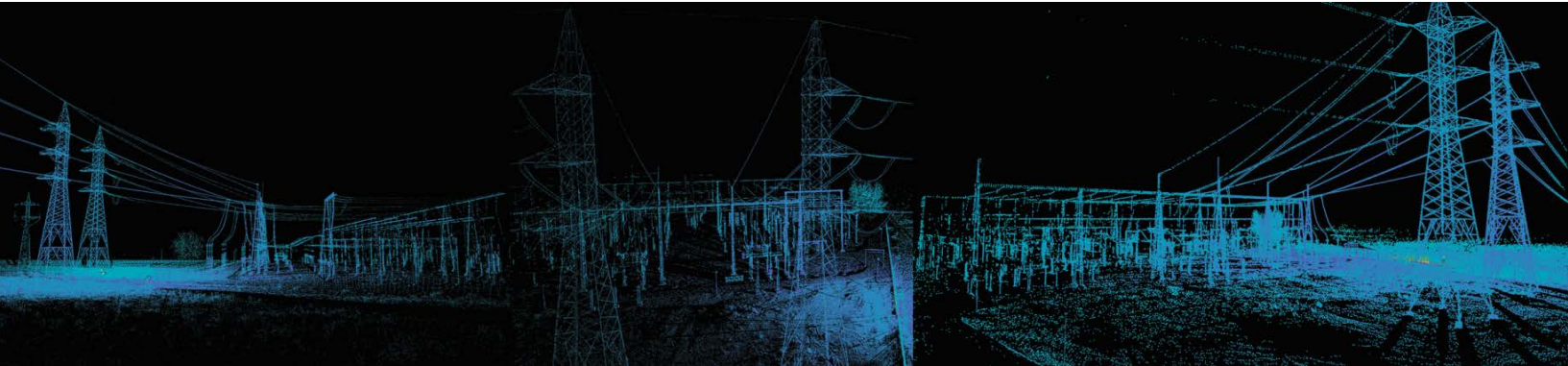




# Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN

Documento:



## ESTUDIO DE ALTERNATIVAS: CORREDOR Ingenieria Basica.Entregable 4.

CONTROL DE VERSIONES			
VERSION	REVISION	FECHA	DESCRIPCION
1	0	17/03/2018	Elaboracion documento inicial





	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 2 de 72

<b>1. Objeto .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Definiciones y términos .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Información preliminar .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Descripción del proyecto .....</b>	<b>7</b>
4.1. Características principales .....	7
4.2. Alcance del proyecto .....	8
<b>5. Alcance y nivel de detalle del estudio .....</b>	<b>8</b>
<b>6. Información geográfica .....</b>	<b>9</b>
6.1. Sistema de referencia .....	9
6.2. Localización del proyecto .....	10
6.3. Base Cartográfica .....	11
6.4. Base del inventario temático .....	11
<b>7. Metodología .....</b>	<b>12</b>
7.1. Consideraciones previas. ....	12
7.2. Geometría.....	14
7.3. Mapa de sensibilidad.Modelo matematico .....	14
7.4. Mapa de sensibilidad. Valoración.....	16
7.5. Evaluación de alternativas.....	22
7.5.1. Sensibilidad .....	23
7.5.2. Pérdidas y emisiones .....	23
7.5.3. Campos electromagnéticos. CEM.....	25
7.5.4. Afecciones y ocupaciones .....	27
7.5.5. Aspectos técnicos .....	27
7.5.6. Valoración de la inversión .....	28
<b>8. Criterios para la definición de los corredores .....</b>	<b>29</b>
<b>9. Descripción de la situación actual .....</b>	<b>30</b>
9.1. Aspectos ambientales.....	30
9.1.1. Clima.....	30
9.1.2. Hidrología .....	31
9.1.3. Geología .....	31
9.1.4. Suelos .....	31
9.1.5. Uso de suelo .....	31
9.1.6. Vegetación.....	32
9.1.7. Fauna.....	32
9.2. Aspectos sociales .....	32
9.2.1. Idioma .....	33
9.2.2. Religión.....	33
9.2.3. Índice de pobreza de capacidad .....	33
9.3. Aspectos arqueológicos e históricos. ....	33
9.3.1. Arqueología prehispánica.....	33
9.3.2. Presencia Colonial y de las Misiones .....	35
9.3.3. Evaluación en relación al área de intervención del proyecto .....	37
9.3.4. Referencias citadas.....	40
9.4. Sismología.....	42

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 3 de 72

9.5. Infraestructuras .....	45
<b>10. Estudio de alternativas .....</b>	<b>47</b>
11.1. Alternativa Norte .....	48
11.1.1. Características principales.....	48
11.1.2. Descripción general.....	48
11.1.3. Municipios afectados .....	49
11.1.4. Coordenadas UTM.....	50
11.1.5. Afecciones .....	55
11.1.6. Evaluación .....	57
11.2. Alternativa Sur .....	58
11.2.1. Características principales.....	58
11.2.2. Descripción general.....	58
11.2.3. Municipios afectados .....	59
11.2.4. Coordenadas UTM.....	60
11.2.5. Afecciones .....	64
11.2.6. Evaluación .....	66
<b>11. Selección del corredor .....</b>	<b>67</b>
<b>12. Modificaciones .....</b>	<b>70</b>
<b>13. Conclusiones.....</b>	<b>71</b>
<b>14. Planos .....</b>	<b>72</b>

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 4 de 72

## 1. Objeto

El objeto del trabajo es la definición del corredor, entre la subestación de Los Troncos y la población de San Matías, pasando por la población de San Ignacio de Velasco, dentro de cuyos límites se encajará el trazado definitivo de la línea.



El objeto del documento es describir el estudio realizado para la determinación y selección de dicho corredor.

Este estudio pertenece al conjunto de los trabajos de consultoría relativos al proyecto denominado Interconexión San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN desarrollado al amparo del contrato ENDE (Empresa Nacional de Electricidad) número 11925.

## 2. Definiciones y términos

A continuación se incluyen la definición de algunos términos utilizados en el presente documento.

- Cliente: significa la Agencia Ejecutora que suscribe el Contrato, en este caso ENDE, con el Consultor por concepto de los Servicios.
- Sistema: conjunto de instalaciones de transmisión que se tienen que desarrollar en la elaboración del proyecto.
- Dx: (Dúplex) configuración de dos conductores por circuito distanciados mediante separador.
- Sx: Símplex, configuración de un único conductor por circuito.
- TDR: Términos de referencia.
- Tx: (Tríplex) configuración de tres conductores por circuito distanciados mediante separador.
- EMF: campos electromagnéticos por sus siglas en ingles (*electromagnetic fields*).

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 5 de 72



- IPCC : grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, por sus siglas en ingles (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)
- Mapa de sensibilidad: mapa obtenido por fusión de mapas individuales sectoriales que unifica en una única escala la totalidad de la información mediante aplicación de algún algoritmo matemático.
- Planta de energía sostenible: central de producción de energía eléctrica cuyo recurso energético primario o de generación es una fuente de energía renovable.
- RPCA: Reglamento de Prevención y Control Ambiental
- SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia.
- SerGeoMin: Servicio Geológico y Minero.
- SIN: Sistema Interconectado Nacional.
- UTM: proyección cartográfica por sus siglas en inglés (*Universal Transverse Mercator*).
- WGS 84: sistema de coordenadas geográficas mundial, que data del año 1984, por sus siglas en ingles (*World Geodesic System 84*).

### 3. Información preliminar

El pasado 15 de diciembre se celebró una reunión en relación con el presente proyecto en la sede central de la empresa ENDE en la ciudad de Cochabamba, en dicho encuentro participaron:

- Personal técnico de la Empresa Nacional de Electricidad (en adelante ENDE).
- Personal del Banco Interamericano de Desarrollo (en adelante BID).
- Personal de la empresa Grupo Alta Tensión SL, adjudicataria del trabajo de consultoría (en adelante GAT).
- Personal de la empresa Innova SRL

Entre los aspectos abordados, principalmente se trasladó la necesidad que el BID tenía de realizar los estudios y trámites financieros relativos al presente proyecto en el primer

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 6 de 72



cuatrimestre del año 2018. Entre estos estudios, son necesarios los relativos a los aspectos ambientales y sociales de acuerdo a las guías publicadas por dicha entidad, motivo por el que se ha contratado a la Consultora Innova para que se haga cargo de ello.

Para poder realizar ese trabajo la consultora necesita conocer el trazado de la línea con cierta inmediatez pues supone el punto de partida para la elaboración de los informes descritos en las mencionadas guías del BID. Sin embargo, determinar el trazado final requiere la elaboración de una sucesión de estudios ya sean sociales, arqueológicos, ambientales, técnicos, etc. y trabajos de campo y gabinete que llegan hasta la topografía Lidar, labores que se desarrollarán, según lo previsto, a lo largo del primer semestre del año 2018.

Finalmente se acordó el compromiso de que GAT proporcionaría a fecha 15 de enero de 2018 un corredor del trazado seleccionado para que Innova pudiera acometer los trabajos encargados por el BID.

Añadir, por último, que tal como se indicó en la propuesta, en este estudio se aplican los principios de:

- **Transparencia y colaboración:** que implica que el trabajo se desarrolle de manera plenamente colaborativa entre el cliente (ENDE) y la firma consultora, para que la experiencia de ambos redunde en elaborar el mejor producto posible.
- **Perfeccionamiento:** que implica mejorar el proyecto de manera continua, aprovechando que a medida que se va desarrollando el trabajo se conocen mejor todos los factores que influyen en el mismo y esto permite elaborar mejores soluciones y por tanto un mejor resultado para el cliente.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx  Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0  Página 7 de 72

#### 4. Descripción del proyecto

##### 4.1. Características principales



Las características principales de este sistema son:

Designación del proyecto	Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN <sup>(1)</sup>
Nivel de tensión	230 kV <sup>(2)</sup>
Frecuencia del sistema	50 Hz
Potencia prevista <sup>(3)</sup>	<p>Total proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia prevista 2018: 60 MVA</li> <li>• Potencia prevista 2048 (30 años): 219 MVA</li> <li>• Potencia prevista 2068 (50 años): 299 MVA</li> </ul> <p>Área de San Ignacio de Velasco:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia prevista 2018: 53 MVA</li> <li>• Potencia prevista 2048 (30 años): 192 MVA</li> <li>• Potencia prevista 2068 (50 años): 268 MVA</li> </ul> <p>Área de San Matías:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia prevista 2018: 7 MVA</li> <li>• Potencia prevista 2048 (30 años): 27 MVA</li> <li>• Potencia prevista 2068 (50 años): 31 MVA</li> </ul>

(1) Nombre según la SP sección 2 clausula IAC 2.2

(2) Máximo nivel de tensión nominal del sistema eléctrico de Bolivia. En estudio, la posibilidad de que finalmente la línea se proyecte en 500 kV operándose a 230 kV, si bien esta circunstancia no es significativa para el estudio a nivel de corredor que se realiza en el presente documento.

