas, etc, se han obtenido los resultados que han servido para diseñar los elementos y determinar las cuantías de refuerzo de manera esquemática, sin llegar a detallarse estrictamente, a fin de tener índices que faciliten el establecimiento de los costos de las estructuras a este nivel de estudios.

Para determinar el refuerzo de los diferentes elementos estructurales se ha utilizado el criterio de última resistencia de los materiales, para lo cual de antemano se han considerado los factores de mayoración de las cargas establecidas en los códigos utilizados.

Las salidas de resultados completos se incluyen en el Apéndice E de este informe.

5.5.1 Resultados del análisis de losas Se analizó el piso principal del bloque de unidades, que se considera el más solicitado, ya que su geometría es irregular por la presencia de ductos de escotillas, la ubicación de columnas y vigas capaz de que no interfieran con la funcionalidad de los diversos ambientes, y las cargas que son de gran magnitud debido a la presencia de áreas de montaje de los equipos. La geometría de la parte analizada con la ubicación de los ejes de referencia a fin de poder identificar los miembros de una manera ordenada se ilustra en la Figura 5/1.

Los resultados más significativos para el pórtico se indican en las Figuras 5/2 y 5/3 y para la losa general en las Figuras 5/4 y 5/5.

La geometría completa con la numeración de nudos, de elementos FRAME y de elementos SHELL se presenta en el Apéndice E, en donde también se tiene de una manera más completa las salidas de resultados de esfuerzos, momentos, etc, para los diferentes estados de carga.

Se pueden mencionar los valores de momentos máximos tanto en vigas (elementos FRAME), como en losas (elementos SHELL), a base de los cuales se diseñan tales miembros, de una manera preliminar, a fin de determinar cuantías de refuerzo para establecer costos.

En vigas (0,5 x 1,0):

Momento positivo máximo	154,3	t.m
Momento negativo máximo	157,4	t.m
Fuerza de corte vertical máxima	130,6	t
Momento de tensión	48,2	t.m

En Columnas (0,6 x 0,8 m):

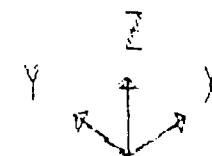
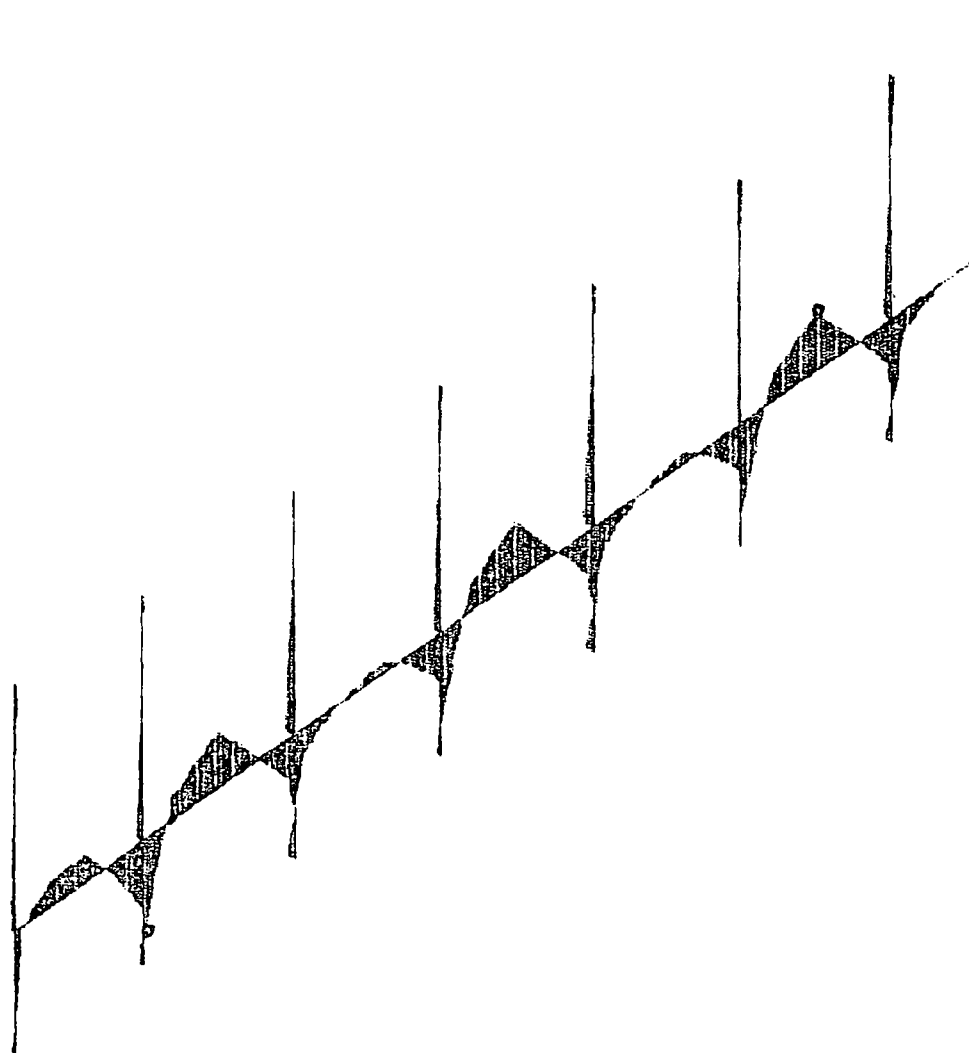
Carga axial máxima	326	t
Momento máximo	44,76	t.m

En losas (h = 0,35 m):

Momento positivo máximo	23,5	t.m
Momento negativo máximo	23,9	t.m

5.5.2 Resultados del análisis del pórtico del puente grúa Ante las diferentes de ubicación del convoy de la grúa, a lo largo del pórtico, se tienen los resultados que dan fuerzas axiales, fuerzas de corte, momentos flexionantes y momentos de torsión en los diferentes elementos FRAME, columnas y vigas.

BLOQUE DE UNIDADES - PORTICO A
DIAGRAMA DE MOMENTOS



canqpp03

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 4

ENVELOPES

MIN < 79>

-.1574E+03

AT .00

MAX < 93>

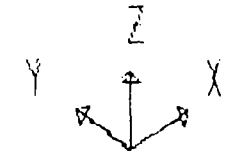
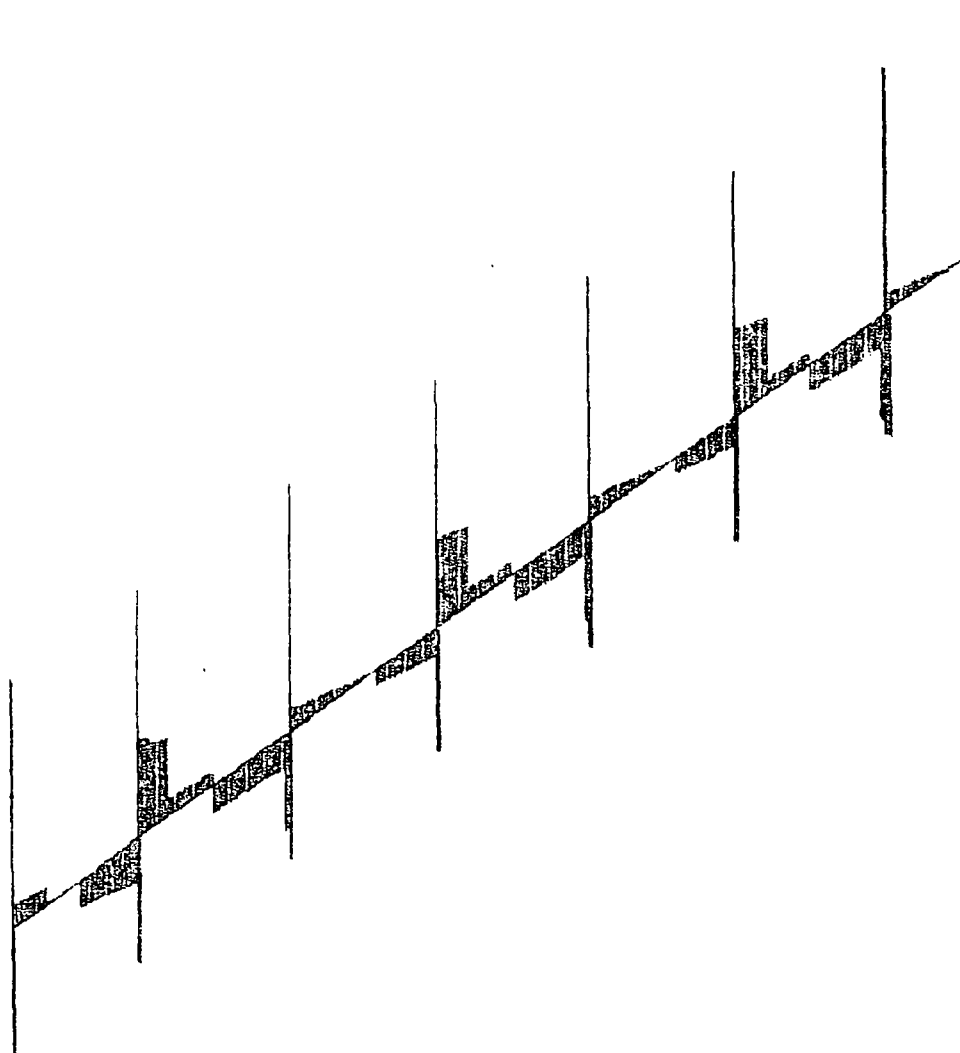
.9549E+02

AT .00

Figura 5/2

SAP90

BLOQUE DE UNIDADES - PORTICO A
DIAGRAMA DE CORTES



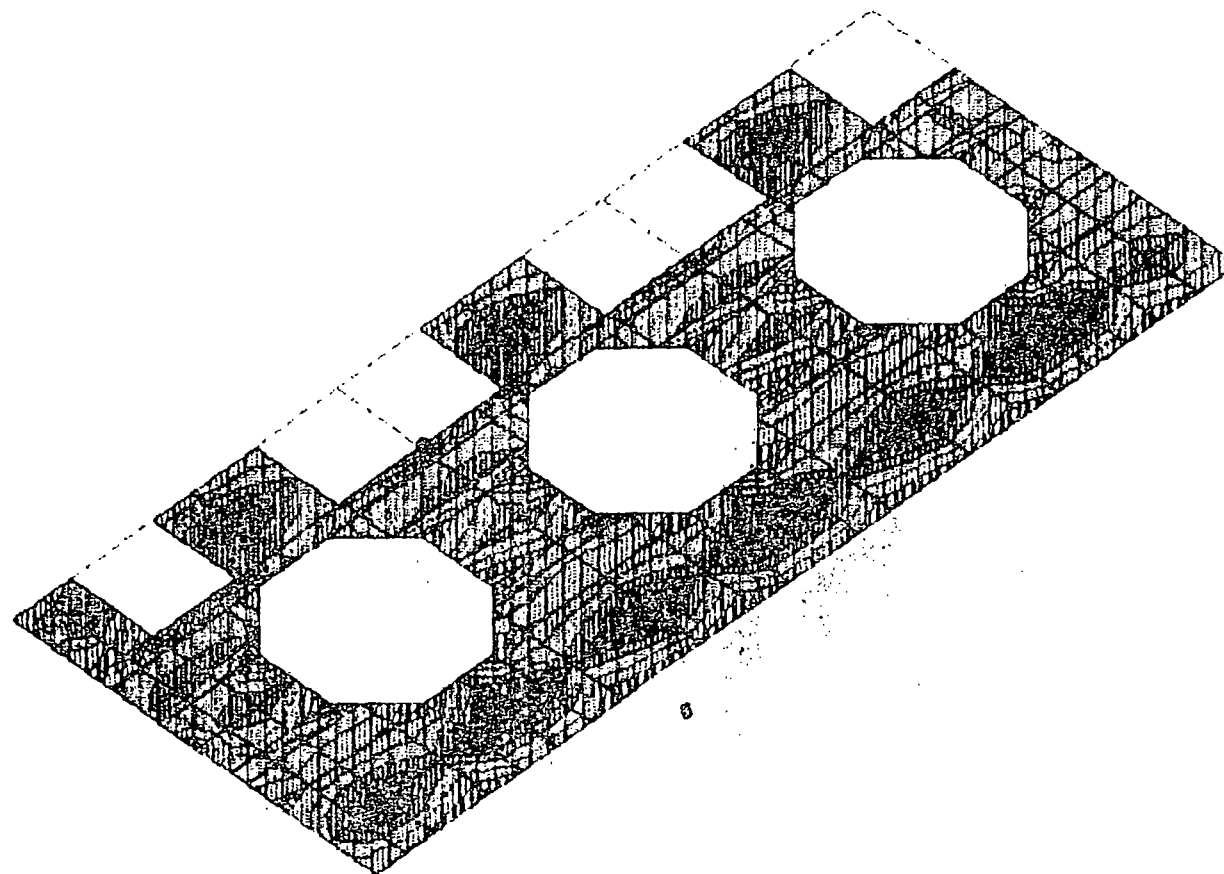
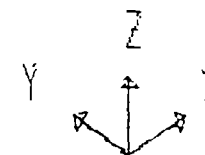
camqpp03
FRAME
OUTPUT V22
LOAD 4

ENVELOPES
MIN < ° 94 >
-.1306E+03
AT .25
MAX < ° 79 >
.1199E+03
AT .00

Figura 5/3

SAP90

BLOQUE DE UNIDADES - PISO PRINCIPAL
DISTRIBUCION DE MOMENTOS EN DIRECCION TRANSVERSAL



comqpp03
SHELL
OUTPUT M22
LOAD 4

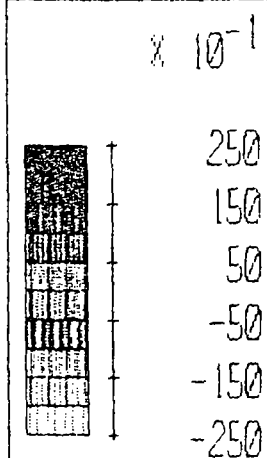
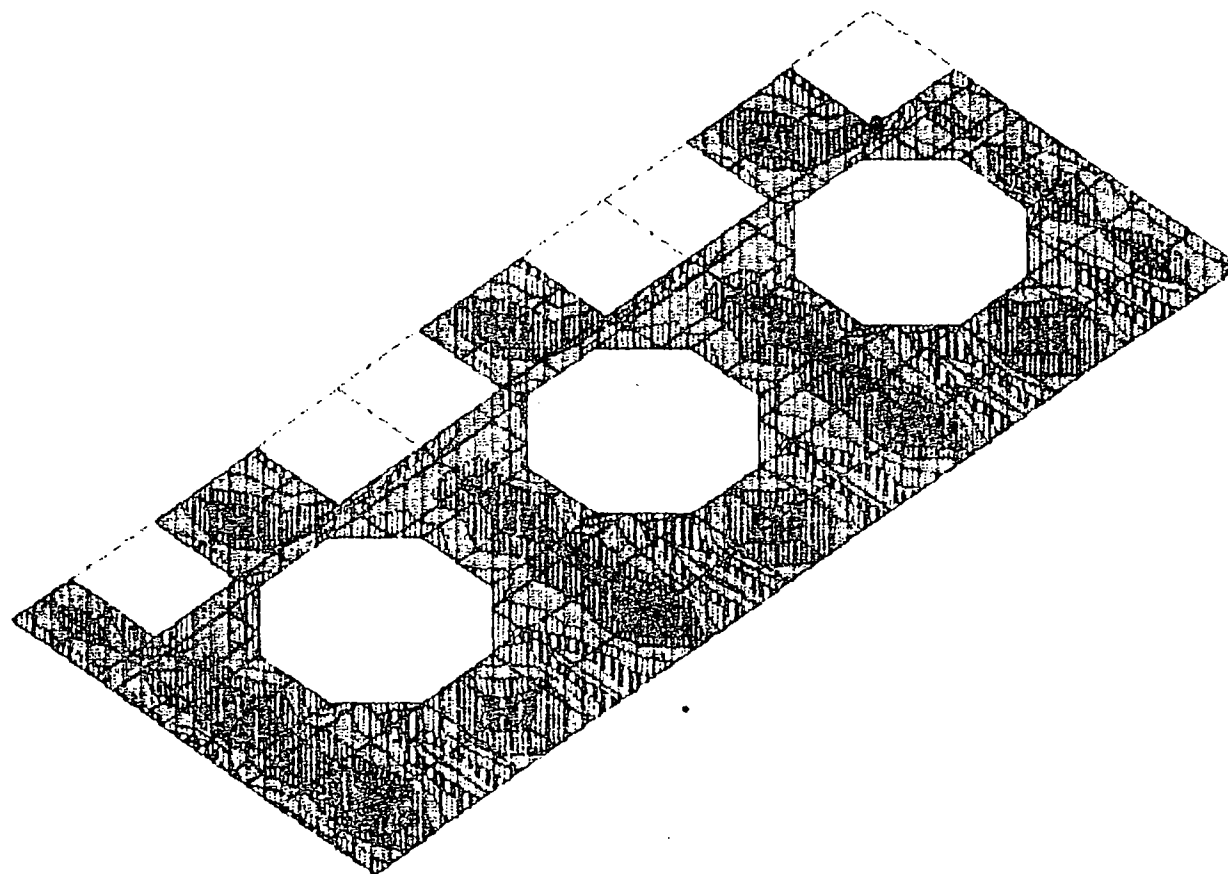
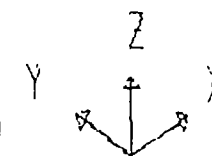


Figura 5/4

MIN IS $-.234E+02$ <JOINT 162> MAX IS $.235E+02$ <JOINT 31>

SAP90

BLOQUE DE UNIDADES - PISO PRINCIPAL
DISTRIBUCION DE MOMENTOS EN DIRECCION LONGITUDINAL



canqpp03

SHELL
OUTPUT M11

LOAD 4

$\times 10^{-1}$

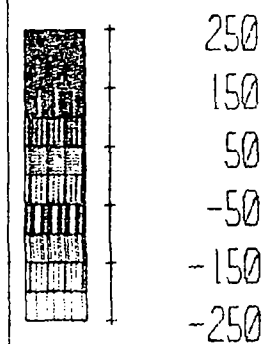


Figura 5/5

MIN IS $-.239E+02$ <JOINT 173> MAX IS $.234E+02$ <JOINT 31>

SAP90

Del conjunto de resultados se han tomado los que dan valores máximos de esfuerzos en los diferentes elementos del pórtico.

De las primeras corridas del programa SAP90 se observó que los valores de los elementos mecánicos, especialmente los momentos en columnas y momentos de torsión en vigas eran muy altos, por lo que se consideró que hay la necesidad de anclar el pórtico a la roca de la caverna, luego de lo cual se obtuvieron resultados aceptables, y un resumen de los mismos se presenta a continuación.

Con el objeto de ubicar los sitios en donde se producen los esfuerzos máximos, se presenta un diagrama en donde aparece el pórtico discretizado con la nomenclatura de los elementos y de los nudos, así como los ejes globales de referencia, Figura 5/6.

Para columnas, las condiciones críticas son:

Carga axial	P = 346,9 t
Momento flexionante	M33 = 2,0 t.m
Momento flexionante	M22 = 0,06 t.m
Fuerza de corte	V22 = 0,35 t
Fuerza de corte	V33 = 0,02 t

Carga axial	P = 242,5 t
Momento flexionante	M33 = 1,36 t.m
Momento flexionante	M22 = 6,48 t.m
Fuerza de corte	V22 = 0,24 t
Fuerza de corte	V33 = 1,36 t

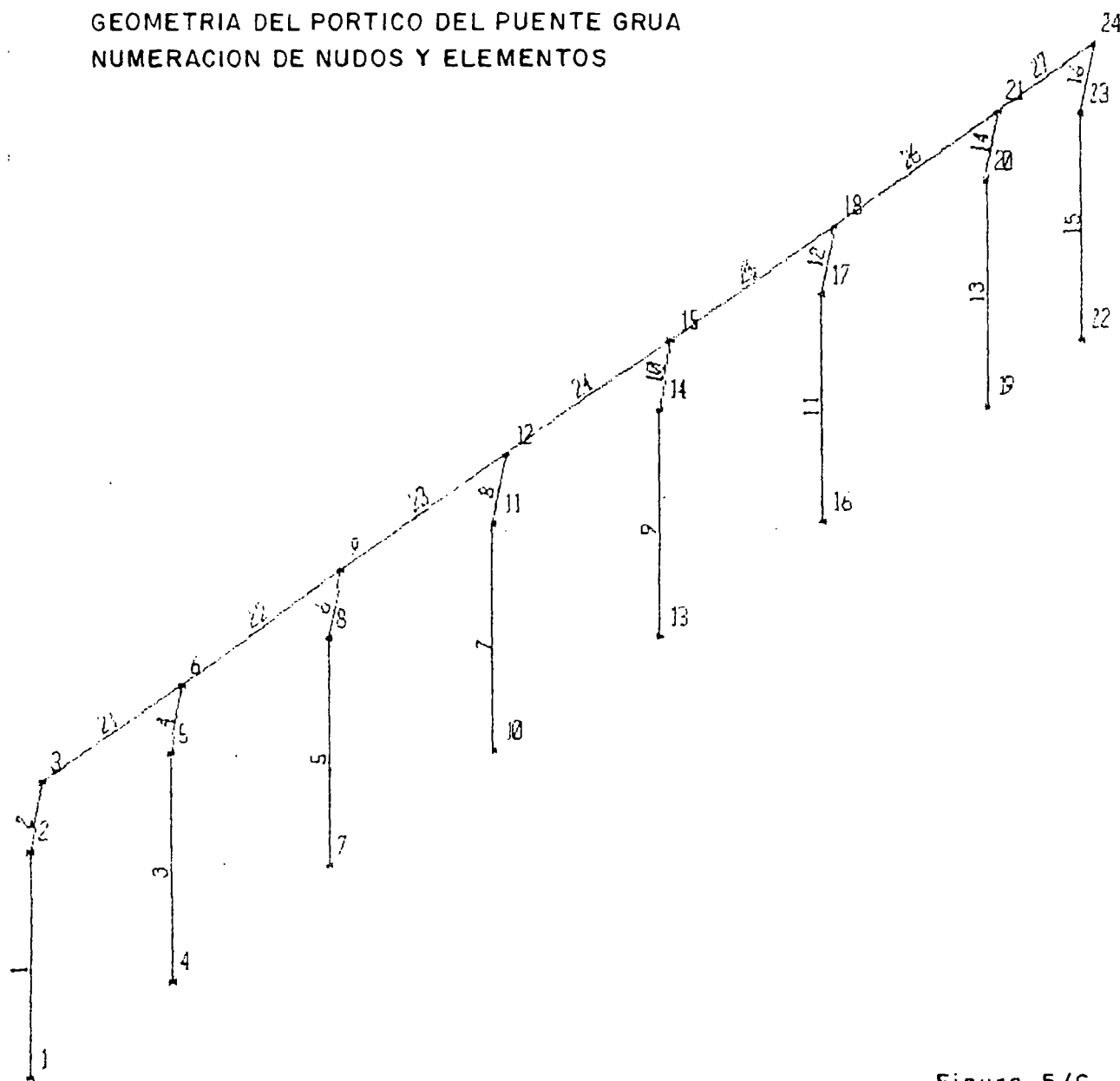
Para vigas:

Momento flexionante vertical	M33 = 165,6 t.m
Fuerza de corte vertical	V22 = 142,3 t
Momento flexionante horizontal	M22 = 0,47 t.m
Fuerza de corte horizontal	V33 = 0,09 t
Momento de torsión	T = 1,10 t.m

Momento flexionante vertical	M33 = 150,0 t.m
Fuerza de corte vertical	V22 = 123,1 t
Momento flexionante horizontal	M22 = 17,45 t.m
Fuerza de corte horizontal	V33 = 9,93 t
Momento de torsión	T = 0,79 t.m

Las salidas de resultados graficados más críticos se pueden ver en las Figuras 5/7 a 5/9.

GEOMETRIA DEL PORTICO DEL PUENTE GRUA
NUMERACION DE NUDOS Y ELEMENTOS



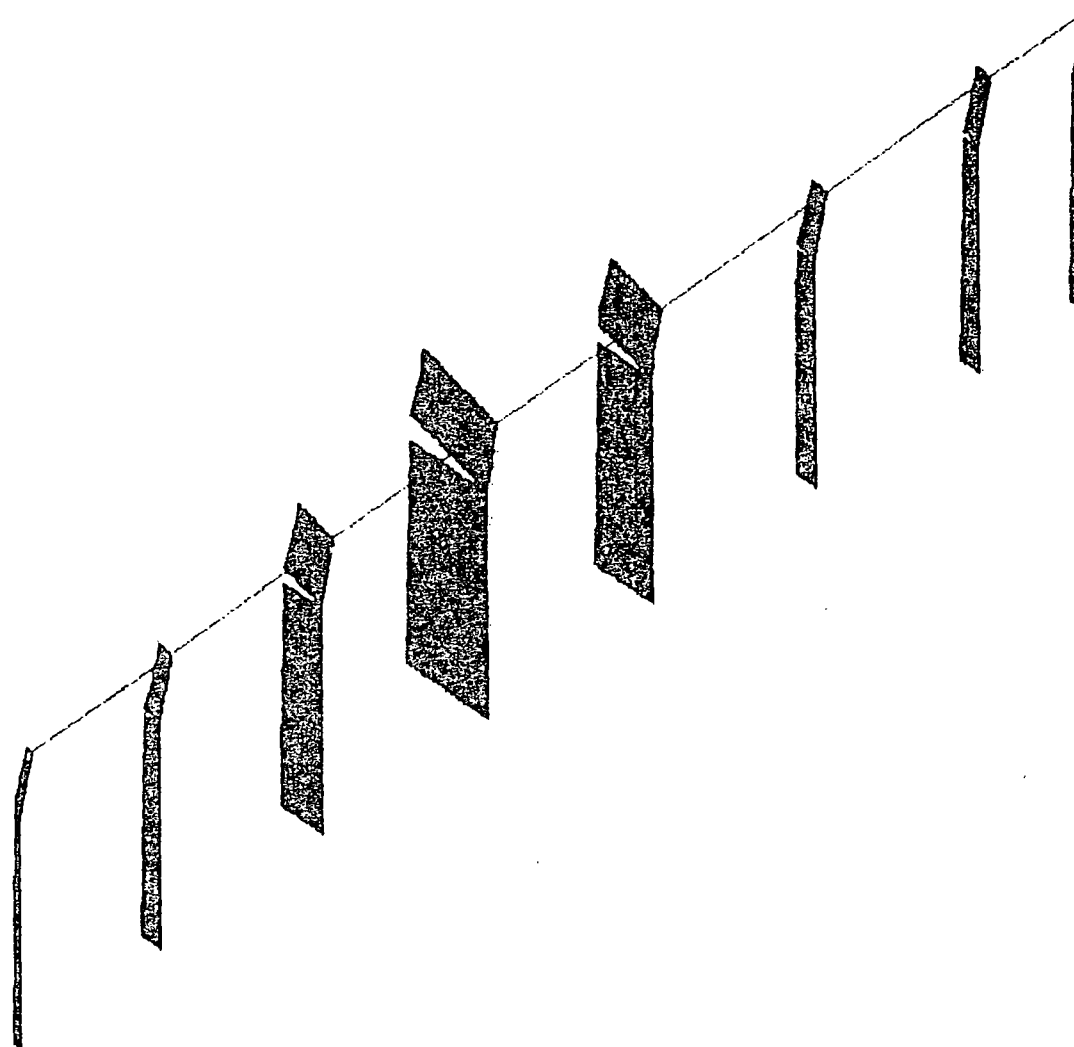
plégrua
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
JOINT IDS
ALL JOINTS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME

Figura 5/6

SAP90

GEOMETRIA DEL PORTICO DEL PUENTE GRUA
 DIAGRAMA DE CARGA AXIAL



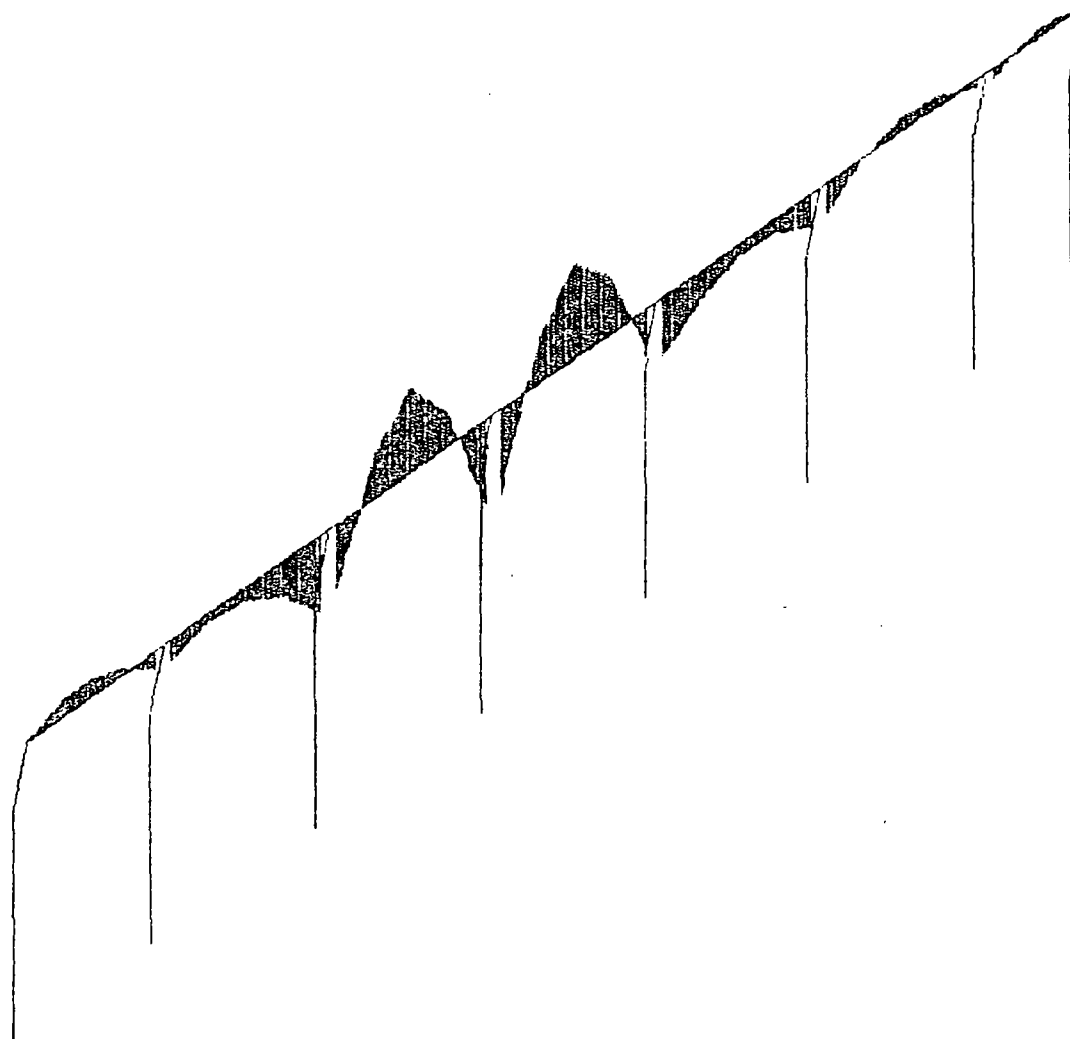
ptegrual
 FRAME
 OUTPUT P
 LOAD 13

ENVELOPES
 MIN < 7>
 -.3515E+03
 AT .00
 MAX < 25>
 .2947E-15
 AT .00

Figura 5 / 7

SAP90

GEOMETRIA DEL PORTICO DEL PUENTE GRUA
DIAGRAMA DE MOMENTOS



plegrual
FRAME
OUTPUT M33
LOAD 13

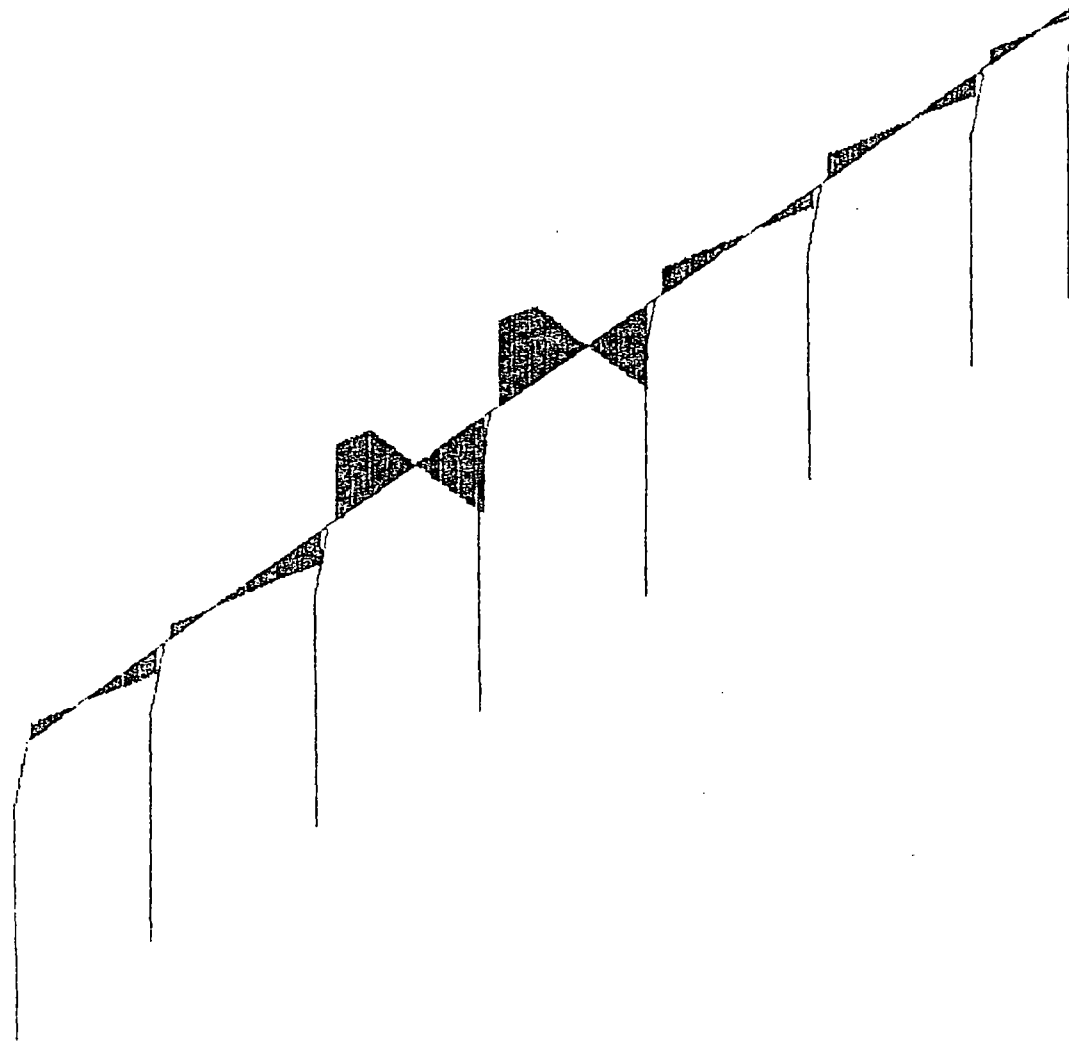
ENVELOPES

MIN < 24>
-.1500E+03
AT .40
MAX < 24>
.1694E+03
AT 4.25

Figura 5/8

SAP90

GEOMETRIA DEL PORTICO DEL PUENTE GRUA
DIAGRAMA DE CORTE



piegrual
FRAME
OUTPUT V22
LOAD 13

ENVELOPES
MIN < 23>
-.1361E+03
AT 8.10
MAX < 24>
.1231E+03
AT .40

Figura 5/9

SAP90

6. PUENTES DE LOS CAMINOS

En este capítulo se hace una descripción del tipo de estructuras seleccionado para los puentes de los caminos y de los criterios de diseño adoptado para los mismos. Para mayores detalles a este respecto se hace referencia a la Memoria de Cálculo 0209-B-502.

6.1 Introducción

Los puentes ubicados a lo largo de los caminos de acceso a los sitios de obras del proyecto, pueden ser temporales o permanentes. Se han considerado como puentes temporales aquellos que correspondan a los caminos que serán utilizados durante la construcción del proyecto para dar acceso a los sitios de obra, campamentos de construcción o canteras de materiales. Los puentes permanentes son estructuras definitivas que forman parte de los accesos a las principales obras del proyecto, en este caso comprenden: la casa de máquinas, las obras subterráneas y el patio de líneas, en el sector del Codo Sinclair, así como todas las obras anexas a la presa en el sector del compensador, estos puentes estarán en servicio durante la operación de la central.

Se ha analizado que en el área del proyecto, la construcción de puentes de hormigón presenta algunos inconvenientes:

- a. Tiempo de construcción largo, debido a la necesidad de colocación de encofrados, colocación en sitio del acero de refuerzo, fundición y curado del hormigón, con la necesidad de mantener la obra falsa o encofrado, durante gran parte del período de construcción.
- b. Los agregados del cemento, a veces no se encuentran en el sitio de las obras, lo que implica la explotación de canteras a distancia.
- c. Los ríos y cauces de agua en la zona del proyecto, tienen grandes variaciones de caudal en tiempos cortos, lo que determina que no existan períodos de estiaje definidos, además los arrastres que llevan estos ríos son importantes, todo esto no permitirá la presencia de encofrados u obras falsas en el cauce.

En los puentes de acero estructural se tiene la desventaja que para sus vigas principales, con luces mayores a 10,00 m, será necesario empalmar en sitio, por la dificultad de transportar piezas más largas. El empalme resta eficiencia al elemento; en el caso de celosías de acero, el ensamblaje de la estructura debe realizarse en el

sitio de la obra, esto es demorado y complicado, por la necesidad de equipo y personal adecuado que debe operar en condiciones incómodas.

Se recomienda, por lo anteriormente expuesto, como estructura adecuada para los puentes, los paneles ACROW, diseñados y fabricados por Thos. Storey (Engineers) de Inglaterra. El puente de paneles ACROW es una versión moderna del puente Bailey, que ha sido reconocido en todo el mundo, como el sistema modular de construcción más práctico y versátil que se haya diseñado.

6.2 Descripción del tipo de estructura seleccionado

Las estructuras de paneles ACROW están compuestas por un número de paneles tipo, unidos extremo a extremo con conexiones articuladas, formando una celosía de la longitud requerida; una o más celosías ubicadas en los lados de la calzada y unidas entre sí por bastidores de arriostramiento, constituyen la estructura de soporte principal o superestructura del puente.

Las celosías laterales pueden tener uno o dos paneles de alto, son identificadas como construcción simple o doble, respectivamente, la celosía superior va empernada rígidamente a la inferior. Los cordones superior e inferior de cada celosía pueden ser reforzados, aumentando la capacidad de carga.

Se ha adoptado un ancho de calzada de 4,13 m tipo "Extra Wide", el ancho entre las celosías más interiores es de 4,78 m, lo que permite el paso de los equipos más voluminosos para el montaje de la central. (El bulto de los transformadores monofásicos tiene un ancho de 4,00 m, altura de 3,00 m y longitud de 4,00 m).

El tablero de los puentes será de resistencia "Heavy", de acuerdo a la especificación del Manual Técnico de la firma constructora.

En la superestructura la calzada es soportada por las celosías laterales, la carga de los vehículos se transmite a las celosías por medio de vigas travesaños. La rigidez entre celosías y entre éstas y el tablero se mantiene por medio de bastidores de arriostramiento y diagonales respectivamente. Las calzadas o superficies de rodadura en los tableros del puente, pueden ser de madera para los puentes temporales y de acero para los permanentes.

En los diseños se ha utilizado la serie 300 que es similar en dimensiones al diseño original de Bailey, se anota que existen otras series que podrían considerarse para un diseño futuro, por las ventajas en costo y peso que pueden ofrecer, como resultado de una mejor tecnología de fabricación.

Las pilas de los puentes pueden ser construidas con el mismo sistema, así se ha considerado en el diseño.

Las estructuras de paneles pueden ser construidas con el mismo sistema, así se ha considerado en el diseño.

Las estructuras de paneles ACROW para puentes de carretera tienen las siguientes características ventajosas, que han determinado su selección como recomendable para este proyecto.

- a. Los elementos para la construcción y montaje del puente son fácilmente transportables al sitio de obra, vienen en bultos de tamaño pequeño.
- b. El montaje en el acceso de aproximación de las pilas y superestructura del puente con el sistema ACROW, es rápido y sencillo, se realiza con herramientas estándar, sin necesidad de equipo especial. En general se requiere menos personal que en cualquier otro sistema.
- c. El lanzamiento de la superestructura para su ubicación en el sitio, se realiza en base a rodillos y guías que también son equipo estándar, se elimina todo tipo de encofrado u obra falsa.
- d. Los elementos del sistema ACROW permiten usar la estructura en forma permanente o temporal, lo que implica que puede desmontarse para ser utilizada en otro sitio.
- e. El tiempo de erección y montaje del puente es el menor, respecto a cualquier otro sistema.
- f. Las pilas del puente pueden ser montadas con el mismo sistema, lo cual agiliza la construcción del puente.

6.3 Consideraciones generales de diseño

Todos los puentes considerados tienen una vía de tránsito, con una calzada tipo de 4,13 m y un ancho total incluido celosías de 6,50 m; estas características están conforme a la sección transversal de los caminos de acceso y a los puentes existentes entre Papallacta y el área del proyecto.

La carga de diseño para los puentes permanentes es el tractor-remolque o plataforma de transporte de los equipos principales de la central (ver numeral 6.4 a continuación); para los puentes temporales la carga de diseño es tipo HS20-44 de la AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials, que es la norma vigente en el Ministerio de Obras Públicas.

Exceptuando el puente de acceso a la casa de máquinas, en el sector del Codo Bajo, que puede tener como opción una acera lateral de 95 cm de ancho en el sistema ACROW o dos aceras de 75 cm cada una, en la alternativa de celosía de acero, los demás puentes no contemplan una acera lateral.

En el cálculo ha sido considerado el efecto de impacto, conforme los criterios de diseño del Ministerio de Obras Públicas (MOP), en el tipo de construcción con paneles ACROW con tableros volados en los extremos del puente, reduce los efectos de impacto.

Las estructuras están fabricadas con perfiles de acero conforme RS4360 de grado S50, según especificaciones británicas, tienen un esfuerzo permisible de flexión de 2.470 kg/cm^2 (247 N/mm^2). Todos los cálculos verifican el esfuerzo cortante permisible que es 41 t/celosía para construcción doble y 25 t/celosía para construcción simple, también se verificó el momento admisible en base a las propiedades y rigideces de las celosías laterales, se han utilizado en el cálculo los momentos resistentes mostrados en la página 81 del Manual Técnico, cuya copia se adjunta en la Memoria Descriptiva de Cálculo.

Se han considerado tramos simplemente apoyados para todos los casos. Esta condición produce los esfuerzos mayores, razón por la cual en esta fase de diseño ha sido adoptada.

Los pesos que aparecen en los diseños son valores aproximados de embarque, esto implica un peso mayor que el actuante en la estructura.

6.4 Estudio del tractor-remolque

Consultas realizadas a la Dirección General de Obras Públicas Nacionales, sobre la capacidad de carga de los puentes en las vías de acceso al proyecto, determinan que pesos superiores a 90 t rebasan la carga permisible en estructuras de doble vía. La mayoría de los puentes a partir de Papallacta, en la vía Quito-Lago Agrio, son de una sola vía, por consiguiente con una menor capacidad. El tractor-remolque originalmente tenía una carga total de 178 t , con este vehículo se realizó la consulta al MOP, para la contestación ver oficio 038-DES de 20 de septiembre de 1991. Considerando lo anterior se decidió lo siguiente:

- a. Colocar transformadores monofásicos que son menos pesados que el trifásico.
- b. Cambiar el diseño del tractor-remolque, para reducir la carga total y la carga por eje.
- c. Realizar en el futuro, una investigación detallada de la resistencia del pavimento y estructuras existentes a lo largo de la vía de acceso, para determinar los refuerzos necesarios.

Los pesos mayores a transportarse, durante la construcción de la central son:

Un cuarto del estator del generador	≈	75,0 t
Transformador monofásico de 70 MVA	≈	75,0 t

Pieza más pesada de los topes

≈ 60,0 t

Para el transporte del equipo pesado, desde los puertos marítimos hasta el área del proyecto, se ha diseñado un tractor remolque (ver Figura 6/1) que se ha usado en el diseño de los puentes respectivos. La carga máxima por eje del tractor-remolque supera a la carga tipo HS20-44, sería necesario aumentar el número de ejes.

6.5 Diseño de los puentes permanentes

Se ha realizado el diseño de un puente permanente que está ubicado en el Km 17+400 del camino de acceso a la casa de máquinas y que atraviesa el río Coca, en el sector del Codo Bajo, en este sitio el río tiene un estrechamiento en su cauce debido a la presencia de macizos rocosos de buenas características, en ambos lados del río.

Para este sitio se estudiaron dos alternativas:

a. Alternativa 1

Fuente de paneles ACROW, Serie 300 con una luz de 64,0 m (210 pies); simplemente apoyado en estribos de hormigón cimentados en los macizos rocosos. La estructura puede ser lanzada desde la orilla izquierda, sin problemas especiales.

b. Alternativa 2

Fuente de celosía de acero estructural, con perfiles importados conforme las normas de la AISC (American Institute of Steel Construction), con la misma luz y subestructura de la Alternativa 1.

En la memoria de cálculo que se adjunta, se describe el análisis y diseño de las dos alternativas.

Observamos que la Alternativa 2 es más económica tiene un peso total del acero de 100 t sin incluir el tablero, en la Alternativa 1 se tiene 192 t incluyendo el tablero. Es necesario para un estudio futuro, realizar un análisis económico detallado para definir la alternativa que más conviene en este caso.

Por este puente pasará necesariamente el tractor-remolque, para la construcción y mantenimiento de los equipos de la central, por lo tanto se diseñó para esta carga viva especial.

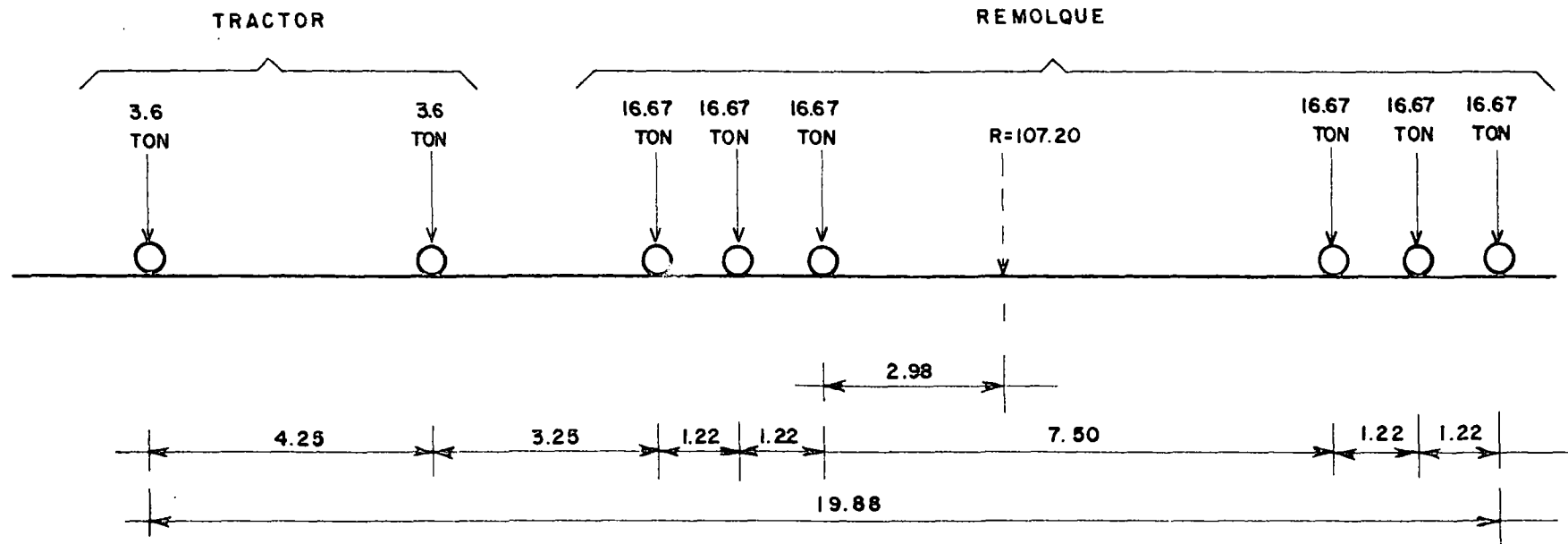
6.6 Diseño de los puentes temporales

Se han diseñado tres puentes temporales, dos en el sitio "Salado" que atraviesan el futuro canal de desvío y el cauce principal del río Coca, y uno en el sitio "Galindo" sobre el río Coca, en el camino de acceso a la ventana de construcción del túnel de conducción. A continuación se describe en detalle cada puente.

VEHICULO PARA TRANSPORTE DEL EQUIPO PESADO

CARGAS POR EJE (TON.)

ESC. — 1:100



CARGA UTIL = 75.0 TON

PESO REMOLQUE R 25.0 TON

PESO TRACTOR R 7.2 TON

PESO TOTAL = 107.2 TON

CARGA MAX. POR EJE = 16.67 TON

6.6.1 Puente sobre el canal de desvío (sitio Salado) Este puente tiene una luz total de 112,80 m compuesta por dos tramos de 36,60 m y un tramo central de 39,60 m, comprende dos pilas como apoyos intermedios y dos estribos altos en los extremos.

Se han adoptado tramos no mayores a 40,0 m de luz para conseguir una estructura económica; debido a la excavación necesaria para el canal de desvío, los estribos son estructuras altas de hormigón ciclópeo, diseño que en una etapa futura debería ser mejorado. Las pilas deberán cimentarse sobre pilotes de hormigón, trabajando a fricción con una longitud de 12,00 m por pilote, pues el suelo de cimentación y las condiciones de erosión no favorecen una cimentación directa. Se ha fijado la cota de rasante de puente en la 1.270,00, la mínima posible en base a los niveles máximos en el canal.

Las pilas deben tener un pedestal de hormigón de 2,0 ó 3,0 m de alto sobre el fondo del cauce, con una sección transversal hidrodinámica que no produzca erosión o socavación de la cimentación, sobre este pedestal se completará la pila con los paneles ACROW.

6.6.2 Puente sobre el cauce principal (sitio Salado) Este puente, como el anterior, se encuentra en el camino de acceso entre la carretera existente y la orilla derecha del río Coca, en el sitio Salado.

La ubicación de este puente está determinada por la condición de ubicarse aguas abajo de las obras civiles de captación, sin interferir con ellas. En el trazado del puente se ha usado como apoyo, en el extremo derecho, la roca granodiorita que forma la margen derecha del río en este sitio. El apoyo en el lado izquierdo se sitúa en una pequeña meseta aluvial (ver sondeo 553), debiendo construirse el estribo con las necesarias protecciones para defender esta meseta de la posibilidad de erosión del río, en las grandes avenidas.

El puente tiene dos luces de 61,00 m y una de 48,80 en la margen izquierda, la cual da un total de 170,80 m de largo. Se han utilizado luces grandes que permiten un flujo adecuado del cauce y por otro lado son luces que no implican estructuras muy pesadas y costosas, no están en el límite del diseño.

La pila No. 1 no ofrece problema de construcción, con pequeñas ataguías se puede trabajar sin molestia del agua; la pila No. 2 está prácticamente en el centro del cauce y requiere un sistema especial de construcción, posiblemente el pedestal de la pila deba ser una estructura cajón, prefabricada y llevada a flote hasta el sitio. El estribo del extremo derecho va cimentado sobre la roca existente. Tanto el estribo izquierdo como las pilas deben cimentarse sobre pilotes de hormigón, trabajando a fricción con una longitud por pilote de 12,0 m.

Para este puente se aplican las recomendaciones para las pilas, indicadas en el puente anterior.

6.6.3 Fuente en el sitio Galindo El puente tiene una luz total de 91,41 m, comprende un tramo de aproximación de 27,40 m en la margen izquierda y el tramo principal de 64,01 m sobre el cauce del río Coca.

Los estribos están ubicados a una buena altura sobre el nivel del río; sin embargo, el suelo de cimentación debe ser mejorado y protegido contra la acción erosivo del río, en las dos márgenes.

La rasante está en la cota 1.229,30, más alta que la mínima necesaria, por razones del trazado del camino de acceso.

La pila central está cimentada en el mismo tipo de formación que los estribos, son avalanchas de escombros, con rasgos de erosión por la acción del río.

Se adjuntan los Planos 0209-C-2042 y 0209-C-2043 que detallan los puentes temporales y el puente permanente, en la solución de paneles ACROW serie 300.

APENDICES

APENDICE A

ANALISIS HIDRAULICOS DE LOS VERTEDEROS DE LA CAPTACION

APENDICE A

Contenido

- A1. Perfil Hidráulico desde la Cascada San Rafael hasta aguas arriba del Morro Salado
- A2. Perfil Hidráulico desde la Sección 4 hasta el Cuenco Disipador en el Río
- A3. Perfil Hidráulico desde la Sección 4 hasta el Cuenco Disipador en el Desvío
- A4. Dimensionamiento Vertedero y Cuencos en el Canal de Desvío
- A5. Dimensionamiento Vertedero y Cuencos en el Cauce del Río

A1. PERFIL HIDRAULICO DESDE LA CASCADA SAN RAFAEL HASTA
AGUAS ARRIBA DEL MORRO SALADO


```

*****
*WATER SURFACE PROFILES          * * U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS *
*VERSION OF NOVEMBER 1976        * * THE HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER *
*UPDATED MAY 1984                * * 609 SECOND STREET, SUITE D      *
*IBM-PC-XT VERSION AUGUST 1985   * * DAVIS, CALIFORNIA 95616         *
*RUN DATE 02-10-92 TIME 14:06:43 * * (916) 440-2105 (FTS) 448-2105    *
*****

```

```

X      X  XXXXXXX  XXXXX  XXXXXXX
X      X  X        X      X      X
X      X  X        X      X      X
XXXXXXX XXXX  XXXXXX  XXXXX
X      X  X        X      X
X      X  X        X      X      X
X      X  XXXXXXX  XXXXX  XXXXXXX

```

P E R F I L H I D R A U L I C O

DESDE CASCADA SAN RAFAEL HASTA AGUAS ARriba MORRO

PERFILES 25 HASTA 9

T1 PERFIL SUBCRITICO 1, SECCIONES 1-25 CAUDAL=127.0 m3/seg
 T2 CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES
 T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5

J1	-10	2	0	-1	1	.01	0	165.00		
J2	0	0	0			-1				
J3	38	43	1	2	3	4	5	8	33	
J3	38	43	25	26	55	56	13	14	15	
J5	-10	-10								
NC	.033	.033	.033	.1	.3					
QT	16	127.0	177.0	290.0	519.0	561.0	628.0	724.0	877.0	1873.0
QT	2773.	3073.0	3600.0	4200.0	4600.0	5000.0	6000.0			
X1	25	12	91.63	182.70	0	0	0			
GR	176.8	.00	177.67	79.89	176.13	91.63	163.45	113.00	150.83	138.50
GR	161.3	178.30	163.45	182.70	168.65	170.41	169.91	199.73	169.86	285.74
GR	173.9	349.01	179.39	492.88						
X1	24	9	82.78	229.21	970	970	970			
GR	184.3	.00	180.10	82.78	175.26	112.93	171.88	162.57	167.34	203.57
GR	165.3	215.57	173.23	225.63	179.78	229.21	179.94	382.30		
X1	23	7	107.86	245.25	2260	2260	2260			
GR	206.3	.00	239.00	13.72	198.44	107.86	192.39	125.25	189.62	204.25
GR	192.4	219.05	217.46	245.25						
X1	22	12	112.79	211.58	2400	2400	2400			
GR	264.3	.00	262.99	15.71	245.58	44.59	235.36	83.65	227.93	112.79
GR	224.4	120.37	225.72	132.69	212.72	160.19	208.22	200.69	212.72	204.19
GR	227.8	211.58	232.74	223.78						
X1	21	14	290.08	373.89	1490	1490	1490			
GR	239.2	.00	231.15	16.77	230.11	27.10	222.60	35.05	228.00	45.12
GR	229.1	77.84	232.63	86.87	229.18	290.08	215.07	310.60	215.07	350.60
GR	228.2	373.89	230.55	412.11	229.24	482.62	255.51	502.11		
X1	20	12	169.31	272.07	2040	2040	2040			
GR	252.1	.00	248.11	9.02	247.49	17.60	238.81	39.92	239.67	151.74
GR	237.4	169.31	227.87	173.64	226.39	208.64	227.87	253.64	244.61	272.07
GR	250.0	300.68	260.07	318.64						
NC	0.036	0.036	0.034	.1	.3					
X1	19	24	849.22	973.53	1050	1050	1050			
GR	260.4	614.65	260.08	640.00	258.93	650.00	258.70	700.00	258.02	728.28
GR	257.2	755.98	255.23	811.82	252.97	848.59	253.03	849.22	243.11	874.44
GR	242.1	880.99	241.88	885.00	242.03	888.99	240.67	900.00	240.79	905.00
GR	241.1	918.99	241.80	924.99	242.55	931.09	243.17	939.00	248.62	944.00
GR	250.1	966.35	253.97	973.53	257.69	980.28	259.76	986.11		
X1	17	28	318.06	671.31	1160.00	1320.00	1340.00			
GR	318.2	.00	288.43	47.87	285.54	62.78	275.92	80.26	261.13	114.37
GR	257.4	153.51	256.49	175.84	255.49	193.57	255.79	234.12	255.87	318.06
GR	246.3	326.40	246.34	326.41	246.34	440.91	247.74	452.79	250.58	461.89
GR	251.8	511.46	251.11	550.82	254.23	577.86	253.83	599.53	251.94	610.85
GR	248.7	621.57	248.73	633.26	255.21	642.98	255.58	671.31	256.35	797.80
GR	257.3	866.28	257.48	898.69	260.22	903.91				
X1	16	22	30.53	260.60	950.	900.	910.00			
GR	270.8	.00	258.62	21.00	257.32	30.53	249.96	56.06	249.55	70.40
GR	247.6	70.41	247.59	128.91	249.67	145.68	250.70	177.17	251.84	187.82
GR	251.5	219.20	252.52	260.60	252.23	280.77	251.48	350.80	251.22	433.63
GR	250.9	503.44	249.22	534.03	249.35	534.96	250.01	672.74	255.61	685.15
GR	259.4	741.87	265.78	749.75						
X1	15	22	316.75	770.49	2570.	2500.	2490.00			
GR	266.3	.00	262.81	6.25	260.83	172.03	261.56	176.14	261.33	255.06
GR	261.1	316.75	257.98	327.32	259.05	340.82	258.74	478.06	254.74	485.79
GR	254.6	516.30	256.08	528.30	256.86	591.53	257.07	604.29	256.01	610.51
GR	253.1	610.52	253.07	718.52	254.88	730.25	258.98	759.24	265.22	770.49
GR	268.0	794.79	272.11	804.80						
X1	14	28	396.07	796.42	600.	660.	690.			

GR 280.0	.00	261.96	32.70	264.19	54.08	263.70	64.07	262.01	117.35
GR 262.8	142.81	262.46	152.66	264.99	164.22	263.14	184.81	265.64	194.95
GR 262.7	235.19	266.21	246.77	263.08	302.59	268.99	312.06	264.97	396.07
GR 262.7	404.82	262.87	445.12	259.71	543.87	257.50	597.67	256.36	620.73
GR 254.4	620.74	254.44	701.44	256.08	715.58	258.84	745.32	262.41	757.70
GR 263.3	790.42	278.56	821.37	282.20	826.87				
X1 13	33	477.94	1008.31	570.	790.	650.00			
GR 281.3	.00	265.54	32.28	263.31	245.83	263.54	282.04	263.76	307.48
GR 263.6	455.86	263.22	477.94	262.36	482.89	254.36	497.63	253.67	487.64
GR 253.7	567.14	257.90	581.09	259.28	592.69	258.58	604.96	258.37	679.06
GR 260.6	691.45	261.40	780.17	260.22	873.70	262.73	885.40	262.25	923.73
GR 262.1	936.28	263.18	960.55	263.95	975.11	264.34	1008.31	264.10	1051.08
GR 265.2	1110.05	266.74	1186.34	266.56	1219.41	267.91	1227.74	270.21	1260.57
GR 271.6	1313.10	272.43	1317.61	269.33	1328.58				
X1 12	30	97.97	436.04	630.	500.	570.00			
GR 274.6	.00	269.32	11.61	267.27	23.06	266.90	35.57	265.44	59.04
GR 264.1	97.87	262.88	127.87	261.35	147.66	258.89	149.87	256.86	149.88
GR 256.9	252.38	258.98	265.46	259.35	279.56	262.01	363.99	263.55	372.43
GR 262.4	395.42	264.42	409.36	265.03	436.04	265.21	497.55	265.62	548.06
GR 266.0	676.08	266.16	699.03	266.17	710.20	266.13	794.84	266.77	876.53
GR 267.9	956.13	270.32	978.96	272.40	990.79	274.51	1005.45	279.65	1013.13
X1 1.00	100	63.70	772.20	1100.	580.	1030.00			
GR301.05	0	287.99	8.98	286.93	12.30	287.08	20.52	286.76	28.66
GR278.14	38.54	265.07	51.43	265.33	63.70	261.00	70.35	257.75	73.58
GR257.05	78.96	258.42	84.34	258.90	89.72	259.00	96.17	258.90	101.55
GR258.80	105.85	259.25	111.23	260.20	116.61	260.75	121.99	261.00	127.91
GR262.23	135.71	262.68	145.23	263.00	155.59	263.24	166.32	263.56	176.80
GR263.32	187.30	262.97	198.76	262.98	207.87	262.80	221.56	262.79	231.02
GR261.82	242.24	261.62	251.33	260.76	262.25	261.66	271.61	263.09	274.40
GR263.31	284.42	263.39	294.80	263.47	304.42	263.99	314.95	263.84	324.60
GR264.21	334.99	264.45	345.67	264.28	366.70	263.72	374.42	264.25	377.86
GR263.92	382.21	264.25	387.96	264.53	399.26	264.58	409.37	264.60	420.82
GR264.69	431.68	264.69	441.90	264.58	452.41	264.73	462.68	264.89	473.29
GR264.62	483.76	264.66	494.74	264.60	505.24	264.68	516.36	264.57	528.04
GR264.58	540.29	264.56	551.41	264.49	562.39	264.45	574.09	264.28	586.95
GR264.00	597.23	263.84	608.02	263.70	617.96	263.80	628.13	263.96	638.25
GR264.29	648.05	264.38	658.06	264.68	665.59	262.78	669.12	263.41	678.73
GR262.55	688.96	262.09	694.01	261.98	699.24	262.04	703.43	262.03	707.61
GR262.11	711.79	262.14	717.02	262.13	721.21	262.14	725.39	262.13	729.59
GR262.14	733.76	262.05	738.99	261.99	743.19	262.00	746.40	262.04	752.58
GR262.09	755.72	262.13	760.95	262.17	766.54	265.83	772.20	265.83	782.23
GR265.58	792.20	265.44	801.03	265.36	810.76	265.30	820.21	265.37	829.41
X1 2.00	100	393.08	968.24	450.	100.	350.00			
GR281.00	0.00	281.07	19.15	281.30	27.63	275.48	53.04	273.66	64.54
GR271.90	75.69	269.67	86.01	269.19	95.79	269.09	106.44	269.04	117.47
GR269.01	128.69	265.97	140.04	268.92	152.05	268.85	153.51	268.94	174.74
GR268.80	196.60	268.79	196.60	268.76	206.13	268.85	215.80	267.79	224.96
GR266.72	234.13	265.68	243.32	265.59	255.59	265.55	266.43	265.55	279.14
GR265.79	287.52	265.64	297.82	266.06	308.03	266.07	318.61	266.17	328.23
GR266.02	339.05	266.11	349.29	266.40	358.47	266.56	368.59	266.09	379.25
GR266.36	393.08	265.72	395.00	262.86	399.90	262.76	401.92	262.62	412.03
GR262.58	422.22	262.45	432.32	262.16	442.42	261.76	452.52	261.40	462.62
GR260.66	472.71	259.65	482.81	259.21	490.59	262.86	503.52	263.28	512.46
GR263.80	524.03	264.01	534.75	263.88	546.74	264.04	558.53	264.33	568.82
GR264.59	578.99	264.81	589.58	264.93	600.98	265.06	611.74	265.22	623.35
GR265.12	634.54	265.10	645.89	265.09	657.25	265.03	667.55	264.99	675.94
GR265.00	691.27	265.09	702.13	265.23	712.46	265.12	722.44	265.17	732.41
GR265.21	741.48	265.10	751.98	265.19	762.45	265.32	773.72	265.26	784.33
GR265.50	794.32	265.51	804.53	265.37	815.19	265.98	825.51	265.48	835.42
GR264.94	845.22	264.99	855.32	264.60	865.30	264.20	875.36	264.06	885.18

GR263.98	895.83	263.69	909.69	263.25	921.53	263.00	922.50	262.80	925.50
GR262.78	931.58	262.77	936.53	262.80	940.53	262.88	943.53	262.81	948.53
GR262.88	952.53	262.80	955.53	262.74	958.53	262.70	963.53	263.46	968.24
X1	3.00	98	385.79	812.64	140.	100.	170.00		
GR302.74	0.00	299.75	2.62	298.08	7.64	291.74	9.87	287.68	20.29
GR287.50	29.28	283.37	39.51	278.59	50.08	275.56	60.38	272.63	66.12
GR271.77	76.92	271.59	87.81	270.94	97.65	270.55	107.30	269.77	117.07
GR269.28	127.25	269.06	137.77	268.85	147.68	267.75	158.52	266.73	167.05
GR265.27	177.38	265.88	188.56	265.90	198.81	266.11	209.89	266.07	221.32
GR266.36	237.64	266.43	242.01	266.35	252.99	266.40	263.59	266.19	274.22
GR266.30	284.38	266.32	294.87	266.35	304.63	266.22	314.69	266.20	324.77
GR266.25	334.39	266.16	344.30	266.07	354.11	266.10	364.35	266.15	375.11
GR266.45	385.79	263.02	401.63	260.52	412.60	260.12	419.91	261.52	429.05
GR261.42	436.36	261.72	445.50	261.97	454.64	262.10	463.78	262.20	471.09
GR262.19	478.40	262.22	490.92	262.12	500.06	262.34	509.20	262.50	516.51
GR262.74	525.65	263.02	529.31	264.29	538.41	264.60	548.79	264.89	558.79
GR265.04	568.73	265.33	578.80	265.41	588.95	265.69	599.30	265.79	604.53
GR265.88	611.35	265.82	628.77	265.78	638.69	265.57	648.06	265.49	658.43
GR265.81	669.05	265.12	678.08	264.99	688.54	264.94	698.40	264.47	719.75
GR264.28	729.80	264.18	740.86	263.74	753.12	263.33	764.23	263.17	766.58
GR263.00	772.00	262.90	776.79	262.79	780.63	262.79	784.47	262.94	789.26
GR262.52	794.06	262.75	796.44	262.77	800.77	263.17	804.89	267.93	812.64
GR268.12	823.05	268.20	835.46	268.29	846.74	268.44	859.79	268.63	869.57
GR269.41	879.81	273.09	893.55	276.46	896.72				
NC	.036	.036	.034	0.6	0.5				
X1	4.00	50	377.21	571.61	230.	300.	250.00		
GR300.66	0.00	294.93	3.99	295.09	13.94	292.78	36.25	282.30	45.69
GR276.97	61.39	274.19	75.36	272.21	86.54	272.20	101.85	272.14	118.55
GR272.05	133.04	267.38	143.18	266.48	156.94	266.48	173.73	266.27	195.11
GR266.57	210.12	266.79	224.87	266.83	239.21	266.78	255.55	266.57	269.89
GR266.60	268.83	266.68	302.88	266.79	318.71	266.86	333.31	267.12	349.94
GR267.10	364.13	267.13	377.21	266.66	385.20	265.08	393.19	264.55	395.43
GR263.53	406.92	264.10	414.96	263.98	433.01	263.88	448.60	263.34	467.10
GR262.93	484.56	262.93	499.61	262.88	515.61	262.73	524.59	262.66	534.59
GR264.45	557.09	265.08	565.39	267.40	571.61	271.92	574.79	274.18	587.80
GR274.30	597.28	277.22	603.36	280.06	615.53	282.38	627.21	287.88	638.22
X1	5.00	28	159.11	318.59	160.	130.	140.00		
GR305.02	0.00	294.54	12.91	289.20	22.48	283.41	31.23	277.75	45.19
GR273.99	54.38	273.65	65.39	272.68	79.77	272.54	91.71	272.41	107.64
GR272.40	120.59	273.07	135.05	269.39	144.19	267.30	159.11	266.69	174.51
GR266.69	181.48	266.19	192.18	265.66	201.93	265.09	221.42	264.24	237.47
GR263.09	262.48	261.74	289.48	261.49	297.48	261.79	305.48	265.63	316.88
GR267.48	318.59	271.48	331.83	274.30	343.43				
X1	6.00	29	115.85	179.61	220.	250.	230.00		
GR315.87	0.00	306.69	16.95	302.94	27.88	299.12	39.27	295.28	49.74
GR291.00	54.67	285.92	61.89	279.59	65.33	279.30	70.67	276.02	75.71
GR266.77	115.85	264.56	122.34	264.01	127.40	263.67	132.47	263.88	137.54
GR263.94	140.58	263.93	144.84	264.17	149.70	264.54	153.76	264.70	157.81
GR264.51	163.89	264.23	168.96	263.29	174.03	266.76	179.61	274.59	184.47
GR279.68	188.60	269.71	197.44	297.69	206.15	301.75	210.36		
X1	7.00	42	49.78	150.74	170.	300.	230.		
GR309.14	0.00	304.65	3.65	301.25	6.79	295.91	10.17	293.05	14.36
GR289.57	21.32	286.34	23.74	283.69	27.93	281.70	30.77	279.31	38.09
GR273.55	41.48	272.67	43.20	269.89	45.68	266.87	49.78	265.04	51.31
GR259.94	57.01	260.64	62.23	261.34	66.40	261.04	69.53	261.19	71.62
GR260.89	75.79	260.94	81.00	260.89	84.13	261.64	89.35	263.36	95.36
GR265.06	101.86	265.40	102.50	265.72	110.35	265.62	121.76	265.39	132.14
GR265.29	142.01	266.80	150.74	266.81	159.71	269.13	165.68	279.47	170.31
GR282.66	173.66	265.99	177.41	269.05	182.11	292.45	186.33	295.44	190.35
GR296.38	194.18	300.57	192.13						

X1	8.00	98	422.35	612.21	400.	200.	230.00		
GR295.50		0	295.15	1.99	293.80	3.57	293.61	5.64	292.93
GR292.87	17.72		292.46	23.39	290.92	27.42	290.71	32.37	290.11
GR289.67	52.58		288.97	62.46	287.98	71.94	287.11	81.58	285.03
GR285.79	101.23		285.66	110.26	285.26	119.89	285.37	130.24	285.49
GR284.62	145.19		284.62	154.71	284.47	163.75	281.22	167.53	277.13
GR271.48	163.58		271.60	193.88	271.50	206.89	271.72	215.01	271.39
GR271.61	235.79		272.21	238.19	272.21	242.76	272.13	252.47	272.27
GR272.48	272.03		272.53	282.05	272.58	291.64	272.09	301.71	271.98
GR272.09	321.13		272.11	331.02	271.85	334.37	271.95	338.06	270.67
GR271.10	341.51		271.26	350.41	271.73	360.59	271.59	370.01	271.01
GR271.31	391.57		270.50	401.47	270.45	412.12	270.25	422.35	269.22
GR268.74	441.22		267.77	451.53	266.06	459.98	265.32	461.58	264.67
GR264.75	471.90		264.89	476.03	264.66	481.19	264.48	486.35	264.40
GR264.28	496.67		264.38	501.83	264.58	506.99	264.66	511.12	264.62
GR264.76	519.38		264.74	523.51	264.91	528.67	265.07	532.80	265.06
GR264.88	542.08		264.68	547.25	264.46	552.41	264.66	557.57	264.78
GR265.01	567.89		265.16	573.05	265.36	578.21	265.66	582.34	266.06
GR267.48	598.74		269.18	609.10	270.51	612.21	269.87	616.03	270.90
GR271.83	630.94		280.38	637.09	282.49	639.13	287.74	644.08	289.94
GR292.56	650.28		295.98	654.50	298.27	659.32			
X1	9.00	90	600.73	664.48	315.	350.	350.00		
GR305.00		0	303.72	1.94	300.90	4.99	297.49	11.38	295.94
GR296.45	28.88		297.96	32.85	292.90	33.99	289.94	44.35	288.47
GR287.50	57.74		285.15	64.94	285.23	69.21	286.15	74.63	282.84
GR283.39	88.41		283.46	91.72	277.88	94.78	276.89	98.02	273.34
GR272.66	114.39		272.70	123.30	273.65	130.64	273.12	138.91	273.03
GR273.07	157.82		273.08	167.83	273.16	177.68	272.63	187.10	272.43
GR272.42	208.04		272.85	216.12	273.73	217.75	272.49	222.10	272.52
GR272.96	236.03		272.19	238.71	272.18	250.31	272.99	252.35	272.26
GR272.25	266.40		272.18	276.71	272.17	286.23	271.75	295.92	272.20
GR272.20	316.20		272.42	326.54	272.07	337.59	271.95	348.97	272.01
GR271.80	370.71		271.11	373.84	270.80	385.15	270.80	396.34	270.39
GR270.85	418.58		270.72	430.10	270.56	441.02	270.46	452.17	270.35
GR270.30	471.04		270.15	480.88	270.01	490.70	269.81	500.75	269.57
GR269.13	520.84		268.44	531.03	267.95	540.50	268.18	549.90	268.37
GR268.05	570.08		267.98	579.73	266.88	600.73	266.64	603.04	266.73
GR266.14	612.27		265.36	619.17	265.08	624.95	264.85	630.70	264.27
GR263.98	642.23		263.20	646.84	264.18	657.21	265.55	661.82	266.88
GR269.27	667.63		272.66	671.11	273.09	677.47	273.72	684.40	274.01

EJ

T1	PERFIL SUBCRITICO 1.SECCIONES 1-25 CAUDAL=177.0 m3/seg								
T2	CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES								
T3	P.H. COTA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5								
J1	-10	3			-1	1	0.01	0	165
J2	2	0	-1					-1	
T1	PERFIL SUBCRITICO 1.SECCIONES 1-25 CAUDAL=290.0 m3/seg.								
T2	CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES								
T3	P.H. COTA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5								
J1	-10	4			-1	1	0.01	0	165.00
J2	3	0	-1					-1	
T1	PERFIL SUBCRITICO 1.SECCIONES 1-25 CAUDAL=519.0 m3/seg								
T2	CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES								
T3	P.H. COTA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5								
J1	-10	5			-1	1	0.01	0	165.00
J2	4	0	-1					-1	
T1	PERFIL SUBCRITICO 1.SECCIONES 1-25 CAUDAL=561.0 m3/seg								
T2	CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES								
T3	P.H. COTA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5								
J1	-10	6			-1	1	0.01	0	165.00

J2	5	0	-1		-1		
T1	PERFIL SUBCRITICO 1.SECCIONES 1-25 CAUDAL=628.0 m3/seg						
T2	CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES						
T3	P.H. COCA COMO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5						
J1	-10	7		-1	1	0.01	0 165.00
J2	6	0	-1		-1		
T1	PERFIL SUBCRITICO 1.SECCIONES 1-25 CAUDAL=724.0 m3/seg						
T2	CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES						
T3	P.H. COCA COMO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5						
J1	-10	8		-1	1	0.01	0 165.00
J2	7	0	-1		-1		
T1	PERFIL SUBCRITICO 1.SECCIONES 1-25 CAUDAL=877.0 m3/seg						
T2	CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES						
T3	P.H. COCA COMO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5						
J1	-10	9		-1	1	0.01	0 165.00
J2	8	0	-1		-1		
T1	PERFIL SUBCRITICO 1.SECCIONES 1-25 CAUDAL=1873.0 m3/seg						
T2	CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES						
T3	P.H. COCA COMO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5						
J1	-10	10		-1	1	0.01	0 165.00
J2	9	0	-1		-1		
T1	PERFIL SUBCRITICO 1.SECCIONES 1-25 CAUDAL=2773.0 m3/seg						
T2	CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES						
T3	P.H. COCA COMO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5						
J1	-10	11		-1	1	0.01	0 165
J2	10	0	-1		-1		
T1	PERFIL SUBCRITICO 1.SECCIONES 1-25 CAUDAL=3073.0 m3/seg						
T2	CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES						
T3	P.H. COCA COMO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5						
J1	-10	12		-1	1	0.01	0 165.00
J2	11	0	-1		-1		
T1	PERFIL SUBCRITICO 1.SECCIONES 1-25 CAUDAL=3600.0 m3/seg						
T2	CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES						
T3	P.H. COCA COMO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5						
J1	-10	13		-1	1	0.01	0 165.00
J2	12	0	-1		-1		
T1	PERFIL SUBCRITICO 1.SECCIONES 1-25 CAUDAL=4200.0 m3/seg						
T2	CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES						
T3	P.H. COCA COMO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5						
J1	-10	14		-1	1	0.01	0 165.00
J2	13	0	-1		-1		
T1	PERFIL SUBCRITICO 1.SECCIONES 1-25 CAUDAL=4600.0 m3/seg						
T2	CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES						
T3	P.H. COCA COMO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5						
J1	-10	15		-1	1	0.01	0 165.00
J2	14	0	-1		-1		
T1	PERFIL SUBCRITICO 1.SECCIONES 1-25 CAUDAL=5000.0 m3/seg						
T2	CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES						
T3	P.H. COCA COMO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5						
J1	-10	16		-1	1	0.01	0 165.00
J2	15	0	-1		-1		
T1	PERFIL SUBCRITICO 1.SECCIONES 1-25 CAUDAL=6000.0 m3/seg						
T2	CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES						
T3	P.H. COCA COMO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5						
J1	-10	17		-1	1	0.01	0 165.00
J2	16	0	-1		-1		

PROFILE FOR STREAM P.H. COCA CODO SINCLAIR

PLOTTED POINTS (BY PRIORITY)-E-ENERGY,W-WATER SURFACE,I-INVERT,C-CRITICAL W.S.,L-LEFT BANK,R-RIGHT BANK,M-LOWER END STA

ELEVATION SECNO	140. CUMDIS	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.	320.
25.00	0. .	IWER	L .	.	.	.	.	.	.	.
	100. .	IE	R L .	.	.	.	.	.	.	.
	200. .	IWE	R L .	.	.	.	.	.	.	.
1.01	300. .	I E	RL .	.	.	.	.	.	.	.
	400. .	.IE	L .	.	.	.	.	.	.	.
1.02	500. .	.I E	L .	.	.	.	.	.	.	.
	600. .	.I E	L .	.	.	.	.	.	.	.
	700. .	.IWE	L .	.	.	.	.	.	.	.
1.03	800. .	.IWE	L .	.	.	.	.	.	.	.
	900. .	.I E	RL	.	.	.	.	.	.	.
24.00	1000. .	.IWE	L	.	.	.	.	.	.	.
	1100. .	.I E	LMR	.	.	.	.	.	.	.
	1200. .	.I E	LM R	.	.	.	.	.	.	.
	1300. .	.IWE	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	1400. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	1500. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
1.01	1600. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	1700. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	1800. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	1900. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	2000. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
1.02	2100. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	2200. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	2300. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	2400. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	2500. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	2600. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
1.03	2700. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	2800. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	2900. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	3000. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	3100. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	3200. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
23.00	3300. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	3400. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	3500. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	3600. .	.I E	L M R	.	.	.	.	.	.	.
	3700. .	.ICE	L MR	.	.	.	.	.	.	.
	3800. .	.I E	LM	.	.	.	.	.	.	.
1.01	3900. .	.IWE	RLM	.	.	.	.	.	.	.
	4000. .	.I E	RL M	.	.	.	.	.	.	.
	4100. .	.I E	RLM	.	.	.	.	.	.	.
	4200. .	.I E	RLM	.	.	.	.	.	.	.
	4300. .	.I E	RLM	.	.	.	.	.	.	.
	4400. .	.IWE	RLM	.	.	.	.	.	.	.
1.02	4500. .	.I E	RL M	.	.	.	.	.	.	.
	4600. .	.I E	RLM	.	.	.	.	.	.	.
	4700. .	.I E	RLM	.	.	.	.	.	.	.
	4800. .	.I E	RL M	.	.	.	.	.	.	.
	4900. .	.IWE	RLM	.	.	.	.	.	.	.
	5000. .	.I E	RL M	.	.	.	.	.	.	.
1.03	5100. .	.I E	RLM	.	.	.	.	.	.	.
	5200. .	.ICE	RLM	.	.	.	.	.	.	.

Frequency	Band	Mode	Power	Antenna	Notes
5300.		IE	RL M		
5400.		IWE	RLM		
5500.		IE	RL M		
5600.		IE	RLM		
22.00 5700.		ICE	RLM		
5800.		IE	RL M		
5900.		IE	L M		
6000.		IE	RL M		
1.01 6100.		IE	L M		
6200.		IWE	L M		
6300.		ICE	L M		
1.02 6400.		IE	RL M		
6500.		IE	L M		
6600.		IE	L M		
6700.		E	RL M		
1.03 6800.		WE	RL M		
6900.		IE	RL M		
7000.		IE	L M		
7100.		IE	L M		
21.00 7200.		E	RL M		
7300.		WE	L M		
7400.		IE	L M		
7500.		IE	L M		
7600.		E	LR M		
7700.		IE	L M		
7800.		IE	LR M		
7900.		IE	LR M		
8000.		WE	LR M		
8100.		IE	LR M		
8200.		IE	LR M		
8300.		E	LR M		
8400.		IE	LR M		
8500.		IE	LR M		
8600.		IE	LR M		
8700.		WE	LR M		
8800.		IE	LR M		
8900.		IE	LR M		
9000.		E	LR M		
9100.		IE	LR M		
20.00 9200.		IE	LR M		
9300.		IE	LR M		
9400.		E	LR M		
1.01 9500.		IE	LR M		
9600.		WE	L M		
1.02 9700.		WE	L M		
9800.		IE	L M		
9900.		IE	LR M		
1.03 10000.		WE	L M		
10100.		IE	LR M		
10200.		IE	LR M		
19.00 10300.		IE	L M		
10400.		WE	LR M		
10500.		IE	L M		
1.01 10600.		IE	L M		
10700.		IE	L M		
10800.		IE	L M		
1.02 10900.		E	RL M		
11000.		WE	L M		
11100.		IE	L M		
11200.		IE	L M		
1.03 11300.		IE	L M		
11400.		E	L M		
11500.		E	L M		
17.00 11600.		IE	L M		
11700.		IE	RL M		
11800.		IE	RL M		

1.01	11900.	.	.	.	.	IE RL M	.	.	.	.
	12000.	.	.	.	.	IE RL M	.	.	.	.
	12100.	.	.	.	.	ER L M	.	.	.	.
1.02	12200.	.	.	.	.	ER L M	.	.	.	.
	12300.	.	.	.	.	ER L M	.	.	.	.
	12400.	.	.	.	.	ER L M	.	.	.	.
16.00	12500.	.	.	.	.	WER L M	.	.	.	.
	12600.	.	.	.	.	IE RL M	.	.	.	.
	12700.	.	.	.	.	IE RL M	.	.	.	.
	12800.	.	.	.	.	IE RL M	.	.	.	.
	12900.	.	.	.	.	IE L M	.	.	.	.
	13000.	.	.	.	.	IE LRM	.	.	.	.
1.01	13100.	.	.	.	.	IE L R	.	.	.	.
	13200.	.	.	.	.	E L R	.	.	.	.
	13300.	.	.	.	.	E L R	.	.	.	.
	13400.	.	.	.	.	E L R	.	.	.	.
	13500.	.	.	.	.	WE LRM	.	.	.	.
	13600.	.	.	.	.	IE LRM	.	.	.	.
	13700.	.	.	.	.	IE LRM	.	.	.	.
1.02	13800.	.	.	.	.	IE LRM	.	.	.	.
	13900.	.	.	.	.	IE LRM	.	.	.	.
	14000.	.	.	.	.	IE LRM	.	.	.	.
	14100.	.	.	.	.	IE L R	.	.	.	.
	14200.	.	.	.	.	E L R	.	.	.	.
	14300.	.	.	.	.	E L R	.	.	.	.
1.03	14400.	.	.	.	.	E L R	.	.	.	.
	14500.	.	.	.	.	E L RM	.	.	.	.
	14600.	.	.	.	.	IE L RM	.	.	.	.
	14700.	.	.	.	.	IE L RM	.	.	.	.
	14800.	.	.	.	.	IE L RM	.	.	.	.
	14900.	.	.	.	.	IE L RM	.	.	.	.
15.00	15000.	.	.	.	.	E L R	.	.	.	.
	15100.	.	.	.	.	E L R M	.	.	.	.
1.01	15200.	.	.	.	.	E RL M	.	.	.	.
	15300.	.	.	.	.	E RL M	.	.	.	.
	15400.	.	.	.	.	WE RL M	.	.	.	.
1.02	15500.	.	.	.	.	WE RL M	.	.	.	.
	15600.	.	.	.	.	IE L M	.	.	.	.
14.00	15700.	.	.	.	.	IE L M	.	.	.	.
	15800.	.	.	.	.	IE L M	.	.	.	.
1.01	15900.	.	.	.	.	IE L M	.	.	.	.
1.02	16000.	.	.	.	.	IE L M	.	.	.	.
	16100.	.	.	.	.	IE L M	.	.	.	.
1.03	16200.	.	.	.	.	IE L M	.	.	.	.
13.00	16300.	.	.	.	.	IE L M	.	.	.	.
	16400.	.	.	.	.	IE LR M	.	.	.	.
1.01	16500.	.	.	.	.	IE L M	.	.	.	.
1.02	16600.	.	.	.	.	E LR M	.	.	.	.
	16700.	.	.	.	.	E L M	.	.	.	.
1.03	16800.	.	.	.	.	E L M	.	.	.	.
12.00	16900.	.	.	.	.	IE LR M	.	.	.	.
	17000.	.	.	.	.	IE LR M	.	.	.	.
	17100.	.	.	.	.	IE LR M	.	.	.	.
	17200.	.	.	.	.	IE LR M	.	.	.	.
	17300.	.	.	.	.	IE LR M	.	.	.	.
	17400.	.	.	.	.	IWE LR M	.	.	.	.
	17500.	.	.	.	.	ICE LR M	.	.	.	.
	17600.	.	.	.	.	ICE LRM	.	.	.	.
	17700.	.	.	.	.	IE LM	.	.	.	.
	17800.	.	.	.	.	IE L	.	.	.	.
1.00	17900.	.	.	.	.	IE L	.	.	.	.
1.01	18000.	.	.	.	.	IERL	.	.	.	.
1.02	18100.	.	.	.	.	IER L	.	.	.	.
1.03	18200.	.	.	.	.	IWE L	.	.	.	.
2.00	18300.	.	.	.	.	IERL	.	.	.	.
1.01	18400.	.	.	.	.	IE LR M	.	.	.	.

1.02 18500.	.	.	.	.	.	IE LR	M	.	.	.
1.03 18600.	.	.	.	.	.	IE LR	M	.	.	.
3.00 18700.	.	.	.	.	.	IE LR	M	.	.	.
1.01 18800.	.	.	.	.	.	IE L	.	M	.	.
1.02 18900.	.	.	.	.	.	.WEL	.	M	.	.
1.03 19000.	.	.	.	.	.	.IEL	.	M	.	.
4.00 19100.	.	.	.	.	.	.IE L	.	M	.	.
1.01 19200.	.	.	.	.	.	.IE L	M	.	.	.
1.02 19300.	.	.	.	.	.	.IE L	M	.	.	.
1.03 19400.	.	.	.	.	.	.IE L	M	.	.	.
5.00 19500.	.	.	.	.	.	.IE L	M	.	.	.
1.01 19600.	.	.	.	.	.	.IEL	.	M	.	.
1.02 19700.	.	.	.	.	.	.IEL	.	M	.	.
1.03 19800.	.	.	.	.	.	.IEL	.	M	.	.
6.00 19900.	.	.	.	.	.	.WE	.	M	.	.
1.01 20000.	.	.	.	.	.	.ICE L	.	M	.	.
1.02 20100.	.	.	.	.	.	.ICEL	.	M	.	.
1.03 20200.	.	.	.	.	.	IC EL	.	M	.	.
7.00 20300.	.	.	.	.	.	IC E	.	M	.	.
1.01 20400.	.	.	.	.	.	.I ER	.	M	.	.
1.02 20500.	.	.	.	.	.	.ICEL	.	M	.	.
1.03 20600.	.	.	.	.	.	.IE L	.	M	.	.
8.00 20700.	.	.	.	.	.	.IE L	.	M	.	.
1.01 20800.	.	.	.	.	.	.IEL	M	.	.	.
1.02 20900.	.	.	.	.	.	.IEL	M	.	.	.
1.03 21000.	.	.	.	.	.	.IEL	M	.	.	.
9.00 21100.	.	.	.	.	.	.IE	M	.	.	.

THIS RUN EXECUTED 02-20-92

```

HEC2 RELEASE DATED NOV 76 UPDATED MAY 1984
ERROR CORR - 01,02,03,04,05,06
MODIFICATION - 50,51,52,53,54,55,56
IBM-PC-XT VERSION AUGUST 1985

```

T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCIONES 1-25 CAUDAL=5000.0 m3/seg
T2 CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES
T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .J5

[illegible]

PROFILE FOR STREAM P.H. DOCA CODO SINCLAIR

PLOTTED POINTS (BY PRIORITY)-E-ENERGY,W-WATER SURFACE,I-INVERT,C-CRITICAL W.S.,L-LEFT BANK,R-RIGHT BANK,M-LOWER END STA

ELEVATION	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.	320.
SECNO	CUNDIS									
25.00	0.	.	I. R W E L .	.	.	.	.	.	.	.
	100.	.	I R W E L .	.	.	.	.	.	.	.
	200.	.	I W E L .	.	.	.	.	.	.	.
1.01	300.	.	I W R E .	.	.	.	.	.	.	.
	400.	.	.I W E .	.	.	.	.	.	.	.
1.02	500.	.	.I W E .	.	.	.	.	.	.	.
	600.	.	.I W E .	.	.	.	.	.	.	.
	700.	.	.I W E .	.	.	.	.	.	.	.
1.03	800.	.	.I W E .	.	.	.	.	.	.	.
	900.	.	.I W E L	.	.	.	.	.	.	.
24.00	1000.	.	.I C W E	.	.	.	.	.	.	.
	1100.	.	.I W E R R	.	.	.	.	.	.	.
	1200.	.	.I W E M R	.	.	.	.	.	.	.
	1300.	.	.I W E M R	.	.	.	.	.	.	.
	1400.	.	.I C W E M R	.	.	.	.	.	.	.
	1500.	.	.I C W E M R	.	.	.	.	.	.	.
1.01	1600.	.	.I W E M R	.	.	.	.	.	.	.
	1700.	.	.I C W E M R	.	.	.	.	.	.	.
	1800.	.	.I W E M .R	.	.	.	.	.	.	.
	1900.	.	.I W L E M .R	.	.	.	.	.	.	.
	2000.	.	.I W E M .R	.	.	.	.	.	.	.
1.02	2100.	.	.I W E M .R	.	.	.	.	.	.	.
	2200.	.	.I W L E M .R	.	.	.	.	.	.	.
	2300.	.	.I W E M .R	.	.	.	.	.	.	.
	2400.	.	.I W L E M .R	.	.	.	.	.	.	.
	2500.	.	.I W E M .R	.	.	.	.	.	.	.
	2600.	.	.I W L E M .R	.	.	.	.	.	.	.
1.03	2700.	.	.I W E M .R	.	.	.	.	.	.	.
	2800.	.	.I W L E M .R	.	.	.	.	.	.	.
	2900.	.	.I W E M .R	.	.	.	.	.	.	.
	3000.	.	.I W L E M .R	.	.	.	.	.	.	.
	3100.	.	.I W E M .R	.	.	.	.	.	.	.
	3200.	.	.I W L E M .R	.	.	.	.	.	.	.
23.00	3300.	.	.I W E M .R	.	.	.	.	.	.	.
	3400.	.	.I W E M .R	.	.	.	.	.	.	.
	3500.	.	.I W E M .R	.	.	.	.	.	.	.
	3600.	.	.I W E L M .R	.	.	.	.	.	.	.
	3700.	.	.I W E L M .R	.	.	.	.	.	.	.
	3800.	.	.I W E L M .	.	.	.	.	.	.	.
1.01	3900.	.	.I W E R L M	.	.	.	.	.	.	.
	4000.	.	.I W E R L M	.	.	.	.	.	.	.
	4100.	.	.I W E R L M	.	.	.	.	.	.	.
	4200.	.	.I W E R L M	.	.	.	.	.	.	.
	4300.	.	.I W E R L M	.	.	.	.	.	.	.
	4400.	.	.I W E R L M	.	.	.	.	.	.	.
1.02	4500.	.	.I W E R L M	.	.	.	.	.	.	.
	4600.	.	.I W E R L M	.	.	.	.	.	.	.
	4700.	.	.I W E R L M	.	.	.	.	.	.	.
	4800.	.	.I W E R L M	.	.	.	.	.	.	.
	4900.	.	.I W E R L M	.	.	.	.	.	.	.
	5000.	.	.I W E R L M	.	.	.	.	.	.	.
1.03	5100.	.	.I W E R L M	.	.	.	.	.	.	.
	5200.	.	.I W E R L M	.	.	.	.	.	.	.

Line	Frequency	Band	Mode	Power	Antenna	Notes
5300.	I	W.ERL M
5400.	I	W.E RLM
5500.	I	W.ERL M
5600.	I	W.ERLM
22.00 5700.	I	W.ERLM
5800.	I	W.EL M
5900.	I	W.E M
6000.	I	.CWE M
1.01 6100.	I	.CWE M
6200.	I	.CWE M
6300.	I	.CLWE M
1.02 6400.	I	.CRWE M
6500.	I	.CWE M
6600.	I	.CWE M
6700.	I	.CWE M
1.03 6800.	I	.CWE M
6900.	I	.CWE M
7000.	I	.CWE M
7100.	I	.CWE M
21.00 7200.	I	.CWE M
7300.	I	.CWE M
7400.	I	.CWE M
7500.	I	.CWE M
7600.	I	.CWE R M
1.01 7700.	I	.W.ER. M
7800.	I	.CWE R. M
7900.	I	.CWE R. M
8000.	I	.CWE R. M
8100.	I	.CWE R. M
1.02 8200.	I	.WLE R. M
8300.	I	.WLE R M
8400.	I	.CWE R M
8500.	I	.CWE R M
8600.	I	.WLE R M
1.03 8700.	I	.WLE R M
8800.	I	.CWE R M
8900.	I	.CWE R M
9000.	I	.WLE R M
9100.	I	.WLE R M
20.00 9200.	I	.CWE R M
9300.	I	.W.ER M
9400.	I	.W.ER M
1.01 9500.	I	.W.ER M
9600.	I	.W.E M
1.02 9700.	I	.W.E M
9800.	I	.W.E M
9900.	I	.W.ER M
1.03 10000.	I	.W.E M
10100.	I	.W.ER M
10200.	I	.W.ER M
19.00 10300.	I	.W.E M
10400.	I	.CWE M
10500.	I	.CWE M
1.01 10600.	I	.CLEM
10700.	I	.CLEM
10800.	I	.CLEM
1.02 10900.	I	.CRE M
11000.	I	.CE M
11100.	I	.CE M
11200.	I	.CE M
1.03 11300.	I	.CE M
11400.	I	.CE M
11500.	I	.CWE M
17.00 11600.	I	.CWE M
11700.	I	.CWE M
1.01 11800.	I	.CE M

11.00	11700.	.	.	.	.	.	.	I C E . M	.	.	.	.	.	.
	12000.	.	.	.	.	.	.	I C E . M	.	.	.	.	.	.
1.02	12100.	.	.	.	.	.	.	I C E . M	.	.	.	.	.	.
	12200.	.	.	.	.	.	.	I C E . M	.	.	.	.	.	.
1.03	12300.	.	.	.	.	.	.	I C EL. M	.	.	.	.	.	.
	12400.	.	.	.	.	.	.	I C EL. M	.	.	.	.	.	.
16.00	12500.	.	.	.	.	.	.	I C EL. M	.	.	.	.	.	.
	12600.	.	.	.	.	.	.	I CREL. M	.	.	.	.	.	.
	12700.	.	.	.	.	.	.	I C EL. M	.	.	.	.	.	.
	12800.	.	.	.	.	.	.	I C EL. M	.	.	.	.	.	.
	12900.	.	.	.	.	.	.	I CEL. M	.	.	.	.	.	.
	13000.	.	.	.	.	.	.	I CELRM	.	.	.	.	.	.
1.01	13100.	.	.	.	.	.	.	I CE .R	.	.	.	.	.	.
	13200.	.	.	.	.	.	.	I CEL.R	.	.	.	.	.	.
	13300.	.	.	.	.	.	.	I CEL.R	.	.	.	.	.	.
	13400.	.	.	.	.	.	.	I CEL.R	.	.	.	.	.	.
	13500.	.	.	.	.	.	.	I CELRM	.	.	.	.	.	.
	13600.	.	.	.	.	.	.	I CWE.RM	.	.	.	.	.	.
	13700.	.	.	.	.	.	.	I CWE.RM	.	.	.	.	.	.
1.02	13800.	.	.	.	.	.	.	I CWE.RM	.	.	.	.	.	.
	13900.	.	.	.	.	.	.	I CE.RM	.	.	.	.	.	.
	14000.	.	.	.	.	.	.	I CE.RM	.	.	.	.	.	.
	14100.	.	.	.	.	.	.	I CEL R	.	.	.	.	.	.
	14200.	.	.	.	.	.	.	I CEL R	.	.	.	.	.	.
	14300.	.	.	.	.	.	.	I CEL R	.	.	.	.	.	.
1.03	14400.	.	.	.	.	.	.	I CEL R	.	.	.	.	.	.
	14500.	.	.	.	.	.	.	I CWE RM	.	.	.	.	.	.
	14600.	.	.	.	.	.	.	I CWE RM	.	.	.	.	.	.
	14700.	.	.	.	.	.	.	I WE RM	.	.	.	.	.	.
	14800.	.	.	.	.	.	.	I CE RM	.	.	.	.	.	.
	14900.	.	.	.	.	.	.	I CE RM	.	.	.	.	.	.
15.00	15000.	.	.	.	.	.	.	I CEL R	.	.	.	.	.	.
	15100.	.	.	.	.	.	.	I CELR M	.	.	.	.	.	.
1.01	15200.	.	.	.	.	.	.	I CERL M	.	.	.	.	.	.
1.02	15300.	.	.	.	.	.	.	I WEL M	.	.	.	.	.	.
	15400.	.	.	.	.	.	.	I WEL M	.	.	.	.	.	.
1.03	15500.	.	.	.	.	.	.	I WEL M	.	.	.	.	.	.
	15600.	.	.	.	.	.	.	I CEL M	.	.	.	.	.	.
14.00	15700.	.	.	.	.	.	.	I CEL M	.	.	.	.	.	.
	15800.	.	.	.	.	.	.	I CEL .M	.	.	.	.	.	.
1.01	15900.	.	.	.	.	.	.	I CWE .M	.	.	.	.	.	.
1.02	16000.	.	.	.	.	.	.	I C E .M	.	.	.	.	.	.
	16100.	.	.	.	.	.	.	I C E .M	.	.	.	.	.	.
1.03	16200.	.	.	.	.	.	.	I C E .M	.	.	.	.	.	.
13.00	16300.	.	.	.	.	.	.	I C E .M	.	.	.	.	.	.
	16400.	.	.	.	.	.	.	I CLE M	.	.	.	.	.	.
1.01	16500.	.	.	.	.	.	.	I CLE M	.	.	.	.	.	.
1.02	16600.	.	.	.	.	.	.	I CLE M	.	.	.	.	.	.
	16700.	.	.	.	.	.	.	I .CE M	.	.	.	.	.	.
1.03	16800.	.	.	.	.	.	.	I .CE M	.	.	.	.	.	.
12.00	16900.	.	.	.	.	.	.	I .CER M	.	.	.	.	.	.
	17000.	.	.	.	.	.	.	I .WE M	.	.	.	.	.	.
	17100.	.	.	.	.	.	.	I .WEM	.	.	.	.	.	.

1.02 18500.	.	.	.	.	.	I CE M.	.	.	.
1.03 18600.	.	.	.	.	.	I CE M.	.	.	.
3.00 18700.	.	.	.	.	.	I CE M.	.	.	.
1.01 18800.	.	.	.	.	.	I CE M	.	.	.
1.02 18900.	.	.	.	.	.	.I CE M	.	.	.
1.03 19000.	.	.	.	.	.	.I LE M	.	.	.
4.00 19100.	.	.	.	.	.	.I WE M	.	.	.
1.01 19200.	.	.	.	.	.	.I LWE M	.	.	.
1.02 19300.	.	.	.	.	.	.I LCEM	.	.	.
1.03 19400.	.	.	.	.	.	.I LCEM	.	.	.
5.00 19500.	.	.	.	.	.	.I LCEM	.	.	.
1.01 19600.	.	.	.	.	.	.I LC WE	M	.	.
1.02 19700.	.	.	.	.	.	.I L CWE	M	.	.
1.03 19800.	.	.	.	.	.	.I L CWE	M	.	.
6.00 19900.	.	.	.	.	.	.I L WE	M	.	.
1.01 20000.	.	.	.	.	.	.I LC WE	M	.	.
1.02 20100.	.	.	.	.	.	.I L C E	M	.	.
1.03 20200.	.	.	.	.	.	I LC E	M	.	.
7.00 20300.	.	.	.	.	.	I L C E	M	.	.
1.01 20400.	.	.	.	.	.	.I LRC E	M	.	.
1.02 20500.	.	.	.	.	.	.I C E	M	.	.
1.03 20600.	.	.	.	.	.	.I C E	M	.	.
8.00 20700.	.	.	.	.	.	.I C E	M	.	.
1.01 20800.	.	.	.	.	.	.I LC ME	.	.	.
9.00 20900.	.	.	.	.	.	.I L CM E	.	.	.

THIS RUN EXECUTED 02-20-92

 HEC2 RELEASE DATED NOV 76 UPDATED MAY 1984
 ERROR CORR - 01,02,03,04,05,06
 MODIFICATION - 50,51,52,53,54,55,56
 IBM-PC-XT VERSION AUGUST 1985

NOTE- ASTERISK (*) AT LEFT OF CROSS-SECTION NUMBER INDICATES MESSAGE IN SUMMARY OF ERRORS LIST

P.H. COCA COGO SINCLAIR

SUMMARY PRINTOUT

	SECD	B	CMSL	CRWS	EG	TOPWD	10X4S	DEPTH	KACHSL
*	25.000	127.00	160.77	160.77	161.27	41.92	111.92	1.94	.00
*	25.000	177.00	161.04	161.04	161.61	47.86	107.19	2.21	.00
*	25.000	290.00	161.50	161.50	162.23	54.95	100.06	2.67	.00
*	25.000	519.00	162.21	162.21	163.20	60.29	88.40	3.38	.00
*	25.000	561.00	162.33	162.33	163.35	61.21	85.94	3.50	.00
*	25.000	628.00	162.49	162.49	163.59	62.40	86.22	3.66	.00
*	25.000	724.00	162.72	162.72	163.91	64.19	83.84	3.89	.00
*	25.000	877.00	163.07	163.07	164.39	66.81	81.17	4.24	.00
*	25.000	1873.00	164.82	164.82	166.86	74.05	67.96	5.99	.00
*	25.000	2773.00	166.06	166.06	168.65	77.97	63.48	7.23	.00
*	25.000	3073.00	166.44	166.44	169.19	79.18	62.16	7.61	.00
*	25.000	3600.00	167.10	167.10	170.09	81.27	59.60	8.27	.00
*	25.000	4200.00	167.77	167.77	171.05	83.39	58.22	8.94	.00
*	25.000	4600.00	168.14	168.14	171.65	84.56	58.84	9.31	.00
*	24.000	127.00	168.61	168.33	169.09	27.62	62.80	3.31	6.67
*	24.000	177.00	168.99	168.71	169.55	31.63	64.57	3.69	6.67
*	24.000	290.00	169.68	169.42	170.40	38.68	65.10	4.38	6.67
*	24.000	519.00	170.66	170.40	171.62	48.68	65.66	5.36	6.67
*	24.000	561.00	170.80	170.55	171.80	50.16	65.83	5.50	6.67
*	24.000	628.00	171.02	170.77	172.07	52.48	65.51	5.72	6.67
*	24.000	724.00	171.30	171.07	172.43	55.36	65.16	6.00	6.67
*	24.000	877.00	171.71	171.54	172.96	59.61	66.28	6.41	6.67
*	24.000	1873.00	173.82	173.60	175.39	92.48	62.99	8.52	6.67
*	24.000	2773.00	175.09	174.84	176.89	112.08	60.45	9.79	6.67
*	24.000	3073.00	175.40	175.19	177.31	115.15	60.23	10.10	6.67
*	24.000	3600.00	175.89	175.70	178.00	118.41	60.12	10.59	6.67
*	24.000	4200.00	176.41	176.24	178.73	121.92	59.78	11.11	6.67
*	24.000	4600.00	176.75	176.59	179.20	124.19	59.26	11.45	6.67

	SECNO	B	LMSEL	CRIMS	EG	TOPWTD	10KMS	DEPTH	KCHSL
*	23.000	127.00	191.26	191.25	191.66	55.23	113.97	1.64	10.76
*	23.000	177.00	191.48	191.48	191.95	62.88	110.81	1.86	10.76
*	23.000	290.00	191.87	191.87	192.45	76.22	106.58	2.25	10.76
*	23.000	519.00	192.45	192.45	193.20	94.01	99.39	2.83	10.76
*	23.000	561.00	192.53	192.53	193.31	94.32	97.61	2.91	10.76
*	23.000	628.00	192.65	192.65	193.49	94.80	95.14	3.03	10.76
*	23.000	724.00	192.81	192.81	193.74	95.45	92.15	3.19	10.76
*	23.000	877.00	193.07	193.07	194.11	96.44	88.32	3.45	10.76
*	23.000	1873.00	194.43	194.43	196.08	101.80	74.74	4.81	10.76
*	23.000	2773.00	195.45	195.45	197.52	105.77	68.99	5.83	10.76
*	23.000	3073.00	195.75	195.75	197.95	106.97	67.69	6.13	10.76
*	23.000	3600.00	196.27	196.27	198.68	108.98	65.82	6.65	10.76
*	23.000	4200.00	196.81	196.81	199.46	111.13	64.08	7.19	10.76
*	23.000	4600.00	197.16	197.16	199.95	112.50	63.04	7.54	10.76
*	22.000	127.00	211.05	210.89	211.59	27.60	78.58	2.83	7.75
*	22.000	177.00	211.45	211.25	212.06	31.55	74.84	3.23	7.75
*	22.000	290.00	212.15	211.95	212.90	38.43	70.09	3.93	7.75
*	22.000	519.00	213.02	212.90	214.11	44.79	73.50	4.80	7.75
*	22.000	561.00	213.15	213.00	214.29	45.14	73.06	4.93	7.75
*	22.000	628.00	213.34	213.21	214.59	45.61	74.57	5.12	7.75
*	22.000	724.00	213.56	213.49	214.98	46.19	78.00	5.34	7.75
*	22.000	877.00	213.91	213.91	215.58	47.09	81.64	5.69	7.75
*	22.000	1873.00	216.13	216.13	218.69	52.89	72.74	7.91	7.75
*	22.000	2773.00	217.73	217.73	220.89	57.07	69.01	9.51	7.75
*	22.000	3073.00	218.22	218.22	221.54	58.32	68.10	10.00	7.75
*	22.000	3600.00	219.01	219.01	222.62	60.40	66.77	10.79	7.75
*	22.000	4200.00	219.86	219.86	223.77	62.60	65.54	11.64	7.75
*	22.000	4600.00	220.39	220.39	224.48	63.99	64.84	12.17	7.75
*	21.000	127.00	216.41	216.06	216.67	44.35	40.18	1.34	4.60
*	21.000	177.00	216.71	216.30	217.03	45.33	39.49	1.64	4.60
*	21.000	290.00	217.29	216.77	217.75	47.16	39.05	2.22	4.60
*	21.000	519.00	218.25	217.55	218.91	50.27	36.96	3.18	4.60
*	21.000	561.00	218.40	217.68	219.10	50.77	36.69	3.33	4.60
*	21.000	628.00	218.64	217.87	219.39	51.54	36.29	3.57	4.60
*	21.000	724.00	218.97	218.14	219.79	52.62	35.60	3.90	4.60
*	21.000	877.00	219.47	218.54	220.38	54.22	34.60	4.40	4.60
*	21.000	1873.00	222.08	220.66	223.46	62.64	31.22	7.01	4.60
*	21.000	2773.00	223.91	222.17	225.60	72.36	29.89	8.84	4.60
*	21.000	3073.00	224.45	222.62	226.23	75.68	29.55	9.38	4.60
*	21.000	3600.00	225.34	223.39	227.26	81.24	28.85	10.27	4.60
*	21.000	4200.00	226.26	224.22	228.32	86.92	28.38	11.19	4.60
*	21.000	4600.00	226.83	224.74	228.98	90.41	28.18	11.76	4.60

	SECNO	Q	CWSEL	CRIWS	EG	TOPWTD	10K*5	DEPTH	K*CHSL
	20.000	127.00	227.84	227.74	228.09	78.41	83.39	1.45	5.55
	20.000	177.00	228.01	227.91	228.33	80.21	83.18	1.62	5.55
	20.000	290.00	228.32	228.22	228.78	80.71	79.82	1.93	5.55
*	20.000	519.00	229.11	228.74	229.65	81.92	48.60	2.72	5.55
*	20.000	561.00	229.20	228.83	229.77	82.07	48.79	2.81	5.55
*	20.000	628.00	229.34	228.96	229.97	82.29	49.06	2.95	5.55
*	20.000	724.00	229.54	229.14	230.24	82.60	49.09	3.15	5.55
*	20.000	877.00	229.83	229.42	230.64	83.04	49.69	3.44	5.55
*	20.000	1873.00	231.41	230.91	232.85	85.50	49.41	5.02	5.55
*	20.000	2773.00	232.59	232.05	234.48	87.35	48.41	6.20	5.55
*	20.000	3073.00	232.96	232.39	234.99	87.92	47.90	6.57	5.55
*	20.000	3600.00	233.59	232.96	235.83	88.90	46.84	7.20	5.55
*	20.000	4200.00	234.25	233.58	236.73	89.94	46.13	7.86	5.55
*	20.000	4600.00	234.69	233.97	237.31	90.62	45.55	8.30	5.55
*	19.000	127.00	242.23	242.23	242.68	48.29	122.45	1.56	13.60
*	19.000	177.00	242.46	242.46	243.00	51.73	115.59	1.79	13.60
*	19.000	290.00	242.93	242.93	243.59	60.26	103.70	2.28	13.60
*	19.000	519.00	243.56	243.56	244.50	66.05	96.38	2.89	13.60
*	19.000	561.00	243.66	243.66	244.64	66.40	94.86	2.99	13.60
*	19.000	628.00	243.81	243.81	244.87	66.94	92.71	3.14	13.60
*	19.000	724.00	244.03	244.03	245.18	67.68	90.13	3.36	13.60
*	19.000	877.00	244.35	244.35	245.64	68.78	86.83	3.68	13.60
*	19.000	1873.00	246.09	246.09	248.09	74.81	74.14	5.42	13.60
*	19.000	2773.00	247.34	247.34	249.84	79.15	69.67	6.67	13.60
*	19.000	3073.00	247.72	247.72	250.37	80.47	68.58	7.05	13.60
*	19.000	3600.00	248.36	248.36	251.25	82.65	67.03	7.69	13.60
*	19.000	4200.00	249.22	249.22	252.16	94.16	66.42	8.55	13.60
*	19.000	4600.00	249.78	249.78	252.69	104.00	65.99	9.11	13.60
*	17.000	127.00	247.06	246.84	247.18	120.67	40.89	.72	4.23
*	17.000	177.00	247.24	246.96	247.38	122.12	39.20	.90	4.23
*	17.000	290.00	247.57	247.20	247.77	124.95	36.39	1.23	4.23
*	17.000	519.00	248.08	247.59	248.39	127.46	36.47	1.74	4.23
*	17.000	561.00	248.17	247.66	248.49	127.75	35.74	1.83	4.23
*	17.000	628.00	248.31	247.76	248.66	128.21	34.79	1.97	4.23
*	17.000	724.00	248.53	247.90	248.90	129.19	31.85	2.19	4.23
*	17.000	877.00	248.85	248.10	249.25	142.89	32.92	2.51	4.23
*	17.000	1873.00	250.81	249.27	251.29	169.41	20.28	4.47	4.23
*	17.000	2773.00	252.14	250.06	252.62	266.19	21.79	5.60	4.23
*	17.000	3073.00	252.52	250.30	252.99	272.90	19.23	6.18	4.23
*	17.000	3600.00	253.22	250.77	253.67	284.89	15.59	6.88	4.23
*	17.000	4200.00	253.90	251.50	254.36	300.24	13.66	7.56	4.23
*	17.000	4600.00	254.32	251.80	254.78	321.88	13.34	7.98	4.23

	SECNO	Q	CMSEL	CRWS	EG	TOPWID	10K45	DEPTH	K0CHSL
*	16.000	127.00	248.93	248.36	249.04	69.32	19.87	1.34	1.37
*	16.000	177.00	249.20	248.55	249.35	71.47	20.82	1.61	1.37
*	16.000	290.00	249.67	248.91	249.86	181.73	21.78	2.08	1.37
*	16.000	519.00	250.37	249.76	250.51	272.71	17.97	2.78	1.37
*	16.000	561.00	250.44	249.86	250.59	276.76	18.06	2.85	1.37
*	16.000	628.00	250.55	249.97	250.70	282.49	18.41	2.96	1.37
*	16.000	724.00	250.68	250.08	250.84	289.55	19.17	3.09	1.37
*	16.000	877.00	250.85	250.23	251.04	295.84	20.25	3.26	1.37
*	16.000	1873.00	252.10	250.95	252.27	579.17	14.99	4.51	1.37
*	16.000	2773.00	253.07	251.59	253.22	634.25	8.95	5.48	1.37
*	16.000	3073.00	253.38	251.74	253.53	636.01	7.76	5.79	1.37
*	16.000	3600.00	253.96	251.86	254.10	639.31	5.99	6.37	1.37
*	16.000	4200.00	254.59	252.08	254.72	642.86	4.80	7.00	1.37
*	16.000	4600.00	254.97	252.19	255.11	645.07	4.29	7.38	1.37
*	15.000	127.00	254.00	253.60	254.08	114.06	20.94	.93	2.20
*	15.000	177.00	254.21	253.73	254.31	115.39	20.70	1.14	2.20
*	15.000	290.00	254.74	253.98	254.86	150.26	20.40	1.67	2.20
*	15.000	519.00	255.31	254.39	255.49	161.16	19.61	2.24	2.20
*	15.000	561.00	255.40	254.46	255.59	162.61	19.52	2.33	2.20
*	15.000	628.00	255.54	254.53	255.74	164.83	19.38	2.47	2.20
*	15.000	724.00	255.73	254.81	255.95	167.85	19.22	2.66	2.20
*	15.000	877.00	256.08	255.00	256.32	174.23	17.48	3.01	2.20
*	15.000	1873.00	257.56	255.96	257.87	268.80	18.25	4.49	2.20
*	15.000	2773.00	258.71	256.89	259.04	290.78	13.72	5.64	2.20
*	15.000	3073.00	259.10	257.07	259.42	435.92	18.90	6.03	2.20
*	15.000	3600.00	256.64	257.34	259.23	289.20	24.31	5.57	2.20
*	15.000	4200.00	259.44	257.64	259.92	437.68	24.25	6.37	2.20
*	15.000	4600.00	259.60	257.64	260.12	438.53	24.60	6.53	2.20
*	14.000	127.00	255.49	255.04	255.59	89.77	22.31	1.09	1.93
*	14.000	177.00	255.72	255.20	255.84	91.71	22.81	1.32	1.93
*	14.000	290.00	256.14	255.49	256.33	95.49	23.60	1.74	1.93
*	14.000	519.00	256.82	255.99	257.10	112.08	26.56	2.42	1.93
*	14.000	561.00	256.93	256.07	257.22	115.43	26.92	2.53	1.93
*	14.000	628.00	257.09	256.19	257.41	120.55	27.33	2.69	1.93
*	14.000	724.00	257.31	256.37	257.65	127.33	27.78	2.91	1.93
*	14.000	877.00	257.63	256.65	258.01	137.82	28.22	3.23	1.93
*	14.000	1873.00	259.08	258.01	259.65	186.87	30.81	4.68	1.93
*	14.000	2773.00	260.01	258.86	260.72	214.98	30.98	5.61	1.93
*	14.000	3073.00	260.31	259.10	261.04	225.45	30.48	5.91	1.93
*	14.000	3600.00	260.55	259.48	261.43	233.73	35.29	6.15	1.93
*	14.000	4200.00	260.99	259.89	261.94	248.95	35.57	6.59	1.93
*	14.000	4600.00	261.21	260.15	262.23	256.68	36.85	6.81	1.93

	SECNO	Q	CWSEL	CRWS	EG	TOPWID	10KAS	DEPTH	KACHSL
*	13.000	127.00	255.94	254.32	255.96	87.89	1.95	2.27	-1.12
*	13.000	177.00	256.24	254.48	256.28	89.07	2.49	2.57	-1.12
*	13.000	290.00	256.79	254.78	256.85	91.21	3.49	3.12	-1.12
*	13.000	519.00	257.63	255.29	257.74	94.48	5.00	5.96	-1.12
*	13.000	561.00	257.75	255.38	257.88	94.98	5.25	4.08	-1.12
*	13.000	628.00	257.95	255.51	258.09	95.95	5.65	4.28	-1.12
*	13.000	724.00	258.20	255.69	258.37	98.20	6.27	4.53	-1.12
*	13.000	877.00	258.62	255.96	258.81	178.23	13.11	4.95	-1.12
*	13.000	1873.00	260.50	257.41	260.76	229.54	11.20	6.83	-1.12
*	13.000	2773.00	261.74	259.04	262.00	397.67	12.95	8.07	-1.12
*	13.000	3073.00	262.09	259.28	262.34	399.50	11.29	8.42	-1.12
*	13.000	3600.00	262.55	259.61	262.82	448.41	11.68	8.88	-1.12
*	13.000	4200.00	263.02	259.86	263.30	477.74	11.11	9.35	-1.12
*	13.000	4600.00	263.27	260.21	263.57	486.74	10.94	9.60	-1.12
*	12.000	127.00	257.64	257.41	257.77	107.11	45.49	.78	5.60
*	12.000	177.00	257.79	257.55	257.96	108.01	49.48	.93	5.60
*	12.000	290.00	257.95	257.80	258.28	109.16	71.69	1.09	5.60
*	12.000	519.00	258.23	258.23	258.89	110.89	107.04	1.37	5.60
*	12.000	561.00	258.30	258.30	259.00	111.34	105.32	1.44	5.60
*	12.000	628.00	258.42	258.42	259.16	112.04	102.81	1.56	5.60
*	12.000	724.00	259.17	258.56	259.59	123.22	37.69	2.31	5.60
*	12.000	877.00	259.57	258.79	259.99	137.21	34.33	2.71	5.60
*	12.000	1873.00	261.28	260.09	261.80	193.15	27.42	4.42	5.60
*	12.000	2773.00	262.38	260.93	262.96	231.73	24.63	5.52	5.60
*	12.000	3073.00	262.69	261.16	263.29	245.06	24.59	5.83	5.60
*	12.000	3600.00	263.13	261.59	263.78	267.41	25.71	6.27	5.60
*	12.000	4200.00	263.55	261.59	264.26	291.91	26.97	6.69	5.60
*	12.000	4600.00	263.78	262.23	264.54	299.44	27.33	6.92	5.60
	1.000	127.00	260.36	259.53	260.50	47.22	17.33	3.31	.18
	1.000	177.00	260.73	259.78	260.90	51.18	18.54	3.68	.18
*	1.000	290.00	261.95	260.30	262.07	96.66	12.14	4.90	.18
*	1.000	519.00	263.25	261.21	263.32	287.70	8.88	6.20	.18
*	1.000	561.00	263.38	261.33	263.45	313.00	8.77	6.33	.18
*	1.000	628.00	263.58	261.51	263.65	342.18	7.96	6.53	.18
*	1.000	724.00	263.56	261.72	263.65	341.67	11.01	6.51	.18
*	1.000	877.00	264.02	262.34	264.09	419.43	8.77	6.97	.18
*	1.000	1873.00	265.19	263.39	265.29	707.30	8.26	8.14	.18
*	1.000	2773.00	265.69	263.94	265.82	750.98	8.60	8.64	.18
*	1.000	3073.00	265.82	263.98	265.96	756.92	8.86	8.77	.18
*	1.000	3600.00	266.14	264.36	266.29	768.36	8.24	9.09	.18
*	1.000	4200.00	266.42	264.72	266.59	769.28	8.24	9.37	.18
*	1.000	4600.00	266.59	264.82	266.77	769.85	8.24	9.54	.18

	SECNO	B	CWSEL	CRWS	EG	TOPWD	10K*5	DEPTH	N*CHSL
*	2.000	127.00	261.43	261.33	261.91	36.57	93.92	2.22	6.17
*	2.000	177.00	262.09	261.68	262.39	56.65	50.01	2.88	6.17
*	2.000	290.00	262.92	262.25	263.13	146.37	48.34	3.71	6.17
*	2.000	519.00	263.69	263.04	263.88	181.80	25.83	4.48	6.17
*	2.000	561.00	263.81	263.11	264.00	190.95	24.60	4.60	6.17
*	2.000	628.00	263.99	263.15	264.18	227.42	26.38	4.78	6.17
*	2.000	724.00	264.09	263.28	264.31	246.78	31.43	4.88	6.17
*	2.000	877.00	264.44	263.52	264.64	274.32	24.43	5.23	6.17
*	2.000	1873.00	265.52	264.51	265.76	555.75	31.50	6.31	6.17
*	2.000	2773.00	265.99	265.20	266.30	638.16	28.75	6.78	6.17
*	2.000	3073.00	266.12	265.32	266.45	678.74	28.23	6.91	6.17
*	2.000	3600.00	266.41	265.62	266.74	717.93	24.93	7.20	6.17
*	2.000	4200.00	266.67	265.83	267.03	733.68	23.23	7.46	6.17
*	2.000	4600.00	266.84	265.97	267.21	735.15	22.29	7.63	6.17
*	3.000	127.00	262.53	262.26	262.64	113.83	39.80	2.41	5.35
*	3.000	177.00	262.86	262.41	262.96	139.78	27.54	2.74	5.35
*	3.000	290.00	263.38	262.72	263.47	174.14	17.58	3.26	5.35
*	3.000	519.00	264.03	263.09	264.16	201.04	14.52	3.91	5.35
*	3.000	561.00	264.14	263.15	264.27	205.56	14.08	4.02	5.35
*	3.000	628.00	264.31	263.23	264.43	222.51	14.13	4.19	5.35
*	3.000	724.00	264.46	263.35	264.61	236.00	15.46	4.34	5.35
*	3.000	877.00	264.77	263.52	264.92	262.35	15.04	4.65	5.35
*	3.000	1873.00	265.86	264.53	266.10	427.95	20.97	5.74	5.35
*	3.000	2773.00	266.33	265.15	266.67	594.45	23.44	6.21	5.35
*	3.000	3073.00	266.44	265.37	266.82	640.84	24.53	6.32	5.35
*	3.000	3600.00	266.68	265.70	267.10	643.14	24.65	6.56	5.35
*	3.000	4200.00	266.93	265.93	267.39	645.58	24.38	6.81	5.35
*	3.000	4600.00	267.09	266.15	267.57	647.18	24.15	6.97	5.35
*	4.000	127.00	263.71	263.60	263.92	97.30	89.67	1.05	10.16
*	4.000	177.00	263.92	263.77	264.14	120.00	76.05	1.26	10.16
*	4.000	290.00	264.17	264.09	264.46	154.02	91.77	1.51	10.16
*	4.000	519.00	264.57	264.44	264.98	163.24	80.52	1.91	10.16
*	4.000	561.00	264.64	264.50	265.07	164.54	76.67	1.96	10.16
*	4.000	628.00	264.76	264.58	265.20	166.62	70.78	2.10	10.16
*	4.000	724.00	264.90	264.70	265.37	169.06	67.79	2.24	10.16
*	4.000	877.00	265.14	264.88	265.65	172.68	59.97	2.48	10.16
*	4.000	1873.00	266.14	265.81	267.00	180.38	57.12	3.48	10.16
*	4.000	2773.00	266.72	266.72	267.94	301.96	63.68	4.06	10.16
*	4.000	3073.00	267.08	267.08	268.17	392.75	52.93	4.42	10.16
*	4.000	3600.00	267.41	267.41	268.52	428.49	49.73	4.75	10.16
*	4.000	4200.00	267.68	267.68	268.86	429.27	49.40	5.02	10.16
*	4.000	4600.00	267.84	267.84	269.06	429.73	49.56	5.18	10.16

	SECNO	Q	CWSEL	CRHS	EG	TOPWID	10XWS	DEPTH	KCHSL
#	5.000	127.00	264.42	263.04	264.47	79.22	6.01	2.93	-0.36
#	5.000	177.00	264.67	263.30	264.74	84.72	7.77	3.18	-0.36
#	5.000	290.00	265.30	263.76	265.40	101.70	8.89	3.81	-0.36
#	5.000	519.00	266.15	264.42	266.30	124.50	10.26	4.66	-0.36
#	5.000	561.00	266.27	264.52	266.42	126.9	10.58	4.78	-0.36
#	5.000	628.00	266.43	264.68	266.60	130.5	11.12	4.94	-0.36
#	5.000	724.00	265.62	264.87	266.08	113.32	38.74	4.13	-0.36
#	5.000	877.00	267.01	265.19	267.23	151.77	12.89	5.52	-0.36
#	5.000	1873.00	268.85	266.62	269.19	175.05	10.83	7.36	-0.36
#	5.000	2773.00	270.11	267.46	270.55	184.88	10.14	8.62	-0.36
#	5.000	3073.00	270.18	267.69	270.71	185.28	11.94	8.69	-0.36
#	5.000	3600.00	270.73	268.07	271.33	188.45	11.99	9.24	-0.36
#	5.000	4200.00	271.39	268.49	272.05	192.32	11.51	9.90	-0.36
#	5.000	4600.00	271.84	268.75	272.53	195.23	11.08	10.35	-0.36
#	6.000	127.00	264.95	264.95	265.37	55.51	131.84	1.66	7.83
#	6.000	177.00	265.16	265.16	265.67	56.45	120.72	1.87	7.83
#	6.000	290.00	265.56	265.56	266.25	58.26	108.30	2.27	7.83
#	6.000	519.00	266.42	266.22	267.22	62.21	89.33	3.13	7.83
#	6.000	561.00	266.52	266.32	267.37	62.66	70.26	3.23	7.83
#	6.000	628.00	266.66	266.49	267.60	63.30	72.40	3.37	7.83
#	6.000	724.00	266.72	266.72	267.92	63.53	90.06	3.43	7.83
#	6.000	877.00	267.10	267.05	268.40	65.42	79.59	3.81	7.83
#	6.000	1873.00	268.85	268.85	270.97	74.07	68.18	5.56	7.83
#	6.000	2773.00	270.20	270.20	272.80	80.77	59.76	6.91	7.83
#	6.000	3073.00	270.57	270.57	273.35	82.63	58.91	7.28	7.83
#	6.000	3600.00	271.24	271.24	274.26	85.93	56.36	7.95	7.83
#	6.000	4200.00	271.95	271.95	275.22	89.45	53.98	8.66	7.83
#	6.000	4600.00	272.39	272.39	275.82	91.66	52.67	9.10	7.83
#	7.000	127.00	265.80	262.04	265.82	94.28	1.32	5.86	-14.57
#	7.000	177.00	266.19	262.32	266.21	96.89	1.57	6.25	-14.57
#	7.000	290.00	266.93	262.85	266.97	110.35	1.92	6.99	-14.57
#	7.000	519.00	267.96	263.72	268.03	114.38	2.43	8.02	-14.57
#	7.000	561.00	268.15	263.86	268.22	115.10	2.45	8.21	-14.57
#	7.000	628.00	268.44	264.08	268.52	116.23	2.48	8.50	-14.57
#	7.000	724.00	268.95	264.38	269.04	118.27	2.31	9.01	-14.57
#	7.000	877.00	269.47	264.82	269.57	119.58	2.44	9.53	-14.57
#	7.000	1873.00	272.29	266.92	272.49	123.56	2.78	12.35	-14.57
#	7.000	2773.00	274.21	267.91	274.49	126.86	3.01	14.27	-14.57
#	7.000	3073.00	274.81	268.21	275.12	127.49	3.04	14.87	-14.57
#	7.000	3600.00	275.78	268.71	276.12	128.50	3.11	15.84	-14.57
#	7.000	4200.00	276.79	269.24	277.19	129.55	3.19	16.85	-14.57
#	7.000	4600.00	277.43	269.58	277.86	130.21	3.24	17.49	-14.57

	SECD	Q	CWSEL	CRHS	EG	TOPWD	10K05	DEPTH	KCHSL
*	8.000	127.00	265.83	265.22	265.88	123.31	10.82	1.55	18.87
*	8.000	177.00	266.22	265.35	266.27	128.06	7.52	1.94	18.87
*	8.000	290.00	266.98	265.60	267.03	138.72	4.97	2.70	18.87
	8.000	519.00	268.03	266.00	268.11	153.39	4.19	3.75	18.87
	8.000	561.00	268.22	266.07	268.29	156.51	4.05	3.94	18.87
	8.000	628.00	268.51	266.17	268.59	161.42	3.84	4.23	18.87
*	8.000	724.00	269.03	266.31	269.11	173.08	3.31	4.75	18.87
*	8.000	877.00	269.57	266.52	269.65	181.64	3.18	5.29	18.87
*	8.000	1873.00	272.52	267.63	272.61	436.12	1.90	8.24	18.87
*	8.000	2773.00	274.56	268.45	274.64	455.52	1.27	10.28	18.87
*	8.000	3073.00	275.20	268.70	275.29	457.29	1.13	10.92	18.87
*	8.000	3600.00	276.24	269.14	276.31	460.12	.97	11.96	18.87
*	8.000	4200.00	277.33	269.53	277.41	462.94	.85	13.05	18.87
*	8.000	4600.00	278.02	269.80	278.09	464.21	.80	13.74	18.87
*	9.000	127.00	266.33	265.30	266.44	53.40	12.09	3.13	-3.09
*	9.000	177.00	266.61	265.57	266.75	57.19	15.20	3.41	-3.09
*	9.000	290.00	267.22	266.05	267.43	70.71	16.59	4.02	-3.09
*	9.000	519.00	268.18	266.85	268.48	114.11	15.27	4.98	-3.09
*	9.000	561.00	268.35	266.95	268.66	132.27	14.53	5.15	-3.09
*	9.000	628.00	268.63	267.12	268.93	138.59	13.16	5.43	-3.09
*	9.000	724.00	269.12	267.36	269.38	146.42	10.25	5.92	-3.09
*	9.000	877.00	269.64	267.65	269.90	159.87	8.95	6.44	-3.09
*	9.000	1873.00	272.61	269.45	272.75	467.30	3.42	9.41	-3.09
	9.000	2773.00	274.61	270.47	274.70	591.21	1.78	11.41	-3.09
	9.000	3073.00	275.25	270.82	275.33	592.32	1.47	12.05	-3.09
	9.000	3600.00	276.28	271.28	276.35	594.10	1.15	13.08	-3.09
*	9.000	4200.00	277.41	271.45	277.48	596.88	.91	14.21	-3.09
*	9.000	4600.00	278.10	271.80	278.16	598.52	.81	14.90	-3.09

THIS RUN EXECUTED 02-20-92

```

*****
HEC2 RELEASE DATED NOV 76 UPDATED MAY 1984
ERROR CORR - 01,02,03,04,05,06
MODIFICATION - 50,51,52,53,54,55,56
IBM-PC-XT VERSION AUGUST 1985
*****

```

NOTE- ASTERISK (*) AT LEFT OF CROSS-SECTION NUMBER INDICATES MESSAGE IN SUMMARY OF ERRORS LIST

P.H. COCA CODO SINCLAIR

SUMMARY PRINTOUT

	SECNO	B	CWSEL	CRWS	EG	TOPWID	10X*S	DEPTH	K*CHSL
*	25.000	5000.00	168.63	168.63	172.23	86.11	56.10	9.80	.00
*	25.000	6000.00	170.71	170.71	173.31	208.24	32.72	11.88	.00
*	24.000	5000.00	177.06	176.91	179.64	126.26	59.35	11.76	6.67
*	24.000	6000.00	177.62	177.62	180.68	130.00	64.44	12.32	6.67
*	23.000	5000.00	197.50	197.50	200.42	113.82	62.18	7.88	10.76
*	23.000	6000.00	198.29	198.29	201.54	116.93	60.46	8.67	10.76
*	22.000	5000.00	220.91	220.91	225.17	65.33	64.21	12.69	7.75
*	22.000	6000.00	222.11	222.11	226.77	68.46	62.88	13.89	7.75
*	21.000	5000.00	227.35	225.24	229.59	93.64	28.12	12.28	4.60
*	21.000	6000.00	228.43	226.39	230.95	115.74	28.91	13.36	4.60
*	20.000	5000.00	235.09	234.35	237.86	91.25	45.26	8.70	5.55
*	20.000	6000.00	236.04	235.26	239.18	92.72	45.10	9.65	5.55
*	19.000	5000.00	250.18	250.16	253.18	110.05	66.65	9.51	13.60
*	19.000	6000.00	251.01	251.01	254.32	113.67	64.67	10.34	13.60
*	17.000	5000.00	254.70	251.99	255.16	322.85	12.31	8.36	4.23
*	17.000	6000.00	255.59	252.46	256.07	368.18	11.58	9.25	4.23
*	16.000	5000.00	255.34	252.50	255.48	647.16	3.93	7.75	1.37
*	16.000	6000.00	256.21	252.57	256.35	659.76	3.29	8.62	1.37
*	15.000	5000.00	259.76	258.01	260.32	439.36	24.85	6.69	2.20
*	15.000	6000.00	260.13	258.80	260.78	441.27	25.64	7.06	2.20
*	14.000	5000.00	261.42	260.41	262.51	263.85	38.09	7.02	1.93
*	14.000	6000.00	261.90	260.96	263.14	280.53	40.68	7.50	1.93

	SECNO	Q	CWSEL	CRWS	EG	TOPWID	10K*5	DEPTH	K*CHSL
*	13.000	5000.00	263.55	260.67	263.85	567.72	10.40	9.88	-1.12
*	13.000	6000.00	264.25	261.53	264.55	875.24	9.31	10.58	-1.12
*	12.000	5000.00	264.02	262.45	264.81	306.64	27.62	7.16	5.60
*	12.000	6000.00	264.59	263.04	265.47	333.33	26.92	7.73	5.60
*	1.000	5000.00	266.75	264.93	266.94	770.36	8.37	9.70	.18
*	1.000	6000.00	267.10	265.12	267.33	771.55	8.67	10.05	.18
*	2.000	5000.00	266.99	266.10	267.38	736.46	21.77	7.78	6.17
*	2.000	6000.00	267.35	266.39	267.78	739.54	20.78	8.14	6.17
*	3.000	5000.00	267.23	266.35	267.74	548.66	24.09	7.11	5.35
*	3.000	6000.00	267.57	266.66	268.14	652.10	24.00	7.45	5.35
*	4.000	5000.00	267.99	267.99	269.28	430.17	49.85	5.33	10.16
*	4.000	6000.00	268.34	268.34	269.76	431.16	50.65	5.68	10.16
*	5.000	5000.00	272.22	269.01	272.94	197.70	11.02	10.73	-8.36
*	5.000	6000.00	273.34	269.64	274.69	269.56	9.78	11.85	-8.36
*	6.000	5000.00	272.83	272.83	276.40	93.81	51.45	9.54	7.83
*	6.000	6000.00	273.82	273.82	277.75	98.76	49.32	10.53	7.83
*	7.000	5000.00	278.04	269.91	278.50	130.84	3.29	18.10	-14.57
*	7.000	6000.00	279.47	270.65	280.01	132.77	3.40	19.53	-14.57
*	8.000	5000.00	278.67	270.03	278.75	465.44	.75	14.39	18.87
*	8.000	6000.00	280.23	270.66	280.31	468.32	.67	15.95	18.87
*	9.000	5000.00	278.76	272.06	278.82	598.88	.74	15.56	-3.09
*	9.000	6000.00	280.32	272.67	280.38	599.74	.62	17.12	-3.09

P.H. COCA CODE SINCLAIR

SUMMARY PRINTOUT

	SECD	Q	AREA	VCH	VLOB	VROB	QLOB	QCH	QROB
*	25.000	5000.00	601.83	8.46	.00	3.78	.00	4924.88	75.12
*	25.000	6000.00	934.10	7.40	.00	2.47	.00	5542.69	457.31
* *	24.000 24.000	5000.00 6000.00	792.49 774.01	7.12 7.75	.00 .00	.00 .00	.00 .00	5000.00 6000.00	.00 .00
* *	23.000 23.000	5000.00 6000.00	660.27 751.77	7.57 7.98	.00 .00	.00 .00	.00 .00	5000.00 6000.00	.00 .00
* *	22.000 22.000	5000.00 6000.00	546.48 626.89	9.15 9.57	.00 .00	.00 .00	.00 .00	5000.00 6000.00	.00 .00
* *	21.000 21.000	5000.00 6000.00	768.99 875.94	6.68 7.11	2.52 2.89	.00 .39	83.51 151.36	4916.49 5848.47	.00 .17
* *	20.000 20.000	5000.00 6000.00	678.55 765.22	7.37 7.84	.00 .00	.00 .00	.00 .00	5000.00 6000.00	.00 .00
* *	19.000 19.000	5000.00 6000.00	651.78 743.85	7.67 8.07	.00 .00	.00 .00	.00 .00	5000.00 6000.00	.00 .00
* *	17.000 17.000	5000.00 6000.00	1655.13 1945.20	3.02 3.08	.00 .11	.00 .01	.00 .08	5000.00 5999.92	.00 .00
* *	16.000 16.000	5000.00 6000.00	3087.54 3653.75	1.73 1.74	.00 .00	1.55 1.58	.00 .00	1996.71 2350.92	3003.29 3649.08
* *	15.000 15.000	5000.00 6000.00	1509.22 1671.05	3.31 3.59	.00 .00	.00 .00	.00 .00	5000.00 6000.00	.00 .00
* *	14.000 14.000	5000.00 6000.00	1082.14 1212.90	4.62 4.95	.00 .00	.00 .00	.00 .00	5000.00 6000.00	.00 .00
* *	13.000 13.000	5000.00 6000.00	2057.41 2583.96	2.44 2.46	.23 .61	.00 .14	2.34 113.24	4997.66 5886.43	.00 .32
* *	12.000 12.000	5000.00 6000.00	1266.53 1449.73	3.95 4.15	.00 .57	.00 .00	.00 1.99	5000.00 5998.01	.00 .00
* *	1.000 1.000	5000.00 6000.00	2581.68 2857.57	1.97 2.14	.62 .73	.91 1.10	2.04 3.78	4933.97 5897.16	63.99 99.06
* *	2.000 2.000	5000.00 6000.00	1861.11 2126.13	2.81 2.96	1.35 1.58	.00 .00	215.42 344.80	4784.58 5655.20	.00 .00
* *	3.000 3.000	5000.00 6000.00	1672.93 1896.76	3.24 3.45	1.44 1.72	.00 .00	337.51 534.72	4662.49 5465.28	.00 .00

	SECNO	Q	AREA	VCH	VLOB	VRQB	QLOB	QCH	QROB
#	4.000	5000.00	1102.25	5.35	2.33	.60	688.44	4311.48	.07
#	4.000	6000.00	1251.25	5.68	2.74	.82	1032.96	4966.78	.25
#	5.000	5000.00	1356.61	3.83	2.09	1.71	141.57	4794.34	64.09
#	5.000	6000.00	1628.90	3.94	1.76	1.92	247.97	5640.23	111.80
#	6.000	5000.00	629.86	8.62	4.10	2.73	326.38	4642.48	31.14
#	6.000	6000.00	725.87	9.09	4.44	2.95	479.61	5474.44	45.75
#	7.000	5000.00	1702.19	3.08	1.64	2.26	116.42	4479.75	403.83
#	7.000	6000.00	1890.99	3.34	1.81	2.46	157.82	5333.59	508.59
#	8.000	5000.00	4306.90	1.38	.87	.89	1508.44	3343.52	148.04
#	8.000	6000.00	5031.74	1.41	.94	.94	1990.95	5818.87	190.18
#	9.000	5000.00	4862.95	1.44	.95	.74	3600.22	1267.38	132.40
#	9.000	6000.00	5797.29	1.41	.97	.76	4447.94	1381.52	170.54

A2. PERFIL HIDRAULICO DESDE LA SECCION 4 HASTA EL CUENCO
DISIPADOR EN EL RÍO

```

*****
*WATER SURFACE PROFILES          * * U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS *
*VERSION OF NOVEMBER 1976        * * THE HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER *
*UPDATED MAY 1984                * * 609 SECOND STREET, SUITE D *
*IBM-PC-XT VERSION AUGUST 1985   * * DAVIS, CALIFORNIA 95616 *
*RUN DATE 02-10-92 TIME 14:06:43 * * (916) 440-2105 (FTS) 448-2105 *
*****

```

```

X      X  XXXXXXXX  XXXXX  XXXXXXXX
X      X  X        X      X
X      X  X        X      X
XXXXXXX XXXX  XXXXXX  XXXXX
X      X  X        X      X
X      X  X        X      X
X      X  XXXXXXXX  XXXXX  XXXXXXXX

```

PERFIL HIDRAULICO

DESDE SECCION 4 HASTA CUENCO DISIPADOR EN EL RIO

PERFILES 4 HASTA SECCION 5(SALIDA DISIPADOR RIO)

THIS RUN EXECUTED 02-20-92

```

HEC2 RELEASE DATED NOV 76 UPDATED MAY 1984
ERROR CORR - 01,02,03,04,05,06
MODIFICATION - 50,51,52,53,54,55,56
IBM-PC-XT VERSION AUGUST 1985

```

T1 PERFIL SUBCRITICO 1. SECCIONES 1-25 CAUDAL=127.0 m3/seg
T2 CURVA DE DESCARGA PARA CADA UNA DE LAS SECCIONES
T3 P.H. COCA COMO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 .JS

[illegible]

T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCION 4-CUENCO DISIPADOR=177.00 m3/seg
 T2 CURVA DE DESCARGA EN EL CUENCO DISIPADOR DEL RIO Q1= 295 m3/seg
 T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 ,J5
 J1 -10 2 0 0 1 .01 0 262.18
 J2 1 0 -1 -1
 J3 38 43 1 2 3 4 5 8 33
 J3 38 43 67 26 55 56 13 14 15
 J5 -10 -10
 NC .033 .033 .033 .1 .3
 Q1 8 177.00 1200.0 1920.0 2160.0 2520.0 2760.0 3000.0 3600.0
 X1 4.00 50 377.21 571.61 230. 300. 250.00
 GR300.66 0.00 294.93 3.99 295.09 13.94 292.78 36.25 282.30 45.69
 GR276.97 61.39 274.19 75.36 272.21 86.54 272.20 101.85 272.14 118.55
 GR272.05 133.04 267.38 143.18 266.48 156.94 266.48 173.73 266.27 195.11
 GR266.57 210.12 266.79 224.87 266.83 239.21 266.78 255.55 266.57 269.89
 GR266.60 288.83 266.68 302.88 266.79 318.71 266.86 333.31 267.12 349.94
 GR267.10 364.13 267.13 377.21 266.66 385.20 265.08 393.19 264.55 395.43
 GR263.53 406.92 264.10 414.96 263.98 433.01 263.88 448.60 263.34 453.61
 GR259.50 484.56 259.50 499.61 259.50 515.61 259.50 524.59 259.50 534.59
 GR259.50 557.09 259.50 565.39 259.50 571.61 271.92 574.79 274.18 587.80
 GR274.30 597.28 277.22 603.36 280.06 615.53 282.38 627.21 287.88 638.22
 X1 5.00 28 159.11 318.59 160. 130. 140.00
 GR305.02 0.00 294.54 12.91 289.20 22.48 283.41 31.23 277.75 45.19
 GR273.99 54.38 273.65 65.39 272.66 79.77 272.54 91.71 272.41 107.64
 GR272.40 120.59 273.07 135.05 269.39 144.19 267.30 159.11 266.69 174.51
 GR266.69 181.48 266.19 200.59 259.50 201.93 259.50 221.42 259.50 237.47
 GR259.50 262.48 259.50 289.48 259.50 297.48 259.50 305.48 259.50 316.88
 GR259.50 318.59 271.48 331.83 274.30 343.43
 EJ
 T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCION 4-CUENCO DISIPADOR=1200.0 m3/seg
 T2 CURVA DE DESCARGA EN EL CUENCO DISIPADOR DEL RIO Q1= 2000 m3/seg
 T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 ,J5
 J1 -10 3 0 0 1 .01 0 264.14
 J2 2 0 -1 -1
 T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCION 4-CUENCO DISIPADOR=1920.0 m3/seg
 T2 CURVA DE DESCARGA EN EL CUENCO DISIPADOR DEL RIO Q1=3200 m3/seg
 T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 ,J5
 J1 -10 4 0 0 1 0.01 0 265.08
 J2 3 0 -1 -1
 T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCION 4-CUENCO DISIPADOR=2160.0 m3/seg
 T2 CURVA DE DESCARGA EN EL CUENCO DISIPADOR DEL RIO Q1=3600 m3/seg
 T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 ,J5
 J1 -10 5 0 0 1 0.01 0 265.41
 J2 4 0 -1 -1
 T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCION 4-CUENCO DISIPADOR=2520.0 m3/seg
 T2 CURVA DE DESCARGA EN EL CUENCO DISIPADOR DEL RIO Q1=4200 m3/seg
 T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 ,J5
 J1 -10 6 0 0 1 0.01 0 265.68
 J2 5 0 -1 -1
 T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCION 4-CUENCO DISIPADOR=2760.0 m3/seg
 T2 CURVA DE DESCARGA EN EL CUENCO DISIPADOR DEL RIO Q1=4800 m3/seg
 T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 ,J5
 J1 -10 7 0 0 1 0.01 0 265.84
 J2 6 0 -1 -1
 T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCION 4-CUENCO DISIPADOR=3000.0 m3/seg
 T2 CURVA DE DESCARGA EN EL CUENCO DISIPADOR DEL RIO Q1=5000 m3/seg
 T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 ,J5
 J1 -10 8 0 0 1 0.01 0 265.99
 J2 7 0 -1 -1
 T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCION 4-CUENCO DISIPADOR=3400.0 m3/seg

THIS RUN EXECUTED 02-20-92

HEC2 RELEASE DATED NOV 76 UPDATED MAY 1984
ERROR CORR - 01,02,03,04,05,06
MODIFICATION - 50,51,52,53,54,55,56
IBM-PC-XT VERSION AUGUST 1985

NOTE- ASTERISK (*) AT LEFT OF CROSS-SECTION NUMBER INDICATES MESSAGE IN SUMMARY OF ERRORS LIST

P.H. COCA CODO SINCLAIR

SUMMARY PRINTOUT

	SECNO	B	CWSEL	CRWS	EG	TOPWD	10X*S	DEPTH	K*CHSL
	4.000	177.00	262.18	260.24	262.20	109.34	1.53	2.68	.00
	4.000	1200.00	264.14	262.07	264.43	172.75	14.99	4.64	.00
	4.000	1920.00	265.08	262.96	265.50	179.85	15.63	5.58	.00
	4.000	2160.00	265.41	263.22	265.86	181.60	15.08	5.91	.00
	4.000	2520.00	265.68	263.55	266.22	183.04	16.69	6.18	.00
	4.000	2760.00	265.84	264.18	266.44	183.89	17.81	6.34	.00
	4.000	3000.00	265.99	264.34	266.65	184.68	18.92	6.49	.00
	4.000	3600.00	266.34	264.77	267.16	197.17	21.52	6.84	.00
	5.000	177.00	262.20	260.11	262.22	120.19	.92	2.70	.00
*	5.000	1200.00	264.32	261.69	264.55	122.96	6.18	4.82	.00
*	5.000	1920.00	265.24	262.50	265.64	124.16	8.87	5.74	.00
	5.000	2160.00	265.57	262.74	266.02	124.59	9.33	6.07	.00
*	5.000	2520.00	265.83	263.10	266.39	124.92	11.09	6.33	.00
*	5.000	2760.00	265.99	263.33	266.63	125.13	12.24	6.49	.00
*	5.000	3000.00	266.14	263.53	266.86	125.33	13.41	6.64	.00
*	5.000	3600.00	266.51	264.05	267.43	137.97	18.04	7.01	.00

P.H. COCA CODD SINCLAIR

SUMMARY PRINTOUT

SECNO	B	XECH1	VCH	VLOB	VROB	BLOB	BCH	BROB
4.000	177.00	.00	.67	.00	.18	.00	175.83	.17
4.000	1200.00	.00	2.39	.00	.81	.00	1197.76	2.24
4.000	1920.00	.00	2.88	.00	.94	.00	1916.26	3.74
4.000	2160.00	.00	2.97	.00	.96	.00	2155.72	4.28
4.000	2520.00	.00	3.25	.00	1.04	.00	2514.93	5.07
4.000	2760.00	.00	3.43	.00	1.09	.00	2754.39	5.61
4.000	3000.00	.00	3.61	.00	1.14	.00	2993.85	6.15
4.000	3600.00	.00	4.02	.15	1.26	.06	3592.40	7.54
5.000	177.00	.00	.56	.00	.29	.00	175.82	1.18
5.000	1200.00	.00	2.10	.00	1.11	.00	1185.73	14.27
5.000	1920.00	.00	2.81	.00	1.49	.00	1892.77	27.23
5.000	2160.00	.00	2.99	.00	1.59	.00	2127.58	32.42
5.000	2520.00	.00	3.34	.00	1.76	.00	2480.59	39.41
5.000	2760.00	.00	3.57	.00	1.90	.00	2715.73	44.27
5.000	3000.00	.00	3.79	.00	2.02	.00	2950.75	49.25
5.000	3600.00	.00	4.29	.00	2.43	.00	3533.95	66.05

A3. PERFIL HIDRAULICO DESDE LA SECCION 4 HASTA EL CUENCO
DISIPADOR EN EL DESVIO

```

*****
*WATER SURFACE PROFILES          * * U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS      *
*VERSION OF NOVEMBER 1976        * * THE HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER *
*UPDATED MAY 1984                * * 609 SECOND STREET, SUITE D       *
*IBM-PC-XT VERSION AUGUST 1985   * * DAVIS, CALIFORNIA 95616         *
*RUN DATE 02-10-92 TIME 14:06:43 * * (916) 440-2105 (FTS) 448-2105    *
*****

```

```

      X      X XXXXXXXX  XXXXX  XXXXXXXX
      X      X X        X      X        X
      X      X X        X          X
XXXXXXX XXXX  XXXXXX  XXXXX
      X      X X        X          X
      X      X X        X      X        X
      X      X XXXXXXXX  XXXXX  XXXXXXXX

```

P E R F I L H I D R A U L I C O

DESDE SECCION 4 HASTA EL CUENCO EN EL CANAL DE DESVIO

PERFILES 4 HASTA SALIDA CUENCO DISIPADOR

T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCION 4-CUENCO DISIPADOR=673.0 m3/seg
 T2 CURVA DE DESCARGA EN EL CUENCO DISIPADOR DEL DESVIO QT=2000 m3/seg
 T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 ,J5
 J1 -10 2 0 0 1 .01 0 264.14
 J2 1 0 -1 -1
 J3 38 43 1 2 3 4 5 8 33
 J3 38 43 67 26 55 56 13 14 15
 J5 -10 -10
 NC .033 .033 .033 .1 .3
 QT 7 673.0 1153.0 1440.0 1680.0 1840.0 2000.0 2400.0
 X1 4.00 50 377.21 571.61 230. 300. 250.00
 GR300.66 0.00 294.93 3.99 295.09 13.94 292.78 36.25 282.30 45.69
 GR276.97 61.39 274.19 75.36 272.21 86.54 272.20 101.85 272.14 118.55
 GR272.05 133.04 267.38 143.18 266.48 156.94 266.48 173.73 266.27 195.11
 GR266.57 210.12 266.79 224.87 266.83 239.21 266.78 255.55 266.57 269.89
 GR266.60 288.83 266.68 302.88 266.79 318.71 266.86 333.31 267.12 349.94
 GR267.10 364.13 267.13 377.21 266.66 385.20 265.08 393.19 264.55 395.43
 GR263.53 406.92 264.10 414.96 263.98 433.01 263.88 448.60 263.34 453.61
 GR259.50 484.56 259.50 499.61 259.50 515.61 259.50 524.59 259.50 534.59
 GR259.50 557.09 259.50 565.39 259.50 571.61 271.92 574.79 274.18 587.80
 GR274.30 597.28 277.22 603.36 280.06 615.53 282.38 627.21 287.88 638.22
 X1 5.00 4 48.00 142.00 260. 260. 260.00
 GR300.00 0.00 258.00 48.00 258.00 142.00 300.00 190.00

EJ
 T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCION 4-CUENCO DISIPADOR=1153.0 m3/seg
 T2 CURVA DE DESCARGA EN EL CUENCO DISIPADOR DEL DESVIO QT=3200 m3/seg
 T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 ,J5
 J1 -10 3 0 1 0.01 0 265.08
 J2 2 0 -1 -1
 T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCION 4-CUENCO DISIPADOR=1440.0 m3/seg
 T2 CURVA DE DESCARGA EN EL CUENCO DISIPADOR DEL DESVIO QT=3600 m3/seg
 T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 ,J5
 J1 -10 4 0 1 0.01 0 265.41
 J2 3 0 -1 -1
 T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCION 4-CUENCO DISIPADOR=1680.0 m3/seg
 T2 CURVA DE DESCARGA EN EL CUENCO DISIPADOR DEL DESVIO QT=4200 m3/seg
 T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 ,J5
 J1 -10 5 0 1 0.01 0 265.68
 J2 4 0 -1 -1
 T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCION 4-CUENCO DISIPADOR=1940.0 m3/seg
 T2 CURVA DE DESCARGA EN EL CUENCO DISIPADOR DEL DESVIO QT=4600 m3/seg
 T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 ,J5
 J1 -10 6 0 1 0.01 0 265.84
 J2 5 0 -1 -1
 T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCION 4-CUENCO DISIPADOR=2000.0 m3/seg
 T2 CURVA DE DESCARGA EN EL CUENCO DISIPADOR DEL DESVIO QT=5000 m3/seg
 T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 ,J5
 J1 -10 7 0 1 0.01 0 265.99
 J2 6 0 -1 -1
 T1 PERFIL SUBCRITICO 1,SECCION 4-CUENCO DISIPADOR=2400.0 m3/seg
 T2 CURVA DE DESCARGA EN EL CUENCO DISIPADOR DEL DESVIO QT=6000 m3/seg
 T3 P.H. COCA CODO SINCLAIR COTA DE REFERENCIA 1000 ,J5
 J1 -10 8 0 1 0.01 0 266.34
 J2 15 0 -1 -1

ER

THIS RUN EXECUTED 02-20-92

 HEC2 RELEASE DATED NOV 76 UPDATED MAY 1984
 ERROR CORR - 01,02,03,04,05,06
 MODIFICATION - 50,51,52,53,54,55,56
 IBM-PC-XT VERSION AUGUST 1985

NOTE- ASTERISK (*) AT LEFT OF CROSS-SECTION NUMBER INDICATES MESSAGE IN SUMMARY OF ERRORS LIST

P.H. COCA CODO SINCLAIR

SUMMARY PRINTOUT

	SEENO	Q	CNSL	CRWS	EG	TOPWD	10K*S	DEPTH	**CHSL
	4.000	673.00	264.14	261.27	264.23	172.75	4.72	4.64	.00
	4.000	1153.00	265.08	262.00	265.23	179.85	5.64	5.58	.00
	4.000	1440.00	265.41	262.39	265.61	181.60	6.70	5.91	.00
	4.000	1680.00	265.68	262.68	265.92	183.04	7.42	6.18	.00
	4.000	1840.00	265.84	262.87	266.11	183.89	7.92	6.34	.00
	4.000	2000.00	265.99	263.05	266.28	184.68	8.41	6.49	.00
	4.000	2400.00	266.34	263.49	266.70	197.17	9.56	6.64	.00
*	5.000	673.00	264.22	259.73	264.28	108.22	1.17	6.22	-5.77
*	5.000	1153.00	265.17	260.46	265.31	110.40	2.10	7.17	-5.77
*	5.000	1440.00	265.52	260.85	265.71	111.20	2.79	7.52	-5.77
	5.000	1680.00	265.81	261.16	266.04	111.87	3.33	7.81	-5.77
	5.000	1840.00	265.97	261.35	266.24	112.23	3.73	7.97	-5.77
*	5.000	2000.00	266.12	261.55	266.43	112.57	4.14	8.12	-5.77
*	5.000	2400.00	266.47	261.98	266.87	113.37	5.16	8.47	-5.77

P.H. COCA CODO SINCLAIR

SUMMARY PRINTOUT

	SECND	Q	XECHI	VCH	VLOB	VROB	QLOB	QCH	QROB
	4.000	673.00	.00	1.34	.00	.46	.00	671.74	1.25
	4.000	1153.00	.00	1.73	.00	.56	.00	1150.76	2.24
	4.000	1440.00	.00	1.98	.00	.64	.00	1437.15	2.85
	4.000	1680.00	.00	2.17	.00	.69	.00	1676.62	3.38
	4.000	1840.00	.00	2.29	.00	.73	.00	1836.26	3.74
	4.000	2000.00	.00	2.40	.00	.76	.00	1995.90	4.10
	4.000	2400.00	.00	2.68	.10	.84	.04	2394.93	5.03
*	5.000	673.00	.00	1.11	.58	.58	12.76	647.48	12.76
*	5.000	1153.00	.00	1.64	.85	.85	25.07	1102.85	25.07
*	5.000	1440.00	.00	1.94	1.01	1.01	32.77	1374.45	32.77
	5.000	1680.00	.00	2.18	1.14	1.14	39.65	1600.69	39.65
	5.000	1840.00	.00	2.34	1.22	1.22	44.25	1751.49	44.25
*	5.000	2000.00	.00	2.49	1.30	1.30	48.96	1902.08	48.96
*	5.000	2400.00	.00	2.86	1.49	1.49	61.14	2277.71	61.14

A4. DIMENSIONAMIENTO VERTEDERO Y CUENCOS EN EL CANAL
DE DESVIO

Archivo de Datos :COCADE.DAT Archivo de Resultados :COCADE.RES

DISEÑO VERTEDERO Y CUENCO PARA EL DESVIO

DISEÑO DE VERTEDERO LIBRE
LA CARGA DISEÑO VERTEDERO LA CARGA MAXIMA

DESCARGA MAXIMA DEL VERTEDERO	QMAX	m3/seg	2400
ANCHO LIBRE DEL VERTEDERO	BL	metros	70
RELACION HDIS/HMAX	XX		1
ALTO DEL PARAMENTO AGUAS ARRIBA	P		0
COTA FONDO LECHO DEL RIO AGUAS ARRIBA	CFL	m.s.n.m.	1275
COTA CRESTA VERTEDERO	CCR	metros	1275
TALUD DEL PARAMENTO AGUAS ARRIBA	TA	vertical	0
INCREMENTO CARGA PARCIAL PARA EL CALCULO	NE	metros	.35
NUMERO DE PILAS EN EL VERTEDERO	NP		2
COEF. CONTRACCION POR PILAS INTERMEDIAS	AKA		.02
COEF. CONTRACCION POR PAREDES LATERALES	AKP		.1
NUMERO DE PUNTOS DE LA CURVA DE DESCARGA			
A LA SALIDA DEL DISIPADOR	NR		9
ANCHO DE LAS PILAS DEL VERTEDERO	ANP	metros	2
INTERVALO DE X PARA IMPRIMIR LOS PUNTOS DEL AZUD			.5

VALORES DE LA CURVA DE DESCARGA A LA SALIDA DEL DISIPADOR

NUMERO	ELEVACION	CAUDAL
	m	m3/s
1	1261.88	0.00
2	1264.22	673.00
3	1265.17	1153.00
4	1265.52	1140.00
5	1265.81	1680.00
6	1265.97	1840.00
7	1266.12	2000.00
8	1266.47	2400.00
9	1269.00	4800.00

EL VERTEDERO SE COMPORTA COMO CONTROL
EL VERTEDERO SE DISEÑA PARA OTRO CAUDAL
EL CAUDAL DE DISEÑO DEL DISIPADOR ES 2000
EL DISIPADOR NO TIENE BLOQUES INTERMEDIOS
LA PROFUNDIDAD SECUENTE NO TIENE FACTOR DE SEGURIDAD
EL FACTOR DE SEGURIDAD DE LA PROFUNDIDAD SECUENTE ES 1

SE ESTA DEFINIENDO EL VALOR INICIAL CO DE DESCARGA DEL VERTEDERO

COEFICIENTE INICIAL DE DESCARGA CO,H01,H0,BL1 = 1.704 6.244887
6.244887 63.25225
COEFICIENTE INICIAL DE DESCARGA CO,H01,H0,BL1 = 1.704 7.923062
7.923062 62.51386

EL COEFICIENTE DE CORRECCION POR TALUD AGUAS ARRIBA ES (C1)= 1

EL COEFICIENTE CORREGIDO CA=CO*C1 ES= 1.704

EL CAUDAL DE DISEÑO DEL VERTEDERO ES : 2403.74

I, KK, FR1(KK), QT(KK), CT(KK), BLC(KK), Y1(KK)	22	39
115.4849	2000	1.677096
		62.8711
		.1915248
I, KK, FR1(KK), QT(KK), CT(KK), BLC(KK), Y1(KK)	24	38
105.3701	2403.74	1.704035
		62.48577
		.2301123
I, KK, FR1(KK), QT(KK), CT(KK), BLC(KK), Y1(KK)	24	37
105.4544	2400	1.703795
		62.48925
		.229755

LA COTA DEL FONDO DEL ESTANQUE AMORTIGUADOR ES= 1253.674

IP, N1, EX, Y10, Y1(N1), DE1, CFE	9	39	1.1
1.313575	1.310854	21.32652	1253.674
I, KK, FR1(KK), QT(KK), CT(KK), BLC(KK), Y1(KK)	22	39	
6.429094	2000	1.677096	62.8711
			1.313585
I, KK, FR1(KK), QT(KK), CT(KK), BLC(KK), Y1(KK)	24	38	
5.96486	2403.74	1.704035	62.48577
			1.560777
I, KK, FR1(KK), QT(KK), CT(KK), BLC(KK), Y1(KK)	24	37	
5.968731	2400	1.703795	62.48925
			1.558508

TABLAS NUMEROS 1 Y 2

VALORES HIDRAULICOS EN EL VERTEDERO Y CUENCO DISIPADOR

No	HE m	QT m ³ /s	BLC m	Y1 m	HV1 m	FR1	Y2 m	HV2 m	HD m	CT
1	0.00	0.00	66.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.35	18.92	65.85	0.01	21.66	55.82	1.09	0.00	20.58	1.39
3	0.70	54.40	65.69	0.04	21.99	33.29	1.85	0.01	20.17	1.41
4	1.05	101.27	65.54	0.07	22.30	24.66	2.52	0.02	19.84	1.44
5	1.40	157.68	65.38	0.11	22.61	19.97	3.15	0.03	19.55	1.46
6	1.75	222.59	65.23	0.16	22.92	16.98	3.74	0.04	19.30	1.47
7	2.10	295.27	65.08	0.21	23.22	14.88	4.31	0.05	19.06	1.49
8	2.45	375.20	64.92	0.26	23.51	13.33	4.86	0.07	18.85	1.51
9	2.80	461.96	64.77	0.32	23.80	12.12	5.39	0.09	18.65	1.52
10	3.15	555.22	64.61	0.39	24.09	11.16	5.92	0.10	18.46	1.54
11	3.50	654.70	64.46	0.45	24.37	10.37	6.43	0.12	18.28	1.55
12	3.85	760.16	64.31	0.52	24.65	9.70	6.93	0.14	18.11	1.56
13	4.20	871.39	64.15	0.60	24.93	9.14	7.42	0.16	17.94	1.58
14	4.55	988.21	64.00	0.67	25.20	8.65	7.91	0.18	17.78	1.59
15	4.90	1110.46	63.84	0.75	25.47	8.23	8.39	0.21	17.63	1.60
16	5.25	1237.97	63.69	0.83	25.74	7.85	8.86	0.23	17.49	1.62
17	5.60	1370.63	63.54	0.92	26.01	7.52	9.33	0.25	17.34	1.63
18	5.95	1508.30	63.38	1.01	26.27	7.22	9.79	0.28	17.21	1.64
19	6.30	1650.86	63.23	1.10	26.53	6.96	10.25	0.30	17.07	1.65
20	6.65	1798.22	63.07	1.19	26.79	6.71	10.71	0.33	16.94	1.66
21	7.00	1950.26	62.92	1.28	27.04	6.49	11.16	0.36	16.81	1.67
22	7.35	2106.90	62.77	1.38	27.30	6.29	11.60	0.39	16.69	1.68
23	7.70	2268.04	62.61	1.48	27.55	6.11	12.04	0.41	16.57	1.70
24	8.05	2433.59	62.46	1.58	27.80	5.93	12.48	0.44	16.45	1.71
25	8.40	2603.48	62.30	1.68	28.04	5.78	12.92	0.48	16.33	1.72
26	8.75	2777.63	62.15	1.79	28.29	5.63	13.35	0.51	16.22	1.73
27	9.10	2955.97	62.00	1.89	28.53	5.49	13.78	0.54	16.11	1.74
28	9.45	3138.41	61.84	2.00	28.78	5.36	14.21	0.57	16.00	1.75
29	9.80	3324.90	61.69	2.11	29.02	5.24	14.63	0.60	15.89	1.76
30	10.15	3515.37	61.53	2.22	29.25	5.13	15.06	0.64	15.78	1.77
31	10.50	3709.75	61.38	2.34	29.49	5.02	15.48	0.67	15.68	1.78
32	10.85	3907.98	61.23	2.45	29.72	4.92	15.89	0.71	15.58	1.79
33	11.20	4109.99	61.07	2.57	29.96	4.83	16.31	0.74	15.48	1.80
34	11.55	4315.74	60.92	2.69	30.19	4.74	16.72	0.78	15.38	1.80
35	11.90	4525.16	60.76	2.81	30.42	4.66	17.13	0.82	15.28	1.81
36	12.25	4738.20	60.61	2.93	30.65	4.58	17.54	0.85	15.18	1.82
37	7.98	2400.37	62.49	1.56	27.75	5.97	12.39	0.44	16.47	1.70
38	7.99	2403.74	62.49	1.56	27.75	5.96	12.40	0.44	16.47	1.70
39	7.11	2000.00	62.87	1.31	27.12	6.43	11.30	0.37	16.77	1.68

** TABLA No 2 **

PERFIL HIDRAULICO VERTEDERO Y CUENCO DISIPADOR

No	QT	CHE	CY1	CE1	CY2	CE2	CRI
	m3/S	m	m	m	m	m	
1	0.00	1275.00	1253.67	1253.67	1253.67	1253.67	1261.88
2	18.92	1275.35	1253.69	1275.35	1254.76	1254.77	1261.95
3	54.40	1275.70	1253.71	1275.70	1255.52	1255.53	1262.07
4	101.27	1276.05	1253.75	1276.05	1256.20	1256.21	1262.23
5	157.68	1276.40	1253.79	1276.40	1256.82	1256.85	1262.43
6	222.59	1276.75	1253.83	1276.75	1257.41	1257.45	1262.65
7	295.27	1277.10	1253.88	1277.10	1257.98	1258.04	1262.91
8	375.20	1277.45	1253.94	1277.45	1258.53	1258.60	1263.18
9	461.96	1277.80	1254.00	1277.80	1259.07	1259.15	1263.49
10	555.22	1278.15	1254.06	1278.15	1259.59	1259.69	1263.81
11	654.70	1278.50	1254.13	1278.50	1260.10	1260.22	1264.16
12	760.16	1278.85	1254.20	1278.85	1260.60	1260.74	1264.39
13	871.39	1279.20	1254.27	1279.20	1261.10	1261.26	1264.61
14	988.21	1279.55	1254.35	1279.55	1261.58	1261.77	1264.84
15	1110.46	1279.90	1254.43	1279.90	1262.06	1262.27	1265.09
16	1237.97	1280.25	1254.51	1280.25	1262.54	1262.76	1265.57
17	1370.63	1280.60	1254.59	1280.60	1263.00	1263.26	1265.64
18	1508.30	1280.95	1254.68	1280.95	1263.47	1263.74	1265.72
19	1650.86	1281.30	1254.77	1281.30	1263.93	1264.23	1265.79
20	1798.22	1281.65	1254.86	1281.65	1264.38	1264.71	1265.93
21	1950.26	1282.00	1254.96	1282.00	1264.83	1265.19	1266.07
22	2106.90	1282.35	1255.05	1282.35	1265.28	1265.66	1266.21
23	2268.04	1282.70	1255.15	1282.70	1265.72	1266.13	1266.35
24	2433.59	1283.05	1255.25	1283.05	1266.16	1266.60	1266.51
25	2603.48	1283.40	1255.36	1283.40	1266.59	1267.07	1266.68
26	2777.63	1283.75	1255.46	1283.75	1267.03	1267.53	1266.87
27	2955.97	1284.10	1255.57	1284.10	1267.46	1267.99	1267.06
28	3138.41	1284.45	1255.67	1284.45	1267.88	1268.45	1267.25
29	3324.90	1284.80	1255.78	1284.80	1268.31	1268.91	1267.45
30	3515.37	1285.15	1255.90	1285.15	1268.73	1269.37	1267.65
31	3709.75	1285.50	1256.01	1285.50	1269.15	1269.82	1267.85
32	3907.98	1285.85	1256.13	1285.85	1269.57	1270.27	1268.06
33	4109.99	1286.20	1256.24	1286.20	1269.98	1270.72	1268.27
34	4315.74	1286.55	1256.36	1286.55	1270.39	1271.17	1268.49
35	4525.16	1286.90	1256.48	1286.90	1270.80	1271.62	1268.71
36	4738.20	1287.25	1256.60	1287.25	1271.21	1272.07	1268.93
37	2400.37	1282.98	1255.23	1282.98	1266.07	1266.51	1266.47
38	2403.74	1282.99	1255.23	1282.99	1266.08	1266.52	1266.48
39	2000.00	1282.11	1254.99	1282.11	1264.97	1265.34	1266.12

EL NUMERAL 37 CORRESPONDE AL CAUDAL MAXIMO

EL NUMERAL 38 CORRESPONDE AL CAUDAL DE DISEÑO DEL VERTEDERO

EL NUMERAL 39 CORRESPONDE AL CAUDAL DE DISEÑO DEL CUENCO DISIPADOR

LOS DEMAS VALORES CORRESPONDEN A CARGAS PARCIALES SOBRE EL VERTEDERO

***** DISEÑO DEL AZUD *****

DATOS

COTA LOSA FONDO AGUAS ARRIBA	CFL	metros	1275
CAIDA VERTICAL CRESTA AZUD	PT	metros	4.73
RADIO DE LA CURVA AGUAS ABAJO DEL AZUD	R3	metros	14.92858

RESULTADOS

VALORES QUE DEFINEN EL PARAMENTO AGUAS ARRIBA:

ABSCISA PRIMER RADIO	XC	metros	.853928
RADIO 1	R1	metros	1.596127
ABSCISA SEGUNDO RADIO	XC1	metros	1.396611
RADIO 2	R2	metros	3.990318

VALORES QUE DEFINEN LA CURVA DEL AZUD $YA=PX*XA**AN$

COEFICIENTE	PX	8.555359E-02
EXPONENTE	AN	1.85

***** DATOS DE LA CURVA DEL AZUD *****

XA	YA
0	0
.5	2.373191E-02
1	8.555359E-02
1.5	.1811369
2	.3084208
2.5	.4660443
3	.6529991
3.5	.8684888
4	1.111857
4.5	1.382551
5	1.68009
5.5	2.004053
6	2.354062
6.5	2.729782
7	3.130903
7.5	3.557145
8	4.00825
8.5	4.483976

VALORES QUE DEFINEN LA GEOMETRIA DEL VERTEDERO

X(M)	Y(M)
0	1275
0	1273.996
.853928	1274.748
2.250539	1275
10.99952	1270.27
23.22059	1258.047
33.77759	1253.674
1.412572	1273.253
2.250539	1271.01
33.77759	1268.602

STILLING

DIMENSIONAMIENTO DEL CUENCO DISIPADOR
DE UN VERTEDERO

28-Mar-92

OBRA DE TOMA :VERTEDERO EN EL CANAL DE DESVIO

SOLUCION PARA CAUDAL DE

2000 m³/s T.R.=

200 a

SITUACION AL INICIO DE LA OPERACION

Caracteristicas del vertedero

-Caudal vertido	(Q)	m ³ /s	2,000.00
-Nivel umbral vertedero	(H)	a s.n.a.	1,275.00
-Ancho vertedero	(L)	m	66.00
-Coeficiente del vertedero	(u)		0.39
-Longitud canal cresta/cuenca	(l)	m	20.00
-Coeficiente friccion del canal	(K)		70.00
-Altura energia encima cresta	(h1)	m	6.31
-Nivel energia arriba vertedero	(Ha)	a s.n.a.	1,281.81
-Nivel fondo cuenco dissipador	(Hv)	a s.n.a.	1,253.76
-Pérdida de carga canal	(hK)	m	0.14
-Profundidad agua entrada cuenco	(d1)	m	1.33
-Velocidad agua entrada cuenco	(V1)	m/s	22.84

Caracteristicas del rio (perfil 4)

-Caudal total	(Qt)	m ³ /s	2,000.00
-Velocidad agua en el rio	(Va)	m/s	3.73
-Nivel fondo rio para restitution	(Hf)	a s.n.a.	1,258.00
-Nivel de la superficie de agua	(Ha)	a s.n.a.	1,268.12
-Profundidad de agua	(ha)	m	3.12

Caracteristicas del resalto hidraulico

-Numero de Froude	(F)		6.33
-Tipo de salto			MEJOR RESALTO
-Relacion l resalto/H conjugada			6.15
-Altura comprimida del resalto	(d1)	m	1.33
-Altura conjugada del resalto	(d2)	m	11.23

CARACTERISTICAS DEL CUENCO DISIPADOR

Nivel fondo cuenco	Ancho cuenco	Longitud cuenco	Nivel agua a la salida del cuenco	Velocidad agua salida cuenco	Velocidad agua en el rio	Altura diente al fin del cuenco	Nivel fondo rio
(a s.n.a.)	(m)	(m)	(a s.n.a.)	(m/s)	(m/s)	(m)	(a s.n.a.)
1,253.76	66.00	69.00	1,268.00	2.45	3.73	4.24	1,258.00

DISEÑO DE LOS CUENCOS DISIPADORES

STILWEIR.W01

Diseño de los cuencos de disipación tomando en cuenta el descenso del nivel de restitución.

27-Mar-92

=====

REF: Ven Te Chow p. 410

CASO CUENCO DISIPADOR EN EL CANAL DE DESVÍO: efecto descenso del nivel

Caudal de diseño	2000.00 m ³ /s
Ancho cuenco	66.60 m
Altura Y1 de entrada	1.33 m
Velocidad de entrada	20.73 m/s
Número de Froude F	6.31

Cota en el río	Zrío	1262.12 m
COTA CRESTA DIENTE AL FIN CUENCO		1255.00 m
Nivel de energía abajo diente		1264.98 m

CALCULOS

Altura conjugada Y2	11.22 m
Altura de energía en Y2	11.59 m
Con seguridad de 10%	12.75 m

Altura crítica del flujo	
encima del diente	4.54 m
Cota de la altura crítica Zcrit	1262.54 m

Zcrit	Zrío
1262.54	1262.12

RESULTADO CON SECCION CRITICA ENCIMA DIENTE Y FLUJO SUPERCRITICO ABAJO EL DIENTE funciona como VERTEDERO ANCHO

Altura del diente (m) A CALCULAR COMO VERTEDERO ANCHO (con coef. de seguridad)

CALCULO DE LA ALTURA NECESARIA DEL DIENTE
 EN EL CASO QUE FUNCIONA COMO VERTEDERO ANCHO
 ++++++

Coef. de seguridad sobre Energía Y2 0.00

1. El diente se comporta como vertedero ancho con coef. 0.335

Valor estimado de altura diente D 4.78 m

2. El diente tiene un coeficiente de fricción en función de su altura D
 y de Y2 (formula según Ven Te Chow p.410)

Calculo de la altura D necesaria

D inicial	4.21 m
D/Y1	3.15
D calculado	4.19 m
D nuevo	4.21 m

(aplastar F9 hasta que Dnuevo=Dcalculado queda constante)

coef. de descarga según V.T.C. 0.342

Altura D con coef. de seguridad 4.21 m

3. Valor máximo de P 4.78 m

Longitud cuenco $5(D+Yc)$ 46.60 m

RESUMEN

 ALTURA DIENTE (incl. coef. seguridad) 4.78 m
 Cota fondo cuenco mínimo necesario 1253.22 m
 ===> VALOR ESCOGIDO 1255.60 m LLENAR POR FAVOR!!
 Cota altura conjugada ZY2 1264.82 m
 Cota de la altura crítica Zcrit 1262.54 m
 Cota en el río Zrio 1262.12 m

DISEÑO DE LOS CUENCOS DISIPADORES

STILWEIR.W01

Diseño de los cuencos de disipación tomando en cuenta el descenso del nivel de restitución.

27-Mar-92

=====

REF: Ven Te Chow p. 410

CASO CUENCO DISIPADOR EN EL CRUAL DE LA COMPUERTA GRANDE

Situación 100% abierta con crecida de 10 años de periodo de retor

Caudal de diseño	653.00 m ³ /s
Ancho cuenco	8.00 m
Altura Y1 de entrada	4.80 m
Velocidad de entrada	17.01 m/s
Numero de Froude F	2.48

Cota en el rio	Zrio	1265.20 m
COTA CRESTA DIENTE AL FIN CUENCO		1258.00 m
Nivel de energía abajo diente		1271.75 m

CALCULOS

Altura conjugada i2	14.59 m
Altura de energía en i2	16.19 m
Con seguridad de 10%	17.81 m

Altura critica del flujo	
encima del diente	8.79 m
Cota de la altura critica Ycrit	1266.79 m

Zcrit	Zrio
1266.79	1265.20

RESALTO CON SECCION CRITICA ENCIMA DIENTE Y FLUJO SUPERCRITICO ABAJO EL DIENTE funciona como VERTEDERO ANCHO

Altura del diente	(m)	A CALCULAR COMO VERTEDERO ANCHO
(con coef. de seguridad)		

CALCULO DE LA ALTURA NECESARIA DEL DIENTE
 EN EL CASO QUE FUNCIONA COMO VERTEDERO ANCHO
 ++++++-----+++++
 Coef. de seguridad sobre Energía γ_2 0.10

1. El diente se comporta como vertedero ancho con coef. 0.385
 Valor estimado de altura diente D 4.62 m
2. El diente tiene un coeficiente de caudal funcion de su altura D y de γ_2 (formula segun Ven Te Chow p.410)
 Calculo de la altura D necesaria

$D_{inicial}$	1.90 m
U/γ_1	0.40
$D_{calculado}$	1.90 m
D_{nuevo}	1.90 m

(aplazar F9 hasta que $D_{nuevo}=D_{calculado}$ queda constante)

coef. de descarga segun V.T.C.	0.341
Altura D con coef. de seguridad	3.52 m
3. Valor máximo de D 4.62 m
 Longitud cuenco $5(D+\gamma_c)$ 67.05 m

RESUMEN

ALTURA DIENTE (incl. coef. seguridad)	4.62 m	
Cota fondo cuenco minimo necesario	1253.38 m	
====>VALOR ESCOJIDO	1253.40 m	LLENAR POR FAVOR!!
Cota altura conjugada Z_{γ_2}	1267.79 m	
Cota de la altura critica Z_{crit}	1266.79 m	
Cota en el rio Z_{rio}	1265.20 m	

DISEÑO DE LOS CUENCOS DISIPADORES

STILWEIR.W01

Diseño de los cuencos de disipación tomando en cuenta el descenso del nivel de restitución.

27-Mar-92

REF: Ven Te Chow p. 410

CASO CUENCO DISIPADOR EN EL CANAL DE LA COMPUERTA PEQUEÑA

Situación 100% abierta con crecida de 10 años de periodo de retor

Caudal de diseño	229.00 m ³ /s
Ancho cuenco	4.50 m
Altura Y1 de entrada	2.70 m
Velocidad de entrada	16.85 m/s
Numero de Froude F	3.66

Cota en el río	Crio	1265.20 m
COTA CRESTA DIENTE AL FIN CUENCO		1258.00 m
Nivel de energía abajo diente		1267.74 m

CALCULOS

Altura conjugada Y2	12.70 m
Altura de energía en Y2	13.82 m
Con seguridad de 10%	14.87 m

Altura critica del flujo	
encima del diente	6.41 m
Cota de la altura critica Ycrit	1264.41 m

Zcrit	Zrio
1264.41	1265.20

CUENCO DE DISSIPACION NORMAL

para mas calculos utilizar el programa STILLINE.W01

Altura del diente	(m)	5.12
(con coef. de seguridad)		

CALCULO DE LA ALTURA NECESARIA DEL DIENTE
 EN EL CASO QUE FUNCIONA COMO VERTEDERO ANCHO
 ++++++

Coef. de seguridad sobre Energia Y2 0.10

1. El diente se comporta como vertedero ancho con coef. 0.385

Valor estimado de altura diente D 5.25 m

2. El diente tiene un coeficiente de caudal funcion de su altura D y de Y2 (formula segun Ven Te Chow p.410)

Calculo de la altura D necesaria

Dinicial 3.12 m

D/Y1 1.15

Dcalculado 3.11 m

Dnuevo 3.12 m

(aplastar F9 hasta que Dnuevo=Dcalculado queda constante)

coef. de descarga segun V.T.C. 0.343

Altura D con coef. de seguridad 4.48 m

3. Valor máximo de D 5.25 m

Longitud cuenco $5(D+Yc)$ 58.32 m

RESUMEN

 ALTURA DIENTE (incl. coef.seguridad) 5.13 m

Cota fondo cuenco mínimo necesario 1252.87 m

====>VALOR ESCOJIDO 1252.90 m LLENAR POR FAVOR!!

Cota altura conjugada ZY2 1265.60 m

Cota de la altura crítica Zcrit 1264.41 m

Cota en el rio Zrio 1265.20 m

DISEÑO DE LOS CUENCOS DISIPADORES

Diseño de los cuencos de disipación tomando en cuenta el descenso del nivel de restitución.

STILWEIR.WQ1

27-Mar-92

REF: Ven Te Chow p. 410

CASO CUENCO DISIPADOR EN EL CANAL DE LA COMPUERTA PEQUERA

Situación 100% abierta con crecida de 10 años de período de retor

Caudal de diseño	229.00 m ³ /s
Ancho cuenco	4.50 m
Altura Y1 de entrada	2.70 m
Velocidad de entrada	18.85 m/s
Numero de Froude F	3.66

Cota en el rio	Zrio	1261.20 m
COTA CRESTA DIENTE AL FIN CUENCO		1258.00 m
Nivel de energía abajo diente		1274.08 m

CALCULOS

Altura conjugada Y2	12.70 m
Altura de energía en Y2	13.52 m
Con seguridad de 10%	14.87 m

Altura crítica del flujo	
encima del diente	6.41 m
Cota de la altura crítica Zcrit	1264.41 m

Zcrit	Zrio
1264.41	1261.20

RESALTO CON SECCION CRITICA ENCIMA DIENTE Y FLUJO SUPERCRITICO ABAJO
EL DIENTE funciona como VERTEDERO ANCHO

Altura del diente	(m)	A CALCULAR COMO VERTEDERO ANCHO
(con coef. de seguridad)		

DISEÑO DE LOS CUENCOS DISPADORES

Diseño de los cuencos de disipación tomando en cuenta el descenso del nivel de restitución.

STILWEIR.WQ1

27-Mar-92

=====

REF: Ven Te Chow p. 410

CASO CUENCO DISIPADOR EN EL CANAL DE LA COMPUERTA PEQUEÑA
Situación 100% abierta con nivel de agua en la 1275

Caudal de diseño	188.74 m ³ /s
Ancho cuenco	4.50 m
Altura Y1 de entrada	2.70 m
Velocidad de entrada	15.53 m/s
Numero de Froude F	3.02

Cota en el rio	Zrio	1261.90 m
COTA CRESTA DIENTE AL FIN CUENCO		1258.00 m
Nivel de energía abajo diente		1267.79 m

CALCULOS

Altura conjugada Y2	10.25 m
Altura de energía en Y2	11.11 m
Con seguridad de 10%	12.22 m

Altura crítica del flujo	
encima del diente	5.64 m
Cota de la altura crítica Zcrit	1263.64 m

Zcrit	Zrio
1263.64	1261.90

RESALTO CON SECCION CRITICA ENCIMA DIENTE Y FLUJO SUPERCRITICO ABAJO
EL DIENTE funciona como VERTEDERO ANCHO

Altura del diente	(m)	A CALCULAR COMO VERTEDERO ANCHO
(con coef. de seguridad)		

CALCULO DE LA ALTURA NECESARIA DEL DIENTE
 EN EL CASO QUE FUNCIONA COMO VERTEDERO ANCHO
 ++++++

Coef. de seguridad sobre Energia Y2 0.10

1. El diente se comporta como vertedero ancho con coef. 0.385

Valor estimado de altura diente D 3.76 m

2. El diente tiene un coeficiente de caudal funcion de su altura D y de Y2 (formula segun Ven Te Chow p.410)

Calculo de la altura D necesaria

Dinicial 1.96 m

D/Y1 0.73

Dcalculado 1.98 m

Dnuevo 1.96 m

(aplantar F9 hasta que Dnuevo=Dcalculado queda constante)

coef. de descarga segun V.T.C. 0.343

Altura D con coef. de seguridad 3.08 m

3. Valor máximo de D 3.76 m

Longitud cuenco $5(D+Yc)$ 47.00 m

RESUMEN

 ALTURA DIENTE (incl. coef.seguridad) 3.76 m

Cota fondo cuenco mínimo necesario 1254.24 m

====>VALOR ESCOJIDO 1254.20 m LLENAR POR FAVOR!!

Cota altura conjugada ZY2 1264.45 m

Cota de la altura crítica Zcrit 1263.64 m

Cota en el rio Zrio 1261.90 m

A5. DIMENSIONAMIENTO VERTEDERO Y CUENCOS EN EL CAUCE
DEL RIO

Archivo de Datos :COCARIO.DAT Archivo de Resultados :COCARIO.RES

DISEÑO VERTEDERO Y CUENCO EN EL CAUCE DEL RIO

DISEÑO DE VERTEDERO LIBRE

LA CARGA DISEÑO VERTEDERO LA CARGA MAXIMA

DESCARGA MAXIMA DEL VERTEDERO	QMAX	m3/seg	3600
ANCHO LIBRE DEL VERTEDERO	BL	metros	118
RELACION HDIS/HMAX	XX		1
ALTO DEL PARAMENTO AGUAS ARRIBA	P		0
COTA FONDO LECHO DEL RIO AGUAS ARRIBA	CFL	m.s.n.m.	1276
COTA CRESTA VERTEDERO	CCR	metros	1276
TALUD DEL PARAMENTO AGUAS ARRIBA	TA	vertical	0
INCREMENTO CARGA PARCIAL PARA EL CALCULO	NE	metros	.5
NUMERO DE PILAS EN EL VERTEDERO	NP		4
COEF. CONTRACCION POR PILAS INTERMEDIAS	AKA		.02
COEF. CONTRACCION POR PAREDES LATERALES	AKP		.1
NUMERO DE PUNTOS DE LA CURVA DE DESCARGA			
A LA SALIDA DEL DISIPADOR	NR		9
ANCHO DE LAS PILAS DEL VERTEDERO	ANP	metros	2

INTERVALO DE X PARA IMPRIMIR LOS PUNTOS DEL AZUD 1

VALORES DE LA CURVA DE DESCARGA A LA SALIDA DEL DISIPADOR

NUMERO	ELEVACION	CAUDAL
	m	m3/s
1	1261.90	177.00
2	1264.32	1200.00
3	1265.24	1920.00
4	1265.57	2160.00
5	1265.83	2520.00
6	1265.99	2760.00
7	1266.14	3000.00
8	1266.51	3600.00
9	1270.00	10000.00

EL VERTEDERO SE COMPORTA COMO CONTROL
EL VERTEDERO SE DISEÑA PARA OTRO CAUDAL
EL CAUDAL DE DISEÑO DEL DISIPADOR ES 3000
EL DISIPADOR NO TIENE BLOQUES INTERMEDIOS
LA PROFUNDIDAD SECUENTE NO TIENE FACTOR DE SEGURIDAD
EL FACTOR DE SEGURIDAD DE LA PROFUNDIDAD SECUENTE ES 1

SE ESTA DEFINIENDO EL VALOR INICIAL CO DE DESCARGA DEL VERTEDERO

COEFICIENTE INICIAL DE DESCARGA CO,H01,H0,BL1 = 1.704 5.777136
5.777136 105.1472

COEFICIENTE INICIAL DE DESCARGA CO,H01,H0,BL1 = 1.704 7.398171
7.398171 103.7855

EL COEFICIENTE DE CORRECCION POR TALUD AGUAS ARRIBA ES (C1)= 1

EL COEFICIENTE CORREGIDO CA=CO*C1 ES= 1.704

EL CAUDAL DE DISEÑO DEL VERTEDERO ES : 3605.426

I, KK, FR1(KK), QT(KK), CT(KK), BLC(KK), Y1(KK)	15	26
121.8406 3000 1.676987	104.4197	.1723351
I, KK, FR1(KK), QT(KK), CT(KK), BLC(KK), Y1(KK)	16	25
111.1071 3605.426 1.704046	103.7297	.20705
I, KK, FR1(KK), QT(KK), CT(KK), BLC(KK), Y1(KK)	16	24
111.1963 3600 1.703811	103.7358	.2067389

LA COTA DEL FONDO DEL ESTANQUE AMORTIGUADOR ES= 1254.297

IP, N1, EX, Y10, Y1(N1), DE1, CFE	9	26	1.1
1.181291 1.17914 21.7033	1254.297		
I, KK, FR1(KK), QT(KK), CT(KK), BLC(KK), Y1(KK)	15	26	
6.788037 3000 1.676987	104.4197	1.181329	
I, KK, FR1(KK), QT(KK), CT(KK), BLC(KK), Y1(KK)	16	25	
6.289626 3605.426 1.704046	103.7297	1.404352	
I, KK, FR1(KK), QT(KK), CT(KK), BLC(KK), Y1(KK)	16	24	
6.293769 3600 1.703811	103.7358	1.402371	

TABLAS NUMEROS 1 Y 2

VALORES HIDRAULICOS EN EL VERTEDERO Y CUENCO DISIPADOR

No	HE m	QT m ³ /s	BLC m	Y1 m	HV1 m	FR1	Y2 m	HV2 m	HD m	CT
1	0.00	0.00	110.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.50	54.33	109.58	0.02	22.18	43.29	1.44	0.01	20.76	1.40
3	1.00	156.89	109.16	0.07	22.64	25.86	2.44	0.02	20.24	1.44
4	1.50	292.99	108.74	0.13	23.08	19.20	3.34	0.03	19.83	1.47
5	2.00	457.37	108.32	0.19	23.51	15.58	4.17	0.05	19.48	1.49
6	2.50	646.99	107.90	0.27	23.93	13.28	4.96	0.07	19.17	1.52
7	3.00	859.76	107.48	0.36	24.35	11.67	5.73	0.09	18.88	1.54
8	3.50	1094.12	107.06	0.45	24.75	10.47	6.46	0.12	18.62	1.56
9	4.00	1348.84	106.64	0.55	25.15	9.55	7.18	0.15	18.37	1.58
10	4.50	1622.91	106.22	0.66	25.54	8.80	7.88	0.18	18.14	1.60
11	5.00	1915.45	105.80	0.77	25.93	8.20	8.57	0.21	17.92	1.62
12	5.50	2225.74	105.38	0.89	26.31	7.69	9.25	0.24	17.71	1.64
13	6.00	2553.11	104.96	1.01	26.69	7.25	9.91	0.28	17.51	1.66
14	6.50	2896.96	104.54	1.14	27.06	6.88	10.57	0.32	17.32	1.67
15	7.00	3256.76	104.12	1.28	27.43	6.56	11.21	0.36	17.14	1.69
16	7.50	3632.00	103.70	1.41	27.79	6.27	11.85	0.40	16.96	1.71
17	8.00	4022.24	103.28	1.56	28.15	6.01	12.48	0.44	16.79	1.72
18	8.50	4427.05	102.86	1.70	28.50	5.79	13.10	0.48	16.62	1.74
19	9.00	4846.01	102.44	1.85	28.85	5.58	13.72	0.53	16.46	1.75
20	9.50	5278.76	102.02	2.00	29.20	5.40	14.33	0.57	16.30	1.77
21	10.00	5724.92	101.60	2.16	29.54	5.23	14.94	0.62	16.15	1.78
22	10.50	6184.16	101.18	2.32	29.88	5.07	15.54	0.67	16.00	1.80
23	11.00	6656.13	100.76	2.49	30.22	4.93	16.13	0.72	15.85	1.81
24	7.46	3600.54	103.74	1.40	27.76	6.29	11.80	0.39	16.97	1.70
25	7.47	3605.43	103.73	1.40	27.76	6.29	11.80	0.39	16.97	1.70
26	6.65	3000.00	104.42	1.18	27.17	6.79	10.75	0.33	17.27	1.68

** TABLA No 2 **

PERFIL HIDRAULICO VERTEDERO Y CUENCO DISIPADOR

No	QT m3/S	CHE m	CY1 m	CE1 m	CY2 m	CE2 m	CRI m
1	0.00	1276.00	1254.30	1254.30	1254.30	1254.30	1261.48
2	54.33	1276.50	1254.32	1276.50	1255.73	1255.74	1261.61
3	156.89	1277.00	1254.36	1277.00	1256.74	1256.76	1261.85
4	292.99	1277.50	1254.42	1277.50	1257.63	1257.67	1262.17
5	457.37	1278.00	1254.49	1278.00	1258.47	1258.52	1262.56
6	646.99	1278.50	1254.57	1278.50	1259.26	1259.33	1263.01
7	859.76	1279.00	1254.65	1279.00	1260.02	1260.12	1263.52
8	1094.12	1279.50	1254.75	1279.50	1260.76	1260.88	1264.07
9	1348.84	1280.00	1254.85	1280.00	1261.48	1261.63	1264.51
10	1622.91	1280.50	1254.96	1280.50	1262.18	1262.36	1264.86
11	1915.45	1281.00	1255.07	1281.00	1262.87	1263.08	1265.23
12	2225.74	1281.50	1255.19	1281.50	1263.54	1263.79	1265.62
13	2553.11	1282.00	1255.31	1282.00	1264.21	1264.49	1265.85
14	2896.96	1282.50	1255.44	1282.50	1264.86	1265.18	1266.08
15	3256.76	1283.00	1255.57	1283.00	1265.51	1265.86	1266.30
16	3632.00	1283.50	1255.71	1283.50	1266.15	1266.54	1266.53
17	4022.24	1284.00	1255.85	1284.00	1266.78	1267.21	1266.74
18	4427.05	1284.50	1256.00	1284.50	1267.40	1267.88	1266.96
19	4846.01	1285.00	1256.15	1285.00	1268.02	1268.54	1267.19
20	5278.76	1285.50	1256.30	1285.50	1268.63	1269.20	1267.43
21	5724.92	1286.00	1256.46	1286.00	1269.24	1269.85	1267.67
22	6184.16	1286.50	1256.62	1286.50	1269.84	1270.50	1267.92
23	6656.13	1287.00	1256.78	1287.00	1270.43	1271.15	1268.18
24	3600.54	1283.46	1255.70	1283.46	1266.09	1266.48	1266.51
25	3605.43	1283.47	1255.70	1283.46	1266.10	1266.49	1266.51
26	3000.00	1282.65	1255.48	1282.64	1265.05	1265.38	1266.14

EL NUMERAL 24 CORRESPONDE AL CAUDAL MAXIMO

EL NUMERAL 25 CORRESPONDE AL CAUDAL DE DISEÑO DEL VERTEDERO

EL NUMERAL 26 CORRESPONDE AL CAUDAL DE DISEÑO DEL CUENCO DISIPADOR

LOS DEMAS VALORES CORRESPONDEN A CARGAS PARCIALES SOBRE EL VERTEDERO
ESTANQUE DISIPADOR TIPO 4

***** DISEÑO DEL AZUD *****

DATOS

COTA LOSA FONDO AGUAS ARRIBA	CFL	metros	1276
CAIDA VERTICAL CRESTA AZUD	PT	metros	4.42
RADIO DE LA CURVA AGUAS ABAJO DEL AZUD	R3	metros	15.19236

RESULTADOS

VALORES QUE DEFINEN EL PARAMENTO AGUAS ARRIBA:

ABSCISA PRIMER RADIO	XC	metros	.7981092
RADIO 1	R1	metros	1.491793
ABSCISA SEGUNDO RADIO	XC1	metros	1.305319
RADIO 2	R2	metros	3.729482

VALORES QUE DEFINEN LA CURVA DEL AZUD $YA = PX * XA^{**AN}$

COEFICIENTE	PX	9.061358E-02
EXPONENTE	AN	1.85

***** DATOS DE LA CURVA DEL AZUD *****

XA	YA
0	0
1	9.061358E-02
2	.326662
3	.6916201
4	1.177617
5	1.779458
6	2.493291
7	3.316077
8	4.245314

VALORES QUE DEFINEN LA GEOMETRIA DEL VERTEDERO

X(M)	Y(M)
0	1276
0	1275.061
.7981092	1275.764
2.103428	1276
10.27976	1271.58
23.11172	1258.747
33.85483	1254.297
1.320237	1274.367
2.103428	1272.271
33.85483	1269.489

STILLING

DIMENSIONAMIENTO DEL CUENCO DISIPADOR DE UN VERTEDERO

28-Mar-92

OBRA DE TOMA :VERTEDERO EN EL CAUCE DEL RIO COCA

SOLUCION PARA CAUDAL DE

3000 m³/s T.R.=

200 a

SITUACION AL INICIO DE LA OPERACION

Características del vertedero

-Caudal vertido	(Q)	m ³ /s	3,000.00
-Nivel umbral vertedero	(H)	m s.n.m.	1,276.00
-Ancho vertedero	(L)	m	110.00
-Coeficiente del vertedero	(u)		0.39
-Longitud canal cresta/cuenco	(l)	m	20.00
-Coeficiente fricción del canal	(K)		70.00
-Altura energía encima cresta	(h1)	m	6.33
-Nivel energía arriba vertedero	(Ha)	m s.n.m.	1,282.33
-Nivel fondo cuenco disipador	(Hv)	m s.n.m.	1,254.38
-Pérdida de carga canal	(dH)	m	0.14
-Profundidad agua entrada cuenco	(d1)	m	1.19
-Velocidad agua entrada cuenco	(V1)	m/s	22.86

Características del río (perfil 4)

-Caudal total	(Qt)	m ³ /s	3,000.00
-Velocidad agua en el río	(Va)	m/s	4.11
-Nivel fondo río para restitution	(Hf)	m s.n.m.	1,259.50
-Nivel de la superficie de agua	(Ha)	m s.n.m.	1,266.14
-Profundidad de agua	(ha)	m	6.64

Características del resalto hidráulico

-Número de Froude	(F)		6.68
-Tipo de salto			MEJOR RESALTO
-Relación L resalto/H conjugada			6.15
-Altura comprimida del resalto	(d1)	m	1.19
-Altura conjugada del resalto	(d2)	m	10.69

CARACTERÍSTICAS DEL CUENCO DISIPADOR

Nivel fondo cuenco	Ancho cuenco	Longitud cuenco	Nivel agua a la salida del cuenco	Velocidad agua salida cuenco	Velocidad agua en el río	Altura diente al fin del cuenco	Nivel fondo río
(m s.n.m.)	(m)	(m)	(m s.n.m.)	(m/s)	(m/s)	(m)	(m s.n.m.)
1,254.38	110.00	65.77	1,265.07	2.32	4.11	5.12	1,259.50

DISEÑO DE LOS CUENCOS DISIPADORES

Diseño de los cuencos de disipación tomando en cuenta el descenso del nivel de restitución.