(3) Datos provisionales ya que está en estudio la previsión de demanda en el documento 14966EN0100-V1-R0, si bien para esta fase los resultados definitivos no son relevantes, y son más importantes los cualitativos a largo plazo por las implicaciones que se derivan de ellos.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 8 de 72

## 4.2. Alcance del proyecto

Según se describe en la sección 7 Términos de referencia, el sistema eléctrico propuesto se compone de las siguientes partes:



- Central termoeléctrica en San Matías.
- Subestación eléctrica de San Matías.
- Posible central de generación mediante energía renovable en San Ignacio de Velasco.
- Subestación eléctrica de San Ignacio de Velasco.
- Ampliación de la subestación eléctrica de Los Troncos.
- Línea eléctrica de alta tensión que tendrá su origen en la ampliación de la subestación eléctrica de Los Troncos, conectando al SIN las subestaciones previstas de San Ignacio de Velasco y San Matías con sus respectivas centrales asociadas.

En consecuencia, el estudio del corredor abarcará el espacio para poder implantar todos estos elementos, es decir: la línea, las subestaciones previstas y las plantas de generación de energía eléctrica. Por tanto, tendrá su origen en la subestación de Los Troncos, pasará por San Ignacio de Velasco y finalizará en San Matías.

## 5. Alcance y nivel de detalle del estudio

El alcance del trabajo consiste en definir unas alternativas viables, que permitan evaluar las soluciones posibles a la implantación de la infraestructura proyectada, como ya se ha citado en el apartado 1 "objeto" de este documento. Estas alternativas consistirán en corredores en cuyo interior se encajarán los elementos del proyecto en base a los estudios y trabajos posteriores que habrán de realizarse.



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 9 de 72

El nivel de detalle elegido para esta fase se ha establecido en un ancho medio de 10 km para cada corredor estudiado.

En las zonas próximas a las aéreas urbanas de San Ignacio de Velasco y San Matías, se ha incrementado el ancho del corredor, ante la incertidumbre para la elección de la localización de las subestaciones y centrales de generación próximas a dichas aéreas, en tanto que no se disponga de un nivel de información más detallado que permita ir seleccionando las áreas más idóneas para dicha implantación.

El corredor estudiado en el área entre San Ignacio de Velasco y San Matías traspasa en algunos tramos la frontera con Brasil, debido a que se trata de una zona inundable y la única carretera que existe circula paralela a la frontera entre Bolivia y Brasil, y puesto que es necesario por aspectos ambientales y técnicos situar la línea lo más próxima a dicha infraestructura. No obstante, no se ha delimitado en tanto que carece de importancia, pues en esa zona el ancho estudiado es suficiente para finalmente implantar la línea.



## 6. Información geográfica

Constituye la base de datos geográfica, temática y de infraestructuras lineales que se ha utilizado para la realización del trabajo.

### 6.1. Sistema de referencia

El sistema de referencia utilizado según se describe en el documento 14966EN0100-V1-R0 corresponde a:

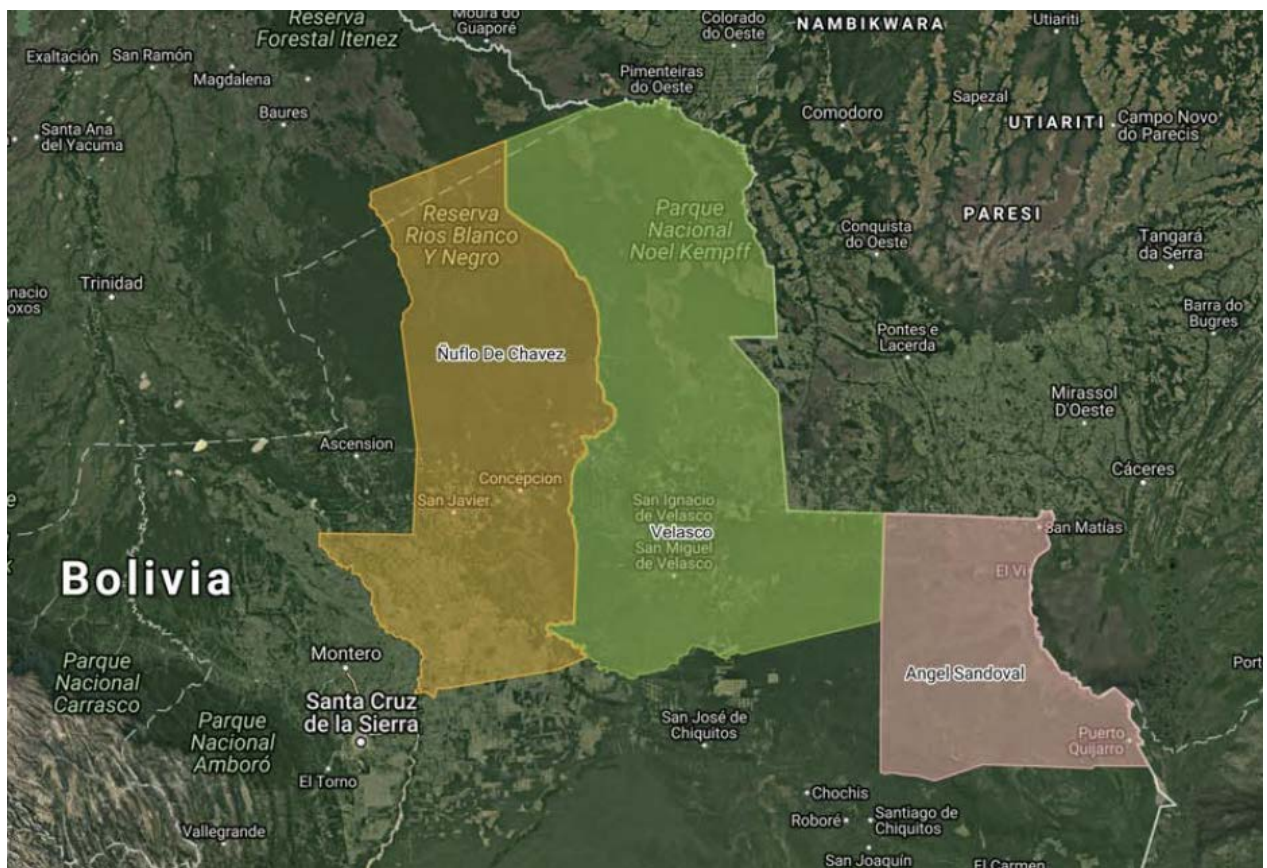
- Proyección: UTM Huso 20
- Sistema de referencia: WGS 84



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 10 de 72

## 6.2. Localización del proyecto

El ámbito geográfico para la realización del trabajo abarca una superficie de 100.000 km<sup>2</sup>, ubicados en el área oriental de Bolivia, en las denominadas "Tierras Bajas ", en el Departamento de Santa Cruz de la Sierra, afectando a las provincias de:

- Ñuflo de Chávez
- Velasco.
- Ángel Sandoval



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 11 de 72

### 6.3. Base Cartográfica

Se ha utilizado para la realización del trabajo la cartografía de archivo constituida por:



- Ortofotos satélite pixel 5m representado a escala E=1:100.000
- Mapa topográfico representado a escala E=1:200.000
- Base cartográfica del Instituto Geográfico Militar de Bolivia serie digital E=1:250.000

### 6.4. Base del inventario temático

Para poder evaluar el impacto potencial que puede generar la infraestructura sobre el territorio se ha utilizado el inventario formado por capas de información que contienen los diferentes atributos que se utilizan para poder analizar la viabilidad de las alternativas y seleccionar entre ellas las más idóneas.

Siendo el objetivo seleccionar un corredor viable para poder iniciar los trabajos de detalle para las evaluaciones ambientales, sociales, arqueológicas, culturales, técnicas, etc., se han estimado como aspectos más sensibles, al nivel de detalle actual del estudio los siguientes circunstancias:

- Áreas protegidas a nivel nacional, departamental, y municipal.
- Inventario de bosques con su categorización.
- Hidrología con el contenido de ríos, lagunas, y humedales.
- Construcciones y edificaciones con el contenido de los núcleos urbanos y edificaciones aisladas ya sean para el uso humano o explotaciones agrícolas y/o ganaderas.
- Planeamientos urbanísticos.
- Yacimientos arqueológicos y bienes culturales catalogados.
- Aeródromos (servidumbres de vuelo).
- Gaseoductos.
- Infraestructura vial (red de carreteras).

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 12 de 72

## 7. Metodología



### 7.1. Consideraciones previas.

Como se ha definido previamente el conjunto del proyecto está formado por la línea, subestaciones y centrales de generación, por tanto, desde la perspectiva de la implantación del sistema, las subestaciones y centrales son elementos puntuales, de dimensiones reducidas en comparación con la línea eléctrica, en consecuencia las subestaciones y centrales definirán la localización de los puntos iniciales; Los Troncos, intermedios; San Ignacio de Velasco, y finales; San Matías, mientras que la línea definirá el corredor que unirá estos puntos y, por consiguiente, será principalmente el análisis de los impactos potenciales que la implantación de la línea pueda ocasionar, los que permitirán seleccionar el corredor con menor impacto.

Adicionalmente, destacamos que no es necesario definir en esta fase las dimensiones físicas de los componentes del sistema, pues, su relación respecto del ancho seleccionado para el corredor hace intrascendente este detalle.

Se ha utilizado la información geográfica de las diferentes infraestructuras presentes en el ámbito de estudio. Así, se han valorado las infraestructuras lineales por los siguientes dos motivos:



- Primero: en sí mismas definen corredores que permiten agrupar infraestructuras y en consecuencia minimizar los impactos, pues estos, ya están generados por estas infraestructuras existentes, y por lo tanto los nuevos impactos siempre serán menores respecto de la elección de áreas sin presencia de infraestructuras y por tanto más vírgenes.
- Segundo: la necesidad de efectuar accesos para la construcción y mantenimiento y, adicionalmente, abrir calles. En consecuencia, cuanto menor sea la distancia a estas infraestructuras, menor será la necesidad de habilitar nuevos pasos, puesto que podrán compartir uso con las existentes.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 13 de 72

Siendo el objetivo seleccionar un corredor viable para poder iniciar los trabajos de detalle para las evaluaciones ambientales, sociales, arqueológicas, culturales, técnicas, etc., se han estimado como aspectos más sensibles, desde las diferentes perspectivas del estudio:

- Ambiental: desde esta perspectiva, la zona está densamente ocupada por zonas boscosas, en particular, por el denominado bosque de la Chiquitanía en sus diferentes variedades y estado de conservación, constituyendo su protección el principal factor que se ha evaluado desde la perspectiva ambiental.
- Patrimonial: se ha realizado una evaluación de los aspectos arqueológicos y culturales de la zona, pues su existencia constituye un factor incompatible con el establecimiento de esta infraestructura.
- Social: si bien la zona presenta una baja densidad de población, esta se distribuye en los núcleos urbanos afectados en el área, y en grupos aislados de viviendas, principalmente localizados a lo largo de las escasas vías de comunicación de la zona. Como consecuencia, se ha evaluado el impacto social, debido a que se trata de una infraestructura de transporte de energía y no de distribución, generará un mayor impacto a medida que el corredor afecte a un mayor número de viviendas.
- Técnica: este aspecto tiene un peso importante, pues además de garantizar la protección del medio ambiente y social, es fundamental garantizar el funcionamiento de la infraestructura del proyecto. En consecuencia este tema se ha considerado, si bien solo de forma cualitativa, en tanto que a este nivel no es necesario un detalle mayor.
- Económica: como en todos los análisis, se debe evaluar paralelamente a todos estos aspectos, los relacionados con el costo de la inversión a realizar, pues el proyecto debe de ser soportado financieramente para poder ser ejecutado.