STILWEIR.W01

27-Mar-92

=====

REF: Ven Te Chow p. 410

CASO CUENCO DISIPADOR EN EL CAUCE DEL RIO:
efecto descenso del nivel en 4 metros

Caudal de diseño		3000.00 m ³ /s
Ancho cuenco		110.00 m
Altura Y1 de entrada		1.19 m
Velocidad de entrada		22.92 m/s
Numero de Froude F		6.71
Cota en el rio	Zrio	1262.14 m
COTA CRESTA DIENTE AL FIN CUENCO		1259.50 m
Nivel de energía abajo diente		1267.58 m

CALCULOS

Altura conjugada Y2		10.71 m
Altura de energía en Y2		11.04 m
Con seguridad de	10%	12.14 m

Altura critica del flujo		
encima del diente		4.23 m
Cota de la altura critica Zcrit		1263.73 m

Zcrit	Zrio
1263.73	1262.14

RESALTO CON SECCION CRITICA ENCIMA DIENTE Y FLUJO SUPERCRITICO ABAJO
EL DIENTE funciona como VERTEDERO ANCHO

Altura del diente	(m)	A CALCULAR COMO VERTEDERO ANCHO
(con coef. de seguridad)		

CALCULO DE LA ALTURA NECESARIA DEL DIENTE
 EN EL CASO QUE FUNCIONA COMO VERTEDERO ANCHO
 ++++++

Coef. de seguridad sobre Energia Y2 0.00

1. El diente se comporta como vertedero ancho con coef. 0.385

Valor estimado de altura diente D 4.69 m

2. El diente tiene un coeficiente de caudal funcion de su altura D
 y de Y2 (formula segun Ven Te Chow p.410)

Calculo de la altura D necesaria

Dinicial 4.16 m

D/Y1 3.51

Dcalculado 4.17 m

Dnuevo 4.16 m

(aplantar F9 hasta que Dnuevo=Dcalculado queda constante)

coef. de descarga segun V.T.C. 0.342

Altura D con coef. de seguridad 4.16 m

3. Valor máximo de D 4.69 m

Longitud cuenco $5(D+Yc)$ 44.61 m

RESUMEN

 ALTURA DIENTE (incl. coef.seguridad) 4.69 m
 Cota fondo cuenco mínimo necesario 1254.81 m
 =====>VALOR ESCOJIDO 1254.40 m LLENAR POR FAVOR!!
 Cota altura conjugada ZY2 1265.11 m
 Cota de la altura critica Zcrit 1263.73 m
 Cota en el rio Zrio 1262.14 m

APENDICE B

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS VERTEDEROS

DE LA CAPTACION

APENDICE B

Contenido

- B1. Vertedero Derecho - Bloque sobre Limo Arcilloso
- B2. Vertedero Derecho - Bloque sobre Aluvial Grueso
- B3. Vertedero Izquierdo

B1. VERTEDERO DERECHO - BLOQUE SOBRE LIMO ARCILLOSO

SALSTA01

01-Apr-92

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA VERTEDERO SALADO

VERIFICACION DE ESTABILIDAD

elc

VERTEDERO DERECHO
BLOQUES SOBRE LIMO ARGILLOSO
CASO 1

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	0.00
Nivel de la cresta (no aplicable)		(m s.n.m.)	=	1,281.85
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1,252.40
Altura de la presa	(h)	(m)	=	29.45
Nivel intersección paramentos	(f)	(m s.n.m.)	=	1,281.85
Altura de intersección paramentos		(m)	=	29.45
Nivel del agua en el embalse		(m s.n.m.)	=	1,281.10
Altura del agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	28.70
Nivel del agua a. abajo		(m s.n.m.)	=	1,266.00
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	13.60
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.25
Pendiente a. abajo	(.x)		=	1.00
Base de la presa		(m)	=	36.81
Drenes (SI/NO)			NO	
Coef. reducción subpresión	$S=S_o*n$	n	=	0.75
Distancia drenes al borde		(m)	=	4.00
Angulo de atrito en cimentación	(Of)	(o)	=	30.00
Cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	1.00
Coef. sismo horizontal	(g)		=	0.00
Coef. de reducción atrito	(fa)		=	1.00
Coef. de reducción cohesión	(fc)		=	1.00
Altura de sedimentos		(m)	=	23.60
Peso especifico sedimentos		(t/m3)	=	0.42
Nivel solera vertedero		(m s.n.m.)	=	1,276.00
Altura de vano vertedero hasta inters. param.		(m)	=	5.85
Borde libre en relac. inters. paramentos		(m)	=	0.75
Muros menos Sifones:	$4"2/4*PI*2-$	(m2)	=	(17.57)
Bloque del cuenco dissip.:	distancia eje-pié presa y		=	7.00
	base	(m)	=	72.00
	espesor equival	(m)	=	3.80
	peso espec. aparente		=	1.40
	limite base para calc.esf.		=	0.00
	distancia eje-pié presa x		=	72.81
	distancia eje-pié presa y		=	2.00

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	NORMAL		
Fuerzas de gravedad	Si		
Nivel del agua / T.R.	1,281.10 m	100 a	
Subpresión normal	Si		
Subpres dren/imperm inoperat	No		
Sismo	No		
Presión de sedimentos	Si		

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES				
-Peso del hormigón	(Vd)	(t)	=	1,301.64
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	172.32
-Subpresión	(So)	(t)	=	(739.30)
-Peso de sedimentos		(t)	=	29.24
-Compon.presión agua del sismo		(t)	=	0.00
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ ESFUERZOS		(t)	=	763.90
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ SEGUR DESL		(t)	=	1,146.69
PRESIONES HORIZONTALES				
-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	385.83
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(55.49)
-Presión de sedimentos		(t)	=	116.96
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	0.00
-FUERZA HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	447.31
MOMENTOS				
-Momento del peso hormigón	(Mvd)	(tm)	=	28,987.11
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	4,144.13
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	1018.91
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	34,150.14
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	3,533.75
-Momento subpresión	(Mso)	(tm)	=	13,965.46
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	920.10
-Momento sismo horizontal	(MHs)	(tm)	=	0.00
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	18,419.30

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1
Excentricidad	Coefficiente	Coefficiente	Esfuerzos en la fundación		
	seguridad	seguridad	(a. arriba)	(a. abajo)	
	volcamiento	deslizamiento			
(m)	FSv	FSd	(t/m2)	(t/m2)	

(2.19) 1.85 1.72 28.15 13.36

Coefficiente global (USBuRec): 1.72

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coeficiente de reducción atrito:	1.00
Coeficiente de reducción cohesión:	1.00

Seguridad al Deslizamiento:

Caso excepcional.....FS \geq	1.00
Caso normal.....FS \geq	1.50

Seguridad al Volcamiento:

Caso excepcional.....FS \geq	1.00
Caso normal.....FS \geq	1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA NORMAL

Seguridad al Deslizamiento:	FRESA ESTABLE	FS =	1.72
Seguridad al Volcamiento:	FRESA ESTABLE	FS =	1.85

GEOMETRIA DEL VERTEDERO

LONGITUD TOTAL DE LA ESTRUCTURA:	101.45	m
VANO UNITARIO:	24.00	m
BASE DEL VERTEDERO:	27.45	m
ALTURA DEL VERTEDERO:	29.45	m
ESPEJOR DE LA LOSA DEL CUENCO:	2.00	m
LONGITUD TOTAL DEL CUENCO:	72.00	m
ALTURA DEL MURO LATERAL:	11.60	m
ESPEJOR DEL MURO LATERAL:	2.00	m
ESPEJOR DEL DENTE EN EXTREMIDAD:	5.10	m
LONGITUD DEL DENTE:	6.00	m
ESPEJOR EQUIVALENTE MURO:	1.16	m
ESPEJOR EQUIVALENTE DEL DENTE:	0.64	m

SALSTA02

01-Apr-92

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA VERTEDERO SALADO

VERIFICACION DE ESTABILIDAD

elc

VERTEDERO DERECHO
BLOQUES SOBRE LIMO ARGILLOSO
CASO 2

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	0.00
Nivel de la cresta (no aplicable)		(m s.n.m.)	=	1,281.85
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1,252.40
Altura de la presa	(h)	(m)	=	29.45
Nivel inters. caras	(f)	(m s.n.m.)	=	1,281.85
Altura de intersección paramentos		(m)	=	29.45
Nivel del agua en el embalse		(m s.n.m.)	=	1,282.20
Altura de agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	29.80
Nivel del agua a. abajo		(m s.n.m.)	=	1,266.00
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	13.60
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.25
Pendiente a. abajo	(.x)		=	1.00
Base de la presa		(m)	=	36.81
Drenes (SI/NO)			NO	
Coef. reducción subpresión	$S=S_o*n$	n	=	0.75
Distancia drenes al borde		(m)	=	4.00
Angulo de atrito en cimentación	(Of)	(o)	=	30.00
Cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	1.00
Coef. sismo horizontal	(g)		=	0.00
Coef. de reducción atrito	(fa)		=	1.00
Coef. de reducción cohesión	(fc)		=	1.00
Altura de sedimentos		(m)	=	23.60
Peso especifico sedimentos		(t/m3)	=	0.42
Nivel solera vertedero		(m s.n.m.)	=	1,276.00
Altura de vano vertedero hasta inters. param.		(m)	=	5.85
Borde libre en relac. inters. paramentos		(m)	=	-0.35
Muros menos Sifones:	$4'2/4*\phi I*2-$	(m2)	=	(17.57)
Bloque del cuenco dissip.:	distancia eje-pié presa y		=	7.00
	base	(m)	=	72.00
	espesor equival	(m)	=	3.80
	peso espec. aparente		=	1.40
	limite base para calc.esf.		=	0.00
	distancia eje-pié presa x		=	72.81
	distancia eje-pié presa y		=	2.00

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	EXCEPCIONAL		
Fuerzas de gravedad	Si		
Nivel del agua (m) / T.R.		1,282.20	1000
Subpresión normal	Si		
Subpres dren/imperm inoperat	No		
Sismo	No		
Presión de sedimentos	Si		

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES				
-Peso del hormigón	(Vd)	(t)	=	1,286.73
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	180.35
-Subpresión	(So)	(t)	=	(756.69)
-Peso de sedimentos		(t)	=	29.24
-Compon.presión agua del sismo		(t)	=	0.00
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ ESFUERZOS		(t)	=	739.63
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ SEGUR DESL		(t)	=	1,122.42
PRESIONES HORIZONTALES				
-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	405.58
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(55.49)
-Presión de sedimentos		(t)	=	116.96
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	0.00
-FUERZA HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	467.05
MOMENTOS				
-Momento del peso hormigón	(Mvd)	(tm)	=	28,590.10
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	4,144.13
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	1018.91
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	33,753.13
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	3,982.39
-Momento subpresión	(Mso)	(tm)	=	13,965.46
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	920.10
-Momento sismo horizontal	(MHs)	(tm)	=	0.00
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	18,867.94

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1	1
1	Excentricidad	1	Coefficiente	1	Coefficiente	1
1		1	seguridad	1	seguridad	1
1		1	volcamiento	1	deslizamiento	1
1	(m)	1	FSv	1	FSd	1
				1	(t/m2)	1
					1	(t/m2)

(1.72) 1.79 1.62 25.72 14.46

Coefficiente global (USBuRec): 1.62

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coefficiente de reducción atrito:	1.00
Coefficiente de reducción cohesión:	1.00

Seguridad al Deslizamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

Seguridad al Volcamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA	EXCEPCIONAL		
Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.62
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.79

GEOMETRIA DEL VERTEDERO

LONGITUD TOTAL DE LA ESTRUCTURA:	101.45	m
VANO UNITARIO:	24.00	m
BASE DEL VERTEDERO:	27.45	m
ALTURA DEL VERTEDERO:	29.45	m
ESPESOR DE LA LOSA DEL CUENCO:	2.00	m
LONGITUD TOTAL DEL CUENCO:	72.00	m
ALTURA DEL MURO LATERAL:	11.60	m
ESPESOR DEL MURO LATERAL:	2.00	m
ESPESOR DEL DENTE EN EXTREMIDAD:	5.10	m
LONGITUD DEL DENTE:	6.00	m
ESPESOR EQUIVALENTE MURO:	1.16	m
ESPESOR EQUIVALENTE DEL DENTE:	0.64	m

SALSTA03

01-Apr-92

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA VERTEDERO SALADO

VERIFICACION DE ESTABILIDAD

elc

VERTEDERO DERECHO
BLOQUE SOBRE LIMO ARGILLOSO
CASO 3

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	0.00
Nivel de la cresta (no aplicable)		(m s.n.m.)	=	1,281.85
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1,252.40
Altura de la presa	(h)	(m)	=	29.45
Nivel inters. caras	(f)	(m s.n.m.)	=	1,281.85
Altura de intersección paramentos		(m)	=	29.45
Nivel del agua en el embalse		(m s.n.m.)	=	1,276.50
Altura del agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	24.10
Nivel del agua a. abajo		(m s.n.m.)	=	1,266.00
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	13.60
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.25
Pendiente a. abajo	(.x)		=	1.00
Base de la presa		(m)	=	36.81
Drenes (SI/NO)			NO	
Coef. reducción subpresión	$S=S_o*n$	n	=	0.75
Distancia drenes al borde		(m)	=	4.00
Angulo de atrito en cimentación	(Of)	(o)	=	30.00
Cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	1.00
Coef. sismo horizontal	(g)		=	0.25
Coef. de reducción atrito	(fa)		=	1.00
Coef. de reducción cohesión	(fc)		=	1.00
Altura de sedimentos		(m)	=	22.60
Peso especifico sedimentos		(t/m3)	=	0.42
Nivel solera vertedero		(m s.n.m.)	=	1,276.00
Altura de vano vertedero hasta inters. param.		(m)	=	5.85
Borde libre en relac. inters. paramentos		(m)	=	5.35
Muros menos Sifones:	4" 2/4" @PI*2-	(m2)	=	(17.57)
	distancia eje-pié presa y		=	7.00
Bloque del cuenco dissip.:	base	(m)	=	71.00
	espesor equival	(m)	=	3.81
	peso espec. aparente		=	1.40
	limite base para calc.esf.		=	0.00
	distancia eje-pié presa x		=	72.31
	distancia eje-pié presa y		=	2.00

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	EXCEPCIONAL		
Fuerzas de gravedad	Si		
Nivel del agua / T.R.		1,276.50 m	1 a
Subpresión normal	Si		
Subpres dren/imperm inoperat	No		
Sismo	Si		
Presión de sedimentos	Si		

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES			
-Peso del hormigón	(Vd)	(t)	= 1,332.55
-Pesos del agua	(Va)	(t)	= 141.96
-Subpresión	(So)	(t)	= (666.60)
-Peso de sedimentos		(t)	= 26.81
-Compon.presión agua del sismo		(t)	= 21.18
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ ESFUERZOS		(t)	= 855.91
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ SEGUR DESL		(t)	= 1,234.27
PRESIONES HORIZONTALES			
-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	= 290.15
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	= (55.49)
-Presión de sedimentos		(t)	= 107.26
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	= 407.23
-FUERZA HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	= 749.15
MOMENTOS			
-Momento del peso hormigón	(Mvd)	(tm)	= 29,844.46
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	= 4,144.13
-Momento peso sedimentos		(tm)	= 936.62
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	= 34,925.20
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	= 1,914.57
-Momento subpresión	(Mso)	(tm)	= 13,965.46
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	= 808.02
-Momento sismo horizontal	(MHs)	(tm)	= 3,135.50
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	= 19,823.54

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1	1
1 Excentricidad	1 Coeficiente	1 Coeficiente	1 Esfuerzos en la fundación	1	1	1
1	1 seguridad	1 seguridad	1(a. arriba)	1(a. abajo)	1	1
1	1 volcamiento	1 deslizamiento	1-----	1-----	1	1
1 (m)	1 FSv	1 FSd	1 (t/m2)	1 (t/m2)	1	1

0.76 1.76 1.10 20.36 26.14

Coeficiente global (USBuRec): 1.10

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coeficiente de reducción atrito:	1.00
Coeficiente de reducción cohesión:	1.00

Seguridad al Deslizamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

Seguridad al Volcamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA	EXCEPCIONAL		
Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.10
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.76

GEOMETRIA DEL VERTEDERO

LONGITUD TOTAL DE LA ESTRUCTURA:	101.45	m
VANO UNITARIO:	24.00	m
BASE DEL VERTEDERO:	27.45	m
ALTURA DEL VERTEDERO:	29.45	m
ESPESOR DE LA LOSA DEL CUENCO:	2.00	m
LONGITUD TOTAL DEL CUENCO:	71.00	m
ALTURA DEL MURO LATERAL:	11.60	m
ESPESOR DEL MURO LATERAL:	2.00	m
ESPESOR DEL DENTE EN EXTREMIDAD:	5.10	m
LONGITUD DEL DENTE:	6.00	m
ESPESOR EQUIVALENTE DE MUROS:	1.16	m
ESPESOR EQUIVALENTE DEL DENTE:	0.65	m

SALSTA04

01-Apr-82

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA VERTEDERO SALADO

VERIFICACION DE ESTABILIDAD

elc

VERTEDERO DERECHO
BLOQUES SOBRE LIMO ARGILLOSO
CASO 4

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00	
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40	
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	0.00	
Nivel de la cresta (no aplicable)		(m s.n.m.)	=	1,281.85	
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1,252.40	
Altura de la presa	(h)	(m)	=	29.45	
Nivel inters. paramentos	(f)	(m s.n.m.)	=	1,281.85	
Altura de intersección paramentos		(m)	=	29.45	
Nivel del agua en el embalse / T.R.		(m s.n.m.)	=	1,281.10	100
Altura de agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	28.70	
Nivel del agua a. abajo		(m s.n.m.)	=	1,266.00	
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	13.60	
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.25	
Pendiente a. abajo	(.x)		=	1.00	
Base de la presa		(m)	=	36.81	
Drenes (SI/NO)				NO	
Coef. reducción subpresión	$S=S_o*n$	n	=	1.00	
Distancia drenes al borde		(m)	=	0.00	
Angulo de atrito en cimentación	(Of)	(o)	=	30.00	
Cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	1.00	
Coef. sismo horizontal	(g)		=	0.00	
Coef. de reducción atrito	(fa)		=	1.00	0.0%
Coef. de reducción cohesión	(fc)		=	1.00	
Altura de sedimentos		(m)	=	23.60	
Peso especifico aparente de sedimentos		(t/m3)	=	0.42	
Nivel solera vertedero		(m s.n.m.)	=	1,276.00	
Altura de vano vertedero hasta inters. param.		(m)	=	5.85	
Borde libre en relac. inters. paramentos		(m)	=	0.75	
Muros menos Sifones:	$4 \cdot 2/4 \cdot \pi \cdot 2-$	(m2)	=	(17.57)	
	distancia eje-pié presa y		=	7.00	
Bloque del cuenco dissip.:	base	(m)	=	72.00	
	espesor equival	(m)	=	3.80	5.32
	peso espec. aparente		=	1.40	
	limite base para calc.esf.		=	0.00	
	distancia eje-pié presa x		=	72.81	
	distancia eje-pié presa y		=	2.00	

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	EXCEPCIONAL		
Fuerzas de gravedad	Si		
Nivel del agua / T.R.		1,281.10 m	100 a
Subpresión normal	No		
Subpres dren/imperm inoperat	Si		
Sismo	No		
Presión de sedimentos	Si		

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES				
-Peso del hormigón	(Vd)	(t)	=	1,301.64
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	172.32
-Subpresión	(So)	(t)	=	(778.58)
-Peso de sedimentos		(t)	=	29.24
-Compon.presión agua del sismo		(t)	=	0.00
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ ESFUERZOS		(t)	=	724.62
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ SEGUR DESL		(t)	=	1,107.41
PRESIONES HORIZONTALES				
-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	385.83
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(55.49)
-Presión de sedimentos		(t)	=	116.96
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	0.00
-FUERZA HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	447.31
MOMENTOS				
-Momento del peso hormigón	(Mvd)	(tm)	=	29,155.78
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	4,144.13
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	1018.91
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	34,318.81
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	3,533.75
-Momento subpresión	(Mso)	(tm)	=	16,374.85
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	920.10
-Momento sismo horizontal	(MHs)	(tm)	=	0.00
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	20,828.70

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1	1
Excentricidad	Coefficiente	Coefficiente	Esfuerzos en la fundación			
	seguridad	seguridad	(a. arriba)	(a. abajo)		
	volcamiento	deslizamiento				
(m)	FSv	FSd	(t/m2)	(t/m2)		

(0.21) 1.65 1.67 20.36 19.01

Coefficiente global (USEuRec): 1.67

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coefficiente de reducción atrito:	1.00
Coefficiente de reducción cohesión:	1.00

Seguridad al Deslizamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

Seguridad al Volcamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA EXCEPCIONAL

Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.67
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.65

GEOMETRIA DEL VERTEDERO

LONGITUD TOTAL DE LA ESTRUCTURA:	101.45	m
VANO UNITARIO:	24.00	m
BASE DEL VERTEDERO:	27.45	m
ALTURA DEL VERTEDERO:	29.45	m
ESPESOR DE LA LOSA DEL CUENCO:	2.00	m
LONGITUD TOTAL DEL CUENCO:	72.00	m
ALTURA DEL MURO LATERAL:	11.60	m
ESPESOR DEL MURO LATERAL:	2.00	m
ESPESOR DEL DENTE EN EXTREMIDAD:	5.10	m
LONGITUD DEL DENTE:	6.00	m
ESPESOR EQUIVALENTE MURO:	1.16	m
ESPESOR EQUIVALENTE DEL DENTE:	0.64	m

B2. VERTEDERO DERECHO - BLOQUE SOBRE ALUVIAL GRUESO

SALSTA11

26-Mar-92

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA VERTEDERO SALADO

VERIFICACION DE ESTABILIDAD

elc

VERTEDERO DERECHO
BLOQUES SOBRE ALUVIAL GRUESO
CASO 1

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00	
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40	
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	0.00	
Nivel de la cresta (no aplicable)		(m s.n.m.)	=	1,281.85	
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1,252.40	
Altura de la presa	(h)	(m)	=	29.45	
Nivel intersección paramentos	(f)	(m s.n.m.)	=	1,281.85	
Altura de intersección paramentos		(m)	=	29.45	
Nivel del agua en el embalse		(m s.n.m.)	=	1,281.10	100
Altura del agua en el embalse	(Ha)	(m)	=	28.70	
Nivel del agua a. abajo		(m s.n.m.)	=	1,266.00	
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	13.60	
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.25	
Pendiente a. abajo	(.x)		=	1.00	
Base de la presa		(m)	=	36.81	
Drenes (SI/NO)				NO	
Coef. reducción subpresión	S=So*n	n	=	0.75	
Distancia drenes al borde		(m)	=	8.00	
Angulo de atrito en cimentación	(Of)	(o)	=	38.00	
Cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	0.00	
Coef. sismo horizontal	(g)		=	0.00	
Coef. de reducción atrito	(fa)		=	1.00	
Coef. de reducción cohesión	(fc)		=	1.00	
Altura de sedimentos		(m)	=	23.60	
Peso especifico sedimentos		(t/m3)	=	0.42	
Nivel solera vertedero		(m s.n.m.)	=	1,276.00	
Altura de vano vertedero hasta inters. param.		(m)	=	5.85	
Borde libre en relac. inters. paramentos		(m)	=	0.75	
Muros menos Sifones:	4^2/4*PI*2-	(m2)	=	(17.57)	
	distancia eje-pié presa y		=	7.00	
Bloque del cuenco dissip.:	base	(m)	=	71.00	
	espesor equival	(m)	=	3.81	5.33
	peso espec. aparente		=	1.40	
	limite base para calc.esf.		=	0.00	
	distancia eje-pié presa x		=	72.31	
	distancia eje-pié presa y		=	2.00	

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	NORMAL		
Fuerzas de gravedad	Si		
Nivel del agua / T.R.		1,281.10 m	100 a
Subpresión normal	Si		
Subpresión drenes inoperantes	No		
Sismo	No		
Presión de sedimentos	Si		

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES				
-Peso del hormigón	(Vd)	(t)	=	1,301.64
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	172.32
-Subpresión	(So)	(t)	=	(769.50)
-Peso de sedimentos		(t)	=	29.24
-Compon.presión agua del sismo		(t)	=	0.00
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ ESFUERZOS		(t)	=	733.70
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ SEGUR DESL		(t)	=	1,112.07
PRESIONES HORIZONTALES				
-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	385.83
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(55.49)
-Presión de sedimentos		(t)	=	116.96
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	0.00
-FUERZA HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	447.31
MOMENTOS				
-Momento del peso hormigón	(Mvd)	(tm)	=	28,818.44
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	4,144.13
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	1018.91
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	33,981.47
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	3,533.75
-Momento subpresión	(Mso)	(tm)	=	14,797.31
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	920.10
-Momento sismo horizontal	(MHs)	(tm)	=	0.00
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	19,251.16

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1
Excentricidad	Coficiente seguridad	Coficiente seguridad	Esfuerzos en la fundación	(a. arriba)	(a. abajo)
1	1	1	1	1	1
(m)	FSv	FSd	(t/m2)	(t/m2)	

(1.67)

1.77

1.94

25.36

14.50

Coficiente global (USBuRec):

1.94

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coefficiente de reducción atrito:	1.00
Coefficiente de reducción cohesión:	1.00

Seguridad al Deslizamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

Seguridad al Volcamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA NORMAL

Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.94
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.77

GEOMETRIA DEL VERTEDERO

LONGITUD TOTAL DE LA ESTRUCTURA:	101.45	m
VANO UNITARIO:	24.00	m
BASE DEL VERTEDERO:	27.45	m
ALTURA DEL VERTEDERO:	29.45	m
ESPESOR DE LA LOSA DEL CUENCO:	2.00	m
LONGITUD TOTAL DEL CUENCO:	71.00	m
ALTURA DEL MURO LATERAL:	11.60	m
ESPESOR DEL MURO LATERAL:	2.00	m
ESPESOR DEL DENTE EN EXTREMIDAD:	5.10	m
LONGITUD DEL DENTE:	6.00	m
ESPESOR EQUIVALENTE MURO:	1.16	m
ESPESOR EQUIVALENTE DEL DENTE:	0.65	m

SALSTA12

26-Mar-92

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA VERTEDERO SALADO

VERIFICACION DE ESTABILIDAD

elc

VERTEDERO DERECHO
BLOQUES SOBRE ALUVIAL GRUESO
CASO 2

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	0.00
Nivel de la cresta (no aplicable)		(m s.n.m.)	=	1,281.85
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1,252.40
Altura de la presa	(h)	(m)	=	29.45
Nivel inters. caras	(f)	(m s.n.m.)	=	1,281.85
Altura de intersección paramentos		(m)	=	29.45
Nivel del agua en el embalse / T.R.		(m s.n.m.)	=	1,282.20
Altura de agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	29.80
Nivel del agua a. abajo		(m s.n.m.)	=	1,266.00
Altura del agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	13.60
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.25
Pendiente a. abajo	(.x)		=	1.00
Base de la presa		(m)	=	36.81
Drenes (SI/NO)			NO	
Coef. reducción subpresión	$S=So*n$	n	=	0.75
Distancia drenes al borde		(m)	=	8.00
Angulo de atrito en cimentación	(Of)	(o)	=	38.00
Cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	0.00
Coef. sismo horizontal	(g)		=	0.00
Coef. de reducción atrito	(fa)		=	1.00
Coef. de reducción cohesión	(fc)		=	1.00
Altura de sedimentos		(m)	=	23.60
Peso especifico sedimentos		(t/m3)	=	0.42
Nivel solera vertedero		(m s.n.m.)	=	1,276.00
Altura de vano vertedero hasta inters. param.		(m)	=	5.85
Borde libre en relac. inters. paramentos		(m)	=	-0.35
Muros menos Sifones:	$4^{2/4} * \pi * 2$	(m2)	=	(17.57)
	distancia eje-pié presa y		=	7.00
Bloque del cuenco dissip.:	base	(m)	=	71.00
	espesor equival	(m)	=	3.81
	peso espec. aparente		=	1.40
	limite base para calc.esf.		=	0.00
	distancia eje-pié presa x		=	72.31
	distancia eje-pié presa y		=	2.00

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	EXCEPCIONAL		
Fuerzas de gravedad	Si		
Nivel del agua (m) / T.R.		1,282.20	1000
Subpresión normal	Si		
Subpresión drenes inoperantes	No		
Sismo	No		
Presión de sedimentos	Si		

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES				
-Peso del hormigón	(Vd)	(t)	=	1,286.73
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	180.35
-Subpresión	(So)	(t)	=	(789.09)
-Peso de sedimentos		(t)	=	29.24
-Compon.presión agua del sismo		(t)	=	0.00
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ ESFUERZOS		(t)	=	707.23
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ SEGUR DESL		(t)	=	1,085.59
PRESIONES HORIZONTALES				
-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	405.58
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(55.49)
-Presión de sedimentos		(t)	=	116.96
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	0.00
-FUERZA HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	467.05
MOMENTOS				
-Momento del peso hormigón	(Mvd)	(tm)	=	28,421.43
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	4,144.13
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	1018.91
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	33,584.47
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	3,982.39
-Momento subpresión	(Mso)	(tm)	=	14,797.31
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	920.10
-Momento sismo horizontal	(MHs)	(tm)	=	0.00
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	19,699.80

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1	1
Excentricidad	Coeficiente seguridad	Coeficiente seguridad	Esfuerzos en la fundación	(a. arriba)	(a. abajo)	
1	1	1	1	1	1	1
(m)	FSv	FSd	(t/m2)	(t/m2)		

(1.23)

1.70

1.82

23.05

15.37

Coeficiente global (USBuRec):

1.82

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coeficiente de reducción atrito:	1.00
Coeficiente de reducción cohesión:	1.00

Seguridad al Deslizamiento:

Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

Seguridad al Volcamiento:

Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA EXCEPCIONAL

Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.82
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.70

GEOMETRIA DEL VERTEDERO

LONGITUD TOTAL DE LA ESTRUCTURA:	101.45	m
VANO UNITARIO:	24.00	m
BASE DEL VERTEDERO:	27.45	m
ALTURA DEL VERTEDERO:	29.45	m
ESPESOR DE LA LOSA DEL CUENCO:	2.00	m
LONGITUD TOTAL DEL CUENCO:	71.00	m
ALTURA DEL MURO LATERAL:	11.60	m
ESPESOR DEL MURO LATERAL:	2.00	m
ESPESOR DEL DENTE EN EXTREMIDAD:	5.10	m
LONGITUD DEL DENTE:	6.00	m
ESPESOR EQUIVALENTE MURO:	1.16	m
ESPESOR EQUIVALENTE DEL DENTE:	0.65	m

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA VERTEDERO SALADO

VERIFICACION DE ESTABILIDAD

elc

VERTEDERO DERECHO
BLOQUES SOBRE ALUVIAL GRUESO
CASO 3

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	0.00
Nivel de la cresta (no aplicable)		(m s.n.m.)	=	1,281.85
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1,252.40
Altura de la presa	(h)	(m)	=	29.45
Nivel inters. caras	(f)	(m s.n.m.)	=	1,281.85
Altura de intersección paramentos		(m)	=	29.45
Nivel del agua en el embalse / T.R.		(m s.n.m.)	=	1,281.10
Altura de agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	28.70
Nivel del agua a. abajo		(m s.n.m.)	=	1,266.00
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	13.60
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.25
Pendiente a. abajo	(.x)		=	1.00
Base de la presa		(m)	=	36.81
Drenes (SI/NO)			NO	
Coef. reducción subpresión	$S=So*n$	n	=	0.75
Distancia drenes al borde		(m)	=	8.00
Angulo de atrito en cimentación	(Of)	(o)	=	38.00
Cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	0.00
Coef. sismo horizontal	(g)		=	0.25
Coef. de reducción atrito	(fa)		=	1.00
Coef. de reducción cohesión	(fc)		=	1.00
Altura de sedimentos		(m)	=	23.60
Peso especifico sedimentos		(t/m3)	=	0.42
Nivel solera vertedero		(m s.n.m.)	=	1,276.00
Altura de vano vertedero hasta inters. param.		(m)	=	5.85
Borde libre en relac. inters. paramentos		(m)	=	0.75
Muros menos Sifones:	$4^{2/4}*\pi*2-$	(m2)	=	(17.57)
Bloque del cuenco dissip.:	distancia eje-pié presa y		=	7.00
	base	(m)	=	71.00
	espesor equival	(m)	=	3.81
	peso espec. aparente		=	1.40
	limite base para calc.esf.		=	0.00
	distancia eje-pié presa x		=	72.31
	distancia eje-pié presa y		=	2.00

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	EXCEPCIONAL		
Fuerzas de gravedad	Si		
Nivel del agua / T.R.		1,281.10 m	100 a
Subpresión normal	Si		
Subpresión drenes inoperantes	No		
Sismo	Si		
Presión de sedimentos	Si		

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES				
-Peso del hormigón	(Vd)	(t)	=	1,301.64
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	172.32
-Subpresión	(So)	(t)	=	(769.50)
-Peso de sedimentos		(t)	=	29.24
-Compon.presión agua del sismo		(t)	=	30.03
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ ESFUERZOS		(t)	=	763.73
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ SEGUR DESL		(t)	=	1,142.10
PRESIONES HORIZONTALES				
-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	385.83
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(55.49)
-Presión de sedimentos		(t)	=	116.96
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	427.40
-FUERZA HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	874.71
MOMENTOS				
-Momento del peso hormigón	(Mvd)	(tm)	=	28,818.44
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	4,144.13
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	1018.91
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	33,981.47
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	3,533.75
-Momento subpresión	(Mso)	(tm)	=	14,797.31
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	920.10
-Momento sismo horizontal	(MHs)	(tm)	=	3,406.60
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	22,657.75

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1	1
1	Excentricidad	1	Coefficiente seguridad	1	Coefficiente seguridad	1
1		1	volcamiento	1	deslizamiento	1
1	(m)	1	FSv	1	FSd	1
				1	(t/m2)	1
				1	(t/m2)	1

3.58 1.50 1.02 8.64 32.85

Coefficiente global (USBuRec): 1.02

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coefficiente de reducción atrito:	1.00
Coefficiente de reducción cohesión:	1.00

Seguridad al Deslizamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

Seguridad al Volcamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA	EXCEPCIONAL		
Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.02
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.50

GEOMETRIA DEL VERTEDERO

LONGITUD TOTAL DE LA ESTRUCTURA:	101.45	m
VANO UNITARIO:	24.00	m
BASE DEL VERTEDERO:	27.45	m
ALTURA DEL VERTEDERO:	29.45	m
ESPESOR DE LA LOSA DEL CUENCO:	2.00	m
LONGITUD TOTAL DEL CUENCO:	71.00	m
ALTURA DEL MURO LATERAL:	11.60	m
ESPESOR DEL MURO LATERAL:	2.00	m
ESPESOR DEL DENTE EN EXTREMIDAD:	5.10	m
LONGITUD DEL DENTE:	6.00	m
ESPESOR EQUIVALENTE MURO:	1.16	m
ESPESOR EQUIVALENTE DEL DENTE:	0.65	m

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA VERTEDERO SALADO

VERIFICACION DE ESTABILIDAD

elc

VERTEDERO DERECHO
BLOQUES SOBRE ALUVIAL GRUESO
CASO 4

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	0.00
Nivel de la cresta (no aplicable)		(m s.n.m.)	=	1,281.85
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1,252.40
Altura de la presa	(h)	(m)	=	29.45
Nivel inters. paramentos	(f)	(m s.n.m.)	=	1,281.85
Altura de intersección paramentos		(m)	=	29.45
Nivel del agua en el embalse / T.R.		(m s.n.m.)	=	1,281.10
Altura de agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	28.70
Nivel del agua a. abajo		(m s.n.m.)	=	1,266.00
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	13.60
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.25
Pendiente a. abajo	(.x)		=	1.00
Base de la presa		(m)	=	36.81
Drenes (SI/NO)			NO	
Coef. reducción subpresión	$S=So*n$	n	=	1.00
Distancia drenes al borde		(m)	=	0.00
Angulo de atrito en cimentación	(Of)	(o)	=	38.00
Cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	0.00
Coef. sismo horizontal	(g)		=	0.00
Coef. de reducción atrito	(fa)		=	1.00
Coef. de reducción cohesión	(fc)		=	1.00
Altura de sedimentos		(m)	=	23.60
Peso especifico aparente de sedimentos		(t/m3)	=	0.42
Nivel solera vertedero		(m s.n.m.)	=	1,276.00
Altura de vano vertedero hasta inters. param.		(m)	=	5.85
Borde libre en relac. inters. paramentos		(m)	=	0.75
Muros menos Sifones:	$4\frac{2}{4}*PI*2-$	(m2)	=	(17.57)
	distancia eje-pié presa y		=	7.00
Bloque del cuenco dissip.:	base	(m)	=	71.00
	espesor equival	(m)	=	3.81
	peso espec. aparente		=	1.40
	limite base para calc.esf.		=	0.00
	distancia eje-pié presa x		=	72.31
	distancia eje-pié presa y		=	2.00

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	EXCEPCIONAL		
Fuerzas de gravedad	Si		
Nivel del agua / T.R.		1,281.10 m	100 a
Subpresión normal	No		
Subpresión dren/imperm inop.	Si		
Sismo	No		
Presión de sedimentos	Si		

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES				
-Peso del hormigón	(Vd)	(t)	=	1,301.64
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	172.32
-Subpresión	(So)	(t)	=	(778.58)
-Peso de sedimentos		(t)	=	29.24
-Compon. presión agua del sismo		(t)	=	0.00
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ ESFUERZOS		(t)	=	724.62
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ SEGUR DESL		(t)	=	1,102.98
PRESIONES HORIZONTALES				
-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	385.83
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(55.49)
-Presión de sedimentos		(t)	=	116.96
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	0.00
-FUERZA HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	447.31
MOMENTOS				
-Momento del peso hormigón	(Mvd)	(tm)	=	29,155.78
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	4,144.13
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	1018.91
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	34,318.81
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	3,533.75
-Momento subpresión	(Mso)	(tm)	=	16,374.85
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	920.10
-Momento sismo horizontal	(MHs)	(tm)	=	0.00
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	20,828.70

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1	1
Excentricidad	Coefficiente seguridad	Coefficiente seguridad	Esfuerzos en la fundación	(a. arriba)	(a. abajo)	
1	1	1	1	1	1	1
(m)	FSv	FSd	(t/m2)	(t/m2)		
(0.21)	1.65	1.93	20.36	19.01		
Coeficiente global (USBuRec):		1.93				

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coeficiente de reducción atrito:	1.00
Coeficiente de reducción cohesión:	1.00

Seguridad al Deslizamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

Seguridad al Volcamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA	EXCEPCIONAL		
Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.93
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.65

GEOMETRIA DEL VERTEDERO

LONGITUD TOTAL DE LA ESTRUCTURA:	101.45	m
VANO UNITARIO:	24.00	m
BASE DEL VERTEDERO:	27.45	m
ALTURA DEL VERTEDERO:	29.45	m
ESPESOR DE LA LOSA DEL CUENCO:	2.00	m
LONGITUD TOTAL DEL CUENCO:	71.00	m
ALTURA DEL MURO LATERAL:	11.60	m
ESPESOR DEL MURO LATERAL:	2.00	m
ESPESOR DEL DENTE EN EXTREMIDAD:	5.10	m
LONGITUD DEL DENTE:	6.00	m
ESPESOR EQUIVALENTE MURO:	1.16	m
ESPESOR EQUIVALENTE DEL DENTE:	0.65	m

B3. VERTEDERO IZQUIERDO

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA VERTEDERO SALADO

VERIFICACION DE ESTABILIDAD

elc

VERTEDERO IZQUIERDO
BLOQUES SOBRE ALUVIAL GRUESO
CASO 1

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00	
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40	
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	0.00	
Nivel de la cresta (no aplicable)		(m s.n.m.)	=	1,281.05	
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1,251.60	
Altura de la presa	(h)	(m)	=	29.45	
Nivel intersección paramentos	(f)	(m s.n.m.)	=	1,281.05	
Altura de intersección paramentos		(m)	=	29.45	
Nivel del agua en el embalse / T.R.		(m s.n.m.)	=	1,281.10	100
Altura del agua en el embalse	(Ha)	(m)	=	29.50	
Nivel del agua a. abajo		(m s.n.m.)	=	1,266.00	
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	14.40	
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.25	
Pendiente a. abajo	(.x)		=	1.00	
Base de la presa		(m)	=	36.81	
Drenes (SI/NO)				NO	
Coef. reducción subpresión	$S=So*n$	n	=	0.75	
Distancia drenes al borde		(m)	=	8.00	
Angulo de atrito en cimentación	(Of)	(o)	=	38.00	
Cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	0.00	
Coef. sismo horizontal	(g)		=	0.00	
Coef. de reducción atrito	(fa)		=	1.00	0.0%
Coef. de reducción cohesión	(fc)		=	1.00	
Altura de sedimentos		(m)	=	23.40	
Peso especifico sedimentos		(t/m3)	=	0.42	
Nivel solera vertedero		(m s.n.m.)	=	1,275.00	
Altura de vano vertedero hasta inters. param.		(m)	=	6.05	
Borde libre en relac. inters. paramentos		(m)	=	-0.05	
Muros menos Sifones:	$4^{1/2}/4*PI*2-$	(m2)	=	(10.45)	
	distancia eje-pié presa y		=	7.00	
Bloque del cuenco dissip.:	base	(m)	=	74.00	
	espesor equival	(m)	=	3.59	5.02
	peso espec. aparente		=	1.40	
	limite base para calc.esf.		=	0.00	
	distancia eje-pié presa x		=	73.81	
	distancia eje-pié presa y		=	2.00	

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	NORMAL		
Fuerzas de gravedad	Si		
Nivel del agua / T.R.		1,281.10 m	100 a
Subpresión normal	Si		
Subpresión drenes inoperantes	No		
Sismo	No		
Presión de sedimentos	Si		

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES				
-Peso del hormigón	(Vd)	(t)	=	1,270.41
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	186.54
-Subpresión	(So)	(t)	=	(798.95)
-Peso de sedimentos		(t)	=	28.75
-Compon.presión agua del sismo		(t)	=	0.00
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ ESFUERZOS		(t)	=	686.74
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ SEGUR DESL		(t)	=	1,058.35
PRESIONES HORIZONTALES				
-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	397.92
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(62.21)
-Presión de sedimentos		(t)	=	114.99
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	0.00
-FUERZA HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	450.69
MOMENTOS				
-Momento del peso hormigón	(Mvd)	(tm)	=	27,929.58
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	4,222.55
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	1002.19
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	33,154.31
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	3,779.82
-Momento subpresión	(Mso)	(tm)	=	14,908.00
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	896.90
-Momento sismo horizontal	(MHs)	(tm)	=	0.00
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	19,584.73

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1
1 Excentricidad	1 Coeficiente	1 Coeficiente	1 Esfuerzos en la fundación	1	1
1	1 seguridad	1 seguridad	1(a. arriba) 1 (a. abajo)	1	1
1	1 volcamiento	1 deslizamiento	1-----1-----1	1	1
1 (m)	1 FSv	1 FSd	1 (t/m2)	1 (t/m2)	1
	(1.35)	1.69	1.83	22.77	14.54
Coeficiente global (USEuRec):		1.83			

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coefficiente de reducción atrito:	1.00
Coefficiente de reducción cohesión:	1.00

Seguridad al Deslizamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

Seguridad al Volcamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA	NORMAL			
Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =		1.83
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =		1.69

GEOMETRIA DEL VERTEDERO

LONGITUD TOTAL DE LA ESTRUCTURA:	101.45	m
VANO UNITARIO:	24.00	m
BASE DEL VERTEDERO:	27.45	m
ALTURA DEL VERTEDERO:	29.45	m
ESPESOR DE LA LOSA DEL CUENCO:	2.00	m
LONGITUD TOTAL DEL CUENCO:	74.00	m
ALTURA DEL MURO LATERAL:	11.60	m
ESPESOR DEL MURO LATERAL:	2.00	m
ESPESOR DEL DENTE EN EXTREMIDAD:	5.10	m
LONGITUD DEL DENTE:	6.00	m
ESPESOR EQUIVALENTE MURO:	0.97	m
ESPESOR EQUIVALENTE DEL DENTE:	0.62	m

SALSTA32

26-Mar-92

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA VERTEDERO SALADO

VERIFICACION DE ESTABILIDAD

elc

VERTEDERO IZQUIERDO
BLOQUES SOBRE ALUVIAL GRUESO
CASO 2

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	0.00
Nivel de la cresta (no aplicable)		(m s.n.m.)	=	1,281.05
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1,251.60
Altura de la presa	(h)	(m)	=	29.45
Nivel inters. caras	(f)	(m s.n.m.)	=	1,281.05
Altura de intersección paramentos		(m)	=	29.45
Nivel del agua en el embalse / T.R.		(m s.n.m.)	=	1,282.20
Altura del agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	30.60
Nivel del agua a. abajo		(m s.n.m.)	=	1,266.00
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	14.40
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.25
Pendiente a. abajo	(.x)		=	1.00
Base de la presa		(m)	=	36.81
Drenes (SI/NO)				NO
Coef. reducción subpresión	$S=So*n$	n	=	0.75
Distancia drenes al borde		(m)	=	8.00
Angulo de atrito en cimentación	(Of)	(o)	=	38.00
Cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	0.00
Coef. sismo horizontal	(g)		=	0.00
Coef. de reducción atrito	(fa)		=	1.00
Coef. de reducción cohesión	(fc)		=	1.00
Altura de sedimentos		(m)	=	23.40
Peso especifico sedimentos		(t/m3)	=	0.42
Nivel solera vertedero		(m s.n.m.)	=	1,275.00
Altura de vano vertedero hasta inters. param.		(m)	=	6.05
Borde libre en relac. inters. paramentos		(m)	=	-1.15
Muros menos Sifones:	$4^2/4*PI*2-$	(m2)	=	(10.45)
	distancia eje-pié presa y		=	7.00
Bloque del cuenco dissip.:	base	(m)	=	74.00
	espesor equival	(m)	=	3.59
	peso espec. aparente		=	1.40
	limite base para calc.esf.		=	0.00
	distancia eje-pié presa x		=	73.81
	distancia eje-pié presa y		=	2.00

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	EXCEPCIONAL		
Fuerzas de gravedad	Si		
Nivel del agua / T.R.		1,282.20 m	1000 a
Subpresión normal	Si		
Subpresión drenes inoperantes	No		
Sismo	No		
Presión de sedimentos	Si		

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES				
-Peso del hormigón	(Vd)	(t)	=	1,252.85
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	194.64
-Subpresión	(So)	(t)	=	(818.54)
-Peso de sedimentos		(t)	=	28.75
-Compon.presión agua del sismo		(t)	=	0.00
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ ESFUERZOS		(t)	=	657.70
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ SEGUR DESL		(t)	=	1,029.31
PRESIONES HORIZONTALES				
-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	416.34
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(62.21)
-Presión de sedimentos		(t)	=	114.99
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	0.00
-FUERZA HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	469.12
MOMENTOS				
-Momento del peso hormigón	(Mvd)	(tm)	=	27,471.06
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	4,222.55
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	1002.19
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	32,695.80
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	4,238.03
-Momento subpresión	(Mso)	(tm)	=	14,908.00
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	896.90
-Momento sismo horizontal	(MHs)	(tm)	=	0.00
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	20,042.93

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1	1
1 Excentricidad	1 Coeficiente	1 Coeficiente	1 Esfuerzos en la fundación			
1	1 seguridad	1 seguridad	1(a. arriba) 1 (a. abajo) 1			
1	1 volcamiento	1 deslizamiento	1-----1-----1			
1 (m)	1 FSv	1 FSd	1 (t/m2) 1 (t/m2) 1			
	(0.83)	1.63	1.71	20.29	15.44	
Coeficiente global (USBuRec):			1.71			

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coeficiente de reducción atrito:	1.00
Coeficiente de reducción cohesión:	1.00

Seguridad al Deslizamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

Seguridad al Volcamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA	EXCEPCIONAL		
Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.71
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.63

GEOMETRIA DEL VERTEDERO

LONGITUD TOTAL DE LA ESTRUCTURA:	101.45	m
VANO UNITARIO:	24.00	m
BASE DEL VERTEDERO:	27.45	m
ALTURA DEL VERTEDERO:	29.45	m
ESPESOR DE LA LOSA DEL CUENCO:	2.00	m
LONGITUD TOTAL DEL CUENCO:	74.00	m
ALTURA DEL MURO LATERAL:	11.60	m
ESPESOR DEL MURO LATERAL:	2.00	m
ESPESOR DEL DENTE EN EXTREMIDAD:	5.10	m
LONGITUD DEL DENTE:	6.00	m
ESPESOR EQUIVALENTE MURO:	0.97	m
ESPESOR EQUIVALENTE DEL DENTE:	0.62	m

SALSTA33

26-Mar-92

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA VERTEDERO SALADO

VERIFICACION DE ESTABILIDAD

elc

VERTEDERO IZQUIERDO
BLOQUES SOBRE ALUVIAL GRUESO
CASO 3

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	0.00
Nivel de la cresta (no aplicable)		(m s.n.m.)	=	1,281.05
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1,251.60
Altura de la presa	(h)	(m)	=	29.45
Nivel inters. caras	(f)	(m s.n.m.)	=	1,281.05
Altura de intersección paramentos		(m)	=	29.45
Nivel del agua en el embalse / T.R.		(m s.n.m.)	=	1,276.50
Altura del agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	24.90
Nivel del agua a. abajo		(m s.n.m.)	=	1,266.00
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	14.40
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.30
Pendiente a. abajo	(.x)		=	1.00
Base de la presa		(m)	=	38.29
Drenes (SI/NO)			SI	
Coef. reducción subpresión	$S=So*n$	n	=	0.75
Distancia drenes al borde		(m)	=	8.00
Angulo de atrito en cimentación	(Of)	(o)	=	38.00
Cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	0.00
Coef. sismo horizontal	(g)		=	0.25
Coef. de reducción atrito	(fa)		=	1.00
Coef. de reducción cohesión	(fc)		=	1.00
Altura de sedimentos		(m)	=	23.40
Peso especifico sedimentos		(t/m3)	=	0.42
Nivel solera vertedero		(m s.n.m.)	=	1,275.00
Altura de vano vertedero hasta inters. param.		(m)	=	6.05
Borde libre en relac. inters. paramentos		(m)	=	4.55
Muros menos Sifones:	$4^{2/4}*PI*2-$	(m2)	=	(11.88)
	distancia eje-pié presa y		=	7.00
Bloque del cuenco dissip.:	base	(m)	=	74.00
	espesor equival	(m)	=	3.59
	peso espec. aparente		=	1.40
	limite base para calc.esf.		=	0.00
	distancia eje-pié presa x		=	75.29
	distancia eje-pié presa y		=	2.00

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	EXCEPCIONAL		
Fuerzas de gravedad	Si		
Nivel del agua / T.R.		1,276.50 m	100 a
Subpresión normal	No		
Subpresión drenes inoperantes	Si		
Sismo	Si		
Presión de sedimentos	Si		

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES				
-Peso del hormigón	(Vd)	(t)	=	1,365.62
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	170.76
-Subpresión	(So)	(t)	=	(744.05)
-Peso de sedimentos		(t)	=	34.50
-Compon.presión agua del sismo		(t)	=	27.13
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ ESFUERZOS		(t)	=	853.95
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ SEGUR DESL		(t)	=	1,225.56
PRESIONES HORIZONTALES				
-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	307.76
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(62.21)
-Presión de sedimentos		(t)	=	114.99
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	424.04
-FUERZA HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	784.58
MOMENTOS				
-Momento del peso hormigón	(Mvd)	(tm)	=	30,965.81
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	5,095.23
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	1239.97
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	37,301.01
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	2,082.20
-Momento subpresión	(Mso)	(tm)	=	16,061.10
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	896.90
-Momento sismo horizontal	(MHs)	(tm)	=	3,067.36
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	22,107.57

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1	1
Excentricidad	Coeficiente seguridad	Coeficiente seguridad	Esfuerzos en la fundación	(a. arriba)	(a. abajo)	
(m)	volcamiento	deslizamiento				
	FSv	FSD	(t/m2)	(t/m2)		

1.35 1.69 1.22 17.58 27.03

Coeficiente global (USBuRec): 1.22

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coeficiente de reducción atrito:	1.00
Coeficiente de reducción cohesión:	1.00

Seguridad al Deslizamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

Seguridad al Volcamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA	EXCEPCIONAL		
Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.22
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.69

GEOMETRIA DEL VERTEDERO

LONGITUD TOTAL DE LA ESTRUCTURA:	101.45	m
VANO UNITARIO:	24.00	m
BASE DEL VERTEDERO:	27.45	m
ALTURA DEL VERTEDERO:	29.45	m
ESPESOR DE LA LOSA DEL CUENCO:	2.00	m
LONGITUD TOTAL DEL CUENCO:	74.00	m
ALTURA DEL MURO LATERAL:	11.60	m
ESPESOR DEL MURO LATERAL:	2.00	m
ESPESOR DEL DENTE EN EXTREMIDAD:	5.10	m
LONGITUD DEL DENTE:	6.00	m
ESPESOR EQUIVALENTE MURO:	0.97	m
ESPESOR EQUIVALENTE DEL DENTE:	0.62	m

SALSTA34

26-Mar-92

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA VERTEDERO SALADO

VERIFICACION DE ESTABILIDAD

elc

VERTEDERO IZQUIERDO
BLOQUES SOBRE ALUVIAL GRUESO
CASO 4

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	0.00
Nivel de la cresta (no aplicable)		(m s.n.m.)	=	1,281.05
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1,251.60
Altura de la presa	(h)	(m)	=	29.45
Nivel inters. caras	(f)	(m s.n.m.)	=	1,281.05
Altura de intersección paramentos		(m)	=	29.45
Nivel del agua en el embalse / T.R.		(m s.n.m.)	=	1,281.10
Altura del agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	29.50
Nivel del agua a. abajo		(m s.n.m.)	=	1,266.00
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	14.40
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.25
Pendiente a. abajo	(.x)		=	1.00
Base de la presa		(m)	=	36.81
Drenes (SI/NO)			NO	
Coef. reducción subpresión	$S=So*n$	n	=	1.00
Distancia drenes al borde		(m)	=	8.00
Angulo de atrito en cimentación	(Of)	(o)	=	38.00
Cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	0.00
Coef. sismo horizontal	(g)		=	0.00
Coef. de reducción atrito	(fa)		=	1.00
Coef. de reducción cohesión	(fc)		=	1.00
Altura de sedimentos		(m)	=	23.40
Peso especifico sedimentos		(t/m3)	=	0.42
Nivel solera vertedero		(m s.n.m.)	=	1,275.00
Altura de vano vertedero hasta inters. param.		(m)	=	6.05
Borde libre en relac. inters. paramentos		(m)	=	-0.05
Muros menos Sifones:	$4^2/4*PI*2-$	(m2)	=	(10.45)
	distancia eje-pié presa y		=	7.00
Bloque del cuenco dissip.:	base	(m)	=	74.00
	espesor equival	(m)	=	3.59
	peso espec. aparente		=	1.40
	limite base para calc.esf.		=	0.00
	distancia eje-pié presa x		=	73.81
	distancia eje-pié presa y		=	2.00

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	EXCEPCIONAL		
Fuerzas de gravedad	Si		
Nivel del agua / T.R.		1,281.10 m	1000 a
Subpresión normal	No		
Subpresión dren/imperm inoper.	Si		
Sismo	No		
Presión de sedimentos	Si		

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES				
-Peso del hormigón	(Vd)	(t)	=	1,270.41
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	186.54
-Subpresión	(So)	(t)	=	(868.43)
-Peso de sedimentos		(t)	=	28.75
-Compon.presión agua del sismo		(t)	=	0.00
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ ESFUERZOS		(t)	=	617.26
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES P/ SEGUR DESL		(t)	=	988.87
PRESIONES HORIZONTALES				
-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	397.92
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(62.21)
-Presión de sedimentos		(t)	=	114.99
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	0.00
-FUERZA HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	450.69
MOMENTOS				
-Momento del peso hormigón	(Mvd)	(tm)	=	27,929.58
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	4,222.55
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	1002.19
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ma)	(tm)	=	33,154.31
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	3,779.82
-Momento subpresión	(Mso)	(tm)	=	17,872.41
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	896.90
-Momento sismo horizontal	(MHs)	(tm)	=	0.00
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	22,549.14

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1
Excentricidad	Coeficiente seguridad	Coeficiente seguridad	Esfuerzos en la fundación (a. arriba)		
	volcamiento	deslizamiento			
(m)	FSv	FSD	(t/m2)	(t/m2)	

1.23 1.47 1.71 13.42 20.12

Coeficiente global (USBuRec): 1.71

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coefficiente de reducción atrito:	1.00
Coefficiente de reducción cohesión:	1.00

Seguridad al Deslizamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

Seguridad al Volcamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA	EXCEPCIONAL		
Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.71
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.47

GEOMETRIA DEL VERTEDERO

LONGITUD TOTAL DE LA ESTRUCTURA:	101.45	m
VANO UNITARIO:	24.00	m
BASE DEL VERTEDERO:	27.45	m
ALTURA DEL VERTEDERO:	29.45	m
ESPESOR DE LA LOSA DEL CUENCO:	2.00	m
LONGITUD TOTAL DEL CUENCO:	74.00	m
ALTURA DEL MURO LATERAL:	11.60	m
ESPESOR DEL MURO LATERAL:	2.00	m
ESPESOR DEL DENTE EN EXTREMIDAD:	5.10	m
LONGITUD DEL DENTE:	6.00	m
ESPESOR EQUIVALENTE MURO:	0.97	m
ESPESOR EQUIVALENTE DEL DENTE:	0.62	m

APENDICE C

ANALISIS HIDRAULICOS Y ESTRUCTURALES DEL DESARENADOR

APENDICE C

Contenido

- C1. Análisis Hidráulicos
- C2. Análisis Estructurales

C1. ANALISIŞ HIDRAULICOS

Caudal = 10.58 m³/s (Q)
 Tirante del agua = 5.20 m (h)
 Ancho del desarenador = 6.80 m (B)

Velocidad del agua (V) = 0.30 m/s (Q / h / B)
 Velocidad de caída (vo) = 0.017 m/s (V x h / L)

		DOBBINS-CAMP			EGHIAZAROFF	
		Longitud del desarenador			$w = V / (5.7 + 2.3 \times h)$	
		$L = 90.00 \text{ m}$			$L = h \times V / (v_o - w)$	
Diametro particulas φ (mm)	Velocidad de sedimentación en aguas tranquilas (Sudry) v (cm/s) (p = 1.033 g/cm ³)	Relación v / v _o	Relación 122 v/V	Eficiencia (Camp) (%)	Efecto turbulencia (formula Eghiazaroff) w (cm/s)	Longitud desarenador L (m)
1.60	13.4	8.91	62.79	100	1.7	11.35
1.40	14.2	8.21	57.90	100	1.7	12.44
1.20	13.0	7.52	53.01	100	1.7	13.76
1.00	11.5	6.65	46.89	100	1.7	15.87
0.80	9.9	5.73	40.37	100	1.7	18.96
0.60	8.1	4.69	33.03	100	1.7	24.29
0.50	7.0	4.05	28.54	100	1.7	29.32
0.40	5.7	3.30	23.24	100	1.7	38.84
0.30	4.3	2.49	17.53	100	1.7	59.71
0.25	3.5	2.02	14.27	99	1.7	86.16
0.20	2.5	1.45	10.19	96	1.7	193.10
0.15	1.5	0.87	6.12	78	1.7	N.A.
0.10	0.8	0.46	3.26	46	1.7	N.A.

FLOW WITH INCREASING DISCHARGE IN RECTANGULAR SECTION

COMPUTATION FOR THE DETERMINATION OF THE CONTROL SECTION
SLOPE OF CHANNEL IF CRITICAL DEPTH EXISTS EVERYWHERE

Ref: Ven Te Chow page 342

SECTION WIDTH 1.6 m
TOTAL LENGTH 30 m
TOTAL DISCHARGE 6.5 m³/s
STRICKLER 35
CHANNEL SLOPE 0.02 to compare the critical slopes with

SPECIFIC DISCHARGE 0.22 m³/s/m

X	DELTA X	DISCH. Q	Q1+Q2	Hc	Vc	V1+V2	Q2-Q1	V2-V1	DYa	R	DNfric	total drop DY	Cumul. drop	Bottom Line	Critical Slope	Control section?
m	m	m ³ /s	m ³ /s	m	m/s	m/s	m ³ /s	m/s	m	m	m	m	m	m		
0		0.00														
1	1	0.22	0.22	0.12	1.10	1.10	0.22	1.10		0.107	0.008					
2	1	0.43	0.65	0.20	1.39	2.48	0.22	0.29	0.141	0.157	0.007	0.149	0.149	0.344	0.188	Downstream
3	1	0.65	1.08	0.26	1.59	2.97	0.22	0.20	0.120	0.194	0.007	0.128	0.276	0.532	0.169	Downstream
4	1	0.87	1.52	0.31	1.75	3.33	0.22	0.16	0.108	0.224	0.007	0.115	0.391	0.702	0.157	Downstream
5	1	1.08	1.95	0.36	1.88	3.62	0.22	0.13	0.099	0.248	0.007	0.107	0.498	0.858	0.147	Downstream
6	1	1.30	2.38	0.41	2.00	3.88	0.22	0.12	0.093	0.270	0.008	0.101	0.599	1.006	0.140	Downstream
7	1	1.52	2.82	0.45	2.10	4.10	0.22	0.11	0.088	0.288	0.008	0.096	0.694	1.145	0.134	Downstream
8	1	1.73	3.25	0.49	2.20	4.30	0.22	0.10	0.084	0.305	0.008	0.092	0.786	1.279	0.129	Downstream
9	1	1.95	3.68	0.53	2.29	4.49	0.22	0.09	0.080	0.320	0.008	0.088	0.874	1.407	0.124	Downstream
10	1	2.17	4.12	0.57	2.37	4.65	0.22	0.08	0.078	0.333	0.008	0.086	0.960	1.532	0.121	Downstream
11	1	2.38	4.55	0.61	2.44	4.81	0.22	0.08	0.075	0.346	0.008	0.083	1.043	1.652	0.117	Downstream
12	1	2.60	4.98	0.65	2.52	4.96	0.22	0.07	0.073	0.357	0.008	0.081	1.124	1.770	0.115	Downstream
13	1	2.82	5.42	0.68	2.58	5.10	0.22	0.07	0.071	0.368	0.008	0.079	1.203	1.884	0.112	Downstream
14	1	3.03	5.85	0.72	2.65	5.23	0.22	0.06	0.069	0.378	0.008	0.077	1.281	1.996	0.110	Downstream
15	1	3.25	6.28	0.75	2.71	5.36	0.22	0.06	0.067	0.387	0.009	0.076	1.357	2.106	0.108	Downstream
16	1	3.47	6.72	0.78	2.77	5.49	0.22	0.06	0.066	0.395	0.009	0.075	1.431	2.213	0.106	Downstream
17	1	3.68	7.15	0.81	2.83	5.60	0.22	0.06	0.065	0.404	0.009	0.073	1.505	2.319	0.104	Downstream
18	1	3.90	7.58	0.85	2.88	5.71	0.22	0.05	0.063	0.411	0.009	0.072	1.577	2.423	0.102	Downstream
19	1	4.12	8.02	0.88	2.93	5.81	0.22	0.05	0.062	0.418	0.009	0.071	1.648	2.525	0.101	Downstream
20	1	4.33	8.45	0.91	2.98	5.92	0.22	0.05	0.061	0.425	0.009	0.070	1.718	2.626	0.099	Downstream
21	1	4.55	8.88	0.94	3.03	6.02	0.22	0.05	0.060	0.432	0.009	0.069	1.787	2.725	0.098	Downstream
22	1	4.77	9.32	0.97	3.08	6.11	0.22	0.05	0.059	0.438	0.009	0.068	1.856	2.823	0.097	Downstream
23	1	4.98	9.75	1.00	3.13	6.21	0.22	0.05	0.058	0.444	0.010	0.068	1.924	2.920	0.096	Downstream
24	1	5.20	10.18	1.02	3.17	6.30	0.22	0.04	0.057	0.449	0.010	0.067	1.991	3.016	0.095	Downstream
25	1	5.42	10.62	1.05	3.21	6.39	0.22	0.04	0.057	0.455	0.010	0.066	2.057	3.110	0.094	Downstream
26	1	5.63	11.05	1.08	3.26	6.47	0.22	0.04	0.056	0.460	0.010	0.066	2.123	3.204	0.093	Downstream
27	1	5.85	11.48	1.11	3.30	6.55	0.22	0.04	0.055	0.465	0.010	0.065	2.188	3.296	0.092	Downstream
28	1	6.07	11.92	1.14	3.34	6.64	0.22	0.04	0.054	0.469	0.010	0.065	2.252	3.388	0.091	Downstream
29	1	6.28	12.35	1.16	3.38	6.72	0.22	0.04	0.054	0.474	0.010	0.064	2.316	3.479	0.090	Downstream
30	1	6.50	12.78	1.19	3.42	6.79	0.22	0.04	0.053	0.478	0.010	0.063	2.380	3.569		

FLOW WITH INCREASING DISCHARGE IN RECTANGULAR SECTION

COMPUTATION FOR THE DETERMINATION OF THE CONTROL SECTION.

SLOPE OF CHANNEL IF CRITICAL DEPTH EXISTS EVERYWHERE

Ref: Ven Te Chow page 342

SECTION WIDTH 1.6 m
 TOTAL LENGTH 30 m
 TOTAL DISCHARGE 20 m³/s
 STRICKLER 55
 CHANNEL SLOPE 0.02 to compare the critical slopes with

SPECIFIC DISCHARGE 0.67 m³/s/m

X	DELTA X	DISCH. Q	Q1+Q2	Hc	Vc	V1+V2	Q2-Q1	V2-V1	DYn	R	DHfric	total drop DY	Cumul. drop	Bottom Line	Critical Slope	Control section?
m	m	m ³ /s	m ³ /s	m	m/s	m/s	m ³ /s	m/s	m	m	m	m	m	m		
0		0.00														
1	1	0.67	0.67	0.26	1.60	1.60	0.67	1.60		0.197	0.007					
2	1	1.33	2.00	0.41	2.01	3.61	0.67	0.42	0.298	0.273	0.008	0.306	0.306	0.720	0.391	Downstream
3	1	2.00	3.33	0.54	2.31	4.32	0.67	0.29	0.254	0.323	0.008	0.262	0.568	1.110	0.351	Downstream
4	1	2.67	4.67	0.66	2.54	4.84	0.67	0.23	0.228	0.361	0.008	0.236	0.805	1.461	0.324	Downstream
5	1	3.33	6.00	0.76	2.73	5.27	0.67	0.20	0.210	0.390	0.009	0.219	1.024	1.786	0.304	Downstream
6	1	4.00	7.33	0.86	2.91	5.64	0.67	0.17	0.197	0.415	0.009	0.206	1.229	2.090	0.289	Downstream
7	1	4.67	8.67	0.95	3.06	5.96	0.67	0.15	0.186	0.435	0.009	0.195	1.425	2.378	0.276	Downstream
8	1	5.33	10.00	1.04	3.20	6.26	0.67	0.14	0.177	0.453	0.010	0.187	1.612	2.654	0.265	Downstream
9	1	6.00	11.33	1.13	3.33	6.52	0.67	0.13	0.170	0.468	0.010	0.180	1.792	2.919	0.256	Downstream
10	1	6.67	12.67	1.21	3.44	6.77	0.67	0.12	0.164	0.482	0.010	0.174	1.966	3.176	0.249	Downstream
11	1	7.33	14.00	1.29	3.56	7.00	0.67	0.11	0.159	0.494	0.011	0.169	2.136	3.425	0.242	Downstream
12	1	8.00	15.33	1.37	3.66	7.22	0.67	0.10	0.154	0.505	0.011	0.165	2.301	3.666	0.236	Downstream
13	1	8.67	16.67	1.44	3.76	7.42	0.67	0.10	0.150	0.514	0.011	0.161	2.462	3.902	0.231	Downstream
14	1	9.33	18.00	1.51	3.85	7.61	0.67	0.09	0.146	0.523	0.012	0.158	2.619	4.133	0.226	Downstream
15	1	10.00	19.33	1.59	3.94	7.80	0.67	0.09	0.142	0.532	0.012	0.154	2.774	4.359	0.221	Downstream
16	1	10.67	20.67	1.65	4.03	7.97	0.67	0.09	0.139	0.539	0.012	0.152	2.925	4.580	0.217	Downstream
17	1	11.33	22.00	1.72	4.11	8.14	0.67	0.08	0.136	0.546	0.013	0.149	3.074	4.797	0.214	Downstream
18	1	12.00	23.33	1.79	4.19	8.30	0.67	0.08	0.134	0.553	0.013	0.147	3.221	5.011	0.210	Downstream
19	1	12.67	24.67	1.86	4.27	8.46	0.67	0.08	0.131	0.559	0.013	0.144	3.365	5.221	0.207	Downstream
20	1	13.33	26.00	1.92	4.34	8.61	0.67	0.07	0.129	0.565	0.013	0.142	3.508	5.428	0.204	Downstream
21	1	14.00	27.33	1.98	4.41	8.75	0.67	0.07	0.127	0.570	0.014	0.141	3.648	5.632	0.201	Downstream
22	1	14.67	28.67	2.05	4.48	8.89	0.67	0.07	0.125	0.575	0.014	0.139	3.787	5.833	0.199	Downstream
23	1	15.33	30.00	2.11	4.55	9.03	0.67	0.07	0.123	0.580	0.014	0.137	3.924	6.032	0.196	Downstream
24	1	16.00	31.33	2.17	4.61	9.16	0.67	0.06	0.121	0.584	0.014	0.136	4.060	6.228	0.194	Downstream
25	1	16.67	32.67	2.23	4.68	9.29	0.67	0.06	0.120	0.589	0.015	0.134	4.194	6.422	0.192	Downstream
26	1	17.33	34.00	2.29	4.74	9.41	0.67	0.06	0.118	0.593	0.015	0.133	4.327	6.614	0.190	Downstream
27	1	18.00	35.33	2.35	4.80	9.53	0.67	0.06	0.117	0.597	0.015	0.132	4.459	6.804	0.188	Downstream
28	1	18.67	36.67	2.40	4.86	9.65	0.67	0.06	0.115	0.600	0.015	0.131	4.589	6.992	0.186	Downstream
29	1	19.33	38.00	2.46	4.91	9.77	0.67	0.06	0.114	0.604	0.016	0.129	4.719	7.178	0.185	Downstream
30	1	20.00	39.33	2.52	4.97	9.88	0.67	0.06	0.112	0.607	0.016	0.128	4.847	7.363		

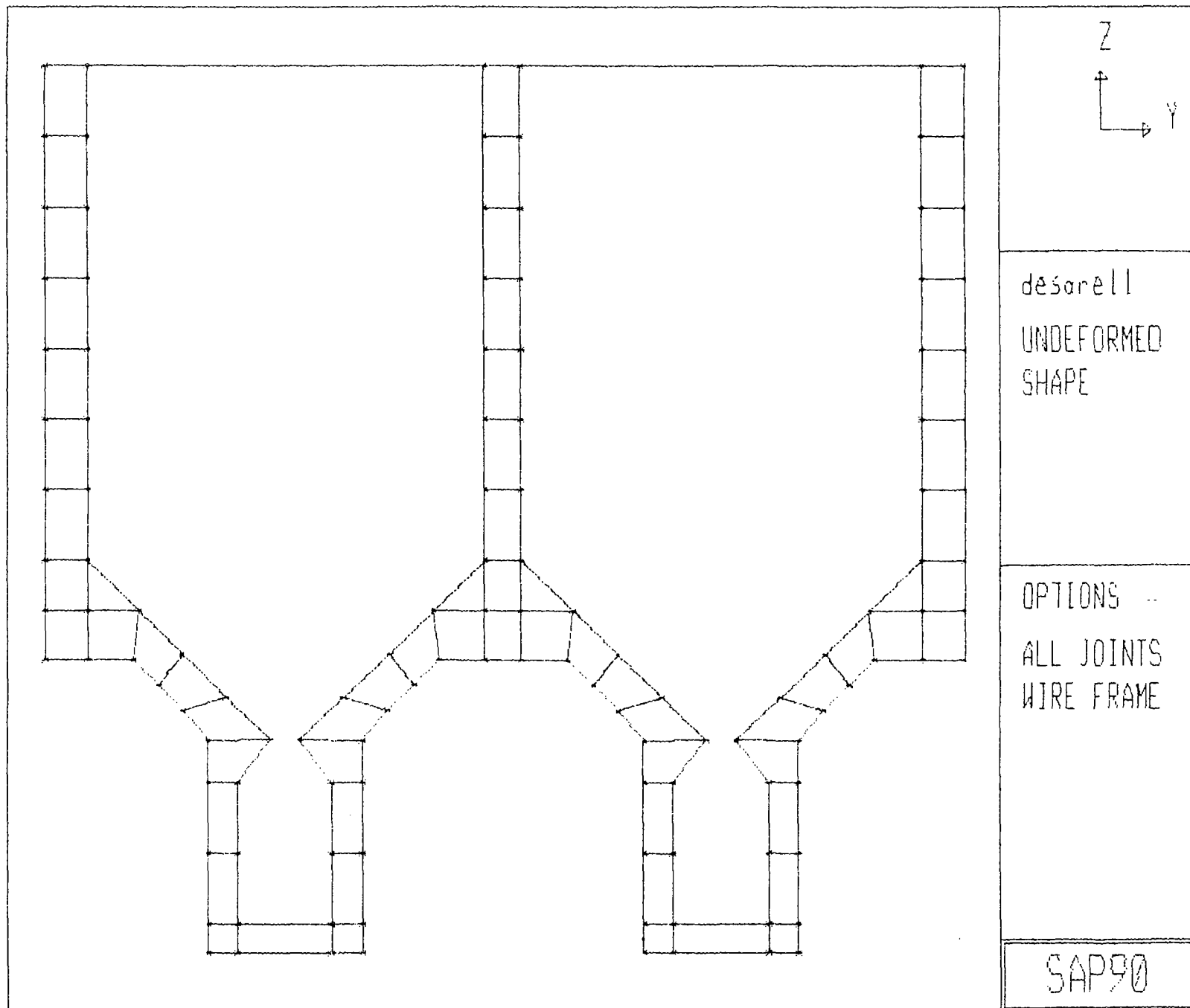
TUNEL DE FLUSHING DE LOS DESARENADORES
 CALCULO DE LA LONGITUD EN PRESION
 CUANDO EL NIVEL DEL RIO ES > APEX SALIDA TUNEL 2

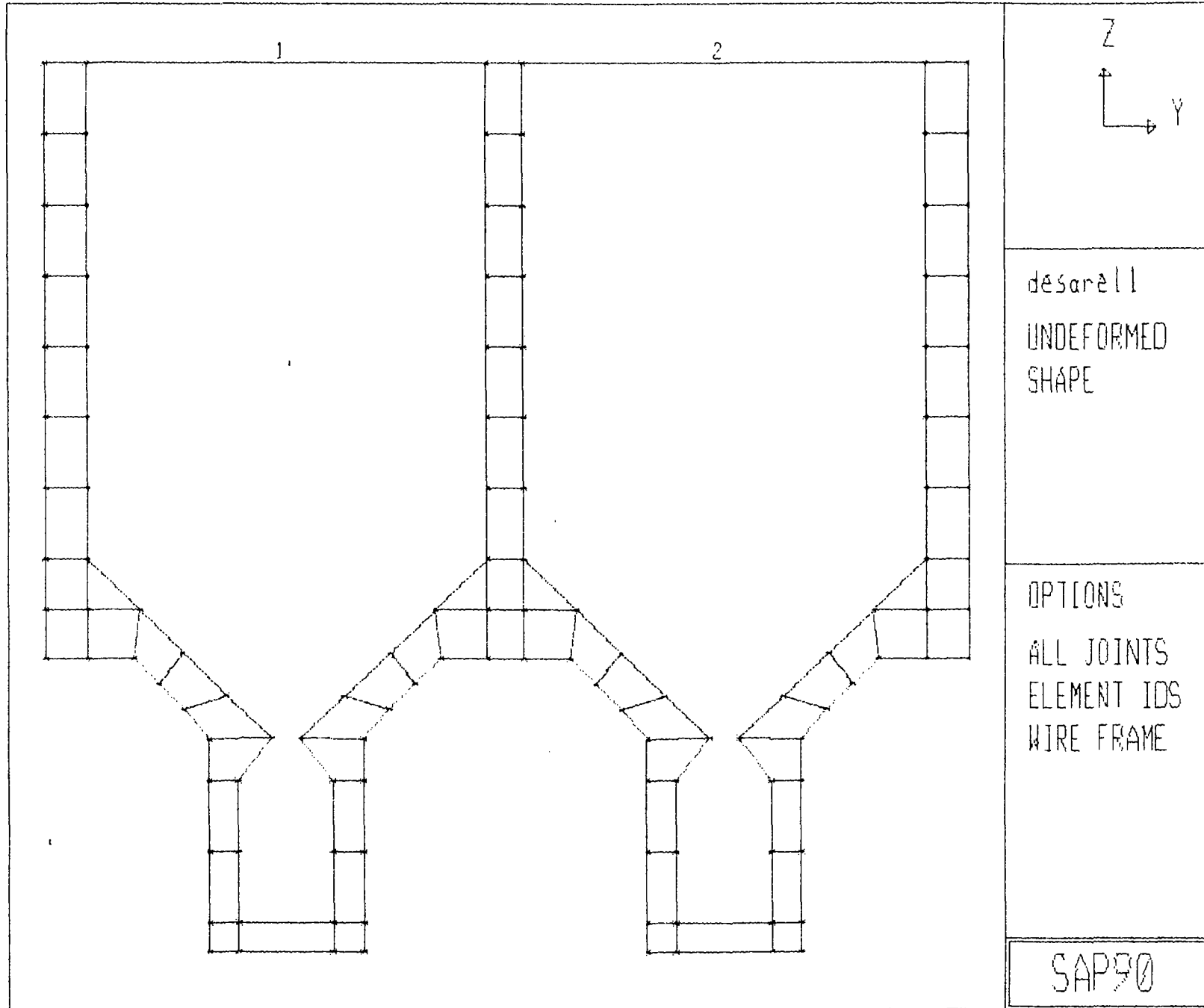
ANCHO TUNEL	m	1.6	1.6	1.6	1.6
ALTO TUNEL	m	2.8	2.8	2.8	2.8
PENDIENTE TUNEL		0.02	0.02	0.02	0.02
RUGO TUNEL		55	55	55	55
CAUDAL	m3/s	6.5	6.5	20	20
NIVEL RIO	msnm	1265.08	1264.72	1265.08	1264.72
SALIDA TUNEL:					
NIVEL APEX TUNEL	msnm	1264.78	1264.78	1264.78	1264.78
NIVEL INVERT TUNEL	msnm	1261.98	1261.98	1261.98	1261.98
AREA MOJADA	m2	4.48	4.48	4.48	4.48
R	m	0.51	0.51	0.51	0.51
C2=sin(atan i)		0.02	0.02	0.02	0.02
C1		0.00171	0.00171	0.01621	0.01621
DELTA H	m	0.03	-0.01	1.28	-0.26
NIVEL RIO + DELTA H		1265.108	1264.714	1266.363	1264.463
L en presion	m	16.41	-3.28	79.19	-15.84
DELTA H/L		0.001712	0.001712	0.016208	0.016208
Q (calculo de chequeo)		6.50	6.50	20.00	20.00

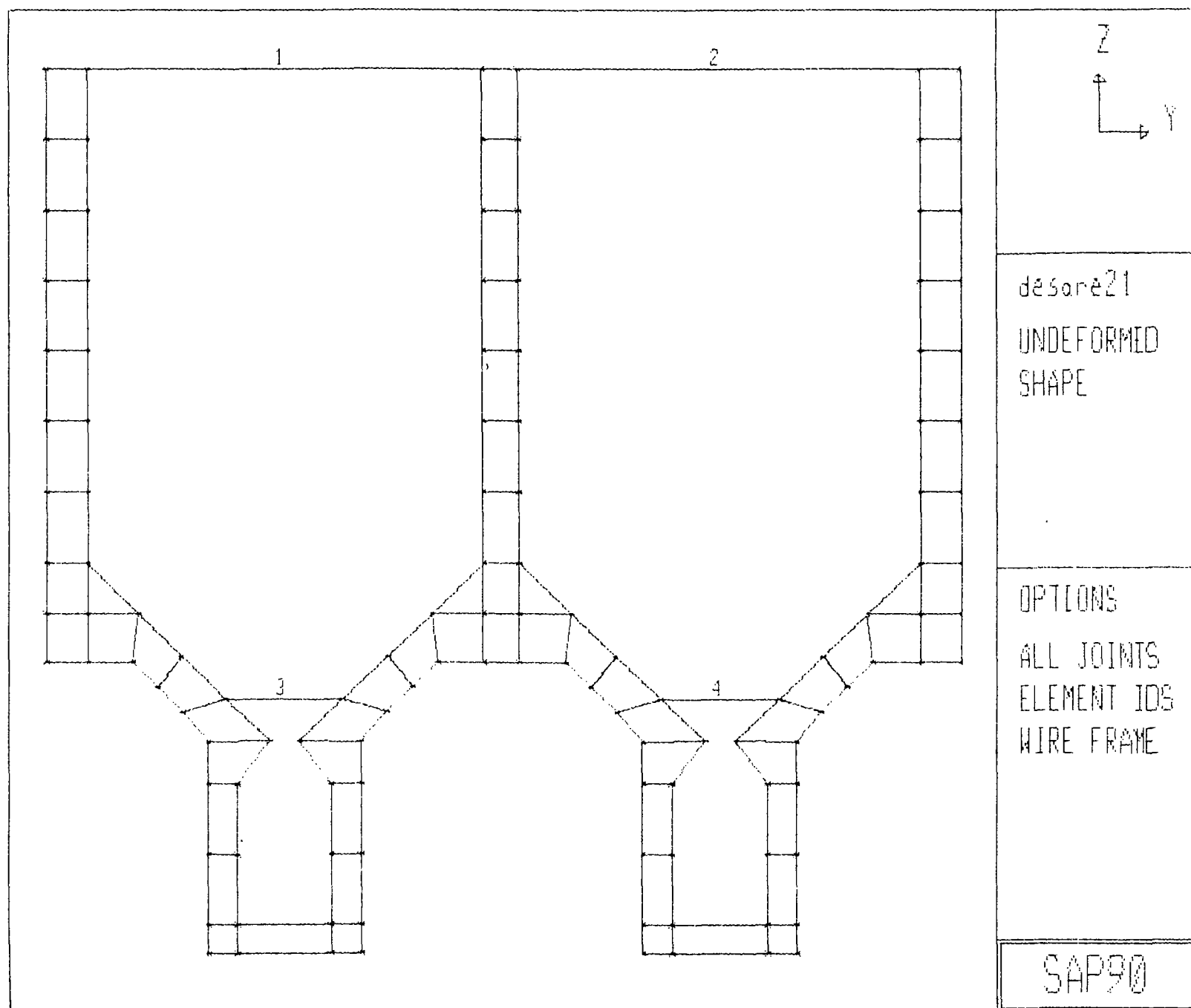
TUNEL DE FLUSHING DE LOS DESARENADORES
 CALCULO DE LA LONGITUD EN PRESION
 CUANDO EL NIVEL DEL RIO ES > APEX SALIDA TUNEL 3

=====					
ANCHO TUNEL	m	1.6	1.6	1.6	1.6
ALTO TUNEL	m	2.8	2.8	2.8	2.8
PENDIENTE TUNEL		0.02	0.02	0.02	0.02
RUGO TUNEL		55	55	55	55
CAUDAL	m3/s	6.5	6.5	20	20
NIVEL RIO	msnm	1265.08	1264.72	1265.08	1264.72
SALIDA TUNEL:					
NIVEL APEX TUNEL	msnm	1264.38	1264.38	1264.38	1264.38
NIVEL INVERT TUNEL	msnm	1261.58	1261.58	1261.58	1261.58
AREA MOJADA	m2	4.48	4.48	4.48	4.48
R	m	0.51	0.51	0.51	0.51
C2=sin(atan i)		0.02	0.02	0.02	0.02
C1		0.00171	0.00171	0.01621	0.01621
DELTA H	m	0.07	0.03	2.99	1.45
NIVEL RIO + DELTA H		1265.146	1264.752	1268.075	1266.175
L en presion	m	38.28	18.60	184.77	89.75
DELTA H/L		0.001712	0.001712	0.016208	0.016208
Q (calculo de chequeo)		6.50	6.50	20.00	20.00

C2. ANALISIS ESTRUCTURALES







ESTRUCTURA DESARENADOR DEL PUERTO

SYSTEM

L=2 V=4

JOINTS

1	x=0	y=2.8	z=0
2		y=3.3	
3		y=4.9	
4		y=5.4	
5		y=10.2	
6		y=10.7	
7		y=12.3	
8		y=12.8	
9		y=2.8	z=0.4
17			z=1.4
25			z=2.4 P=1.7,3.1.8
33			z=2.992
34	x=3.85		z=3
35	x=4.35		
36	x=5.4		z=2.992
37	x=10.2		
38	x=11.25		z=3
39	x=11.75		
40	x=12.8		z=2.992
41	x=13.363		z=3.421
42	x=3.1		z=3.6
43	x=5.1		
44	x=5.837		z=3.421
45	x=9.763		
46	x=10.5		z=3.6
47	x=12.5		
48	x=13.237		z=3.421
49	x=13.927		z=3.771
50	x=13.3275		z=4.21
51	x=5.8625		
52	x=6.273		z=3.771
53	x=9.327		
54	x=9.7375		z=4.21
55	x=13.2625		
56	x=13.873		z=3.771
57	x=0		z=4.12
58	x=0.7		
59	x=1.49		
60	x=2.71		
61	x=7.5		
62	x=8.1		
63	x=8.89		
64	x=14.11		
65	x=14.9		
66	x=15.6		
67	x=0		z=4.21
68	x=0.7		
69	x=1.575		
70	x=6.825		
71	x=7.5		
72	x=8.1		
73	x=8.975		
74	x=14.025		
75	x=14.9		
76	x=15.6		
77	x=0		z=5.52
78	x=0.7		
79	x=7.5		
80	x=8.1		
81	x=14.9		

119 1=0 I=12.82 G=77.119.6 F=77.5.7.1.6

RESTRAINTS

1 124 1 R=1.0,0.1,1.1
1 8 1 R=1.1,1.1,1.1
57 59 2 R=1.0,1.1,1.1
60 63 3 R=1.0,1,1.1.1
64 66 2 R=1.0,1.1,1.1

POTENTIAL

C PRESION EXTERIOR DEL SUELO + PRESION HIDROSTATICA EXTERIOR / SUBPRESION

57 77 10 P=14.26+7.4.11.9+6
77 113 6 P=11.9+6.1.7+0
113 119 6 P=1.7,0
57 59 1 P=7.4.6.69
59 47 -10 P=6.69.6.79
49 41 -8 P=6.79.6.87
41 33 -8 P=6.87.6.93
33 1 -8 P=6.93.9.45
1 4 1 P=9.45.7.53
4 36 3 P=7.53.3.52
36 44 6 P=5.52.3.07
44 60 8 P=5.07.4.22
60 67 1 P=4.22.3.18
67 37 -10 P=3.18.3.12
37 45 -6 P=3.12.3.03
45 37 -8 P=3.03.2.92
37 5 -8 P=2.92.3.99
5 8 1 P=3.99.2.07
8 40 6 P=2.07.1.52
40 56 8 P=1.52.0.96
56 64 3 P=0.96.0.71
64 66 1 P=0.71,0

C PRESION HIDROSTATICA INTERIOR LLENADO 100% SUELO-LADO DERECHO

10 50 8 P=11.12.7.31
50 69 19 P=7.31.6.7
69 78 9 P=6.7.6
78 114 6 P=6,0
11 51 8 P=11.12.7.31
51 70 19 P=7.31.6.7
70 79 9 P=6.7.6
79 115 6 P=6,0

ASO.LID

NH=1 ETYPE=2 Z=-1 F=0.1

1 W=2.4 M=2.4/9.8

E=2.1E6 U=0.25

1 JO=1,2,7,10 M=1 TH=1 S=3.1
4 JO=5,8,13,14 S=3.1
7 JO=9,10,17,18 S=1.5
12 JO=11,12,19,20 S=1.5
17 JO=13,14,21,22 S=1.5
22 JO=15,16,23,24 S=1.5
27 JO=49,50,55,66
28 JO=51,52,70,60
29 JO=53,54,67,73
30 JO=55,56,74,64
31 JO=57,58,67,68 S=2.1
32 JO=60,61,70,71 S=2.1
36 JO=64,65,74,75 S=2.1
38 JO=67,68,77,78
39 JO=68,69,78
40 JO=70,71,79
41 JO=71,72,79,80
42 JO=72,73,80

43 JO=74.75.31
 44 JO=75.75.31.32
 45 JO=77.75.33.34 S=1.7
 51 JO=77.80.33.35 E=1.7
 59 JO=81.81.37.35 S=1.7

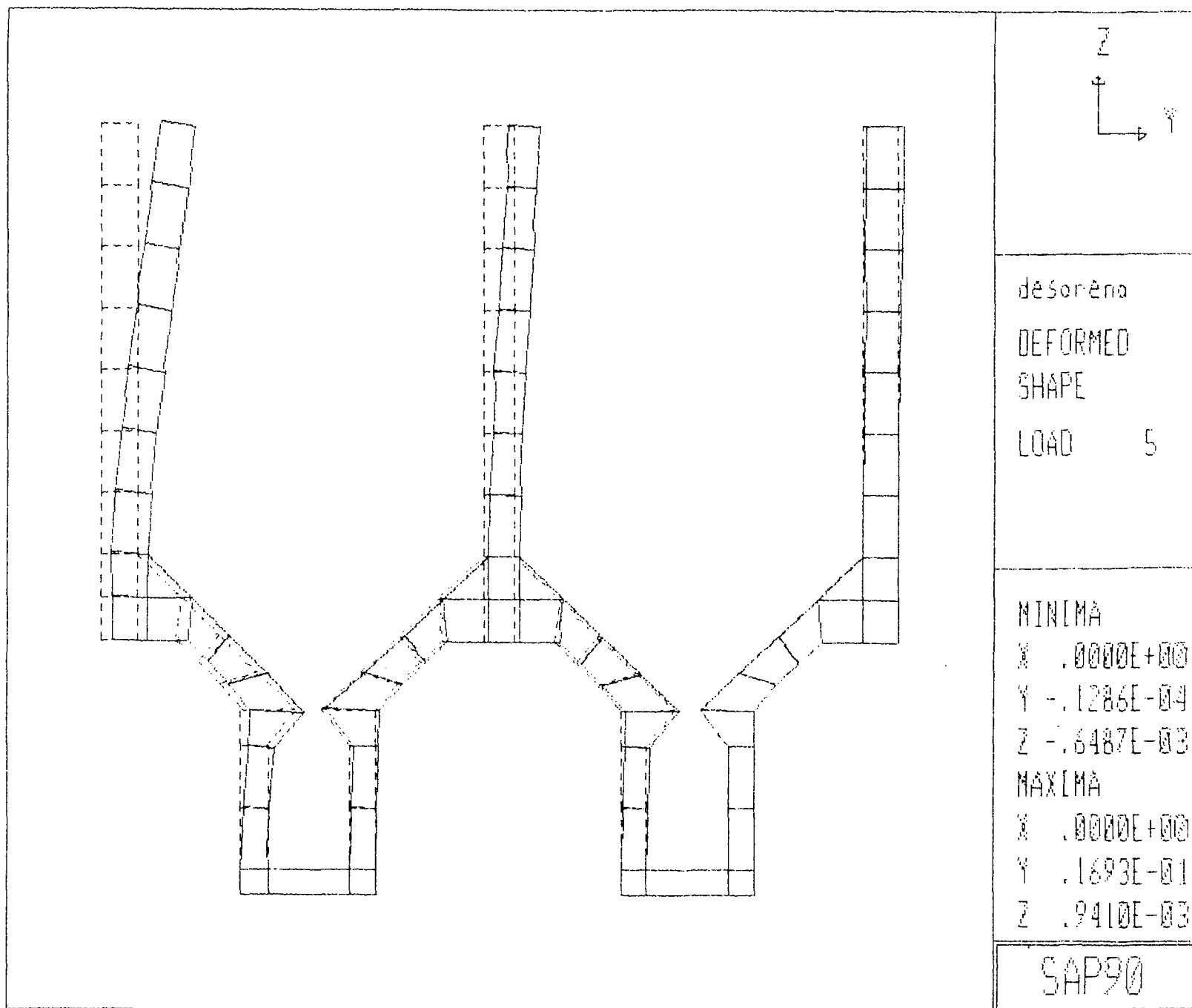
COMBO

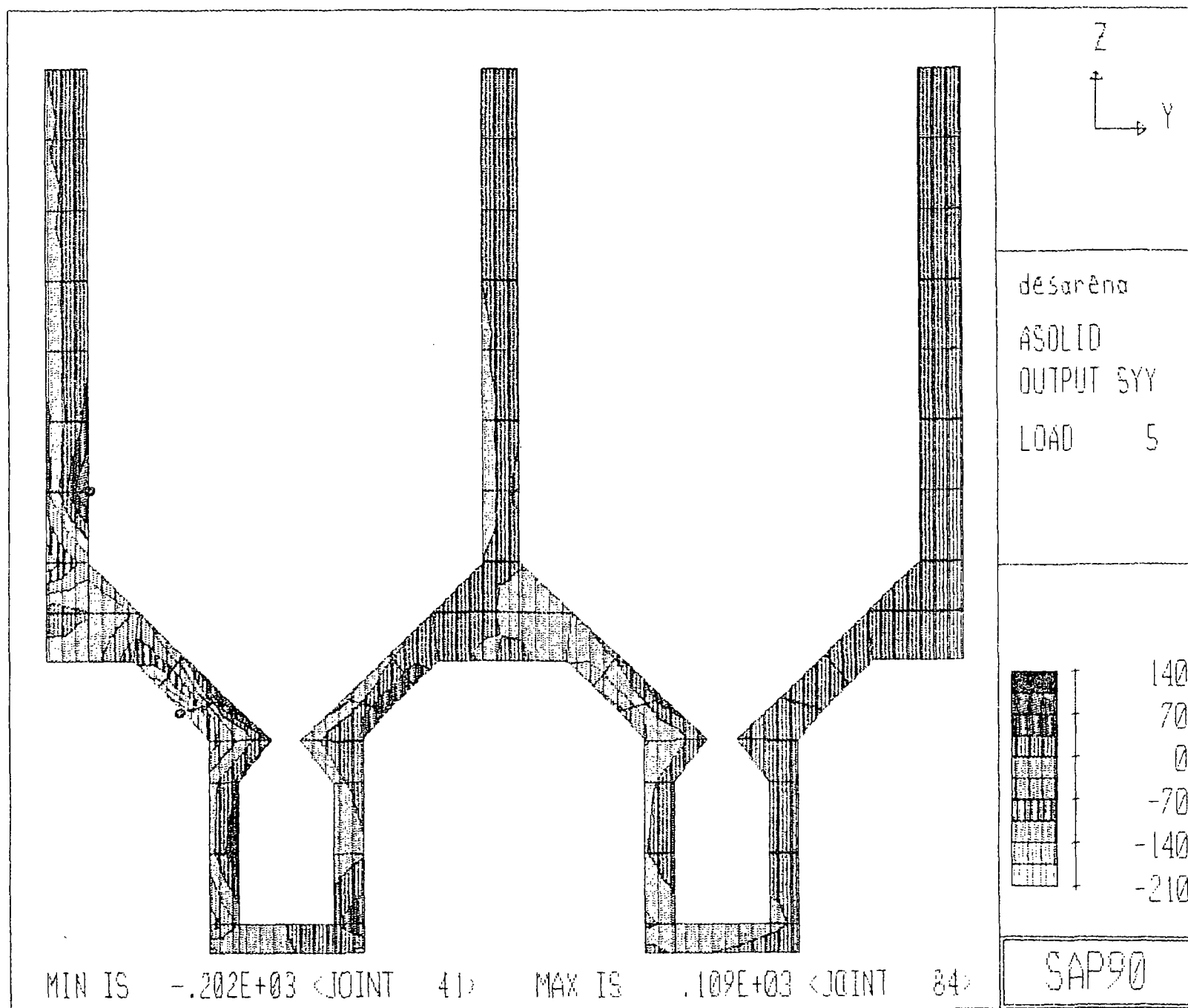
1 D=1.0 :PEEO PROFIO
 2 C=0.1 :PRESIONES EXTERNAS E INTERNAS
 3 C=1.1 :PEEO PROFIO + PRESIONES EXTERNA E INTERNAS
 4 E=0.0 D=1
 5 C=1.1 D=1

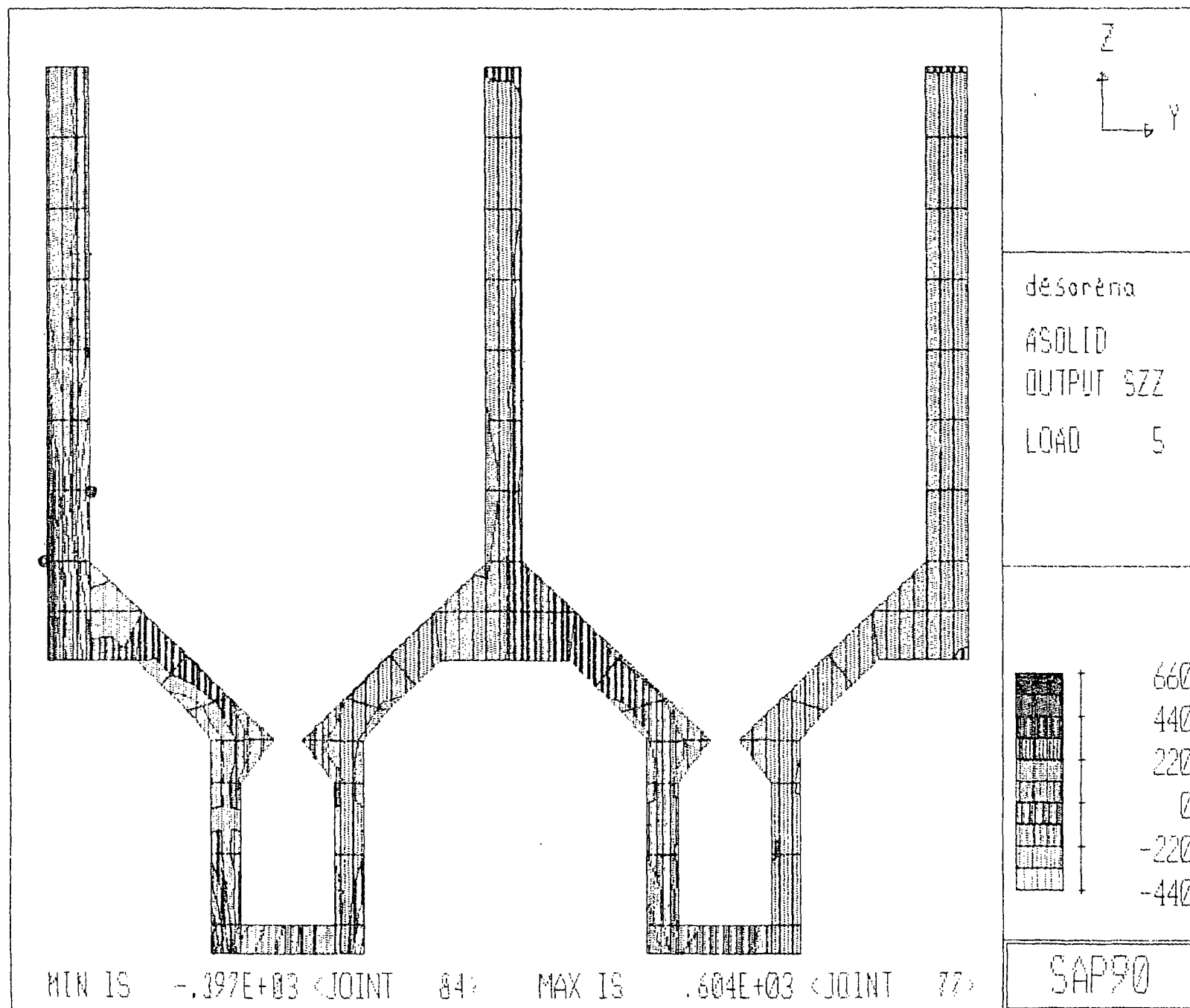
SPEC : SEISMIC RESPONSE SPECTRUM IN LATERAL (Y) DIRECTION

A=0 S=9.81 D=1.0 : ANGLE, SCALE, DAMPING

C	PERIOD	DIRECTION 1	DIRECTION 2	1-DIRECTION
C		ACCELERATION	ACCELERATION	ACCELERATION
	.0757	0.0	.505311*0.3048	0.0
	.0755	0.0	.515558*0.3048	0.0
	.08	0.0	.520043*0.3048	0.0
	.0877	0.0	.518093*0.3048	0.0
	.0879	0.0	.497766*0.3048	0.0
	.0909	0.0	.477559*0.3048	0.0
	.0951	0.0	.527825*0.3048	0.0
	.0952	0.0	.530631*0.3048	0.0
	.1000	0.0	.561507*0.3048	0.0
	.1053	0.0	.564412*0.3048	0.0
	.1111	0.0	.523883*0.3048	0.0
	.1176	0.0	.572453*0.3048	0.0
	.1190	0.0	.585211*0.3048	0.0
	.1250	0.0	.627507*0.3048	0.0
	.1333	0.0	.665413*0.3048	0.0
	.1429	0.0	.636521*0.3048	0.0
	.1538	0.0	.705796*0.3048	0.0
	.1601	0.0	.504605*0.3048	0.0
	.1667	0.0	.737220*0.3048	0.0
	.1815	0.0	.743909*0.3048	0.0
	.2000	0.0	1.005520*0.3048	0.0
	.2222	0.0	.746135*0.3048	0.0
	.2420	0.0	.704753*0.3048	0.0
	.2500	0.0	.758052*0.3048	0.0
	.2857	0.0	.716264*0.3048	0.0
	.3333	0.0	.830624*0.3048	0.0
	.4000	0.0	.882996*0.3048	0.0
	.4317	0.0	.721167*0.3048	0.0
	.5000	0.0	1.046620*0.3048	0.0
	.6667	0.0	.641750*0.3048	0.0
	1.0000	0.0	.482251*0.3048	0.0
	1.2730	0.0	.258617*0.3048	0.0
	2.0000	0.0	.160159*0.3048	0.0







ESTRUCTURA DESARROLLADOR DESARROLLA
 SYSTEM
 L=2 V=4
 JOINTS
 1 Y=0 Z=2.8 I=0
 2 Y=3.3
 3 Y=4.9
 4 Y=5.4
 5 Y=10.2
 6 Y=10.7
 7 Y=12.3
 8 Y=12.8
 9 Y=2.9 I=0.4
 17 I=1.4
 25 I=2.4 F=1.7,3,1.8
 32 I=2.992
 34 Y=5.85 I=3
 35 Y=4.35
 36 Y=5.4 I=2.992
 37 Y=10.2
 38 Y=11.25 I=3
 39 Y=11.75
 40 Y=12.8 I=2.992
 41 Y=2.363 I=3.421
 42 Y=3.1 I=3.4
 43 Y=5.1
 44 Y=5.837 I=3.421
 45 Y=4.723
 46 Y=10.5 I=3.4
 47 Y=12.5
 48 Y=13.237 I=3.421
 49 Y=1.927 I=3.771
 50 Y=2.3375 I=4.21
 51 Y=3.2625
 52 Y=6.273 I=3.771
 53 Y=9.327
 54 Y=9.7375 I=4.21
 55 Y=13.2625
 56 Y=13.875 I=3.771
 57 Y=0 I=4.12
 58 Y=0.7
 59 Y=1.49
 60 Y=6.71
 61 Y=7.5
 62 Y=8.1
 63 Y=8.89
 64 Y=14.11
 65 Y=14.9
 66 Y=15.6
 67 Y=0 I=4.52
 68 Y=0.7
 69 Y=1.575
 70 Y=6.525
 71 Y=7.5
 72 Y=8.1
 73 Y=8.975
 74 Y=14.925
 75 Y=14.9
 76 Y=15.6
 77 Y=0 I=5.52
 78 Y=0.7
 79 Y=7.5
 80 Y=8.1
 81 Y=14.9

51 P=10.0
119 P=0 P=12.00 S=77.119.0 F=77.3.7.1.0

RESTRAINTS

1 124 1 R=1.0.0.1.1.1
1 8 1 R=1.1.1.1.1.1
57 59 2 R=1.0.1.1.1.1
60 63 3 R=1.0.1.1.1.1
64 66 2 R=1.0.1.1.1.1

CONSTRAINTS

121 C=0.120
123 C=0.122

POTENTIAL

C PRESION EXTERIOR DEL SUELO + PRESION HIDROSTATICA EXTERIOR + SUBPRESION

57 77 10 P=14.28+7.4.11.9+0
77 113 8 P=11.9+8.1.7+0
113 119 8 P=1.7.0
57 59 1 P=7.4.6.89
59 49 -10 P=8.89.6.79
49 41 -8 P=8.79.8.87
41 33 -8 P=8.87.8.87
33 1 -8 P=8.93.9.48
1 4 1 P=9.48.7.53
4 36 8 P=7.53.6.52
36 44 8 P=8.52.5.07
44 60 8 P=8.07.4.22
60 63 1 P=4.22.3.18
63 53 -10 P=3.18.3.12
53 45 -8 P=3.12.3.03
45 37 -8 P=3.03.2.92
37 5 -8 P=2.92.3.99
5 8 1 P=3.99.2.07
8 40 8 P=2.07.1.52
40 66 8 P=1.52.0.98
66 64 8 P=0.98.0.71
64 68 1 P=0.71.0

C PRESION HIDROSTATICA INTERIOR CUENO LADO IZQUIERDO-PAIS LADO DERECHO

10 50 8 P=11.12.7.31
50 69 19 P=7.31.8.7
69 78 9 P=8.7.8
78 114 8 P=8.0
11 51 8 P=11.12.7.31
51 70 19 P=7.31.8.7
70 79 9 P=8.7.8
79 115 8 P=8.0

FRAME

NM=1 NL=1 I=-1
1 SH=7 T=0.9.1.0.2.0.4 E=1.1E6 N=1.05E S=1.05E P=3
1 WL=0,-1
C VIGA 1 SUPERIOR PARA INSPECCION
1 120 121 M=1 NBL=0.1 LP=1.0 E=1.1E6,I

ASOLID

NM=1 ET/PE=2 I=-1 P=0.1
1 W=2.4 M=2.4*5.8
E=2.1E6 U=0.25
1 JO=1,2.9.19 M=1 TH=2 G=3.1
4 JO=5,8.13.14 G=3.1
7 JO=9.10.17.18 G=1.5
12 JO=11.12.19.20 G=1.5
17 JO=13.14.21.22 G=1.5
22 JO=15.16.23.24 G=1.5
27 JO=49.50.59.66

28 JO=51.52,70.60
 29 JO=53.54,63.75
 30 JO=55.55,74.84
 31 JO=57.56,67.66 S=2.1
 32 JO=60.51,70.71 S=3.1
 33 JO=64.55,74.75 S=2.1
 34 JO=67.68,77.78
 35 JO=68.69,78
 36 JO=70.71,79
 37 JO=71.72,79.80
 38 JO=72.73,80
 39 JO=74.75,81
 40 JO=75.76,81.82
 41 JO=77.78,83.84 S=1.7
 42 JO=79.80,85.86 S=1.7
 43 JO=81.82,87.88 S=1.7

COMBO

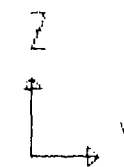
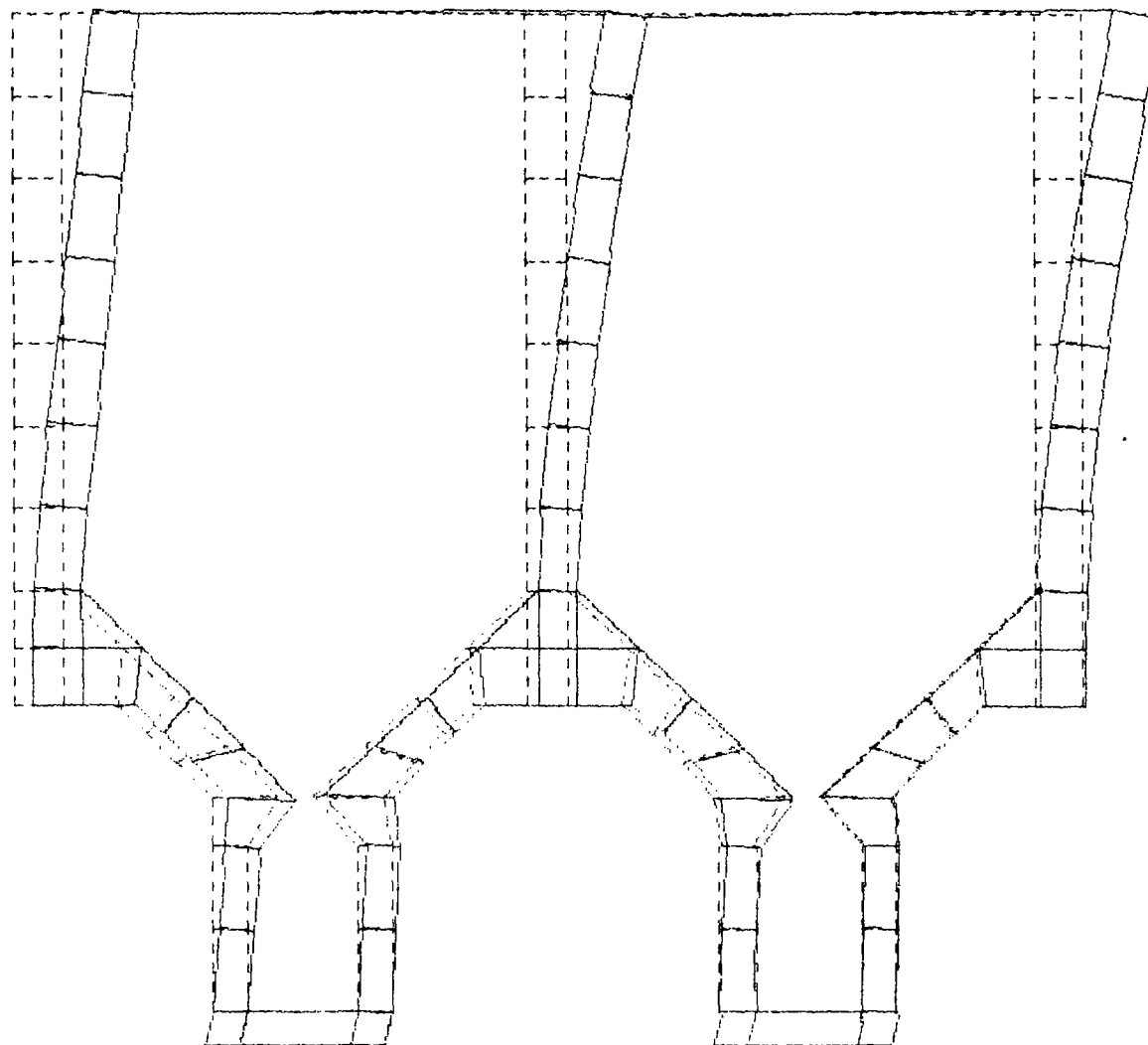
1 C=1.0 :PRESO PROPIO
 2 C=0.1 :PRESIONES EXTERNAS E INTERNAS + CARGAS VIVAS
 3 C=1.1 :PRESO PROPIO + PRESIONES EXTERNAS E INTERNAS + CARGAS VIVAS
 4 C=0.0 D=1
 5 C=1.1 D=1