Para el desarrollo del proceso que se describe seguidamente, se han utilizado programas informáticos de análisis espacial basados en sistemas de información geográfica, que permiten evaluar alternativas de trazado de infraestructuras.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 14 de 72

## 7.2. Geometría

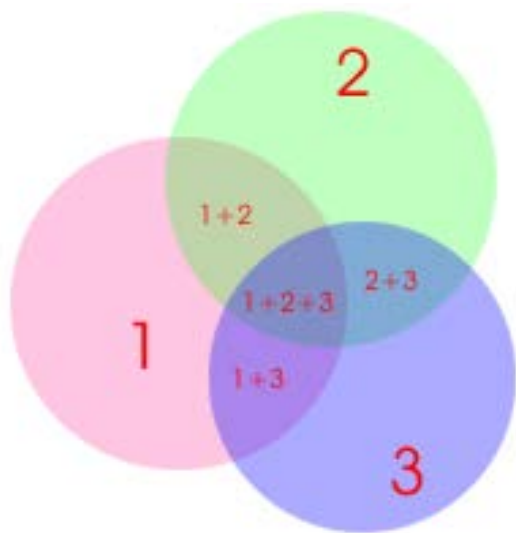
El corredor quedará definido por una superficie obtenida como resultado del trazado de un eje que unirá los puntos de principio y final del proyecto, equidistando a lo largo de este eje a una distancia de 5km un polígono que encerrará dicha superficie.

## 7.3. Mapa de sensibilidad. Modelo matematico

Para el análisis de las diferentes alternativas se recurre al uso de un Mapa de Sensibilidad, resultante de la valoración y superposición de las diversas capas correspondientes a la representación gráfica de los factores que pueden ser afectados por la realización del proyecto.



Como primer paso para la realización del Mapa de Sensibilidad, se ha identificado entre la información temática relacionada en los apartados anteriores, los factores susceptibles respecto de los posibles impactos que la implantación de la infraestructura puede provocar; valorando en una escala de 0 a 5 cada elemento incluido en dicha información; utilizando el valor 5 como el más restrictivo para la ubicación de la línea y el 0 como el menos restrictivo.

El valor asignado a cada elemento tiene como soporte la legislación vigente o bien el análisis realizado sobre el grado de protección a aplicar, esto, evidentemente, tiene un matiz subjetivo al influir en la valoración la percepción personal sobre el impacto que puede causar la infraestructura sobre el medio.



Una vez valorados los elementos, se realiza una superposición de las capas similar a la de la figura de la izquierda. El resultado es la obtención de un conjunto de unidades territoriales que abarcan la totalidad del ámbito geográfico.





	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 15 de 72

Cada una de estas unidades territoriales tendrá asociado un valor cuantitativo que vendrá definido por la suma del mayor de los valores que convergen en la unidad territorial y la décima parte del resto de valores que se superponen en dicha unidad territorial, esto es, no se realiza una suma algebraica de los factores, sino que se sigue el principio de aceptar que al evaluar la mayor de las restricciones/impacto sobre una zona determinada, las siguientes restricciones/impactos no van a cambiar en gran medida la dificultad de la valoración inicial.

El resultado de este proceso es un mapa con las diferentes unidades territoriales establecidas en función de los valores de sensibilidad obtenidos según el procedimiento descrito, en el que se asigna a cada unidad un color representativo de su valor, facilitando con ello la interpretación visual de las zonas con mayor o menor restricción para acoger la nueva infraestructura.

La escala de colores del mapa en base a la valoración obtenida es la siguiente:

Color	Valor	Descripción
<b>Verde</b>	0	Zonas sin problemática, que admiten la instalación de la línea con bajo o nulo impacto
<b>Tonalidades de amarillo</b>	0.1 - 4.9	Zonas restrictivas en las que no existe una prohibición concluyente, pero en las que la implantación de la línea estará condicionada y generará un cierto impacto
		Se utiliza una gama cromática de amarillos, graduando el tono del color en función del impacto potencial, desde más claro, para un valor menor, hasta un tono más oscuro para un valor mayor.
<b>Rojo</b>	5	Zonas excluidas para la implantación de la línea.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx  Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0  Página 16 de 72

En definitiva, se obtiene una nueva capa que engloba al resto, asociada a un modelo numérico, que si bien procede de valorar subjetivamente los elementos del ámbito geográfico descrito, permite que los resultados extraídos al comparar las diferentes alternativas sean homogéneos y por tanto las soluciones son objetivas.



Este nueva capa constituirá la base para el análisis de las diferentes alternativas sobre un mapa que identifica en el ámbito de estudio las áreas más sensibles al paso de la línea eléctrica mediante la clasificación del territorio en zonas de exclusión (sensibilidad 5), restricción (sensibilidad menor de 5 y mayor de 0) y admisión (sensibilidad 0) de dicha infraestructura.

#### 7.4. Mapa de sensibilidad. Valoración



A continuación, se incluye una tabla con la valoración de los elementos catalogados, utilizados en el mapa de sensibilidad en el que está descrito el elemento evaluado, las diferentes sensibilidades aplicadas sobre dicho elemento, y la motivación que ha llevado a asignar dicha evaluación al elemento considerado.

ELEMENTO	SENSIBILIDAD	COMENTARIO
<b>Bosques ribereños del escudo precámbrico chiquitano</b>	0	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos residuales de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque menor al 5%
	2	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos notables de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque entre el 5 y 20%
	3	Áreas de este bosque con deforestaciones menores al 20% de la superficie total dedicadas al sector primario





	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx  Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0  Página 17 de 72



ELEMENTO	SENSIBILIDAD	COMENTARIO
	4	Áreas de este bosque con deforestaciones existentes con supeficie afectada menor al 5%
<b>Complejo de vegetación antrópica. Áreas dedicadas total o parcialmente al sector primario.</b>	0	Áreas dedicadas al sector agropecuario que se encuentran totalmente deforestados, con numerosas vías y accesos susceptibles de conformar el trazado de la línea
	1	Áreas dedicadas al sector agropecuario que conservan pequeñas superficies de vegetación no deforestadas pero degeneradasl
	3	Áreas dedicadas al sector agropecuario que conservan superficies no deforestadas y levemente degeneradas
	4	Áreas de vegetación no degenerada aisladas dentro de áreas del terreno dedicadas al sector agropecuario totalmente deforestadas
<b>Cerrado de la Chiquitania</b>	0	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos residuales de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque menor al 5%
	2	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos notables de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque entre el 5 y 20%
	3	Áreas de este bosque con deforestaciones menores al 20% de la superficie total dedicadas al sector primario

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica  EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 18 de 72



ELEMENTO	SENSIBILIDAD	COMENTARIO
	4	Áreas de este bosque con deforestaciones existentes con supeficie afectada menor al 5%
<b>Bosques de Igapó de aguas negras</b>	0	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos residuales de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque menor al 5%
	2	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos notables de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque entre el 5 y 20%
	3	Áreas de este bosque con deforestaciones menores al 20% de la superficie total dedicadas al sector primario
<b>Bosques subhúmedos semidecíduos de la Chiquitanía</b>	0	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos residuales de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque menor al 5%
	2	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos notables de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque entre el 5 y 20%
	3	Áreas de este bosque con deforestaciones menores al 20% de la superficie total dedicadas al sector primario

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 19 de 72

ELEMENTO	SENSIBILIDAD	COMENTARIO
	4	Áreas de este bosque con deforestaciones existentes con supeficie afectada menor al 5%
<b>Bosque Chaqueño transicional</b>	0	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos residuales de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque menor al 5%
	2	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos notables de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque entre el 5 y 20%
	3	Áreas de este bosque con deforestaciones menores al 20% de la superficie total dedicadas al sector primario
	4	Áreas de este bosque con deforestaciones existentes con supeficie afectada menor al 5%
<b>Bosque bajo sobre suelos pedregosos de la Chiquitanía</b>	0	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos residuales de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque menor al 5%
	3	Áreas de este bosque con deforestaciones menores al 20% de la superficie total dedicadas al sector primario
	4	Áreas de este bosque con deforestaciones existentes con supeficie afectada menor al 5%



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica  EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 20 de 72

ELEMENTO	SENSIBILIDAD	COMENTARIO
<b>Bosque hidrofítico de los valles de la Chiquitanía</b>	4	Áreas de este bosque con deforestaciones existentes con supeficie afectada menor al 5%
<b>Bosque inundable de los bañados del noroeste del Chaco</b>	0	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos residuales de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque menor al 5%
	2	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos notables de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque entre el 5 y 20%
	3	Áreas de este bosque con deforestaciones menores al 20% de la superficie total dedicadas al sector primario
<b>Bosque sobre suelos mal drenados con Palma Saó</b>	1	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos notables de este tipo de bosque, sin vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque entre el 5 y 20%
<b>Bosques de serranías de la Chiquitanía</b>	0	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos residuales de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque menor al 5%

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 21 de 72

ELEMENTO	SENSIBILIDAD	COMENTARIO
	3	Áreas de este bosque con deforestaciones menores al 20% de la superficie total dedicadas al sector primario
	5	Áreas vírgenes de este tipo de bosque
<b>Bosques Chiquitanos</b>	0	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos residuales de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque menor al 5%
	2	Áreas dedicadas al sector primario o deforestadas con restos notables de este tipo de bosque, con vías de cualquier especie susceptibles de conformar el trazado de la línea. Superficie intacta de bosque entre el 5 y 20%
	3	Áreas de este bosque con deforestaciones menores al 20% de la superficie total dedicadas al sector primario
	4	Áreas de este bosque con deforestaciones existentes con supeficie afectada menor al 5%
<b>Poblaciones, asentamientos e infraestructuras</b>	5	Poblaciones , explotaciones agropecuarias, viviendas aisladas, infraestructuras aeroportuarias, etc.