SPEC : SEISMIC RESPONSE SPECTRUM IN LATERAL (X) DIRECTION

A=0 S=9.81 D=0.5 : ANGLE, SCALE, DAMPING

C PERIOD DIRECTION 1 DIRECTION 2 1-DIRECTION
 C ACCELERATION ACCELERATION ACCELERATION

.0769	0.0	.50301140.3048	0.0
.0795	0.0	.51959840.3048	0.0
.08	0.0	.52004840.3048	0.0
.0833	0.0	.51509340.3048	0.0
.0870	0.0	.49336840.3048	0.0
.0905	0.0	.47759940.3048	0.0
.0951	0.0	.52732540.3048	0.0
.0952	0.0	.52068140.3048	0.0
.1000	0.0	.52150940.3048	0.0
.1053	0.0	.56441240.3048	0.0
.1111	0.0	.52566340.3048	0.0
.1176	0.0	.52043540.3048	0.0
.1190	0.0	.52821140.3048	0.0
.1250	0.0	.52759740.3048	0.0
.1333	0.0	.52541340.3048	0.0
.1429	0.0	.52653140.3048	0.0
.1532	0.0	.50577940.3048	0.0
.1602	0.0	.50460540.3048	0.0
.1667	0.0	.52022040.3048	0.0
.1818	0.0	.54039040.3048	0.0
.2000	0.0	1.00552040.3048	0.0
.2122	0.0	.74613540.3048	0.0
.2420	0.0	.70478340.3048	0.0
.2500	0.0	.75505240.3048	0.0
.2857	0.0	.71525440.3048	0.0
.3333	0.0	.82062940.3048	0.0
.4000	0.0	.65277540.3048	0.0
.4313	0.0	.52116740.3048	0.0
.5000	0.0	1.04862040.3048	0.0
.5667	0.0	.54175040.3048	0.0
1.0000	0.0	.48225140.3048	0.0
1.2730	0.0	.25551740.3048	0.0
2.0000	0.0	.11015540.3048	0.0



desarola

DEFORMED
SHAPE

LOAD 5

MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.4653E-03

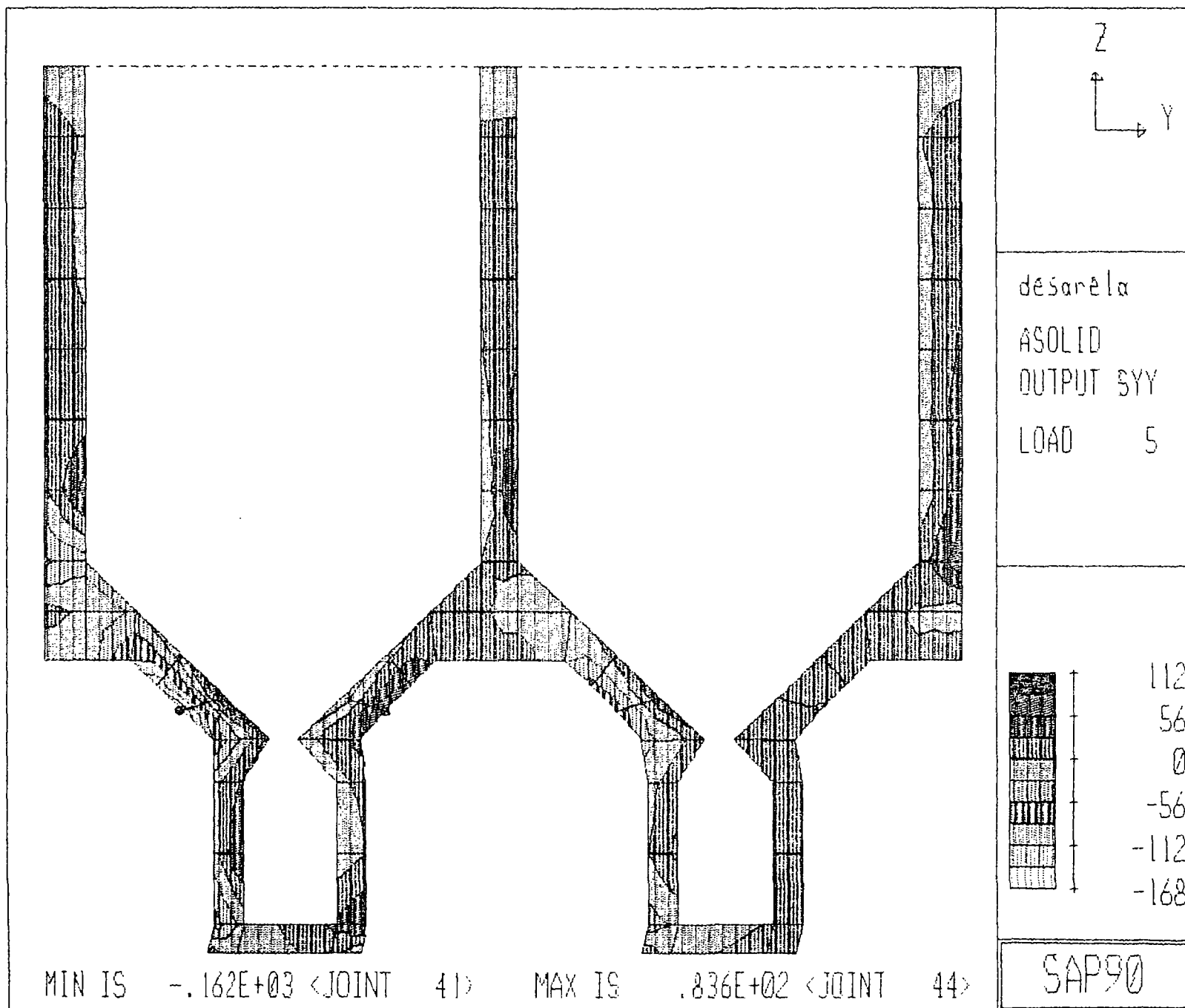
MAXIMA

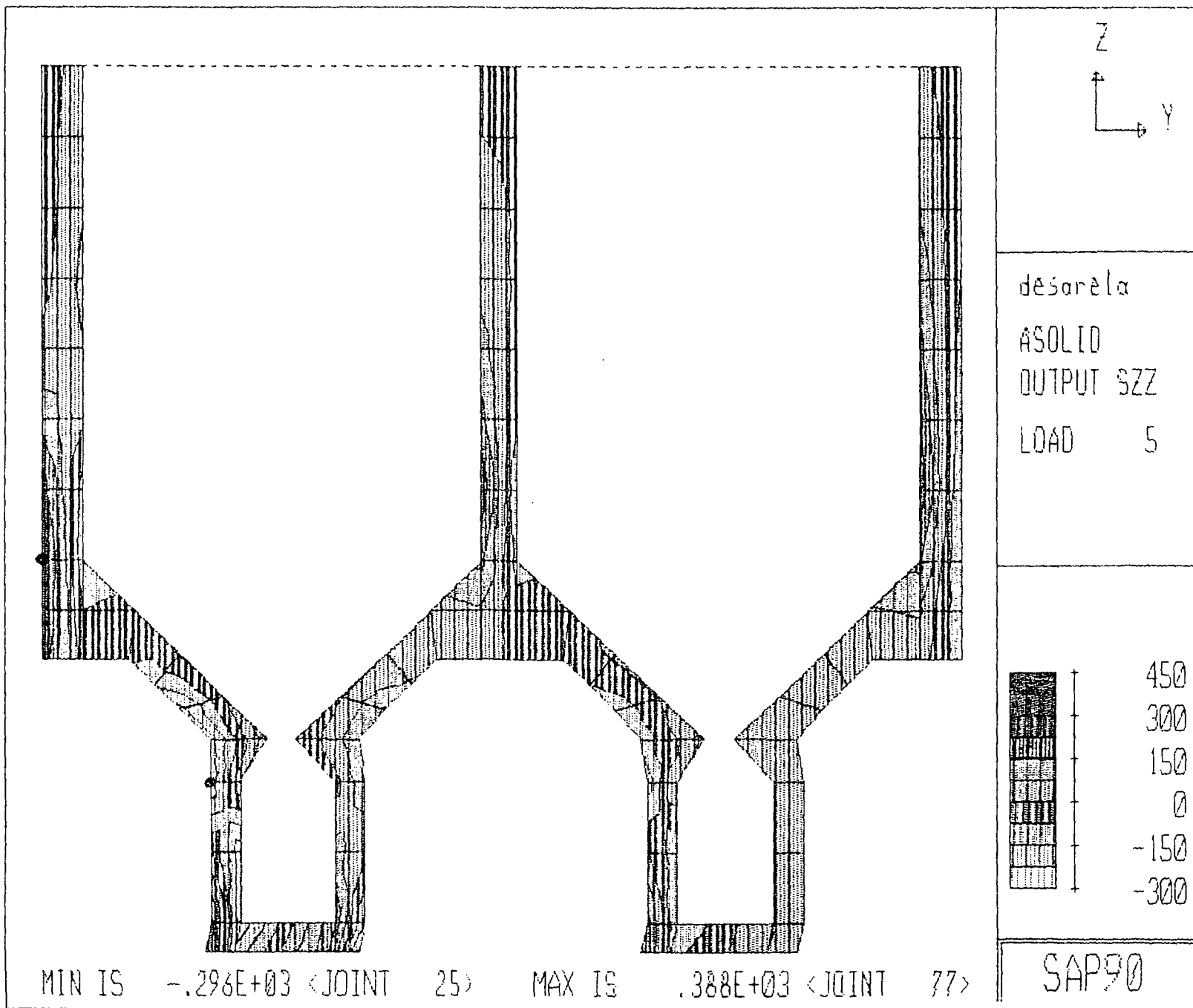
X .0000E+00

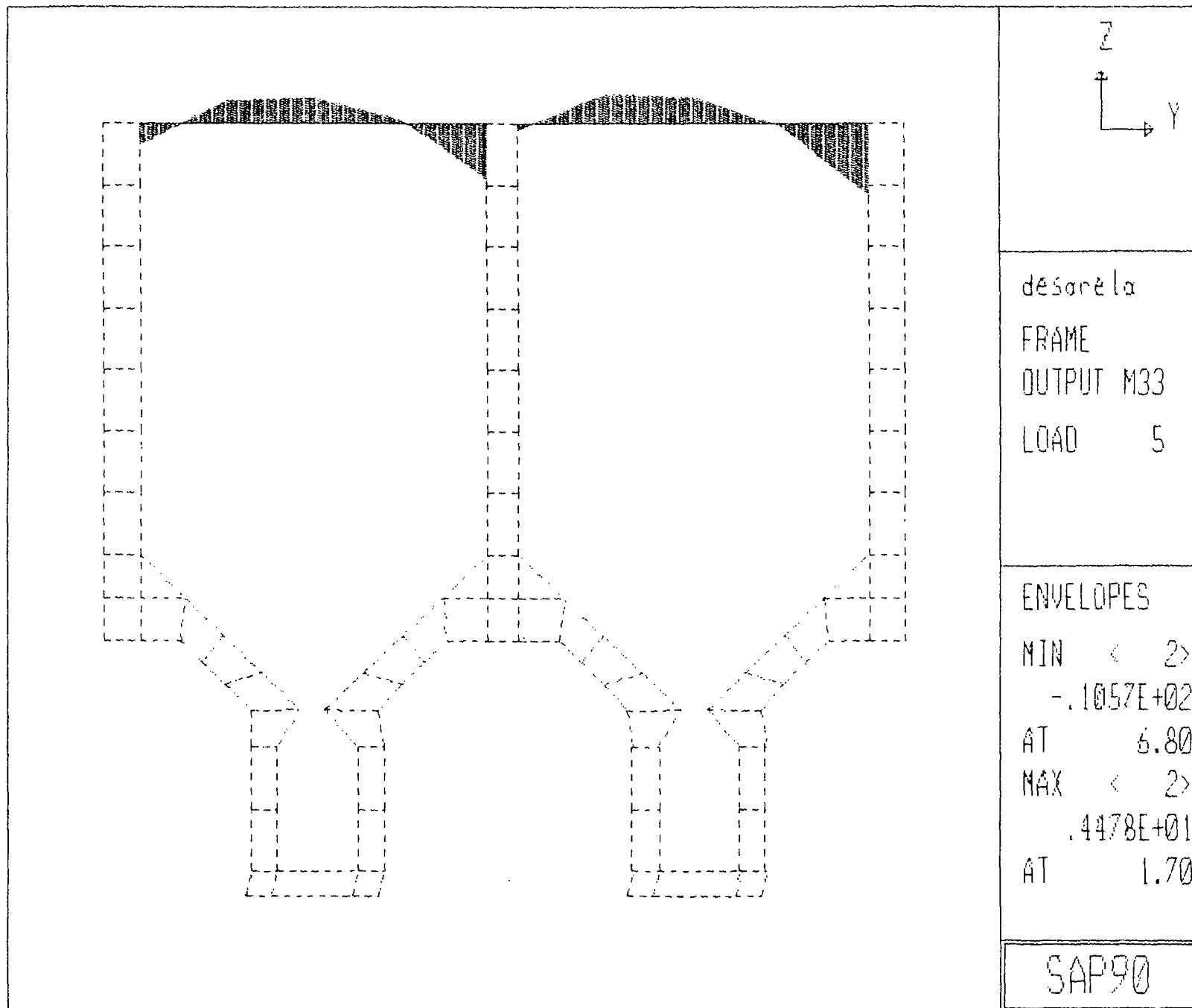
Y .9998E-02

Z .5178E-03

SAP90







ESTRUCTURA DESARENADORA DESARE2A

SYSTEM

L=2 V=4

JOINTS

1	X=0	Y=2.8	Z=0
2		Y=3.3	
3		Y=4.9	
4		Y=5.4	
5		Y=10.2	
6		Y=10.7	
7		Y=12.3	
8		Y=12.8	
9		Y=2.8	Z=0.4
17			Z=1.4
25			Z=2.4 F=1,7,3,1.6
33			Z=2.992
34		Y=3.85	Z=3
35		Y=4.35	
36		Y=5.4	Z=2.992
37		Y=10.2	
38		Y=11.25	Z=3
39		Y=11.75	
40		Y=12.3	Z=2.992
41		Y=2.363	Z=3.421
42		Y=3.1	Z=3.6
43		Y=5.1	
44		Y=5.837	Z=3.421
45		Y=9.763	
46		Y=10.5	Z=3.6
47		Y=12.5	
48		Y=13.237	Z=3.421
49		Y=1.927	Z=3.771
50		Y=2.3375	Z=4.21
51		Y=5.8625	
52		Y=6.273	Z=3.771
53		Y=9.327	
54		Y=9.7375	Z=4.21
55		Y=13.2625	
56		Y=13.673	Z=3.771
57		Y=0	Z=4.12
58		Y=0.7	
59		Y=1.49	
60		Y=6.71	
61		Y=7.5	
62		Y=8.1	
63		Y=8.89	
64		Y=14.11	
65		Y=14.9	
66		Y=15.6	
67		Y=0	Z=4.92
68		Y=0.7	
69		Y=1.575	
70		Y=6.625	
71		Y=7.5	
72		Y=8.1	
73		Y=8.975	
74		Y=14.025	
75		Y=14.9	
76		Y=15.6	
77		Y=0	Z=5.52
78		Y=0.7	
79		Y=7.5	
80		Y=8.1	
81		Y=14.9	

82 Y=15.6
119 Y=0 Z=12.55 S=77,119,6 F=77,5,7,1,6

RESTRAINTS

1 124 1 R=1,0,0,1,1,1
1 8 1 R=1,1,1,1,1,1
57 59 2 R=1,0,1,1,1,1
60 63 3 R=1,0,1,1,1,1
64 66 2 R=1,0,1,1,1,1

CONSTRAINTS

121 C=0,120
123 C=0,122
43 C=0,42
47 C=0,46

POTENTIAL

C PRESION EXTERIOR DEL SUELO + PRESION HIDROSTATICA EXTERIOR Y SUBPRESION

57 77 10 P=14.28+7.4,11.9+6
77 113 6 P=11.9+6,1.7+0
113 119 6 P=1.7,0
57 59 1 P=7.4,6.69
59 49 -10 P=6.69,6.79
49 41 -8 P=6.79,6.87
41 33 -8 P=6.87,6.94
33 1 -8 P=6.93,9.45
1 4 1 P=9.45,7.53
4 36 8 P=7.53,5.52
36 44 8 P=5.52,5.07
44 60 8 P=5.07,4.22
60 63 1 P=4.22,3.13
63 53 -10 P=3.13,3.12
53 45 -8 P=3.12,3.03
45 37 -8 P=3.03,2.92
37 5 -8 P=2.92,3.99
5 8 1 P=3.99,2.07
8 40 8 P=2.07,1.52
40 56 8 P=1.52,0.96
56 64 8 P=0.96,0.71
64 66 1 P=0.71,0

C PRESION HIDROSTATICA INTERIOR LLENO LADO IZQUIERDO-VACIO LADO DERECHO

10 50 8 P=11.12,7.31
50 69 19 P=7.31,6.7
69 78 9 P=6.7,6
78 114 6 P=6,0
11 51 8 P=11.12,7.31
51 70 19 P=7.31,6.7
70 79 9 P=6.7,6
79 115 6 P=6,0

FRAME

NM=2 NL=2 Z=-1

1 SH=T T=0.8,1,0.2,0.4 E=2.1E6 W=1.056 M=1.056/9.8
2 SH=R T=0.92,0.5 W=1.104 M=1.104/9.8
1 WL=0,-1
2 WL=0,-0.5

C VIGA T SUPERIOR PARA INSPECCION

1 120 121 M=1 NSL=0,1 LP=3,0 G=1,1,2,2

C VIGA DE SOPORTE LATERAL INFERIOR

3 42 43 M=2 NSL=0,2 G=1,1,4,4

ASOLID

NM=1 ETYPE=2 Z=-1 P=0,1

1 W=2.4 M=2.4/9.8

E=2.1E6 U=0.25

1 39=1.7,9.16 M=1 TH=0 G=3,1

4	J0=5,6,13,14	S=3,1
7	J0=9,10,17,18	S=1,5
12	J0=11,12,19,20	S=1,5
17	J0=13,14,21,22	S=1,5
22	J0=15,16,23,24	S=1,5
27	J0=49,50,59,69	
28	J0=51,52,70,60	
29	J0=53,54,63,73	
30	J0=55,56,74,64	
31	J0=57,58,67,69	G=2,1
33	J0=60,61,70,71	G=3,1
36	J0=64,65,74,75	G=2,1
38	J0=67,68,77,78	
39	J0=68,69,78	
40	J0=70,71,79	
41	J0=71,72,79,80	
42	J0=72,73,80	
43	J0=74,75,81	
44	J0=75,76,81,82	
45	J0=77,78,83,84	G=1,7
52	J0=79,80,85,86	G=1,7
59	J0=81,82,87,88	G=1,7

COMBO

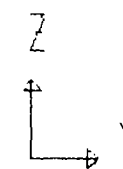
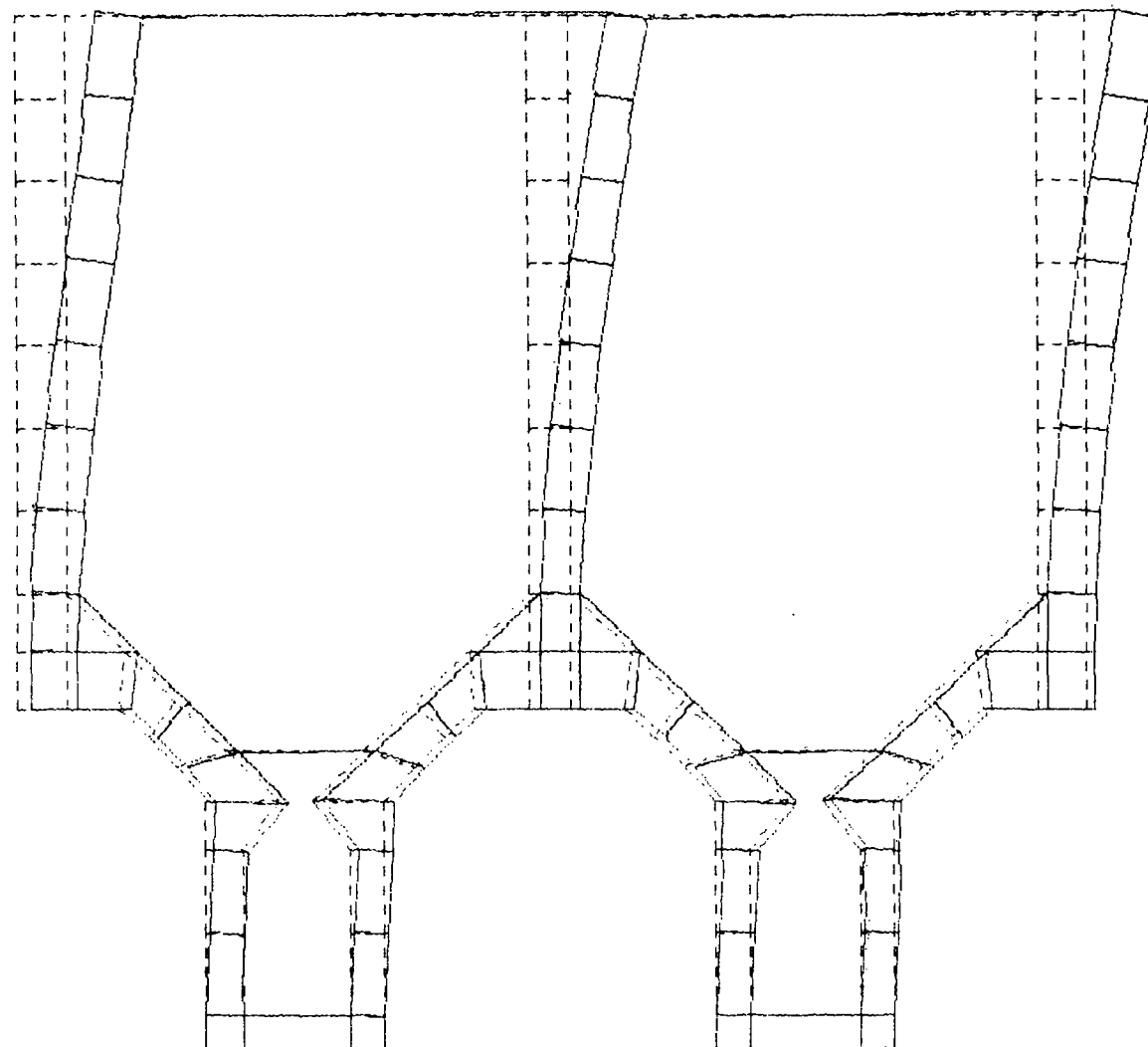
1	C=1,0	:PESO PROPIO
2	C=0,1	:PRESIONES EXTERNAS E INTERNAS Y CARGAS VIVAS
3	C=1,1	:PESO PROPIO + PRESIONES EXTERNA E INTERNAS Y CARGAS VIVAS
4	C=0,0 D=1	
5	C=1,1 D=1	

SPEC : SEISMIC RESPONSE SPECTRUM IN LATERAL (Y) DIRECTION

A=0 S=9.81 D=.05 : ANGLE, SCALE, DAMPING

C	PERIOD	DIRECTION 1	DIRECTION 2	Z-DIRECTION
C		ACCELERATION	ACCELERATION	ACCELERATION

.0769	0.0	.505311E+0.3048	0.0
.0795	0.0	.519598E+0.3048	0.0
.08	0.0	.520045E+0.3048	0.0
.0833	0.0	.518093E+0.3048	0.0
.0870	0.0	.493366E+0.3048	0.0
.0909	0.0	.477599E+0.3048	0.0
.0951	0.0	.527825E+0.3048	0.0
.0952	0.0	.530631E+0.3048	0.0
.1000	0.0	.581609E+0.3048	0.0
.1053	0.0	.564412E+0.3048	0.0
.1111	0.0	.523663E+0.3048	0.0
.1176	0.0	.572438E+0.3048	0.0
.1190	0.0	.588211E+0.3048	0.0
.1250	0.0	.627807E+0.3048	0.0
.1333	0.0	.665413E+0.3048	0.0
.1429	0.0	.636531E+0.3048	0.0
.1538	0.0	.905796E+0.3048	0.0
.1602	0.0	.804605E+0.3048	0.0
.1667	0.0	.787220E+0.3048	0.0
.1818	0.0	.943909E+0.3048	0.0
.2000	0.0	1.005620E+0.3048	0.0
.2222	0.0	.746135E+0.3048	0.0
.2420	0.0	.704753E+0.3048	0.0
.2500	0.0	.798052E+0.3048	0.0
.2857	0.0	.718264E+0.3048	0.0
.3333	0.0	.880624E+0.3048	0.0
.4000	0.0	.882996E+0.3048	0.0
.4313	0.0	.921167E+0.3048	0.0
.5000	0.0	1.046620E+0.3048	0.0
.6667	0.0	.641750E+0.3048	0.0
1.0000	0.0	.482251E+0.3048	0.0
1.2730	0.0	.256817E+0.3048	0.0



desore2a

DEFORMED
SHAPE

LOAD 5

MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.3420E-03

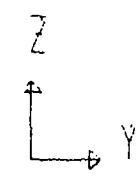
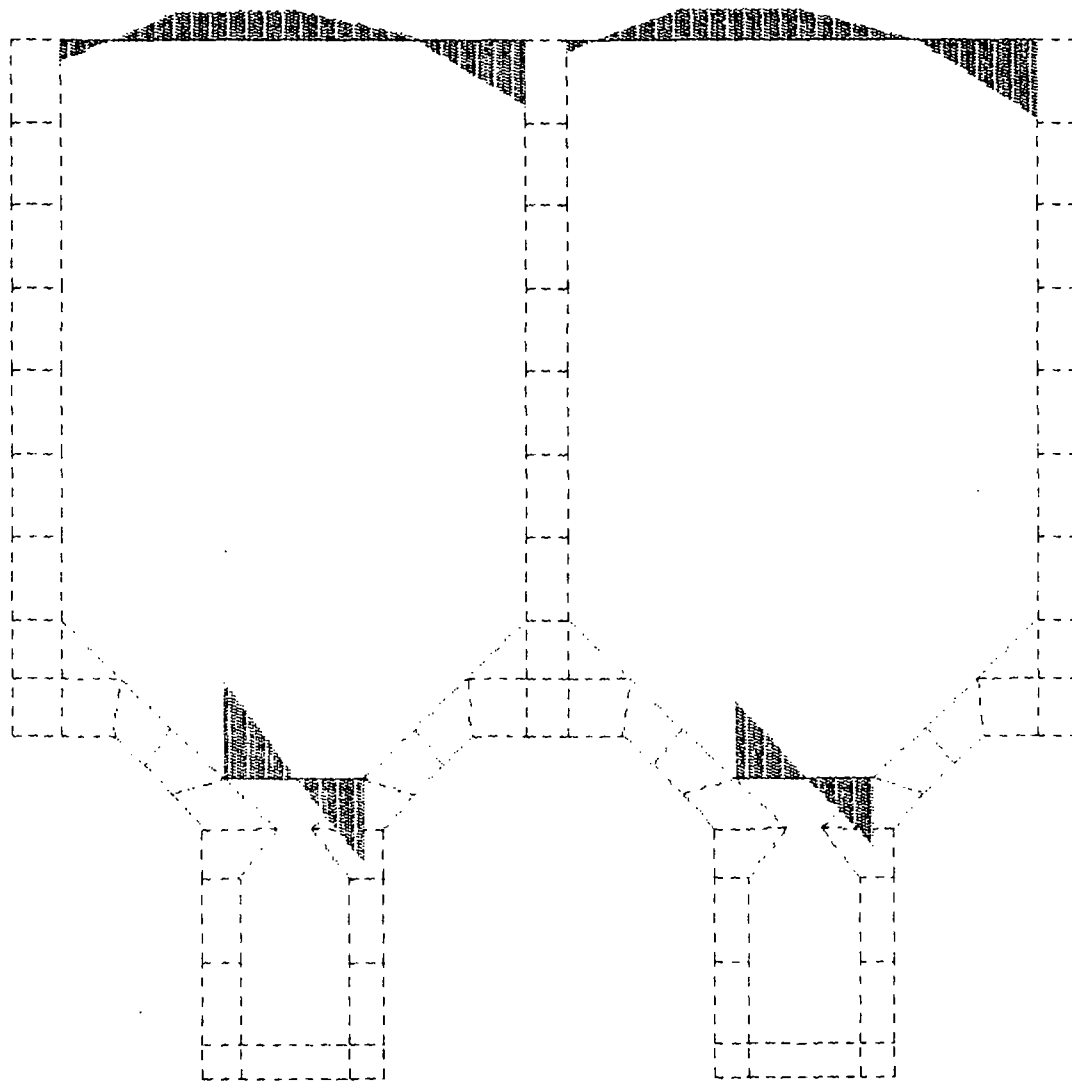
MAXIMA

X .0000E+00

Y .9950E-02

Z .5419E-03

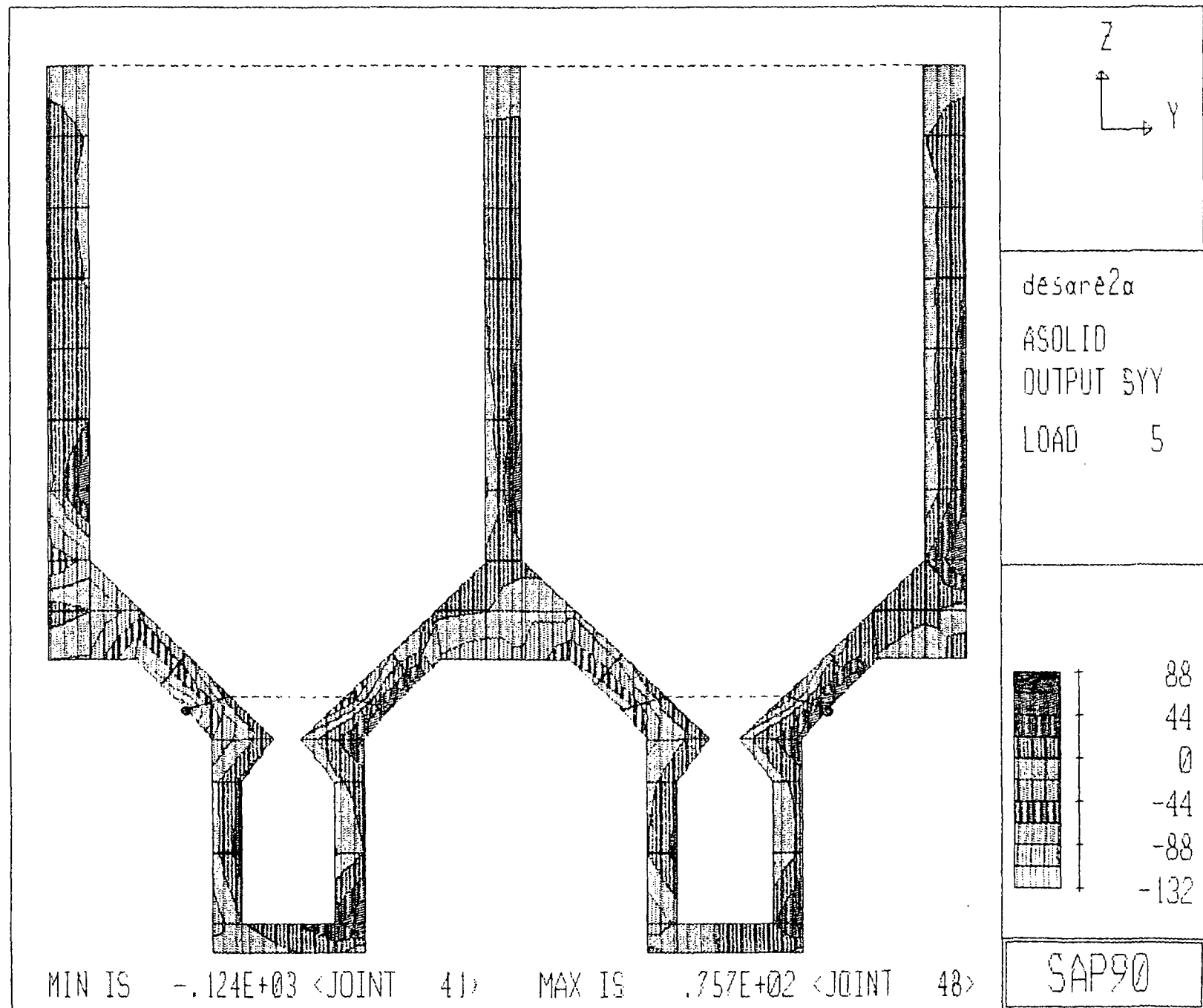
SAP90

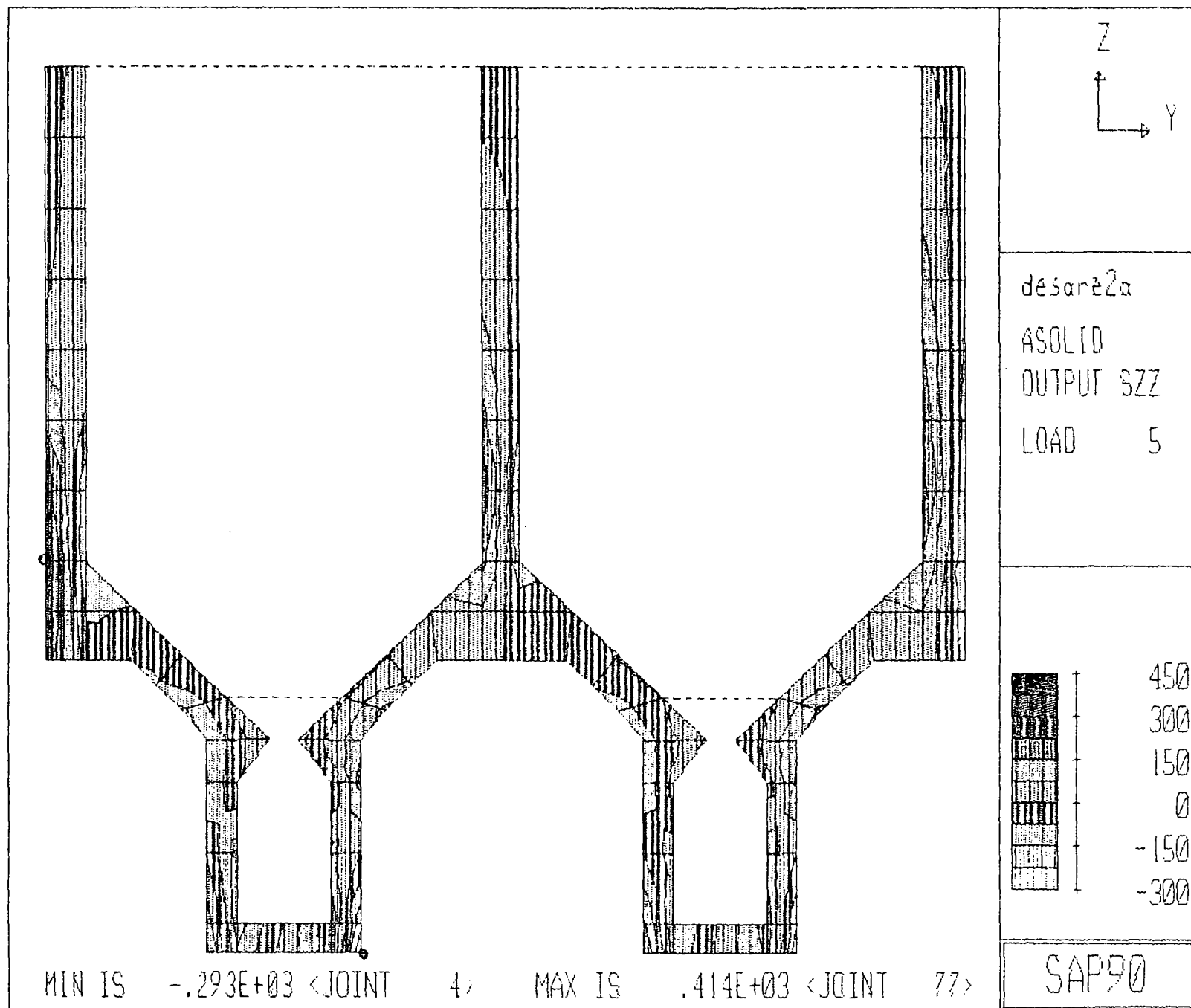


désarç2a
FRAME
OUTPUT M33
LOAD 5

ENVELOPES
MIN < 3>
-.1076E+02
AT 2.00
MAX < 3>
.1247E+02
AT .00

SAP90





ESTRUCTURA DESARENADOR DESAREN1
SYSTEM

L=2 V=4

JOINTS

1	X=0	Y=2.8	Z=0	
2		Y=3.3		
3		Y=4.9		
4		Y=5.4		
5		Y=10.2		
6		Y=10.7		
7		Y=12.3		
8		Y=12.8		
9		Y=2.8	Z=0.4	
17			Z=1.4	
25			Z=2.4	F=1,7,3,1.8
33			Z=2.992	
34		Y=3.85	Z=3	
35		Y=4.33		
36		Y=5.4	Z=2.992	
37		Y=10.2		
38		Y=11.25	Z=3	
39		Y=11.75		
40		Y=12.8	Z=2.992	
41		Y=2.363	Z=3.421	
42		Y=3.1	Z=3.6	
43		Y=5.1		
44		Y=5.837	Z=3.421	
45		Y=9.763		
46		Y=10.5	Z=3.6	
47		Y=12.5		
48		Y=13.237	Z=3.421	
49		Y=1.927	Z=3.771	
50		Y=2.3375	Z=4.21	
51		Y=5.8625		
52		Y=6.273	Z=3.771	
53		Y=9.327		
54		Y=9.7375	Z=4.21	
55		Y=13.2625		
56		Y=13.673	Z=3.771	
57		Y=0	Z=4.12	
58		Y=0.7		
59		Y=1.49		
60		Y=6.71		
61		Y=7.5		
62		Y=8.1		
63		Y=8.89		
64		Y=14.11		
65		Y=14.9		
66		Y=15.6		
67		Y=0	Z=4.82	
68		Y=0.7		
69		Y=1.575		
70		Y=6.625		
71		Y=7.5		
72		Y=8.1		
73		Y=8.975		
74		Y=14.025		
75		Y=14.9		
76		Y=15.6		
77		Y=0	Z=5.52	
78		Y=0.7		
79		Y=7.5		
80		Y=8.1		
81		Y=14.9		

62 Y=15.6
 119 Y=0 Z=12.52 G=77,119,5 F=77,5,7,1,6

RESTRAINTS

1 124 1 R=1,0,0,1,1,1
 1 8 1 R=1,1,1,1,1,1
 57 59 2 R=1,0,1,1,1,1
 60 63 3 R=1,0,1,1,1,1
 64 66 2 R=1,0,1,1,1,1

POTENTIAL

C PRESION EXTERIOR DEL SUELO + PRESION HIDROSTATICA EXTERIOR Y SUBPRESION

57 77 10 P=14.28+7.4,11.9+6
 77 113 6 P=11.9+6,1.7+0
 113 119 6 P=1.7,0
 57 59 1 P=7.4,6.69
 59 49 -10 P=6.69,6.79
 49 41 -8 P=6.79,6.87
 41 33 -8 P=6.87,6.93
 33 1 -8 P=6.93,9.45
 1 4 1 P=9.45,7.53
 4 36 8 P=7.53,5.52
 36 44 8 P=5.52,5.07
 44 60 8 P=5.07,4.22
 60 63 1 P=4.22,3.18
 63 53 -10 P=3.18,3.12
 53 45 -8 P=3.12,3.03
 45 37 -8 P=3.03,2.92
 37 5 -8 P=2.92,3.99
 5 8 1 P=3.99,2.07
 8 40 8 P=2.07,1.52
 40 56 8 P=1.52,0.96
 56 64 8 P=0.96,0.71
 64 66 1 P=0.71,0

C PRESION HIDROSTATICA INTERIOR LLENO LADO IZQUIERDO Y LADO DERECHO

10 50 8 P=11.12,7.31
 50 69 19 P=7.31,6.7
 69 78 9 P=6.7,6
 78 114 6 P=6,0
 11 51 8 P=11.12,7.31
 51 70 19 P=7.31,6.7
 70 79 9 P=6.7,6
 79 115 6 P=6,0
 14 54 8 P=11.12,7.31
 54 73 19 P=7.31,6.7
 73 80 7 P=6.7,6
 80 116 6 P=6,0
 15 55 8 P=11.12,7.31
 55 74 19 P=7.31,6.7
 74 81 7 P=6.7,6
 81 117 6 P=6,0

ASOLID

NM=1 ETYPE=2 I=-1 P=0,1

1 W=2.4 M=2.4/9.8

E=2.1E6 U=0.25

1 JO=1,2,9,10 M=1 TH=2 G=3,1
 4 JO=5,6,13,14 G=3,1
 7 JO=9,10,17,18 G=1,5
 12 JO=11,12,19,20 G=1,5
 17 JO=13,14,21,22 G=1,5
 22 JO=15,16,23,24 G=1,5
 27 JO=49,50,59,69
 28 JO=51,52,70,60
 29 JO=53,54,63,73
 30 JO=55,56,74,66

31	JQ=57,58,67,69	6=2,1
33	JQ=60,61,70,71	6=3,1
36	JQ=64,65,74,75	6=2,1
38	JQ=67,68,77,78	
39	JQ=68,69,78	
40	JQ=70,71,79	
41	JQ=71,72,79,80	
42	JQ=72,73,80	
43	JQ=74,75,81	
44	JQ=75,76,81,82	
45	JQ=77,78,83,84	6=1,7
52	JQ=79,80,85,86	6=1,7
59	JQ=81,82,87,88	6=1,7

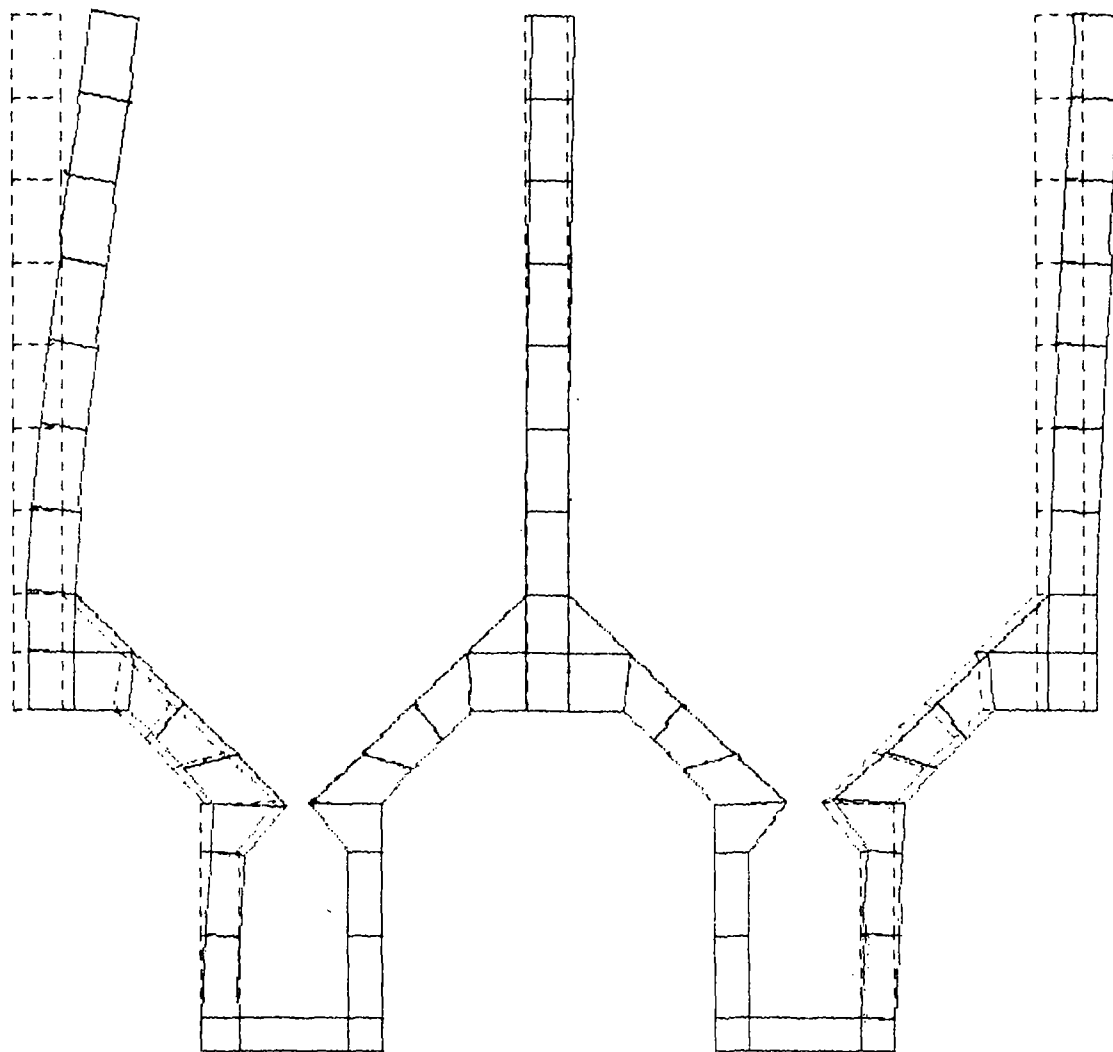
COMBO

1	C=1,0	:PESO PROPIO
2	C=0,1	:PRESIONES EXTERNAS E INTERNAS
3	C=1,1	:PESO PROPIO + PRESIONES EXTERNA E INTERNAS
4	C=0,0 D=1	
5	C=1,1 D=1	

SPEC : SEISMIC RESPONSE SPECTRUM IN LATERAL (Y) DIRECTION

A=0 S=9.81 D=.05 : ANGLE, SCALE, DAMPING

C	PERIOD	DIRECTION 1	DIRECTION 2	Z-DIRECTION
C		ACCELERATION	ACCELERATION	ACCELERATION
	.0769	0.0	.505311#0.3048	0.0
	.0795	0.0	.519598#0.3048	0.0
	.08	0.0	.520045#0.3048	0.0
	.0833	0.0	.518093#0.3048	0.0
	.0870	0.0	.493366#0.3048	0.0
	.0909	0.0	.477599#0.3048	0.0
	.0951	0.0	.527825#0.3048	0.0
	.0952	0.0	.530631#0.3048	0.0
	.1000	0.0	.581609#0.3048	0.0
	.1053	0.0	.564412#0.3048	0.0
	.1111	0.0	.523663#0.3048	0.0
	.1176	0.0	.572438#0.3048	0.0
	.1190	0.0	.588211#0.3048	0.0
	.1250	0.0	.627897#0.3048	0.0
	.1333	0.0	.665413#0.3048	0.0
	.1429	0.0	.636531#0.3048	0.0
	.1538	0.0	.905796#0.3048	0.0
	.1602	0.0	.804605#0.3048	0.0
	.1667	0.0	.787220#0.3048	0.0
	.1818	0.0	.943909#0.3048	0.0
	.2000	0.0	1.005620#0.3048	0.0
	.2222	0.0	.746135#0.3048	0.0
	.2420	0.0	.704753#0.3048	0.0
	.2500	0.0	.798052#0.3048	0.0
	.2857	0.0	.718264#0.3048	0.0
	.3333	0.0	.880624#0.3048	0.0
	.4000	0.0	.882995#0.3048	0.0
	.4313	0.0	.921167#0.3048	0.0
	.5000	0.0	1.046620#0.3048	0.0
	.6667	0.0	.641750#0.3048	0.0
	1.0000	0.0	.482251#0.3048	0.0
	1.2730	0.0	.258617#0.3048	0.0
	2.0000	0.0	.160189#0.3048	0.0



désordre1

DEFORMED
SHAPE

LOAD 5

MINIMA

X .0000E+00

Y -.1962E-03

Z -.6407E-03

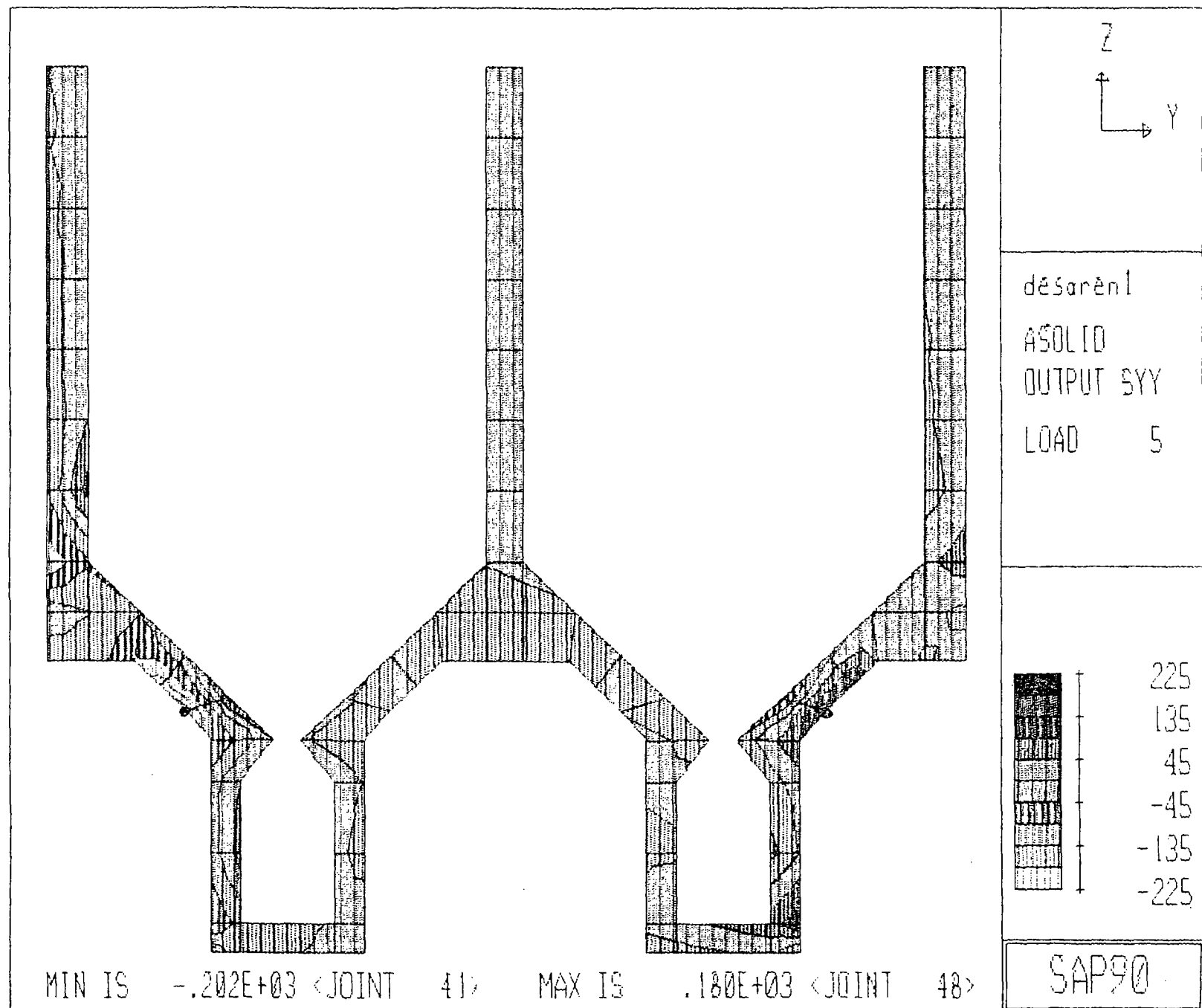
MAXIMA

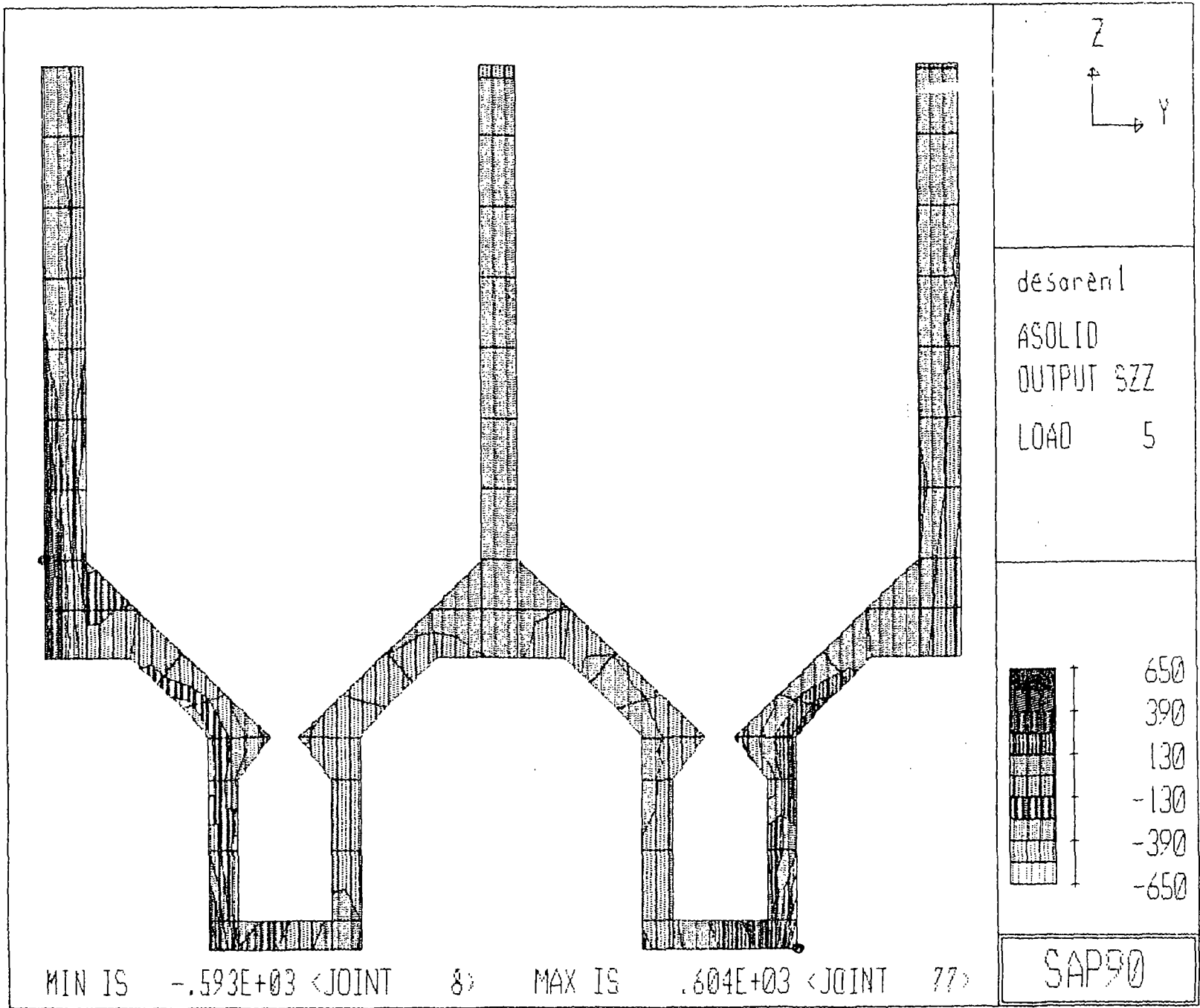
X .0000E+00

Y .1690E-01

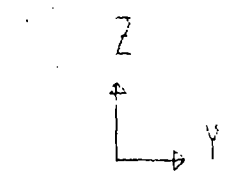
Z .9408E-03

SAP90

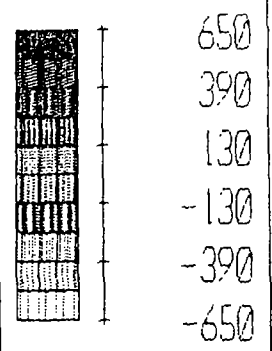




MIN IS -.593E+03 <JOINT 8> MAX IS .604E+03 <JOINT 77>



desoren1
ASOLID
OUTPUT SZZ
LOAD 5



SAP90

ESTRUCTURA DESARENADOR DESARE11

SYSTEM

L=2 V=4

JOINTS

1	X=0	Y=2.8	Z=0
2		Y=3.3	
3		Y=4.9	
4		Y=5.4	
5		Y=10.2	
6		Y=10.7	
7		Y=12.3	
8		Y=12.8	
9		Y=2.8	Z=0.4
17			Z=1.4
25			Z=2.4 F=1,7,3,1,5
33			Z=2.992
34		Y=3.85	Z=3
35		Y=4.35	
36		Y=5.4	Z=2.992
37		Y=10.2	
38		Y=11.25	Z=3
39		Y=11.75	
40		Y=12.8	Z=2.992
41		Y=2.363	Z=3.421
42		Y=3.1	Z=3.6
43		Y=5.1	
44		Y=5.837	Z=3.421
45		Y=9.763	
46		Y=10.5	Z=3.6
47		Y=12.5	
48		Y=13.237	Z=3.421
49		Y=1.927	Z=3.771
50		Y=2.3375	Z=4.21
51		Y=5.8625	
52		Y=6.273	Z=3.771
53		Y=9.327	
54		Y=9.7375	Z=4.21
55		Y=13.2625	
56		Y=13.673	Z=3.771
57		Y=0	Z=4.12
58		Y=0.7	
59		Y=1.49	
60		Y=6.71	
61		Y=7.5	
62		Y=8.1	
63		Y=8.89	
64		Y=14.11	
65		Y=14.9	
66		Y=15.6	
67		Y=0	Z=4.82
68		Y=0.7	
69		Y=1.575	
70		Y=6.625	
71		Y=7.5	
72		Y=8.1	
73		Y=8.975	
74		Y=14.025	
75		Y=14.9	
76		Y=15.6	
77		Y=0	Z=5.52
78		Y=0.7	
79		Y=7.5	
80		Y=8.1	
81		Y=14.9	

82 Y=15.6
119 Y=0 Z=12.52 B=77,119,6 F=77.5,7.1,6

RESTRAINTS

1 124 1 R=1,0,0,1,1,1
1 8 1 R=1,1,1,1,1,1
57 59 2 R=1,0,1,1,1,1
60 53 3 R=1,0,1,1,1,1
64 66 2 R=1,0,1,1,1,1

CONSTRAINTS

121 C=0,120
123 C=0,122

POTENTIAL

C PRESION EXTERIOR DEL SUELO + PRESION HIDROSTATICA EXTERIOR Y SUBPRESION

57 77 10 P=14.28+7.4.11.9+6
77 113 6 P=11.9+6,1.7+0
113 119 6 P=1.7,0
57 59 1 P=7.4,6.69
59 49 -10 P=6.69,6.79
49 41 -8 P=6.79,6.87
41 33 -8 P=6.87,6.93
33 1 -8 P=6.93,9.45
1 4 1 P=9.45,7.53
4 36 8 P=7.53,5.52
36 44 8 P=5.52,5.07
44 60 8 P=5.07,4.22
60 63 1 P=4.22,3.18
63 53 -10 P=3.18,3.12
53 45 -8 P=3.12,3.03
45 37 -8 P=3.03,2.92
37 5 -8 P=2.92,3.99
5 8 1 P=3.99,2.07
8 40 8 P=2.07,1.52
40 56 8 P=1.52,0.96
56 64 8 P=0.96,0.71
64 66 1 P=0.71,0

C PRESION HIDROSTATICA INTERIOR LLENO LADO IZQUIERDO Y LADO DERECHO

10 50 8 P=11.12,7.31
50 69 19 P=7.31,6.7
69 78 9 P=6.7,6
78 114 6 P=6,0
11 51 8 P=11.12,7.31
51 70 19 P=7.31,6.7
70 79 9 P=6.7,6
79 115 6 P=6,0
14 54 8 P=11.12,7.31
54 73 19 P=7.31,6.7
73 80 7 P=6.7,6
80 116 6 P=6,0
15 55 8 P=11.12,7.31
55 74 19 P=7.31,6.7
74 81 7 P=6.7,6
81 117 6 P=6,0

FRAME

NM=1 NL=1 I=-1
1 SH=T. T=0.8,1,0.2,0.4 E=2.1E6 W=1.056 M=1.056/9.8
1 NL=0,-1
C VIGA T SUPERIOR PARA INSPECCION
1 120 121 M=1 NSL=0,1 LP=3,0 G=1,1,2,2

ASOLID

NM=1 ETYPE=2 I=-1 P=0,1
1 W=2.4 N=2.47/9.8

E=2.1E6 U=0.25

1	JQ=1,2,9,10	M=1	TH=2	G=3,1
4	JQ=3,6,13,14			G=3,1
7	JQ=9,10,17,18			G=1,5
12	JQ=11,12,19,20			G=1,5
17	JQ=13,14,21,22			G=1,5
22	JQ=15,16,23,24			G=1,5
27	JQ=49,50,59,69			
28	JQ=51,52,70,80			
29	JQ=53,54,63,73			
30	JQ=55,56,74,84			
31	JQ=57,58,67,68			G=2,1
33	JQ=60,61,70,71			G=3,1
36	JQ=64,65,74,75			G=2,1
38	JQ=67,68,77,78			
39	JQ=69,69,78			
40	JQ=70,71,79			
41	JQ=71,72,79,80			
42	JQ=72,73,80			
43	JQ=74,75,81			
44	JQ=75,76,81,82			
45	JQ=77,78,83,84			G=1,7
52	JQ=79,80,85,86			G=1,7
59	JQ=81,82,87,88			G=1,7

CONRO

1	C=1,0	SPESO PROPIO
2	C=0,1	:PRESIONES EXTERNAS E INTERNAS Y CARGAS VIVAS
3	C=1,1	:PESO PROPIO + PRESIONES EXTERNA E INTERNAS Y CARGAS VIVAS
4	C=0,0	D=1
5	C=1,1	D=1

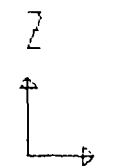
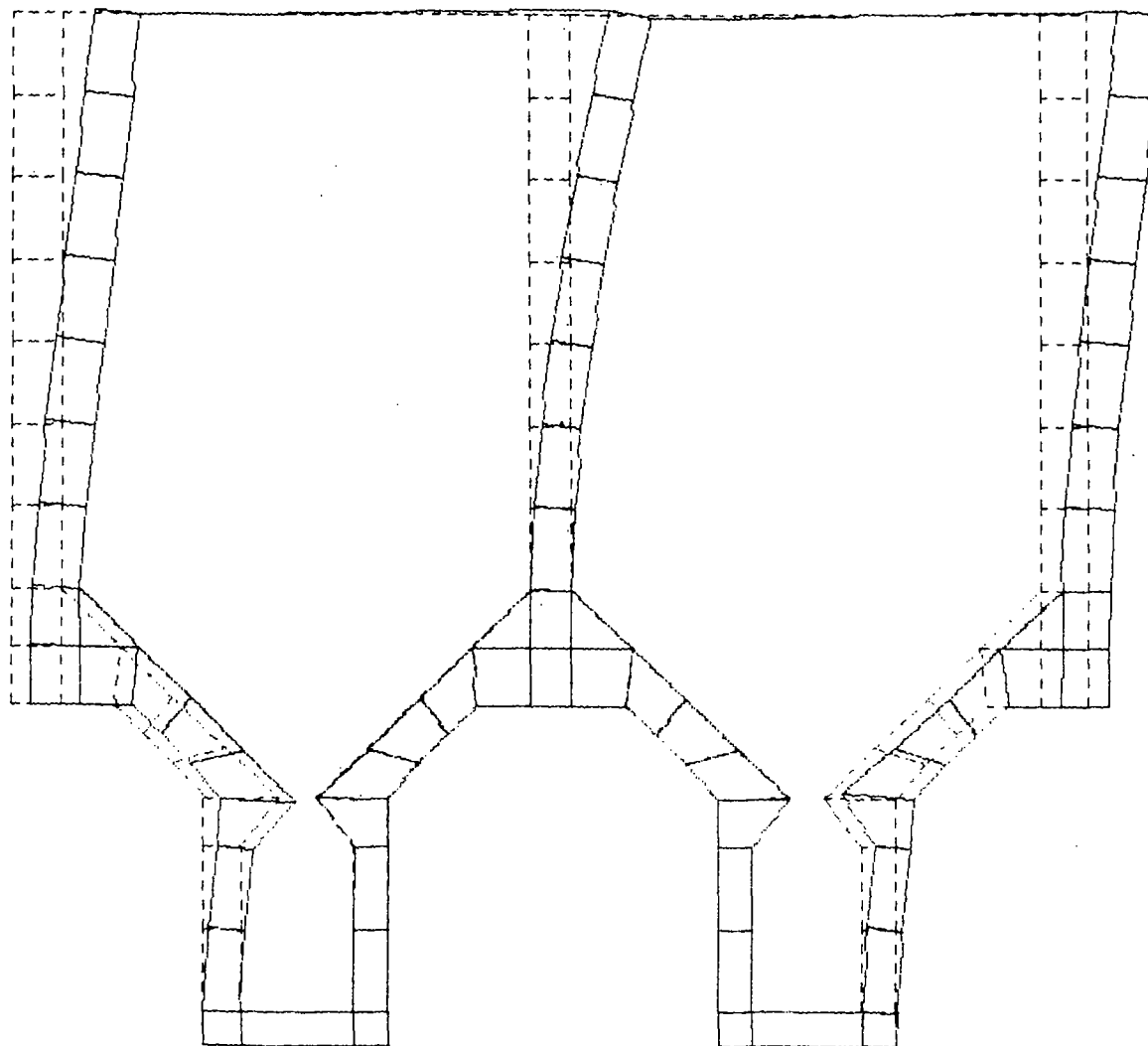
SPEC : SEISMIC RESPONSE SPECTRUM IN LATERAL (Y) DIRECTION

A=0 S=9.81 D=.05 : ANGLE, SCALE, DAMPING

C PERIOD DIRECTION 1 DIRECTION 2 Z-DIRECTION

C ACCELERATION ACCELERATION ACCELERATION

.0769	0.0	.50531110.3048	0.0
.0795	0.0	.51959910.3048	0.0
.08	0.0	.52004310.3048	0.0
.0833	0.0	.51809310.3048	0.0
.0870	0.0	.49336610.3048	0.0
.0909	0.0	.47759910.3048	0.0
.0951	0.0	.52782510.3048	0.0
.0952	0.0	.53063110.3048	0.0
.1000	0.0	.58160910.3048	0.0
.1053	0.0	.56441210.3048	0.0
.1111	0.0	.52366310.3048	0.0
.1176	0.0	.57243810.3048	0.0
.1190	0.0	.58821110.3048	0.0
.1250	0.0	.62780710.3048	0.0
.1333	0.0	.66541310.3048	0.0
.1429	0.0	.63653110.3048	0.0
.1538	0.0	.90579610.3048	0.0
.1602	0.0	.80460510.3048	0.0
.1667	0.0	.78722010.3048	0.0
.1818	0.0	.94370910.3048	0.0
.2000	0.0	1.00562010.3048	0.0
.2222	0.0	.74613510.3048	0.0
.2420	0.0	.70475310.3048	0.0
.2500	0.0	.79205210.3048	0.0
.2857	0.0	.71826410.3048	0.0
.3333	0.0	.88062410.3048	0.0
.4000	0.0	.88299510.3048	0.0
.4313	0.0	.92116710.3048	0.0
.5000	0.0	1.04662010.3048	0.0
.6667	0.0	.66175510.3048	0.0



desarell

DEFORMED
SHAPE

LOAD 5

MINIMA

X .0000E+00

Y -.6371E-04

Z -.5503E-03

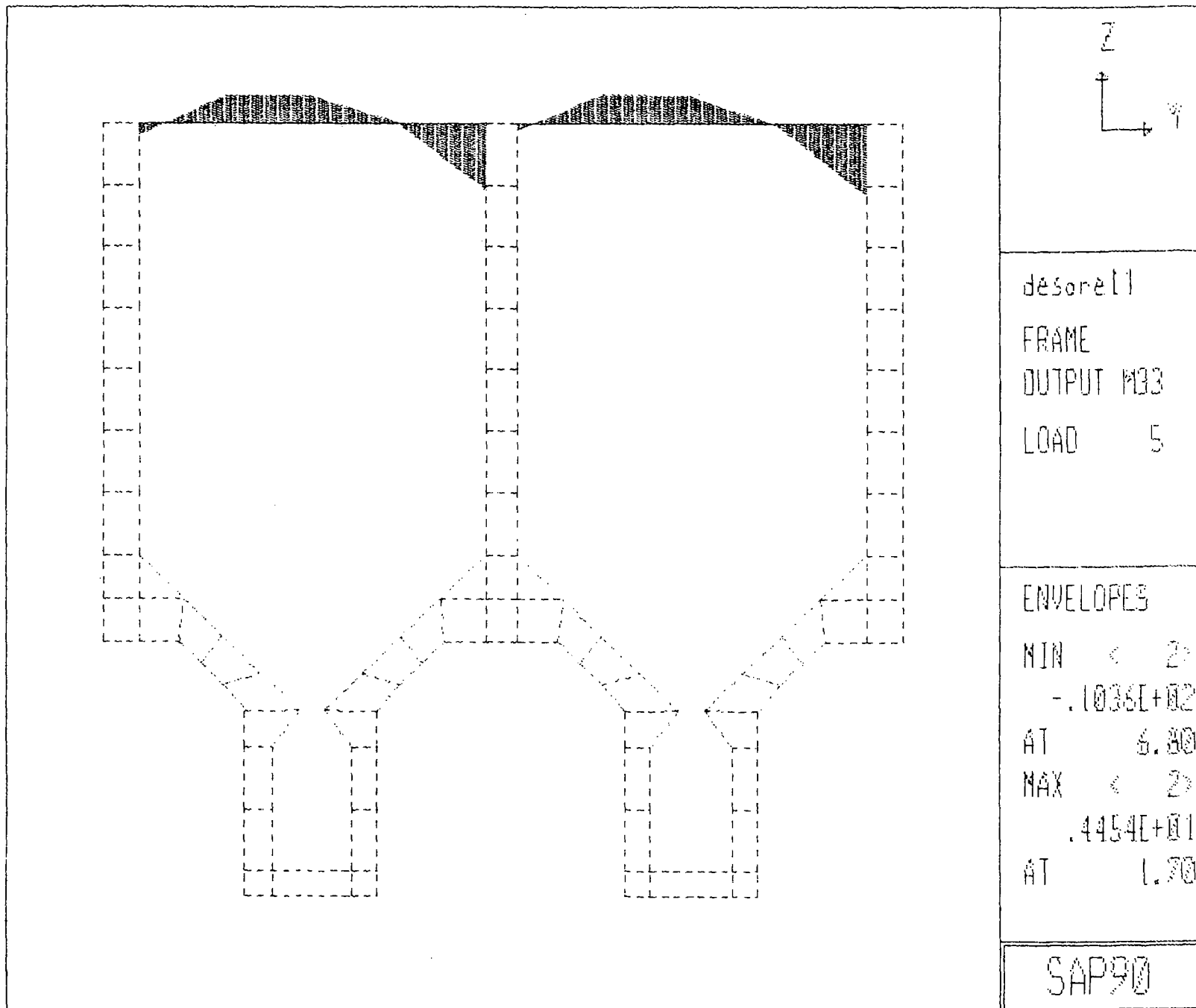
MAXIMA

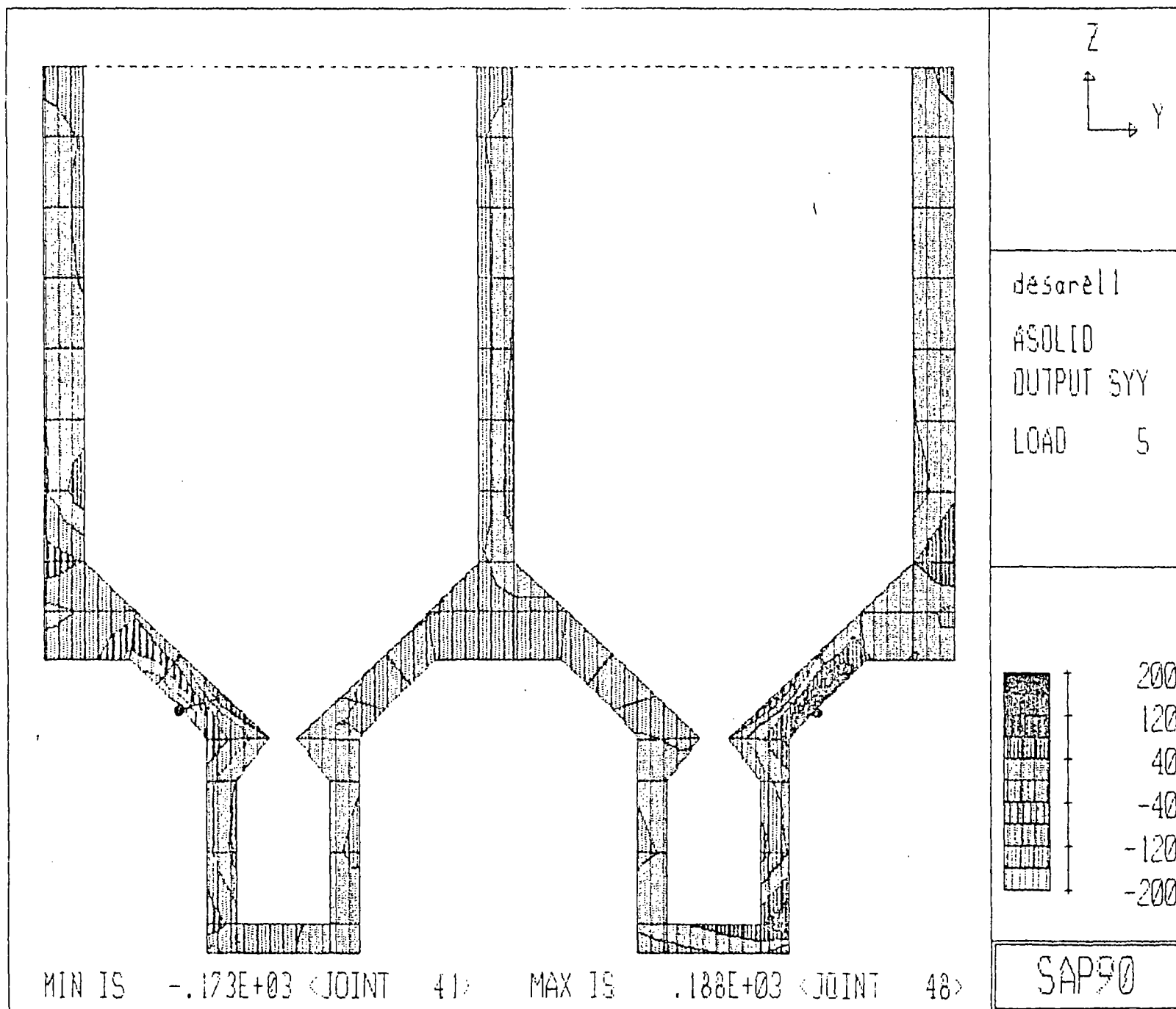
X .0000E+00

Y .1076E-01

Z .5803E-03

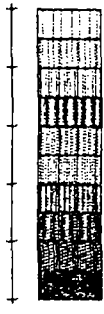
SAP90



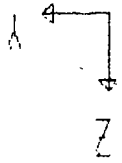


SAP90

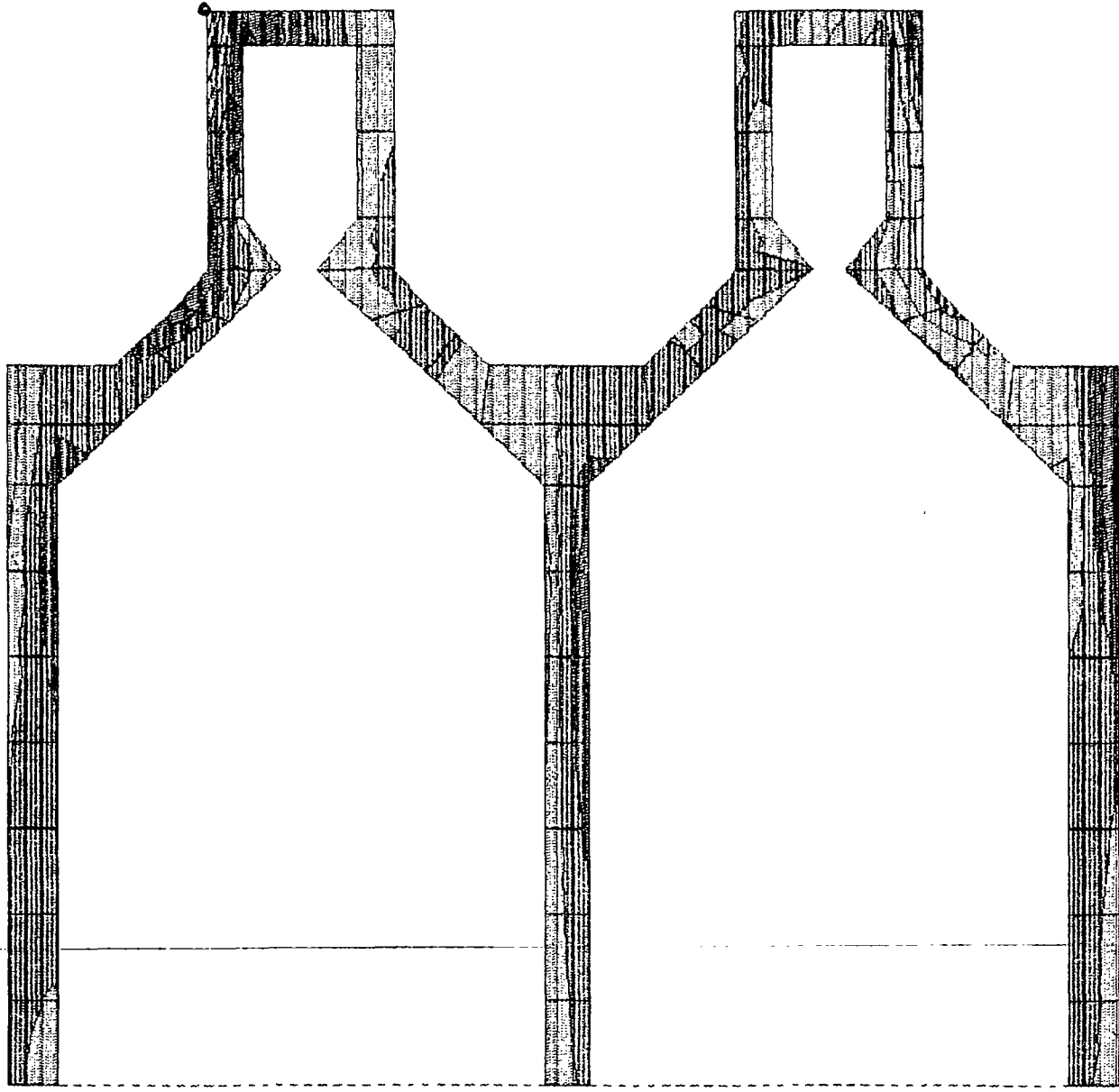
440
220
0
-220
-440
-660



desarroll
ASOLID
OUTPUT SZZ
LOAD S



MIN IS - .591E+03 < JOINT 8 > MAX IS .408E+03 < JOINT 77 >



ESTRUCTURA DEBARENADOR DESARE21

SYSTEM

L=2 V=4

JOINTS

1	X=0	Y=2.8	Z=0
2		Y=3.3	
3		Y=4.9	
4		Y=5.4	
5		Y=10.2	
6		Y=10.7	
7		Y=12.3	
8		Y=12.8	
9		Y=2.8	Z=0.4
17			Z=1.4
25			Z=2.4 F=1,7,3,1.8
33			Z=2.992
34		Y=3.65	Z=3
35		Y=4.35	
36		Y=5.4	Z=2.992
37		Y=10.2	
38		Y=11.25	Z=3
39		Y=11.75	
40		Y=12.8	Z=2.992
41		Y=2.363	Z=3.421
42		Y=3.1	Z=3.6
43		Y=5.1	
44		Y=5.837	Z=3.421
45		Y=9.763	
46		Y=10.5	Z=3.6
47		Y=12.5	
48		Y=13.237	Z=3.421
49		Y=1.927	Z=3.771
50		Y=2.3375	Z=4.21
51		Y=5.8625	
52		Y=6.273	Z=3.771
53		Y=9.327	
54		Y=9.7375	Z=4.21
55		Y=13.2625	
56		Y=13.673	Z=3.771
57		Y=0	Z=4.12
58		Y=0.7	
59		Y=1.49	
60		Y=6.71	
61		Y=7.5	
62		Y=8.1	
63		Y=8.89	
64		Y=14.11	
65		Y=14.9	
66		Y=15.6	
67		Y=0	Z=4.82
68		Y=0.7	
69		Y=1.575	
70		Y=6.625	
71		Y=7.5	
72		Y=8.1	
73		Y=8.975	
74		Y=14.025	
75		Y=14.9	
76		Y=15.6	
77		Y=0	Z=5.52
78		Y=0.7	
79		Y=7.5	
80		Y=8.1	
81		Y=14.9	

82 Y=15.6
119 V=0 Z=12.52 B=77.119.6 F=77.5.7.1.5

RESTRAINTS

1 124 1 R=1,0,0,1,1,1
1 8 1 R=1,1,1,1,1,1
57 59 2 R=1,0,1,1,1,1
60 63 3 R=1,0,1,1,1,1
64 66 2 R=1,0,1,1,1,1

CONSTRAINTS

121 C=0,120
123 C=0,122
43 C=0,42
47 C=0,46

POTENTIAL

C PRESION EXTERIOR DEL SUELO + PRESION HIDROSTATICA EXTERIOR Y SUSPRESION

57 77 10 P=14.28+7.4,11.9+6
77 113 6 P=11.9+6,1.7+0
113 119 6 P=1.7,0
57 59 1 P=7.4,6.69
59 49 -10 P=6.69,6.79
49 41 -8 P=6.79,6.87
41 33 -8 P=6.87,6.93
33 1 -8 P=6.93,9.45
1 4 1 P=9.45,7.53
4 36 8 P=7.53,5.52
36 44 8 P=5.52,5.07
44 60 8 P=5.07,4.22
60 63 1 P=4.22,3.18
63 53 -10 P=3.18,3.12
53 45 -8 P=3.12,3.03
45 37 -8 P=3.03,2.92
37 5 -8 P=2.92,3.99
5 8 1 P=3.99,2.07
8 40 8 P=2.07,1.52
40 56 8 P=1.52,0.96
56 64 8 P=0.96,0.71
64 66 1 P=0.71,0

C PRESION HIDROSTATICA INTERIOR LLENO LADO IZQUIERDO Y LADO DERECHO

10 50 8 P=11.12,7.31
50 69 19 P=7.31,6.7
69 78 9 P=6.7,6
78 114 6 P=6,0
11 51 8 P=11.12,7.31
51 70 19 P=7.31,6.7
70 79 9 P=6.7,6
79 115 6 P=6,0
14 54 8 P=11.12,7.31
54 73 19 P=7.31,6.7
73 80 7 P=6.7,6
80 116 6 P=6,0
15 55 8 P=11.12,7.31
55 74 19 P=7.31,6.7
74 81 7 P=6.7,6
81 117 6 P=6,0

FRAME

NM=2 NL=2 Z=-1

1 SH=T T=0.8,1,0.2,0.4 E=2.1E8 W=1.056 M=1.056/9.8

2 SH=R T=0.92,0.5 W=1.104 M=1.104/9.8

1 WL=0,-1

2 WL=0,-0.5

C VIGA T SUPERIOR PARA INSPELION

1 124 121 M=1 NL=0,1 LF=0.9 G=0.1,2,2

C VIGA DE SOPORTE LATERAL INFERIOR

3 42 43 M=2 NCL=0,2 S=1,1,4,4

ASOLID

NM=1 ET/PE=2 Z=-1 P=0,1

1 W=2.4 M=2.4/9.8

E=2.1E6 U=0.25

1	JO=1,2,9,10	M=1	TH=2	S=3,1
4	JO=5,6,13,14			S=3,1
7	JO=9,10,17,18			S=1,5
12	JO=11,12,19,20			S=1,5
17	JO=13,14,21,22			S=1,5
22	JO=15,16,23,24			S=1,5
27	JO=49,50,59,69			
28	JO=51,52,70,80			
29	JO=53,54,63,73			
30	JO=55,56,74,84			
31	JO=57,58,67,83			S=2,1
33	JO=60,61,70,71			S=3,1
36	JO=64,65,74,75			S=2,1
38	JO=67,68,77,78			
39	JO=68,69,78			
40	JO=70,71,79			
41	JO=71,72,79,80			
42	JO=72,73,80			
43	JO=74,75,81			
44	JO=75,76,81,82			
45	JO=77,78,83,84			S=1,7
52	JO=79,80,85,86			S=1,7
59	JO=81,82,87,88			S=1,7

COMBO

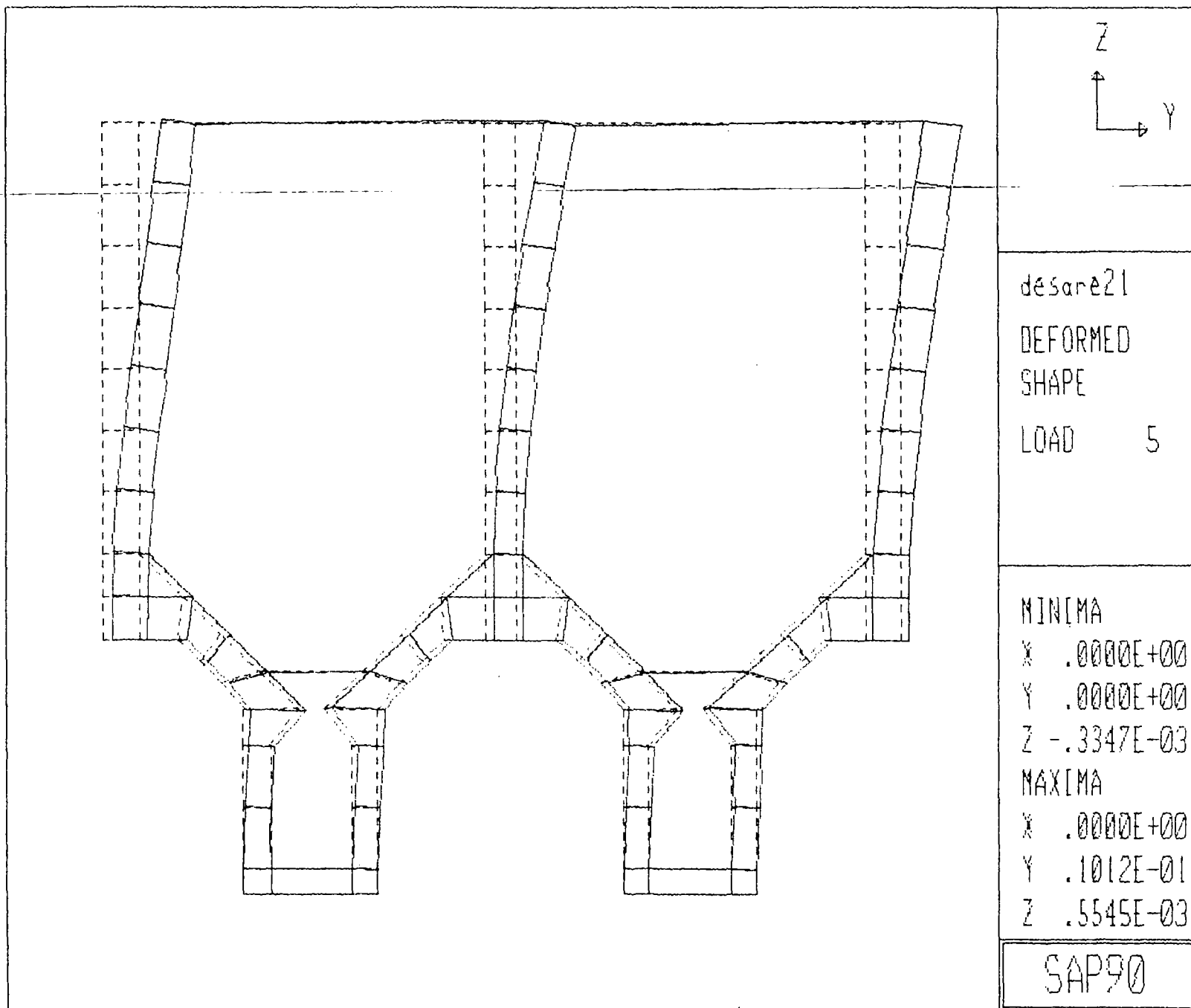
1	C=1,0	:PESO PROPIO
2	C=0,1	:PRESIONES EXTERNAS E INTERNAS Y CARGAS VIVAS
3	C=1,1	:PESO PROPIO + PRESIONES EXTERNA E INTERNAS Y CARGAS VIVAS
4	C=0,0 D=1	
5	C=1,1 D=1	

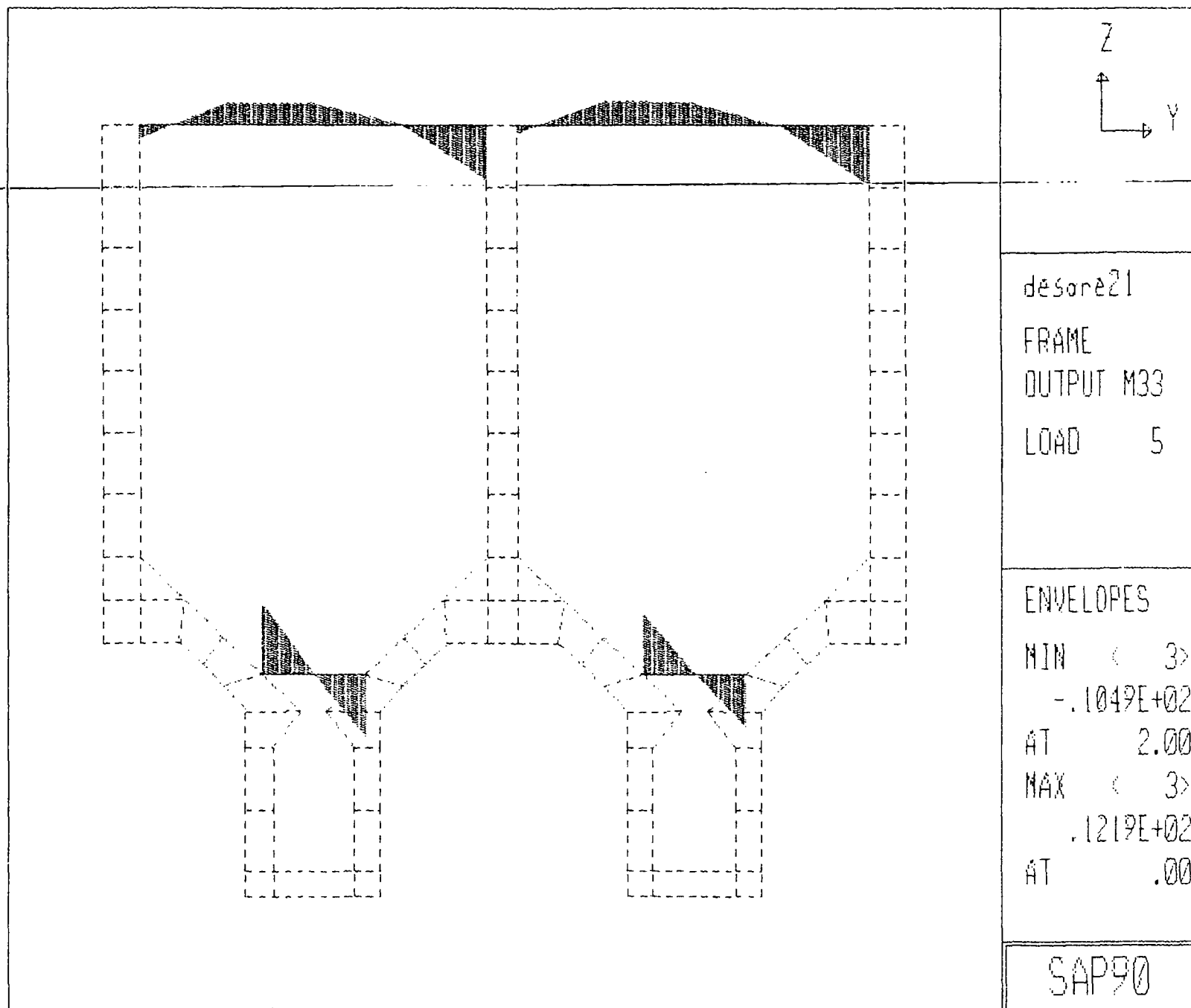
SPEC : SEISMIC RESPONSE SPECTRUM IN LATERAL (V) DIRECTION

A=0 S=9.81 D=.05 : ANGLE, SCALE, DAMPING

C PERIOD DIRECTION 1 DIRECTION 2 Z-DIRECTION
C ACCELERATION ACCELERATION ACCELERATION

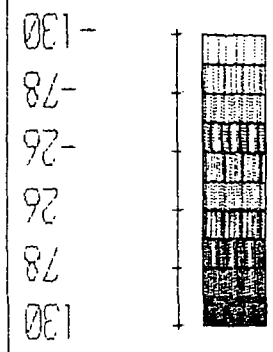
.0769	0.0	.505311*0.3048	0.0
.0795	0.0	.519598*0.3048	0.0
.08	0.0	.520045*0.3048	0.0
.0833	0.0	.518093*0.3048	0.0
.0870	0.0	.493366*0.3048	0.0
.0909	0.0	.477599*0.3048	0.0
.0951	0.0	.527825*0.3048	0.0
.0952	0.0	.530631*0.3048	0.0
.1000	0.0	.581609*0.3048	0.0
.1053	0.0	.564412*0.3048	0.0
.1111	0.0	.523663*0.3048	0.0
.1176	0.0	.572438*0.3048	0.0
.1190	0.0	.588211*0.3048	0.0
.1250	0.0	.627807*0.3048	0.0
.1333	0.0	.665413*0.3048	0.0
.1429	0.0	.636531*0.3048	0.0
.1538	0.0	.905796*0.3048	0.0
.1602	0.0	.804605*0.3048	0.0
.1667	0.0	.787220*0.3048	0.0
.1818	0.0	.943909*0.3048	0.0
.2000	0.0	1.005620*0.3048	0.0
.2222	0.0	.746135*0.3048	0.0
.2420	0.0	.704753*0.3048	0.0
.2500	0.0	.792052*0.3048	0.0



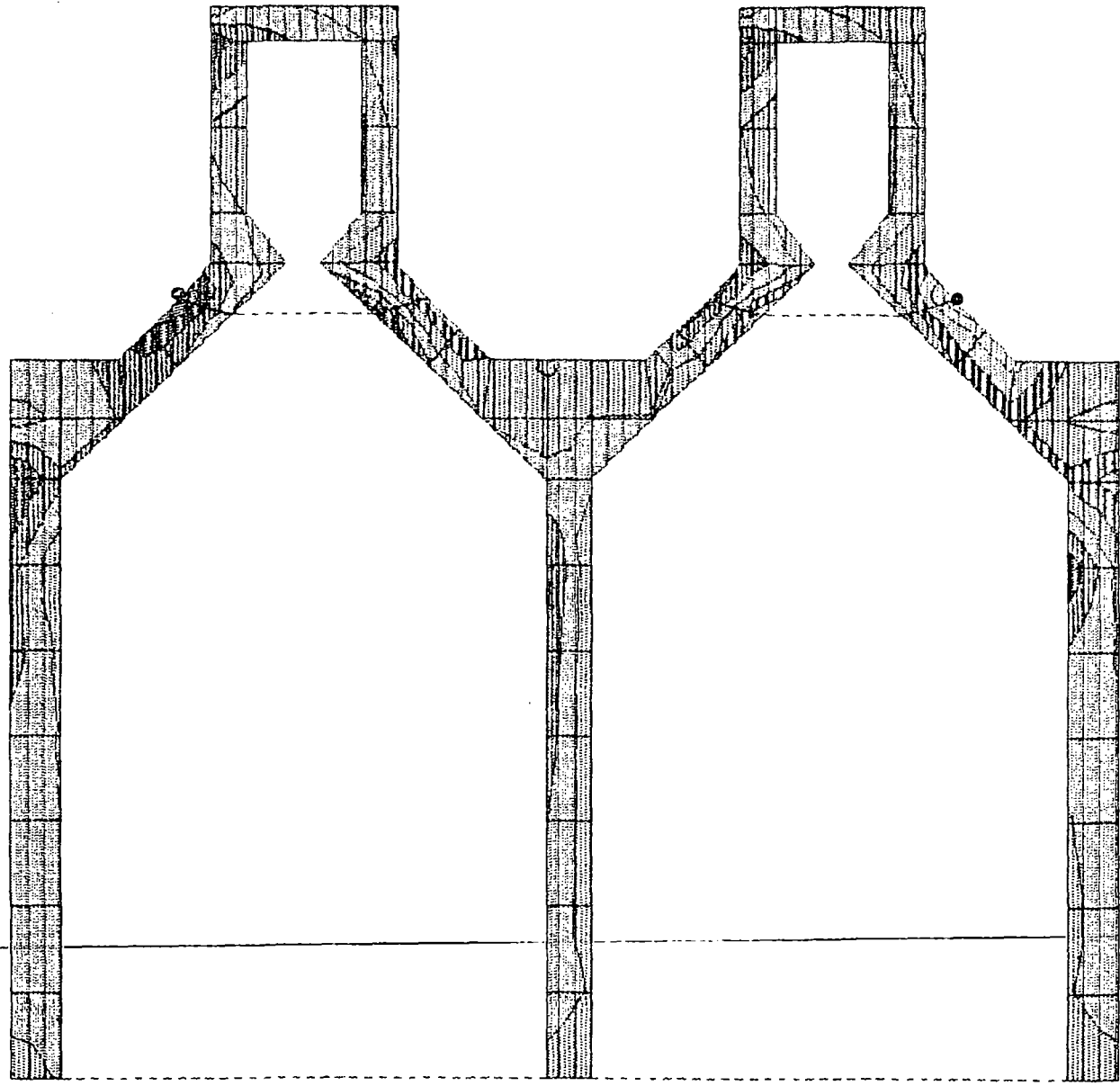
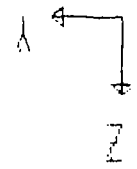


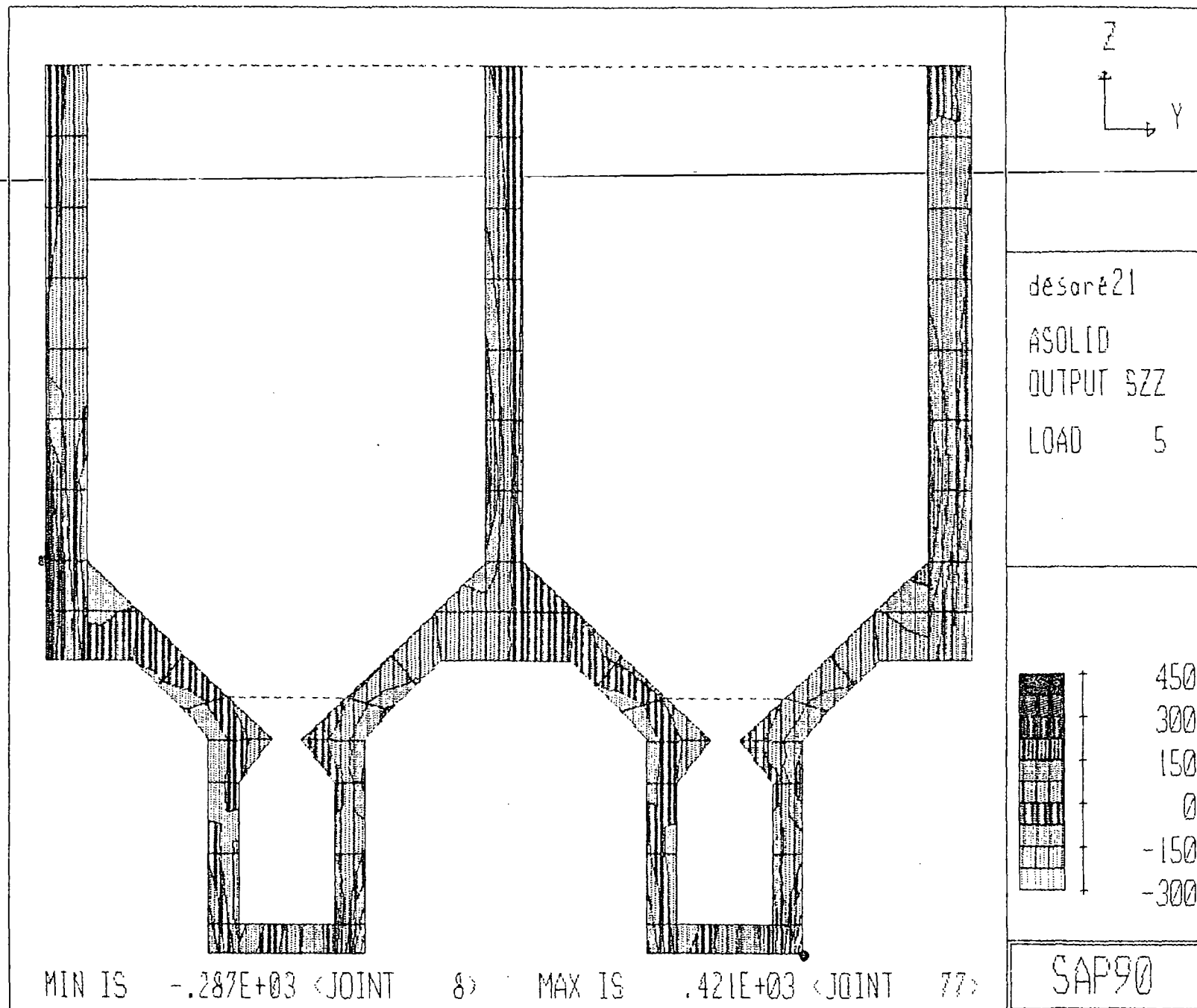
SAP90

MIN IS - .123E+03 < JOINT 41> MAX IS .109E+03 < JOINT 48>



desor21
ASOLID
OUTPUT SYX
LOAD S





ESTRUCTURA DESARENADOR DEEAAREN2

SYSTEM

L=2 V=4

JOINTS

1	X=0	Y=2.5	Z=0
2		Y=3.3	
3		Y=4.9	
4		Y=5.4	
5		Y=10.2	
6		Y=10.7	
7		Y=12.3	
8		Y=12.8	
9		Y=2.8	Z=0.4
17			Z=1.4
25			Z=2.4 F=1,7,3,1.6
33			Z=2.992
34		Y=3.85	Z=3
35		Y=4.35	
36		Y=5.4	Z=2.992
37		Y=10.2	
38		Y=11.25	Z=3
39		Y=11.75	
40		Y=12.8	Z=2.992
41		Y=2.363	Z=3.421
42		Y=3.1	Z=3.6
43		Y=5.1	
44		Y=5.837	Z=3.421
45		Y=9.763	
46		Y=10.5	Z=3.6
47		Y=12.5	
48		Y=13.237	Z=3.421
49		Y=1.927	Z=3.771
50		Y=2.3375	Z=4.21
51		Y=5.3625	
52		Y=6.273	Z=3.771
53		Y=9.327	
54		Y=9.7375	Z=4.21
55		Y=13.2625	
56		Y=13.673	Z=3.771
57		Y=0	Z=4.12
58		Y=0.7	
59		Y=1.49	
60		Y=6.71	
61		Y=7.5	
62		Y=8.1	
63		Y=8.89	
64		Y=14.11	
65		Y=14.9	
66		Y=15.6	
67		Y=0	Z=4.82
68		Y=0.7	
69		Y=1.575	
70		Y=6.625	
71		Y=7.5	
72		Y=8.1	
73		Y=8.975	
74		Y=14.025	
75		Y=14.9	
76		Y=15.6	
77		Y=0	Z=5.52
78		Y=0.7	
79		Y=7.5	
80		Y=8.1	
81		Y=14.9	

82 Y=15.6
119 V=0 Z=12.52 B=77.119.5 F=77.5,7,1,5

RESTRAINTS

1 124 1 R=1.0,0,1,1,1
1 8 1 R=1,1,1,1,1
57 59 2 R=1,0,1,1,1
60 63 3 R=1,0,1,1,1
64 66 2 R=1,0,1,1,1

POTENTIAL

C PRESION EXTERIOR DEL SUELO + PRESION HIDROSTATICA EXTERIOR Y SUBPRESION

57 77 10 P=14.22+7.4,11.9+6
77 113 5 P=11.9+6,1.7+0
113 119 6 P=1.7,0
57 59 1 P=7.4,6.69
59 49 -10 P=6.69,6.79
49 41 -8 P=6.79,6.87
41 33 -8 P=6.87,6.93
33 1 -8 P=6.93,9.45
1 4 1 P=9.45,7.53
4 36 8 P=7.53,5.52
36 44 8 P=5.52,5.07
44 60 8 P=5.07,4.22
60 63 1 P=4.22,3.18
63 53 -10 P=3.18,3.12
53 45 -8 P=3.12,3.03
45 37 -8 P=3.03,2.92
37 5 -8 P=2.92,3.99
5 8 1 P=3.99,2.07
8 40 8 P=2.07,1.52
40 56 8 P=1.52,0.96
56 64 8 P=0.96,0.71
64 66 1 P=0.71,0

C PRESION HIDROSTATICA INTERIOR VACIO LADO IZQUIERDO Y LLENO LADO DERECHO

14 54 8 P=11.12,7.31
54 73 19 P=7.31,6.7
73 80 7 P=6.7,6
80 116 6 P=6,0
15 55 8 P=11.12,7.31
55 74 19 P=7.31,6.7
74 81 7 P=6.7,6
81 117 6 P=6,0

ASOLID

NM=1 ETYPE=2 Z=-1 P=0,1

1 W=2.4 M=2.4/9.8

E=2.1E5 U=0.25

1 JQ=1,2,9,10 M=1 TH=2 G=3,1
4 JQ=5,6,13,14 G=3,1
7 JQ=9,10,17,18 G=1,5
12 JQ=11,12,19,20 G=1,5
17 JQ=13,14,21,22 G=1,5
22 JQ=15,16,23,24 G=1,5
27 JQ=49,50,59,69
28 JQ=51,52,70,60
29 JQ=53,54,63,73
30 JQ=55,56,74,64
31 JQ=57,58,67,68 G=2,1
33 JQ=60,61,70,71 G=3,1
36 JQ=64,65,74,75 G=2,1
38 JQ=67,68,77,78
39 JQ=68,69,78
40 JQ=70,71,79
41 JQ=71,72,79,80
42 JQ=72,73,80

43 J0=74,75,81
 44 J0=75,76,81,82
 45 J0=77,78,83,84 G=1,7
 52 J0=79,80,85,86 G=1,7
 59 J0=81,82,87,88 G=1,7

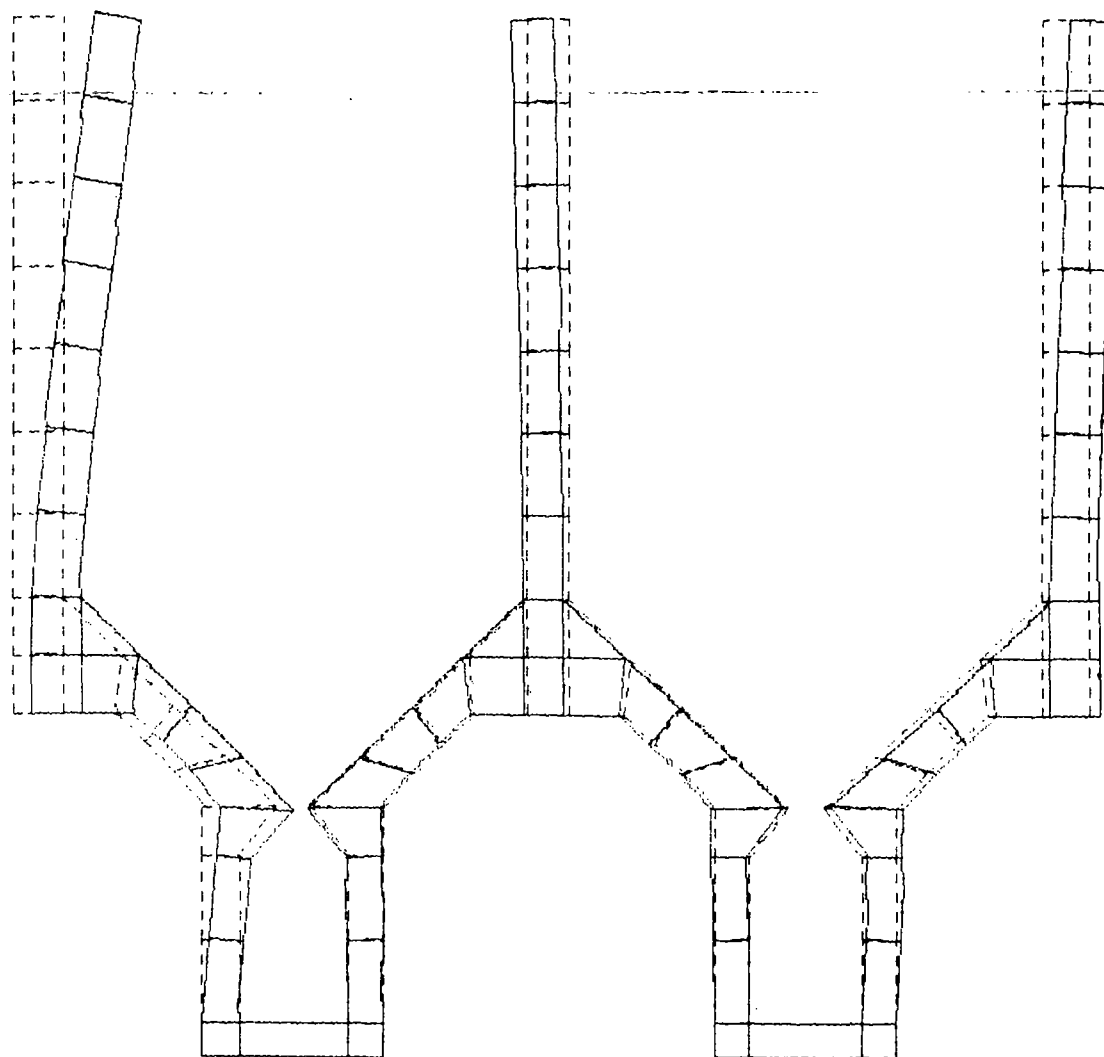
COMBO

1 C=1,0 :PESO PROPIO
 2 C=0,1 :PRESIONES EXTERNAS E INTERNAS
 3 C=1,1 :PESO PROPIO + PRESIONES EXTERNA E INTERNAS
 4 C=0,0 D=1
 5 C=1,1 D=1