Los elementos descritos en la tabla anterior, junto a su valoración, siguiendo la metodología descrita en este apartado han servido para elaborar el mapa de sensibilidades que se incluye dentro del presente documento, el cual, junto con las herramientas informáticas, han permitido realizar el análisis que se describe a continuación.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 22 de 72

## 7.5. Evaluación de alternativas.

Tanto para el diseño inicial, como para el resultado final de las alternativas elegidas, se han analizado los siguientes aspectos:

- Menor impacto por obtención de un valor de sensibilidad menor en el mapa de sensibilidad.
- Pérdidas menores en el transporte de la energía y por tanto una reducción en las emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> (lucha contra el cambio climático IPCC, Protocolo de París y sucesivos)
- Menor afección por los campos electromagnéticos generados.
- Menor número de propiedades o comunidades afectadas.
- Aspectos técnicos relacionados con la implantación.
- Menor costo de implantación.
- Además se relacionarán y evaluarán los impactos potenciales del proyecto sobre el medio ambiente.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 23 de 72

### 7.5.1. Sensibilidad

De la realización del mapa de sensibilidades de cada corredor, se obtiene una valoración de sensibilidad para cada alternativa relacionada con el impacto potencial que produce esta sobre el medio. Este valor se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$S = \sum_{i=1}^n V_F * S_U$$

V <sub>F</sub>	Sensibilidad de la unidad territorial
S <sub>U</sub>	Superficie de la unidad territorial
S <sup>(1)</sup>	Sensibilidad total de la línea

(1) El valor numérico obtenido se dividirá por 10.000 para facilitar la comprensión del mismo.



El valor de afección total de la alternativa es, por tanto, el sumatorio de las distintas afecciones obtenidas de multiplicar la sensibilidad de una determinada unidad territorial por la superficie del corredor que atraviesa esa unidad territorial.

Este indicador (S) será más positivo cuanto menor sea su valor, en consecuencia, el corredor con menor valoración corresponde al trazado con menor impacto en el medio.

### 7.5.2. Pérdidas y emisiones

Dentro de los potenciales impactos se han considerado los asociados a las pérdidas producidas por el transporte de la energía y sus consecuencias asociadas.

La energía que se disipa en pérdidas en el transporte de la misma deberá ser suministrada por el sistema, esto introduce un factor de valoración tendente a medir la diferencia en pérdidas de

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 24 de 72

los trazados estudiados, siendo menos restrictivo a menores pérdidas y más restrictivo a mayores pérdidas.

La medición de esta valoración se realiza en emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub>, partiendo de la base que la energía suministrada provenga de fuentes no renovables por tratarse del caso más desfavorable y probable, a su vez, dependen de las características técnicas de la instalación, del régimen de consumo estimado y de la longitud de la línea; siendo el valor mínimo de la escala el correspondiente a unir los puntos del estudio en línea recta y calcular sus valores.



Si bien en la fase actual no está definido el sistema de transporte a utilizar, y, en particular, el conductor, su configuración y su disposición, se ha procedido a utilizar los parámetros que definen este sistema, en tanto que si bien son provisionales, son homogéneos para todas las alternativas, y por tanto, los resultados permiten comparar objetivamente las alternativas estudiadas.

Además, y por los mismos motivos, el modelo de cálculo se ha simplificado al considerar un consumo constante durante unas horas del día (curva de carga plana), en tanto que el régimen será variable a lo largo del día, del año y de la zona. No obstante, en la fase actual de trabajo servirá para poder completar la evaluación de los trazados.

Factor de emisión	95 tCO <sub>2</sub> /Tj Según IPCC (Intergovernmental Panel on Change Climatic 1996 directriz 2004/156/CE)
Perdidas consideradas	Según cálculo parámetros eléctricos
Potencia	Según cálculo capacidad
Régimen de consumo	Curva plana a potencia máxima demandada
Horas equivalentes	10%

Este indicador (S<sub>CO<sub>2</sub></sub>) será más positivo cuanto menor sea su valor, en consecuencia el trazado con menor valoración corresponde al trazado con menores emisiones.



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 25 de 72

### 7.5.3. Campos electromagnéticos. CEM

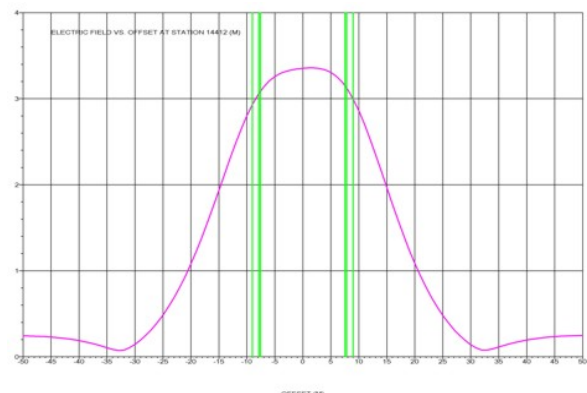
Dentro de los potenciales impactos se considerarán los asociados a los campos electromagnéticos producidos ya en la fase de operación de la instalación, es decir, por el funcionamiento de las líneas eléctricas de alta tensión.



Existen multitud de estudios e informes emitidos por instituciones y organismos nacionales (CIEMAT) e internacionales (Comité Científico Director de la Comisión Europea, ICNIRP, etc.) que avalan que la exposición a los campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial generados por las instalaciones eléctricas de alta tensión no supone un riesgo para la salud pública. Sin embargo, es un hecho constatado que socialmente la instalación de líneas junto o próximas a viviendas y centros de trabajo, espacios educativos y similares, no son bien percibidos, en consecuencia, se considerará como un factor más el analizar la exposición a estos campos electromagnéticos.

Tanto el campo eléctrico como el campo magnético dependen de varios factores comunes, básicamente la geometría y disposición de los conductores, y la sección de estos; en general las estructuras que sustentan los conductores son similares a lo largo de la línea, diferenciándose únicamente en la altura de los apoyos y en la longitud de los vanos, la variación de valores se producirá axialmente a la línea, obteniéndose valores mayores a medida que los conductores estén más próximos al terreno y por tanto a las personas. Esto mismo es extensible al caso de las subestaciones eléctricas.

En el campo eléctrico (E medido en kV/m) además de la geometría, su valor depende del nivel de tensión de la línea respecto del terreno (fase-tierra) siendo este un parámetro prácticamente constante de la línea.

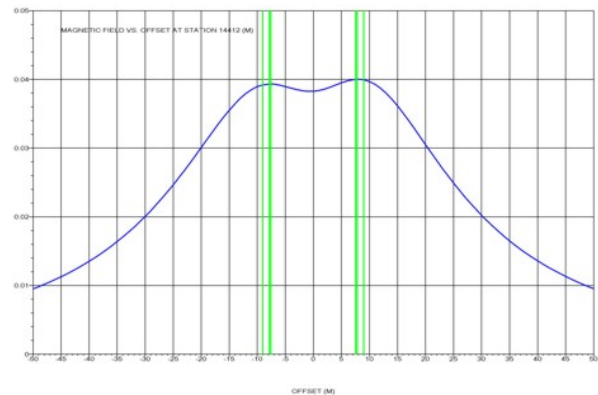
En la figura de la derecha se puede observar la



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 26 de 72

distribución típica del campo eléctrico de una línea en doble circuito (DC) a 1m del suelo.

En el caso del campo magnético, la magnitud de referencia es la inducción (B, medido en  $\mu\text{T}$ ) que además de depender de los parámetros geométricos de la línea, depende de la intensidad que circule por sus conductores y en un sistema trifásico como el que nos ocupa, del ángulo de fase.





En la figura de la derecha se puede observar la distribución típica del campo magnético de una línea en DC a 1m del suelo.

Tras establecer diversos factores de seguridad, el Consejo de la Unión Europea recomienda como restricción básica para el público limitar la densidad de corriente eléctrica inducida a  $2 \text{ mA/m}^2$  en sitios donde pueda permanecer bastante tiempo, y calcula de forma teórica unos niveles de referencia para el campo electromagnético de 50Hz, en concreto de  $5 \text{ kV/m}$  para el campo eléctrico y  $100 \mu\text{T}$  para el campo magnético.

En el caso que nos ocupa, estos valores son muy superiores a los que con toda seguridad se calcularán, y en todo caso para el nivel de análisis de corredor no son determinantes.

Si bien los valores que se obtienen, en general, son inocuos para la salud de las personas, tal como se ha citado al inicio, existe una percepción negativa respecto a la proximidad de estas instalaciones por los efectos que sobre la salud pudieran tener, por este motivo y como factor a considerar, se ha evaluado la presencia de viviendas y construcciones existentes dentro del corredor, posteriormente para el análisis de trazado definitivo de la línea dentro del corredor se evaluará la repercusión de los campos eléctricos y magnéticos en función de la proximidad a estas construcciones y viviendas.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 27 de 72

Este indicador ( $S_{EMF}$ ) será más positivo cuanto menor sea su valor, en consecuencia, el corredor con menor valoración corresponde al corredor con menor afección social, ya sean viviendas, o explotaciones agrícolas o ganaderas existentes en la zona.

#### 7.5.4. Afecciones y ocupaciones



Como factor adicional, se ha incluido la afección social que se puede generar por el paso por zonas destinadas al sector primario (agricultura y/o ganadería), por tanto en este caso se ha cuantificado las superficies de terreno destinados a estos usos.

Este indicador ( $S_{AG}$ ) será más positivo cuanto menor sea su valor, en consecuencia el corredor con menor valoración corresponde al corredor con menor afección social a las explotaciones agrícolas o ganaderas existentes en la zona.

#### 7.5.5. Aspectos técnicos

En este sentido y a este nivel de detalle para esta fase, la diferencia radica principalmente en las longitudes de los corredores evaluados, en tanto que para estas longitudes tan elevadas para el nivel de tensión inicialmente previsto de 220 kV, con el fin de poder transportar la energía en condiciones de operación, es necesario proveer de subestaciones intermedias, además de las previstas, que permitan realizar esa función.

Por lo tanto, para este aspecto, no se ha generado ningún índice, procediendo a repercutir estas diferencias directamente en el costo asociado a la inversión necesaria para la realización del proyecto, en consecuencia se evaluara de forma conjunta con la valoración de la inversión para cada corredor.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 28 de 72

#### 7.5.6. Valoración de la inversión



En tanto que en esta fase no se dispone de un dimensionamiento técnico de los componentes de la infraestructura, y no queriendo introducir valoraciones que no estén soportadas en las características de este proyecto para evitar interpretaciones que no se ajusten a los estudios posteriores, se ha procedido a valorar la inversión en bloque para cada uno de los componentes principales del proyecto de la siguiente forma:

- Línea: en tanto que las características de diseño serán similares para cada una de las alternativas, y las diferencias en la valoración obedecen a variables que en esta fase no introducen grandes variaciones, es posible asignar un precio por km de línea correspondiente a la constante  $P_L$ .
- Subestaciones: de manera similar se ha asignado un precio  $P_S$  entendiendo que en esta fase, para este orden de magnitud el costo de implantación es similar para cada una de las subestaciones a instalar.
- La inversión para las centrales de San Matías y San Ignacio de Velasco no se han considerado en tanto que repercutirán igual en cualquier alternativa de corredor pues apenas les afectarán las diferencias en longitud para el orden de magnitud evaluado.

Por lo tanto la inversión a realizar para cada alternativa de corredor será:

$$S_V = KM_L * P_L + N_S * P_S$$

$S_V$	Costo directo de la inversión <sup>(1)</sup>
$KM_L$	Número de kilómetros de línea
$P_L$	Precio del kilometro de línea
$N_S$	Numero de subestaciones necesarias
$P_S$	Precio por subestación

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 29 de 72



(1) Solo incluye que el costo directo para la construcción, sin ningún factor adicional como la financiación, etc.

El precio de la inversión así obtenido permite a nivel “macro” comparar la inversión necesaria para cada uno de los corredores analizados, siendo la opción más interesante la que presente un menor precio.

## 8. Criterios para la definición de los corredores

Los criterios seguidos para la definición de los corredores han sido:

- Implantar el sistema en las zonas del mapa de sensibilidades con menor valoración, representativas de las áreas del territorio menos restrictivas o admisibles para la instalación de la nueva infraestructura eléctrica, y que en consecuencia dará lugar a la generación de un impacto menor. Si bien por su carácter lineal, la infraestructura eléctrica puede afectar a zonas más restrictivas.
- Minimizar la afección al bosque Chiquitano con el fin de evitar, en la medida de lo posible, la deforestación del mismo producida por la localización de las torres de la línea, la apertura de calles de servidumbre y protección, para ello se priorizan las zonas deforestadas situadas junto a las vías de comunicación. En las zonas donde no sea posible, en fase posterior se estudiará la posibilidad de reducir el número de apoyos y el vuelo de los conductores por encima de dicho bosque.
- Evitar el paso por zonas con restos arqueológicos o culturales.
- Evitar el paso por zonas destinadas a eventos lúdicos o festivos.
- Se procura seguir trazados existentes de infraestructuras viales con el fin de reducir el impacto generado por la apertura de accesos para la construcción de la línea y elementos asociados, y la necesidad de mantenerlos para la operación y mantenimiento.
- Se ha estudiado la idoneidad técnica en los puntos de cruzamientos con otras infraestructuras lineales.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 30 de 72

- Se seguirá el criterio de alejar el eje de la infraestructura una distancia mínima que será evaluada posteriormente de los núcleos urbanos.
- En esta fase no es posible evitar las edificaciones aisladas dejando una distancia mínima en base a los valores de los CEM indicados en los apartados anteriores, evaluando, sin embargo, su número.
- Se ha estudiado con el modelo digital del terreno el paso por la totalidad de las zonas, con el fin de asegurar que sea posible su realización técnica.
- Se ha procurado minimizar la longitud de la línea de alta tensión (LAT) con el fin de disminuir las pérdidas en el transporte, por lo que se reducen los costos de explotación y, en consecuencia, el número de apoyos a implantar, con lo que se reduce el impacto de su implantación y asimismo se abaratan los costos.
- Se evitará la instalación de las subestaciones y centrales en zonas inundables, sin embargo en el caso de la línea solo es posible minimizar el paso por estas zonas.
- Evitar la proximidad a los aeródromos y pistas existentes en la zona, si bien a nivel de corredor se han quedado incluidas en el mismo, evaluando la afección a las mismas por el número y superficie de estos elementos.



## 9. Descripción de la situación actual

Seguidamente se incluye una breve descripción sobre la situación actual del área objeto del estudio.

### 9.1. Aspectos ambientales

#### 9.1.1. Clima

El área de proyecto tiene características climáticas de sub trópico húmedo, tiene déficit de humedad en época seca. La precipitación media anual está en un rango de 1030 - 1300 mm; con dos periodos: una seco (abril – octubre) y la otra húmedo (noviembre – marzo), sin embargo, la sequía se acentúa en los meses de octubre - noviembre debido a la elevada evapotranspiración produciendo una mayor demanda hídrica.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 31 de 72

La temperatura media anual es de 24,8 °C la temperatura máxima media es de 32,8 °C y la mínima media de 13,8 °C.

#### 9.1.2. Hidrología

La red hidrológica del área de estudio está definida por la fisiografía ondulada y mixta (mesetas y suaves ondulaciones). Los ríos y quebradas permanentes corren hacia el norte; las corrientes de las quebradas y otras que son intermitentes, en su trayecto forman áreas inundables y pequeñas lagunas, en la época húmeda constituyen en tributarios del río Paraguá y este desemboca en el río Itenez. Las quebradas generalmente son de corrientes efímeras, es decir sus aguas fluyen solo cuando se producen lluvias intensas y frecuentes, las mismas son interferidas por atajados para almacenar agua de lluvia.

#### 9.1.3. Geología



Geológicamente es una zona septentrional del Escudo Cristalino Chiquitano, de la era Precámbrica; compuesta por rocas cuarcitas, esquistos de mica y filitas, además de fajas de rocas ferruginosas metamorizadas y calco-silicatos ricos en grafito, el complejo de gneis tiene una predominancia de rocas cuarzo-feldespáticas agrupadas en granulita que constituyen las antiformas y otras rocas de esquistos sin forma como: gabros, dioritas y dioritas cuarcíferas.

Los aspectos sismológicos se han desarrollado en un apartado diferente por la relevancia que tiene para el proyecto.

#### 9.1.4. Suelos

Suelos poco profundos a muy profundos en sectores, en general bien drenados del orden Inceptisoles, Alfisoles y Ultisoles, textura areno limosa a arcillosa de coloración rojo a pardo claro en sectores anegadizos; el pH varía entre 5,0 a 6,5 son suelos de fertilidad natural media a baja, aptos para ganadería extensiva y silvopastoril.

#### 9.1.5. Uso de suelo

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 32 de 72

El uso agrícola es limitado por el déficit de humedad en el suelo especialmente en el periodo de estiaje y la fragilidad a la erosión hídrica en periodo de lluvias; sin embargo, el uso mayor que se da a la tierra es para pastizales naturales y cultivados, donde prospera la ganadería extensiva de razas mejoradas.

#### 9.1.6. Vegetación

En el área de estudio se encuentran 3 ecorregiones:

- El Bosque Seco Chiquitano: Limitado al territorio boliviano, siendo prácticamente la única ‘endémica’ del país. Está caracterizado por su ubicación transicional entre el clima húmedo de la Amazonia y el clima árido del Chaco.
- El Cerrado: La vegetación de esta ecorregión con clima semihúmedo está principalmente condicionada por factores edáficos y por fuegos naturales, generalmente en la época seca.
- La ecorregión del Pantanal: El paisaje está formado por ríos de tendencia meandriforme, con abundantes tramos de carácter lenítico debido al escaso gradiente de pendiente topográfico.



#### 9.1.7. Fauna

Según la revisión bibliográfica realizada, en el área de estudio se identifica la presencia de por lo menos 105 especies distribuidas en 8 órdenes, Marsupialia, Xenarthra, Chiroptera, Primates, Carnivora, Perissodactyla, Artiodactyla y Rodentia.

#### 9.2. Aspectos sociales

El área de estudio, en los últimos años, ha recibido el impacto del desarrollo regional inducido por la presencia de diferentes acciones de desarrollo, produciendo cambios acelerados en la dinámica poblacional, social y económica. Está influenciada por un porcentaje significativo de población migrante tanto del interior de Bolivia como de otros centros urbanos y rurales de



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 33 de 72

Santa Cruz de la Sierra. Estos, al igual que otros factores, caracterizan el sistema social y cultural actual de los habitantes.

#### 9.2.1. Idioma

Según la revisión bibliográfica el idioma más hablado es el castellano, alcanzando a 99.0 % de la población, el 0.39% habla quechua o aymara y un 0.86% habla guaraní u otro idioma nativo.

#### 9.2.2. Religión

Los datos del censo reflejan que el 94.6% de la población profesa la religión católica, 3.8% profesa la religión evangélica, el 0.2% otras religiones y un 1.4%, ninguna religión. Excluye a las personas que no especificaron religión.



#### 9.2.3. Índice de pobreza de capacidad

Tener una vida saludable con buena alimentación; contar con seguridades mínimas de salud para el advenimiento de la vida humana (control prenatal y del parto); y estar alfabetizado y poseer conocimientos, para el área de estudio se registra el Índice de Pobreza de Capacidades es de 33.54 %.

### 9.3. Aspectos arqueológicos e históricos.

#### 9.3.1. Arqueología prehispánica

La arqueología prehispánica del Departamento de Santa Cruz, como parte del conjunto de las tierras bajas, no fue muy explorada. Sin embargo, debe mencionarse que la mayor parte de los sitios arqueológicos reportados son de arte rupestre, manifestación que denota una riqueza cultural singular de las poblaciones del pasado. Considerando que el área de intervención del proyecto concierne a la Chiquitanía y al Pantanal, se realizará un breve esbozo de la información arqueológica existente.



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 34 de 72

En la región chiquitana se realizaron varios trabajos de registro de sitios de arte rupestre, ubicados sobre todo en las serranías. Uno de los primeros registros corresponde a Jorge Arellano, Danilo Kuljis y William Kornfield (1976), quienes documentaron las pictografías del cerro Banquete en la serranía de Santiago. En este contexto es también relevante el trabajo de Erica Pia (1987, 1988), quien esencialmente realizó descripciones breves y escuetas de pictografías presentes en las serranías de Santiago y San José de Chiquitos (Pia 1988).

También Carlos Kaifler realizó el registro de los sitios Motacusito, Maria Chica y Puente Ancho (Kaifler 1993). El registro de la parte occidental de la serranía es completado posteriormente con el estudio de los sitios Yanami (Kaifler 1997), Capinsal (Kaifler 1999), Cañón de los Tocos y Patujú (Kaifler 2002a, 2002b).

Entre los trabajos a nivel regional se encuentran los realizados por Marcos Michel y Sergio Calla (2001) en la serranía de Santiago, y Lima et al (2007) en la serranía de San José. Algunos de los principales sitios en esa zona son:

- Juan Miserandino, sitio de arte rupestre que presenta una serie de pictografías en paneles ubicados en el interior de una cueva. Predominan figuras geométricas, antropomorfas y zoomorfas.
- San Francisco, sitio importante de arte rupestre que cuenta con 21 paneles, ubicados en las paredes inferiores de un afloramiento rocoso. Las pictografías predominantes son motivos geométricos, además de figuras antropomorfas y zoomorfas.
- Santa Cruz La Vieja, sitio histórico en el que fue fundada la ciudad de Santa Cruz de la Sierra por el explorador Ñuflo de Chavez en el año 1560. Este sitio corresponde a lo que hoy se conoce como Parque Nacional Histórico Santa Cruz La Vieja, el cual es también un Área Protegida departamental. Debido a su importancia, se realizaron excavaciones arqueológicas, conservación de estructuras coloniales e implementación de infraestructura turística. Sin embargo, una prospección en el sitio permitió identificar también un componente cerámico prehispánico, implicando la existencia de una secuencia cultural más amplia.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 35 de 72



- Motacucito, sitio consistente en dos aleros rocosos de caliza (Motacucito 1 – 2) con arte rupestre pintado en rojo, verde y blanco. Los paneles consisten en motivos geométricos y zoomorfos, siendo considerados como un área ritual y monumental en la región. La existencia de un asentamiento ocupacional en las cercanías, pueblo de Motacucito, permite inferir su asociación con este sitio.
- Cañón de los Tocos es un área de petroglifos, cuyos motivos se encuentran dispersos en un afloramiento rocoso, en la cima de la serranía de San José. Se contabilizan alrededor de 74 motivos, dispuestos en una distancia aproximada de 400 metros lineales. La mayor parte de los motivos corresponde a grabados zoomorfos, antropomorfos y geométricos.