SPEC : SEISMIC RESPONSE SPECTRUM IN LATERAL (Y) DIRECTION

A=0 S=9.81 D=.05 : ANGLE, SCALE, DAMPING

C	PERIOD	DIRECTION 1	DIRECTION 2	Z-DIRECTION
C		ACCELERATION	ACCELERATION	ACCELERATION
	.0769	0.0	.505311E+0.3048	0.0
	.0795	0.0	.519598E+0.3048	0.0
	.08	0.0	.520045E+0.3048	0.0
	.0833	0.0	.518093E+0.3048	0.0
	.0870	0.0	.493366E+0.3048	0.0
	.0909	0.0	.477599E+0.3048	0.0
	.0951	0.0	.527825E+0.3048	0.0
	.0952	0.0	.530631E+0.3048	0.0
	.1000	0.0	.581609E+0.3048	0.0
	.1053	0.0	.564412E+0.3048	0.0
	.1111	0.0	.523663E+0.3048	0.0
	.1176	0.0	.572438E+0.3048	0.0
	.1190	0.0	.588211E+0.3048	0.0
	.1250	0.0	.627807E+0.3048	0.0
	.1333	0.0	.665413E+0.3048	0.0
	.1429	0.0	.636531E+0.3048	0.0
	.1538	0.0	.905796E+0.3048	0.0
	.1602	0.0	.804605E+0.3048	0.0
	.1667	0.0	.787220E+0.3048	0.0
	.1818	0.0	.943909E+0.3048	0.0
	.2000	0.0	1.005620E+0.3048	0.0
	.2222	0.0	.746135E+0.3048	0.0
	.2420	0.0	.704753E+0.3048	0.0
	.2500	0.0	.798052E+0.3048	0.0
	.2857	0.0	.718264E+0.3048	0.0
	.3333	0.0	.880624E+0.3048	0.0
	.4000	0.0	.882996E+0.3048	0.0
	.4313	0.0	.921167E+0.3048	0.0
	.5000	0.0	1.046620E+0.3048	0.0
	.6667	0.0	.641750E+0.3048	0.0
	1.0000	0.0	.482251E+0.3048	0.0
	1.2730	0.0	.258617E+0.3048	0.0
	2.0000	0.0	.160189E+0.3048	0.0



desarén2

DEFORMED
SHAPE

LOAD 5

MINIMA

X .0000E+00

Y -.4831E-02

Z -.1185E-02

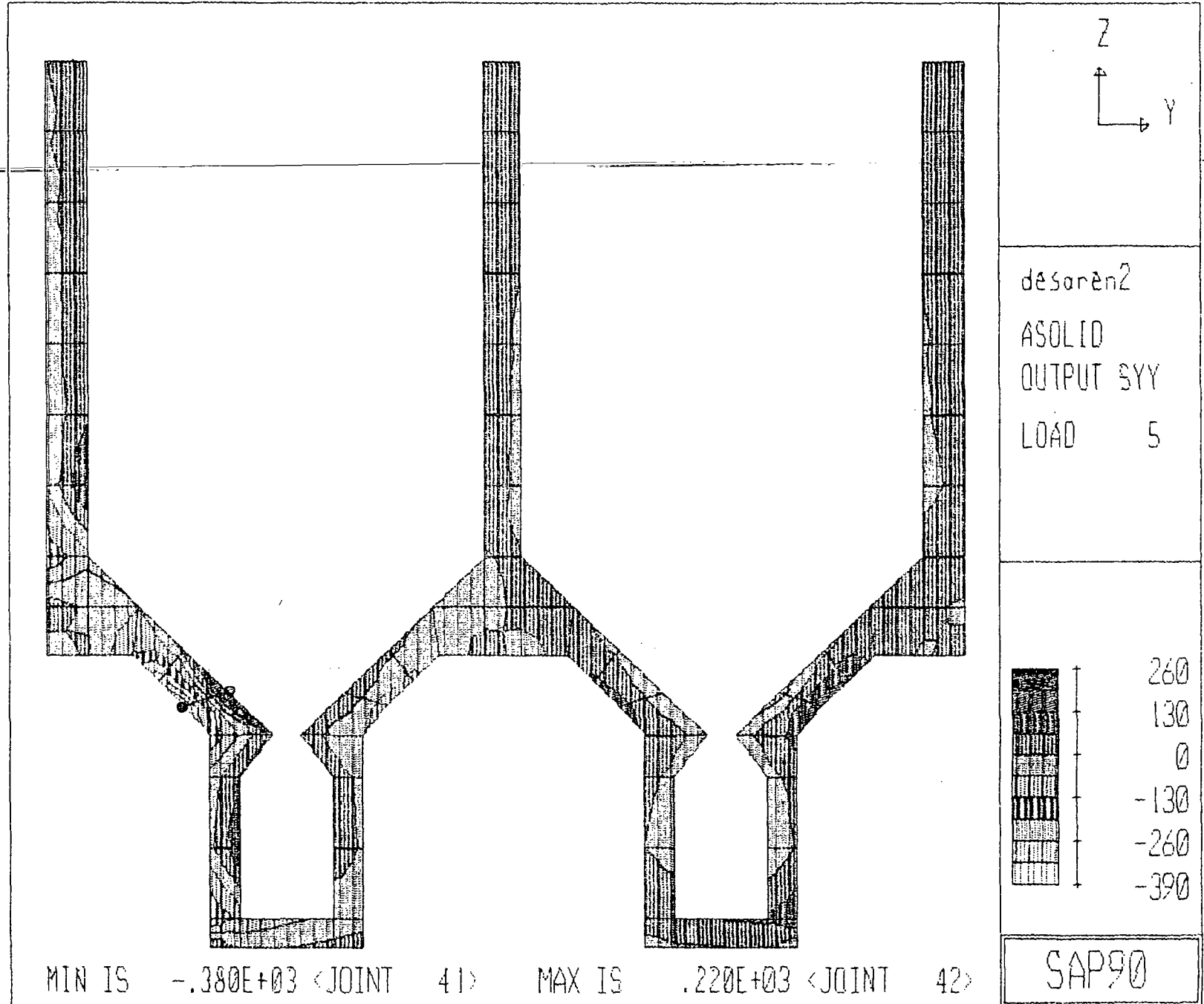
MAXIMA

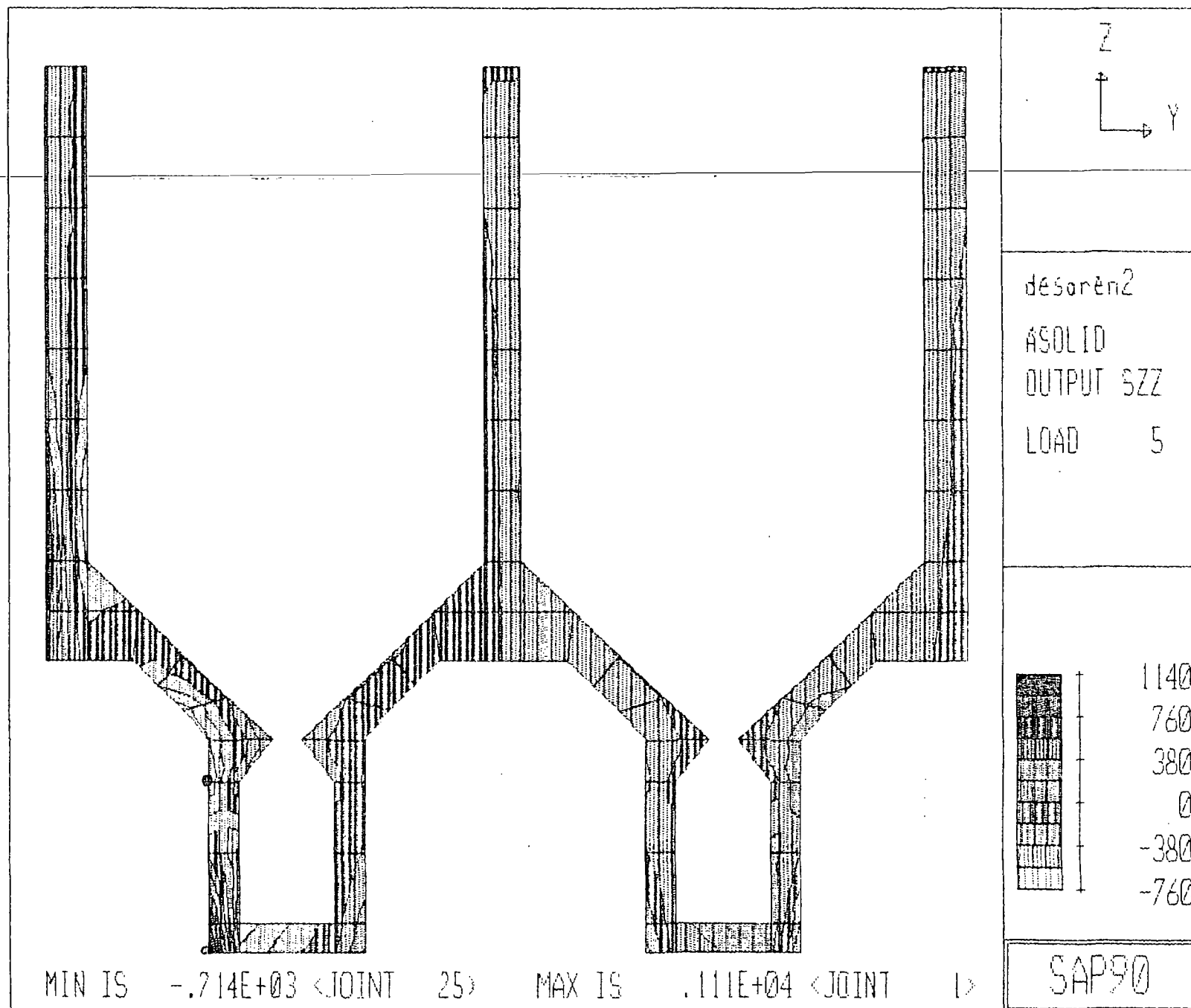
X .0000E+00

Y .2389E-01

Z .1223E-02

SAP90





ESTRUCTURA DESARENADOR DESARE12

SYSTEM

L=2 V=4

JOINTS

1	X=0	Y=2.8	Z=0
2		Y=3.3	
3		Y=4.9	
4		Y=5.4	
5		Y=10.2	
6		Y=10.7	
7		Y=12.3	
8		Y=12.8	
9		Y=2.8	Z=0.4
17			Z=1.4
25			Z=2.4 F=1,7,3,1,8
33			Z=2.992
34		Y=3.85	Z=3
35		Y=4.35	
36		Y=5.4	Z=2.992
37		Y=10.2	
38		Y=11.25	Z=3
39		Y=11.75	
40		Y=12.8	Z=2.992
41		Y=2.363	Z=3.421
42		Y=3.1	Z=3.6
43		Y=5.1	
44		Y=5.837	Z=3.421
45		Y=9.763	
46		Y=10.5	Z=3.6
47		Y=12.5	
48		Y=13.237	Z=3.421
49		Y=1.927	Z=3.771
50		Y=2.3375	Z=4.21
51		Y=5.8625	
52		Y=6.275	Z=3.771
53		Y=9.327	
54		Y=9.7375	Z=4.21
55		Y=13.2625	
56		Y=13.673	Z=3.771
57		Y=0	Z=4.12
58		Y=0.7	
59		Y=1.49	
60		Y=6.71	
61		Y=7.5	
62		Y=8.1	
63		Y=8.89	
64		Y=14.11	
65		Y=14.9	
66		Y=15.6	
67		Y=0	Z=4.82
68		Y=0.7	
69		Y=1.575	
70		Y=6.625	
71		Y=7.5	
72		Y=8.1	
73		Y=8.975	
74		Y=14.025	
75		Y=14.9	
76		Y=15.6	
77		Y=0	Z=5.52
78		Y=0.7	
79		Y=7.5	
80		Y=8.1	
91		Y=14.9	

82 Y=15.6
119 Y=0 Z=12.52 S=77,119.6 F=77,5,7,1,5

RESTRAINTS

1 124 1 R=1,0,0,1,1,1
1 8 1 R=1,1,1,1,1,1
57 59 2 R=1,0,1,1,1,1
60 63 3 R=1,0,1,1,1,1
64 66 2 R=1,0,1,1,1,1

CONSTRAINTS

121 C=0,120
123 C=0,122

POTENTIAL

C PRESION EXTERIOR DEL SUELO + PRESION HIDROSTATICA EXTERIOR Y SUBPRESION

57 77 10 P=14.28+7.4,11.9+6
77 113 6 P=11.9+6,1.7+0
113 119 6 P=1.7,0
57 59 1 P=7.4,6.69
59 49 -10 P=6.69,6.79
49 41 -8 P=6.79,6.87
41 33 -8 P=6.87,6.93
33 1 -8 P=6.93,9.45
1 4 1 P=9.45,7.53
4 36 8 P=7.53,5.52
36 44 8 P=5.52,5.07
44 60 8 P=5.07,4.22
60 63 1 P=4.22,3.18
63 53 -10 P=3.18,3.12
53 45 -8 P=3.12,3.03
45 37 -8 P=3.03,2.92
37 5 -8 P=2.92,3.99
5 8 1 P=3.99,2.07
8 40 8 P=2.07,1.52
40 56 8 P=1.52,0.96
56 64 8 P=0.96,0.71
64 66 1 P=0.71,0

C PRESION HIDROSTATICA INTERIOR VACIO LADO IZQUIERDO Y LLENO LADO DERECHO

14 54 8 P=11.12,7.31
54 73 19 P=7.31,6.7
73 80 7 P=6.7,6
80 116 6 P=6,0
15 55 8 P=11.12,7.31
55 74 19 P=7.31,6.7
74 81 7 P=6.7,6
81 117 6 P=6,0

FRAME

NM=1 NL=1 Z=-1
1 SH=T T=0.2,1,0.2,0.4 E=2.1E6 W=1.056 M=1.056/9.8
1 WL=0,-1
C VIGA T SUPERIOR DE INSPECCION
1 120 121 M=1 NSL=0,1 LP=3,0 S=1,1,2,2

ASOLID

NM=1 ETYPE=2 Z=-1 P=0,1
1 W=2.4 M=2.4/9.8
E=2.1E6 U=0.25
1 JG=1,2,9,10 M=1 TH=2 G=3,1
4 JG=5,6,13,14 G=3,1
7 JG=9,10,17,18 G=1,5
12 JG=11,12,19,20 G=1,5
17 JG=13,14,21,22 G=1,5
22 JG=15,16,23,24 G=1,5
27 JG=49,50,59,69

28	J0=51,52,70,60	
29	J0=53,54,63,73	
30	J0=55,56,74,64	
31	J0=57,58,67,68	G=2,1
33	J0=60,61,70,71	G=3,1
36	J0=64,65,74,75	G=2,1
38	J0=67,68,77,78	
39	J0=68,69,78	
40	J0=70,71,79	
41	J0=71,72,79,80	
42	J0=72,73,80	
43	J0=74,75,81	
44	J0=75,76,81,82	
45	J0=77,78,83,84	G=1,7
52	J0=79,80,85,86	G=1,7
59	J0=81,82,87,88	G=1,7

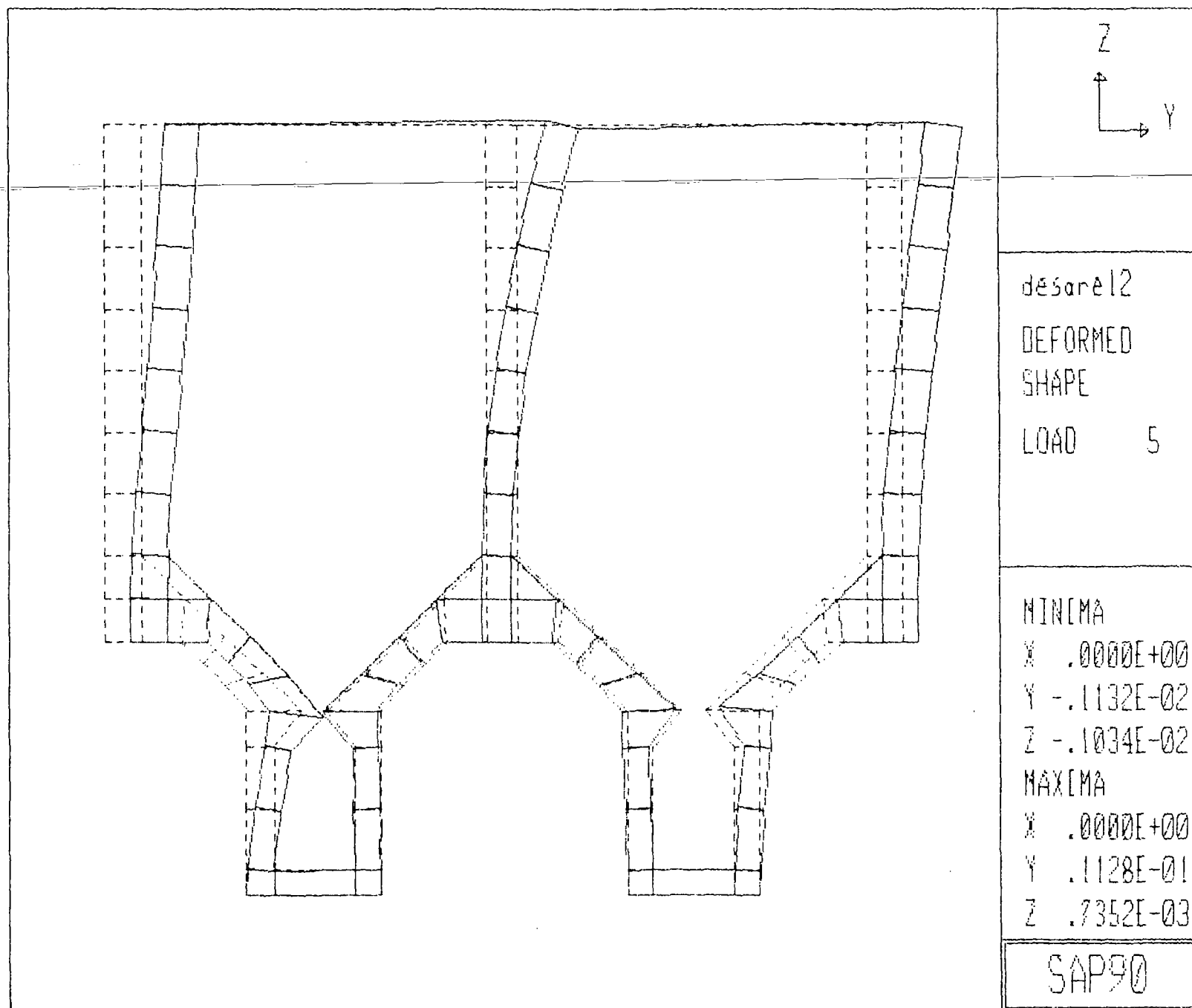
COMBO

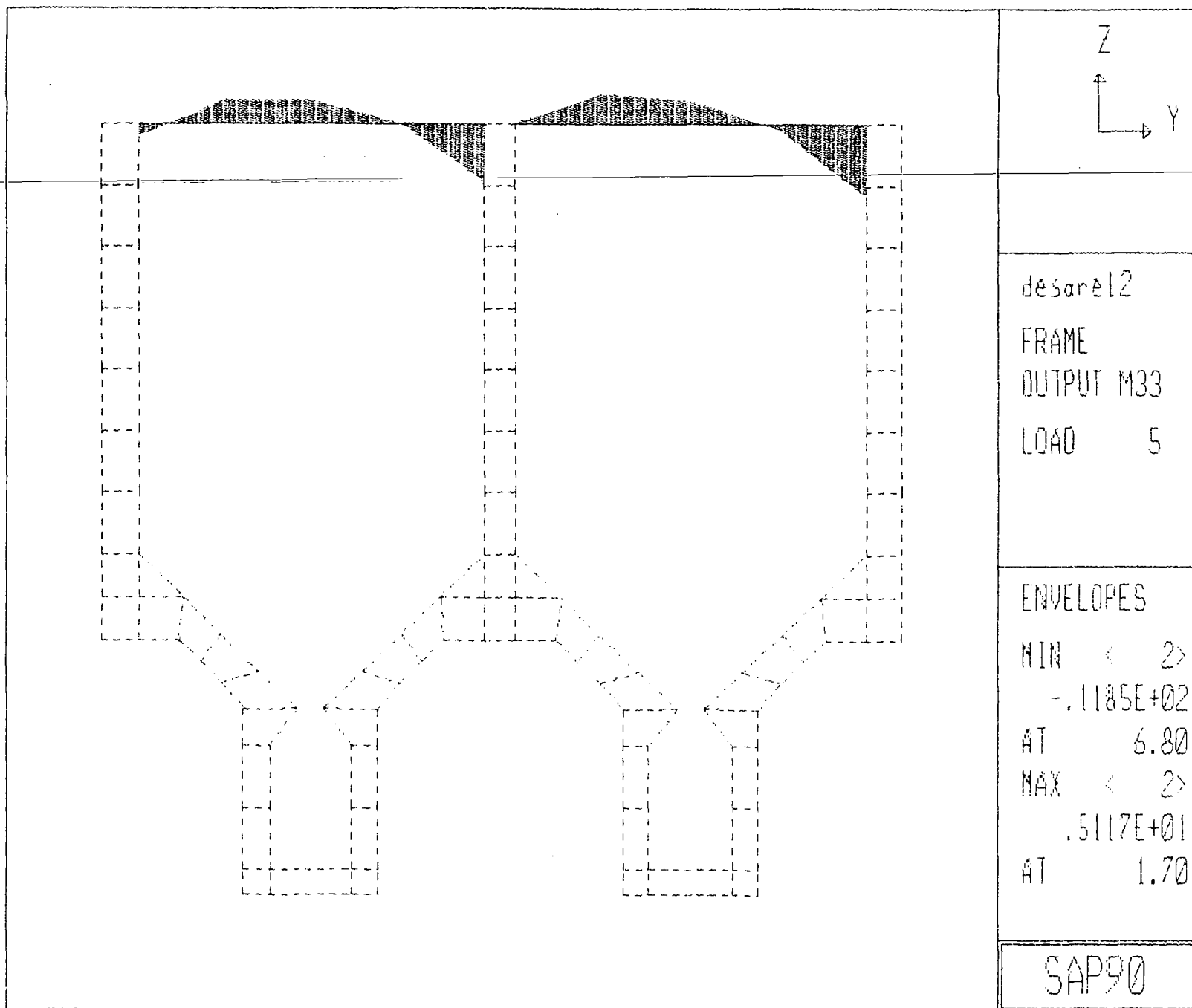
1	C=1,0	: PESO PROPIO
2	C=0,1	: PRESIONES EXTERNAS E INTERNAS Y CARGAS VIVAS
3	C=1,1	: PESO PROPIO + PRESIONES EXTERNA E INTERNAS Y CARGAS VIVAS
4	C=0,0	D=1
5	C=1,1	D=1

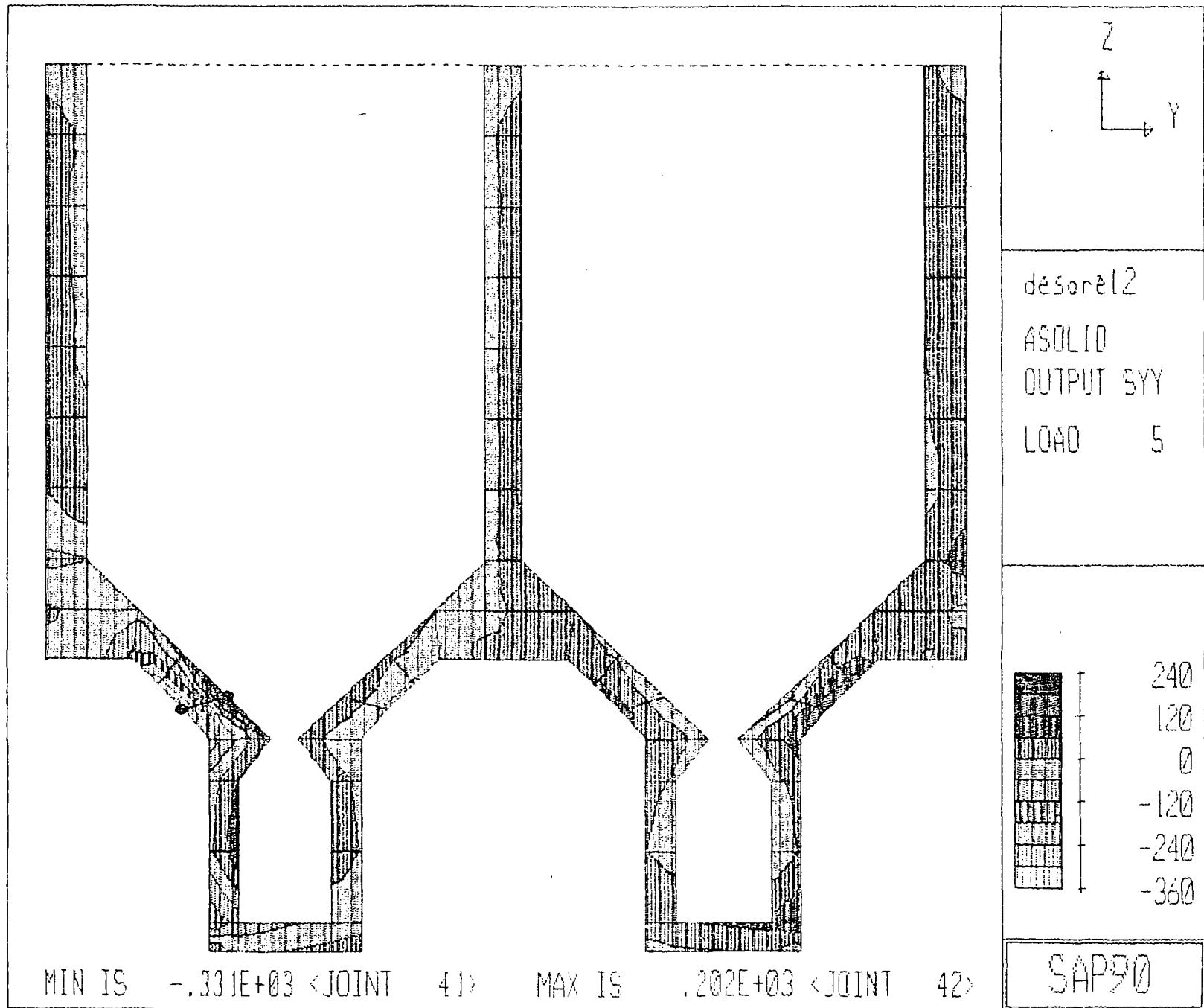
SPEC : SEISMIC RESPONSE SPECTRUM IN LATERAL (Y) DIRECTION

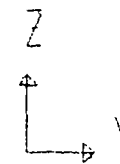
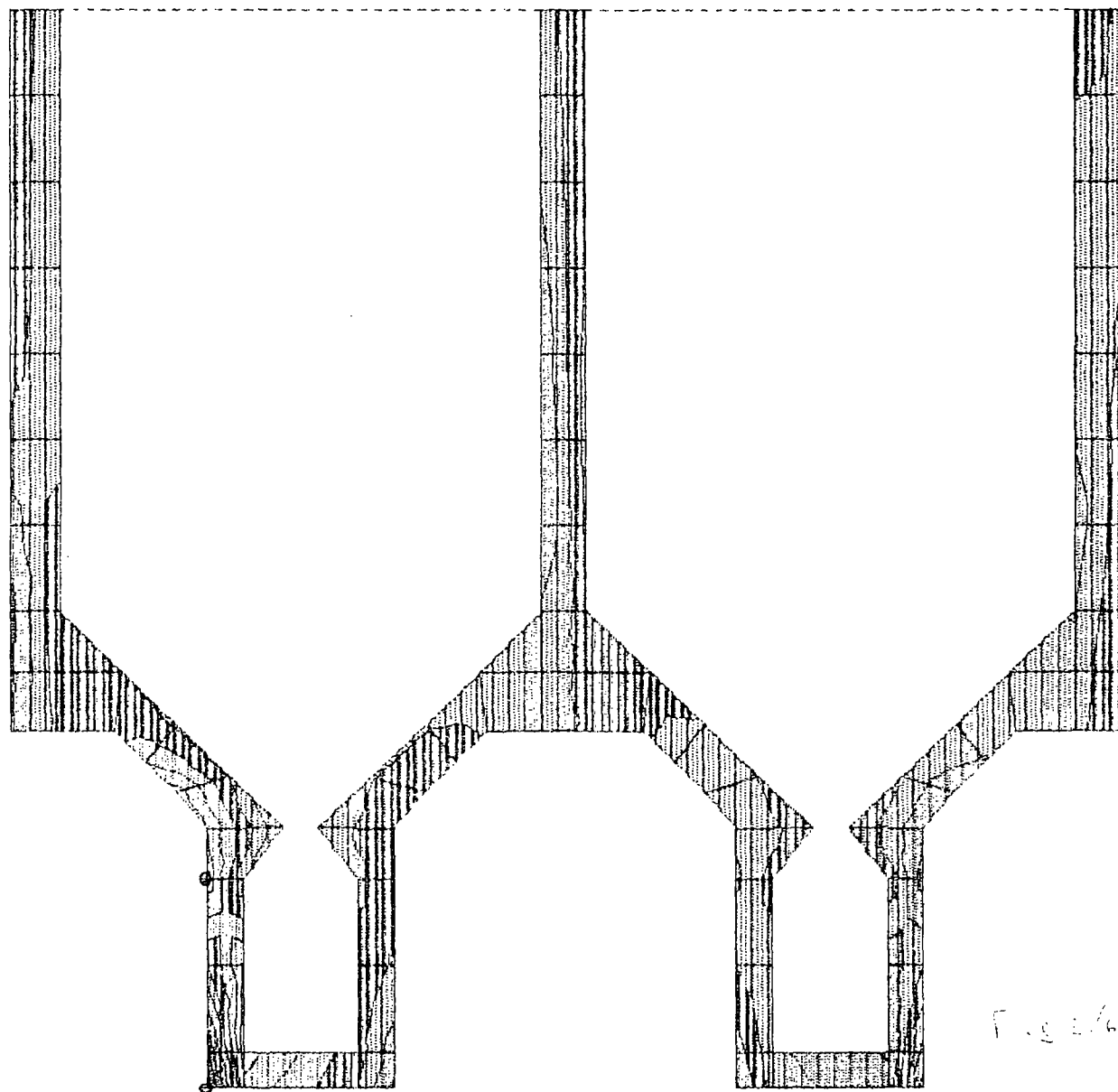
A=0 S=9.81 D=.05 : ANGLE, SCALE, DAMPING

C	PERIOD	DIRECTION 1	DIRECTION 2	Z-DIRECTION
C		ACCELERATION	ACCELERATION	ACCELERATION
	.0769	0.0	.505311*0.3048	0.0
	.0795	0.0	.519598*0.3048	0.0
	.08	0.0	.520045*0.3048	0.0
	.0833	0.0	.518093*0.3048	0.0
	.0870	0.0	.493366*0.3048	0.0
	.0909	0.0	.477599*0.3048	0.0
	.0951	0.0	.527825*0.3048	0.0
	.0952	0.0	.530631*0.3048	0.0
	.1000	0.0	.581609*0.3048	0.0
	.1053	0.0	.564412*0.3048	0.0
	.1111	0.0	.523663*0.3048	0.0
	.1176	0.0	.572439*0.3048	0.0
	.1190	0.0	.588211*0.3048	0.0
	.1250	0.0	.627807*0.3048	0.0
	.1333	0.0	.665413*0.3048	0.0
	.1429	0.0	.636531*0.3048	0.0
	.1538	0.0	.905796*0.3048	0.0
	.1602	0.0	.804505*0.3048	0.0
	.1667	0.0	.787220*0.3048	0.0
	.1818	0.0	.943909*0.3048	0.0
	.2000	0.0	1.005620*0.3048	0.0
	.2222	0.0	.746135*0.3048	0.0
	.2420	0.0	.704753*0.3048	0.0
	.2500	0.0	.798052*0.3048	0.0
	.2857	0.0	.718264*0.3048	0.0
	.3333	0.0	.880624*0.3048	0.0
	.4000	0.0	.882996*0.3048	0.0
	.4313	0.0	.921167*0.3048	0.0
	.5000	0.0	1.046620*0.3048	0.0
	.6667	0.0	.641750*0.3048	0.0
	1.0000	0.0	.482251*0.3048	0.0
	1.2730	0.0	.258617*0.3048	0.0
	2.0000	0.0	.160189*0.3048	0.0

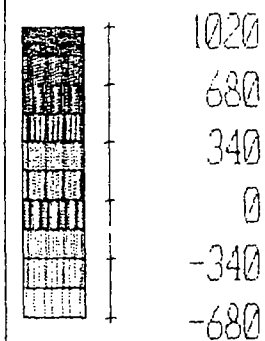








desarol2
ASOLID
OUTPUT SZZ
LOAD 5



MIN IS . -616E+03 <JOINT 25> MAX IS . 100E+04 <JOINT 1>

SAP90

ESTRUCTURA DESARENADOR DESAREZ2

SYSTEM

L=2 V=4

JOINTS

1	X=0	Y=2.8	Z=0
2		Y=3.3	
3		Y=4.9	
4		Y=5.4	
5		Y=10.2	
6		Y=10.7	
7		Y=12.3	
8		Y=12.8	
9		Y=2.8	Z=0.4
17			Z=1.4
25			Z=2.4 F=1,7,3,1,8
33			Z=2.992
34		Y=3.85	Z=3
35		Y=4.35	
36		Y=5.4	Z=2.992
37		Y=10.2	
38		Y=11.25	Z=3
39		Y=11.75	
40		Y=12.8	Z=2.992
41		Y=2.363	Z=3.421
42		Y=3.1	Z=3.6
43		Y=5.1	
44		Y=5.837	Z=3.421
45		Y=9.763	
46		Y=10.5	Z=3.6
47		Y=12.5	
48		Y=13.237	Z=3.421
49		Y=1.927	Z=3.771
50		Y=2.3375	Z=4.21
51		Y=5.8625	
52		Y=6.273	Z=3.771
53		Y=9.327	
54		Y=9.7375	Z=4.21
55		Y=13.2625	
56		Y=13.673	Z=3.771
57		Y=0	Z=4.12
58		Y=0.7	
59		Y=1.49	
60		Y=6.71	
61		Y=7.5	
62		Y=8.1	
63		Y=8.89	
64		Y=14.11	
65		Y=14.9	
66		Y=15.6	
67		Y=0	Z=4.82
68		Y=0.7	
69		Y=1.575	
70		Y=6.625	
71		Y=7.5	
72		Y=8.1	
73		Y=8.975	
74		Y=14.025	
75		Y=14.9	
76		Y=15.6	
77		Y=0	Z=5.52
78		Y=0.7	
79		Y=7.5	
80		Y=6.1	
81		Y=14.9	

32 Y=15.6
119 Y=0 Z=12.52 B=77,119,6 F=77,3,7,1,6

RESTRAINTS

1 124 1 R=1,0,0,1,1,1
1 8 1 R=1,1,1,1,1,1
57 59 2 R=1,0,1,1,1,1
60 63 3 R=1,0,1,1,1,1
64 66 2 R=1,0,1,1,1,1

CONSTRAINTS

121 C=0,120
123 C=0,122
43 C=0,42
47 C=0,46

POTENTIAL

C PRESION EXTERIOR DEL SUELO + PRESION HIDROSTATICA EXTERIOR Y SUBPRESION

57 77 10 P=14.28+7.4,11.9+6
77 113 6 P=11.9+6,1.7+0
113 119 6 P=1.7,0
57 59 1 P=7.4,6.69
59 49 -10 P=6.69,6.79
49 41 -8 P=6.79,6.87
41 33 -8 P=6.87,6.93
33 1 -8 P=6.93,9.45
1 4 1 P=9.45,7.53
4 36 8 P=7.53,5.52
36 44 8 P=5.52,5.07
44 60 8 P=5.07,4.22
60 63 1 P=4.22,3.18
63 53 -10 P=3.18,3.12
53 45 -8 P=3.12,3.03
45 37 -8 P=3.03,2.92
37 5 -8 P=2.92,3.99
5 8 1 P=3.99,2.07
8 40 8 P=2.07,1.52
40 56 8 P=1.52,0.96
56 64 8 P=0.96,0.71
64 66 1 P=0.71,0

C PRESION HIDROSTATICA INTERIOR VACIO LADO IZQUIERDO Y LLENO LADO DERECHO

14 54 8 P=11.12,7.31
54 73 19 P=7.31,6.7
73 80 7 P=6.7,6
80 115 6 P=6,0
15 55 8 P=11.12,7.31
55 74 19 P=7.31,6.7
74 81 7 P=6.7,6
81 117 6 P=6,0

FRAME

NM=2 NL=2 Z=-1
1 SH=T T=0.8,1,0.2,0.4 E=2.1E6 W=1.056 M=1.056/9.8
2 SH=R T=0.92,0.5 W=1.104 M=1.104/9.8
1 WL=0,-1
2 WL=0,-0.5
C VIGA T SUPERIOR DE INSPECCION
1 120 121 M=1 NSL=0,1 LP=3,0 G=1,1,2,2
C VIGA DE SOPORTE LATERAL INFERIOR
3 42 43 M=2 NSL=0,2 G=1,1,4,4

ASOLID

NM=1 ETYPE=2 Z=-1 P=0,1
1 W=2.4
E=2.1E6 U=0.25
1 JQ=1.2,9,10 M=1 TH=2 G=3.1

4	JQ=5,6,13,14	G=3,1
7	JQ=9,10,17,18	G=1,5
12	JQ=11,12,19,20	G=1,5
17	JQ=13,14,21,22	G=1,5
22	JQ=15,16,23,24	G=1,5
27	JQ=49,50,59,69	
28	JQ=51,52,70,60	
29	JQ=53,54,63,73	
30	JQ=55,56,74,64	
31	JQ=57,58,67,68	G=2,1
33	JQ=60,61,70,71	G=3,1
36	JQ=64,65,74,75	G=2,1
38	JQ=67,68,77,78	
39	JQ=69,69,78	
40	JQ=70,71,79	
41	JQ=71,72,79,80	
42	JQ=72,73,30	
43	JQ=74,75,81	
44	JQ=75,76,81,82	
45	JQ=77,78,83,84	G=1,7
52	JQ=79,80,85,86	G=1,7
59	JQ=81,82,87,88	G=1,7

COMBO

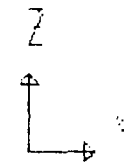
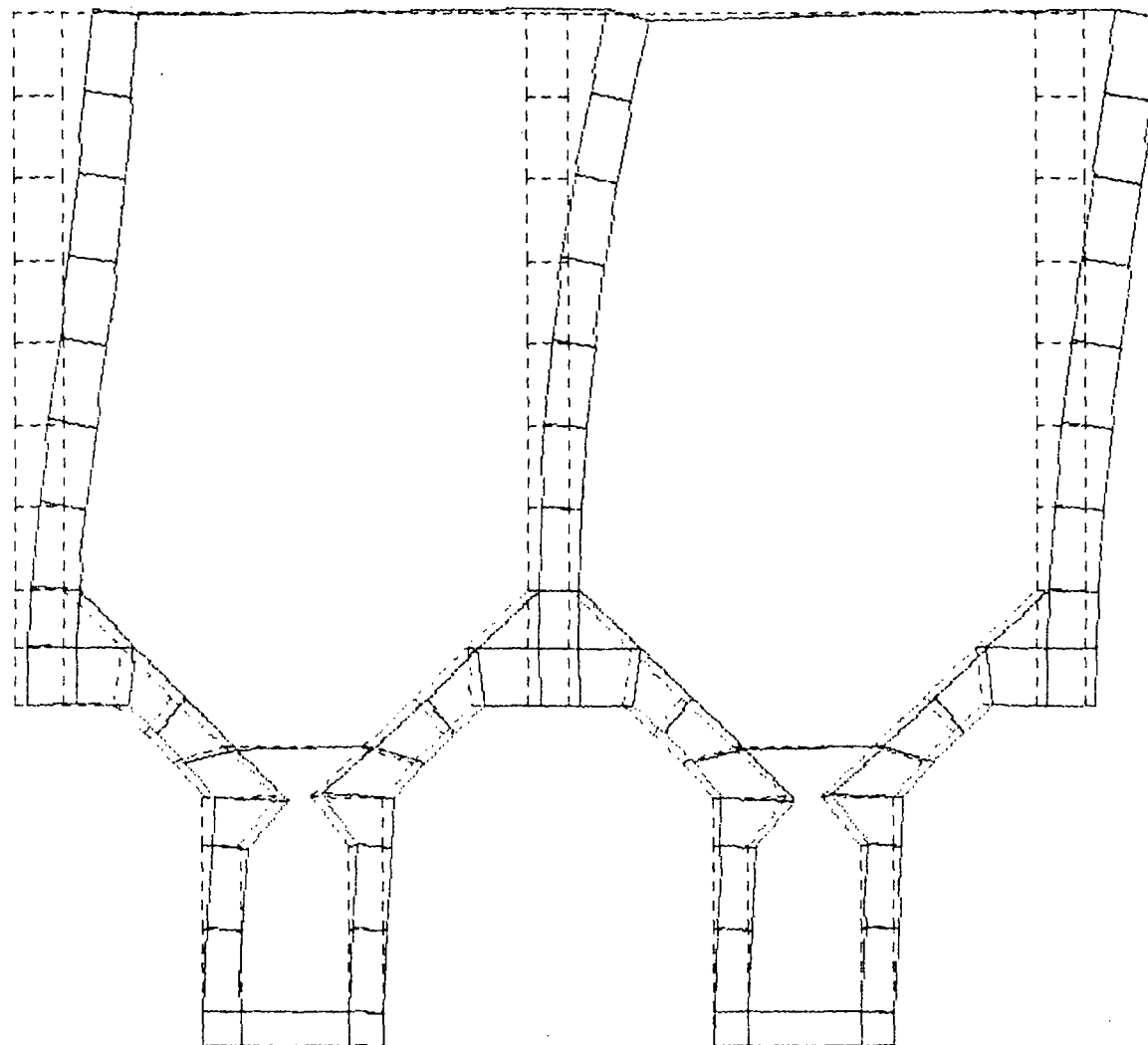
1	C=1,0	: PESO PROPIO
2	C=0,1	: PRESIONES EXTERNAS E INTERNAS Y CARGAS VIVAS
3	C=1,1	: PESO PROPIO + PRESIONES EXTERNA E INTERNAS Y CARGAS VIVAS
4	C=0,0 D=1	
5	C=1,1 D=1	

SPEC : SEISMIC RESPONSE SPECTRUM IN LATERAL (Y) DIRECTION

A=0 S=9.81 D=.05 : ANGLE, SCALE, DAMPING

C	PERIOD	DIRECTION 1	DIRECTION 2	Z-DIRECTION
C		ACCELERATION	ACCELERATION	ACCELERATION

	.0769	0.0	.505311#0.3048	0.0
	.0795	0.0	.519598#0.3048	0.0
	.08	0.0	.520045#0.3048	0.0
	.0833	0.0	.518093#0.3048	0.0
	.0870	0.0	.493366#0.3048	0.0
	.0909	0.0	.477599#0.3048	0.0
	.0951	0.0	.527825#0.3048	0.0
	.0952	0.0	.530631#0.3048	0.0
	.1000	0.0	.581609#0.3048	0.0
	.1053	0.0	.564412#0.3048	0.0
	.1111	0.0	.523663#0.3048	0.0
	.1176	0.0	.572438#0.3048	0.0
	.1190	0.0	.588211#0.3048	0.0
	.1250	0.0	.627807#0.3048	0.0
	.1333	0.0	.665413#0.3048	0.0
	.1429	0.0	.636531#0.3048	0.0
	.1538	0.0	.905796#0.3048	0.0
	.1602	0.0	.804605#0.3048	0.0
	.1667	0.0	.787220#0.3048	0.0
	.1818	0.0	.943909#0.3048	0.0
	.2000	0.0	1.005620#0.3048	0.0
	.2222	0.0	.746135#0.3048	0.0
	.2420	0.0	.704753#0.3048	0.0
	.2500	0.0	.798052#0.3048	0.0
	.2857	0.0	.718264#0.3048	0.0
	.3333	0.0	.880624#0.3048	0.0
	.4000	0.0	.882996#0.3048	0.0
	.4313	0.0	.921167#0.3048	0.0
	.5000	0.0	1.046620#0.3048	0.0
	.6667	0.0	.641750#0.3048	0.0
	1.0000	0.0	.482251#0.3048	0.0
	1.2730	0.0	.258617#0.3048	0.0



desore22

DEFORMED
SHAPE

LOAD 5

MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.4773E-03

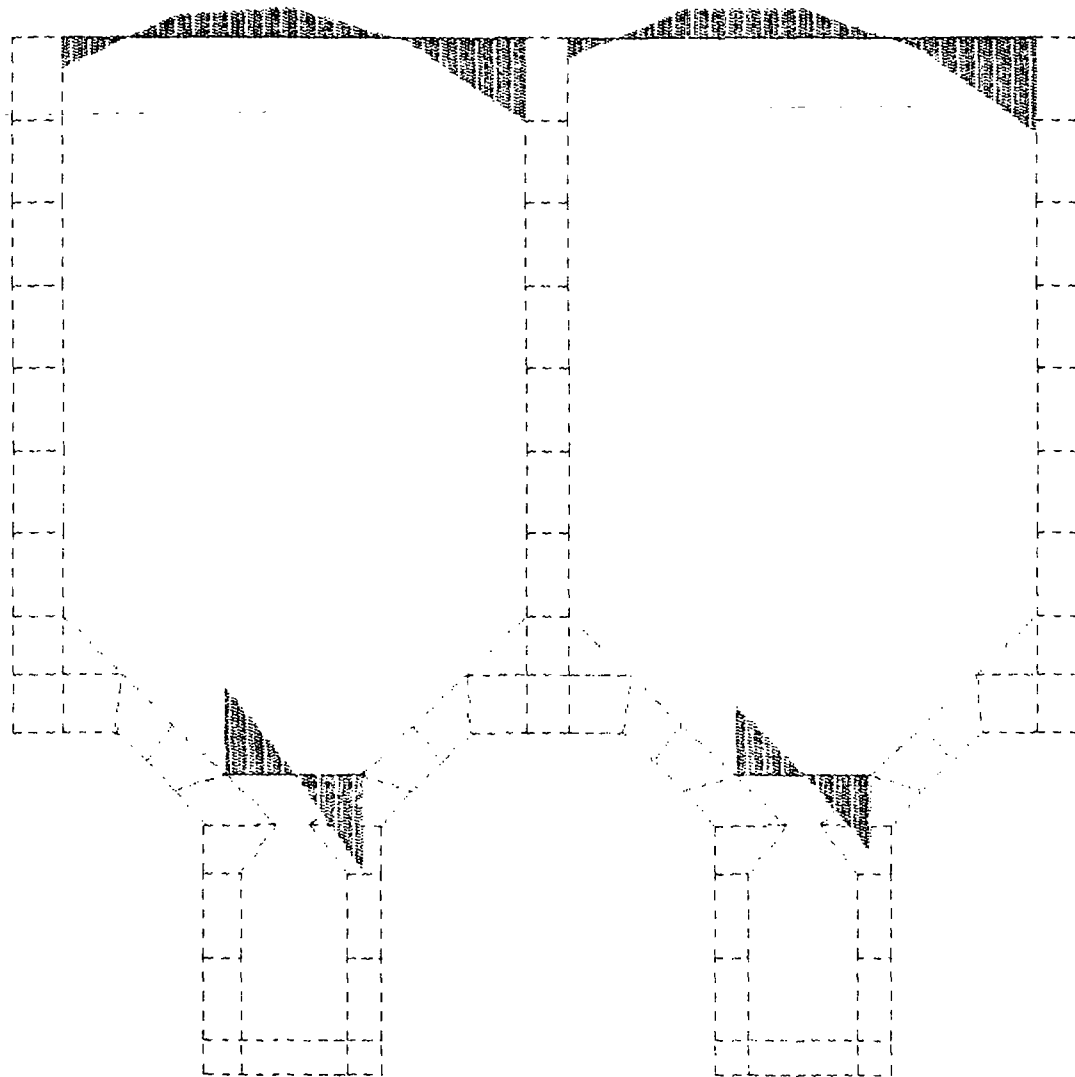
MAXIMA

X .0000E+00

Y .7973E-02

Z .4778E-03

SAP90



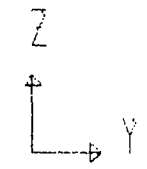
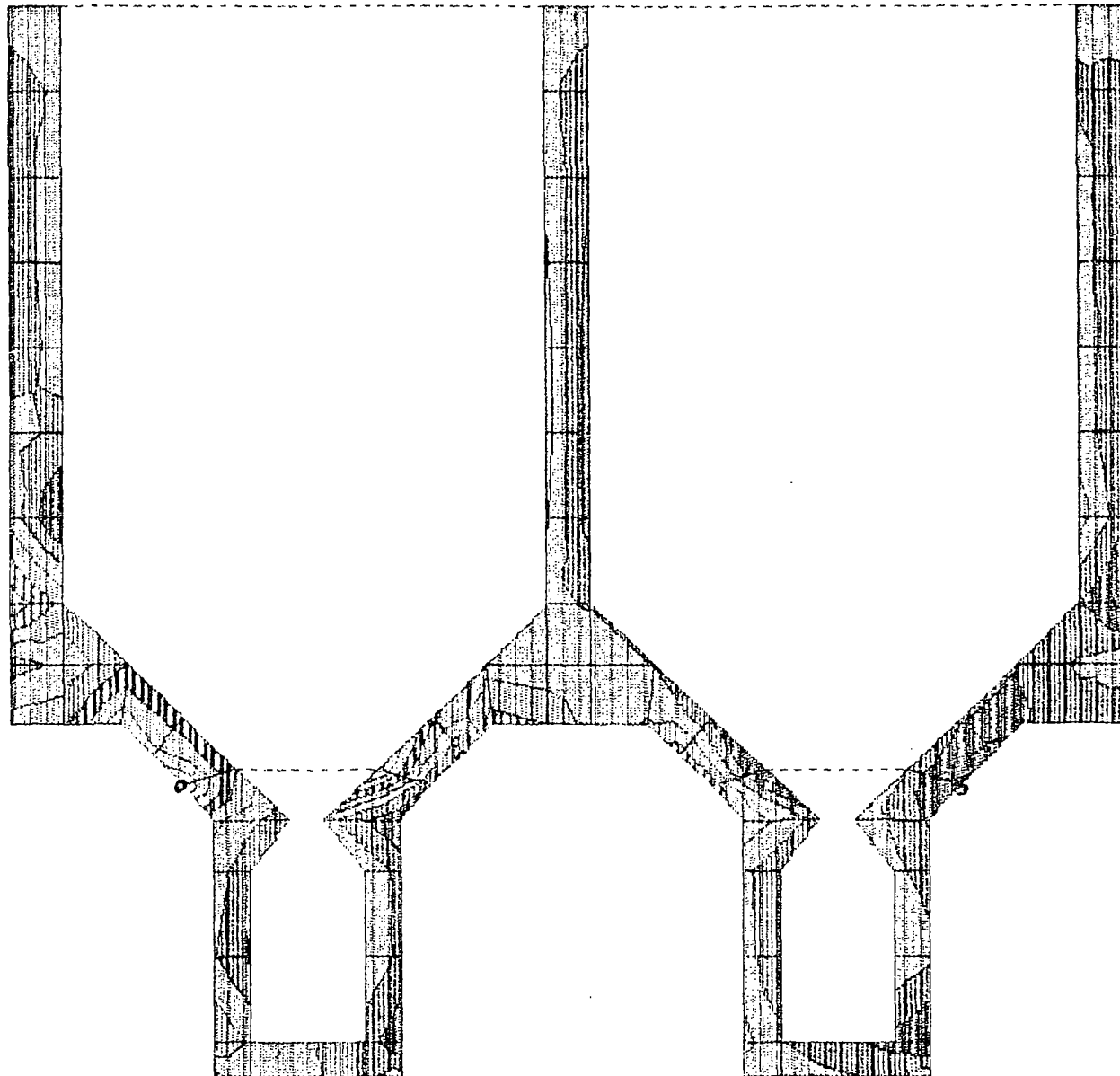
désar22

FRAME
OUTPUT M33
LOAD 5

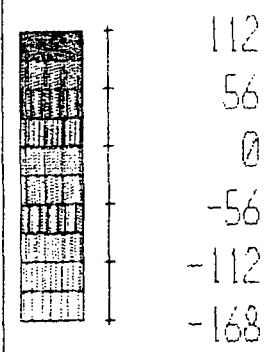
ENVELOPES

MIN < 2>
-.1237E+02
AT 6.80
MAX < 3>
.1135E+02
AT .00

SAP90

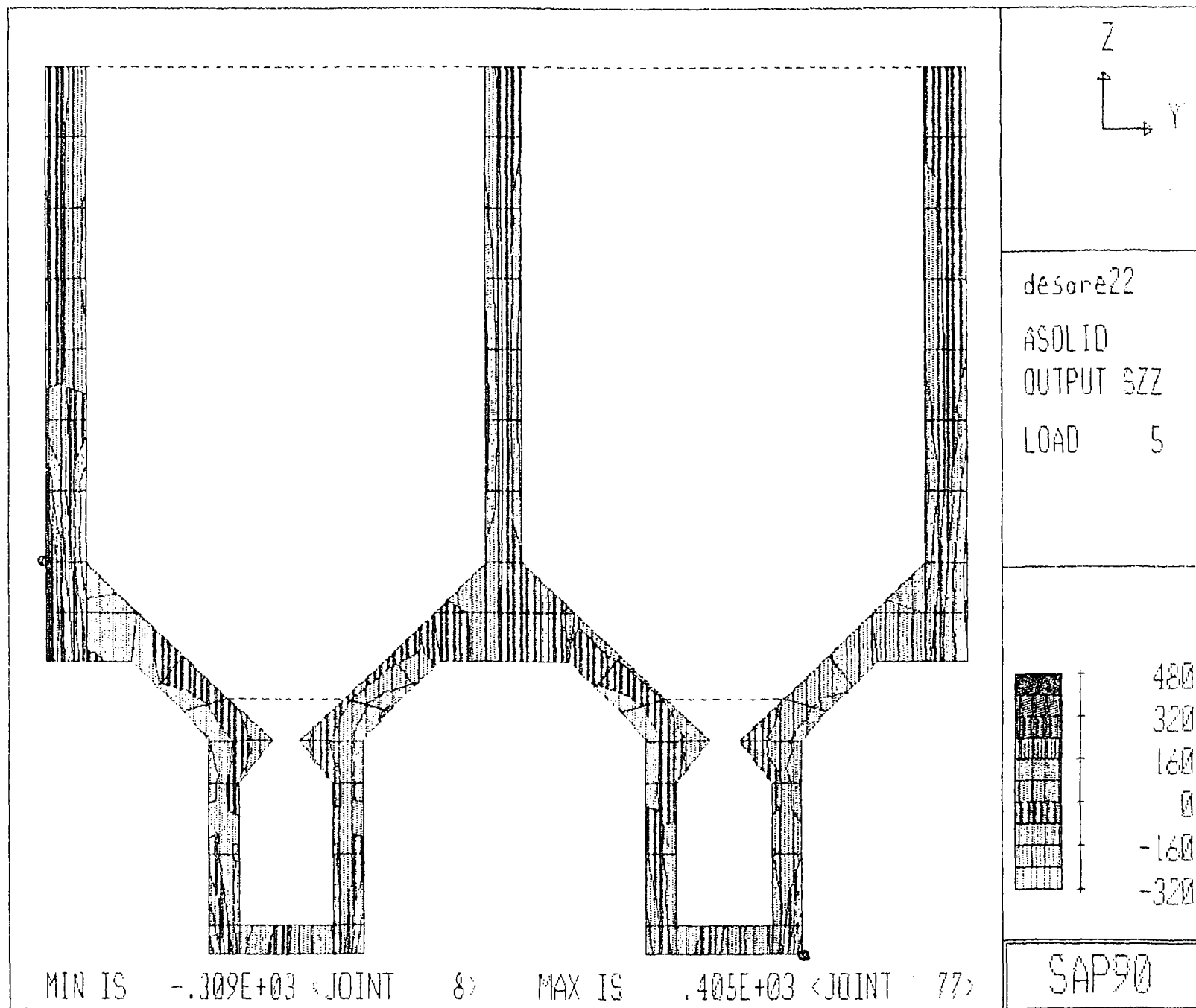


desore22
ASOLID
OUTPUT SYY
LOAD 5



MIN IS -.168E+03 <JOINT 41> MAX IS .961E+02 <JOINT 48>

SAP90



ESTRUCTURA DESARENADOR		DESAREN3	
SYSTEM			
L=2	V=4		
JOINTS			
1	X=0	Y=2.8	Z=0
2		Y=3.3	
3		Y=4.9	
4		Y=5.4	
5		Y=10.2	
6		Y=10.7	
7		Y=12.3	
8		Y=12.3	
9		Y=2.8	Z=0.4
17			Z=1.4
25			Z=2.4 F=1,7,3,1,8
33			Z=2.992
34		Y=3.85	Z=3
35		Y=4.35	
36		Y=5.4	Z=2.992
37		Y=10.2	
38		Y=11.25	Z=3
39		Y=11.75	
40		Y=12.8	Z=2.992
41		Y=2.363	Z=3.421
42		Y=3.1	Z=3.6
43		Y=5.1	
44		Y=5.837	Z=3.421
45		Y=9.763	
46		Y=10.5	Z=3.6
47		Y=12.5	
48		Y=13.237	Z=3.421
49		Y=1.927	Z=3.771
50		Y=2.3375	Z=4.21
51		Y=5.8625	
52		Y=6.273	Z=3.771
53		Y=9.327	
54		Y=9.7375	Z=4.21
55		Y=13.2625	
56		Y=13.673	Z=3.771
57		V=0	Z=4.12
58		Y=0.7	
59		Y=1.49	
60		Y=6.71	
61		Y=7.5	
62		Y=8.1	
63		Y=8.39	
64		Y=14.11	
65		Y=14.9	
66		Y=15.6	
67		V=0	Z=4.82
68		Y=0.7	
69		Y=1.575	
70		Y=6.625	
71		Y=7.5	
72		Y=8.1	
73		Y=8.975	
74		Y=14.025	
75		Y=14.9	
76		Y=15.6	
77		V=0	Z=5.52
78		Y=0.7	
79		Y=7.5	
80		Y=8.1	
81		Y=14.9	

B2 Y=15.6
119 V=0 Z=12.52 G=77,119,6 F=77,5,7,1,6

RESTRAINTS

1- 124 1 R=1,0,0,1,1,1
1 8 1 R=1,1,1,1,1,1
57 59 2 R=1,0,1,1,1,1
60 63 3 R=1,0,1,1,1,1
64 66 2 R=1,0,1,1,1,1

POTENTIAL

C PRESION EXTERIOR DEL SUELO + PRESION HIDROSTATICA EXTERIOR Y SUBPRESION

57 77 10 -P=14.28+7.4,11.9+6
77 113 6 P=11.9+6,1.7+0
113 119 6 P=1.7,0
57 59 1 P=7.4,6.69
59 49 -10 P=6.69,6.79
49 41 -8 P=6.79,6.87
41 33 -8 P=6.87,6.93
33 1 -8 P=6.93,9.45
1 4 1 P=9.43,7.53
4 36 8 P=7.53,5.32
36 44 8 P=5.52,5.07
44 60 8 P=5.07,4.22
60 63 1 P=4.22,3.18
63 53 -10 P=3.18,3.121
53 45 -8 P=3.12,3.032
45 37 -8 P=3.03,2.92
37 5 -8 P=2.92,3.99
5 8 1 P=3.99,2.07
8 40 8 P=2.07,1.52
40 56 8 P=1.52,0.96
56 64 8 P=0.96,0.71
64 66 1 P=0.71,0

C PRESION HIDROSTATICA INTERIOR VACIOS LADO IZQUIERDO Y LADO DERECHO

ASOLID

NM=1 ETYPE=2 Z=-1 P=0,1

1 W=2.4 M=2.4/9.8

E=2.1E6 U=0.25

1 J0=1,2,9,10 M=1 TH=2 G=3,1
4 J0=5,6,13,14 G=3,1
7 J0=9,10,17,18 G=1,5
12 J0=11,12,19,20 G=1,5
17 J0=13,14,21,22 G=1,5
22 J0=15,16,23,24 G=1,5
27 J0=49,50,59,69
28 J0=51,52,70,80
29 J0=53,54,63,73
30 J0=55,56,74,84
31 J0=57,58,67,68 G=2,1
33 J0=60,61,70,71 G=3,1
36 J0=64,65,74,75 G=2,1
38 J0=67,68,77,78
39 J0=68,69,78
40 J0=70,71,79
41 J0=71,72,79,80
42 J0=72,73,80
43 J0=74,75,81
44 J0=75,76,81,82
45 J0=77,78,83,84 G=1,7
52 J0=79,80,85,86 G=1,7
59 J0=81,82,87,88 G=1,7

COMBO

1 C=1.0 :PESO PROPIO

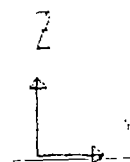
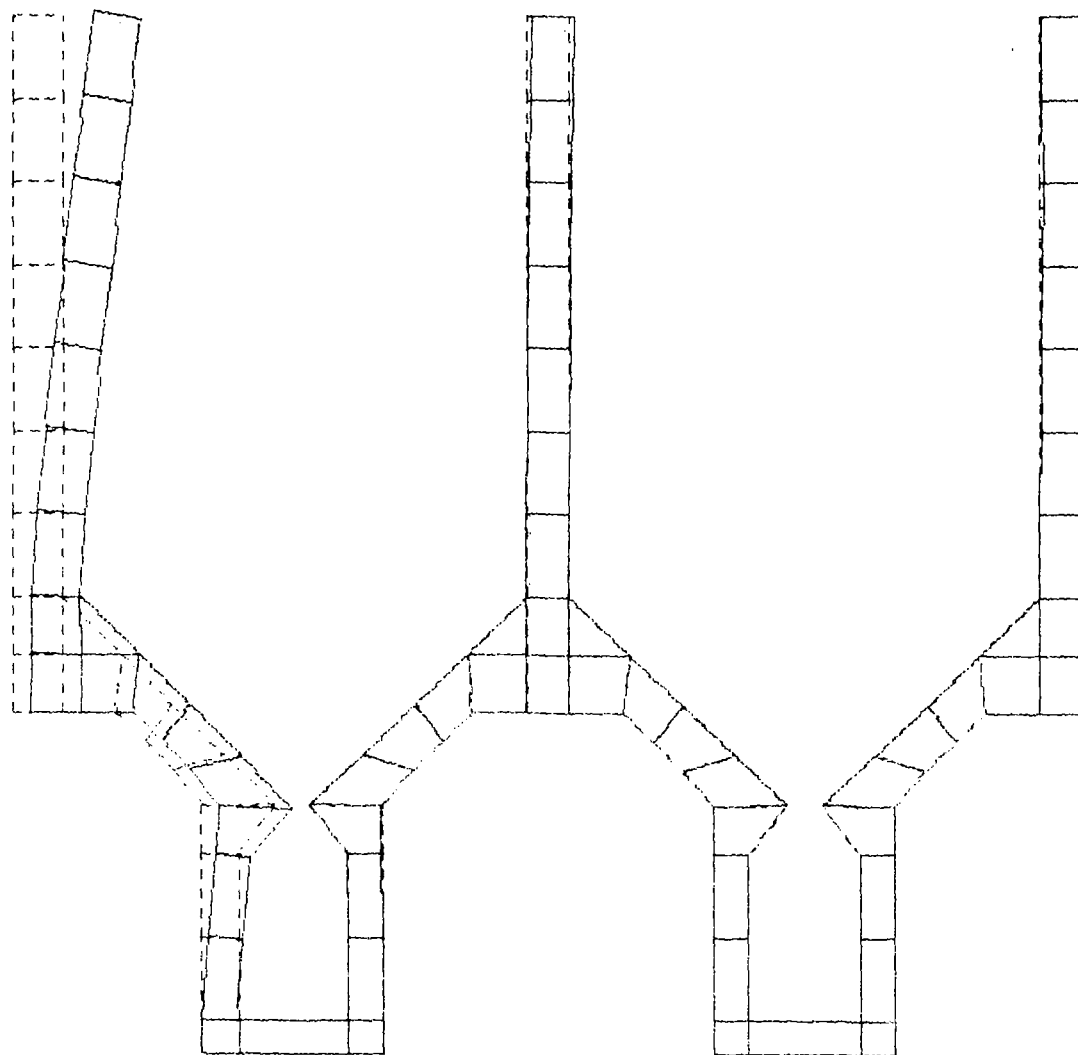
2 C=0,1 :PRESIONES EXTERNAS E INTERNAS
 3 C=1,1 :PESO PROPIO + PRESIONES EXTERNA E INTERNAS
 4 C=0,0 D=1
 5 C=1,1 D=1

SPEC : SEISMIC RESPONSE SPECTRUM IN LATERAL (Y) DIRECTION

A=0 S=9.81 D=.05 : ANGLE, SCALE, DAMPING

C PERIOD DIRECTION 1 DIRECTION 2 Z-DIRECTION
 C ACCELERATION ACCELERATION ACCELERATION

.0769	0.0	.505311*0.3048	0.0
.0795	0.0	.519598*0.3048	0.0
.08	0.0	.520045*0.3048	0.0
.0833	0.0	.518093*0.3048	0.0
.0870	0.0	.493366*0.3048	0.0
.0909	0.0	.477599*0.3048	0.0
.0951	0.0	.527825*0.3048	0.0
.0952	0.0	.530631*0.3048	0.0
.1000	0.0	.581609*0.3048	0.0
.1053	0.0	.564412*0.3048	0.0
.1111	0.0	.523663*0.3048	0.0
.1176	0.0	.572438*0.3048	0.0
.1190	0.0	.588211*0.3048	0.0
.1250	0.0	.627607*0.3048	0.0
.1333	0.0	.665413*0.3048	0.0
.1429	0.0	.636531*0.3048	0.0
.1538	0.0	.905796*0.3048	0.0
.1602	0.0	.804605*0.3048	0.0
.1667	0.0	.787220*0.3048	0.0
.1818	0.0	.943909*0.3048	0.0
.2000	0.0	1.005620*0.3048	0.0
.2222	0.0	.746135*0.3048	0.0
.2420	0.0	.704753*0.3048	0.0
.2500	0.0	.778052*0.3048	0.0
.2837	0.0	.718254*0.3048	0.0
.3333	0.0	.880624*0.3048	0.0
.4000	0.0	.882996*0.3048	0.0
.4313	0.0	.921167*0.3048	0.0
.5000	0.0	1.046620*0.3048	0.0
.6667	0.0	.641750*0.3048	0.0
1.0000	0.0	.482251*0.3048	0.0
1.2730	0.0	.258617*0.3048	0.0
2.0000	0.0	.160189*0.3048	0.0



desoren3

DEFORMED
SHAPE

LOAD 5

MINIMA

X .0000E+00

Y -.1601E-03

Z -.1193E-02

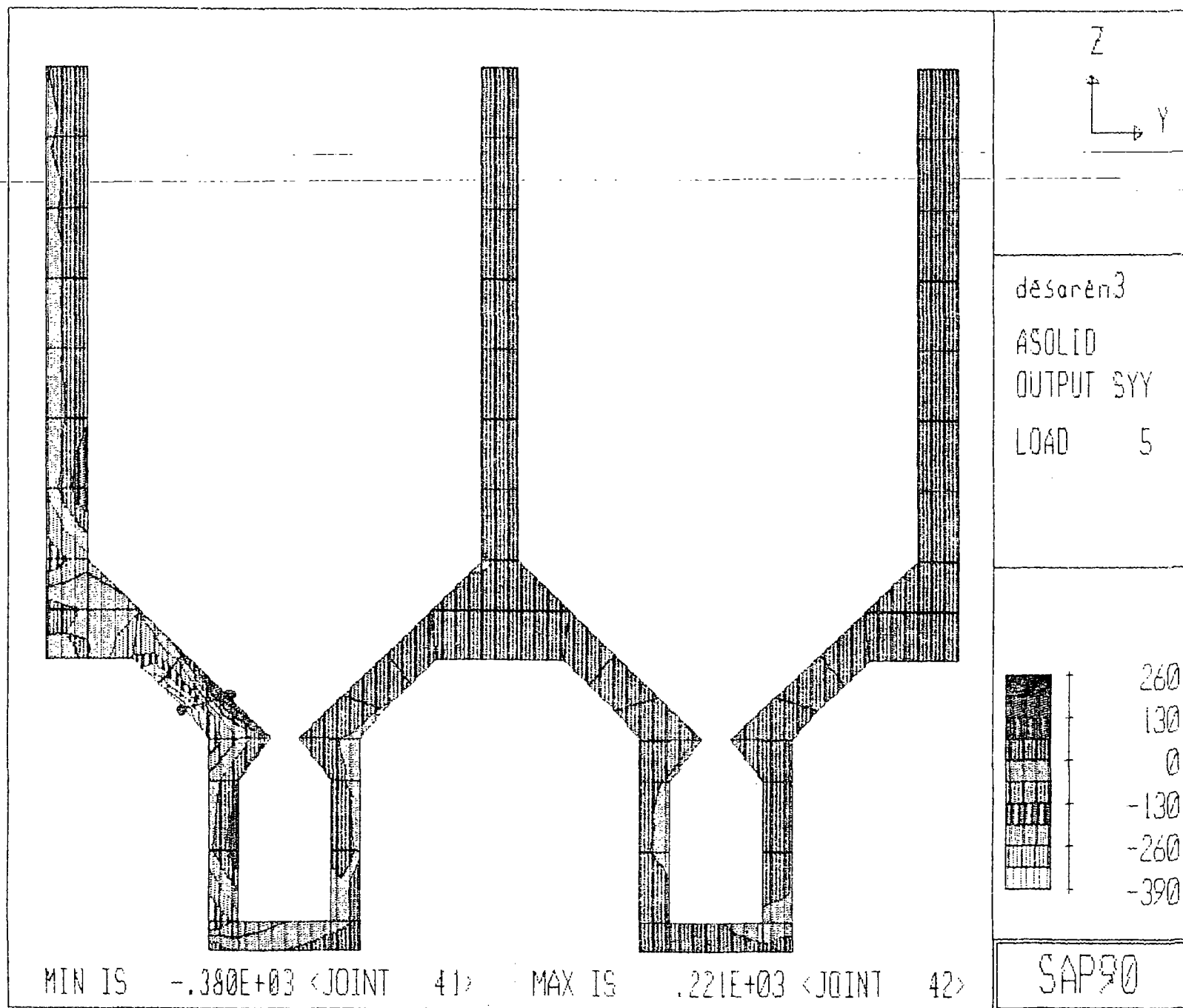
MAXIMA

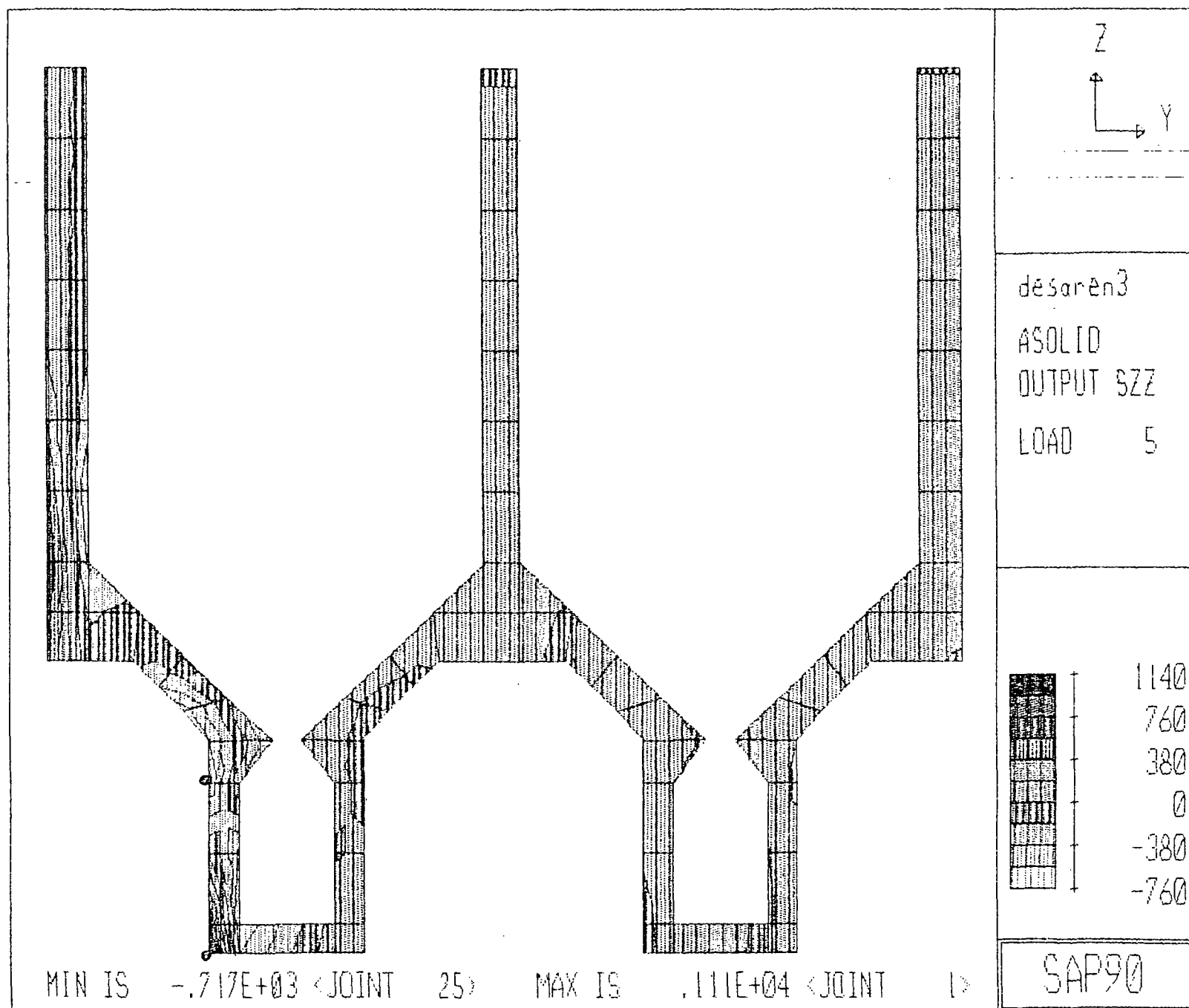
X .0000E+00

Y .2392E-01

Z .1223E-02

SAP90





ESTRUCTURA DE ARRENDADOR DESARE23
SYSTEM

L=2 V=4

JOINTS

1	X=0	Y=2.8	Z=0
2		Y=3.3	
3		Y=4.9	
4		Y=5.4	
5		Y=10.2	
6		Y=10.7	
7		Y=12.3	
8		Y=12.8	
9		Y=2.8	Z=0.4
17			Z=1.4
29			Z=2.4 F=1,7,3,1,8
33			Z=2.992
34		Y=3.85	Z=3
35		Y=4.35	
36		Y=5.4	Z=2.992
37		Y=10.2	
38		Y=11.25	Z=3
39		Y=11.75	
40		Y=12.8	Z=2.992
41		Y=2.363	Z=3.421
42		Y=3.1	Z=3.6
43		Y=5.1	
44		Y=5.837	Z=3.421
45		Y=9.763	
46		Y=10.5	Z=3.6
47		Y=12.5	
48		Y=13.237	Z=3.421
49		Y=1.927	Z=3.771
50		Y=2.3375	Z=4.21
51		Y=5.8625	
52		Y=6.273	Z=3.771
53		Y=9.327	
54		Y=9.7375	Z=4.21
55		Y=13.2625	
56		Y=13.673	Z=3.771
57		Y=0	Z=4.12
58		Y=0.7	
59		Y=1.49	
60		Y=6.71	
61		Y=7.5	
62		Y=8.1	
63		Y=8.87	
64		Y=14.11	
65		Y=14.9	
66		Y=15.6	
67		Y=0	Z=4.82
68		Y=0.7	
69		Y=1.575	
70		Y=5.625	
71		Y=7.5	
72		Y=8.1	
73		Y=8.975	
74		Y=14.025	
75		Y=14.9	
76		Y=15.6	
77		Y=0	Z=5.52
78		Y=0.7	
79		Y=7.5	
80		Y=8.1	
81		Y=14.9	

82 Y=15.6
119 Y=0 Z=12.52 S=77.119,6 F=77.5,7,1,6

RESTRAINTS

1 124 1 R=1,0,0,1,1,1
1 8 1 R=1,1,1,1,1,1
57 59 2 R=1,0,1,1,1,1
60 63 3 R=1,0,1,1,1,1
64 66 2 R=1,0,1,1,1,1

CONSTRAINTS

121 C=0,120
123 C=0,122
43 C=0,42
47 C=0,46

POTENTIAL

C PRESION EXTERIOR DEL SUELO + PRESION HIDROSTATICA EXTERIOR Y SUBPRESION

57 77 10 P=14.28,7.4,11.7,6
77 113 6 P=11.9,6,1.7,0
113 119 6 P=1.7,0
57 59 1 P=7.4,6.69
59 49 -10 P=6.69,6.79
49 41 -8 P=6.79,6.87
41 33 -8 P=6.87,6.93
33 1 -8 P=6.93,9.45
1 4 1 P=9.43,7.53
4 36 8 P=7.53,5.52
36 44 8 P=5.52,5.07
44 60 8 P=5.07,4.22
60 63 1 P=4.22,3.18
63 53 -10 P=3.18,3.121
53 45 -8 P=3.12,3.032
45 37 -8 P=3.03,2.92
37 5 -8 P=2.92,3.99
5 8 1 P=3.99,2.07
8 40 8 P=2.07,1.52
40 56 8 P=1.52,0.96
56 64 8 P=0.96,0.71
64 66 1 P=0.71,0

C PRESION HIDROSTATICA INTERIOR VACIOS LADO IZQUIERDO Y LADO DERECHO

FRAME

NM=2 NL=2 Z=-1

1 SH=T T=0.8,1,0.2,0.4 E=2.1E6 W=1.056 M=1.056/9.8
2 SH=R T=0.92,0.5 W=1.104 M=1.104/9.8
1 WL=0,-1
2 WL=0,-0.5

C VIGA T SUPERIOR PARA INSPECCION

1 120 121 M=1 NSL=0,1 LP=3,0 G=1,1,2,2

C VIGA DE SOPORTE LATERAL INFERIOR

3 42 43 M=2 NSL=0,2 G=1,1,4,4

ASOLID

NM=1 ETYPE=2 I=-1 P=0,1

1 W=2.4 M=2.4/9.8

E=2.1E6 U=0.25

1 JQ=1,2,9,10 M=1 TH=2 G=3,1
4 JQ=5,6,13,14 G=3,1
7 JQ=9,10,17,18 G=1,5
12 JQ=11,12,19,20 G=1,5
17 JQ=13,14,21,22 G=1,5
22 JQ=15,16,23,24 G=1,5
27 JQ=49,50,59,69
28 JQ=51,52,70,60
29 JQ=53,54,63,73

30	JQ=55,56,74,64	
31	JQ=57,58,67,68	B=2,1
33	JQ=60,61,70,71	B=3,1
36	JQ=64,65,74,75	B=2,1
38	JQ=67,68,77,73	
39	JQ=68,69,78	
40	JQ=70,71,79	
41	JQ=71,72,79,80	
42	JQ=72,73,80	
43	JQ=74,75,81	
44	JQ=75,76,81,82	
45	JQ=77,78,83,84	B=1,7
52	JQ=79,80,85,86	B=1,7
59	JQ=81,82,87,88	B=1,7

COMBO

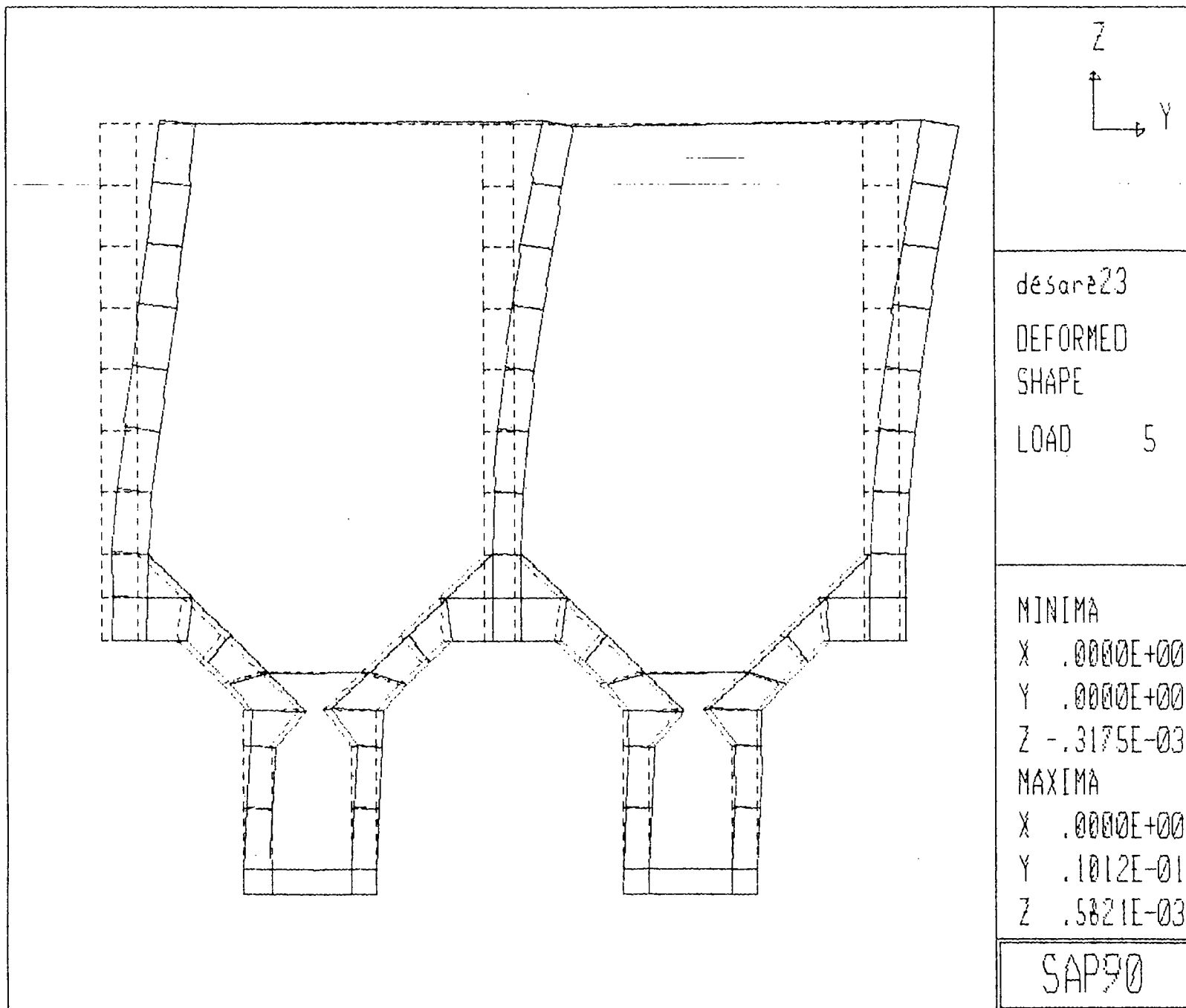
1	C=1,0	: PESO PROPIO
2	C=0,1	: PRESIONES EXTERNAS E INTERNAS Y CARGAS VIVAS
3	C=1,1	: PESO PROPIO + PRESIONES EXTERNA E INTERNAS Y CARGAS VIVAS
4	C=0,0	D=1
5	C=1,1	D=1

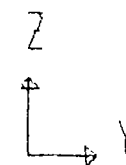
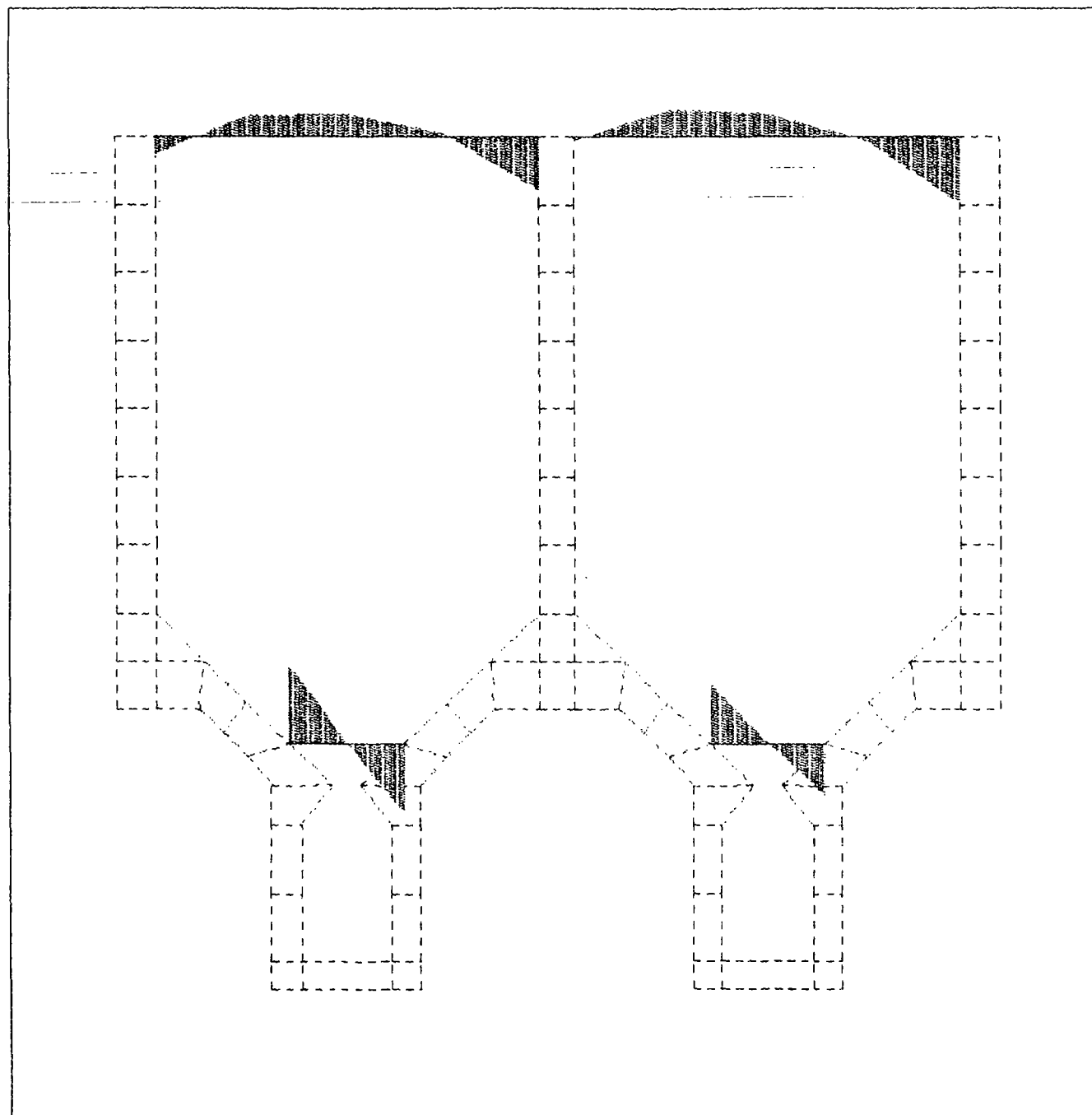
SPEC : SEISMIC RESPONSE SPECTRUM IN LATERAL (Y) DIRECTION

A=0 S=7.81 D=.05 : ANGLE, SCALE, DAMPING

C	PERIOD	DIRECTION 1	DIRECTION 2	Z-DIRECTION
C		ACCELERATION	ACCELERATION	ACCELERATION

.0769	0.0	.505311*0.3048	0.0
.0795	0.0	.519598*0.3048	0.0
.08	0.0	.520045*0.3048	0.0
.0833	0.0	.518093*0.3048	0.0
.0870	0.0	.493366*0.3048	0.0
.0909	0.0	.477599*0.3048	0.0
.0951	0.0	.527825*0.3048	0.0
.0952	0.0	.530631*0.3048	0.0
.1000	0.0	.581609*0.3048	0.0
.1053	0.0	.564412*0.3048	0.0
.1111	0.0	.523663*0.3048	0.0
.1176	0.0	.572438*0.3048	0.0
.1190	0.0	.588211*0.3048	0.0
.1250	0.0	.627807*0.3048	0.0
.1333	0.0	.665413*0.3048	0.0
.1429	0.0	.636531*0.3048	0.0
.1538	0.0	.905796*0.3048	0.0
.1602	0.0	.804605*0.3048	0.0
.1667	0.0	.787220*0.3048	0.0
.1818	0.0	.943909*0.3048	0.0
.2000	0.0	1.005620*0.3048	0.0
.2222	0.0	.746135*0.3048	0.0
.2420	0.0	.704753*0.3048	0.0
.2500	0.0	.796052*0.3048	0.0
.2857	0.0	.718264*0.3048	0.0
.3333	0.0	.680624*0.3048	0.0
.4000	0.0	.882996*0.3048	0.0
.4313	0.0	.921167*0.3048	0.0
.5000	0.0	1.046620*0.3048	0.0
.6667	0.0	.641750*0.3048	0.0
1.0000	0.0	.482251*0.3048	0.0
1.2730	0.0	.258617*0.3048	0.0
2.0000	0.0	.160189*0.3048	0.0





desare23

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 5

ENVELOPES

MIN < 3>

-.1115E+02

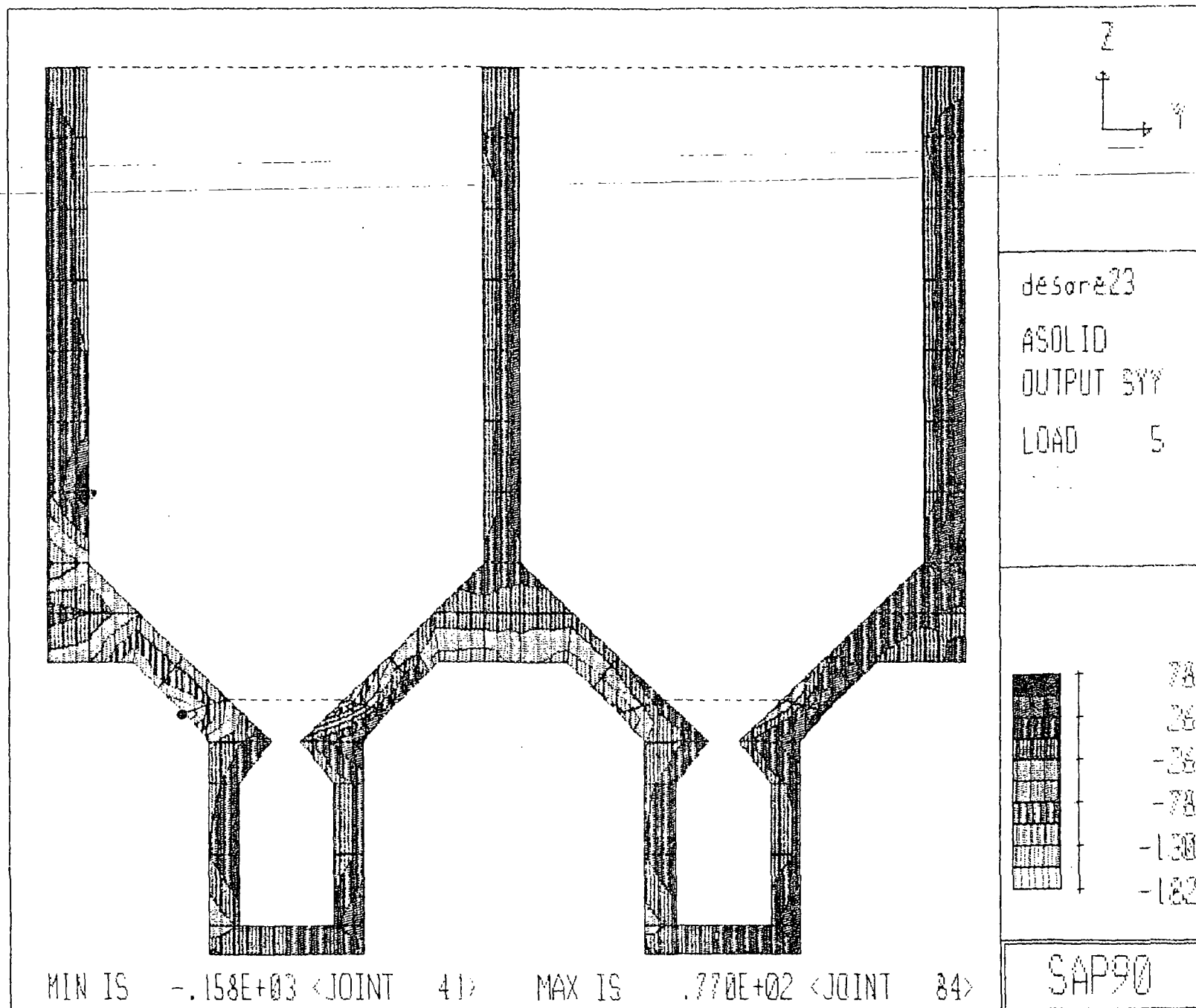
AT 2.00

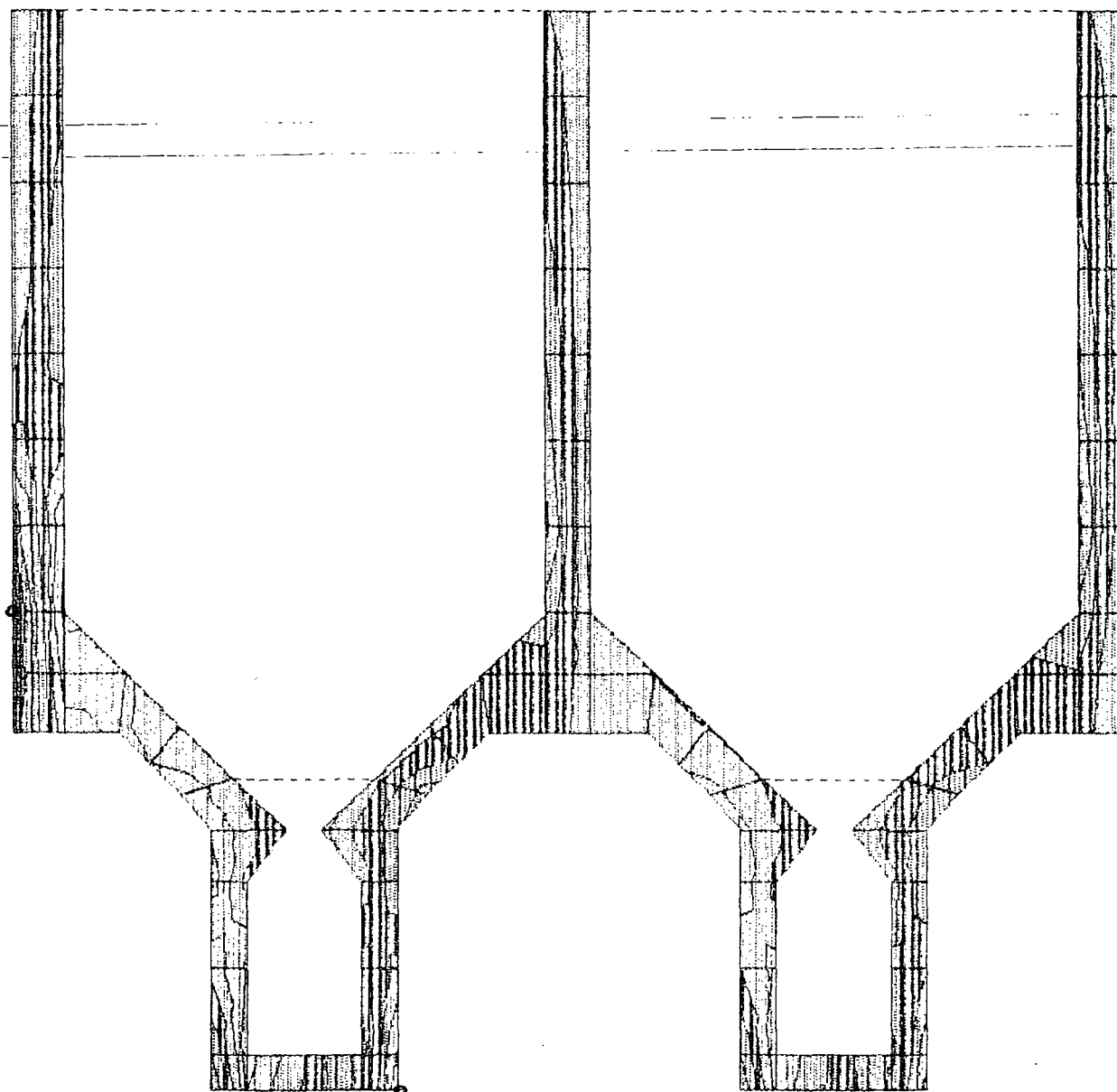
MAX < 3>

.1285E+02

AT .00

SAP90





desare23

ASOLID

OUTPUT SZZ

LOAD 5



560
400
240
80
-80
-240

MIN IS $-.222E+03$ <JOINT 4> MAX IS $.477E+03$ <JOINT 77>

SAP90

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$\Gamma_b = 0.021423$

$d = 60$

$\Gamma_{max} = 0.016067 \text{ (} \leq 0.025 \text{ y } \leq 0.75 \Gamma_b \text{)}$

$k_n = 54.68314$

$\Gamma_{min} = 0.003333$

$b = 100$

$d = 56 \text{ cm}$

μ t.m	$d \text{ cal } \leq d \text{ real}$ cm	$k \leq k_n$	$\Gamma \leq \Gamma_{max}$	$A_s = \Gamma b d \text{ real}$ cm ²	
37.50	27.60246	13.28656	0.003301	18.48653	1 ϕ 22 @ 20 cm
40.00	28.5077	14.17234	0.003531	19.77464	
42.50	29.38506	15.05811	0.003763	21.0704	
45.00	30.23698	15.94338	0.003995	22.37395	
47.50	31.06554	16.82965	0.00423	23.68342	
50.00	31.87258	17.71542	0.004465	25.00497	
52.50	32.65967	18.60119	0.004702	26.33274	
55.00	33.42824	19.48696	0.004941	27.6689	
57.50	34.17953	20.37273	0.005181	29.0136	
60.00	34.91466	21.2585	0.005423	30.36701	
62.50	35.63462	22.14427	0.005666	31.72929	
65.00	36.34033	23.03005	0.005911	33.10064	
67.50	37.03259	23.91582	0.006157	34.48122	
70.00	37.71214	24.80159	0.006406	35.87124	
72.50	38.37966	25.68736	0.006656	37.27088	
75.00	39.03577	26.57313	0.006907	38.68034	
77.50	39.68104	27.4589	0.007161	40.09965	
80.00	40.31597	28.34467	0.007416	41.52961	
82.50	40.94106	29.23044	0.007673	42.96985	
85.00	41.55675	30.11621	0.007932	44.42081	
87.50	42.16345	31.00198	0.008193	45.88273	
90.00	42.76155	31.88776	0.008456	47.35585	
92.50	43.35139	32.77353	0.008722	48.84045	
95.00	43.93331	33.6593	0.008989	50.33679	
97.50	44.50763	34.54507	0.009258	51.84316	
100.00	45.07463	35.43084	0.00953	53.36586	
102.50	45.63458	36.31661	0.009803	54.89918	
105.00	46.18775	37.20238	0.01008	56.44545	
107.50	46.73437	38.08815	0.010358	58.005	
110.00	47.27467	38.97392	0.010639	59.57819	
112.50	47.80886	39.85969	0.010922	61.16537	
115.00	48.33715	40.74546	0.011208	62.76692	
117.50	48.85973	41.63124	0.011497	64.38325	
120.00	49.37678	42.51701	0.011788	66.01477	
122.50	49.88847	43.40278	0.012032	67.66191	
125.00	50.39497	44.28855	0.012379	69.32514	
127.50	50.89642	45.17432	0.012679	71.00493	
130.00	51.39298	46.06009	0.012982	72.70179	
132.50	51.88479	46.94586	0.013289	74.41626	
135.00	52.37199	47.83163	0.013598	76.14868	
137.50	52.85469	48.7174	0.013911	77.90025	
140.00	53.33302	49.60317	0.014227	79.67099	
142.50	53.8071	50.48895	0.014547	81.46177	
145.00	54.27704	51.37472	0.01487	83.27327	
147.50	54.74295	52.26049	0.015198	85.10622	
150.00	55.20492	53.14626	0.015529	86.96143	
152.50	55.66306	54.03203	0.015864	88.8397	
154.00	55.93614	54.56349	0.016068	89.9781	

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $\Gamma_b = 0.021423$
 $d = 70$
 $\Gamma_{\max} = 0.016067 \quad (\leq 0.025 \text{ y } \leq 0.75 \Gamma_b)$
 $k_n = 54.68814$
 $\Gamma_{\min} = 0.003333$

$b = 100$
 $d = 66 \text{ cm}$

M_u t.m	$d_{\text{cal}} \leq d_{\text{real}}$ cm	$k \leq k_n$	$\Gamma \leq \Gamma_{\max}$	$A_s = \Gamma b d_{\text{real}}$ cm ²	
52.50	32.65967	13.39149	0.003328	21.96707	1 \varnothing 25 @ 22 cm
55.00	33.42824	14.02918	0.003494	23.05987	
58.00	34.32781	14.79441	0.003694	24.37738	
61.00	35.20441	15.55964	0.003894	25.70171	
64.00	36.0597	16.32486	0.004096	27.03296	
67.00	36.89517	17.09009	0.004299	28.37124	
70.00	37.71214	17.85532	0.004503	29.71665	
73.00	38.51178	18.62055	0.004707	31.06933	
76.00	39.29515	19.38578	0.004914	32.42938	
79.00	40.06321	20.151	0.005121	33.79693	
82.00	40.81681	20.91623	0.005329	35.1721	
85.00	41.55675	21.68146	0.005539	36.55502	
88.00	42.28375	22.44669	0.005749	37.94583	
91.00	42.99845	23.21192	0.005961	39.34466	
94.00	43.70147	23.97715	0.006174	40.75165	
97.00	44.39336	24.74237	0.006389	42.16695	
100.00	45.07463	25.5076	0.006605	43.5907	
103.00	45.74575	26.27283	0.006822	45.02306	
106.00	46.40717	27.03806	0.00704	46.46418	
109.00	47.05929	27.80329	0.00726	47.91424	
112.00	47.7025	28.56851	0.007481	49.37339	
115.00	48.33715	29.33374	0.007703	50.84181	
118.00	48.96358	30.09897	0.007927	52.31969	
121.00	49.58209	30.8642	0.008153	53.80719	
124.00	50.19298	31.62943	0.008379	55.30453	
127.00	50.79653	32.39465	0.008608	56.81188	
130.00	51.39298	33.15988	0.008838	58.32946	
133.00	51.9826	33.92511	0.009069	59.85748	
136.00	52.5656	34.69034	0.009302	61.39616	
139.00	53.1422	35.45557	0.009537	62.94572	
142.00	53.71262	36.22079	0.009774	64.50639	
145.00	54.27704	36.98602	0.010012	66.07842	
148.00	54.83565	37.75125	0.010252	67.66207	
152.00	55.57173	38.77155	0.010575	69.79211	
156.00	56.29819	39.79186	0.010901	71.9439	
160.00	57.0154	40.81216	0.01123	74.11813	
164.00	57.72369	41.83247	0.011563	76.3155	
168.00	58.4234	42.85277	0.0119	78.53679	
172.00	59.11482	43.87307	0.01224	80.78278	
176.00	59.79825	44.89338	0.012584	83.05431	
180.00	60.47396	45.91368	0.012932	85.35228	
185.00	61.30812	47.18906	0.013373	88.26338	
190.00	62.13109	48.46444	0.013821	91.21924	
195.00	62.94329	49.73982	0.014276	94.22199	
200.00	63.74515	51.0152	0.014738	97.27395	
205.00	64.53705	52.29058	0.015209	100.3776	
210.00	65.31934	53.56596	0.015687	103.5357	
214.00	65.9385	54.58627	0.016076	106.1033	

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $\Gamma_b = 0.021423$
 $d = 50$
 $\Gamma_{max} = 0.016067 \text{ (} \leq 0.025 \text{ y } \leq 0.75 \Gamma_b \text{)}$
 $k_n = 54.62314$
 $\Gamma_{min} = 0.003333$

$b = 100$

$d = 45 \text{ cm}$

Nu t.a	d cal cm	d real	k i kn	Γ i Γ_{max}	As = Γ b d real cm ²
25.50	22.76137		13.39004	0.003328	15.30866
26.00	22.98364		13.65255	0.003396	15.62125
28.00	23.85125		14.70279	0.00367	16.83011
30.00	24.68639		15.75299	0.003945	18.1473
32.00	25.49806		16.50319	0.004223	19.42361
34.00	26.2828		17.85339	0.004502	20.70924
36.00	27.04473		18.90359	0.004784	22.00439
38.00	27.78587		19.95379	0.005067	23.30923
40.00	28.5077		21.00399	0.005353	24.62415
42.00	29.2117		22.05419	0.005641	25.9492
44.00	29.89913		23.10439	0.005931	27.2847
46.00	30.5711		24.15459	0.006224	28.63058
48.00	31.22862		25.20479	0.006519	29.98601
50.00	31.87258		26.25499	0.006817	31.35136
52.00	32.50373		27.30519	0.007117	32.72622
54.00	33.12295		28.35539	0.007419	34.12757
56.00	33.73076		29.40559	0.007724	35.53163
58.00	34.32781		30.45579	0.008032	36.94782
60.00	34.91466		31.50599	0.008343	38.37677
62.00	35.4918		32.55619	0.008656	39.81893
64.00	36.0597		33.60639	0.008973	41.27438
66.00	36.6188		34.65658	0.009292	42.7438
68.00	37.16949		35.70678	0.009613	44.22749
70.00	37.71214		36.75698	0.00994	45.72583
72.00	38.24709		37.80718	0.010269	47.23941
74.00	38.77466		38.85738	0.010602	48.76355
76.00	39.29515		39.90758	0.010938	50.3139
78.00	39.80883		40.95778	0.011277	51.87567
80.00	40.31597		42.00798	0.011621	53.45471
81.50	40.69218		42.79563	0.011881	54.65061
83.00	41.06494		43.58328	0.012143	55.85675
84.50	41.43435		44.37093	0.012407	57.0734
86.00	41.80049		45.15858	0.012674	58.30094
87.50	42.16345		45.94623	0.012943	59.53936
89.00	42.52332		46.73388	0.013215	60.78926
90.50	42.88016		47.52153	0.013489	62.05087
92.00	43.23406		48.30918	0.013766	63.32453
93.50	43.58509		49.09683	0.014046	64.61057
95.00	43.93331		49.88448	0.014328	65.90938
96.00	44.16394		50.40958	0.014518	66.78253
97.00	44.39336		50.93468	0.014709	67.66165
98.00	44.62161		51.45978	0.014901	68.54685
99.00	44.84869		51.98488	0.015095	69.43827
100.00	45.07463		52.50998	0.01529	70.33604
101.00	45.29944		53.03508	0.015487	71.24029
102.00	45.52314		53.56018	0.015685	72.15118
103.00	45.74573		54.08528	0.015885	73.06893
104.00	45.96728		54.61035	0.016086	73.99342

1 $\phi 20 @ 20 \text{ cm.}$

1 $\phi 20 @ 13 \text{ cm.}$

APENDICE D

PRESA EN HCR DEL EMBALSE COMPENSADOR

APENDICE D

Contenido

- D1. Análisis de Estabilidad
- D2. Análisis Pseudoestáticos de Esfuerzos y Deformaciones
- D3. Análisis Dinámicos de esfuerzos y Deformaciones