El área del Pantanal es menos conocida todavía a nivel arqueológico, observándose algunos registros solo al Sur de este ecosistema. En las proximidades al área protegida San Matías se registraron sitios de arte rupestre y restos de ocupación misional.

Solo las excavaciones de prueba realizadas para la construcción del gasoducto Cuiabá posibilitan la identificación de ocupaciones prehispánicas que pudieron ser fechadas. En relación a esos resultados se sabe de la existencia de ocupaciones prehispánicas entre 770 – 1400 d.C.

### 9.3.2. Presencia Colonial y de las Misiones



La historia Colonial en estas regiones se observa a partir de la presencia de sitios históricos y misionales. Tanto la Chiquitanía como el área Este del departamento de Santa Cruz cuentan con evidencias de este periodo. Dicha etapa se inicia con la llegada de los jesuitas, motivadas – en inicio- por la búsqueda de "El Dorado o Gran Paititi". Esa búsqueda derivó en la apertura de caminos y nuevas rutas hacia la Amazonía y el Chaco, promovidos por los misioneros. A pesar de la gran movilidad de los misioneros, el proceso más importante fue la catequización de los "infieles", la mayor parte de ellos fueron convertidos al Cristianismo.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 36 de 72

Con respecto al proceso de evangelización y catequización se han recopilado importantes documentos. Dicha información fue sistematizada por Fernando Cajías (1977), sobre todo en los fondos documentales de las iglesias de San Javier y de Concepción. Estos archivos contemplan datos esencialmente eclesiásticos, ya que se identifican los ritos que prevalecieron como fiestas religiosas patronales, establecidos con los jesuitas y mantenidos hasta la actualidad (Strack 1992).

Sin embargo, el impacto cultural más relevante de los misioneros sobre los grupos indígenas fue el surgimiento de la arquitectura misional (Querejazu 1995). En un texto publicado en conmemoración del Tricentenario de las Misiones Jesuíticas de Chiquitos, los historiadores Alcides Parejas y Virgilio Suárez (1992) consignan una reseña histórica de esta imperecedera obra evangelizadora. La construcción de iglesias y la reducción de poblaciones desde 1543, han dejado una huella arquitectónica considerada como Patrimonio Cultural de la Humanidad. Algunos de los principales sitios a nivel regional son:

- San José de Chiquitos, pueblo fue fundado en 1697, que tiene como rasgo principal su iglesia colonial que fue construida a principios del siglo XVIII, con dos capillas en el crucero, utilizando adobe y madera. La ornamentación interna consistía en una estatua de San José y lienzos traídos del Perú. Entre 1740 y 1748 la iglesia fue reconstruida con cimientos de piedra y una torre con fachada de piedra. Hacia 1783 se añadió cal y ladrillo, confesionarios de madera y se trajeron 10 lienzos cuzqueños de varios santos.
- Misión de Santiago, que fue fundada en 1754 y agrupaba a guarañocas y tapiis. Hoy en día se observan los restos de la iglesia misional.
- Misión de San Juan, los documentos mencionan que entre 1755 y 1759 se construyó la iglesia de San Juan Bautista, que era una estructura con paredes de adobes y techo de teja, y que contaba con 11 cuadros en el templo y 17 en la sacristía. Actualmente se observan los restos que quedaron luego de dos incendios que la iglesia sufrió en la Colonia.
- Iglesia de San Ignacio de Velasco, obra comenzada por los jesuitas el 31 de julio de 1748, con 18 columnas de madera. Tenía 4 arcos de ladrillo en el presbiterio y 14

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 37 de 72

ventanas; el altar mayor se organizaba en cuatro columnas de ladrillo pintadas, y tres calles. Cuenta también con dos retablos colaterales, dos órganos en el coro, y un púlpito de tabla y escalera. Ésta es una de las principales iglesias construidas en el tiempo misional, dándole también esta importancia al asentamiento Colonial existente.



- Iglesia de Santa Ana, fundada en 1755 con una estructura provisoria de tabique ordinario y techo de paja. Se menciona que contaba con un altar mayor de 3 nichos, así como con algunos lienzos e imágenes de Santa Ana, Cristo y Concepción. Un rasgo interesante, es que allí estuvo la mejor escuela de canto de todas las misiones.
- Misión Jesuítica Santo Corazón, ubicada dentro del área protegida de San Matías. Esta misión jesuítica estaba conformada por grupos samucus, otukés y potureros, siendo definitivamente trasladada a su lugar actual en 1751.

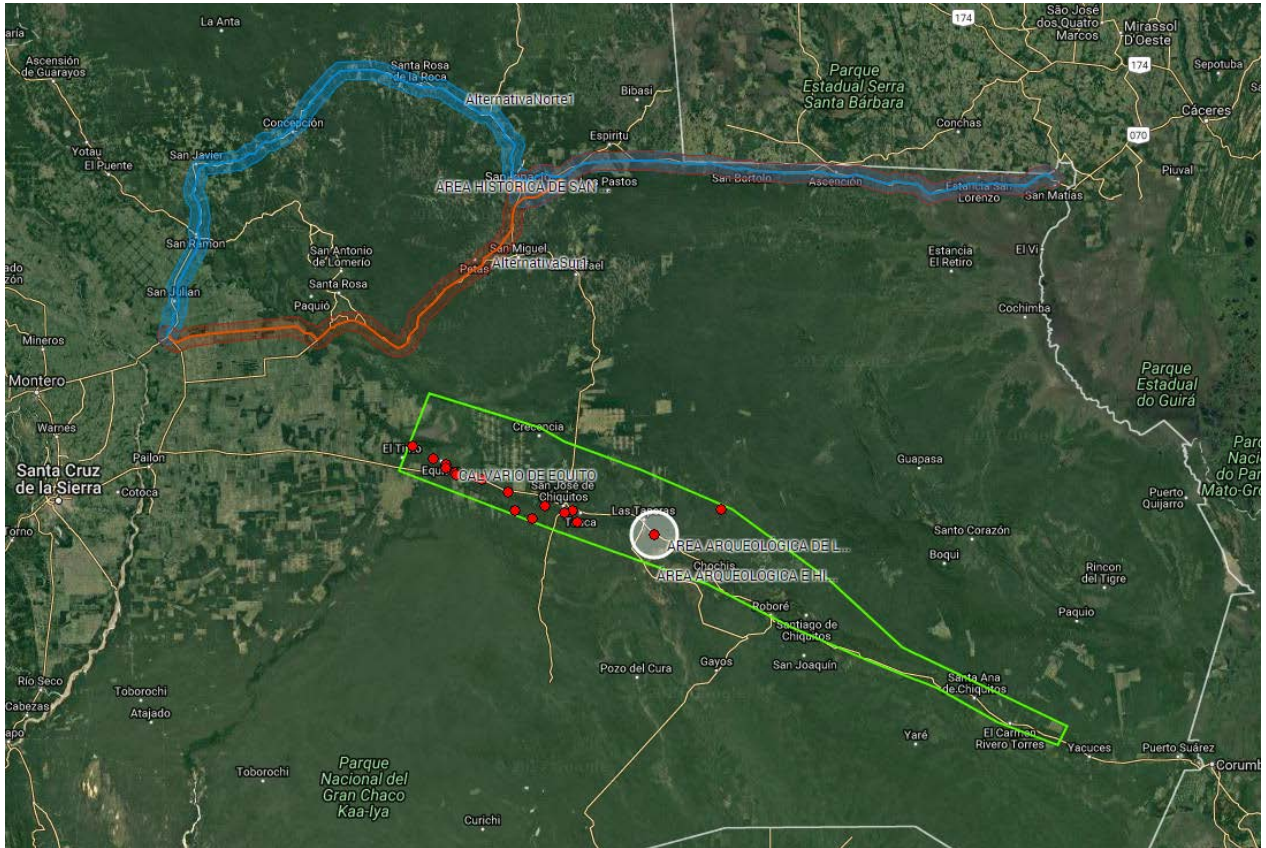
### 9.3.3. Evaluación en relación al área de intervención del proyecto

Los datos recabados muestran una concentración de las áreas arqueológicas, sobre todo prehispánicas, en relación a las serranías. Esto podría deberse a que se trataba de las zonas más adecuadas para la ocupación, en relación a las áreas de inundación.

En el mapa 1, se dibujó un polígono del área de ubicación de los principales registros arqueológicos. En la Figura 1 se realiza un acercamiento del polígono y la ubicación de los principales sitios. Como se puede observar, toda esa zona se encuentra muy lejos del trazo de cualquiera de las alternativas propuestas.