D1. ANALISIS DE ESTABILIDAD

ESTRAB1

28-06-71

PROYECTO LUJA QUINTA SINCLAIR
PRESA DE HORMIGON COMPACTADO
EMBALSE COMPENSADOR
VERIFICACION DE ESTABILIDAD

Etc

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	5.00
Nivel de la cresta		(m s.n.m.)	=	1.232.50
Nivel de cimentacion		(m s.n.m.)	=	1.182.00
Altura de la presa	(h)	(m)	=	50.50
Nivel max. crecida, inters. caras	(f)	(m s.n.m.)	=	1.231.50
Altura de interseccion caras		(m)	=	49.50
Nivel del agua en el embalse		(m s.n.m.)	=	1.230.00
Altura de agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	48.00
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	3.00
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.20
Pendiente a. abajo	(.x)		=	0.80
Base de la presa		(m)	=	49.50
Coef. redución subpresión	(n)		=	0.33
Distancia drenes al borde	(b)	(m)	=	7.50
Angulo de atrito en cimentación	(of)	(o)	=	36.00
cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	10.00
Coef. sismo horizontal	(g)		=	0.00
Coef. de redución atrito	(fa)		=	1.00
Coef. de redución cohesión	(fc)		=	1.00
Altura de sedimentos		(m)	=	12.38
Peso especifico sedimentos		(t/m3)	=	0.30
Altura de vano de vertedero		(m)	=	3.00
Borde libre		(m)	=	1.00
Galeria de drenaje b x h	(2.5 x 3)	(m2)	=	7.50
	distancia eje-pie presa y		=	6.50
Bloque de hormigón:	base	(m)	=	2.50
	altura	(m)	=	20.00
	peso espec.		=	(1.40)
	distancia eje-pie presa x		=	45.00
	distancia eje-pie presa y		=	20.00

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	NORMAL
Fuerzas de gravedad	Si
Nivel del agua (m)	1,230.00
Subpresión normal	Si
Subpresión drenes inoperantes	No
Sismo	No
Presión de sedimentos	Si

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES

-Peso del hormigón	(Vd)	(t)	=	2,749.50
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	234.00
-Subpresión	(So)	(t)	=	(639.00)
-Peso de sedimentos		(t)	=	4.59
-Compón. presión agua del sismo		(t)	=	0.00
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES	(SumV)	(t)	=	2,349.09

PRESIONES HORIZONTALES

-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	1,150.00
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(4.50)
-Presión de sedimentos		(t)	=	22.97
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	0.00
-PRESION HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	1,168.47

MOMENTOS

-Momento del peso hormigón	(Mvd)	(tm)	=	74,601.15
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	11,323.04
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	223.62
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	86,147.81
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	18,336.83
-Momento subpresión	(Mso)	(tm)	=	22,061.81
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	94.76
-Momento sismo horizontal	(MHs)	(tm)	=	0.00
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	40,493.40

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1	1
Excentricidad	Coeficiente	Coeficiente	Esfuerzos en la fundación			
	seguridad	seguridad	(a. arriba)	(a. abajo)		
1	1	1	volcamiento	deslizamiento	1	1
(m)	FSv	FSd	(t/m2)	(t/m2)		

5.32

2.13

1.88

16.88

78.03

Coeficiente global (USBuRec):

1.88

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coefficiente de reducción atrito:	1.00
Coefficiente de reducción cohesión:	1.00

Seguridad al Deslizamiento:

Caso excepcional.....FS \geq	1.00
Caso normal.....FS \geq	1.50

Seguridad al Volcamiento:

Caso excepcional.....FS \geq	1.00
Caso normal.....FS \geq	1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA NORMAL

Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.88
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	2.13

ESTAB2

28-Oct-91

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA DE HORMIGON COMPACTADO
EMBALSE COMPENSADOR
VERIFICACION DE ESTABILIDAD

Etc

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	5.00
Nivel de la cresta		(m s.n.m.)	=	1,232.50
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1,182.00
Altura de la presa	(h)	(m)	=	50.50
Nivel max. crecida, inters. caras	(f)	(m s.n.m.)	=	1,231.50
Altura de intersección caras		(m)	=	49.50
Nivel del agua en el embalse		(m s.n.m.)	=	1,231.00
Altura de agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	49.00
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	3.00
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.20
Pendiente a. abajo	(.x)		=	0.80
Base de la presa		(m)	=	49.50
Coef. reducción subpresion	(n)		=	0.33
Distancia drenes al borde	(b)	(m)	=	7.50
Angulo de atrito en cimentación	(of)	(o)	=	36.00
cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	10.00
Coef. sismo horizontal	(q)		=	0.00
Coef. de reducción atrito	(fa)		=	1.00
Coef. de reducción cohesión	(fc)		=	1.00
Altura de sedimentos		(m)	=	12.38
Peso especifico sedimentos		(t/m3)	=	0.30
Altura de vano de vertedero		(m)	=	3.00
Borde libre		(m)	=	1.00
Galeria de drenaje bxn	(2.5*3)	(m2)	=	7.50
	distancia eje-pie presa y		=	6.50
Bloque de hormigon:	base	(m)	=	2.50
	altura	(m)	=	20.00
	peso espec.	(t/m3)	=	(1.40)
	distancia eje-pie presa x		=	45.00
	distancia eje-pie presa y		=	20.00

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	NORMAL
Fuerzas de gravedad	Si
Nivel del agua (m)	1,231.00
Subpresión normal	Si
Subpresión drenes inoperantes	No
Sismo	No
Presión de sedimentos	Si

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES

-Peso del hormigon	(Vd)	(t)	=	2,749.50
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	243.70
-Subpresion	(So)	(t)	=	(651.00)
-Peso de sedimentos		(t)	=	4.59
-Compon.presión aqua del sismo		(t)	=	0.00
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES	(SumV)	(t)	=	2,346.79

PRESIONES HORIZONTALES

-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	1,198.50
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(4.50)
-Presion de sedimentos		(t)	=	22.97
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	0.00
-PRESION HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	1,216.97

MOMENTOS

-Momento del peso hormigon	(Mvd)	(tm)	=	74,601.15
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	11,323.04
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	223.62
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	86,147.81
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	19,511.00
-Momento subpresion	(Mso)	(tm)	=	22,061.81
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	94.76
-Momento sismo horizontal	(Mhs)	(tm)	=	0.00
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	41,667.57

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1	1	1
Excentricidad	Coeficiente seguridad	Coeficiente seguridad	Esfuerzos en la fundacion	(a. arriba)	(a. abajo)		
1	1	1	1	1	1	1	1
(m)	FSv	FSd	(t/m2)	(t/m2)			

5.80

2.07

1.81

14.10

80.72

Coeficiente global (USBuRec): 1.81

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coeficiente de reduccion atrito:	1.00
Coeficiente de reduccion cohesion:	1.00

Seguridad al Deslizamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

Seguridad al Volcamiento:	
Caso excepcional.....FS >=	1.00
Caso normal.....FS >=	1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA	NORMAL		
Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.81
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	2.07

ESTAB3

28-Oct-91

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA DE HORMIGON COMPACTADO
EMBALSE COMPENSADOR
VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD

E1c

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso específico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00
Peso específico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	5.00
Nivel de la cresta		(m s.n.m.)	=	1,232.50
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1,182.00
Altura de la presa	(n)	(m)	=	50.50
Nivel max. crecida. inters. caras	(f)	(m s.n.m.)	=	1,231.50
Altura de intersección caras		(m)	=	49.50
Nivel del agua en el embalse		(m s.n.m.)	=	1,230.00
Altura de agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	48.00
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	3.00
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.20
Pendiente a. abajo	(.x)		=	0.80
Base de la presa		(m)	=	49.50
Coef. reducción subpresión	(n)		=	0.33
Distancia drenes al borde	(b)	(m)	=	7.50
Angulo de atrito en cimentación	(Of)	(°)	=	36.00
cohesion en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	10.00
Coef. sismo horizontal	(q)		=	0.25
Coef. de reducción atrito	(fa)		=	1.00
Coef. de reducción cohesion	(fc)		=	1.00
Altura de sedimentos		(m)	=	12.38
Peso específico sedimentos		(t/m3)	=	0.30
Altura de vano de vertedero		(m)	=	3.00
Borde libre		(m)	=	1.00
Galeria de drenaje bxh	(2.5*3)	(m2)	=	7.50
	distancia eje-pie presa y		=	6.50
Bloque de hormigon:	base	(m)	=	2.50
	altura	(m)	=	20.00
	peso espec.	(t/m3)	=	(1.40)
	distancia eje-pie presa x		=	45.00
	distancia eje-pie presa y		=	20.00

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	EXCEPCIONAL
Fuerzas de gravedad	Si
Nivel del agua (m)	1,230.00
Subpresión normal	Si
Subpresión drenes inoperantes	No
Sismo	Si
Presión de sedimentos	Si

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES

-Peso del hormigon	(Vd)	(t)	=	2,749.50
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	234.00
-Subpresión	(So)	(t)	=	(639.00)
-Peso de sedimentos		(t)	=	4.59
-Compon.presion agua del sismo		(t)	=	67.20
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES	(SumV)	(t)	=	2,416.29

PRESIONES HORIZONTALES

-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	1,150.00
-Presion del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(4.50)
-Presion de sedimentos		(t)	=	22.97
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	1,069.29
-PRESION HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	2,237.76

MOMENTOS

-Momento del peso hormigon	(Mvd)	(tm)	=	66,805.95
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	11,323.04
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	223.62
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	78,352.61
-Momento presion del agua	(Ma)	(tm)	=	18,336.83
-Momento subpresion	(Mso)	(tm)	=	22,061.81
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	94.76
-Momento sismo horizontal	(MHS)	(tm)	=	14,328.93
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	54,822.33

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1	1
Excentricidad	Coeficiente	Coeficiente	Esfuerzos en la fundación			
	seguridad	seguridad	(a. arriba)	(a. abajo)		
	volcamiento	deslizamiento				
(m)	FSv	FSd	(t/m2)	(t/m2)		

15.01 1.43 1.01 (40.01) 137.64

Coeficiente global (USBuRec): 1.01

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coeficiente de reduccion atrito: 1.00
Coeficiente de reduccion cohesion: 1.00

Seguridad al Deslizamiento:
Caso excepcional.....FS = 1.00
Caso normal.....FS = 1.50

Seguridad al Volcamiento:
Caso excepcional.....FS = 1.00
Caso normal.....FS = 1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA EXCEPCIONAL

Seguridad al Deslizamiento: PRESA ESTABLE FS = 1.01
Seguridad al Volcamiento: PRESA ESTABLE FS = 1.43

ESTAB4

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA DE HORMIGON COMPACTADO
EMBALSE COMPENSADOR
VERIFICACION DE ESTABILIDAD

Etc

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m ³)	=	1.00
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m ³)	=	2.40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	5.00
Nivel de la cresta		(m s.n.m.)	=	1,232.50
Nivel de cimentacion		(m s.n.m.)	=	1,182.00
Altura de la presa	(h)	(m)	=	50.50
Nivel max. crecida, inters. caras	(f)	(m s.n.m.)	=	1,231.50
Altura de intersección caras		(m)	=	49.50
Nivel del agua en el embalse		(m s.n.m.)	=	1,231.00
Altura de agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	49.00
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	3.00
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.20
Pendiente a. abajo	(.x)		=	0.80
Base de la presa		(m)	=	49.50
Coef. reducion subpresion	(n)		=	0.85
Distancia drenes al borde	(b)	(m)	=	7.50
Angulo de atrito en cimentacion	(Of)	(o)	=	36.00
cohesión en la cimentacon	(c)	(t/m ²)	=	10.00
Coef. sismo horizontal	(g)		=	0.00
Coef. de redución atrito	(fa)		=	1.00
Coef. de reducion cohesion	(fc)		=	1.00
Altura de sedimentos		(m)	=	12.38
Peso especifico sedimentos		(t/m ³)	=	0.30
Altura de vano de vertedero		(m)	=	3.00
Borde libre		(m)	=	1.00
Galeria de drenaje bxh	(2.5x3)	(m ²)	=	7.50
	distancia eje-pie presa y		=	6.50
Bloque de hormigón:	base	(m)	=	2.50
	altura	(m)	=	20.00
	peso espec.	(t/m ³)	=	11.40
	distancia eje-pie presa x		=	45.00
	distancia eje-pie presa y		=	20.00

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	EXCEPCIONAL
Fuerzas de gravedad	Si
Nivel del agua (m)	1,231.00
Subpresión normal	No
Subpresión drenes inoperantes	Si
Sismo	No
Presión de sedimentos	Si

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES

-Peso del hormigon	(Vd)	(t)	=	2.749.50
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	243.70
-Subpresion	(So)	(t)	=	(1.275.75)
-Peso de sedimentos		(t)	=	4.59
-Compon.presión agua del sismo		(t)	=	0.00
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES	(SumV)	(t)	=	1.722.04

PRESIONES HORIZONTALES

-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	1.198.50
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(4.50)
-Presión de sedimentos		(t)	=	22.97
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	0.00
-PRESION HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	1.216.97

MOMENTOS

-Momento del peso hormigon	(Mvd)	(tm)	=	74.601.15
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	11.323.04
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	223.62
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	85.147.81
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	19.511.00
-Momento subpresion	(Mso)	(tm)	=	41.311.13
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	94.76
-Momento sismo horizontal	(MHs)	(tm)	=	0.00
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	60.916.88

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1	1
Excentricidad	Coeficiente	Coeficiente	Esfuerzos en la fundacion			
	seguridad	seguridad	(a. arriba)	(a. abajo)		
	volcamiento	deslizamiento				
(m)	FSv	FSd	(t/m2)	(t/m2)		

10.10 1.41 1.43 (2.79) 77.37

Coeficiente global (USBuRec): 1.43

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coeficiente de reducción atrito: 1.00
Coeficiente de reducción cohesión: 1.00

Seguridad al Deslizamiento:
Caso excepcional.....FS \geq 1.00
Caso normal.....FS \geq 1.50

Seguridad al Volcamiento:
Caso excepcional.....FS \geq 1.00
Caso normal.....FS \geq 1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA EXCEPCIONAL

Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.43
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.41

ESTAB5

28-Oct-91

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA DE HORMIGON COMPACTADO
EMBALSE COMPENSADOR
VERIFICACION DE ESTABILIDAD

Etc

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso especifico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00
Peso especifico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	5.00
Nivel de la cresta		(m s.n.m.)	=	1.232.50
Nivel de cimentación		(m s.n.m.)	=	1.182.00
Altura de la presa	(h)	(m)	=	50.50
Nivel max. crecida. inters. caras	(f)	(m s.n.m.)	=	1.231.50
Altura de intersección caras		(m)	=	49.50
Nivel del agua en el embalse		(m s.n.m.)	=	1.229.50
Altura de agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	47.50
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	3.00
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.20
Pendiente a. abajo	(.x)		=	0.80
Base de la presa		(m)	=	49.50
Coef. reducción subpresión	(n)		=	0.85
Distancia drenes al borde	(b)	(m)	=	7.50
Angulo de atrito en cimentación	(Of)	(o)	=	36.00
Cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	10.00
Coef. sismo horizontal	(q)		=	0.12
Coef. de reducción atrito	(fa)		=	1.00
Coef. de reducción cohesión	(fc)		=	1.00
Altura de sedimentos		(m)	=	12.38
Peso especifico sedimentos		(t/m3)	=	0.30
Altura de vano de vertedero		(m)	=	3.00
Borde libre		(m)	=	1.00
Galeria de drenaje b x h	(2.5*3)	(m2)	=	7.50
	distancia eje-pié presa y		=	6.50
Bloque de hormigón:	base	(m)	=	2.50
	altura	(m)	=	20.00
	peso espec.	(t/m3)	=	(1.40)
	distancia eje-pié presa x		=	45.00
	distancia eje-pié presa y		=	20.00

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	EXCEPCIONAL
Fuerzas de gravedad	Si
Nivel del agua (m)	1,229.50
Subpresión normal	No
Subpresión drenes inoperantes	Si
Sismo	Parcial
Presión de sedimentos	Si

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES

-Peso del hormigon	(Vd)	(t)	=	2,749.50
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	229.23
-Subpresión	(So)	(t)	=	(1,238.63)
-Peso de sedimentos		(t)	=	4.59
-Compon.presión agua del sismo		(t)	=	31.59
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES	(SumV)	(t)	=	1,776.28

PRESIONES HORIZONTALES

-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	1,126.13
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(4.50)
-Presión de sedimentos		(t)	=	22.97
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	509.92
-PRESION HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	1,654.51

MOMENTOS

-Momento del peso hormigon	(Mvd)	(tm)	=	74,601.15
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	11,323.04
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	223.62
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	86,147.81
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	17,767.81
-Momento subpresión	(Mso)	(tm)	=	41,311.13
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	94.76
-Momento sismo horizontal	(MHS)	(tm)	=	6,278.18
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	65,451.87

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1	1
1	Excentricidad	1	Coeficiente seguridad	1	Coeficiente seguridad	1
1		1	volcamiento	1	deslizamiento	1
1	(m)	1	FSv	1	FSd	1
					(t/m2)	(t/m2)

13.10 1.32 1.08 (21.09) 92.86

Coeficiente global (USBuRec): 1.08

CRITERIOS DE DISEÑO:

Coeficiente de reducción atrito: 1.00
Coeficiente de reducción cohesión: 1.00

Seguridad al Deslizamiento:
Caso excepcional.....FS = 1.00
Caso normal.....FS = 1.50

Seguridad al Volcamiento:
Caso excepcional.....FS = 1.00
Caso normal.....FS = 1.50

VERIFICACION :

CASO DE CARGA EXCEPCIONAL

Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.08
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.32

ESTAB6

29-Oct-91

PROYECTO COCA CODO SINCLAIR
PRESA DE HORMIGON COMPACTADO
EMBALSE COMPENSADOR
VERIFICACION DE ESTABILIDAD

Etc

DEFINICIONES DEL PROYECTO

Peso específico del agua	(ga)	(t/m3)	=	1.00
Peso específico del hormigon	(gm)	(t/m3)	=	2.40
Ancho del coronamiento	(a)	(m)	=	5.00
Nivel de la cresta		(m s.n.m.)	=	1.232.50
Nivel de cimentacion		(m s.n.m.)	=	1.182.00
Altura de la presa	(h)	(m)	=	50.50
Nivel max. crecida. inters. caras	(f)	(m s.n.m.)	=	1.231.50
Altura de intersección caras		(m)	=	49.50
Nivel del agua en el embalse		(m s.n.m.)	=	1.129.50
Altura de agua nel embalse	(Ha)	(m)	=	47.50
Altura de agua a. abajo	(Hm)	(m)	=	3.00
Pendiente a. arriba	(.y)		=	0.20
Pendiente a. abajo	(.x)		=	0.80
Base de la presa		(m)	=	49.50
Coef. reducción subpresion	(n)		=	0.33
Distancia drenes al borde	(b)	(m)	=	7.50
Angulo de atrito en cimentacion	(Of)	(o)	=	35.00
Cohesión en la cimentación	(c)	(t/m2)	=	10.00
Coef. sismo horizontal	(q)		=	0.10
Coef. de reducion atrito	(fa)		=	1.00
Coef. de reducion cohesión	(fc)		=	1.00
Altura de sedimentos		(m)	=	12.38
Peso específico sedimentos		(t/m3)	=	0.30
Altura de vano de vertedero		(m)	=	3.00
Borde libre		(m)	=	1.00
Galeria de drenaje bxh	(2.5*3)	(m2)	=	7.50
		distancia eje-pie presa y	=	6.50
Bloque de hormigon:		base	(m)	= 2.50
		altura	(m)	= 20.00
		peso espec.	(t/m3)	= (1.40)
		distancia eje-pie presa x	=	45.00
		distancia eje-pie presa y	=	20.00

ANALISIS DE LAS CARGAS

Caso de carga	NORMAL
Fuerzas de gravedad	Si
Nivel del agua (m)	1,229.50
Subpresión normal	Si
Subpresión drenes inoperantes	No
Sismo	Parcial
Presión de sedimentos	Si

RESUMEN DE ESFUERZOS

FUERZAS VERTICALES

-Peso del hormigón	(Vd)	(t)	=	2.749.50
-Pesos del agua	(Va)	(t)	=	239.23
-Subpresión	(So)	(t)	=	(632.96)
-Peso de sedimentos		(t)	=	4.59
-Compon. presión agua del sismo		(t)	=	26.32
-RESULTANTE FUERZAS VERTICALES	(SumV)	(t)	=	2.376.68

PRESIONES HORIZONTALES

-Presión del agua a.arriba	(Sam)	(t)	=	1.126.13
-Presión del agua a.abajo	(Sav)	(t)	=	(4.50)
-Presión de sedimentos		(t)	=	22.97
-Componente horizont. sismo	(Hs)	(t)	=	424.93
-PRESION HORIZONTAL TOTAL	(S)	(t)	=	1.569.53

MOMENTOS

-Momento del peso hormigón	(Mvd)	(tm)	=	74.601.15
-Momento peso del agua	(Mva)	(tm)	=	11.323.04
-Momento peso sedimentos		(tm)	=	223.62
-MOMENTO ESTABILIZANTE	(Ms)	(tm)	=	86.147.81
-Momento presión del agua	(Ma)	(tm)	=	17.767.81
-Momento subpresión	(Mso)	(tm)	=	22.060.57
-Momentos de presión sedimentos		(tm)	=	94.76
-Momento sismo horizontal	(MHs)	(tm)	=	5.231.82
-MOMENTO DE VOLCAMIENTO	(Mr)	(tm)	=	45.154.95

RESULTADOS DE LA VERIFICACION

1	1	1	1	1	1	1
1	Excentricidad	1	Coeficiente seguridad	1	Coeficiente seguridad	1
1		1	volcamiento	1	deslizamiento	1
1	(m)	1	FSv	1	FSd	1
1		1		1	(t/m2)	1
1		1		1	(t/m2)	1

7.50 1.91 1.42 4.35 91.67

Coeficiente global (USBuRec): 1.42

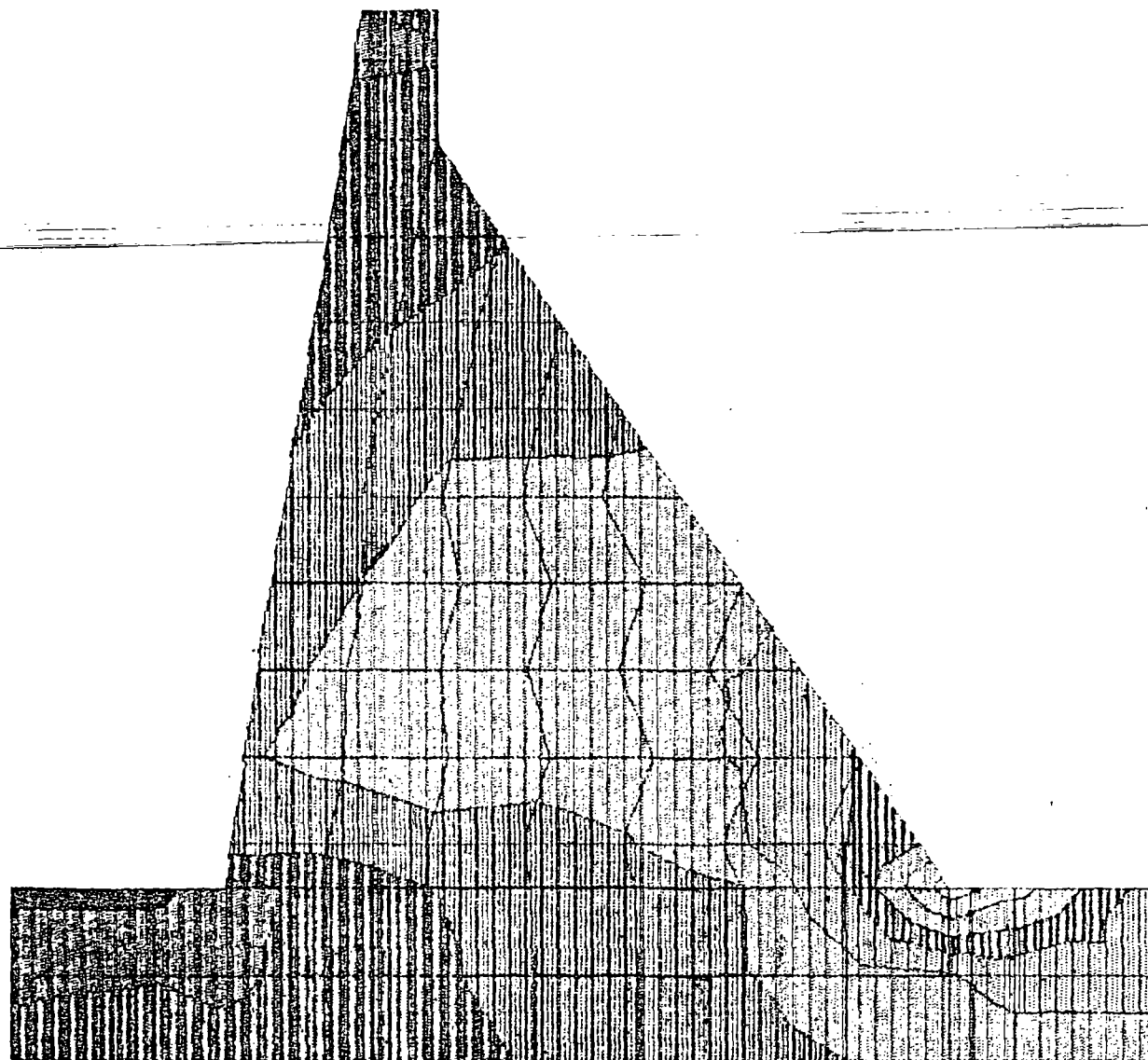
CRITERIOS DE DISEÑO:

Coeficiente de reducción atrito:	1.00	
Coeficiente de reducción cohesión:	1.00	
Seguridad al Deslizamiento:		
Caso excepcional.....FS >=	1.00	
Caso normal.....FS >=	1.50	+ sismo parcial 1.36
Seguridad al Volcamiento:		
Caso excepcional.....FS >=	1.00	
Caso normal.....FS >=	1.50	

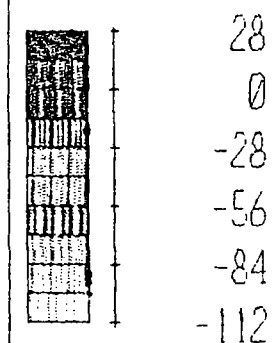
VERIFICACIÓN :

CASO DE CARGA	NORMAL	+ sismo parcial		
Seguridad al Deslizamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.42	
Seguridad al Volcamiento:	PRESA ESTABLE	FS =	1.91	

D2. ANALISIS PSEUDOESTATICOS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES

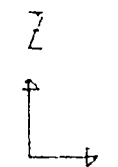
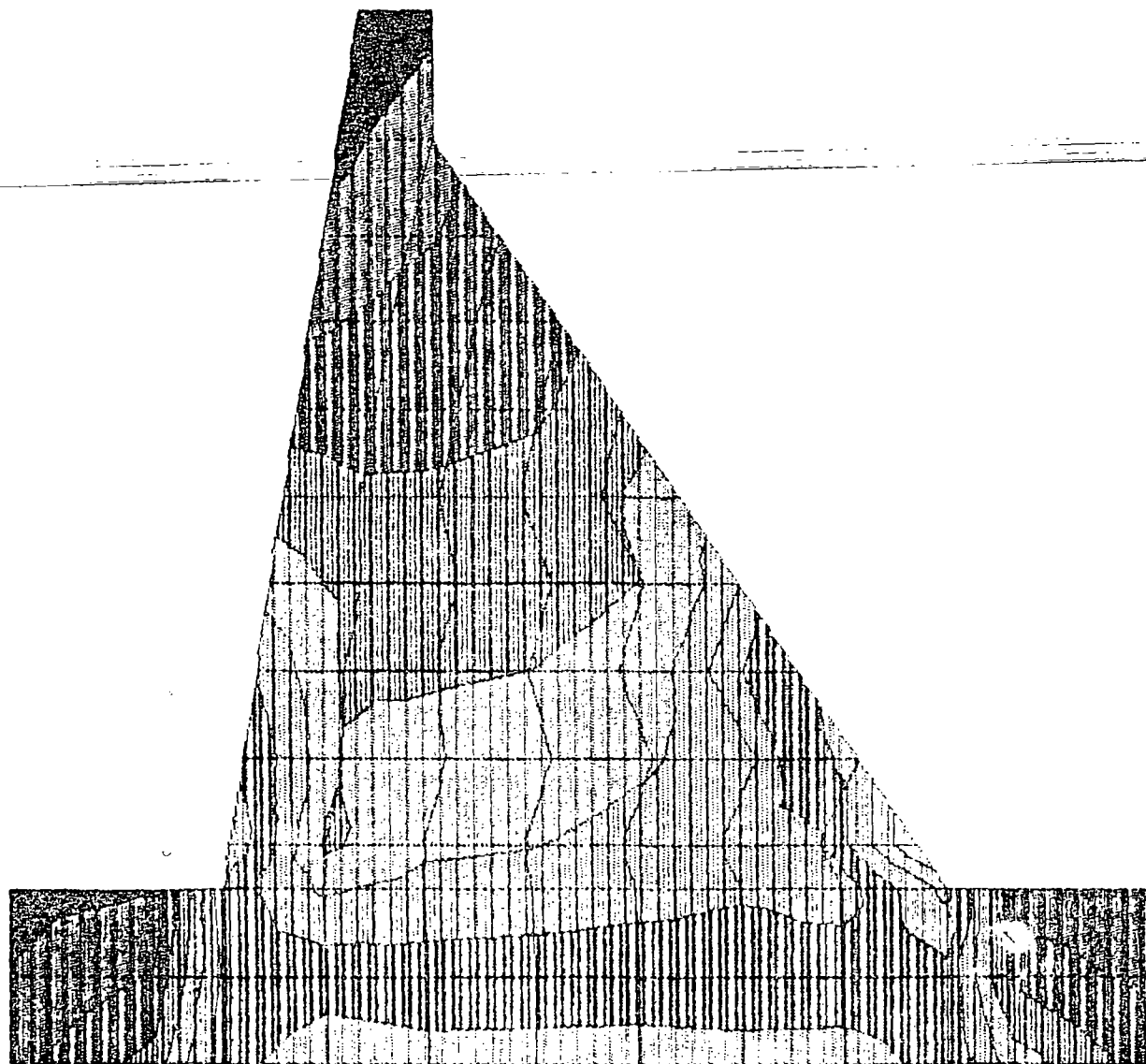


DATCOM04
ASOLID
OUTPUT SY
LOAD 3

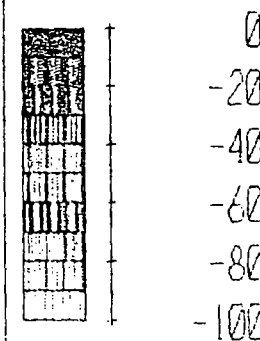


MIN IS $-1.06E+03$ <JOINT 103> MAX IS $1.83E+02$ <JOINT 95>

SAP90

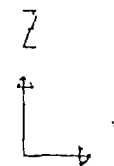
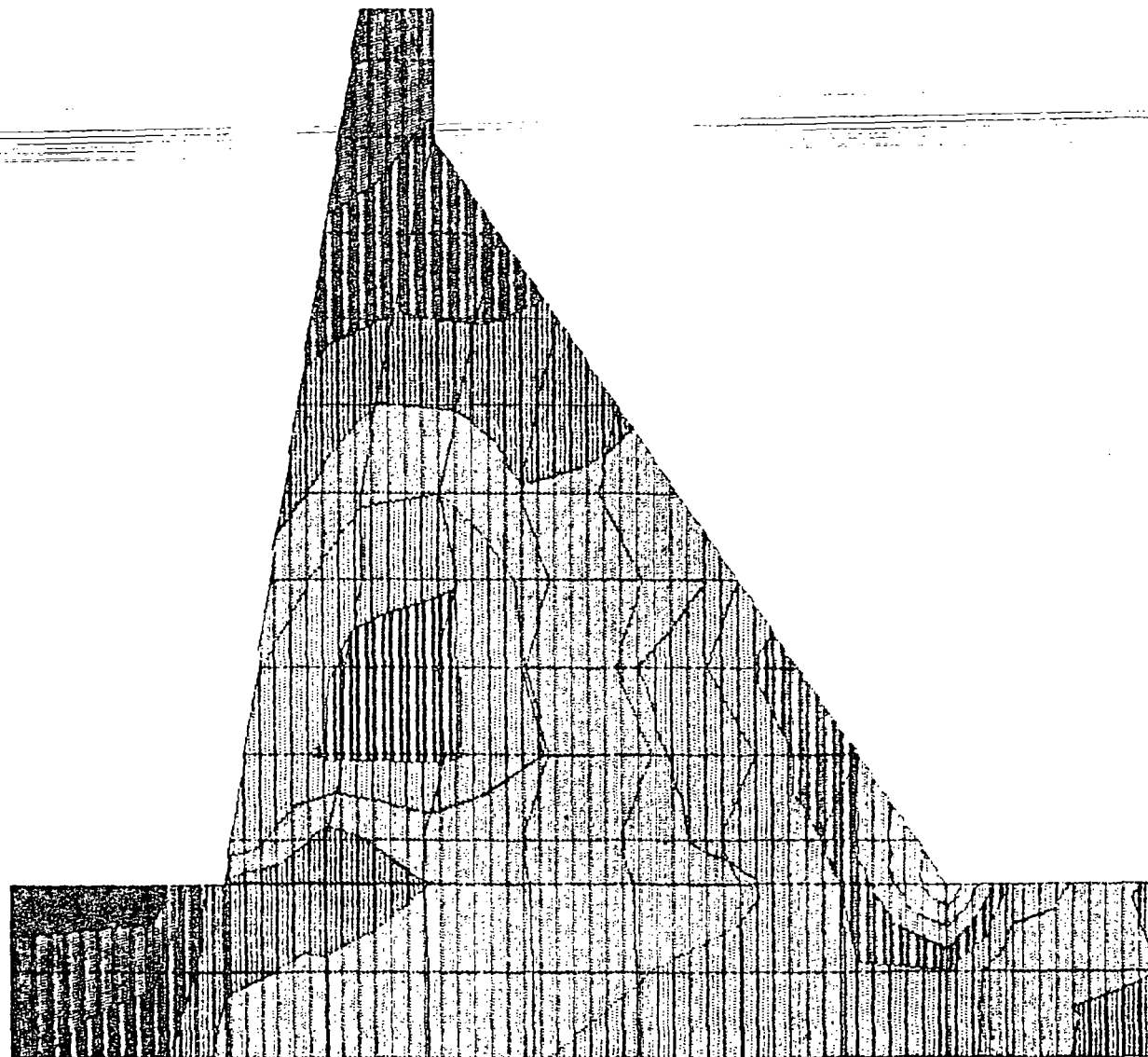


DATCOM04
ASOLID
OUTPUT SZZ
LOAD 3



MIN IS $-9.999\text{E}+02$ <JOINT 116> MAX IS $-1.64\text{E}+01$ <JOINT 159>

SAP90



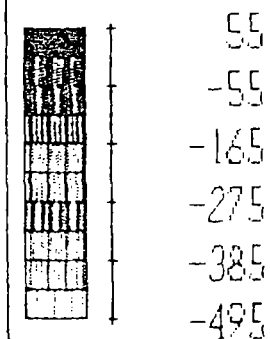
DATCOM04

ASOLID

OUTPUT 52

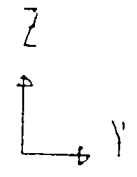
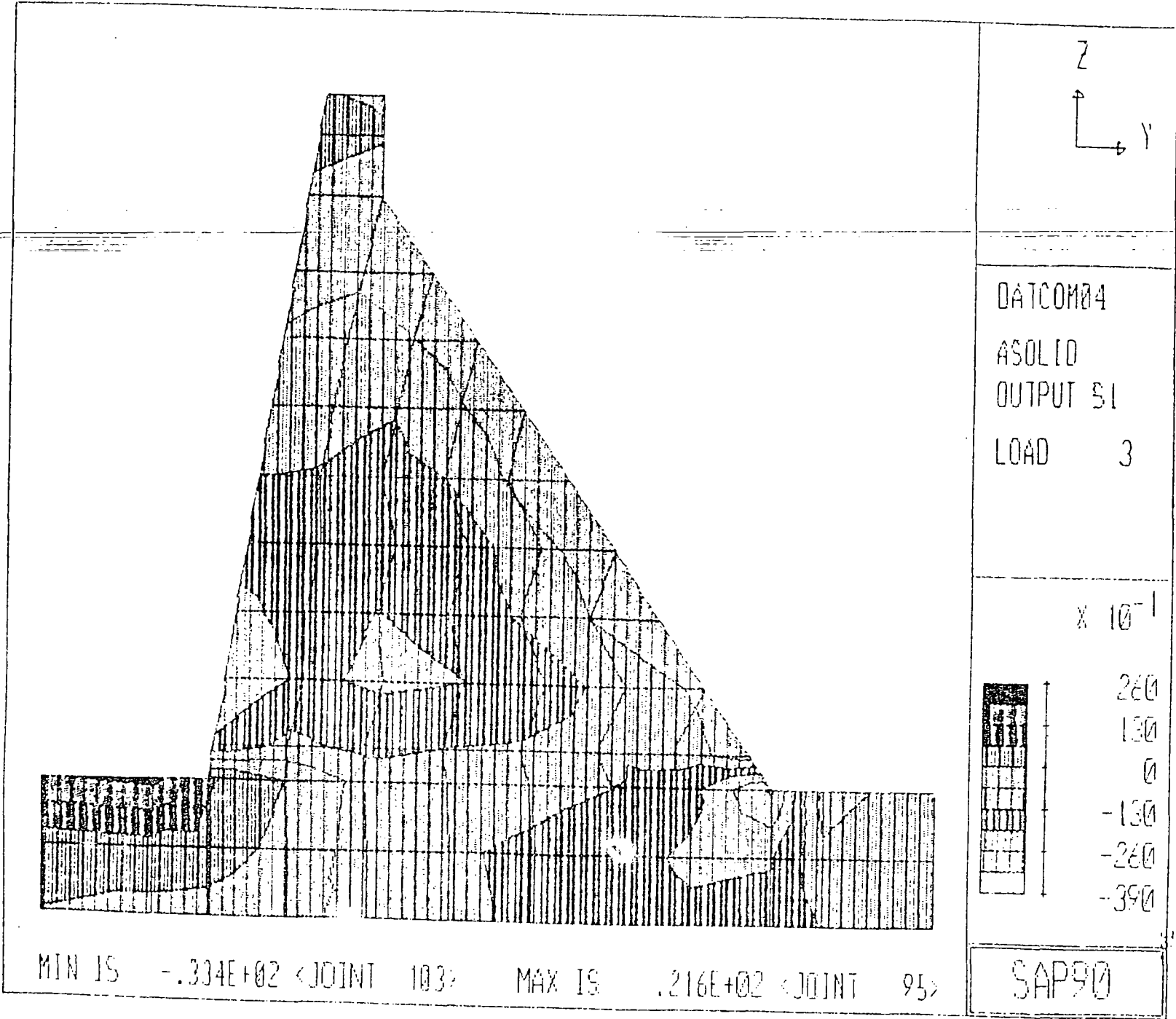
LOAD 3

$\times 10^{-1}$



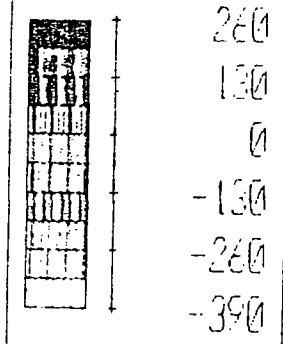
MIN IS -.493E+02 <JOINT 103> MAX IS .397E+01 <JOINT 94>

SAP90

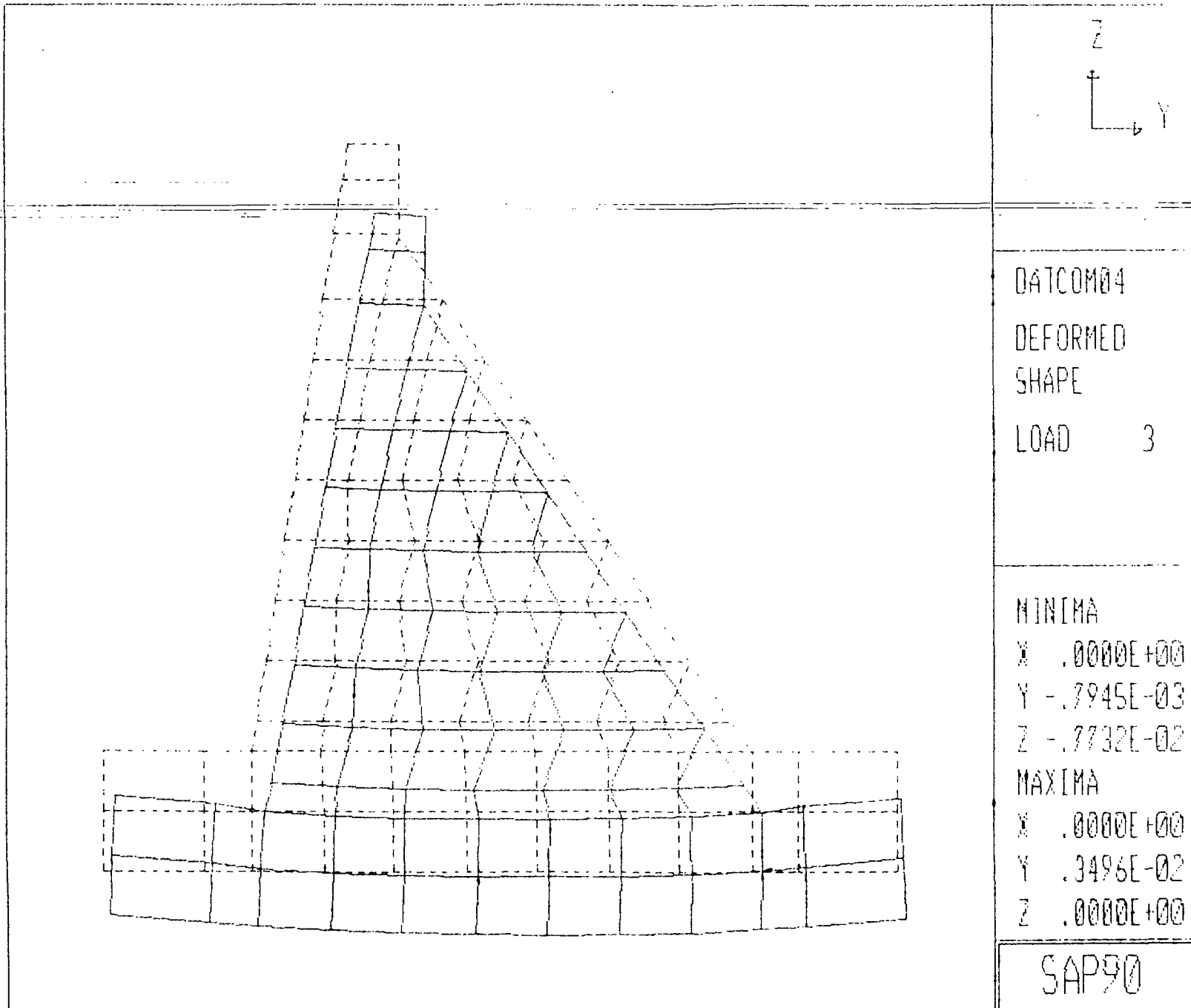


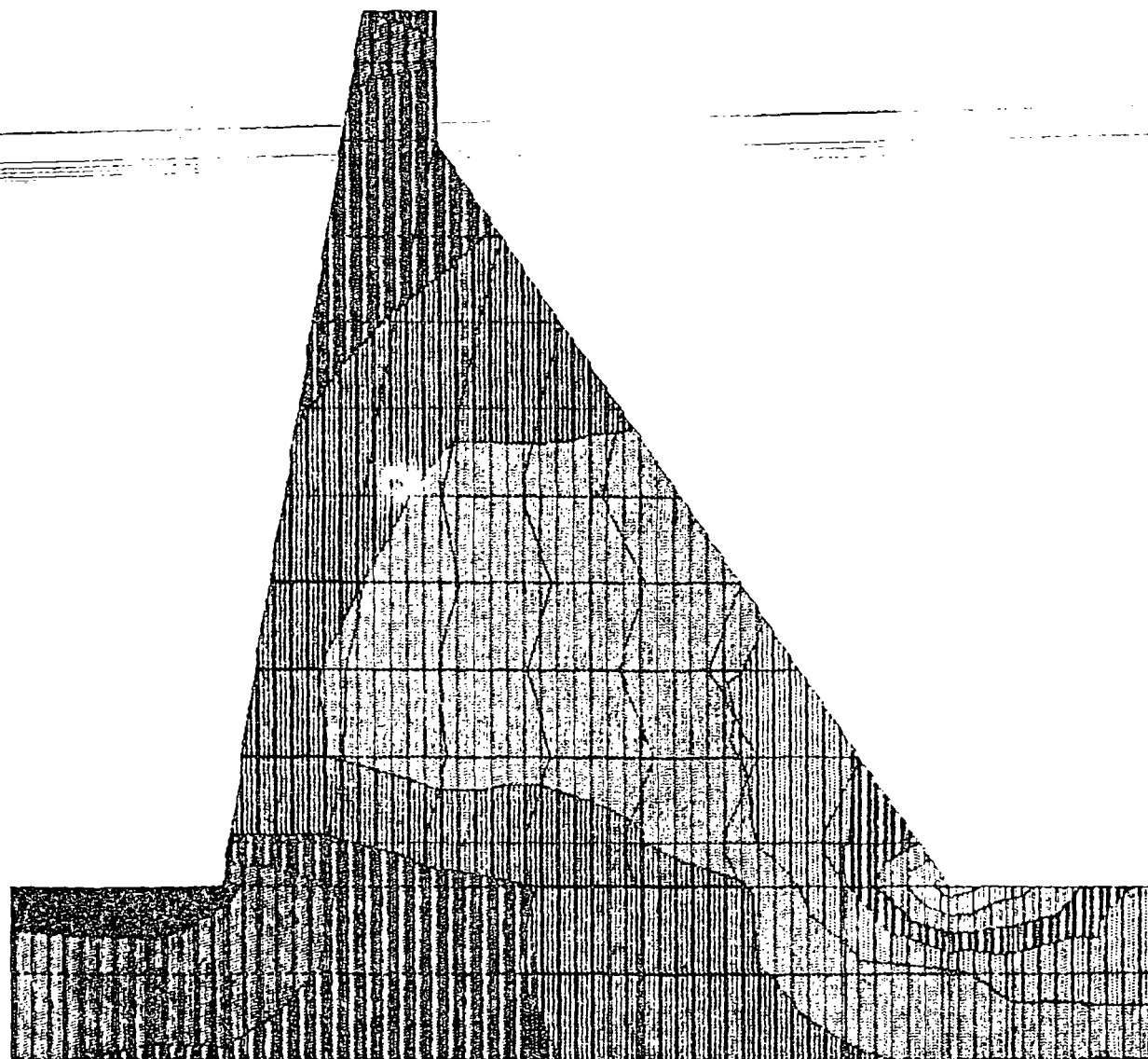
DATCOM04
ASOLID
OUTPUT S1
LOAD 3

$\times 10^{-1}$

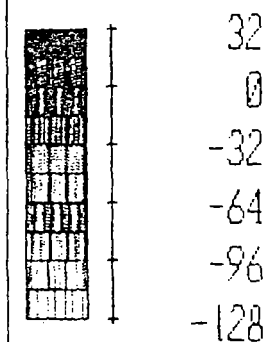


SAP90



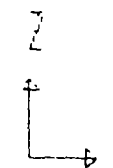
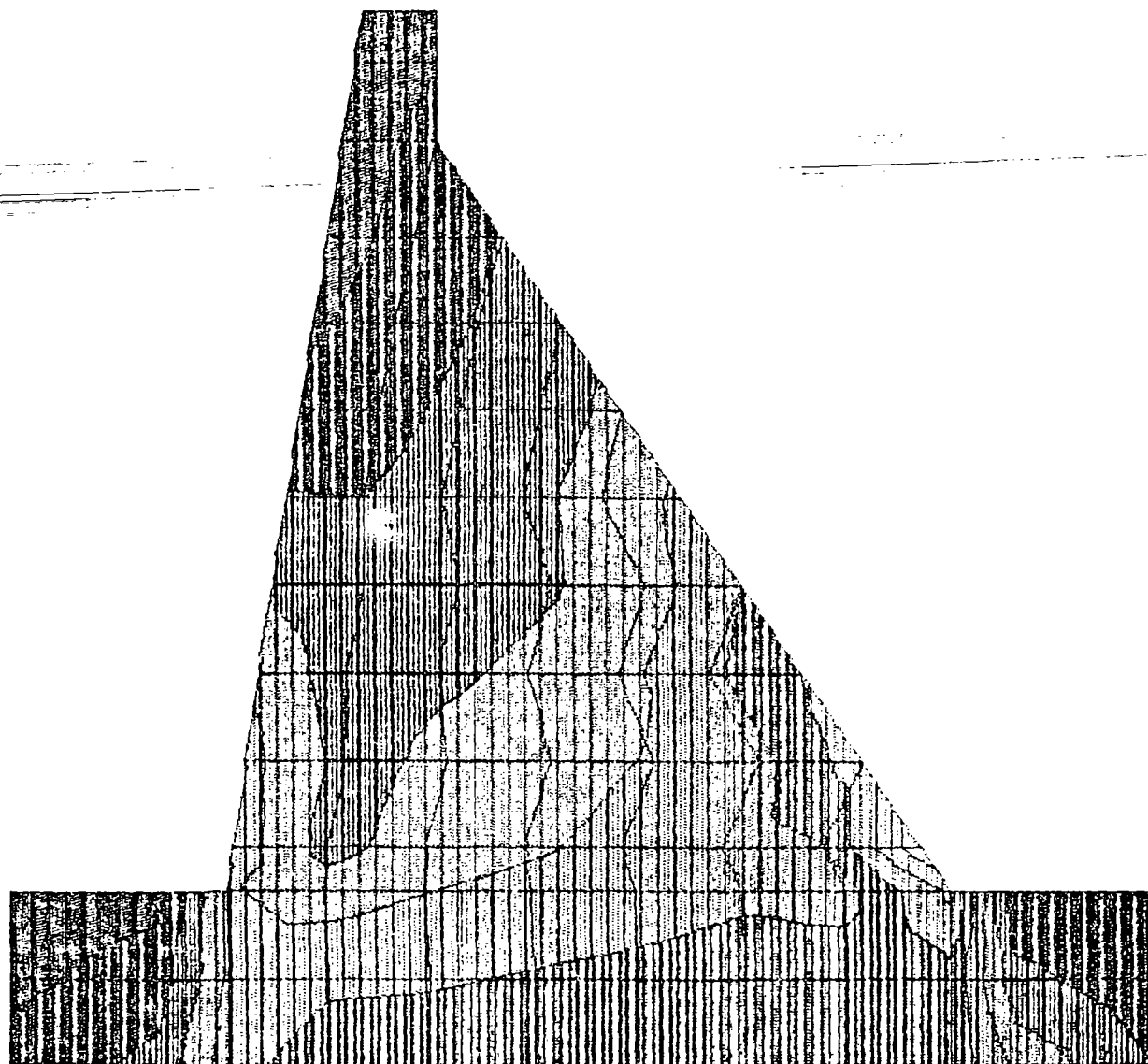


DATCOM03
ASOLID
OUTPUT SY
LOAD 1



MIN IS -.121E+03 <JOINT 103> MAX IS .310E+02 <JOINT 95>

SAP90

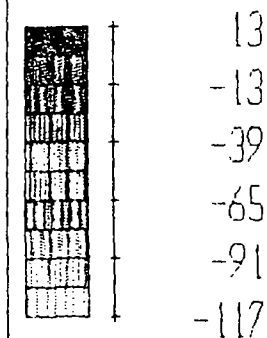


DATCOM03

ASOLID

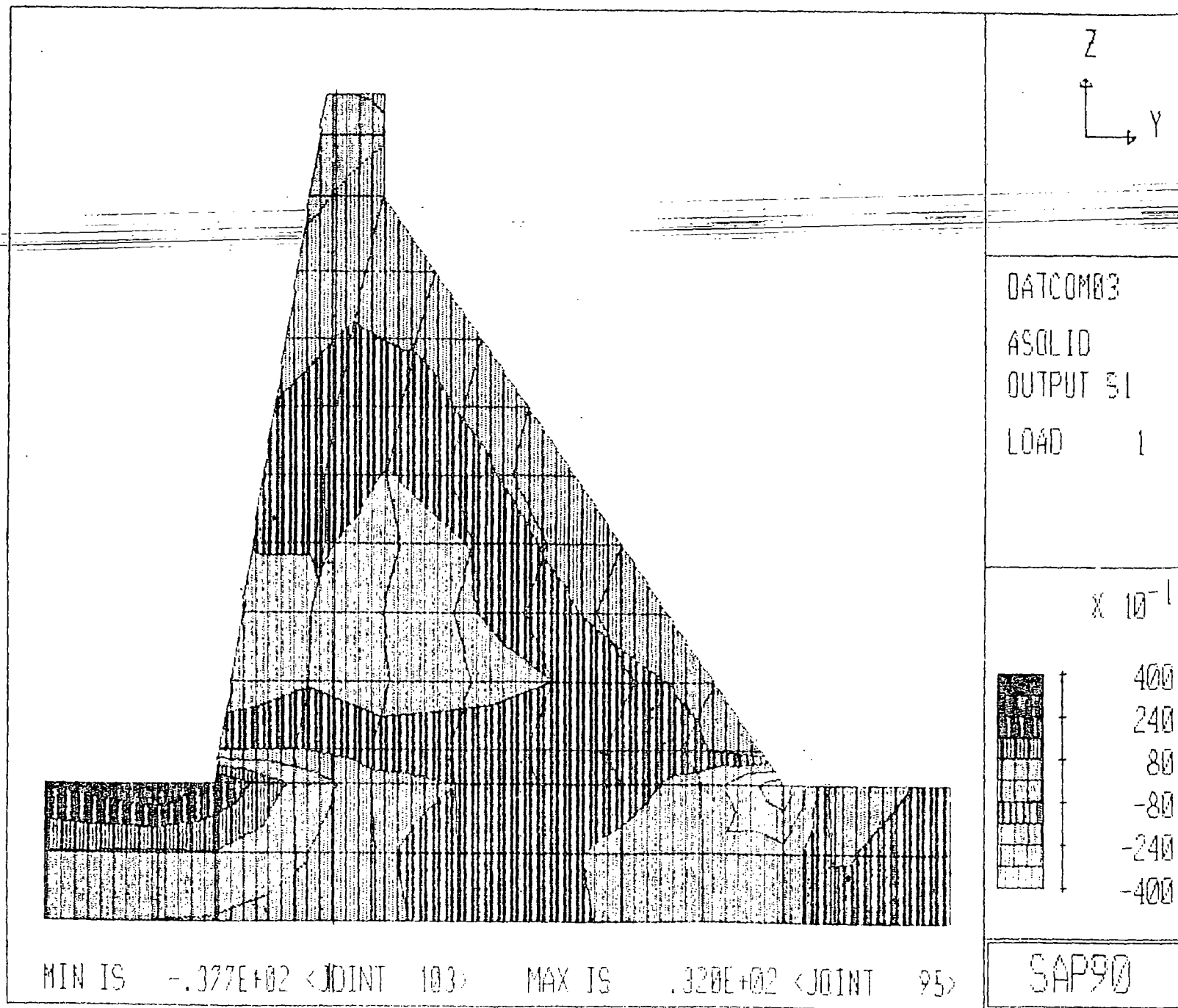
OUTPUT SZZ

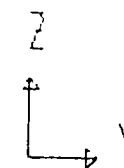
LOAD 1



MIN IS $-.113E+03$ <JOINT 116> MAX IS $.198E+00$ <JOINT 157>

SAP90





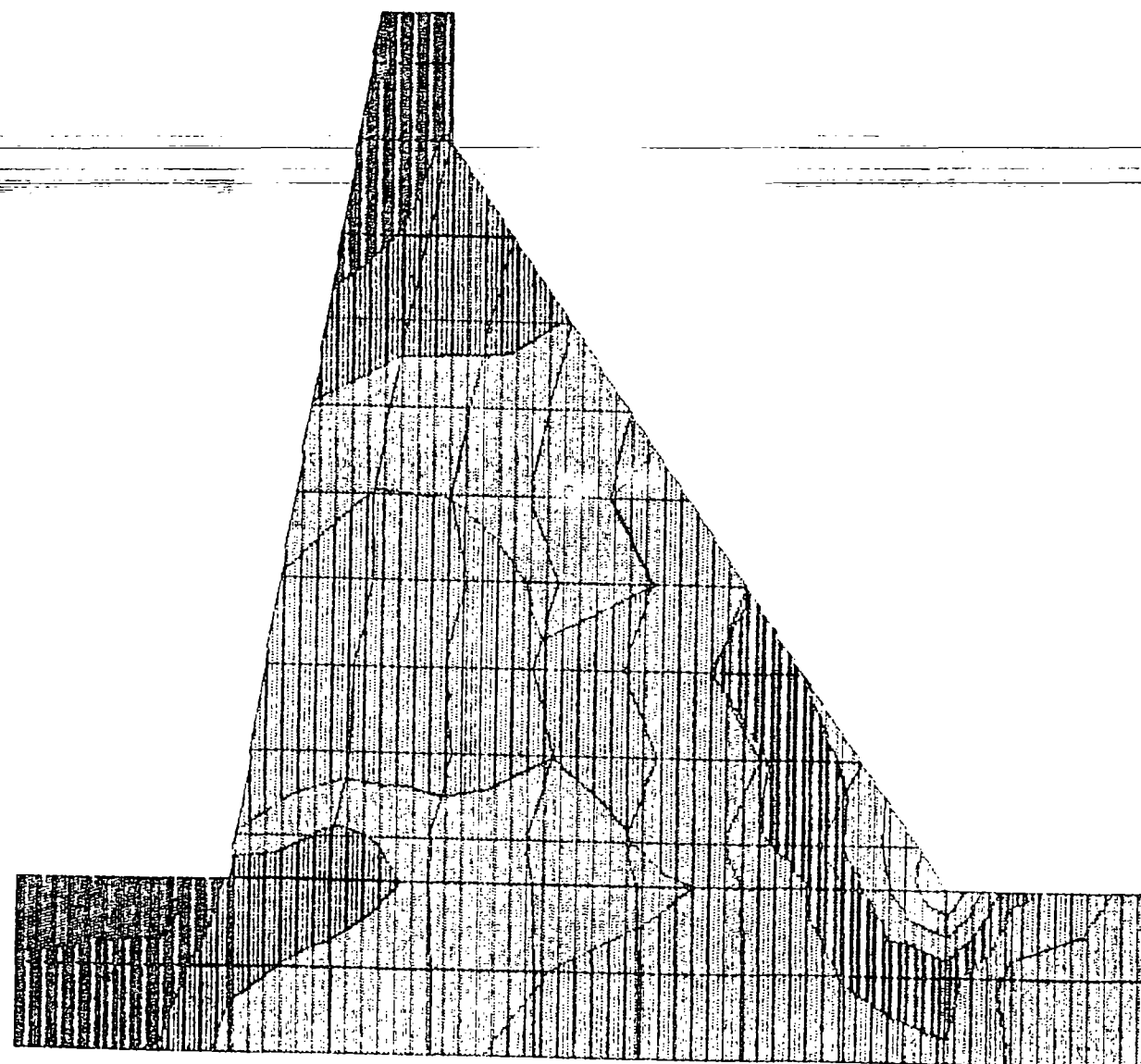
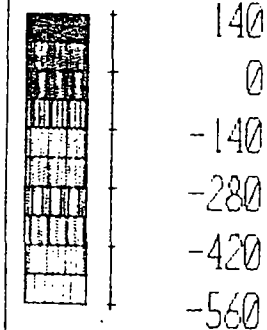
DATCOM03

ASOLID

OUTPUT 32

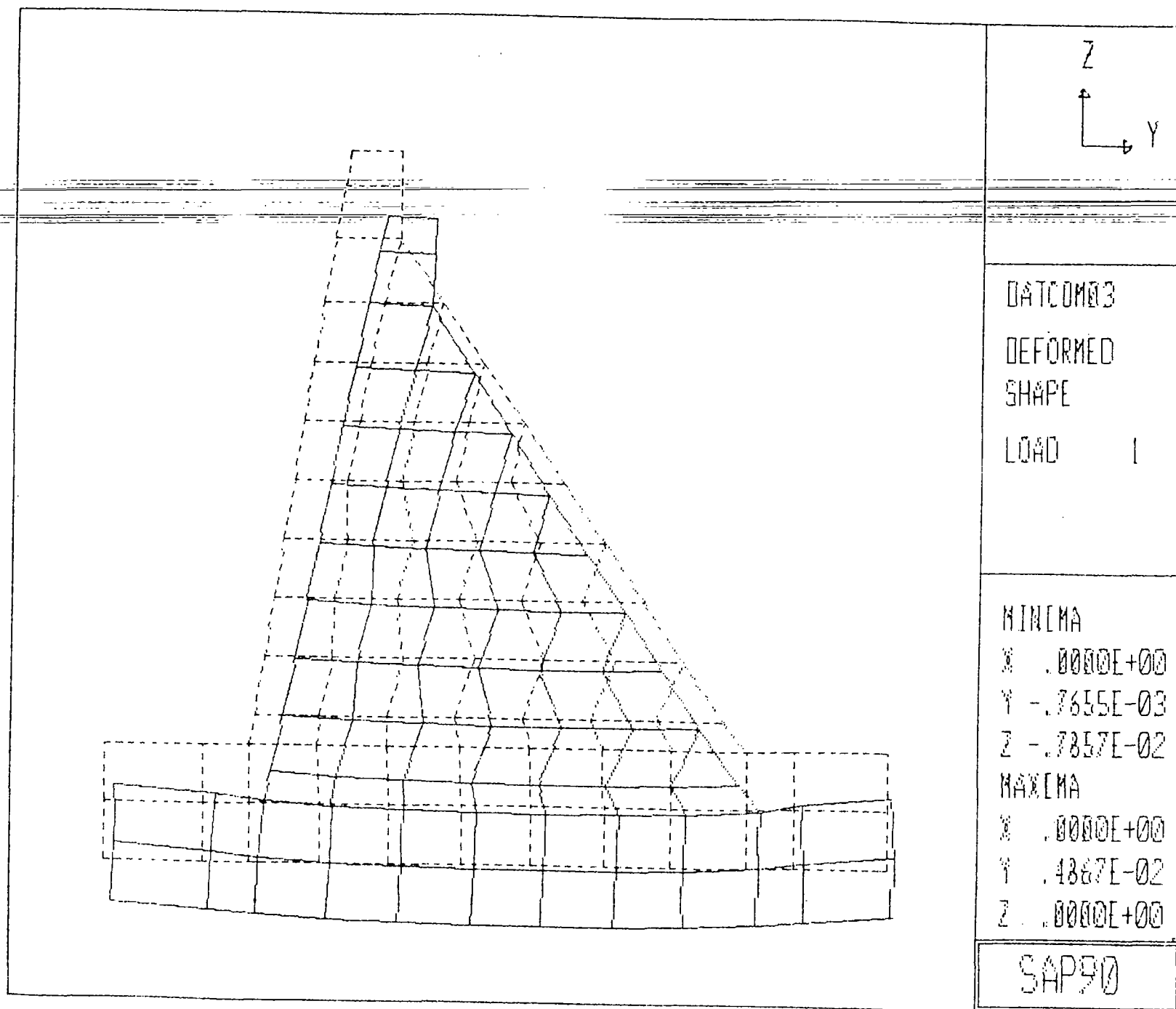
LOAD 1

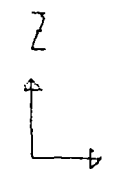
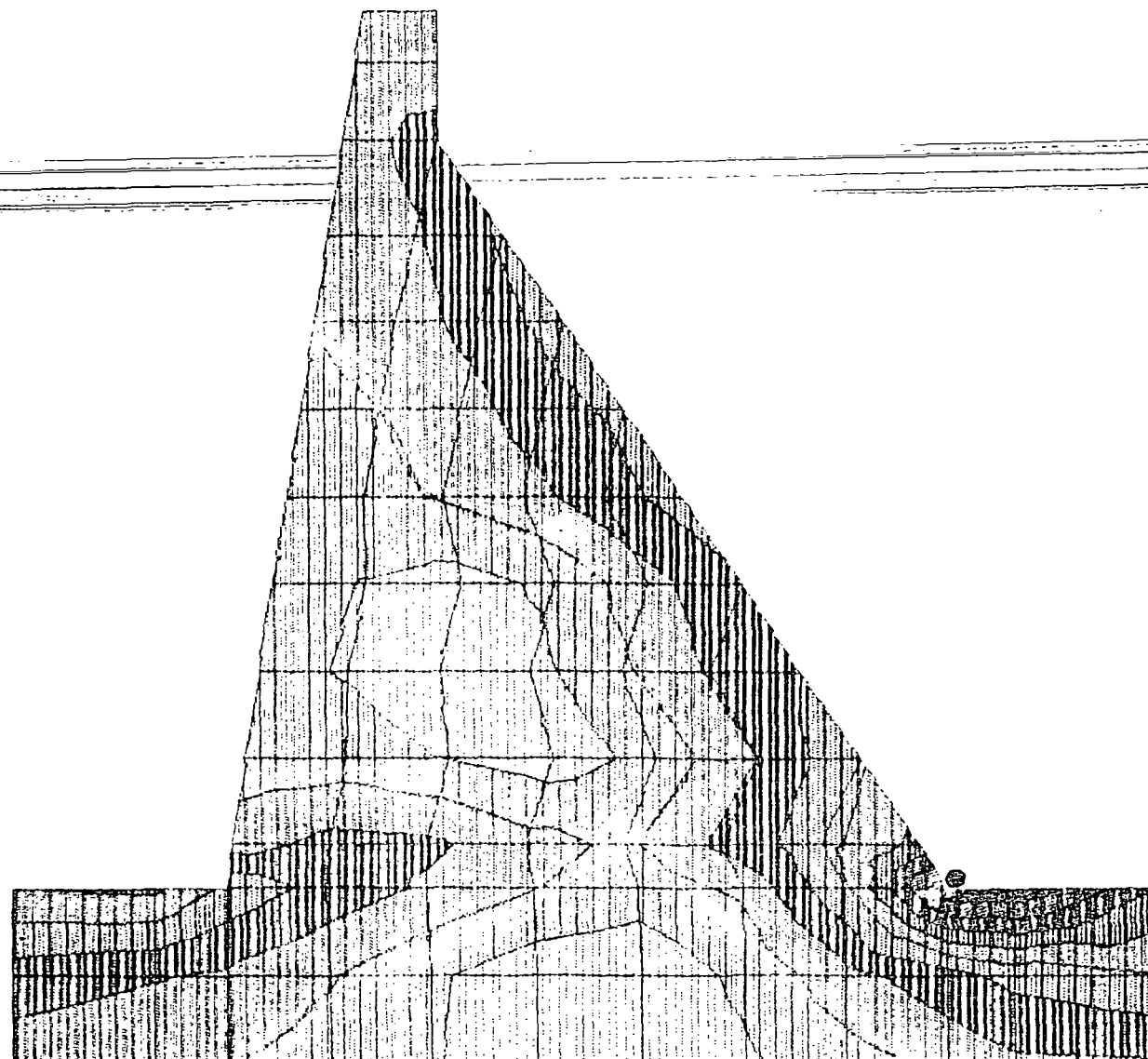
$\times 10^{-1}$



MIN IS $-.559E+02$ <JOINT 103> MAX IS $.735E+01$ <JOINT 95>

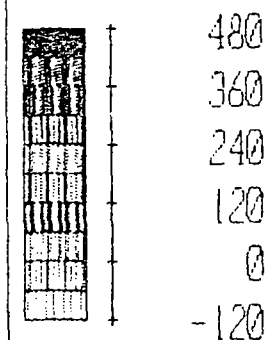
SAP90





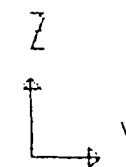
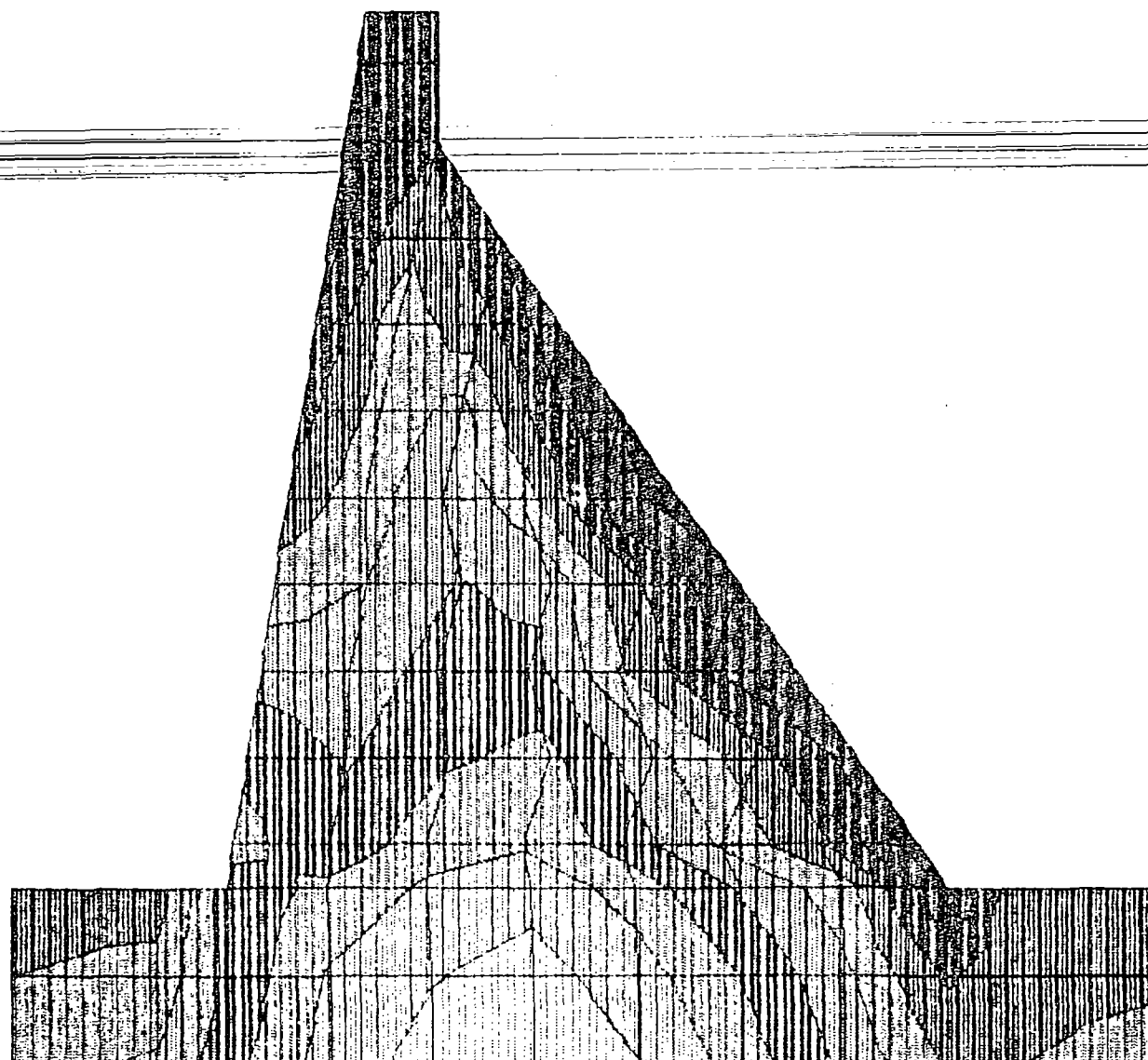
DATCOM03
ASOLID
OUTPUT SYY
LOAD 2

$\times 10^{-1}$



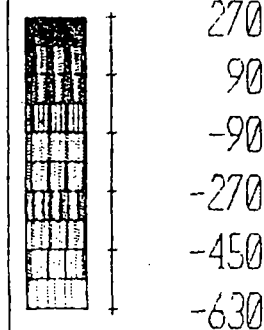
MIN IS $-1.09E+02$ <JOINT 64> MAX IS $.475E+02$ <JOINT 103>

SAP90



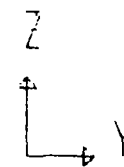
DATCOM03
 ASOLID
 OUTPUT SZZ
 LOAD 2

$\times 10^{-1}$



MIN IS -.618E+02 <JOINT 63> MAX IS .238E+02 <JOINT 116>

SAP90

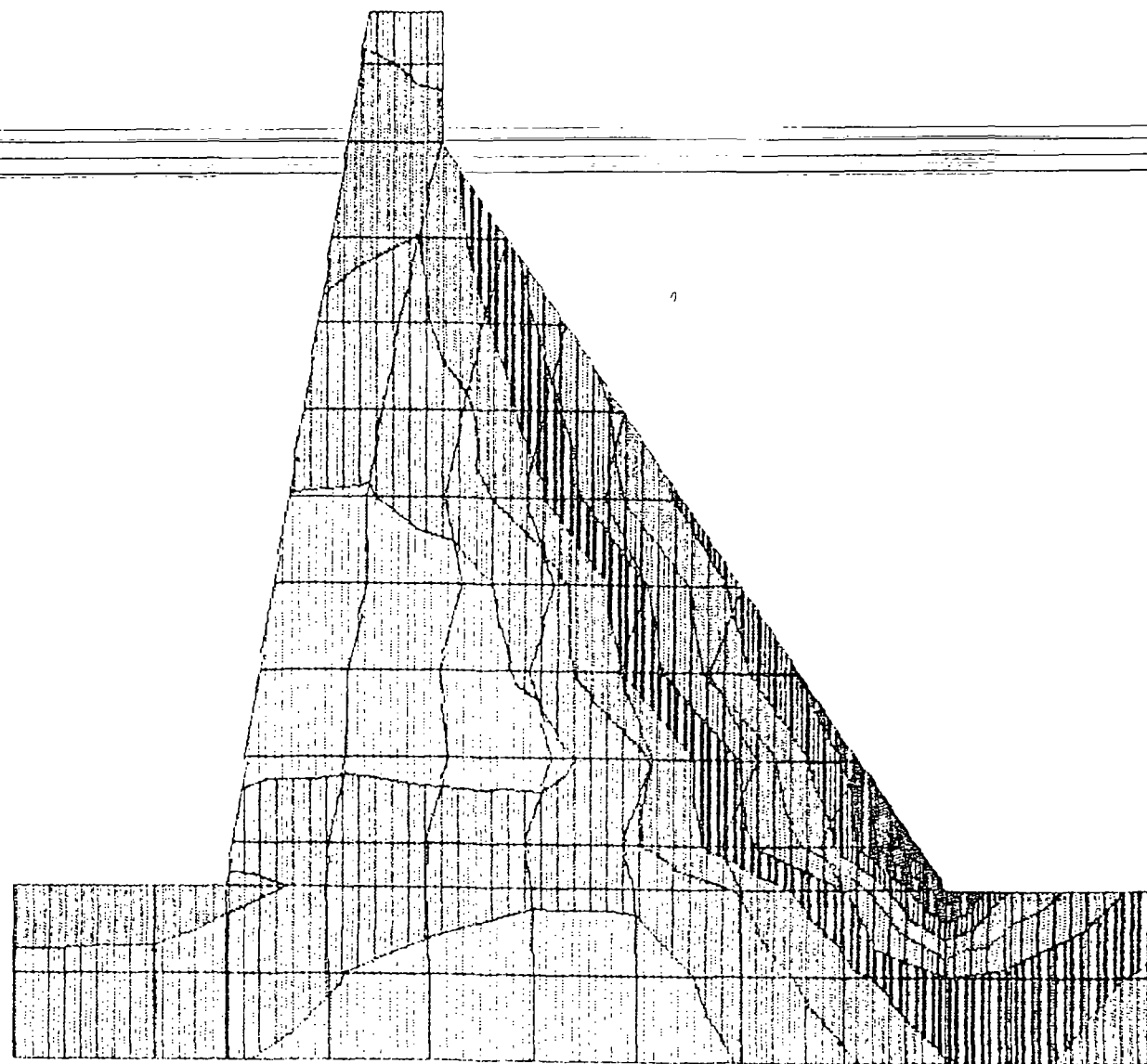
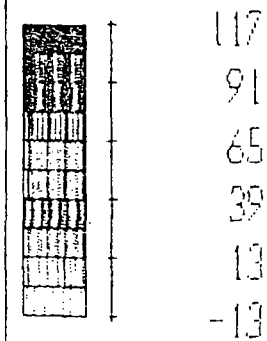


DATCOM03

ASOLID

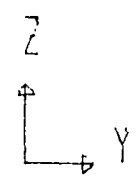
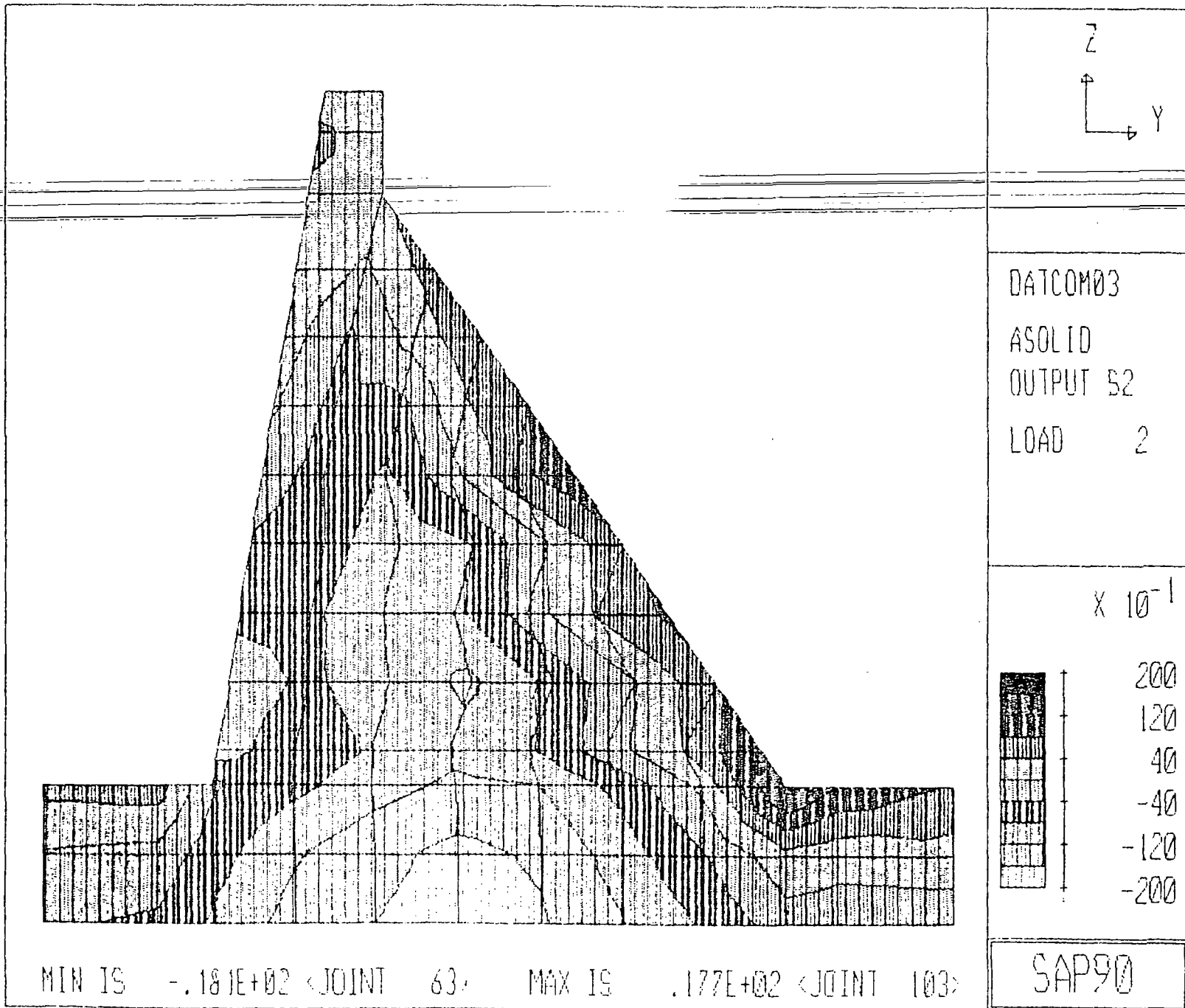
OUTPUT S1

LOAD 2



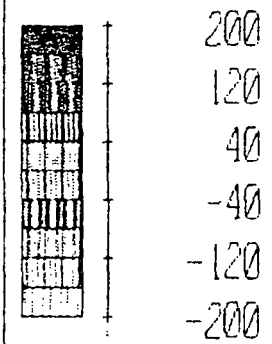
MIN IS $-7.68E+01$ <JOINT 81> MAX IS $.116E+03$ <JOINT 116>

SAP90



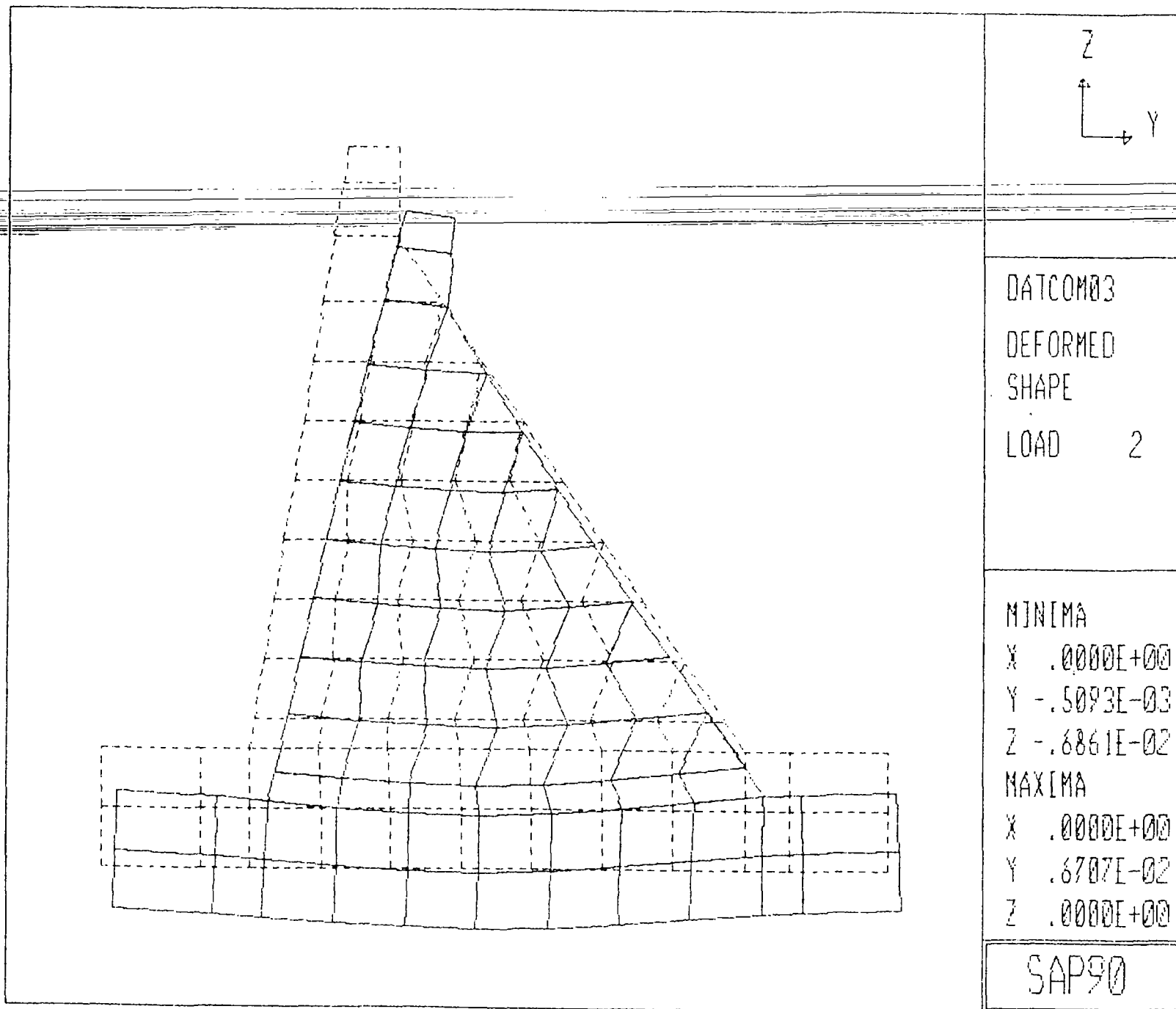
DATCOM03
ASOLID
OUTPUT 52
LOAD 2

$\times 10^{-1}$

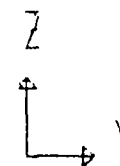
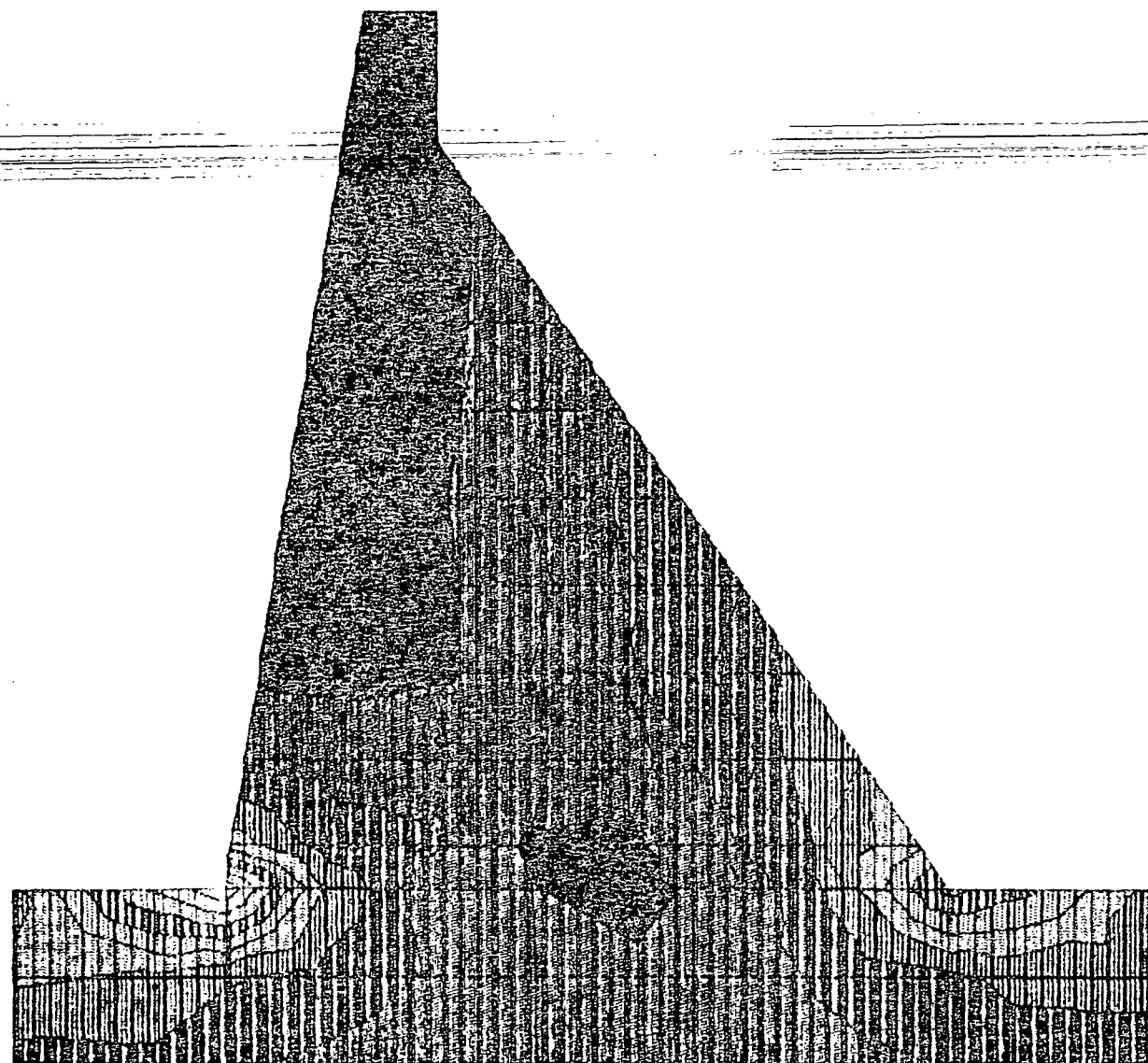


MIN IS $-.181 \times 10^2$ <JOINT 63> MAX IS $.177 \times 10^2$ <JOINT 103>

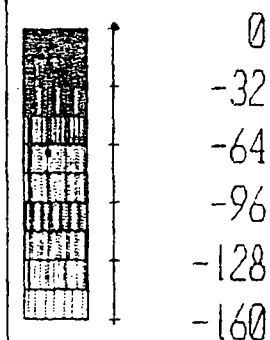
SAP90



D3. ANALISIS DINAMICOS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES

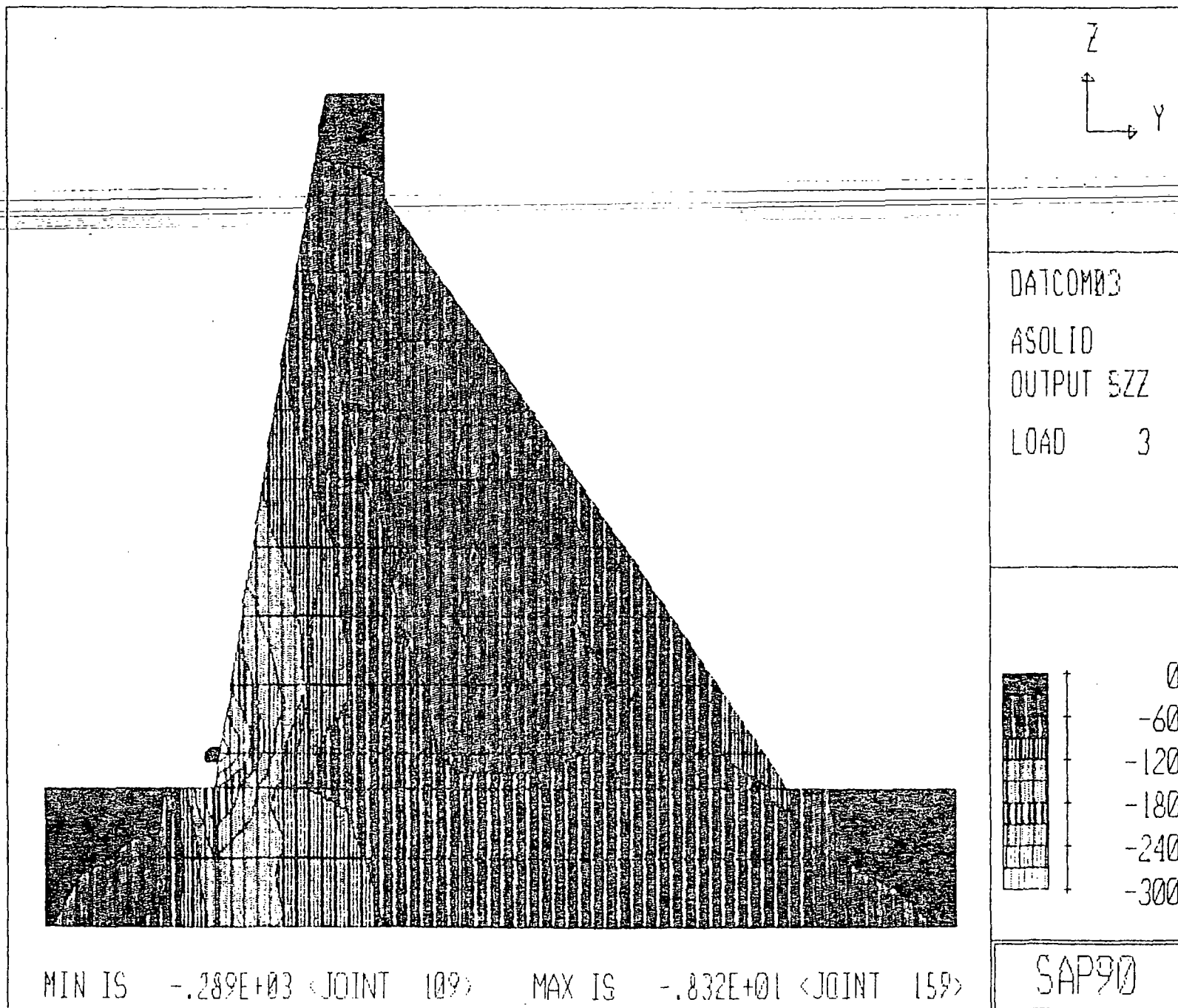


DATCOM03
ASOLID
OUTPUT SYY
LOAD 3

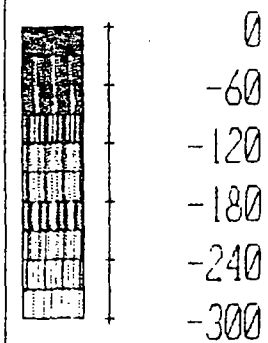


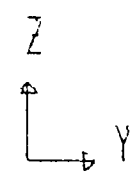
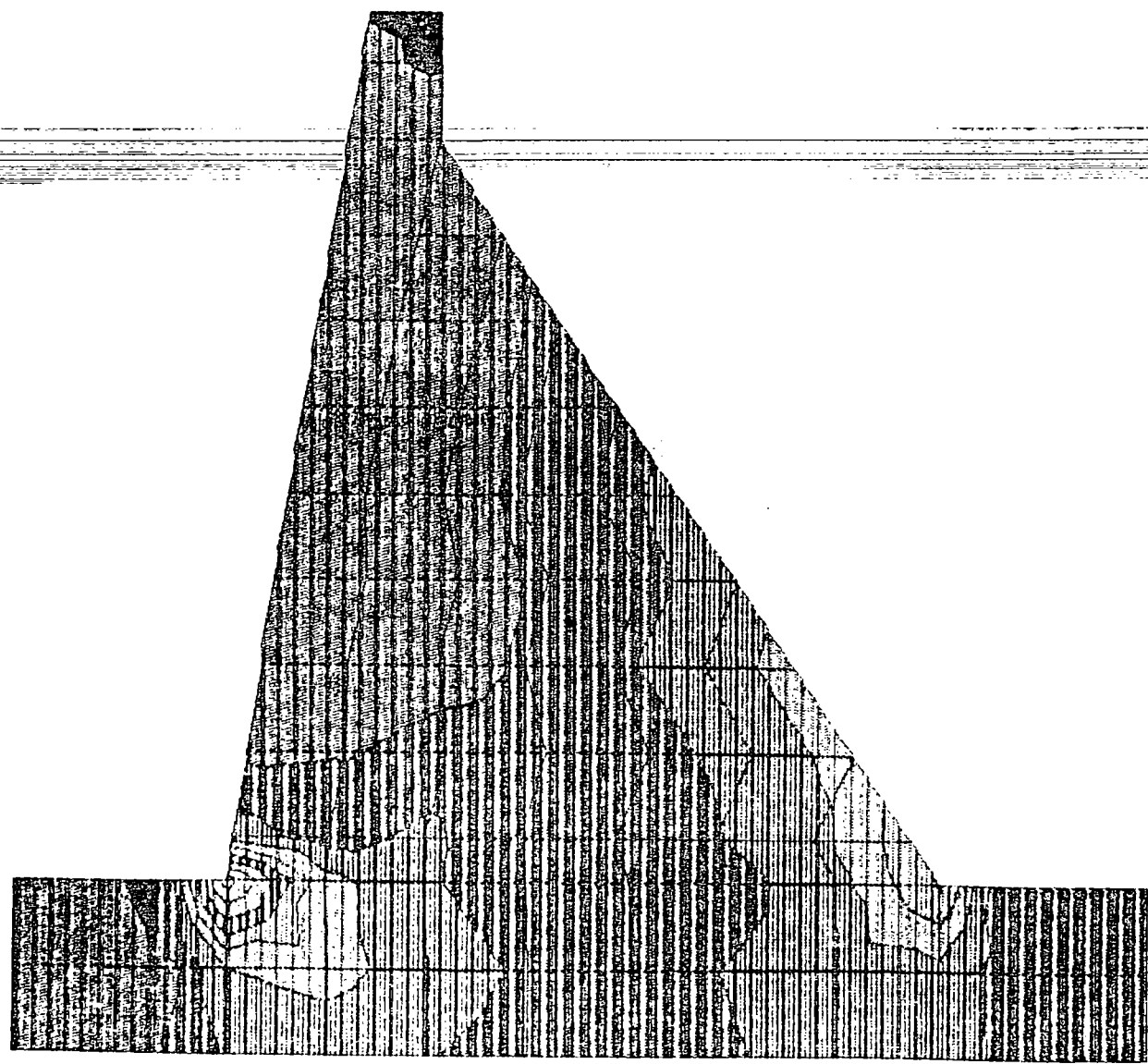
MIN IS $-.158E+03$ <JOINT 96> MAX IS $-.639E+00$ <JOINT 158>

SAP90

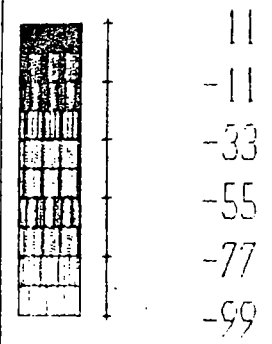


DATCOM03
ASOLID
OUTPUT SZZ
LOAD 3



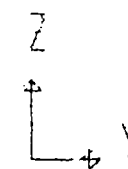
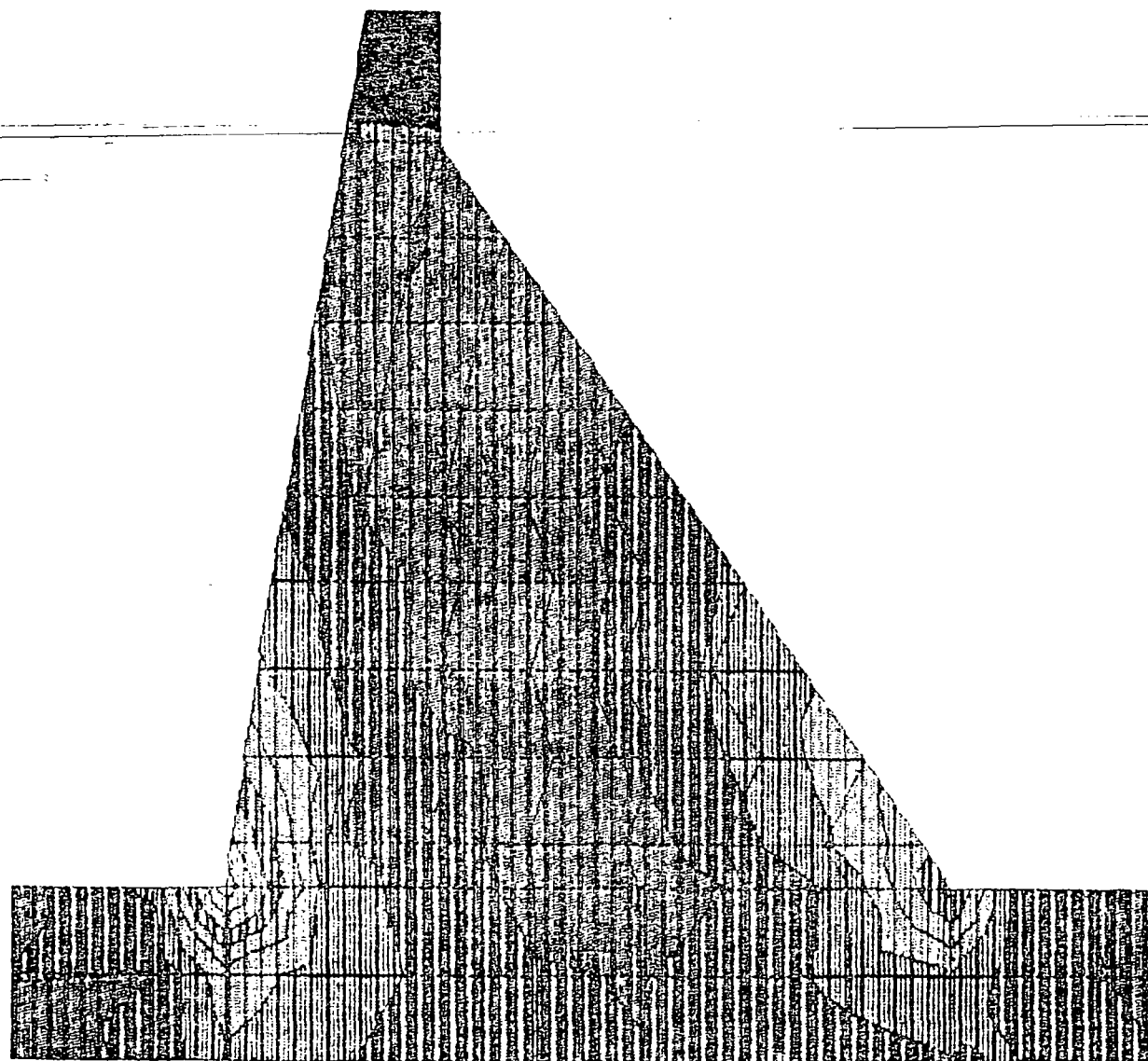


DATCOM03
 ASOLID
 OUTPUT S1
 LOAD 3

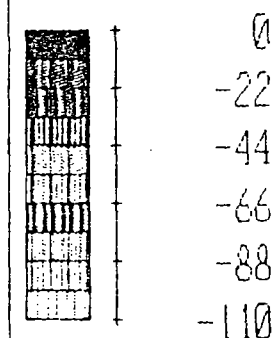


MIN IS -.941E+02 <JOINT 96> MAX IS .286E+01 <JOINT 95>

SAP90

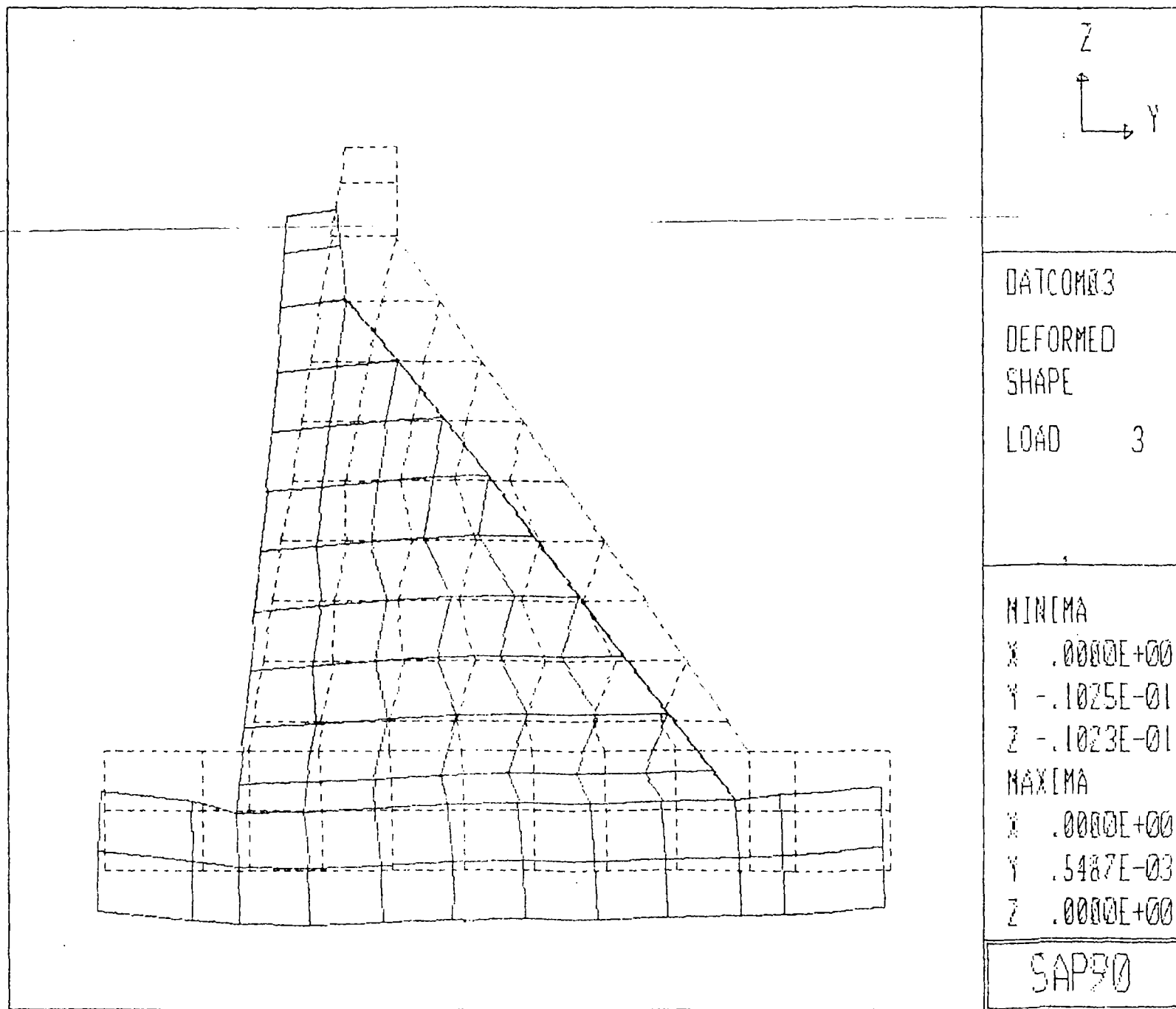


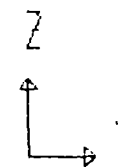
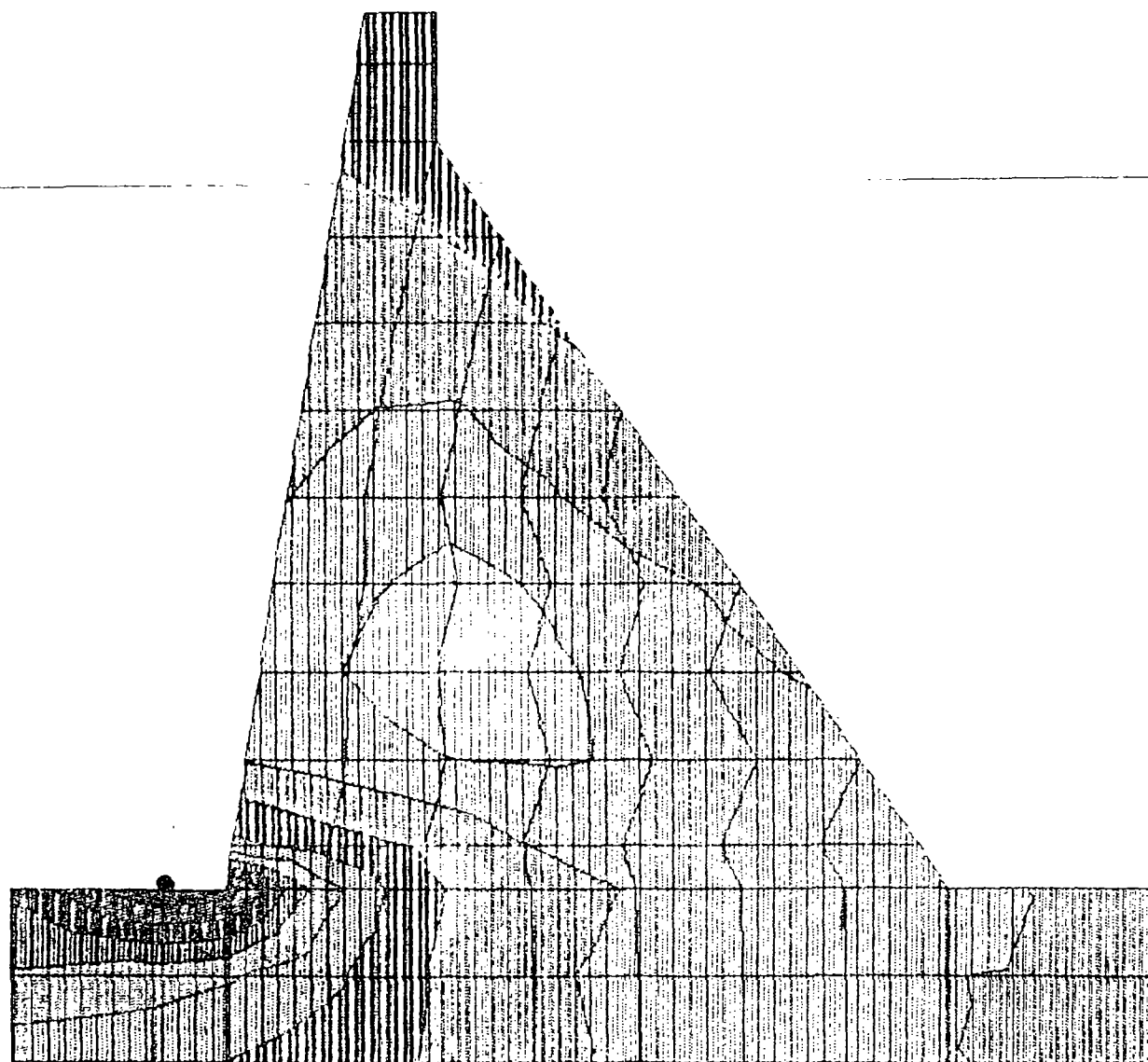
DATCOM03
ASOLID
OUTPUT S2
LOAD 3



MIN IS $-1.107E+03$ <JOINT 98> MAX IS $-2.262E+01$ <JOINT 159>

SAP90



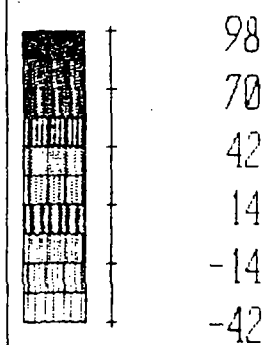


DATCOM04

ASOLID

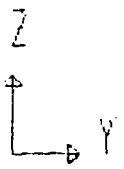
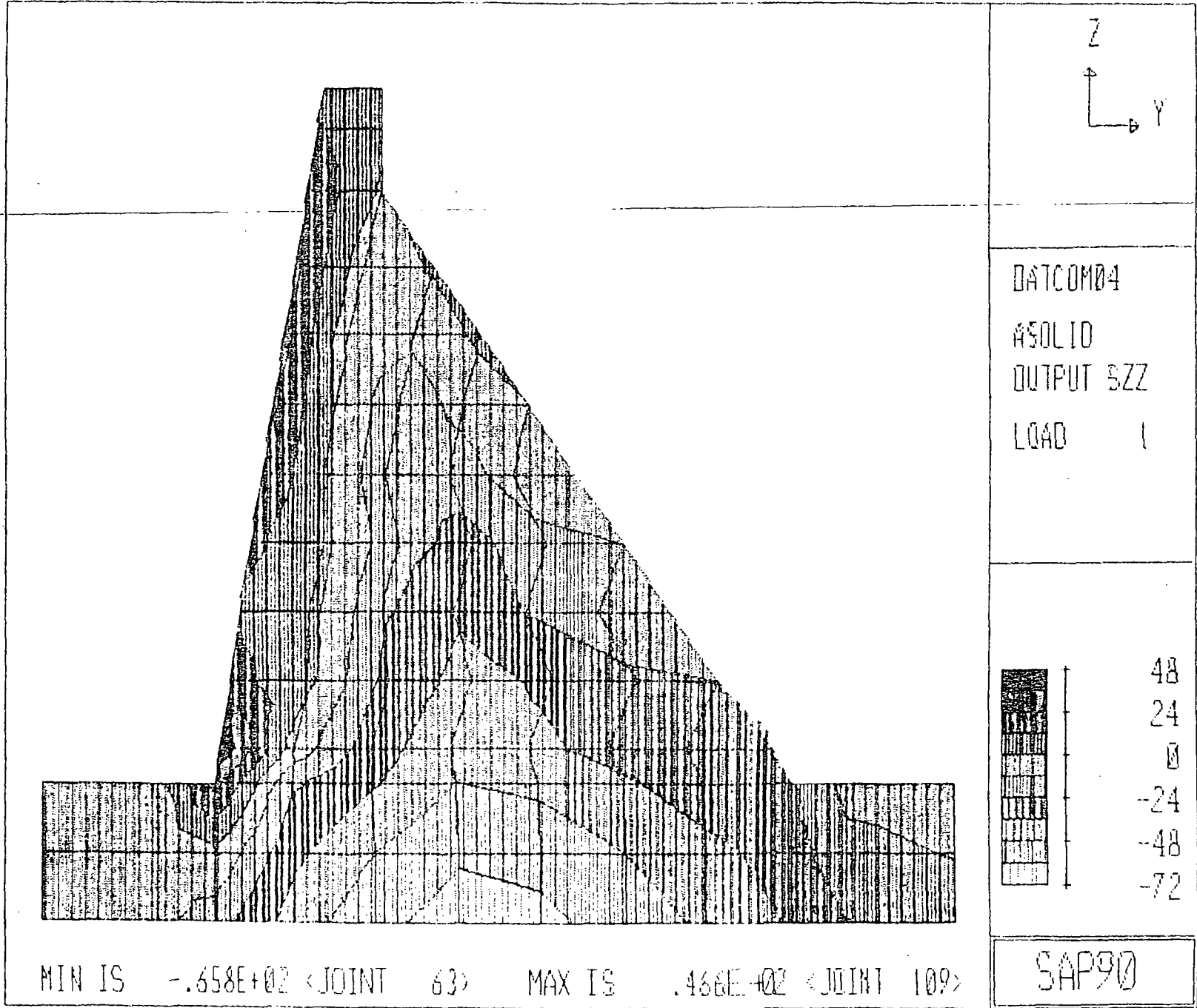
OUTPUT SY

LOAD 1

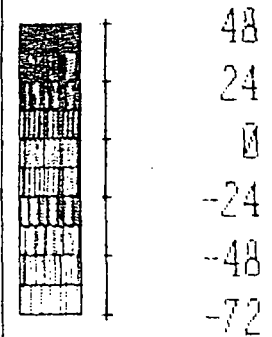


MIN IS $-.377E+02$ <JOINT 126> MAX IS $.962E+02$ <JOINT 95>

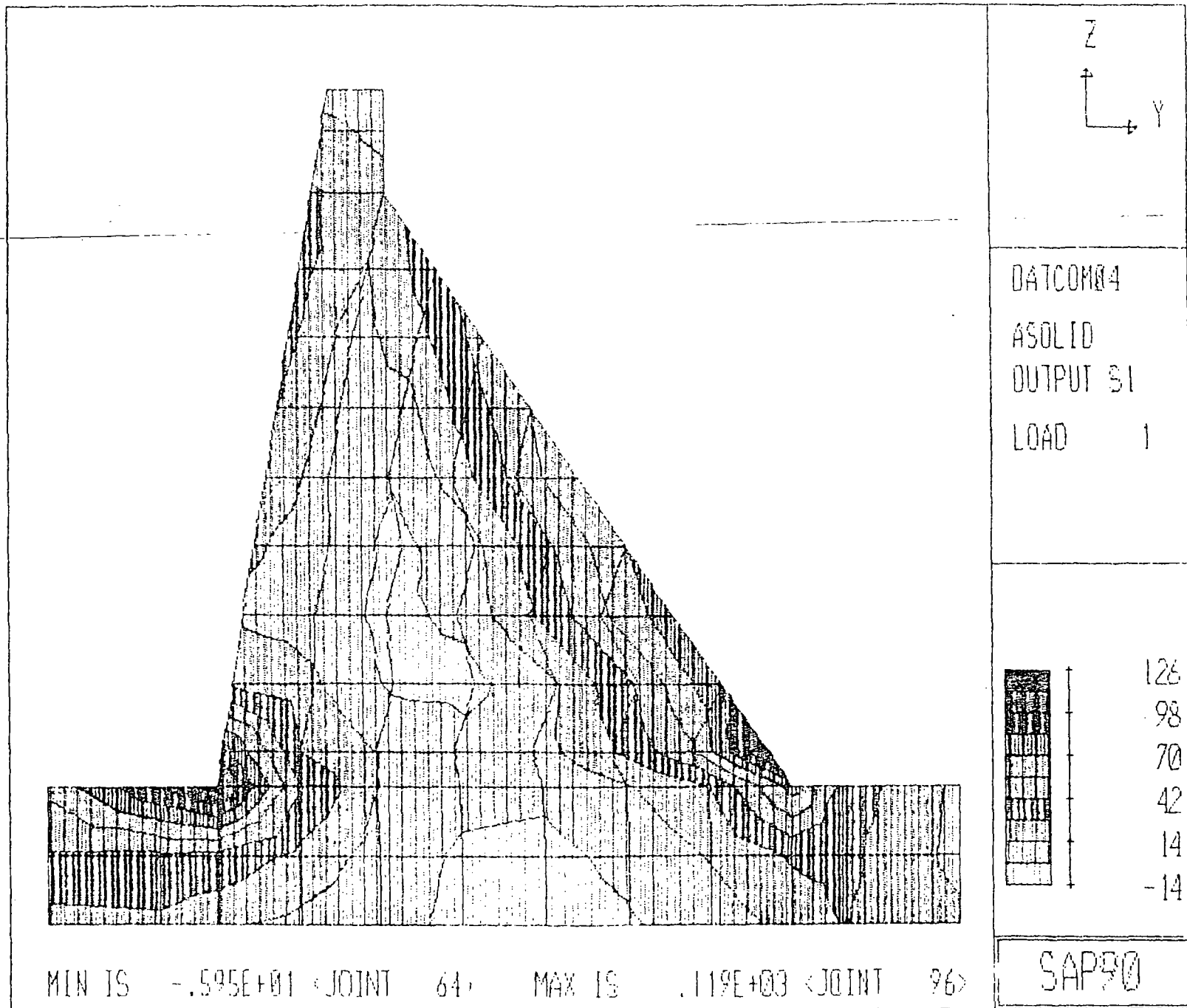
SAP90

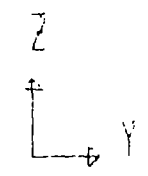
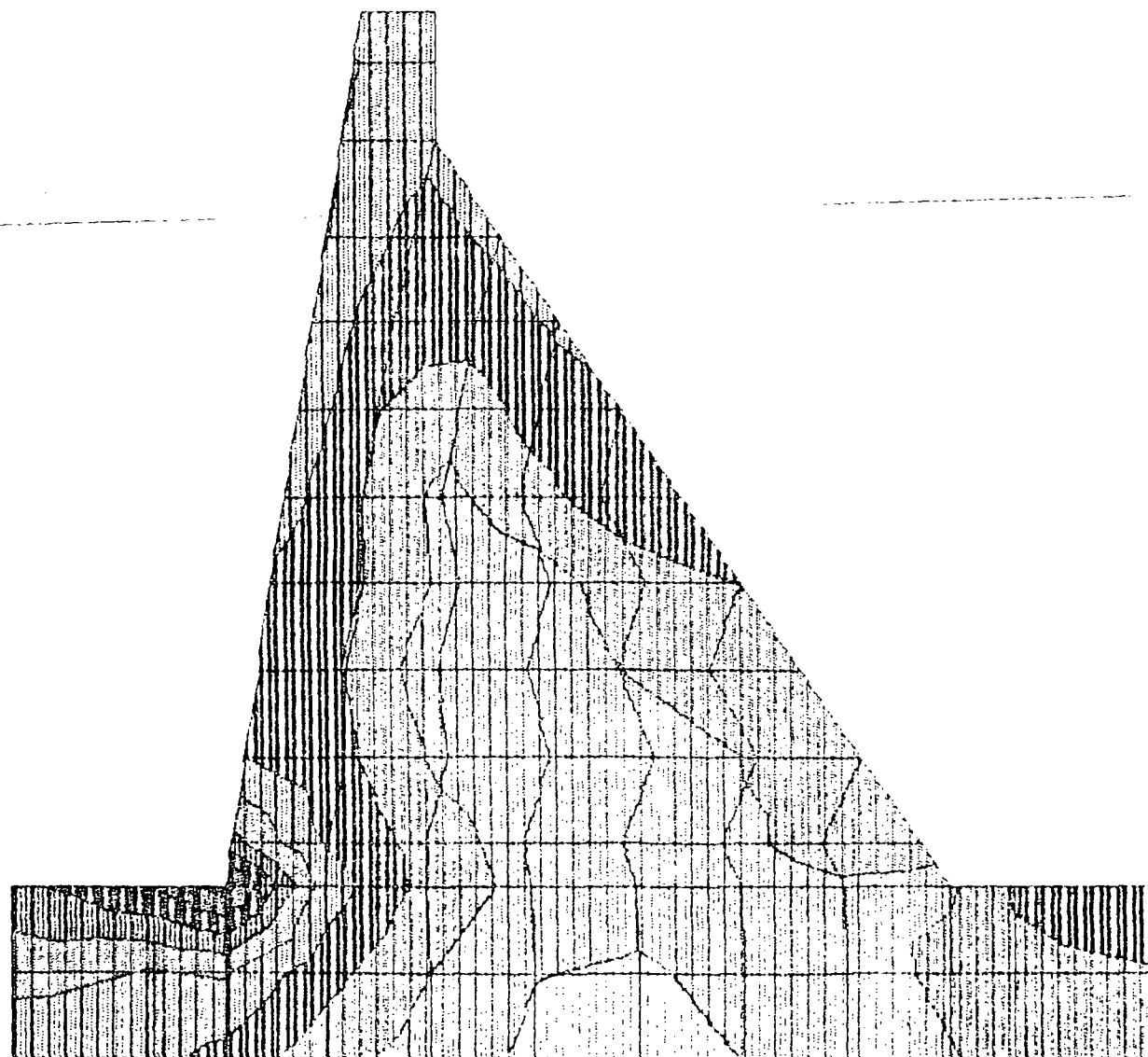


DATCOM04
ASOLID
OUTPUT SZZ
LOAD 1



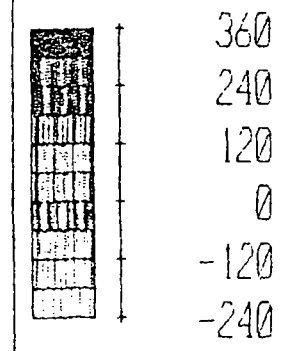
SAP90





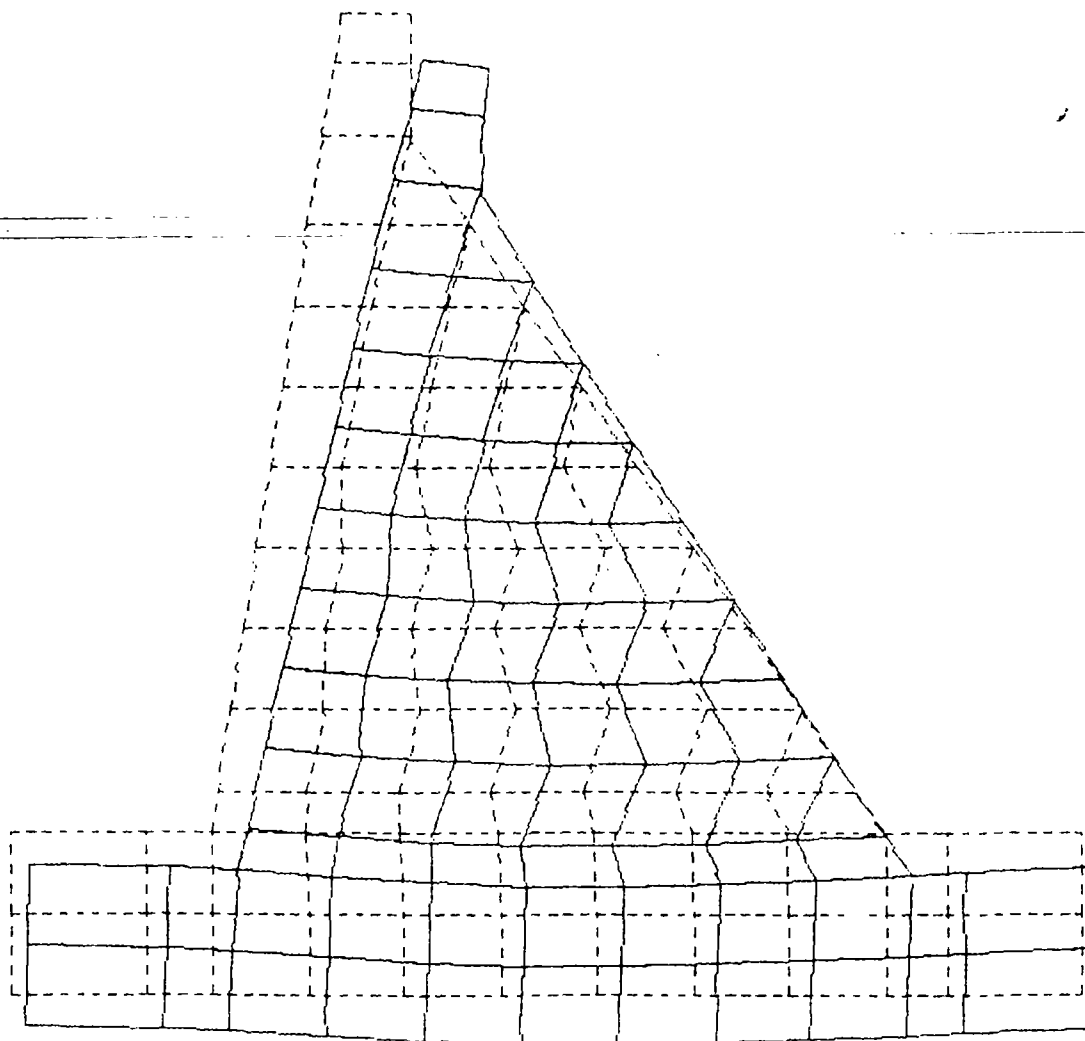
DATCOM04
 ASOLID
 OUTPUT S2
 LOAD 1

$\times 10^{-1}$



MIN IS -.201E+02 <JOINT 64> MAX IS .336E+02 <JOINT 96>

SAP90



DATCOM04

DEFORMED
SHAPE

LOAD 1

MINIMA

X .0000E+00

Y -.3372E-03

Z -.7089E-02

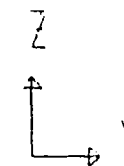
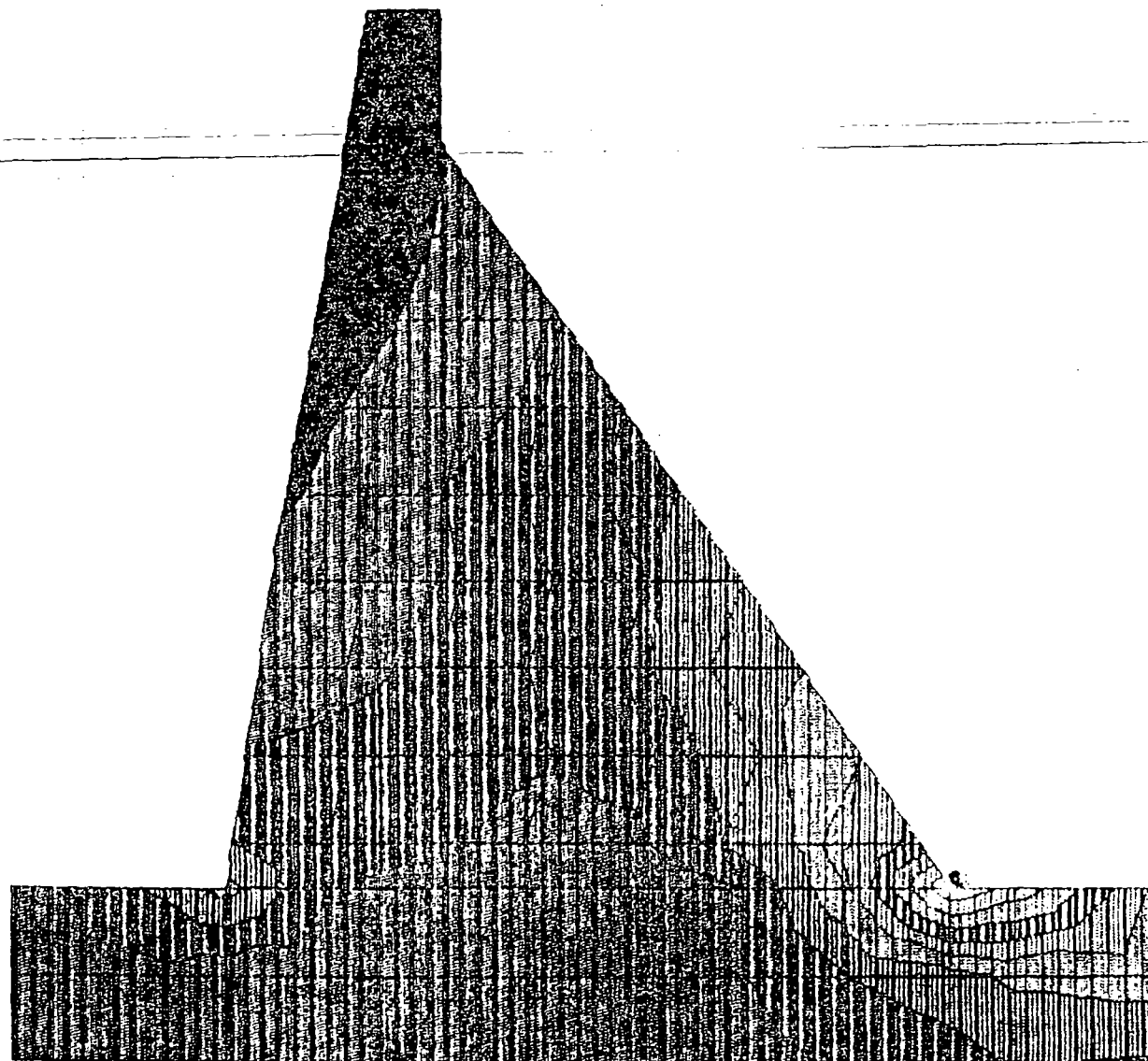
MAXIMA

X .0000E+00

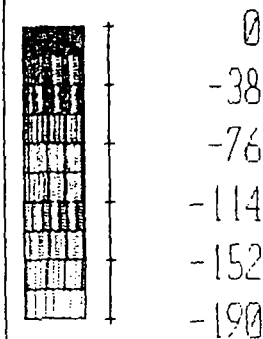
Y .1197E-01

Z .0000E+00

SAP90

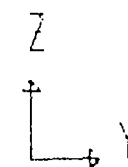
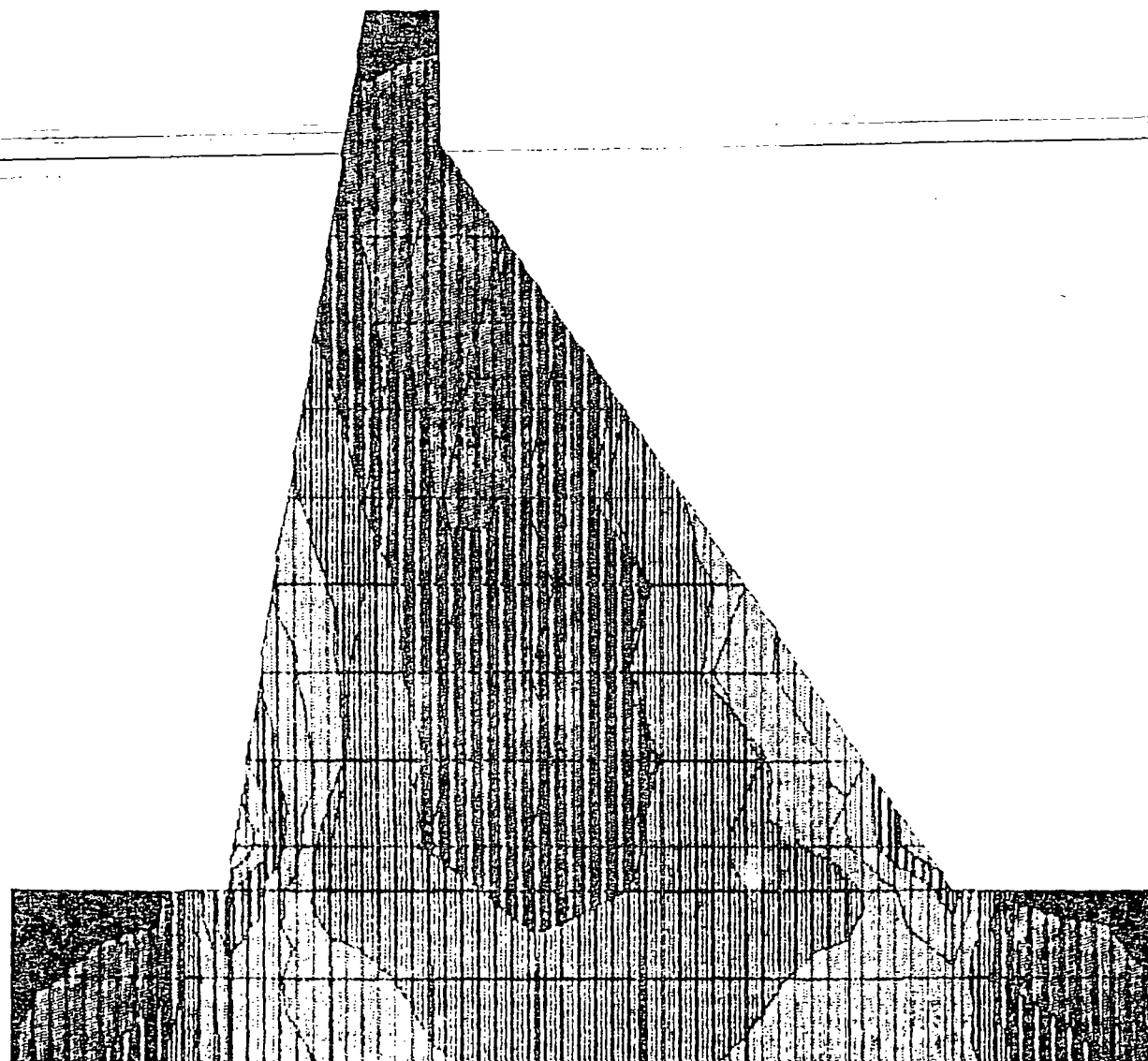


DATCOM04
ASOLID
OUTPUT SY
LOAD 2

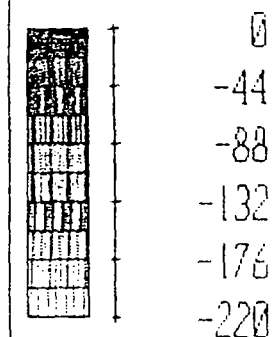


MIN IS -1.189×10^3 <JOINT 103> MAX IS -0.355×10^0 <JOINT 158>

SAP90

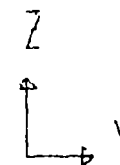
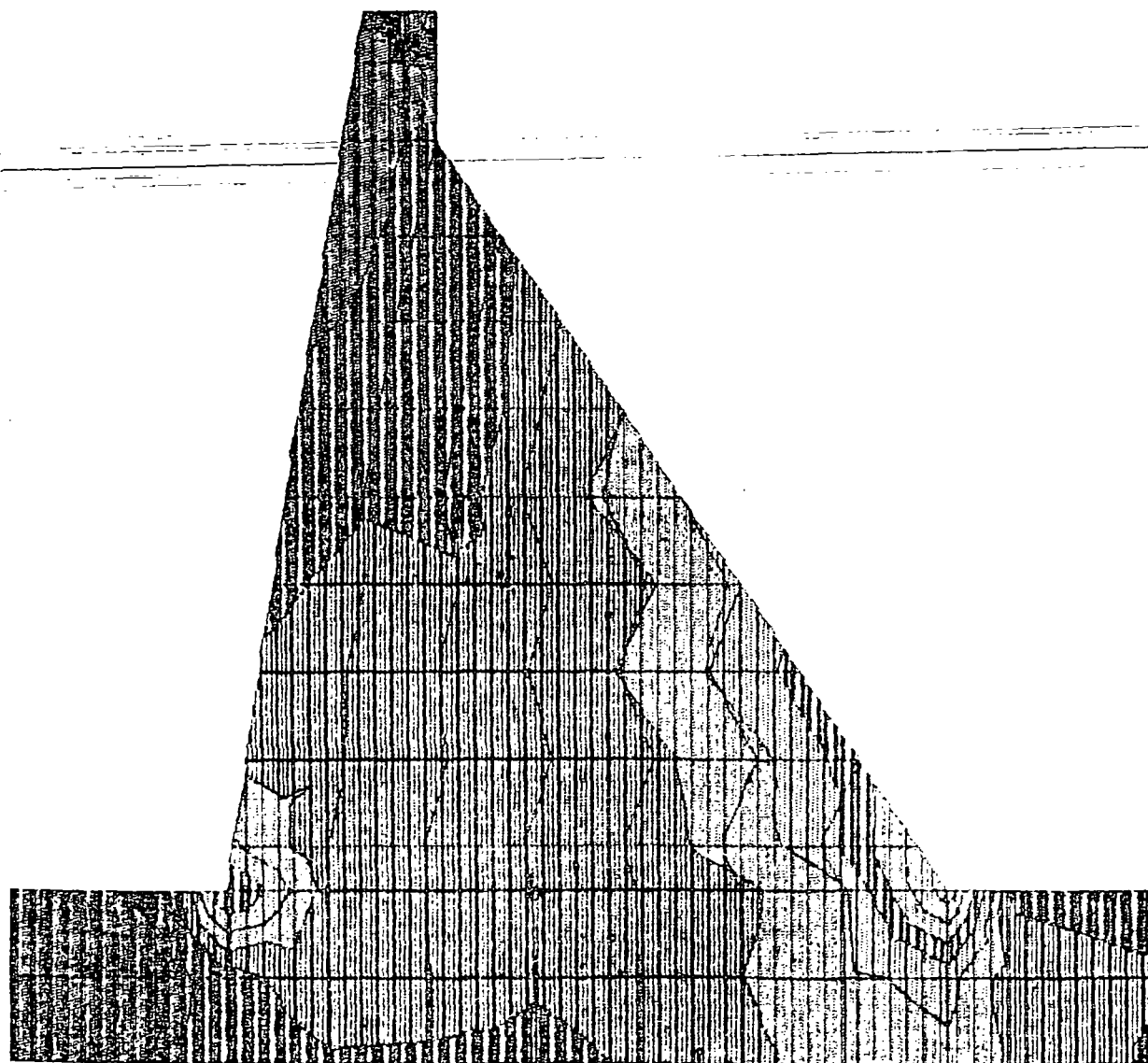


DATCOM04
ASOLID
OUTPUT SZZ
LOAD 2



MIN IS $-.202E+03$ <JOINT 109> MAX IS $-.719E+01$ <JOINT 159>

SAP90



DATCOM04

ASOLID

OUTPUT S1

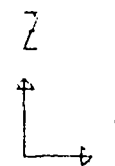
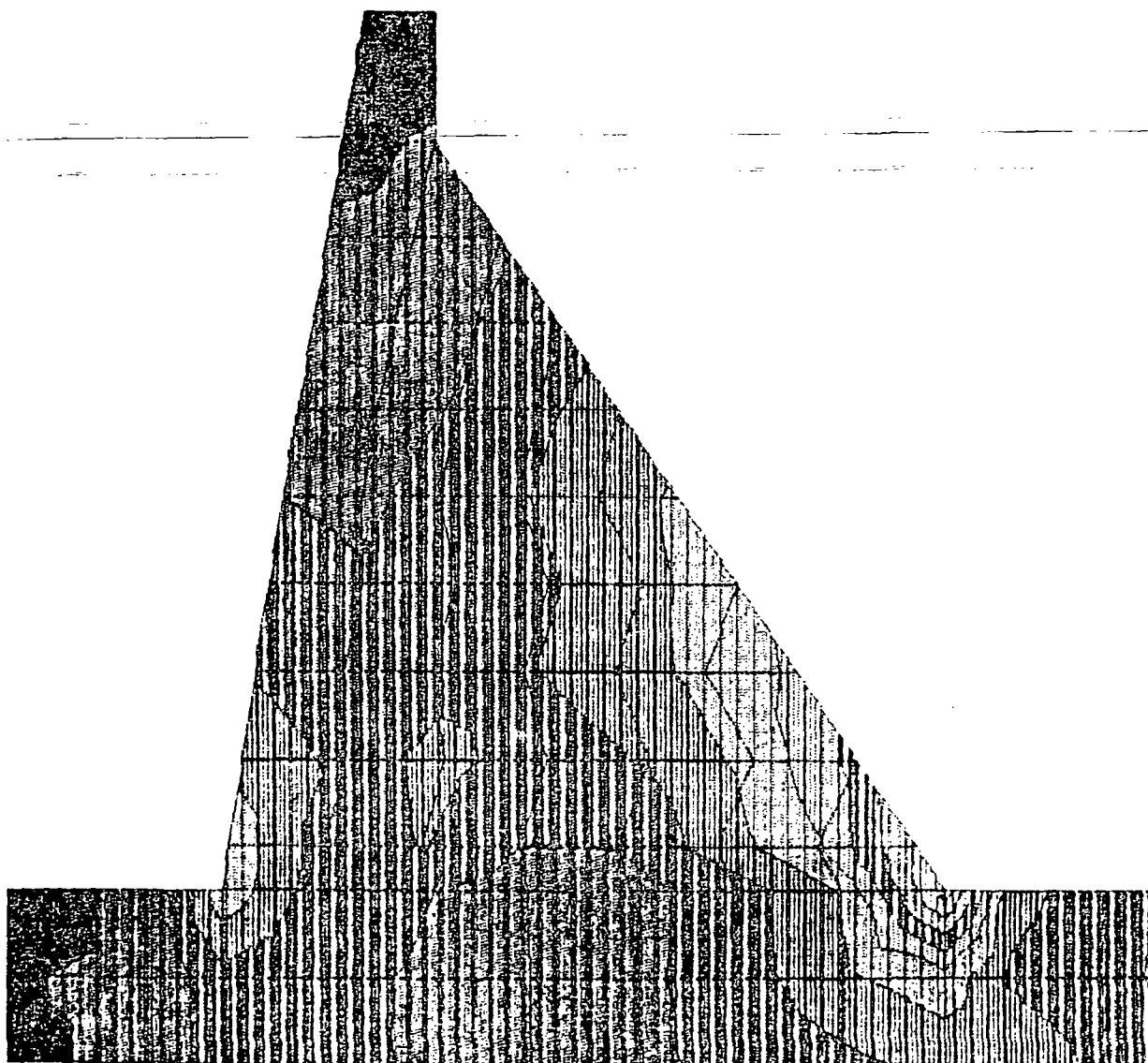
LOAD 2



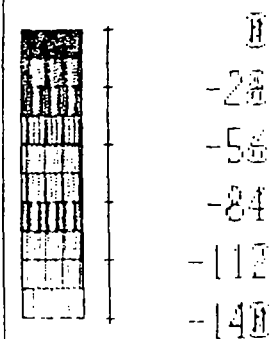
10
-10
-30
-50
-70
-90

MIN IS -.860E+02 <JOINT 103> MAX IS .145E+01 <JOINT 95>

SAP90

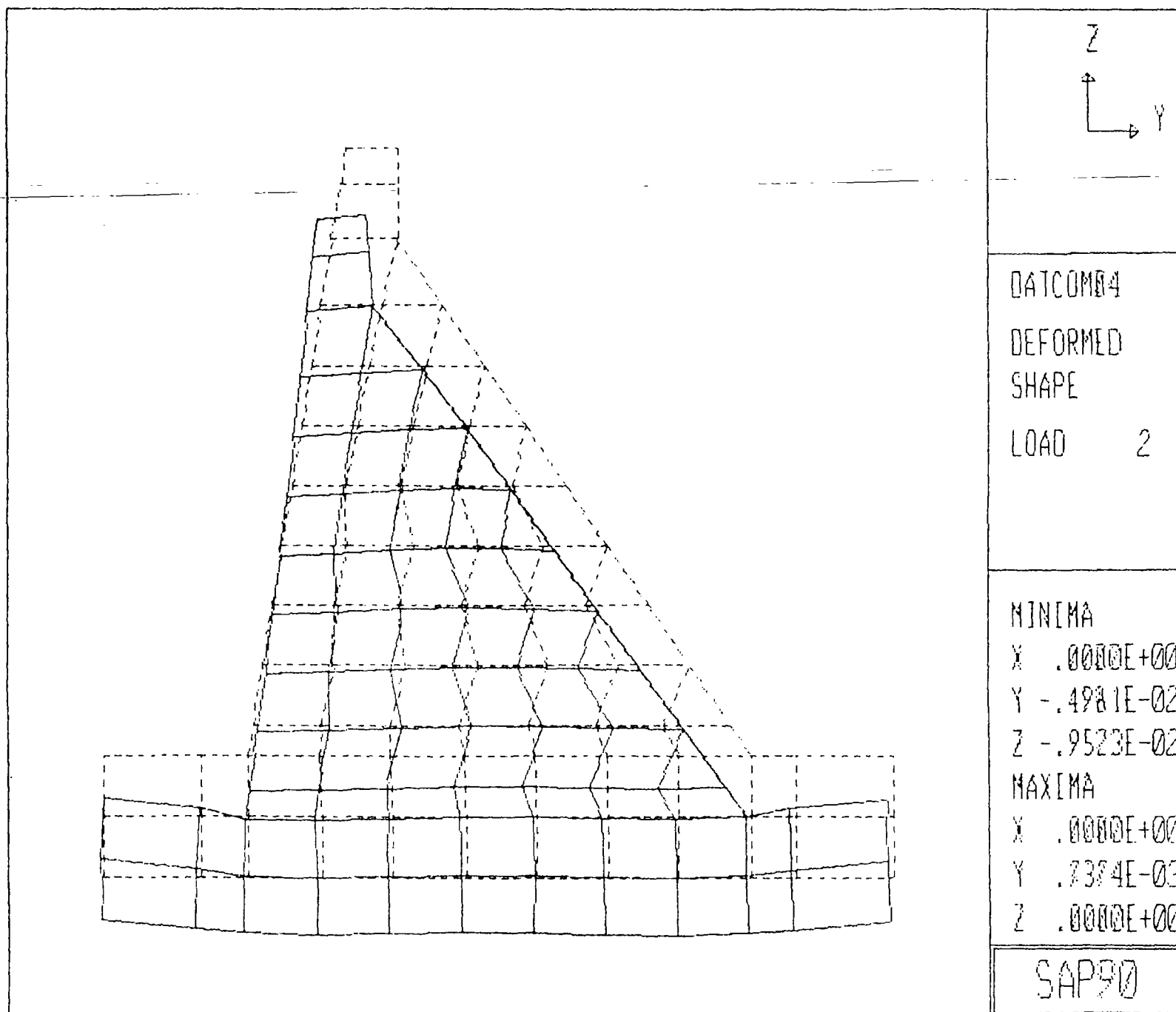


DATCOM04
ASOLID
OUTPUT S2
LOAD 2



MIN IS - .133E+03 <JOINT 103> MAX IS - .229E+01 <JOINT 159>

SAP90



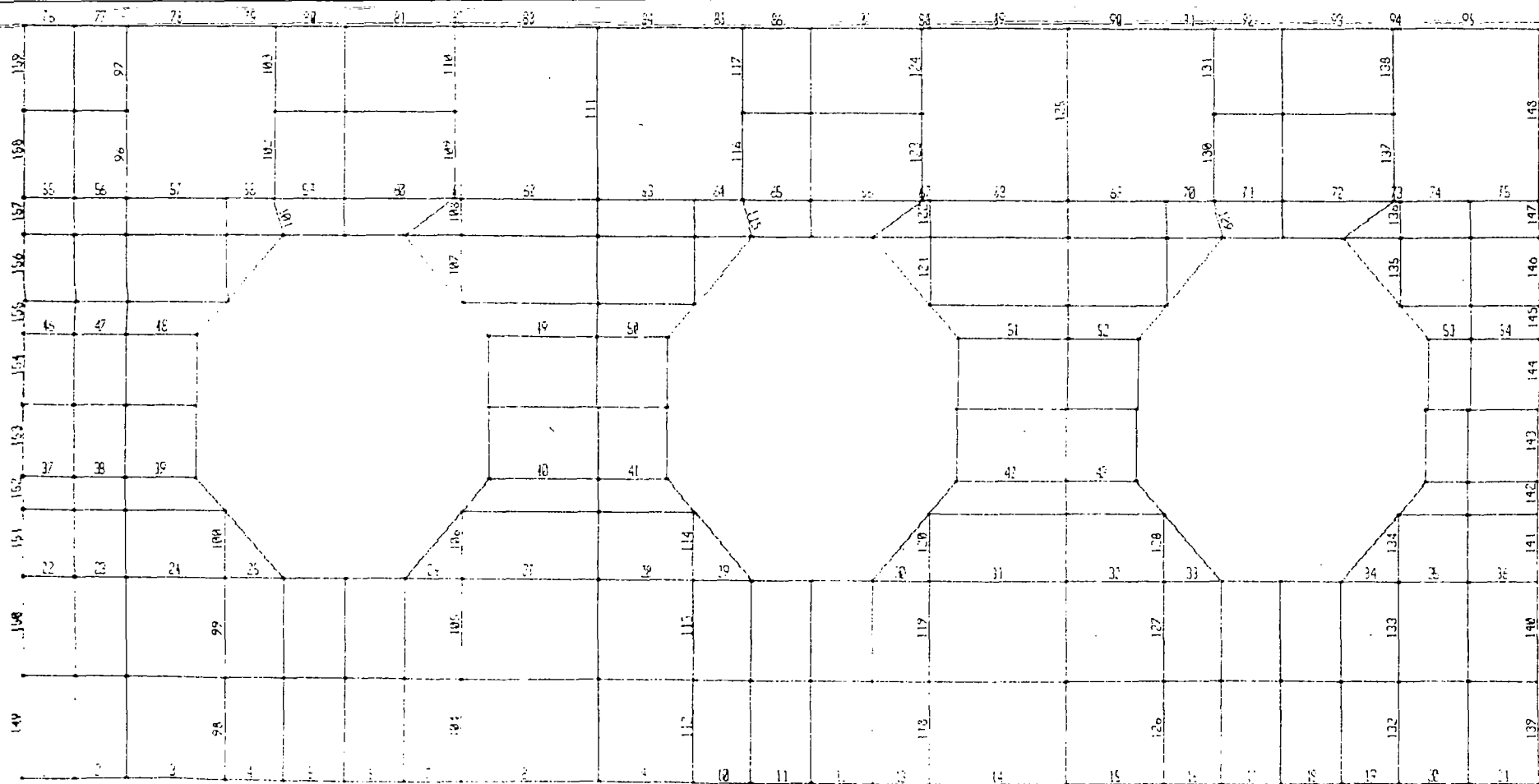
APENDICE E
CASA DE MAQUINAS

APENDICE E

Contenido

- E1. Piso Principal
- E2. Puente Grúa

E1. PISO PRINCIPAL



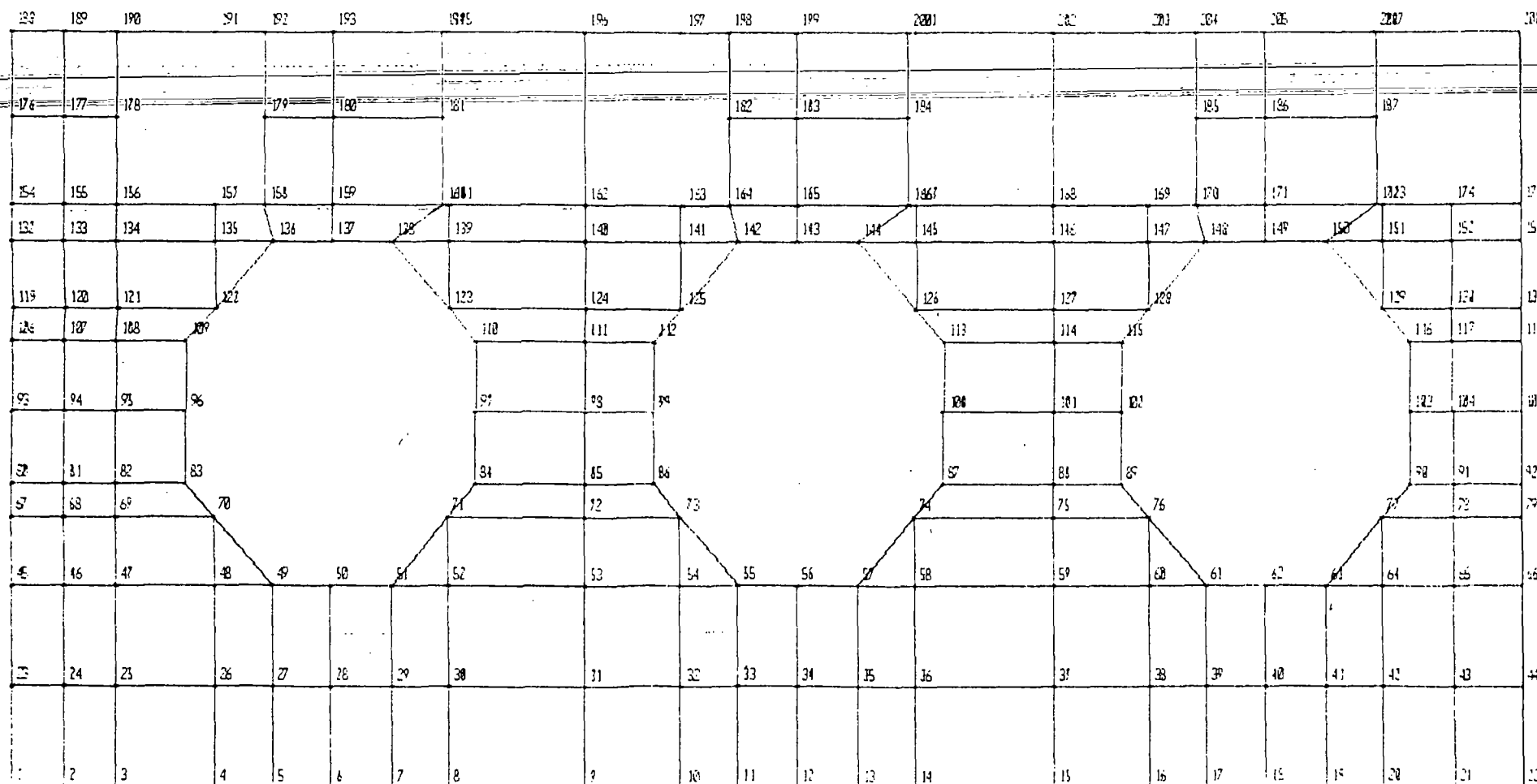
campp03
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
ALL JOINTS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME

130	131			140	141				142	143			144	145		
130	131			132	133				134	135			136	137		
108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124
94	95	96	97			98	99	100	101		102	103	104	105	106	107
67	68	69					70	71			72	73			74	75
64	65	66					72	73			82	83			84	85
61	62	63					72	73			84	85			86	87
58	59	60					70	71			82	83			84	85
43	44	45	46			47	48	49	50		51	52	53	54	55	56
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

unqpp03
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
NO. OF
ELEMENTS
AND FRAME



canqpp03
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
JOINT 135
ALL JOINTS
WIRE FRAME

CASA DE MADERAS - PISO PRINCIPAL
 SYSTEM :CAMEPPO3 INCLUYE COLUMNAS Y VIGAS

L=2

JOINTS

1	X=0.5	Y=0.5	Z=0.0
2	X=2.4		
3	X=4.25		
4	X=7.75		
5	X=9.82		
6	X=12.0		
7	X=14.18		
8	X=16.25		
9	X=21.25		
10	X=24.75		
11	X=26.82		
12	X=29.00		
13	X=31.18		
14	X=33.25		
15	X=38.25		
16	X=41.75		
17	X=43.82		
18	X=46.00		
19	X=48.18		
20	X=50.25		
21	X=52.75		
22	X=55.25		
23	X=0.50	Y=3.6	
45		Y=6.65	F=1,21,2,1,22
67		Y=8.72	
68	X=2.4		
69	X=4.25		
70	X=7.75		
71	X=16.25		
72	X=21.25		
73	X=24.75		
74	X=33.25		
75	X=38.25		
76	X=41.75		
77	X=50.25		
78	X=52.75		
79	X=55.25		
80	X=0.5	Y=9.72	
81	X=2.4		
82	X=4.25		
83	X=6.75		
84	X=17.25		
85	X=21.25		
86	X=23.75		
87	X=34.25		
88	X=38.25		
89	X=40.75		
90	X=51.25		
91	X=52.75		
92	X=55.25		
93	X=0.5	Y=11.9	
106		Y=14.08	F=80,12,2,1,13
119		Y=15.08	F=67,12,1,1,52
132		Y=17.15	F=45,21,1,1,87
154		Y=18.25	
155	X=2.4		
156	X=4.25		
157	X=7.75		
158	X=9.5		
159	X=12		

160	X=16		
161	X=16.25		
162	X=21.25		
163	X=24.75		
164	X=26.5		
165	X=29		
166	X=33		
167	X=33.25		
168	X=38.25		
169	X=41.75		
170	X=43.5		
171	X=46		
172	X=50		
173	X=50.25		
174	X=52.75		
175	X=55.25		
176	X=0.5	Y=20.9	
177	X=2.4		
178	X=4.25		
179	X=9.5		
180	X=12		
181	X=16		
182	X=26.5		
183	X=29		
184	X=33		
185	X=43.5		
186	X=46		
187	X=50		
188	X=0.5	Y=23.5	
189	X=2.4		
190	X=4.25		
191	X=7.75		
192	X=9.5		
193	X=12		
194	X=16		
195	X=16.25		
196	X=21.25		
197	X=24.75		
198	X=26.5		
199	X=29		
200	X=33		
201	X=33.25		
202	X=38.25		
203	X=41.75		
204	X=43.5		
205	X=46		
206	X=50		
207	X=50.25		
208	X=55.25		
209	X=0.5	Y=0.5	Z=-5
210	X=7.75		
211	X=16.25		
212	X=24.75		
213	X=33.25		
214	X=41.75		
215	X=50.25		
216	X=55.25		
217	X=0.5	Y=6.65	F=209.7,1,1,8
225		Y=11.9	
226	X=55.25		
227	X=0.5	Y=18.25	
228	X=16.25		
229	X=21.25		
230	X=33.25		
231	X=38.25		
232	X=50.25		

233 X=55.25
 234 X=0.5 Y=23.5 F=217.7,1,1,17
 242 Y=0.5 Z=10
 243 X=7.75
 244 X=16.25
 245 X=24.75
 246 X=33.25
 247 X=41.75
 248 X=50.25
 249 X=55.25
 250 X=0.5 Y=23.5 F=242.7,1,1,8
 258 X=4.25 Y=18.25 Z=-5

RESTRAINTS

1 208 1 R=0.0,0,0,0,0
 49 51 1 R=1,1,1,0,0,1
 55 57 1 R=1,1,1,0,0,1
 61 63 1 R=1,1,1,0,0,1
 70 71 1 R=1,1,1,0,0,1
 73 74 1 R=1,1,1,0,0,1
 76 77 1 R=1,1,1,0,0,1
 83 84 1 R=1,1,1,0,0,1
 86 87 1 R=1,1,1,0,0,1
 89 90 1 R=1,1,1,0,0,1
 96 97 1 R=1,1,1,0,0,1
 99 100 1 R=1,1,1,0,0,1
 102 103 1 R=1,1,1,0,0,1
 109 110 1 R=1,1,1,0,0,1
 112 113 1 R=1,1,1,0,0,1
 115 116 1 R=1,1,1,0,0,1
 122 123 1 R=1,1,1,0,0,1
 125 126 1 R=1,1,1,0,0,1
 128 129 1 R=1,1,1,0,0,1
 136 138 1 R=1,1,1,0,0,1
 142 144 1 R=1,1,1,0,0,1
 148 150 1 R=1,1,1,0,0,1
 209 241 1 R=1,1,1,1,1,1
 242 258 1 R=1,1,1,1,1,1

CONSTRAINTS

2 22 1 C=1
 46 48 1 C=45
 53 54 1 C=52
 59 60 1 C=58
 65 66 1 C=64
 80 82 1 C=83
 85 1 C=84
 88 1 C=87
 91 92 1 C=90
 106 108 1 C=109
 111 1 C=110
 114 1 C=113
 117 118 1 C=116
 155 175 1 C=154
 189 208 1 C=188
 178 190 12 C=0,156
 179 192 13 C=0,136
 181 194 13 C=0,160
 196 C=0,162
 182 198 16 C=0,142
 184 200 16 C=0,166
 202 C=0,168
 185 204 19 C=0,148
 187 206 19 C=0,172
 208 C=0,79
 73 57 22 C=0.1

80 132 13 C=0,1
 154 176 22 C=0,1
 158 C=0,1
 4 48 22 C=0,70
 8 52 22 C=0,71
 139 161 22 C=0,123
 158 C=0,136
 10 54 22 C=0,73
 164 C=0,142
 14 58 22 C=0,74
 145 167 22 C=0,126
 16 60 22 C=0,76
 170 C=0,143
 20 64 22 C=0,77
 151 173 22 C=0,129
 22 66 22 C=0,79
 92 131 13 C=0,79
 133 175 22 C=0,79

POTENTIAL

1 208 1 P=5.5

SHELL

MM=1 Z=-1.0 P=0,-1

1	E=2.1E6	U=0.25	W=2.4	
1	J0=1,2,23,24	ETYP=0	M=1	TH=0.35 LP=0 G=21,2
43	J0=45,46,67,68			G=3,1
46	J0=48,49,70			
47	J0=51,52,71			
48	J0=52,53,71,72			G=2,1
50	J0=54,55,73			
51	J0=57,58,74			
52	J0=58,59,74,75			G=2,1
54	J0=60,61,76			
55	J0=63,64,77			
56	J0=64,65,77,78			G=2,1
58	J0=67,68,80,81			G=3,4
70	J0=71,72,84,85			G=2,4
78	J0=74,75,87,88			G=2,4
86	J0=77,78,90,91			G=2,4
94	J0=119,120,132,133			G=3,1
97	J0=122,136,135			
98	J0=138,123,139			
99	J0=123,124,139,140			G=2,1
101	J0=125,142,141			
102	J0=144,126,145			
103	J0=126,127,145,146			G=2,1
105	J0=128,148,147			
106	J0=150,129,151			
107	J0=129,130,151,152			G=2,1
109	J0=132,133,154,155			G=21,1
130	J0=154,155,176,177			G=2,1
132	J0=158,159,179,180			G=2,1
134	J0=164,165,182,183			G=2,1
136	J0=170,171,185,186			G=2,1
138	J0=176,177,188,189			G=2,1
140	J0=179,180,192,193			G=2,1
142	J0=182,183,196,199			G=2,1
144	J0=185,186,204,205			G=2,1

FRAME

MM=5 NL=2 Z=-1

1	SH=R	T=1.0,0.6	E=2.1E6	W=1.44
2	SH=R	T=1.0,0.8		W=1.92
3	SH=R	T=0.8,0.6		W=1.152
4	SH=R	T=1.0,0.5		W=1.7

5	82, 2	I=0.3, 0.5	W=0.98	
1	W1=0, -2.5			
2	W1=0, -5			
C	V18AS			
1	1, 2	M=1	LP=-2, 0	G=20, 1, 1, 1
22	45, 45			G=3, 1, 1, 1
26	51, 52			G=3, 1, 1, 1
30	57, 55			G=3, 1, 1, 1
34	63, 54			G=2, 1, 1, 1
37	69, 51			G=2, 1, 1, 1
40	69, 55			G=1, 1, 1, 1
42	87, 88			G=1, 1, 1, 1
46	106, 107			G=2, 1, 1, 1
49	110, 111			G=1, 1, 1, 1
51	113, 114			G=1, 1, 1, 1
53	116, 117			G=1, 1, 1, 1
96	136, 178	M=1	LP=3, 0	NSL=0, 1
98	4, 25			G=1, 1, 22, 12
101	138, 158			G=2, 1, 22, 22
102	158, 179			NSL=0, 1
104	8, 30			G=1, 1, 21, 13
106	32, 71			G=1, 1, 22, 22
107	123, 139			G=1, 1, 18, 22
109	150, 181			NSL=0, 1
111	162, 195			NSL=0, 2
112	10, 32			G=1, 1, 21, 13
114	54, 73			G=1, 1, 22, 22
115	142, 164			
116	164, 182			NSL=0, 1
118	14, 56			G=1, 1, 18, 18
120	58, 74			G=1, 1, 22, 22
121	126, 143			G=1, 1, 17, 22
123	166, 184			NSL=0, 1
125	16, 38			G=1, 1, 18, 18
128	60, 76			G=1, 1, 22, 22
129	148, 170			
130	170, 185			NSL=0, 1
132	20, 42			G=1, 1, 15, 19
134	64, 77			G=1, 1, 22, 22
135	129, 151			G=1, 1, 22, 22
137	172, 187			NSL=0, 1
139	22, 44			G=1, 1, 15, 19
141	68, 79			G=1, 1, 22, 22
146	131, 153			G=4, 1, 13, 13
148	175, 208			G=1, 1, 22, 22
149	1, 23			NSL=0, 1
152	87, 90			G=2, 1, 22, 22
157	132, 154			G=4, 1, 13, 13
159	175, 188			G=1, 1, 22, 22
55	154, 155			LP=-2, 0
57	156, 157			NSL=0, 0
59	158, 159			NSL=0, 1
61	160, 161			NSL=0, 0
65	164, 165			NSL=0, 1
67	165, 167			NSL=0, 0
71	170, 171			NSL=0, 1
73	172, 173			NSL=0, 0
76	188, 189			NSL=0, 1
78	190, 191			NSL=0, 0
80	192, 193			NSL=0, 1
82	194, 195			NSL=0, 0
86	198, 199			NSL=0, 1
88	200, 201			NSL=0, 0
92	204, 205			NSL=0, 1
94	206, 207			NSL=0, 0

C. L. INMAN'S INFERIORS

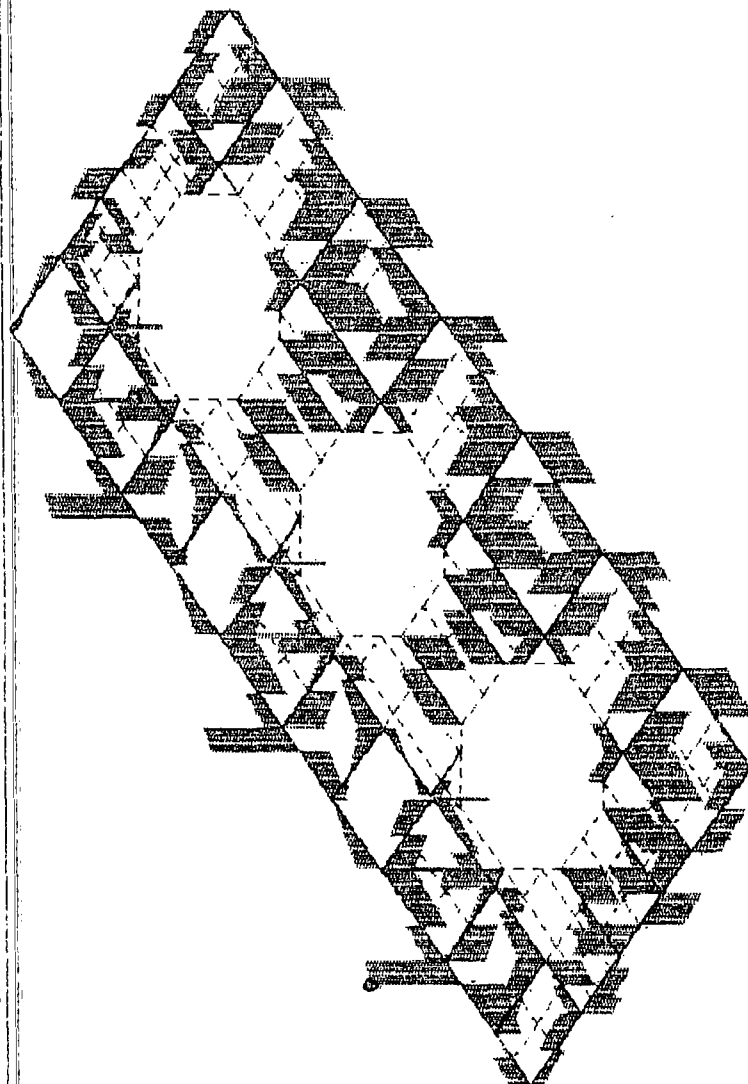
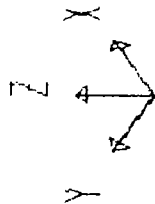
161 209,1	M=4	LP=3,0	NBL=0,0	G=1,7,7,21
162 210,4	M=2			G=1,1,1,1,4
164 212,10				G=1,1,1,1,4
166 214,16				G=1,1,1,1,4
169 217,45	M=5			G=1,8,3,43
170 218,48	M=3	LP=-2,0		G=1,1,1,1,4
172 220,54				G=1,1,1,1,4
174 222,60				G=1,1,1,1,4
176 224,66	M=5	LP=3,0		G=1,2,2,37
179 227,134				G=1,6,3,21
180 228,151	M=5	LP=-2,0		G=2,2,2,6
181 229,162		LP=3,0		G=1,2,2,6
186 234,186	M=4			G=1,7,7,20
187 235,191	M=2			G=2,2,2,6
188 236,195				G=2,2,2,6
194 253,156	M=3			

C COLUMNAS SUPERIORES

201 1,242	M=4	G=1,7,21,7
202 4,243	M=2	G=2,2,5,2
203 8,244		G=2,2,5,2
209 188,250	M=4	G=1,7,20,7
210 191,251	M=2	G=2,2,6,2
211 195,252		G=2,2,6,2

COMBO

- 1 C=1,0
- 2 C=0,1
- 3 C=1,1
- 4 C=1,4,1,7



camqpp03

FRAME

OUTPUT V22

LOAD 4

ENVELOPES

MIN < 94>

- .1306E+03

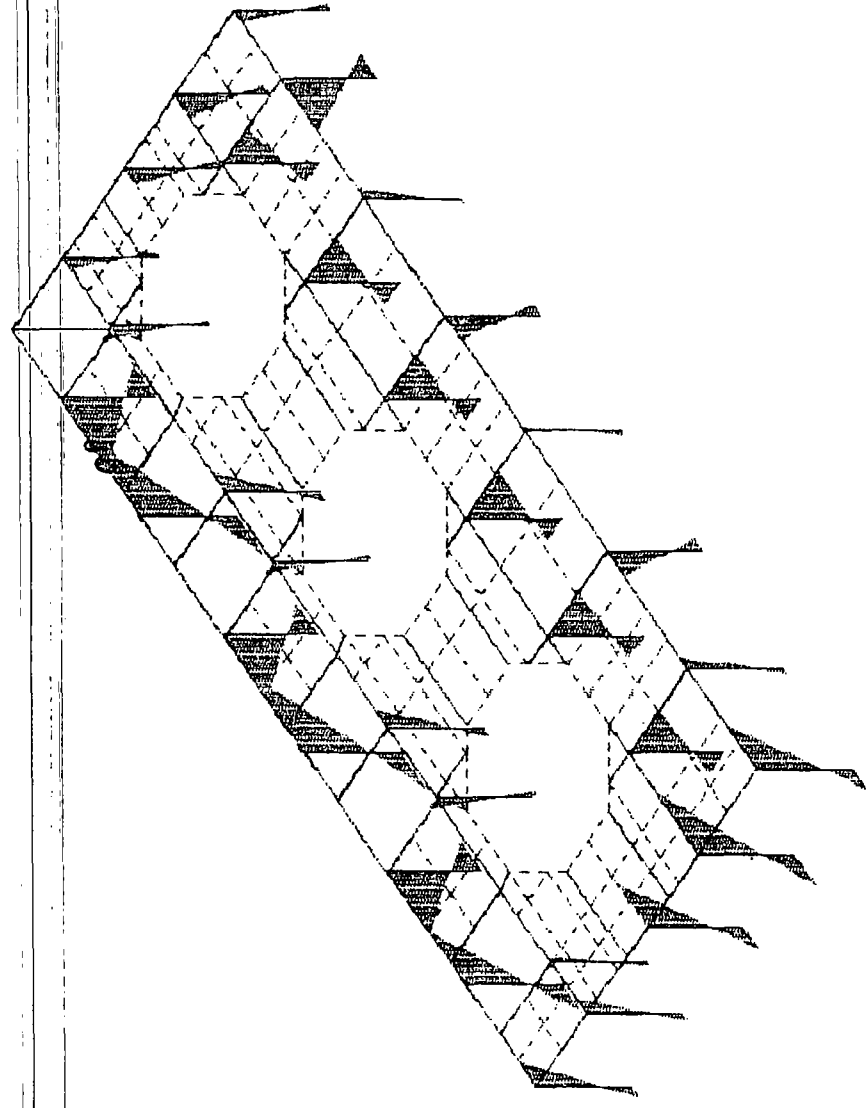
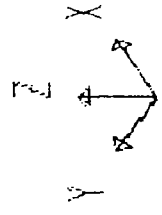
AT .25

MAX < 79>

.1199E+03

AT .00

SAP90



campp03

FRAME

OUTPUT M22

LOAD 4

ENVELOPES

MIN <°192>

-.4041E+02

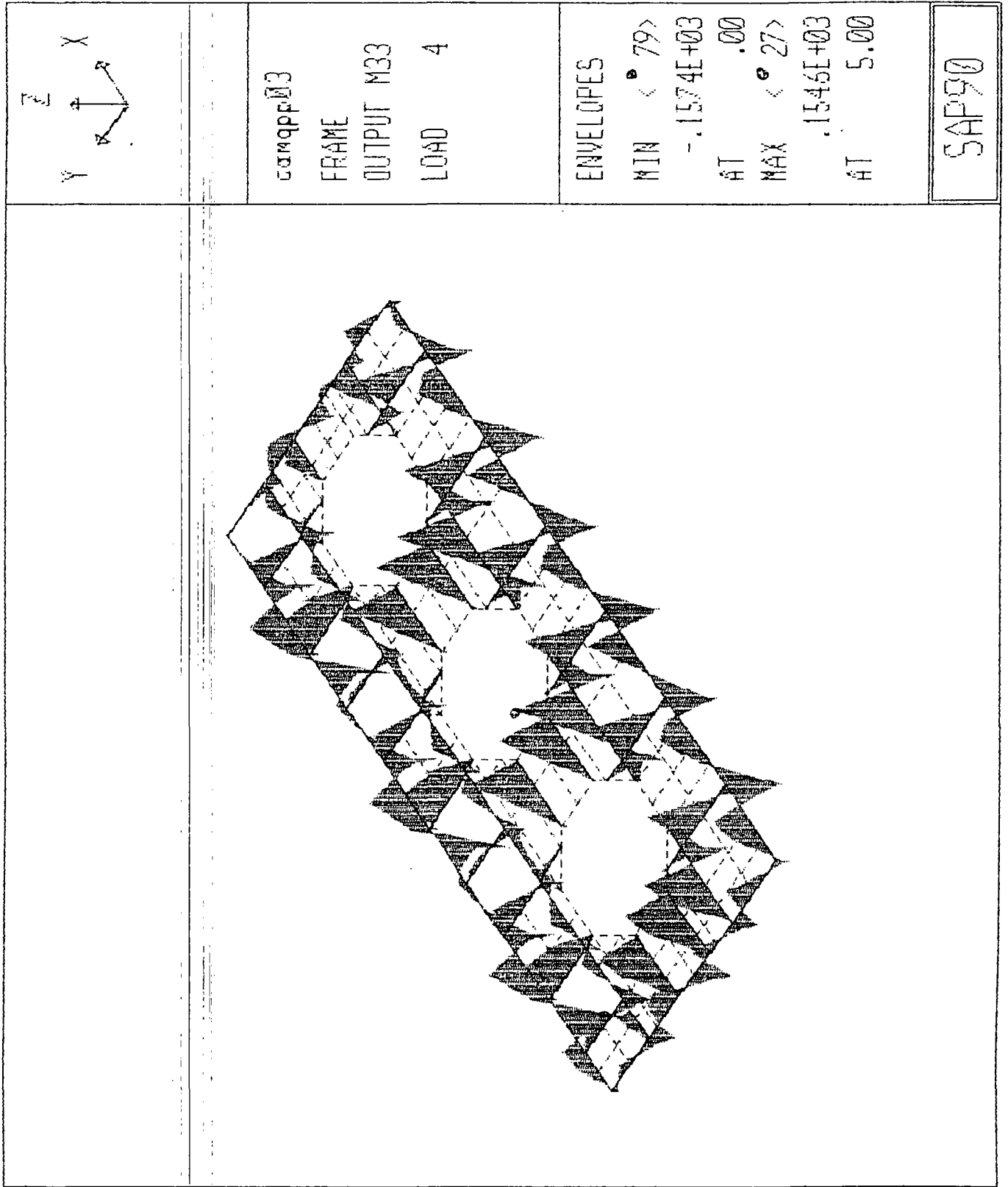
AT 5.00

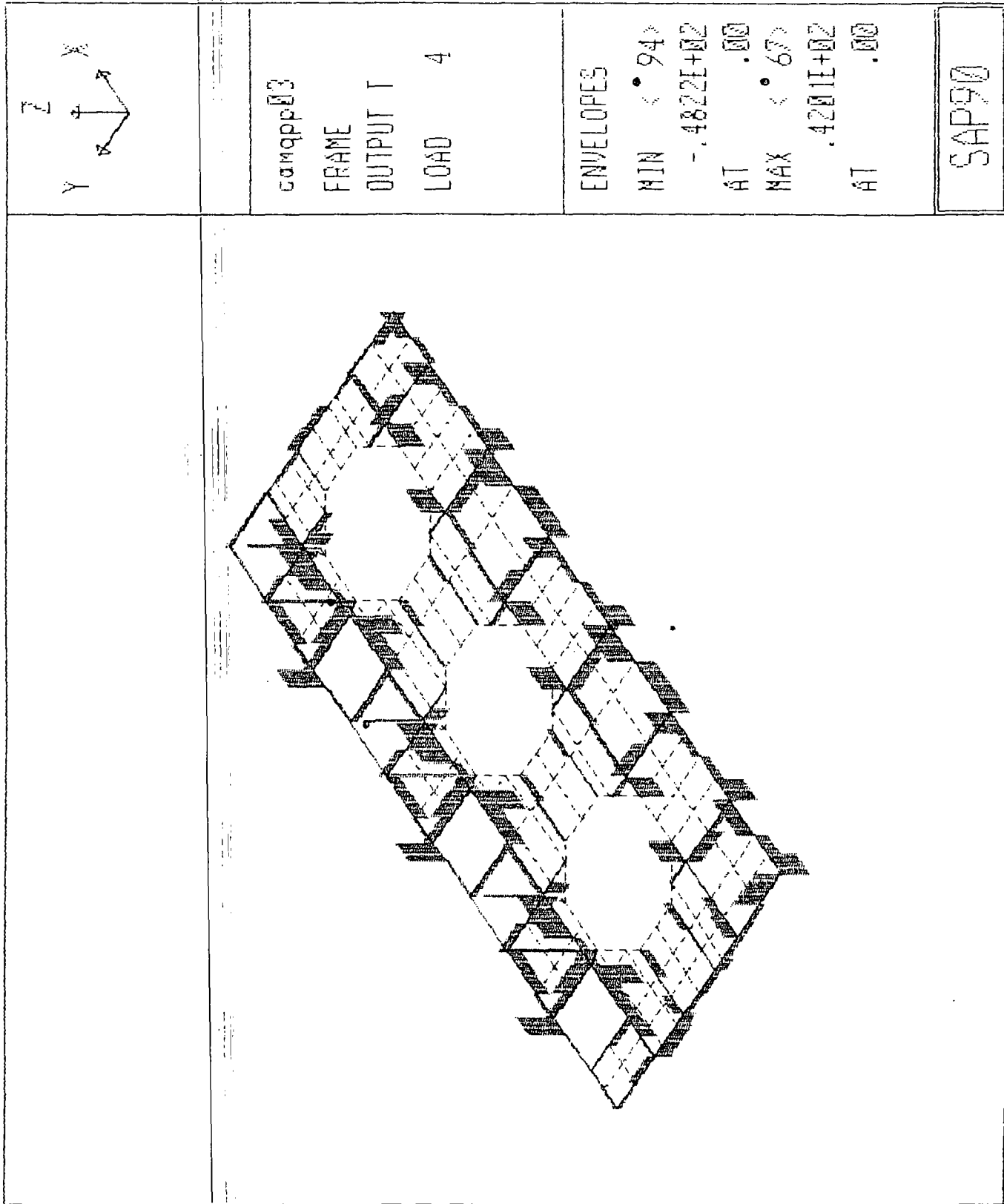
MAX <°191>

.4476E+02

AT 5.00

SAP90





camqpp03

FRAME

OUTPUT I

LOAD 4

ENVELOPES

MIN < 94>

-.4822E+02

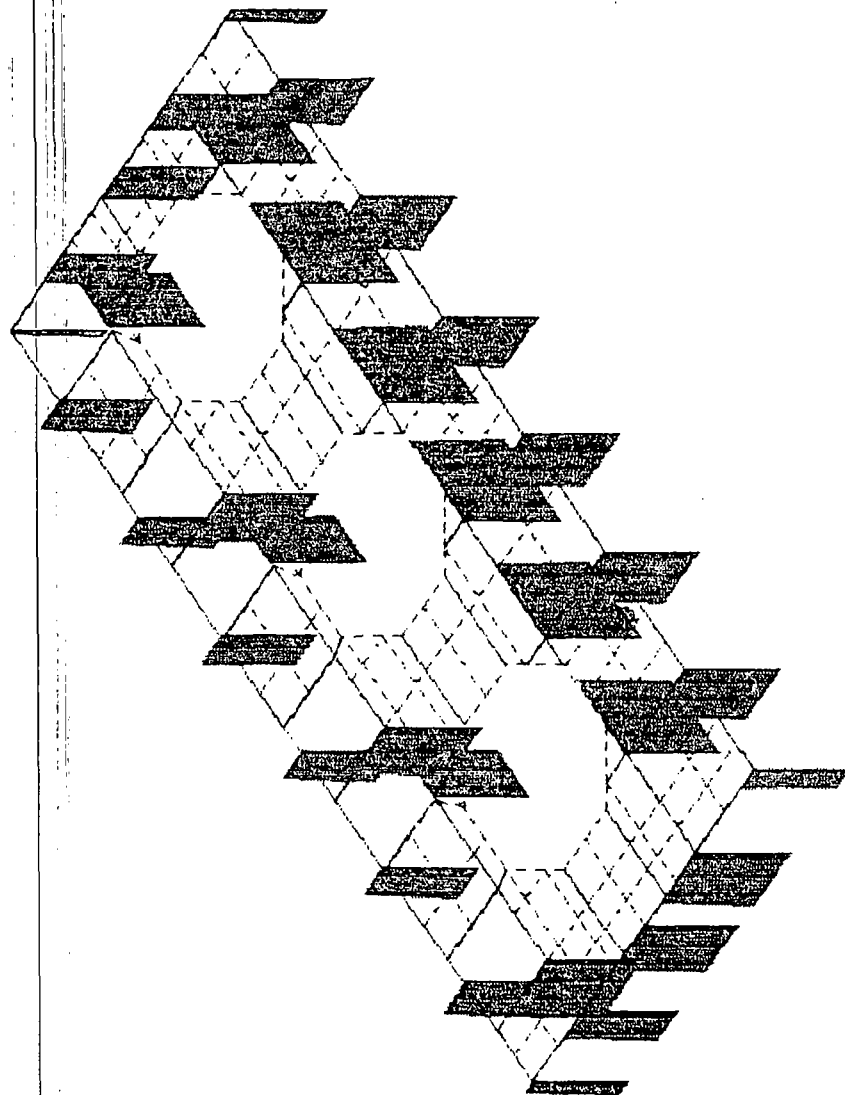
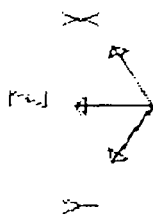
AT .00

MAX < 67>

.4201E+02

AT .00

SAP90



comp03

FRAME

OUTPUT P

LOAD 4

ENVELOPES

MIN < 172>

- .3260E+03

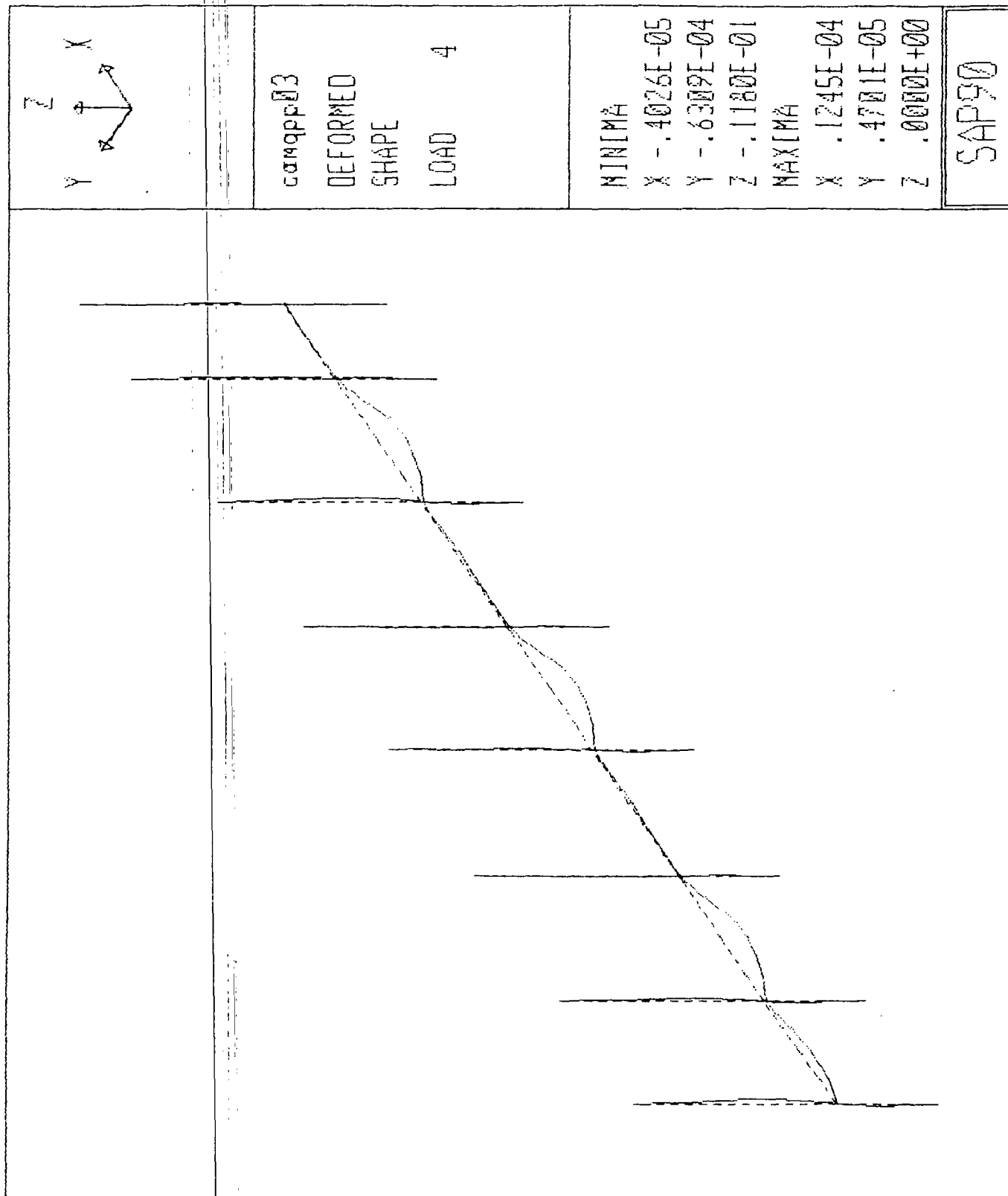
AT .00

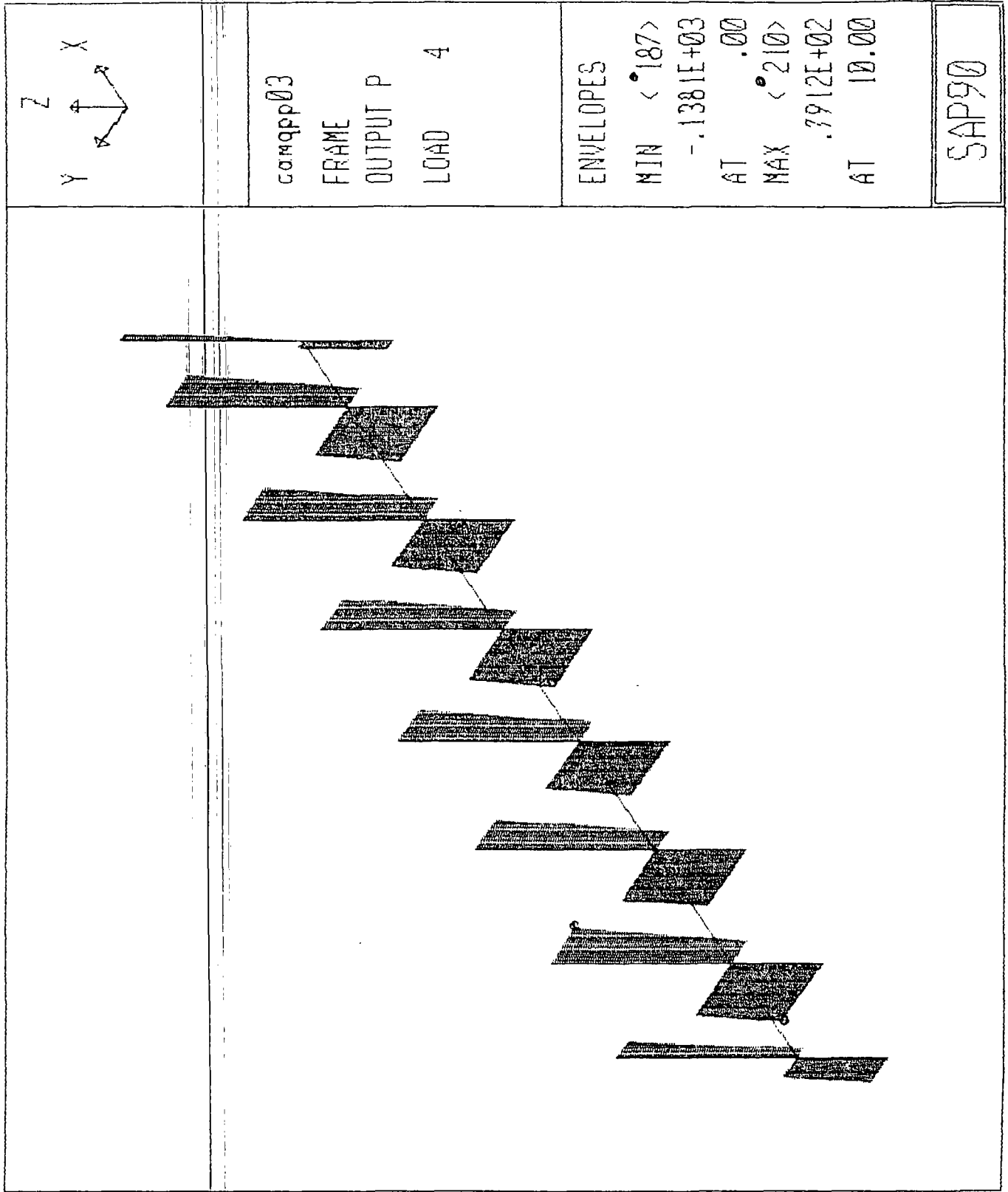
MAX < 25>

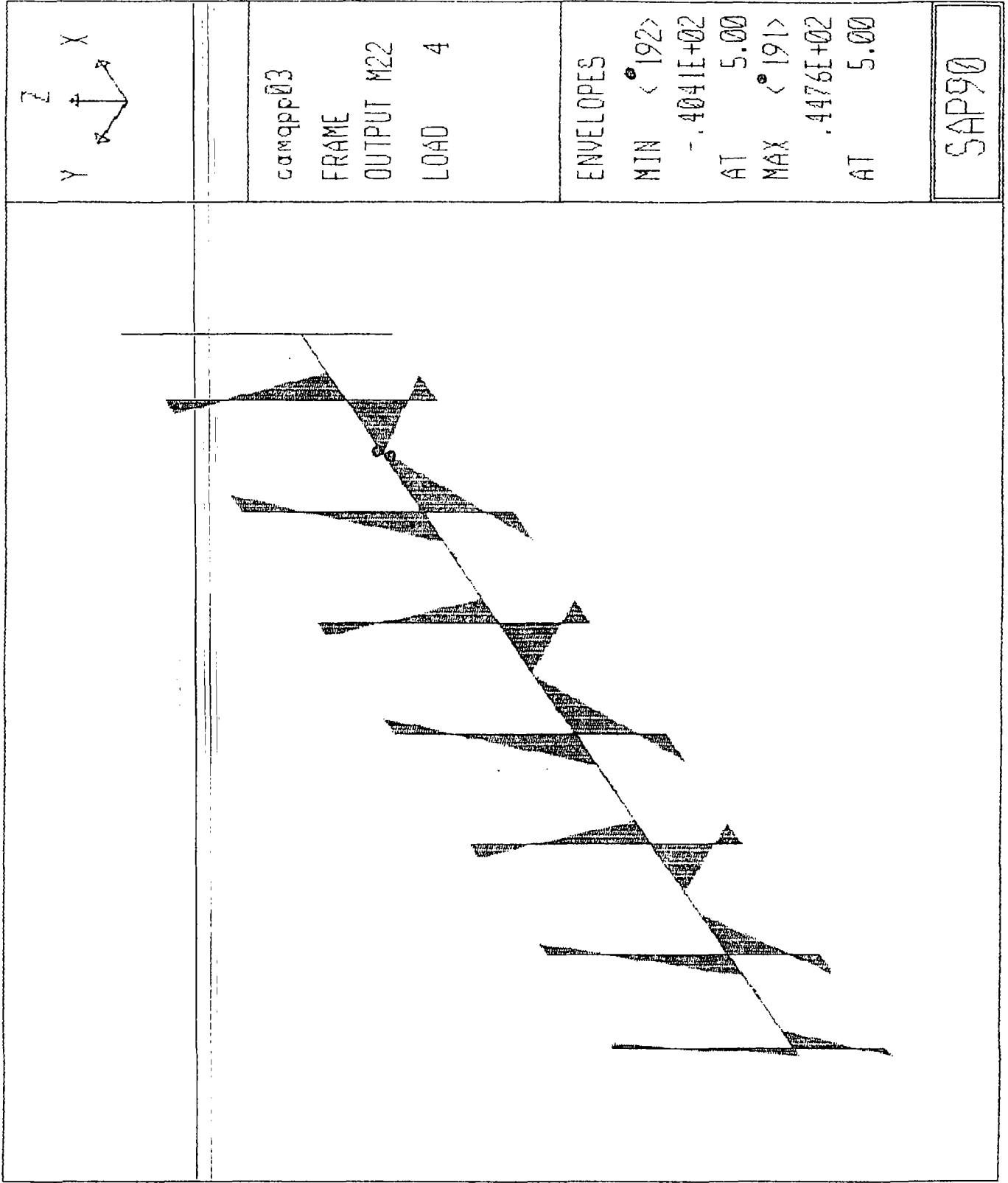
.9713E+00

AT .00

SAP90







Vigas caso de máquina

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Gamma_b = 0.021423$$

$$d = 100$$

$$\Gamma_{max} = 0.015067 \text{ (} \leq 0.025 \text{ y } \leq 0.75 \Gamma_b \text{)}$$

$$k_n = 54.69814$$

$$\Gamma_{min} = 0.003333$$

$$b = 60$$

$$d = 93.6 \text{ cm}$$

Mu t.a	d cal \leq d real cm	k \leq kn	$\Gamma \leq \Gamma_{max}$	As = $\Gamma b d$ real cm ²
63.43	46.34511	13.40754	0.003333	18.71534
65.00	46.91515	13.73394	0.003419	19.19881
70.00	48.68616	14.79628	0.003694	20.74569
75.00	50.39497	15.85316	0.003971	22.30362
80.00	52.0477	16.91004	0.004251	23.87285
85.00	53.64954	17.96691	0.004532	25.45363
90.00	55.20492	19.02379	0.004816	27.04622
95.00	56.71766	20.08067	0.005102	28.65089
100.00	58.19109	21.13754	0.00539	30.2679
105.00	59.62813	22.19442	0.00568	31.89756
110.00	61.03133	23.2513	0.005972	33.54017
115.00	62.403	24.30818	0.006267	35.19604
120.00	63.74515	25.36505	0.006564	36.86549
125.00	65.05962	26.42193	0.006864	38.54887
130.00	66.34808	27.47881	0.007166	40.24653
135.00	67.61194	28.53569	0.007471	41.95884
140.00	68.85263	29.59256	0.007779	43.68619
145.00	70.07136	30.64944	0.008089	45.42897
150.00	71.26924	31.70632	0.008402	47.18762
155.00	72.44733	32.76319	0.008718	48.96256
160.00	73.60656	33.82007	0.009037	50.75427
165.00	74.79342	34.8542	0.00923	51.83755
168.00	74.97398	35.08832	0.009424	52.92714
170.00	75.8719	35.93383	0.009685	54.38994
173.00	76.53843	36.56795	0.009882	55.49471
176.00	77.19921	37.20208	0.010079	56.60619
180.00	78.07155	38.04758	0.010345	58.0988
183.00	78.71945	38.68171	0.010546	59.2264
186.00	79.36207	39.31583	0.010748	60.36113
190.00	80.21089	40.16134	0.011019	61.88544
193.00	80.84165	40.79546	0.011225	63.03735
196.00	81.46753	41.42959	0.011431	64.19686
200.00	82.29464	42.27509	0.011709	65.75498
203.00	82.90955	42.90922	0.011918	66.93284
206.00	83.51993	43.54334	0.012129	68.11884
210.00	84.32691	44.38884	0.012413	69.71311
213.00	84.92711	45.02297	0.012628	70.91876
216.00	85.52309	45.6571	0.012844	72.13314
220.00	86.31134	46.5026	0.013135	73.76522
223.00	86.89784	47.13673	0.013355	75.00172
226.00	87.4804	47.77085	0.013577	76.24662
230.00	88.25116	48.61635	0.013875	77.92148
233.00	88.82485	49.25048	0.014101	79.18917
236.00	89.39486	49.88461	0.014328	80.46701
240.00	90.14926	50.73011	0.014634	82.18704
245.00	91.08347	51.78698	0.015022	84.36402
250.00	92.0082	52.84385	0.015415	86.57217
258.50	93.55926	54.64055	0.016097	90.40145

Local case de máquinas:

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $\Gamma_b = 0.021423$
 $\Gamma_{max} = 0.016967 \text{ (} \leq 0.025 \text{ y } \leq 0.75 \Gamma_b \text{)}$
 $k_n = 54.53814$
 $\Gamma_{min} = 0.003333$

$b = 100$

$d = 30.8 \text{ cm}$

Mu t.a	d cal cm	d real cm	k ≤ kn	Γ ≤ Γmax	As = Γ b d real cm²
11.45	15.25228	13.41101		0.003333	10.26638
12.00	15.61431	14.05521		0.003501	10.78213
13.00	16.25189	15.22648		0.003907	11.72467
14.00	16.96538	16.139774		0.004115	12.67472
15.00	17.45733	17.56901		0.004426	13.63246
16.00	18.02935	18.74028		0.00474	14.5981
17.00	18.58475	19.91155		0.005056	15.57181
18.00	19.12355	21.08281		0.005375	16.55382
19.00	19.64757	22.25408		0.005696	17.54434
20.00	20.15799	23.42535		0.006021	18.54359
21.00	20.65579	24.59662		0.006348	19.5518
22.00	21.14187	25.76788		0.006679	20.56923
23.00	21.61703	26.93915		0.007012	21.59613
24.00	22.08197	28.11042		0.007348	22.63277
25.00	22.53731	29.28169		0.007688	23.67942
26.00	22.98364	30.45295		0.008031	24.7364
27.00	23.42146	31.62422		0.008378	25.80401
28.00	23.85125	32.79549		0.008728	26.88257
29.00	24.27343	33.96675		0.009082	27.97244
30.00	24.68839	35.13802		0.00944	29.07397
31.00	25.09649	36.30929		0.009801	30.18755
32.00	25.49806	37.48055		0.010167	31.31338
33.00	25.8934	38.65182		0.010537	32.45249
34.00	26.2828	39.82309		0.010911	33.60472
35.00	26.66651	40.99436		0.011289	34.77077
35.50	26.85631	41.57999		0.01148	35.35913
36.00	27.04478	42.16563		0.011672	35.95114
36.50	27.23194	42.75126		0.011866	36.54686
37.00	27.41783	43.33689		0.012061	37.14637
37.50	27.60246	43.92253		0.012256	37.74973
38.00	27.78587	44.50816		0.012454	38.35703
38.50	27.96807	45.0938		0.012652	38.96834
39.00	28.1491	45.67943		0.012852	39.58374
39.50	28.32896	46.26506		0.013053	40.20332
40.00	28.5077	46.8507		0.013256	40.82716
40.50	28.68532	47.43633		0.01346	41.45535
41.00	28.86184	48.02196		0.013665	42.08798
41.50	29.0373	48.6076		0.013872	42.72515
42.00	29.2117	49.19323		0.01408	43.36696
42.50	29.38506	49.77886		0.01429	44.01352
43.00	29.55741	50.3645		0.014502	44.66491
43.50	29.72876	50.95013		0.014715	45.32127
44.00	29.89913	51.53577		0.014929	45.9827
44.50	30.06853	52.1214		0.015146	46.64932
45.00	30.23698	52.70703		0.015364	47.32126
45.50	30.4045	53.29267		0.015584	47.99865
46.00	30.5711	53.8783		0.015806	48.68161
46.70	30.80283	54.46397		0.016119	49.37441

8 ϕ 20 \leq 6 ϕ 22

E2. PUENTE GRUA

PORTICO DEL PUENTE GRUA DE CASA DE MAQUINAS PIESQUA
SYSTEM :CON CARGAS FACTORIZADAS. EXENTRICIDAD Y FRENADO
L=3

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0
2 Y=8.4
3 X=11.3 Z=0.65 :CONSIDERA EXENTRICIDAD
4 X=7.25 Y=0 Z=0
19 X=49.75 G=4.19,3
22 X=54.75 F=1.7,2.3,1

RESTRAINTS

1 24 1 R=0,0,0,0,0,0
1 22 3 R=1,1,1,1,1,1
2 23 3 R=0,0,1,0,0,0 :COLUMNAS ANCLADAS A LA ROCA

CONSTRAINTS

6 24 3 C=3

FRAME

NM=5 NL=17 Y=-1

1 SH=R T=1.00,0.5 E=2.1E6 W=1.2
2 SH=R T=1.5,0.5 W=1.8
3 SH=R T=1.00,0.8 W=1.92
4 SH=R T=1.5,0.8 W=2.88
5 SH=R T=1.8,1.5 W=6.48
1 WL=0,-1 PLD=8.5,-50,0
2 WL=0,-1 PLD=1.6,-50,0,4.1,-50,0,5.7,-50,0,8.4,-50,0
3 WL=0,-1 PLD=1.5,-50,0,4,-50,0,5.6,-50,0
4 WL=0,-1 PLD=1.45,-50,0,3.05,-50,0,5.55,-50,0,7.15,-50,0
5 WL=0,-1 PLD=1.35,-50,0,2.95,-50,0,5.45,-50,0,7.05,-50,0
6 WL=0,-1 PLD=2.8,-50,-5.4,4,-50,-5.6,9,-50,-5.8,5,-50,-5 :ESTADO
7 WL=0,-1 PLD=2.7,-50,-5.4,3,-50,-5.6,8,-50,-5.8,4,-50,-5 :CRITICO
8 WL=0,-1 PLD=4.4,-50,0,6,-50,0,8.5,-50,0
9 WL=0,-1 PLD=1.6,-50,0,4.3,-50,0,5.9,-50,0,8.4,-50,0
10 WL=0,-1 PLD=1.5,-50,0
11 WL=0,-1 PLD=5.7,-50,0,7.3,-50,0
12 WL=0,-1 PLD=1.3,-50,0,2.9,-50,0,5.6,-50,0,7.2,-50,0
13 WL=0,-1 PLD=1.2,-50,0,2.8,-50,0
14 WL=0,-1 PLD=6.9,-50,0,8.5,-50,0
15 WL=0,-1 PLD=2.5,-50,0,4.1,-50,0,6.8,-50,0,8.4,-50,0
16 WL=0,-1 PLD=2.4,-50,0,4,-50,0
17 WL=0,-1

C COLUMNAS

1 1 2 M=1 LP=3,0 G=1,14,21,21
2 2 3 M=1,2,1 RE=0,0.9 Z=0.5 G=1,14,21,21
3 4 5 M=3 G=5,2,3,3
4 5 6 M=3,4,1 RE=0,0.9 Z=0.5 G=5,2,3,3

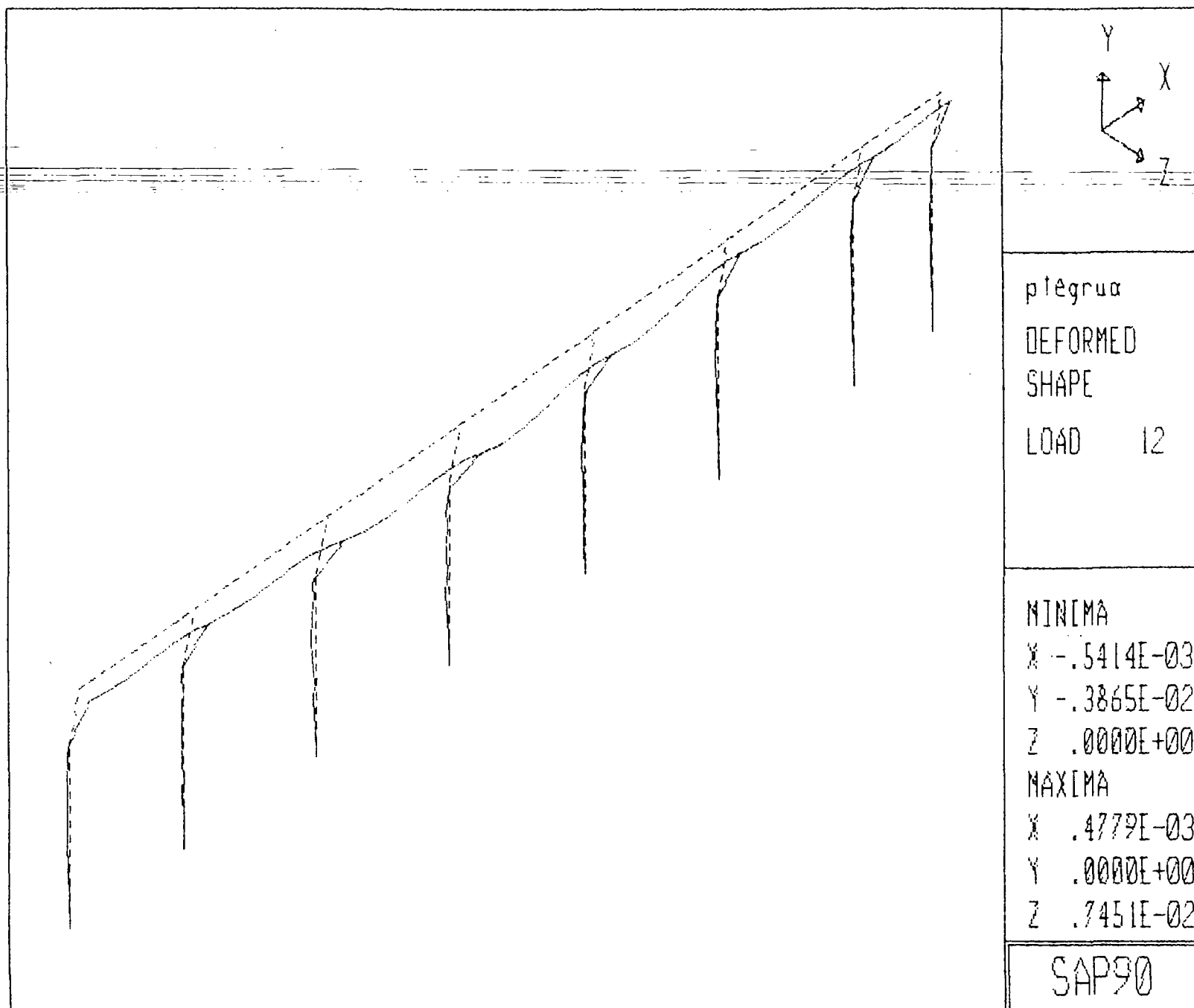
C VIGAS

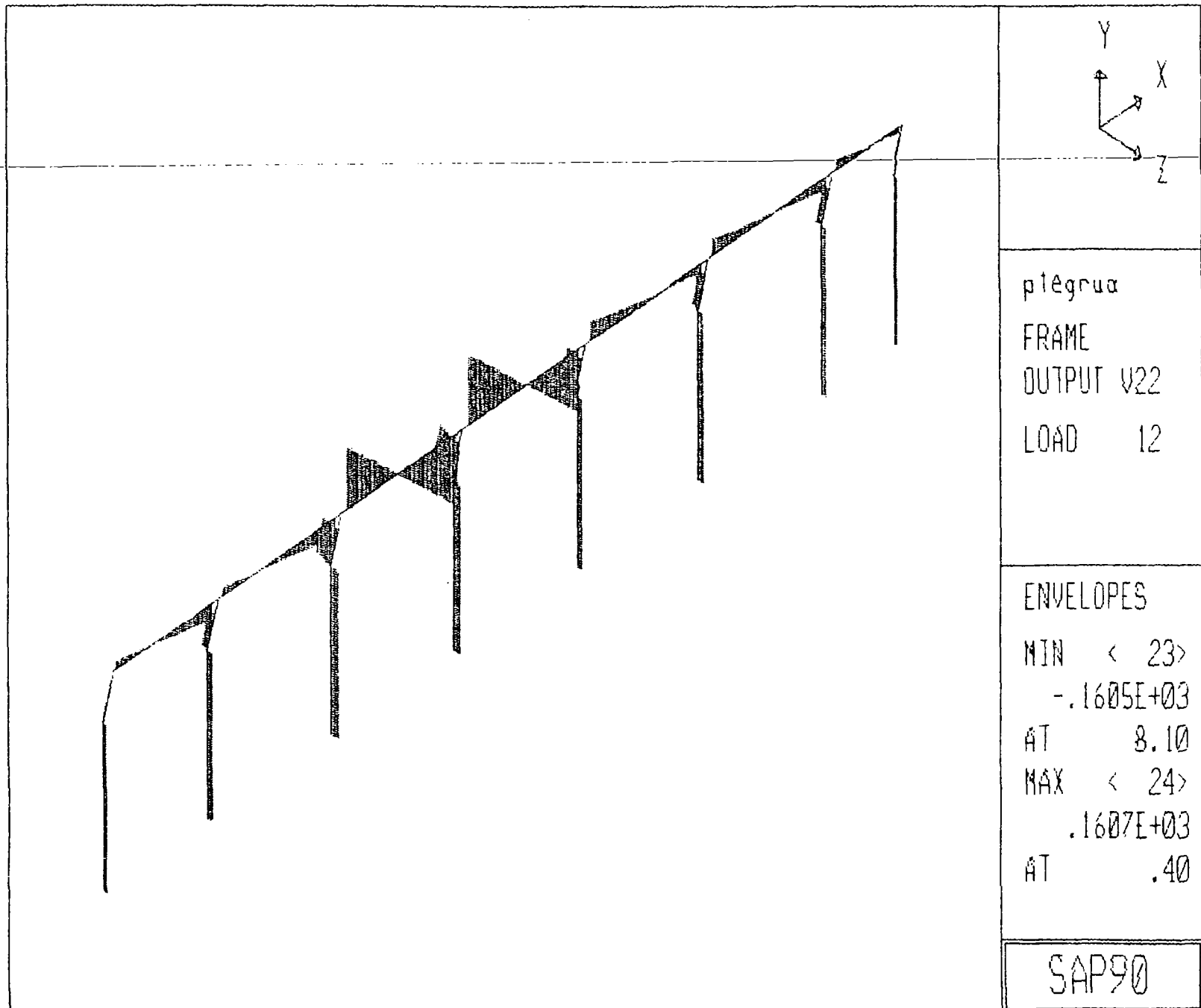
21 3 6 M=5 LP=1.0 NSL=0,17,17,17,17,17,17 RE=0.25,0.4 I=0.5
22 6 9 NSL=0,17,1,17,17,17,17 RE=0.4,0.4
23 9 12 NSL=0,17,2,4,6,8,11,14 RE=0.4,0.4
24 12 15 NSL=0,17,3,5,7,9,12,15 RE=0.4,0.4
25 15 18 NSL=0,17,17,17,17,10,13,16 RE=0.4,0.4
26 18 21 NSL=0,17,17,17,17,17,17,17 RE=0.4,0.4
27 21 24 NSL=0,17,17,17,17,17,17,17 RE=0.4,0.25