	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 38 de 72



Mapa 1: Área arqueológica en relación con el área de estudio

Por otro lado, se advierte que el pueblo de San Ignacio de Velasco y sus alrededores es un área sensible para el proyecto (Figura 2). Esto debido a que se encuentra una de las principales iglesias misionales y la ocupación actual puede estar sobrepuesta a una ocupación más antigua. La construcción de una sub-estación en las inmediaciones motiva a la identificación de cierto nivel de sensibilidad en ese sector.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 39 de 72

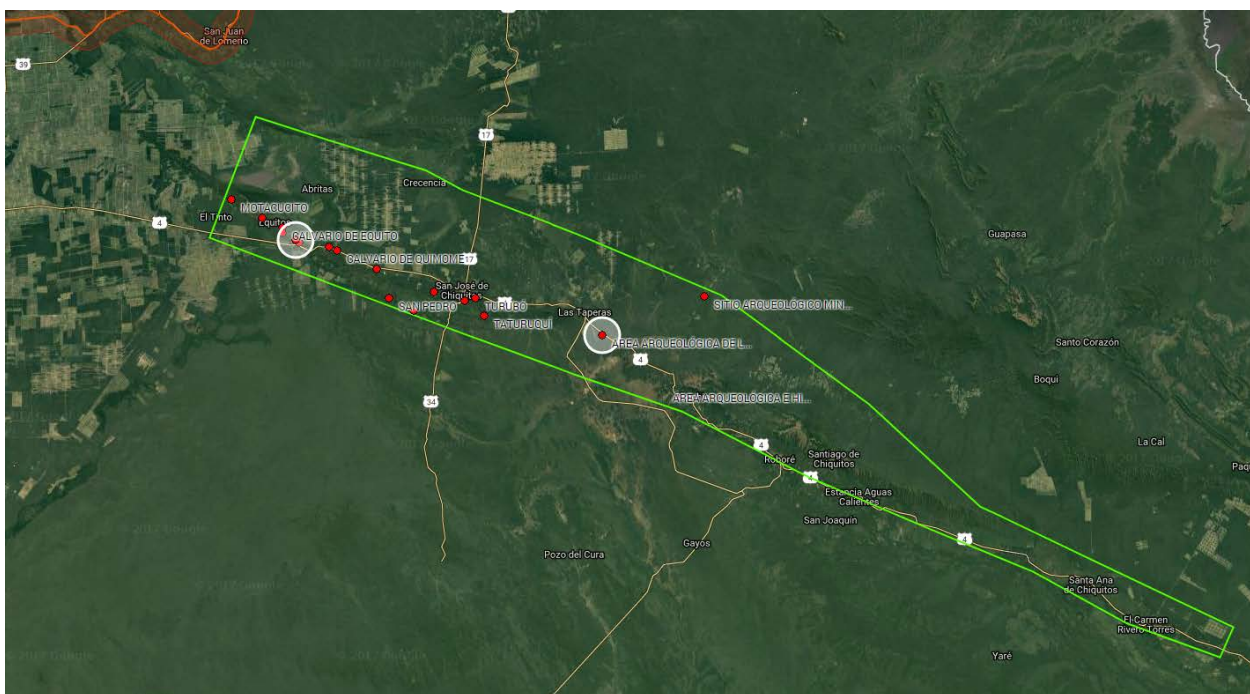


Figura 1. Polígono del área arqueológica

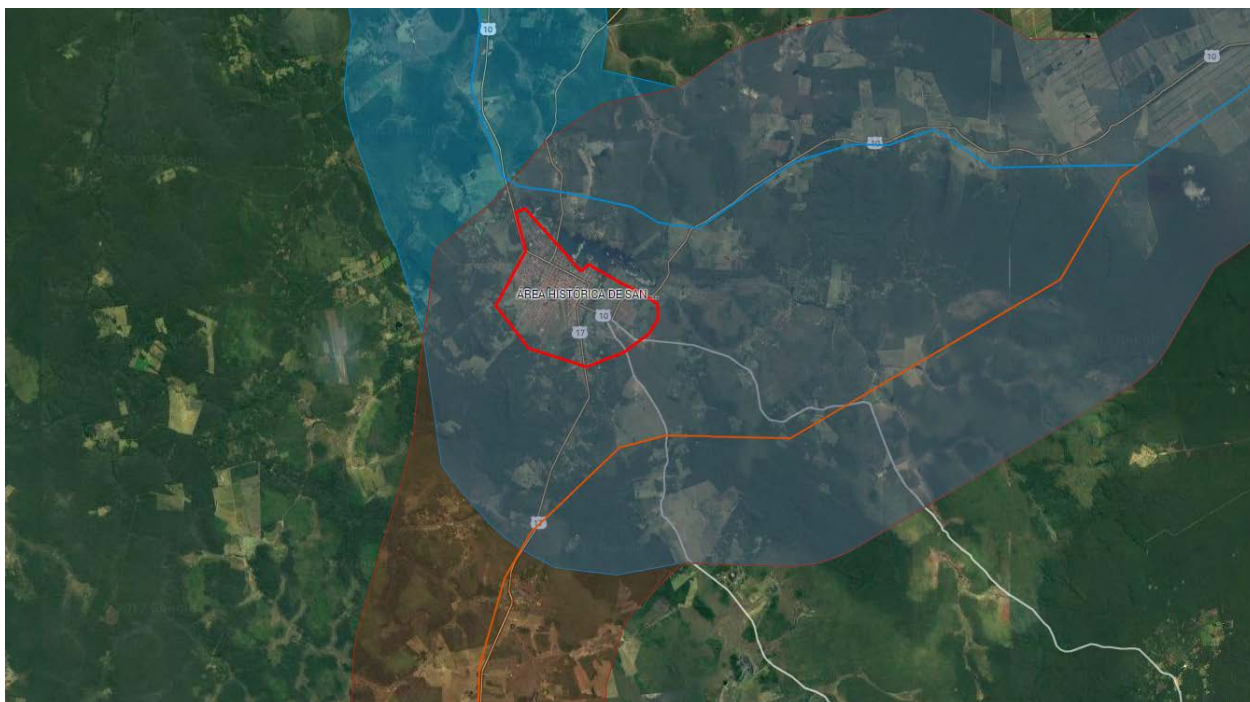




Figura 2. Polígono de sensibilidad en San Ignacio de Velasco



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx  Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0  Página 40 de 72

#### 9.3.4. Referencias citadas

Arellano, Jorge; Danilo Kuljis y William Kornfield

1976 Pictografías del cerro Banquete. Instituto Nacional de Arqueología. Publicación # 17, La Paz.

Cajías, Fernando

1977 Archivo de la iglesia de Concepción y San Javier de Chiquitos. Colección Archivos Bolivianos #2. Departamento de Historia; Instituto Nacional de Historia y literatura; Instituto Boliviano de Cultura, La Paz.

Kaifler, Carlos

1933 Tres sitios de pinturas rupestres en la parte occidental de la Serranía de San José, Depto. de Santa Cruz, Bolivia. En: Boletín N° 7 SIARB, La Paz.

1997 Yanami, un sitio de arte rupestre en el Depto. de Santa Cruz, Bolivia. En: Boletín N° 11 SIARB, La Paz.

1999 Los petroglifos de Capinsal, Depto. de Santa Cruz, Bolivia. En: Boletín N° 13 SIARB, La Paz.



2002<sup>a</sup> La documentación de los petroglifos del sitio Cañón de los Tocos, Depto. de Santa Cruz, Bolivia. Contribuciones al estudio del arte rupestre Sudamericano N° 6. Documentación y Registro del Arte Rupestre. SIARB, La Paz.

2002b Arte Rupestre Provincia Chiquitos, Departamento de Santa Cruz – Bolivia – En peligro. SIARB, La Paz.

Michel, Marcos y Sergio Calla

2001 Arqueología del valle Tucavaca, serranías de Santiago y Chochis. Informe no publicado, presentado a FAN, Santa Cruz de la Sierra.



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx  Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0  Página 41 de 72

Pia, Erica Gabriella

1987 Proyecto de Investigación “Oriente Boliviano 1986” Asentamientos y Pinturas Rupestres en el Oriente Boliviano. Instituto Nacional de Arqueología, La Paz.

1988 Los distintos momentos estilísticos encontrados en las pinturas rupestres de las áreas de Roboré, Santiago y San José en el Oriente boliviano. En: Boletín N° 2 SIARB, La Paz.

1989 Las pinturas encontradas en el 1988 en la Serranía de Roboré - Santiago. En: Investigaciones Arqueológicas, Antropológicas y Etnológicas de la Misión italiana en Bolivia, Chile y Perú – 1988. Vol. V. Universita’ Di Torino, Instituto Nacional de Arqueología, La Paz.

1991 La secuencia estilística del arte rupestre en el Oriente Boliviano a la luz de los nuevos hallazgos. En: III Simposio Internacional de Arte Rupestre, Documentos 40, Matthias Strecker (ed.). SIARB, La Paz.

Parejas, Alcides y Virgilio Suárez

1992 Chiquitos: Historia de una Utopía. CORDECRUZ/ Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra, Santa Cruz.

Querejazu Lewis, Roy



1995 Las Misiones Jesuíticas de Chiquitos. Fundación BHN, La Paz.

Riester, Jürgen

1981 Arqueología y arte rupestre en el Oriente boliviano. Departamento de Santa Cruz. Los Amigos del Libro, La Paz.

Strack, Peter

1992 Frente a Dios y los Pozokas. Las tradiciones culturales y sociales de las reducciones Jesuíticas desde la conquista hasta el presente. Verlag für Regionalgeschichte, Santa Cruz.



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 42 de 72

#### 9.4. Sismologia

Desde el punto de vista sísmico, en Bolivia se encuentra el Observatorio San Calixto que analiza la actividad sísmica del país.



La última actividad sísmica en el país según el Observatorio San Calixto se ha publicado en la siguiente tabla:

Fecha	Hora Local	Latitud	Longitud	Profundidad (km)	Magnitud (MI)	Departamento/Región
07/01/2018	19:06:41	-21.294	-68.174	148.5	3.1	Prov. Nor Lipez, Potosí
07/01/2018	05:02:46	-21.358	-66.761	205.7	3.4	Prov. Sud Lipez, Potosí
01/01/2018	19:03:41	-21.558	-66.8	209.1	3.1	Prov. Sud Lipez, Potosi
01/01/2018	06:02:25	-19.342	-67.324	233.7	4.6	Prov. Abaroa, Oruro
31/12/2017	23:13:07	-21.357	-66.778	207.7	3.0	Prov. Sud Lipez, Potosi
30/12/2017	11:51:59	-21.512	-66.917	199.7	3.1	Prov. Sud Lipez, Potosi
30/12/2017	11:38:29	-18.882	-67.214	256.1	4.5	Prov. Poopo, Oruro
29/12/2017	00:07:21	-20.344	-66.769	261.9	3.5	Prov. Antonio Quijarro, Potosí
28/12/2017	00:32:52	-18.562	-63.571	38.7	3.1	Prov. Cordillera, Santa Cruz
27/12/2017	05:54:09	-21.394	-66.801	224.5	3.2	Prov. Nor Lipez, Potosí
27/12/2017	03:55:39	-21.289	-67.612	161.3	3.1	Prov. Enrique Baldiviezo, Potosí