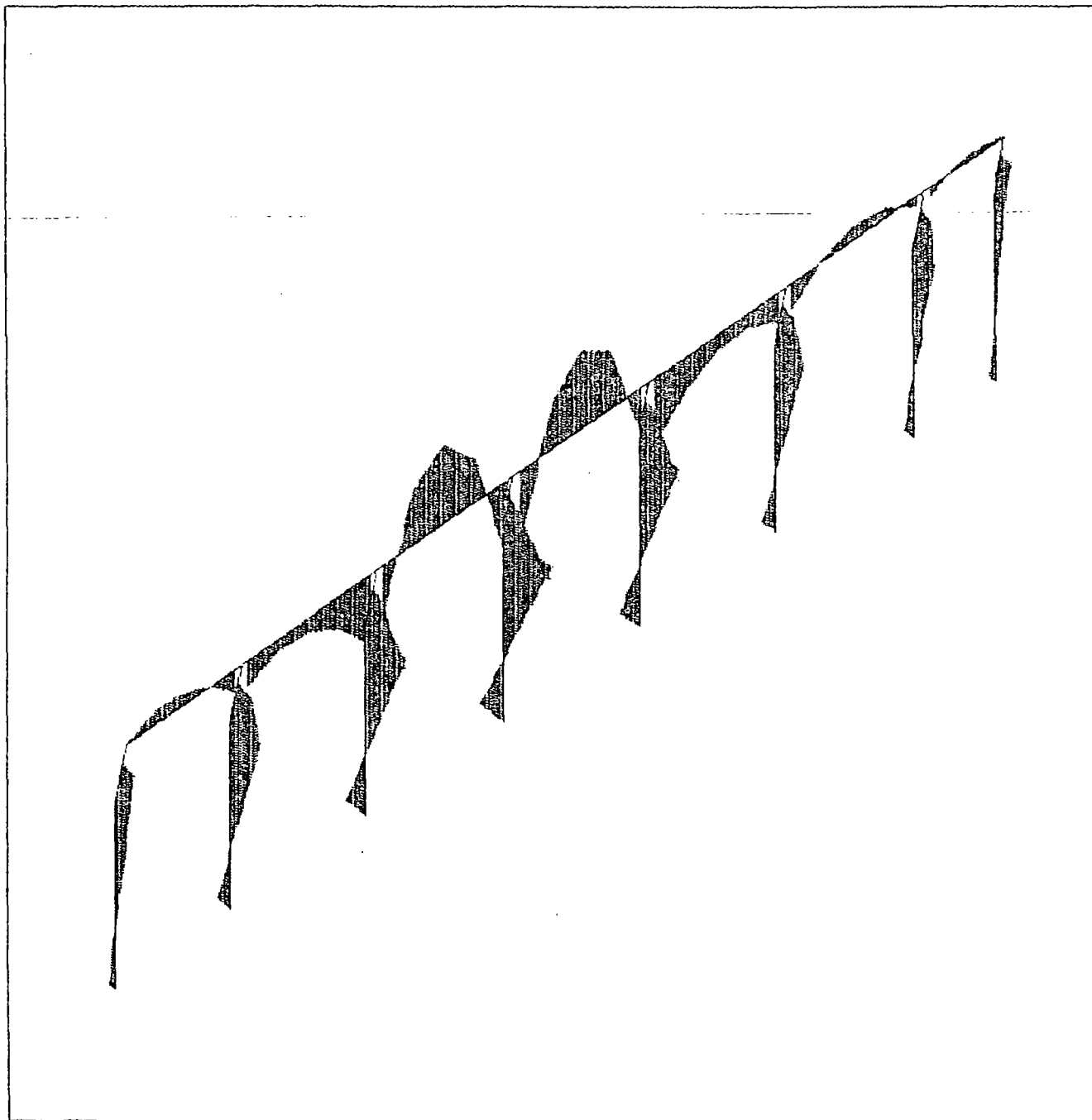
COMBO

1 C=1,0
2 C=0,1
3 C=1,1
4 C=1,0,1
5 C=1,0,0,1
6 C=1,0,0,0,1

7 C=1,0,0,0,0,1
8 C=1,0,0,0,0,0,1
9 C=1,0,0,0,0,0,0,1
10 C=1.1,1.2
11 C=1.1,0,1.2
12 C=1.1,0,0,1.2
13 C=1.1,0,0,0,1.2 :COMBINACION CRITICA
14 C=1.1,0,0,0,0,1.2
15 C=1.1,0,0,0,0,0,1.2
16 C=1.1,0,0,0,0,0,0,1.2



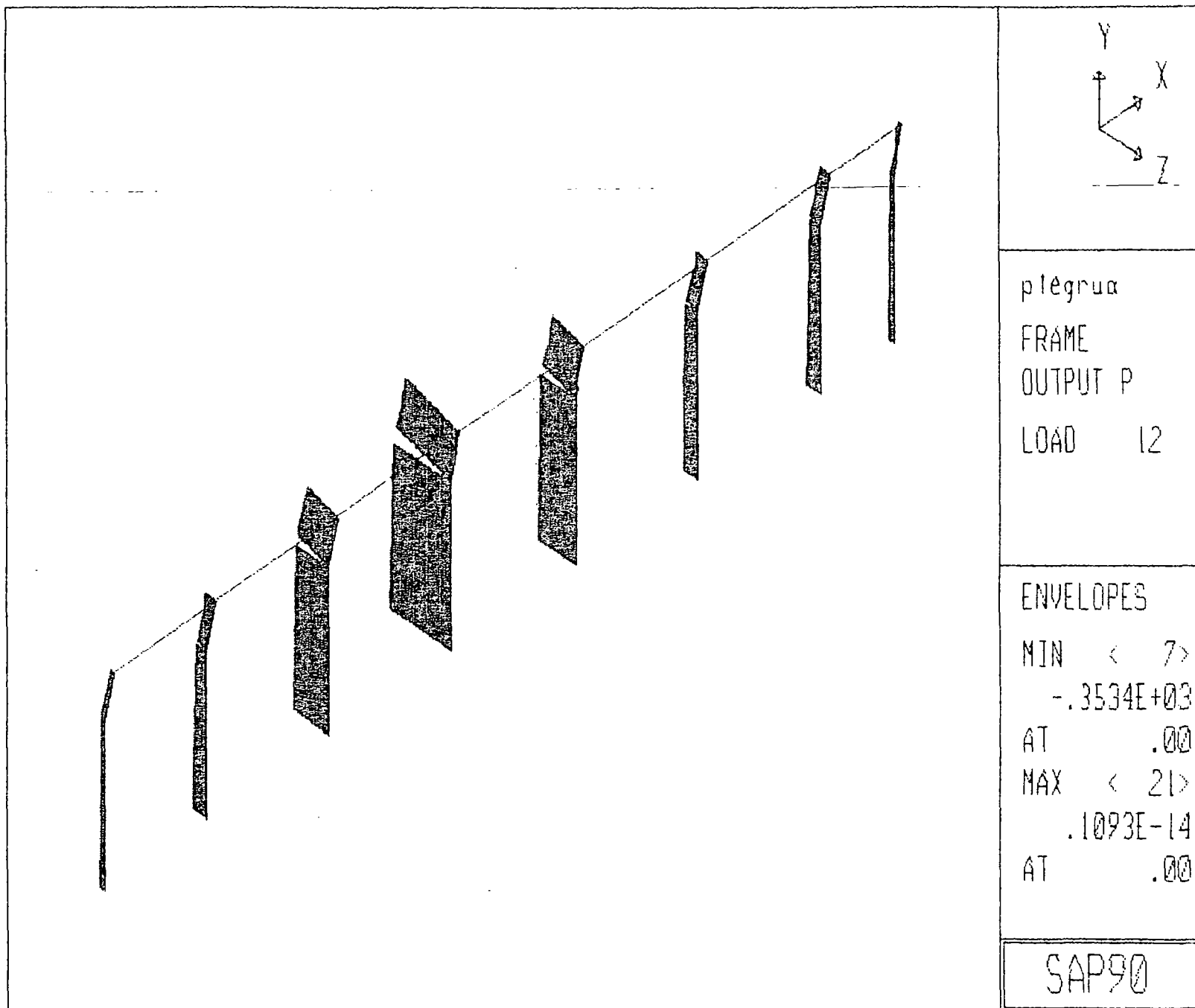




plgrua
FRAME
OUTPUT M33
LOAD 12

ENVELOPES
MIN < 24>
-.1533E+03
AT .40
MAX < 24>
.1516E+03
AT 4.25

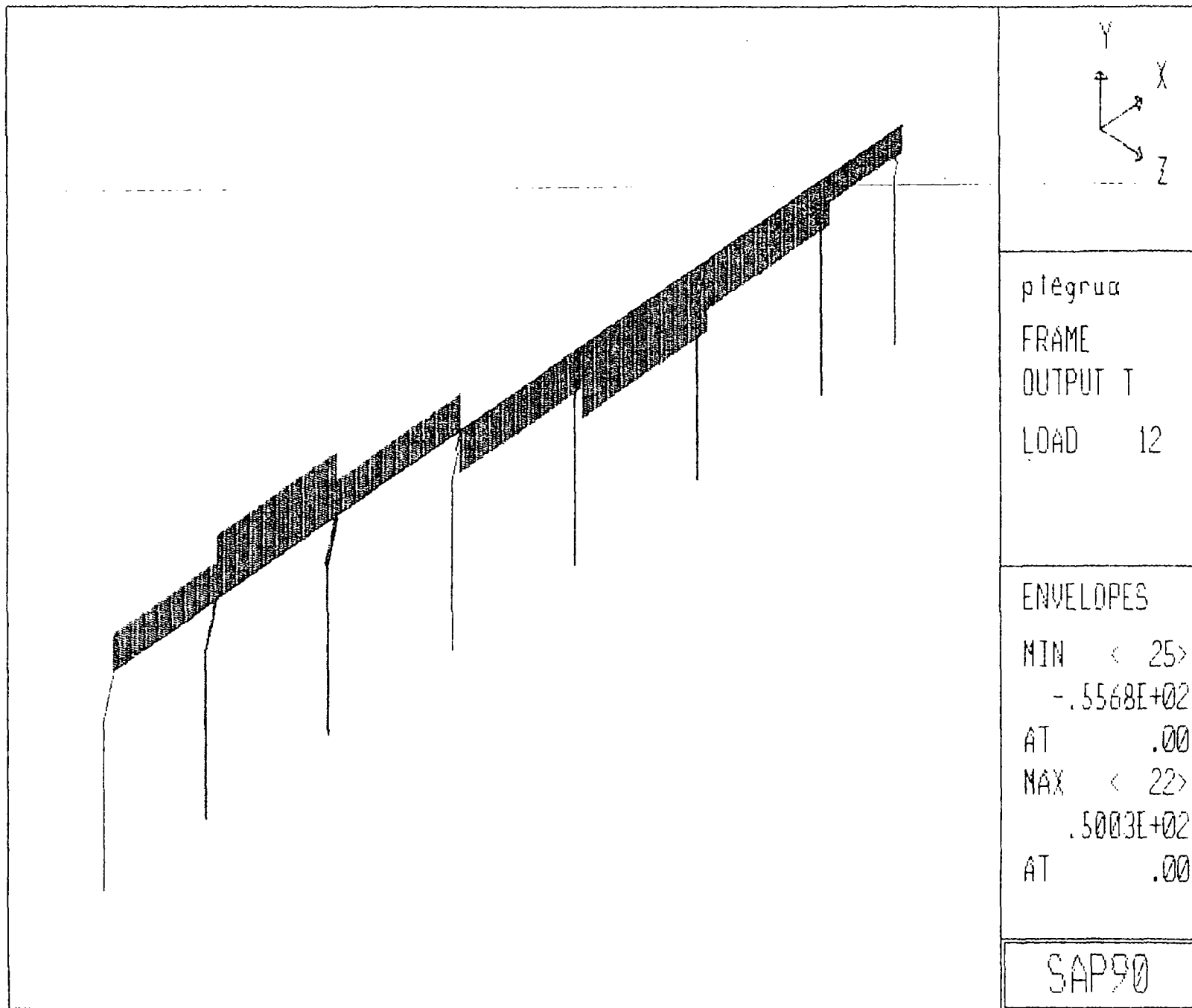
SAP90

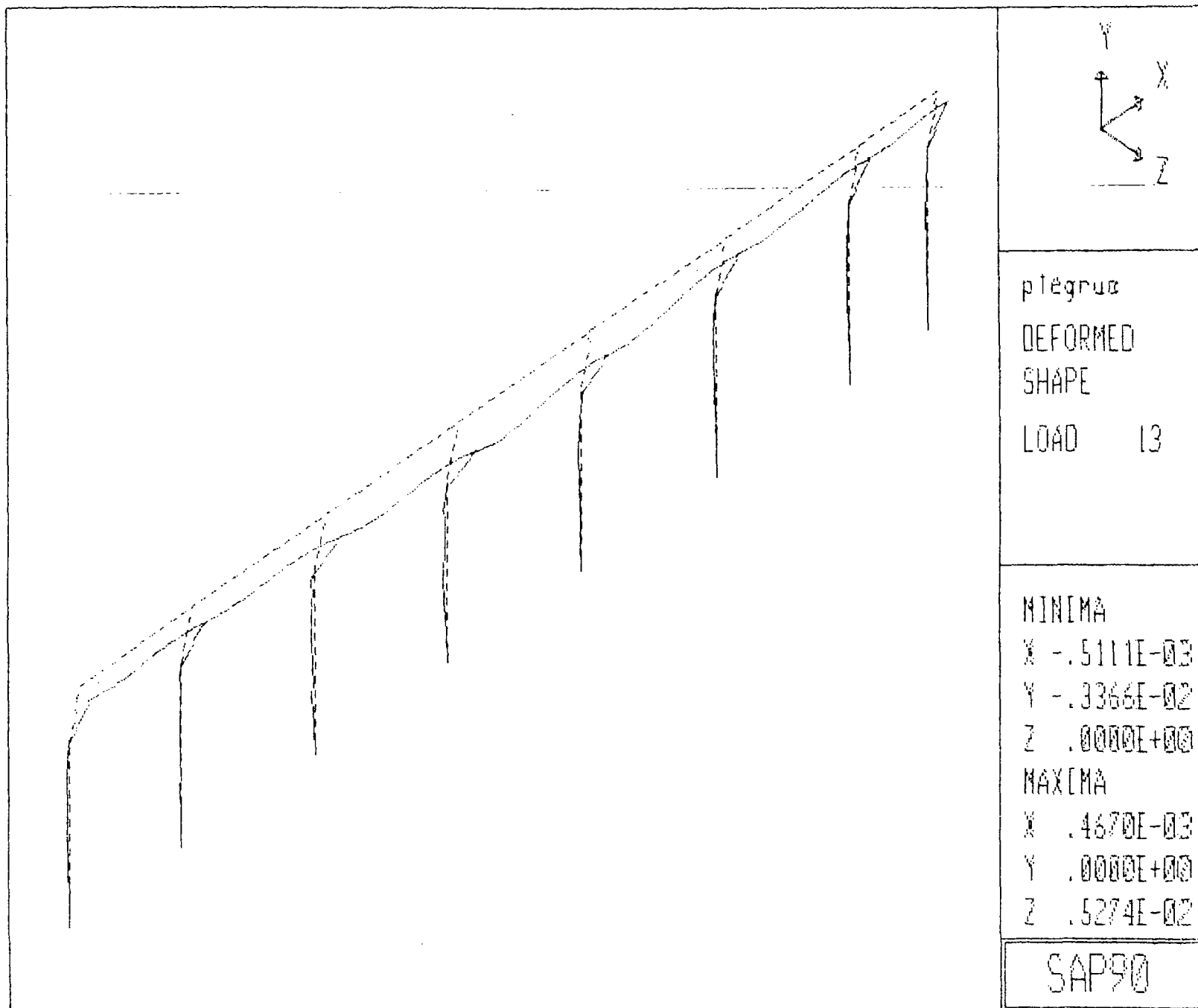


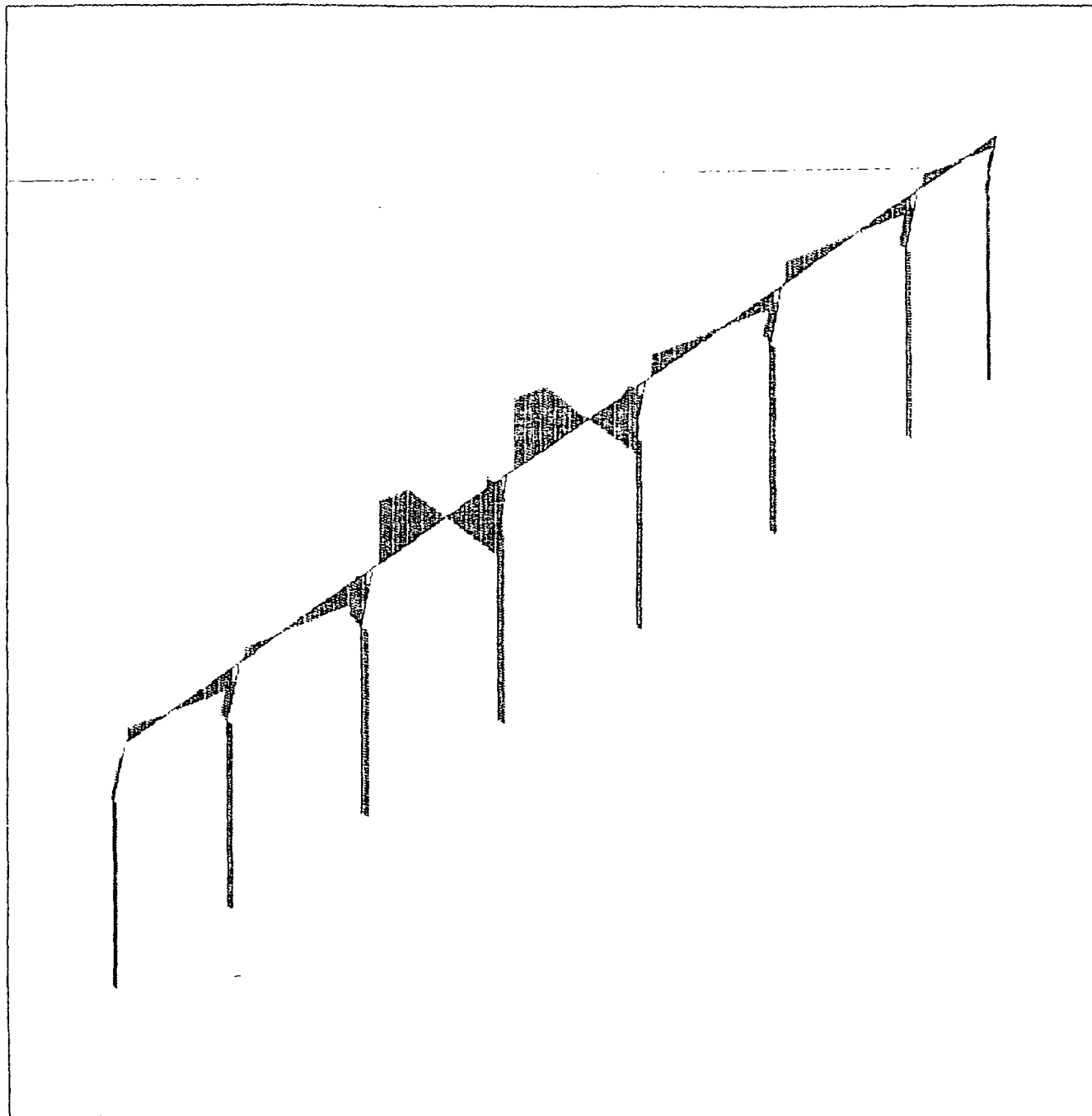
plégrua
FRAME
OUTPUT P
LOAD 12

ENVELOPES
MIN < 7>
-.3534E+03
AT .00
MAX < 21>
.1093E-14
AT .00

SAP90



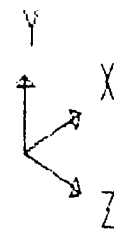
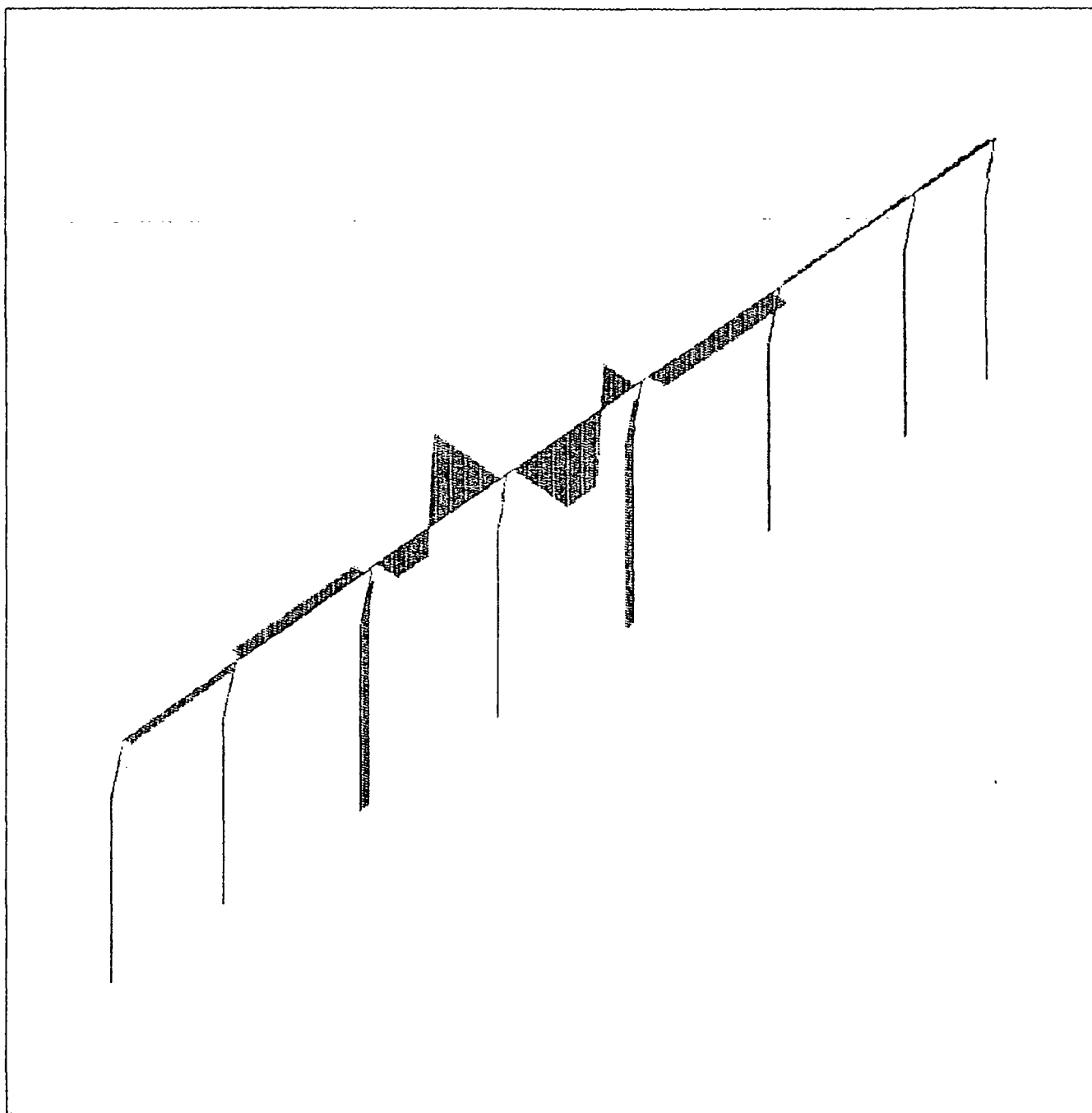




piegrua
FRAME
OUTPUT V22
LOAD 13

ENVELOPES
MIN < 23>
-.1355E+03
AT 8.10
MAX < 24>
.1228E+03
AT .40

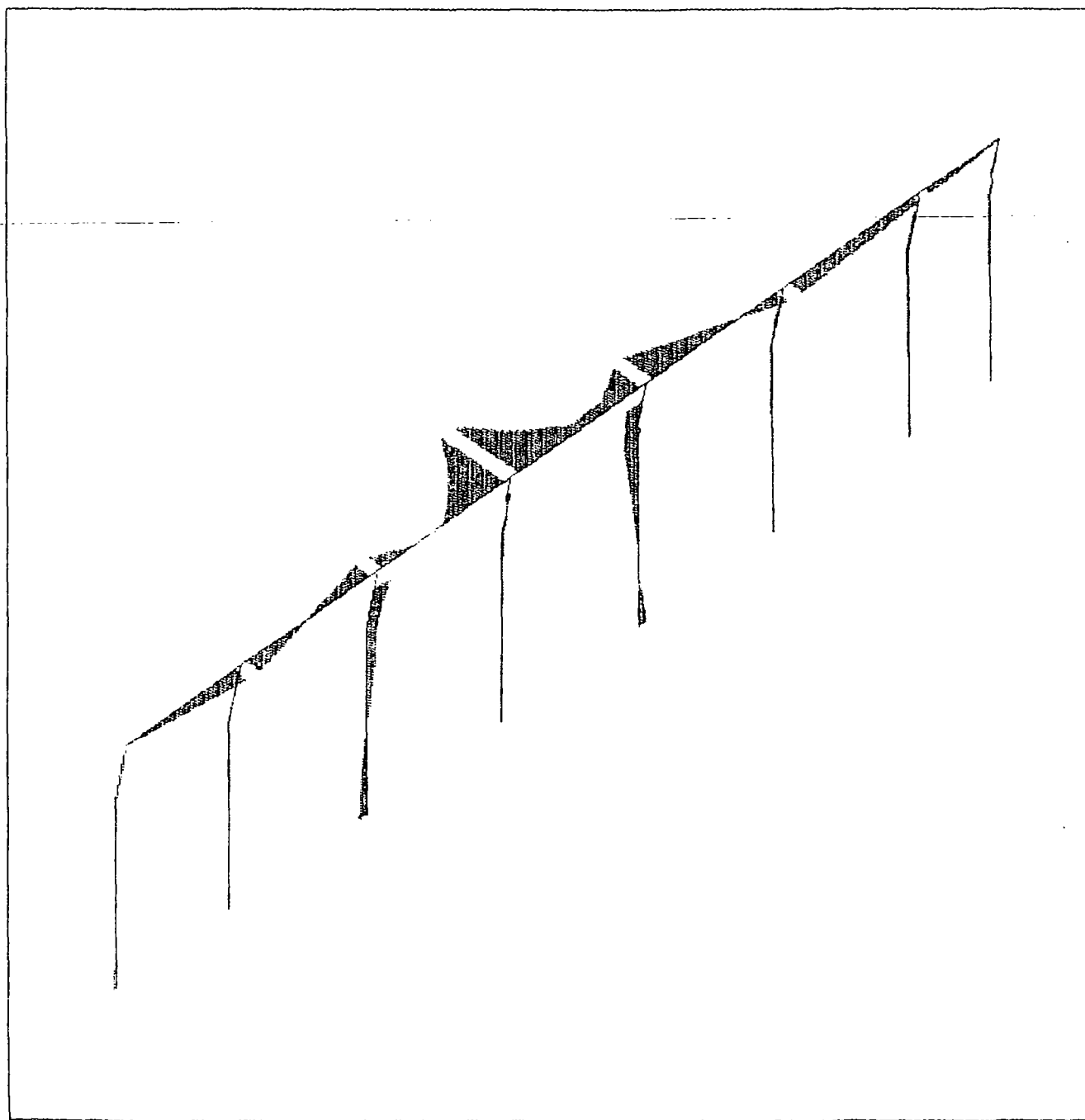
SAP90



ptegrva
FRAME
OUTPUT V33
LOAD 13

ENVELOPES
MIN < 23>
-.1380E+02
AT 8.10
MAX < 24>
.1116E+02
AT .40

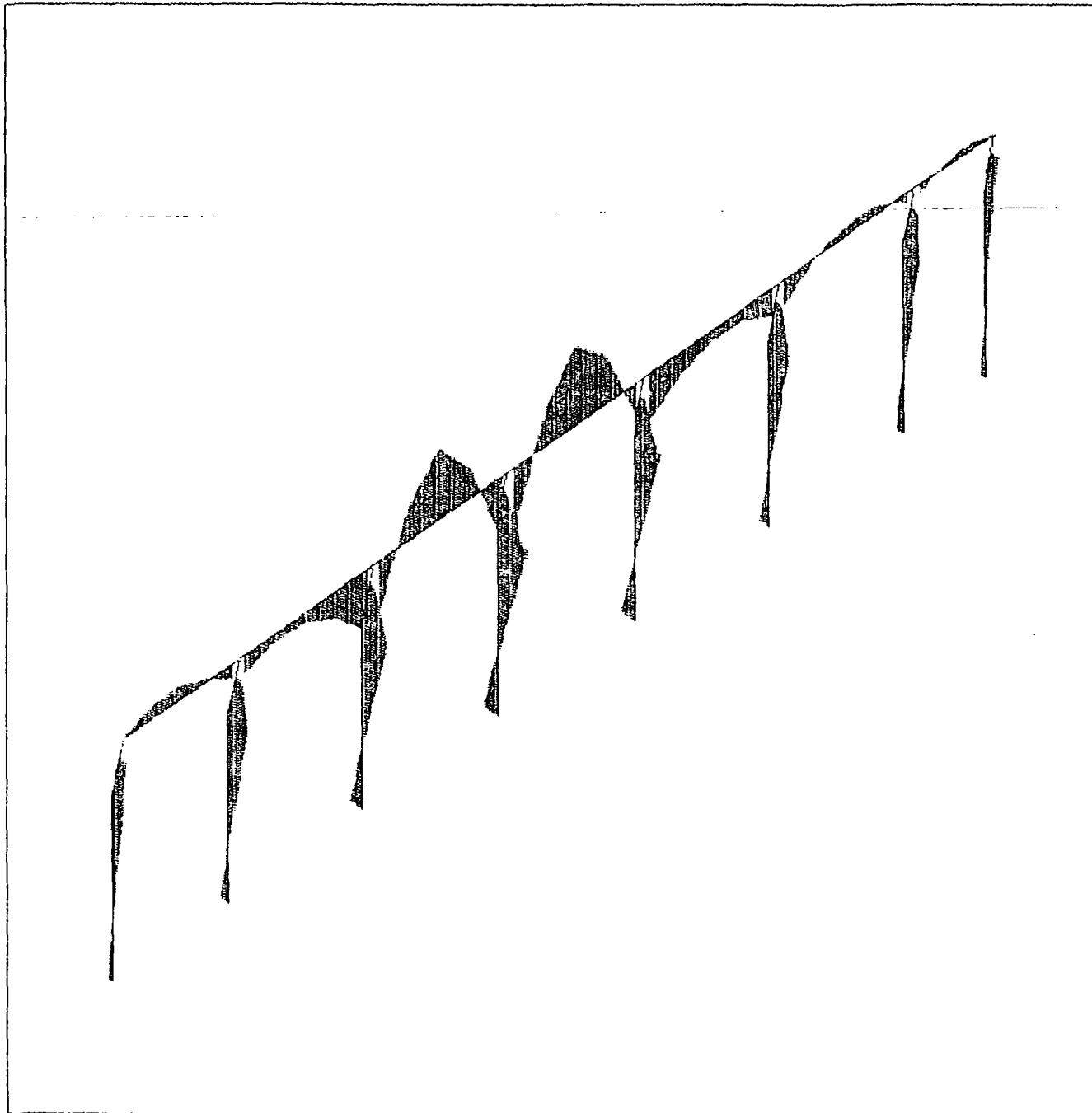
SAP90



plégrua
FRAME
OUTPUT M22
LOAD 13

ENVELOPES
MIN < 24>
-.3820E+02
AT .40
MAX < 6>
.9274E+01
AT 2.07

SAP90



plgrua

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 13

ENVELOPES

MIN < 24>

-.1439E+03

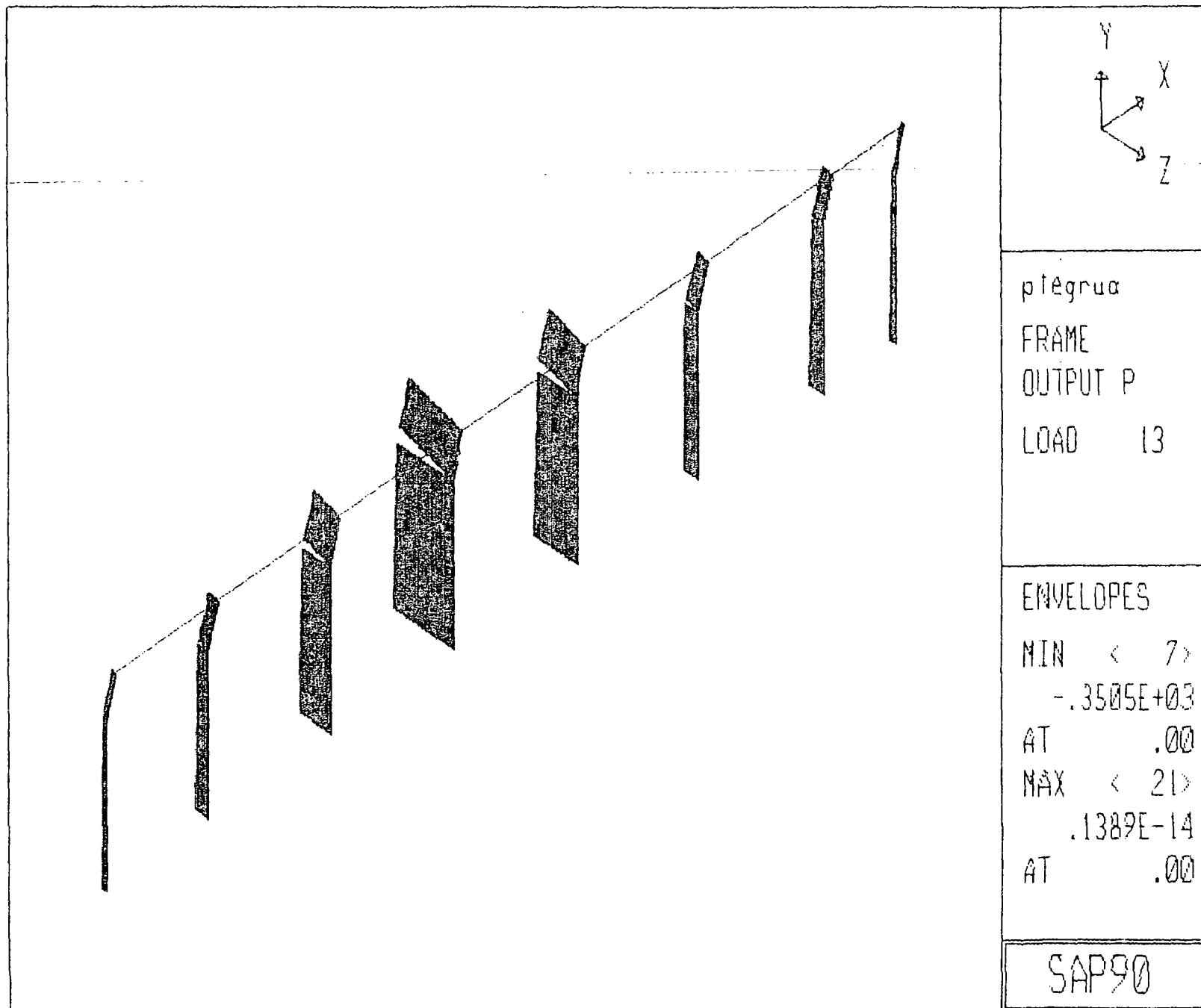
AT .40

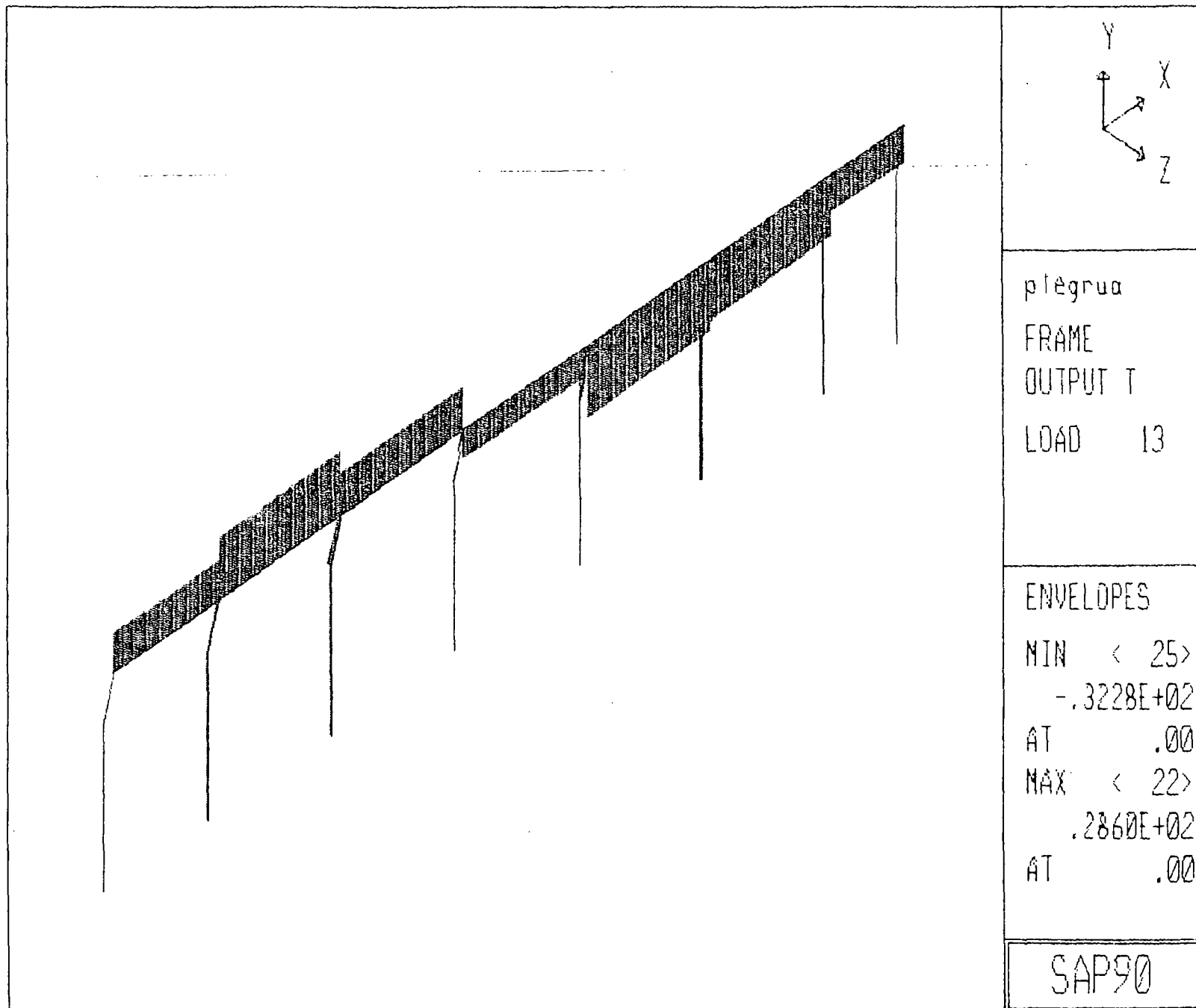
MAX < 24>

.1740E+03

AT 4.25

SAP90





PORTICO DEL PUENTE BRUA DE CASA DE MAQUINAS PTEGRUAL
SYSTEM :CON CARGAS FACTORIAZADAS, EXENTRICIDAD Y FRENAO
L=3

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0
2 Y=8.4
3 Y=11.3 Z=0.65 :CONSIDERA EXENTRICIDAD
4 X=7.25 Y=0 Z=0
19 X=49.75 E=4.19,3
22 X=54.75 F=1,7,2,3,1

RESTRAINTS

1 24 1 R=0,0,0,0,0,0
1 22 3 R=1,1,1,1,1,1
2 23 3 R=0,0,1,0,0,0 :COLUMNAS ANCLADAS A LA ROCA
3 24 3 R=0,0,1,0,0,0 :ANCLAJE A NIVEL DE LA VISA DEL PORTICO
CONSTRAINTS
5 24 3 D=3

FRAME

NM=5 NL=17 Y=-1
1 SH=R T=1.00,0.5 E=2.1E6 W=1.2
2 SH=R T=1.5,0.5 W=1.8
3 SH=R T=1.00,0.8 W=1.92
4 SH=R T=1.5,0.8 W=2.88
5 SH=R T=1.8,1.5 W=6.48
1 WL=0,-1 PLD=8.5,-50,0
2 WL=0,-1 PLD=1.6,-50,0,4.1,-50,0,5.7,-50,0,8.4,-50,0
3 WL=0,-1 PLD=1.5,-50,0,4,-50,0,5.6,-50,0
4 WL=0,-1 PLD=1.45,-50,0,3.05,-50,0,5.55,-50,0,7.15,-50,0
5 WL=0,-1 PLD=1.35,-50,0,2.95,-50,0,5.45,-50,0,7.05,-50,0
6 WL=0,-1 PLD=2.8,-50,5,4.4,-50,5,6.9,-50,5,8.5,-50,5 :ESTADO
7 WL=0,-1 PLD=2.7,-50,5,4.3,-50,5,6.8,-50,5,8.4,-50,5 :CRITICO
8 WL=0,-1 PLD=4.4,-50,0,6,-50,0,8.5,-50,0
9 WL=0,-1 PLD=1.6,-50,0,4.3,-50,0,5.9,-50,0,8.4,-50,0
10 WL=0,-1 PLD=1.5,-50,0
11 WL=0,-1 PLD=5.7,-50,0,7.3,-50,0
12 WL=0,-1 PLD=1.3,-50,0,2.9,-50,0,5.6,-50,0,7.2,-50,0
13 WL=0,-1 PLD=1.2,-50,0,2.8,-50,0
14 WL=0,-1 PLD=6.9,-50,0,8.5,-50,0,
15 WL=0,-1 PLD=2.5,-50,0,4.1,-50,0,6.8,-50,0,8.4,-50,0
16 WL=0,-1 PLD=2.4,-50,0,4,-50,0
17 WL=0,-1

C COLUMNAS

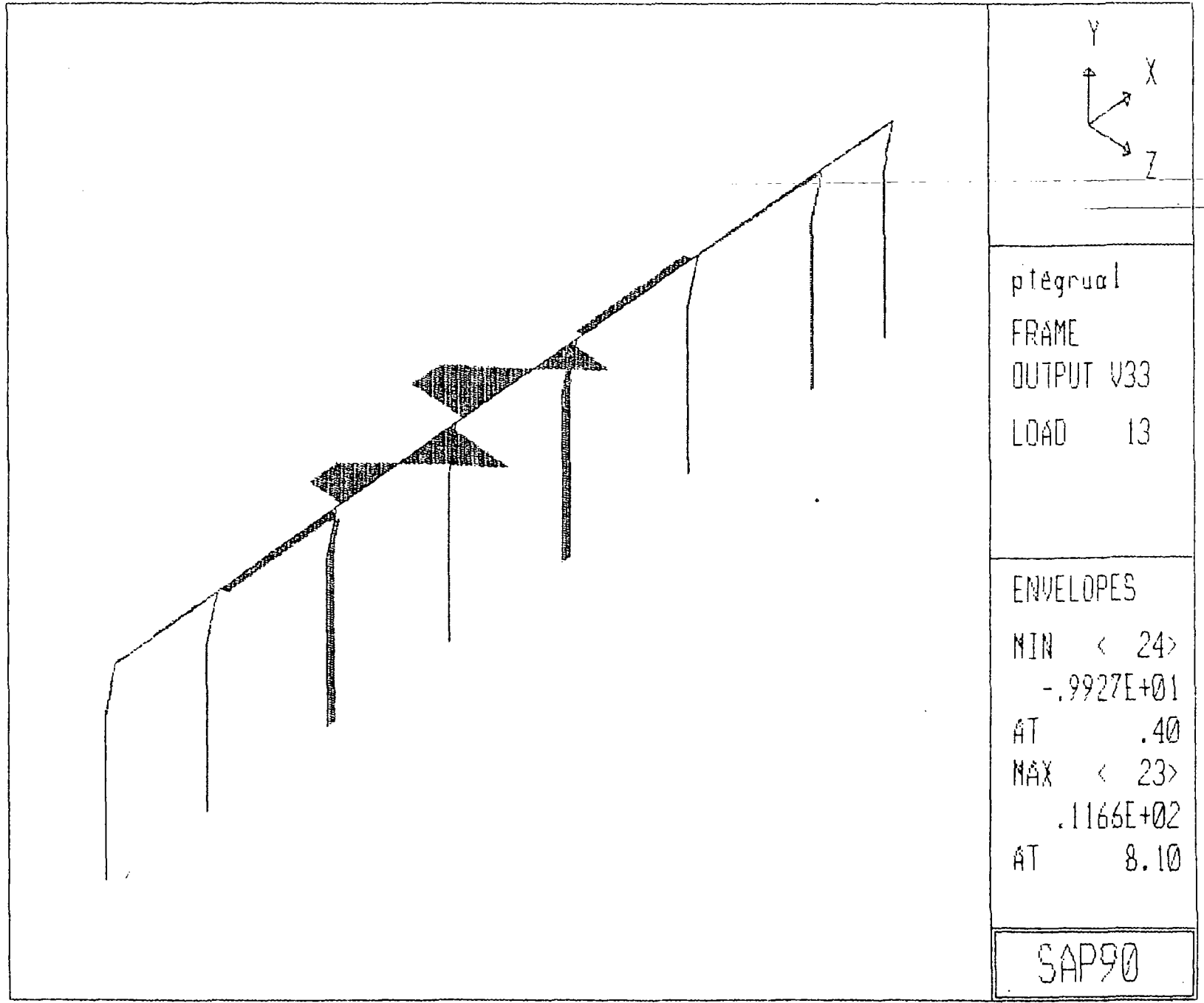
1 1 2 M=1 LP=3,0 G=1,14,21,21
2 2 3 M=1,2,1 RE=0,0,9 Z=0.5 G=1,14,21,21
3 4 5 M=3 G=5,2,3,3
4 5 6 M=3,4,1 RE=0,0,9 Z=0.5 G=5,2,3,3

C VIGAS

21 3 6 M=5 LP=1,0 NSL=0,17,17,17,17,17,17 RE=0.25,0.4 Z=0.5
22 6 9 NSL=0,17,1,17,17,17,17 RE=0.4,0.4
23 9 12 NSL=0,17,2,4,6,8,11,14 RE=0.4,0.4
24 12 15 NSL=0,17,3,5,7,9,12,15 RE=0.4,0.4 7 C=1,0,0,0,0,1
25 15 18 NSL=0,17,17,17,17,10,13,16 RE=0.4,0.4 8 C=1,0,0,0,0,0,1
26 18 21 NSL=0,17,17,17,17,17,17,17 RE=0.4,0.4 9 C=1,0,0,0,0,0,0,1
27 21 24 NSL=0,17,17,17,17,17,17,17 RE=0.4,0.25 10 C=1,1,1,2
11 C=1,1,0,1,2
12 C=1,1,0,0,1,2

COMBO

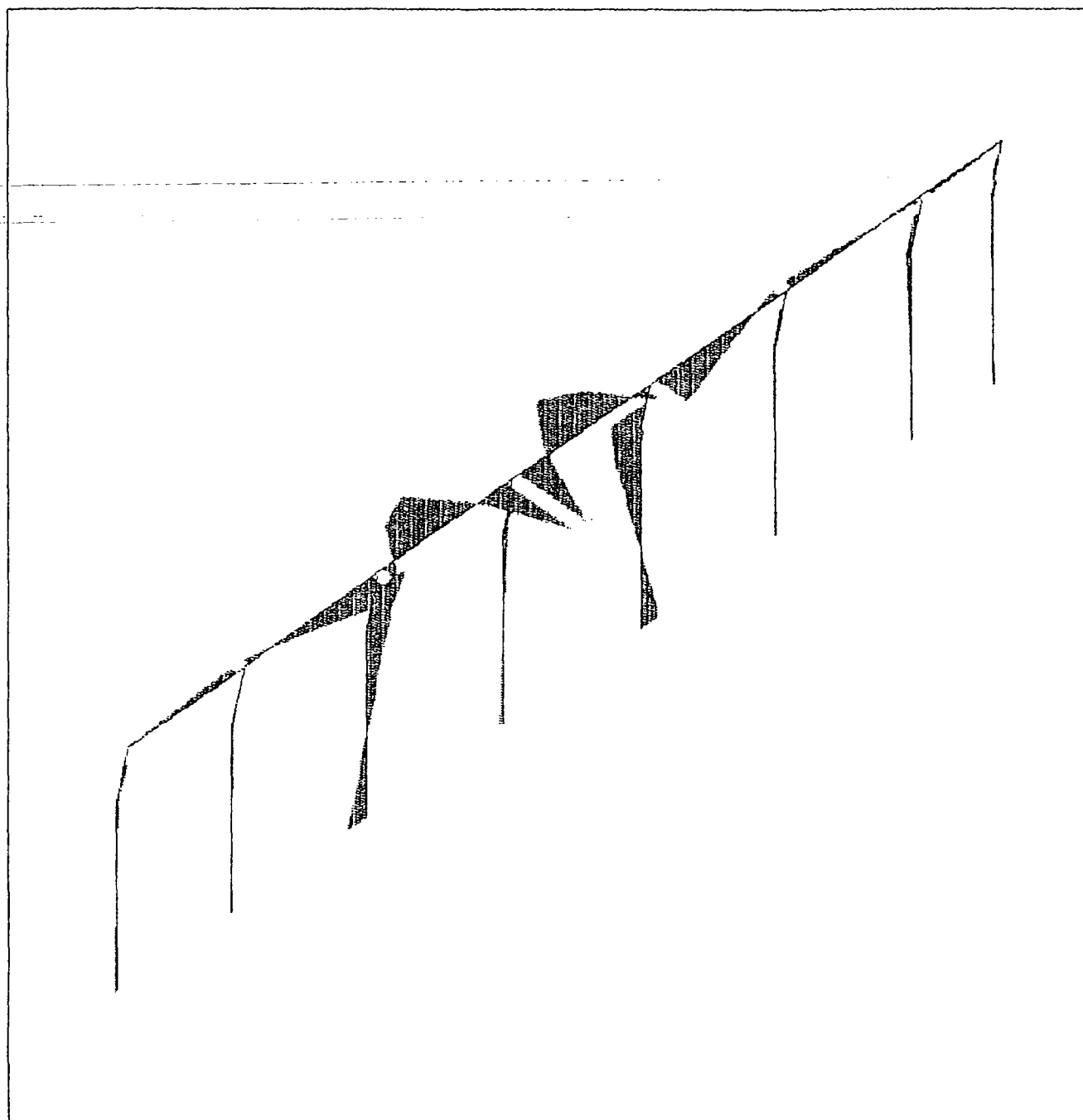
1 C=1,0
2 C=0,1
3 C=1,1
4 C=1,0,1
5 C=1,0,0,1
13 C=1,1,0,0,0,1,2 :COMBINACION CRITICA
14 C=1,1,0,0,0,0,1,2
15 C=1,1,0,0,0,0,0,1,2
16 C=1,1,0,0,0,0,0,0,1,2



ptegral
FRAME
OUTPUT V33
LOAD 13

ENVELOPES
MIN < 24>
-.9927E+01
AT .40
MAX < 23>
.1166E+02
AT 8.10

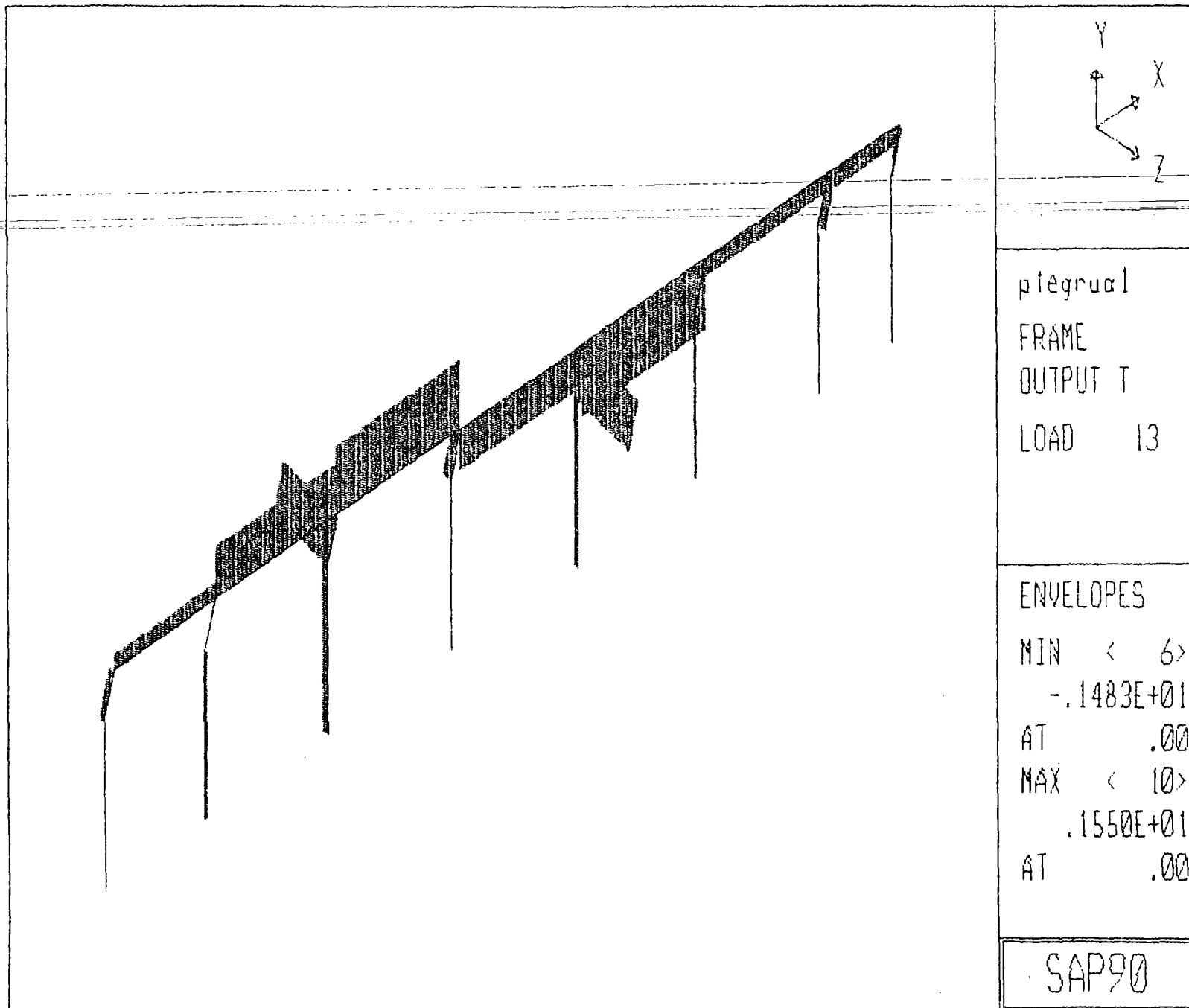
SAP90



ptegral
FRAME
OUTPUT M22
LOAD 13

ENVELOPES
MIN < 24>
-.1147E+02
AT 4.25
MAX < 24>
.1745E+02
AT .40

SAP90



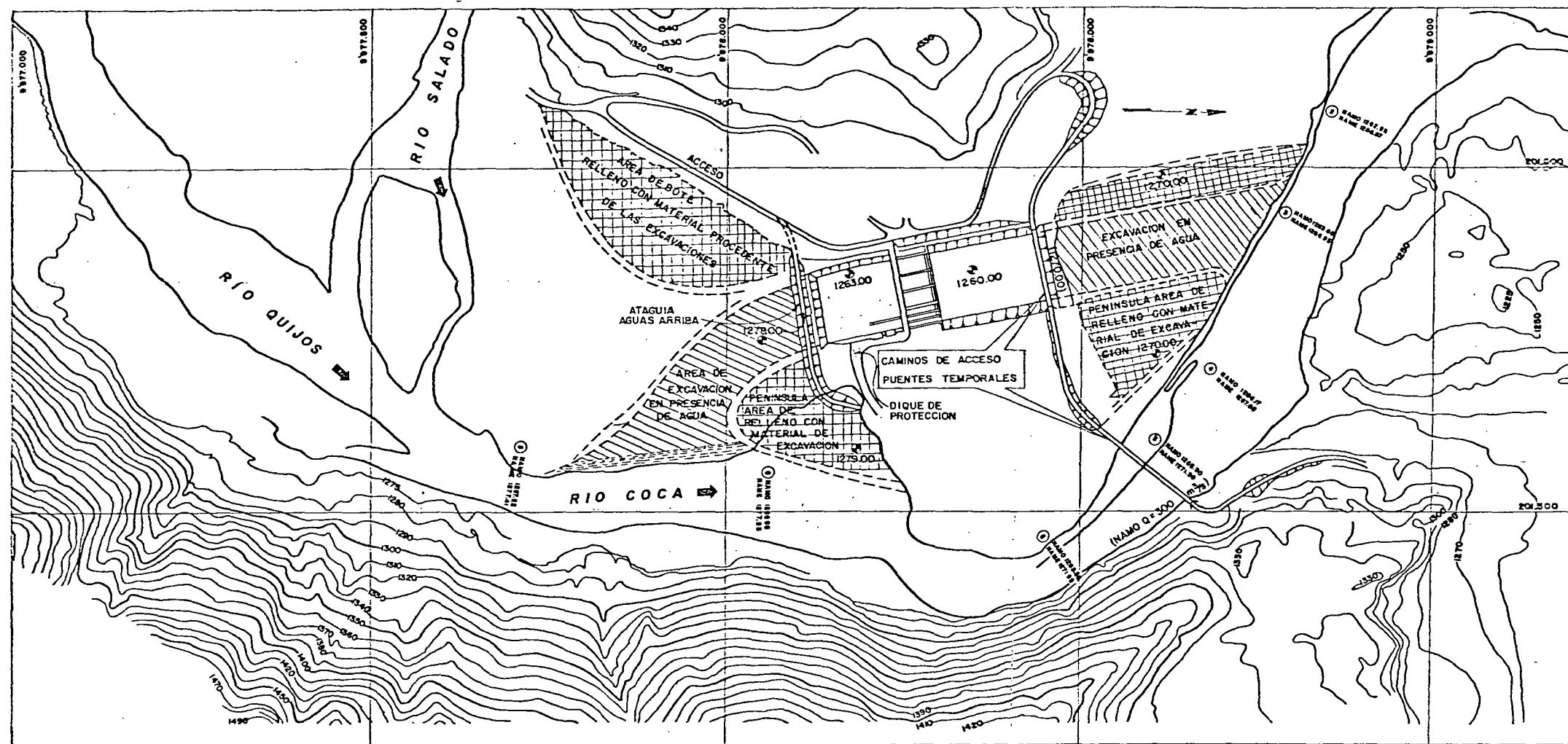
piegrual
FRAME
OUTPUT T
LOAD 13

ENVELOPES
MIN < 6>
-.1483E+01
AT .00
MAX < 10>
.1550E+01
AT .00

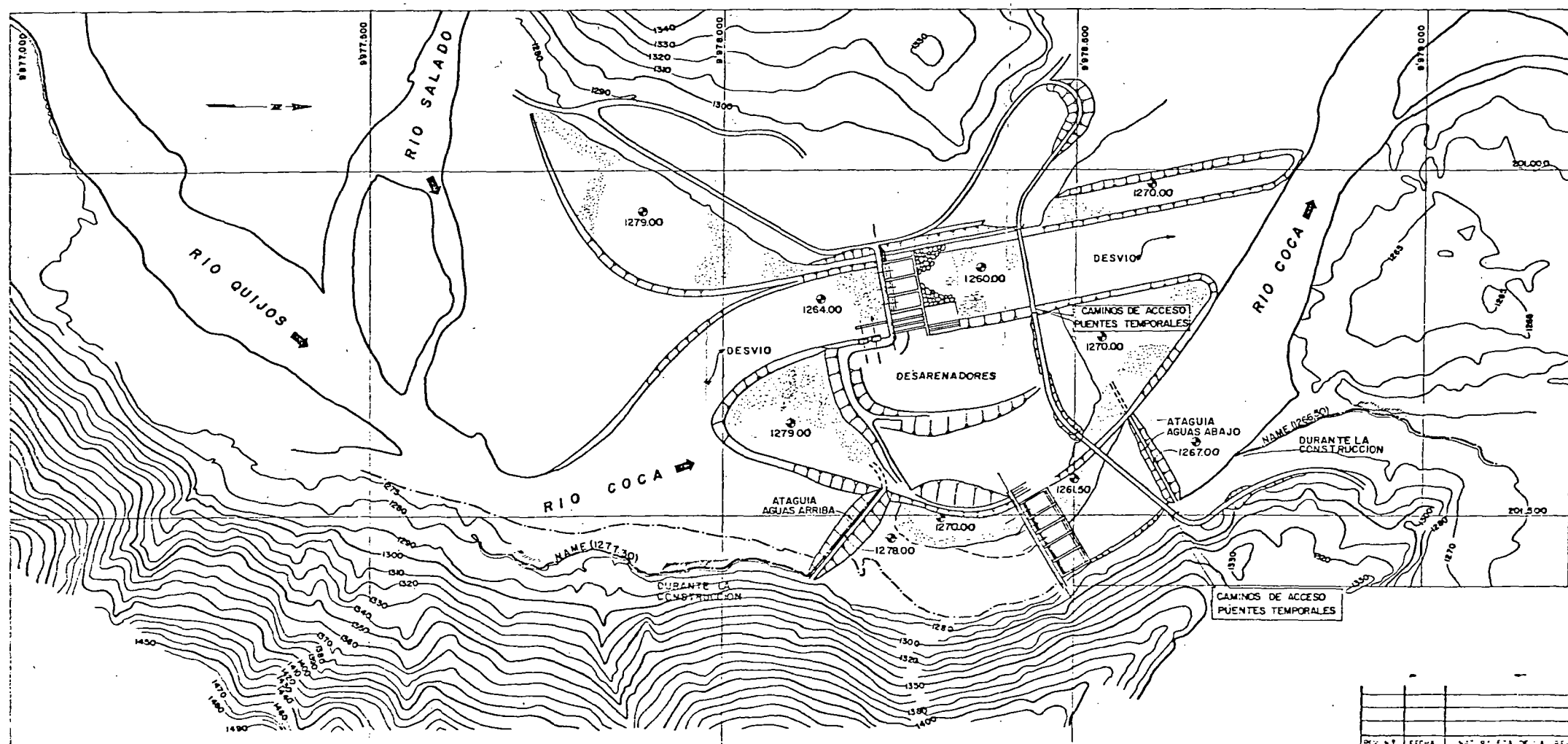
SAP90

PLANOS

PRIMERA FASE
CONSTRUCCION DESVIO, ALIVIADERO SECUNDARIO Y OERA DE TOMA



SEGUNDA FASE
CONSTRUCCION ALIVIADERO PRINCIPAL



1-NAMO : NIVEL DE AGUA MAXIMO DE OPERACION
2-NAMO : NIVEL DE AGUA MAXIMO EXCEPCIONAL

ESC. 100 0 100 200 300 m.

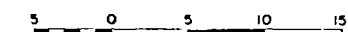
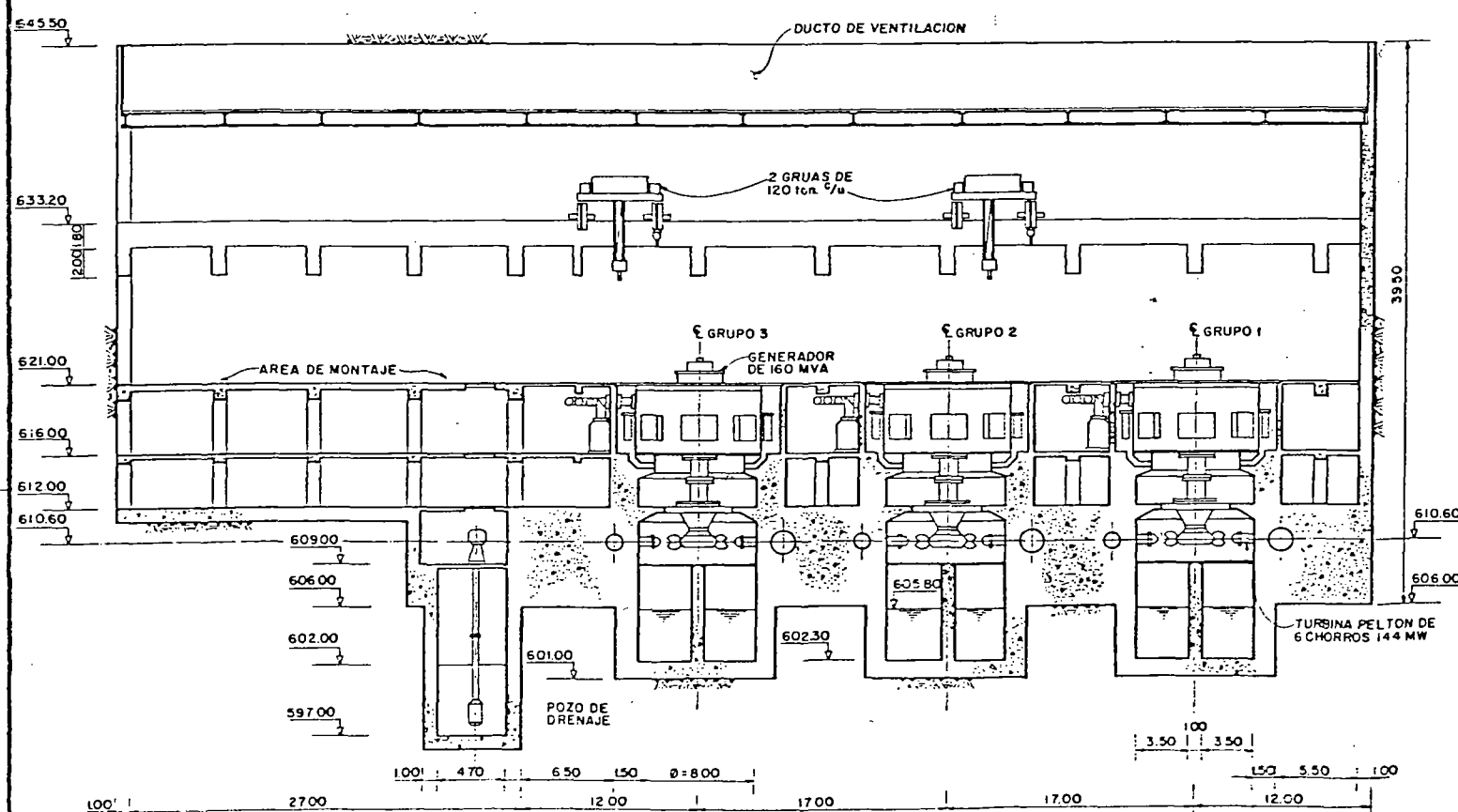
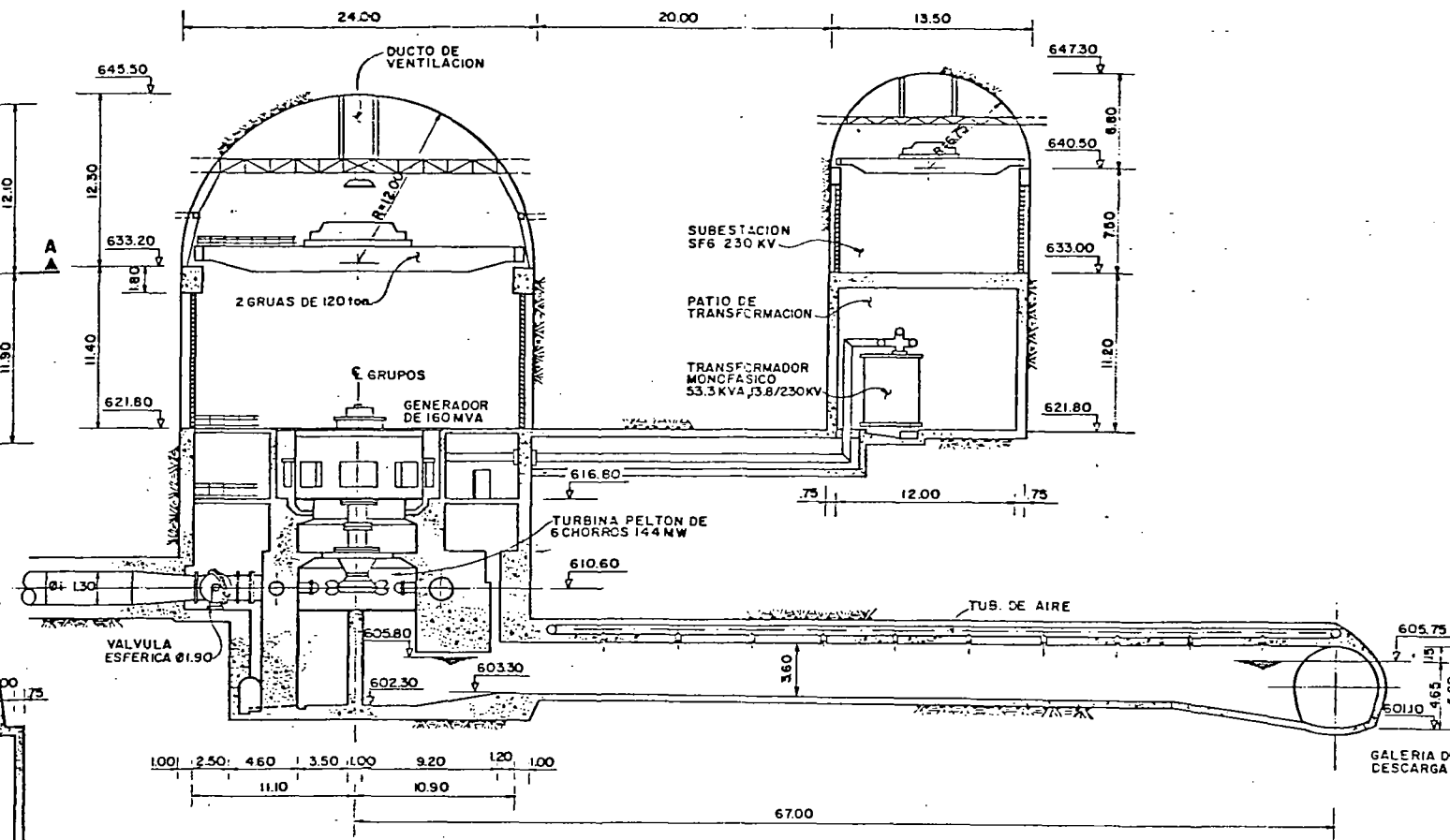
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES



INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

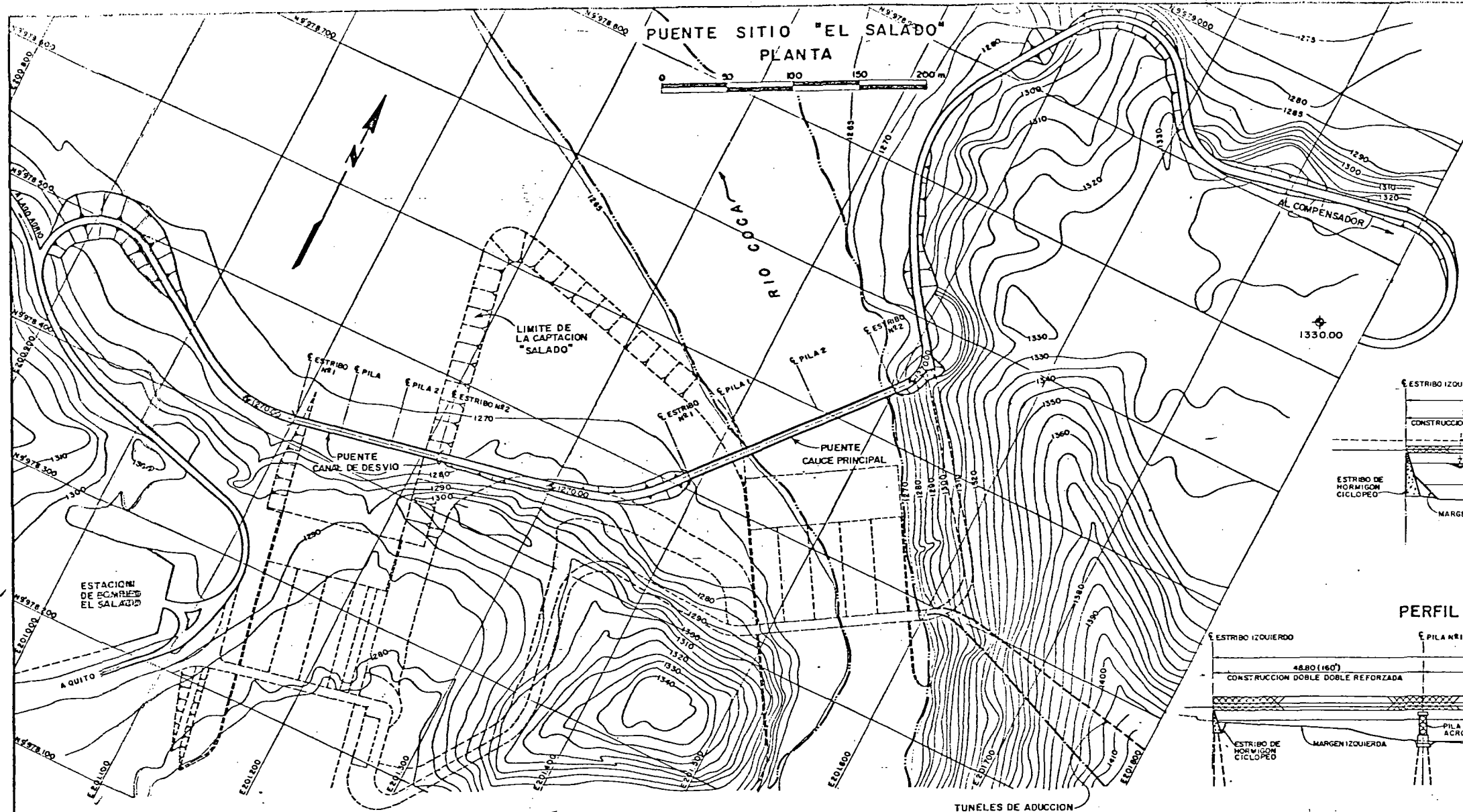
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE
CAPTACION SALADO
MANEJO DEL RIO DURANTE LA CONSTRUCCION
PRIMERA Y SEGUNDA FASE

HOJA DE	ESC.
DISEÑADO E.F.	RECOMENDADO
DISEÑADO P.E.A.	APROBADO
REVISADO	
FECHA MARZO - 1982	REF 0209-C-2040

CORTL. B-B

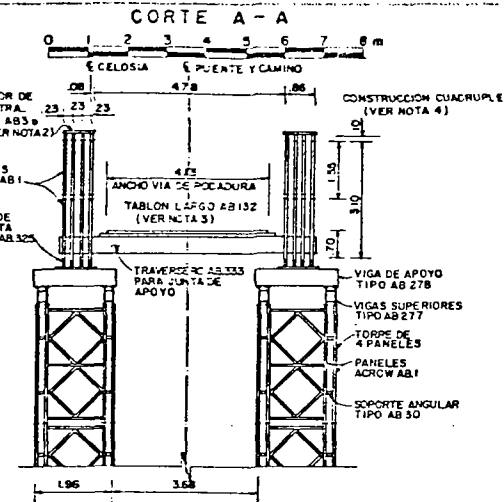


ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
 INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B" CASA DE MAQUINAS PISO PRINCIPAL Y DE TRANSFORMADORES PLANTA Y CORTES			
FECHA DE		ENC	
DESIGNADO	RECOMENDADO		
DELEGADO	6 M.		
PREVISADO		APROBADO	
FECHA	AERIL - 1992		REF 0209 - C - 2041

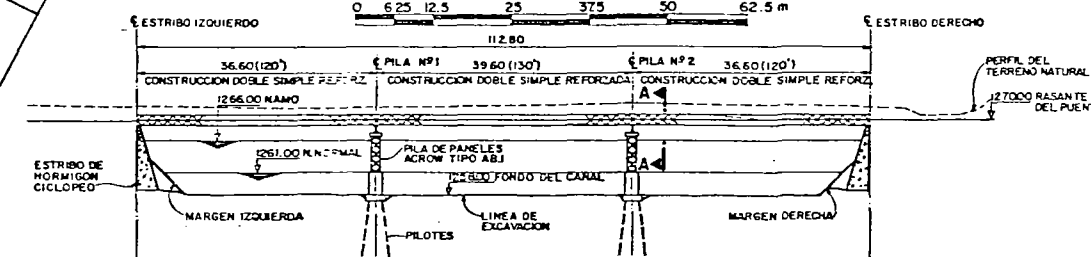


PUENTE SITIO "EL SALADO"
PLANTA

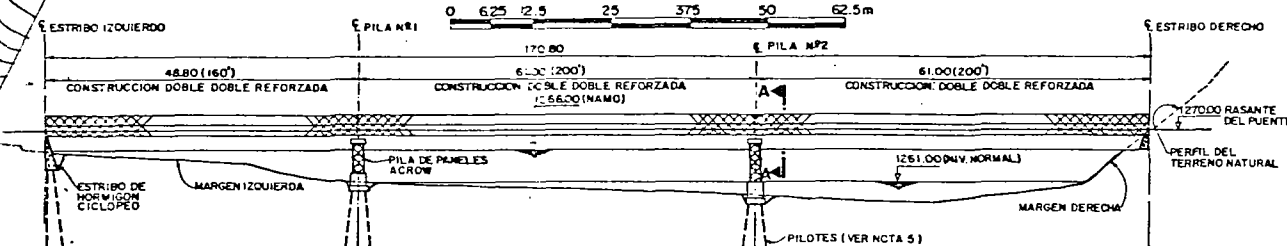
0 50 100 150 200 m



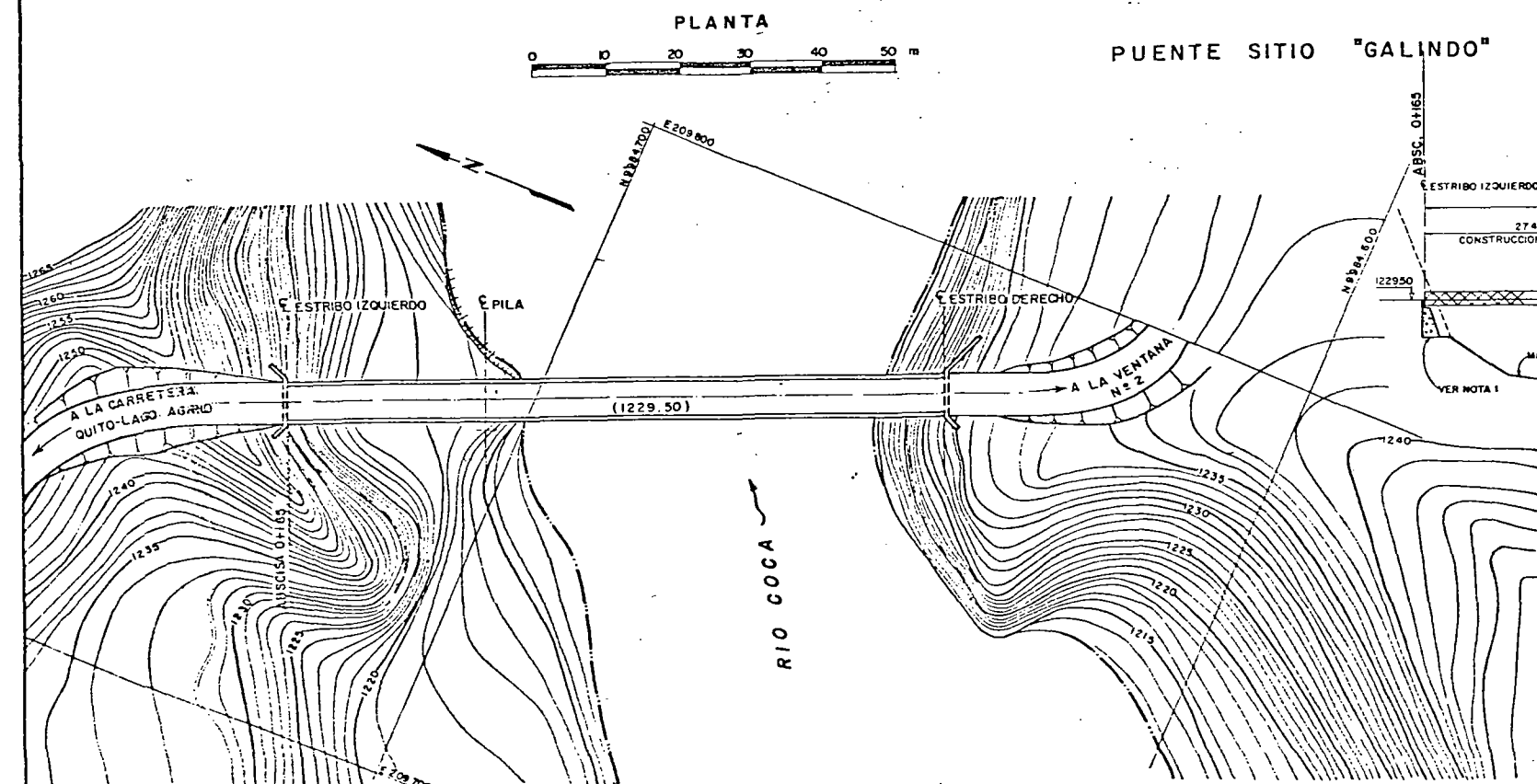
PERFIL LONGITUDINAL (PUENTE CANAL DE DESVIO)



PERFIL LONGITUDINAL (PUENTE CAUCE PRINCIPAL)

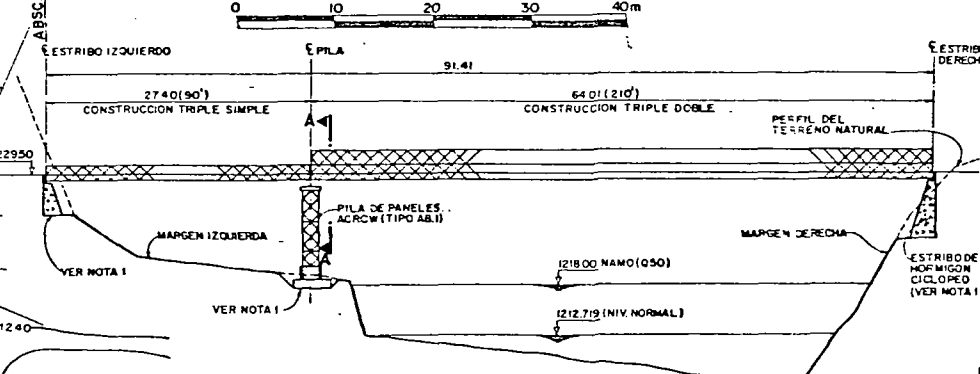


- NOTAS:**
- 1- PUENTE EN SITIO "SALADO" EL SUELO DE CIMENTACION DE LOS ESTRIBOS Y LA PILA DEBE MEJORARSE Y ESTABILIZARSE CON INYECCIONES DE CONSOLIDACION HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 10.00m EN LA MARGEN IZQUIERDA Y DE 15.00 A 20.00m EN LA MARGEN DERECHA
 - 2- EL BASTIDOR DE ARRIOSTRAMIENTO AB.3 SIRVE PARA FIJAR 2 o 3 CELOSIAS, PARA 4 SE USARA EL BASTIDOR AB.4
 - 3- EL TABLON AB.132 ES PARA USO PESADO, IMPLICA TRAFICO FRECUENTE DE EQUIPO DE CONSTRUCCION, PARA TRAFICO NORMAL SE USARA EL TABLON AB.122
 - 4- EN LOS CORTES TRANSVERSALES DE LA SUPERESTRUCTURA, MOSTRADOS EN ESTE PLANO, SE INDICA EL TIPO DE CONSTRUCCION CUADRUPLE DOBLE, A MANERA INDICATIVA, PUEDEN NO NECESARIAMENTE CORRESPONDER A LOS CORTES SEÑALADOS EN LOS PERFILES LONGITUDINALES
 - 5- LA CIMENTACION DE LAS PILAS DE ESTE PUENTE DEBE SER PROTEGIDA CONTRA LA EROSION, HASTA LA COTA 1265.00

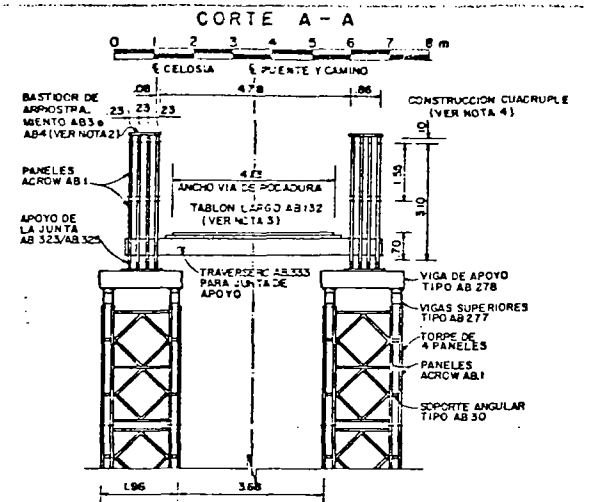
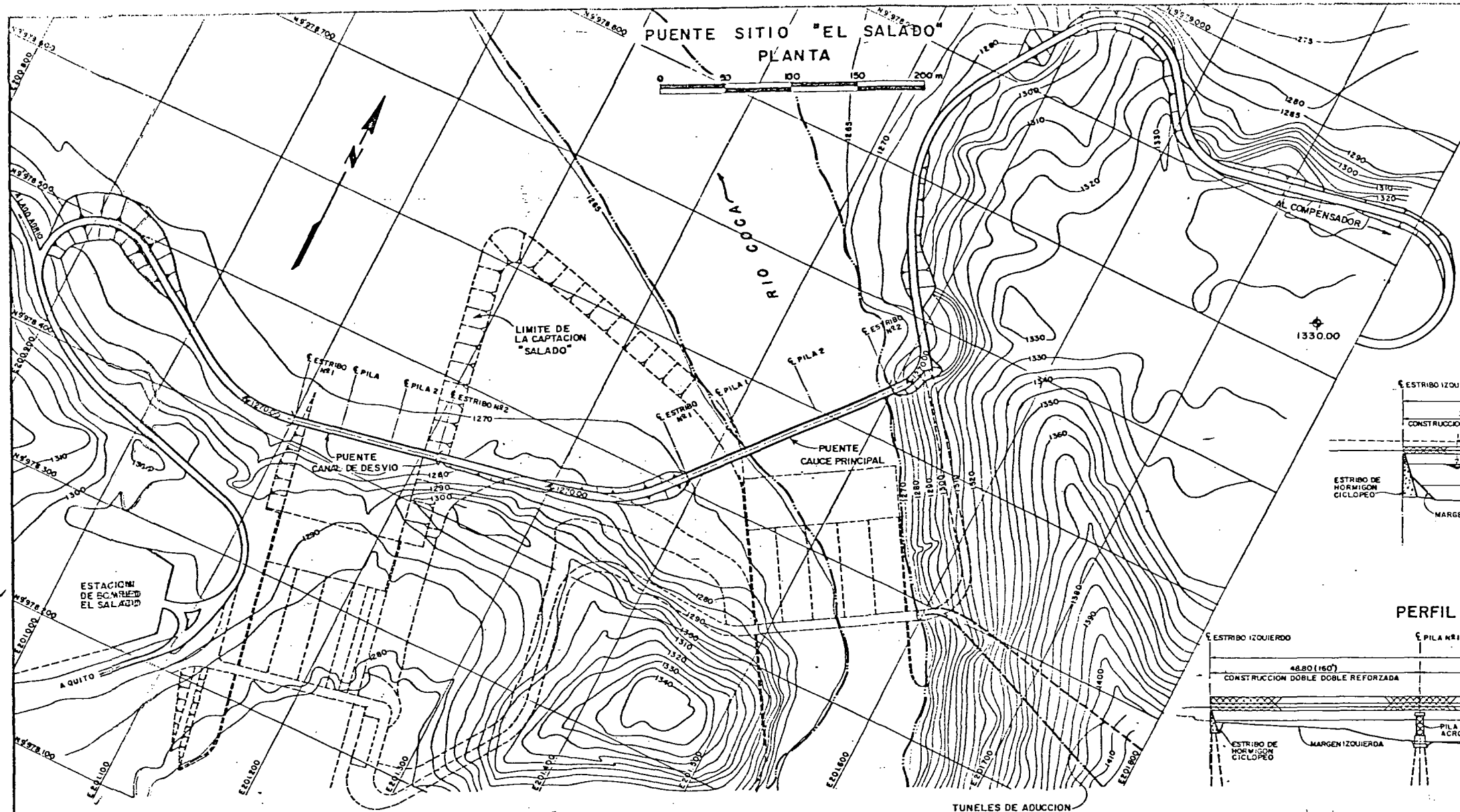


PUENTE SITIO "GALINDO"

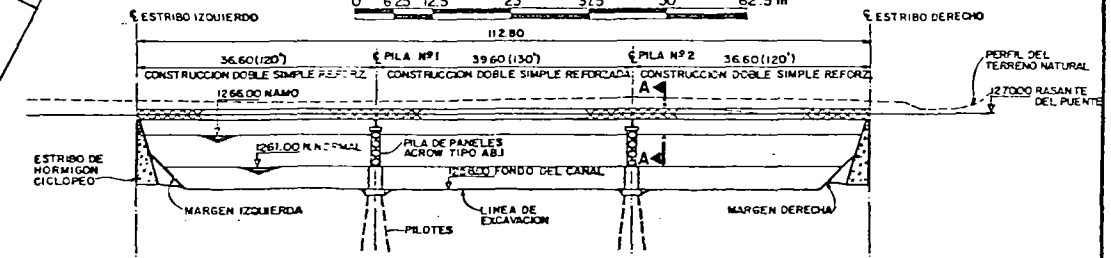
PERFIL LONGITUDINAL



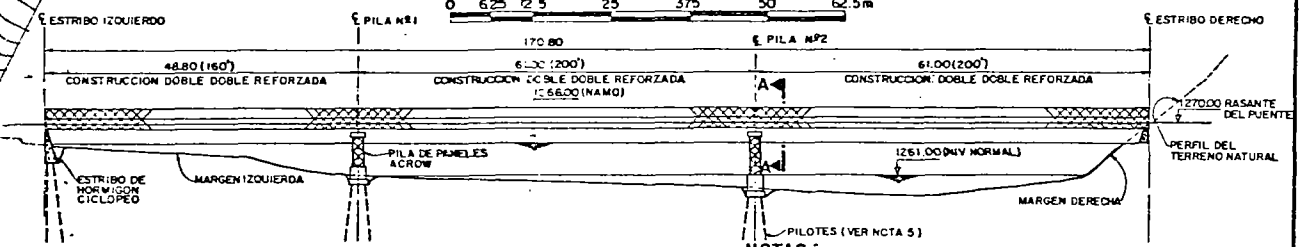
ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
CAMINOS DE ACCESO			
PUENTES TEMPORALES			
SITIOS "SALADO" Y "GALINDO": PLANTAS Y CORTES			
MOJA DE	ESC.		
DISEÑADO	P.L.M.	RECOMENDADO	
DISEÑADO	E.M.	APROBADO	
REVISADO	E.	FECHA	ABRIL - 1992
FECHA	ABRIL - 1992	*U 0209-C-2042	



PERFIL LONGITUDINAL (PUENTE CANAL DE DESVIO)

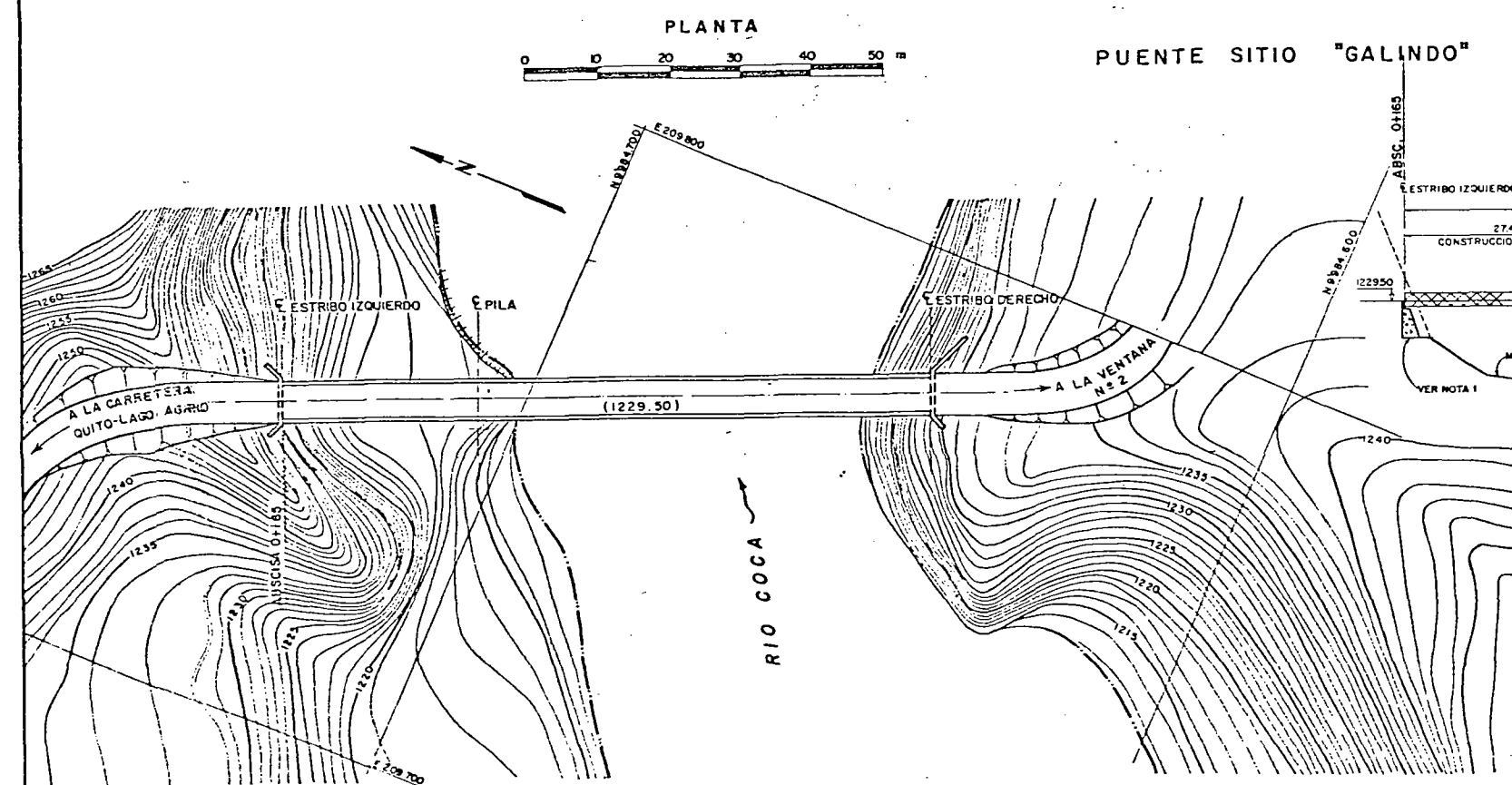


PERFIL LONGITUDINAL (PUENTE CAUCE PRINCIPAL)

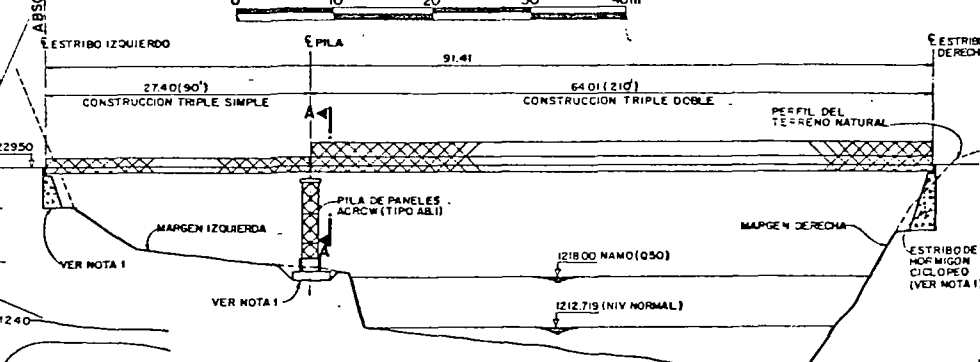


NOTAS:

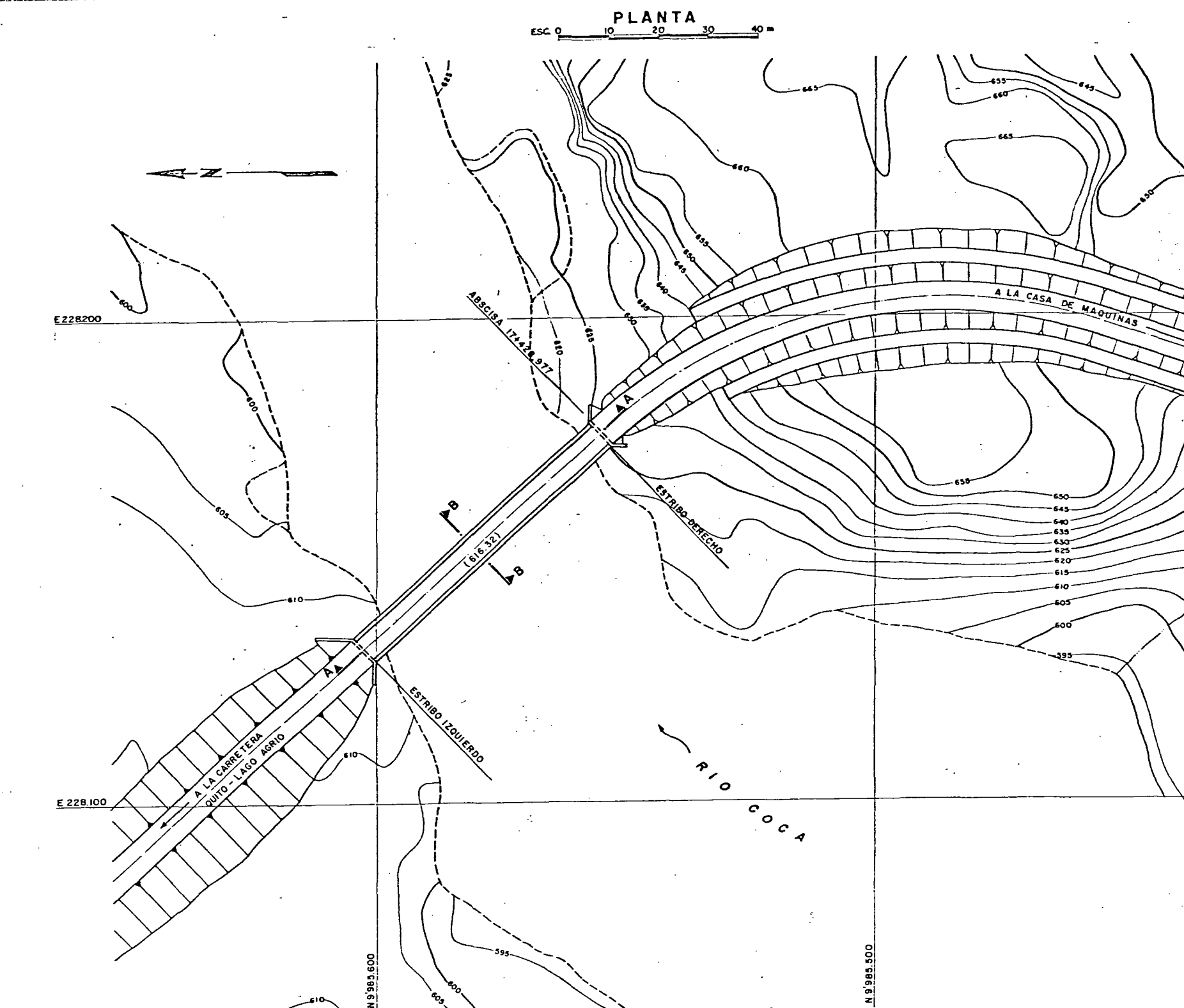
- PUENTE EN SITIO "SALADO"
- EL SUELO DE CIMENTACION DE LOS ESTRIBOS Y LA PILA DEBE MEJORARSE Y ESTABILIZARSE CON INYECCIONES DE CONSOLIDACION HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 10.00m EN LA MARGEN IZQUIERDA Y DE 15.00 A 20.00m EN LA MARGEN DERECHA
- EL BASTIDOR DE ARROSTRAMIENTO AB.3 SIRVE PARA FIJAR 2 o 3 CELOSIAS, PARA 4 SE USARA EL BASTIDOR AB.4
- EL TABLON AB.132 ES PARA USO PESADO, IMPLICA TRAFICO FRECUENTE DE EQUIPO DE CONSTRUCCION, PARA TRAFICO NORMAL SE USARA EL TABLON AB.122
- EN LOS CORTES TRANSVERSALES DE LA SUPERESTRUCTURA, MOSTRADOS EN ESTE PLANO, SE INDICA EL TIPO DE CONSTRUCCION CUADRUPLE DOBLE, A MANERA INDICATIVA, PUEDEN NO NECESARIAMENTE CORRESPONDER A LOS CORTES SEÑALADOS EN LOS PERFILES LONGITUDINALES
- LA CIMENTACION DE LAS PILAS DE ESTE PUENTE DEBE SER PROTEGIDA CONTRA LA EROSION, HASTA LA COTA 1265.00



PERFIL LONGITUDINAL

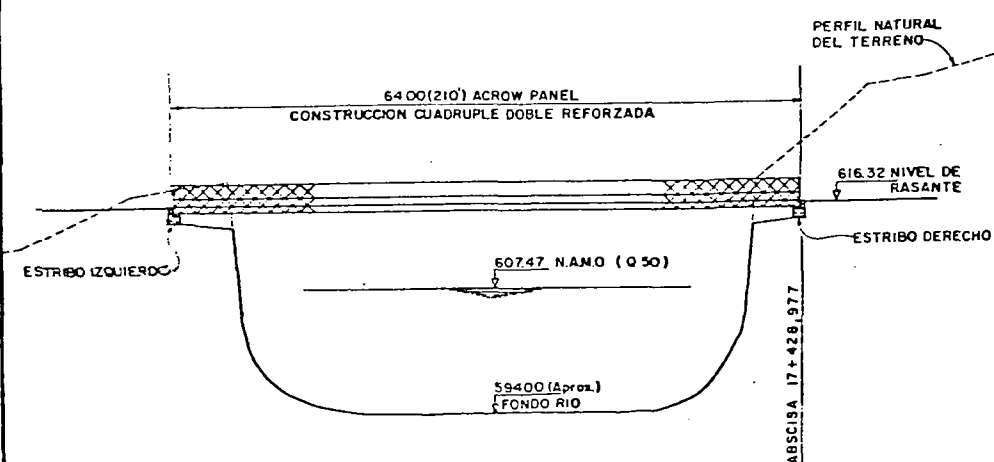


ELECTROCONSULT-TRACTIONEL-RODIO			
ASTEC-INELIN-INGECONSULT-CAMINOS Y CANALES			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA-CODO SINCLAIR			
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE "B"			
CAMINOS DE ACCESO			
PUENTES TEMPORALES			
SITIOS "SALADO" Y "GALINDO": PLANTAS Y CORTES			
NOVA	DE	ESC.	
DISEÑADO	P.L.M.	RECOMENDADO	
DISEÑADO	E.M.	APROBADO	
FECHA	ABRIL - 1992	Nº	0209-C-2042



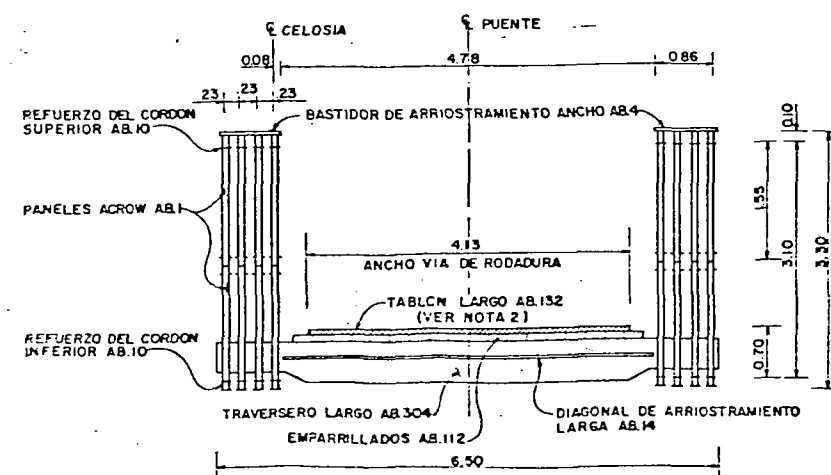
CORTE A-A

ESC 0 10 20 30 40 m



CORTE B-B

ESC 0 1 2 3 4 m



NOTAS:

- 1- EN ESTE PLANO SE MUESTRA LA ALTERNATIVA CON PANELES ACROW SERIE 300 (ANTIGUO TIPO BAILEY)
- 2- LA VIA DE RODADURA PUEDE SER COMO SE INDICA, TABLONES DE MADERA AB.132 Y EMPARRILLADOS AB.112, PARA PUENTES TEMPORALES, O CALZADA DE ACERO CON UNIDADES AB.313 Y AB.314 PARA PUENTES PERMANENTES
- 3- ESTE PUENTE ESTA DISEÑADO PARA SOPORTAR LA CARGA DEL TRACTOR REMOLQUE, PARA TRANSPORTE DE EQUIPO DE LA CENTRAL, O PARA CARGA HS 25-44, DE LA AASHTO

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"

CAMINOS DE ACCESO
PUENTE PERMANENTE
SITIO "CODO SINCLAIR" PLANTA Y CORTES

HOJA DE	ESC
DISEÑADO	P.L.M.
DISEÑADO	6 M
REVISADO	2
FECHA	ABRIL - 1992
REF	0209-C-2043