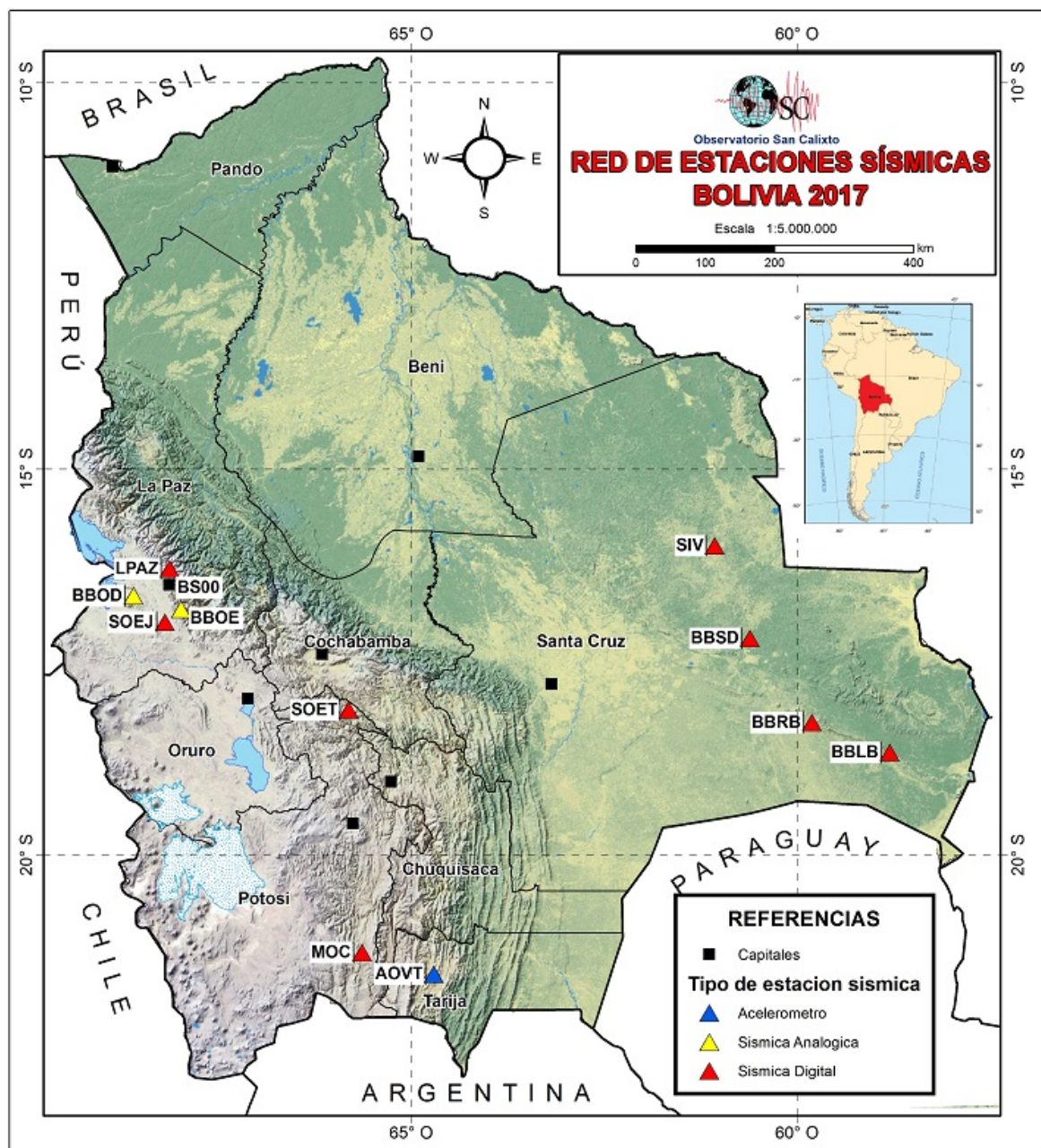
	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 43 de 72



Fecha	Hora Local	Latitud	Longitud	Profundidad (km)	Magnitud (MI)	Departamento/Región
25/12/2017	09:55:45	-21.555	-67.921	142.0	3.3	Prov. Nor Lipez, Potosí
25/12/2017	08:21:29	-21.964	-67.248	175.8	3.7	Prov. Sud Lipez, Potosí
24/12/2017	12:20:38	-21.293	-67.982	155.5	3.2	Prov. Nor Lipez, Potosí
23/12/2017	21:01:13	-21.834	-67.406	182.0	3.4	Prov. Nor Lipez, Potosí
22/12/2017	07:10:42	-20.535	-66.614	236.0	3.2	Prov. Antonio Quijarro, Potosí
19/12/2017	15:59:30	-22.234	-67.437	161.9	3.2	Prov. Sud Lipez, Potosí
17/12/2017	01:11:14	-22.166	-67.007	190.2	3.1	Prov. Sud Lipez, Potosí
16/12/2017	21:56:47	-22.304	-67.414	184.3	3.5	Prov. Sud Lipez, Potosí
16/12/2017	21:51:59	-21.87	-67.326	179.7	3.1	Prov. Nor Lipez, Potosí
16/12/2017	02:02:24	-21.278	-67.55	174.3	3.0	Prov. Enrique Baldivieso, Potosí
14/12/2017	09:37:20	-21.445	-66.999	189.1	3.0	Prov. Nor Lipez, Potosi
14/12/2017	04:01:48	-22.1	-67.716	149.4	3.0	Prov. Sud Lipez, Potosi
13/12/2017	10:11:14	-22.1	-67.459	123.2	3.0	Prov. Sud Lipez, Potosi
13/12/2017	06:45:31	-21.413	-66.771	211.0	4.5	Prov. Sud Lipez, Potosi

Como se observa en la tabla no aparecen eventos relacionados con la sismicidad en la zona.

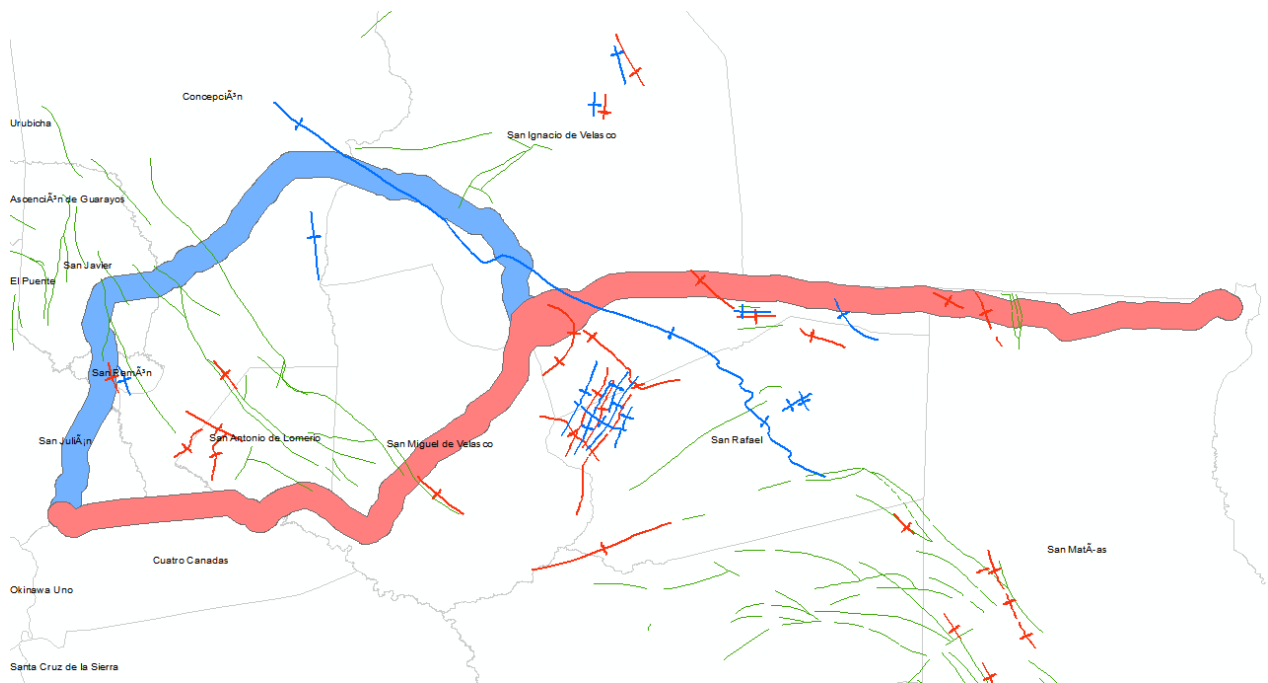
	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 44 de 72

Además, este Observatorio dispone de una red de estaciones sísmicas que se recoge en la figura adjunta:



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 45 de 72

En consonancia con los datos obtenidos de la zona, en el mapa inferior se muestran los sinclinales (en rojo), los anticlinales (en azul) y las fallas (en verde). Como se puede observar se puede concluir que los corredores de la línea de transmisión apenas pasa por elementos estructurales, por lo que la actividad sísmica de la zona es de baja importancia tal y como refleja la tabla anterior.





## 9.5. Infraestructuras

La zona es bastante deficitaria en infraestructuras, entre las existentes se puede destacar:

Infraestructuras gasistas:

- Gasoducto Chiquitos - Iplas - Mina Don Mario - San Matías Culaba (frontera Brasil)

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 46 de 72

Esta instalación en realidad tan solo afecta a la población de San Matías y al área geográfica próxima a la misma, por lo que no es relevante de cara al objeto del estudio.

De las vías de comunicación cabe destacar:

- Ctra. 10 - San Ramón (San Julián) a San Ignacio de Velasco y San Matías.
- Ctra. 17- San Miguel a San Ignacio de Velasco.
- Ctra. 39- Cuatro Cañadas a San Miguel en la que el firme es de tierra.



Como se aprecia el número y la calidad de las vías de comunicación es muy deficitario por lo que de cara a la construcción y posterior operación de las infraestructuras del proyecto es muy importante apoyarse en ellas, en tanto que evitará un impacto severo al tener que abrir una calle para poder construir la línea por todo el área del bosque chiquitano en las zonas que mejor se conserva, y posteriormente mantener la deforestación de la misma como medida de seguridad para el suministro eléctrico con el fin evitar incendios y poder acceder para las labores de mantenimiento y reparaciones necesarias.

No existen instalaciones de transporte de energía eléctrica, limitándose las infraestructuras eléctricas de la zona a la red de distribución gestionada por la empresa CRE.

El servicio de energía eléctrica en algunos de los centros poblados es administrado por la cooperativa rural de electrificación, cuya energía es generada con motores a diesel. Un porcentaje de la población no llega a tener este servicio por falta de recursos económicos, es decir los costos son muy elevados, alcanzando los 0.24 \$US kilovatio / hora, sin ninguna relación con el costo de energía generado en la ciudad de Santa Cruz, que es de 0.07 \$US. kilovatio / hora.





	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 48 de 72

## 11.1. Alternativa Norte

### 11.1.1. Características principales

Las características principales corresponden a:

Designación	Alternativa Norte
Nivel de tensión	230 kV <sup>(1)</sup>
Longitud <sup>(2)</sup>	591 Km
Superficie <sup>(3)</sup>	620.560 Ha
Pérdida de potencia <sup>(4)</sup>	10.5 Mw
Pérdidas (5)	156 Gwh

(1) En estudio la posibilidad de realizar la línea en nivel de 500 kV

(2) Longitud del eje del corredor

(3) Superficie total ocupada por el corredor



(4) Pérdida de potencia considerando la longitud total sin regulación, para una línea con conductor Dx y una carga de 200 MVA.

(5) Pérdidas de energía de una anualidad para la potencia disipada aplicando los criterios indicados en el documento.

### 11.1.2. Descripción general

Corresponde a la primea opción planteada, y discurre partiendo desde la subestación de Los Troncos por la carretera 9 hasta San Ramón, y desde esta población por la carretera 10 siguiendo por San Javier, Uruguayito hasta San Ignacio de Velasco, y desde esta población por la carretera 10 hasta San Matias paralela a la frontera con Brasil para evitar en lo posible todas las zonas inundables situadas al sur de dicha ctra.

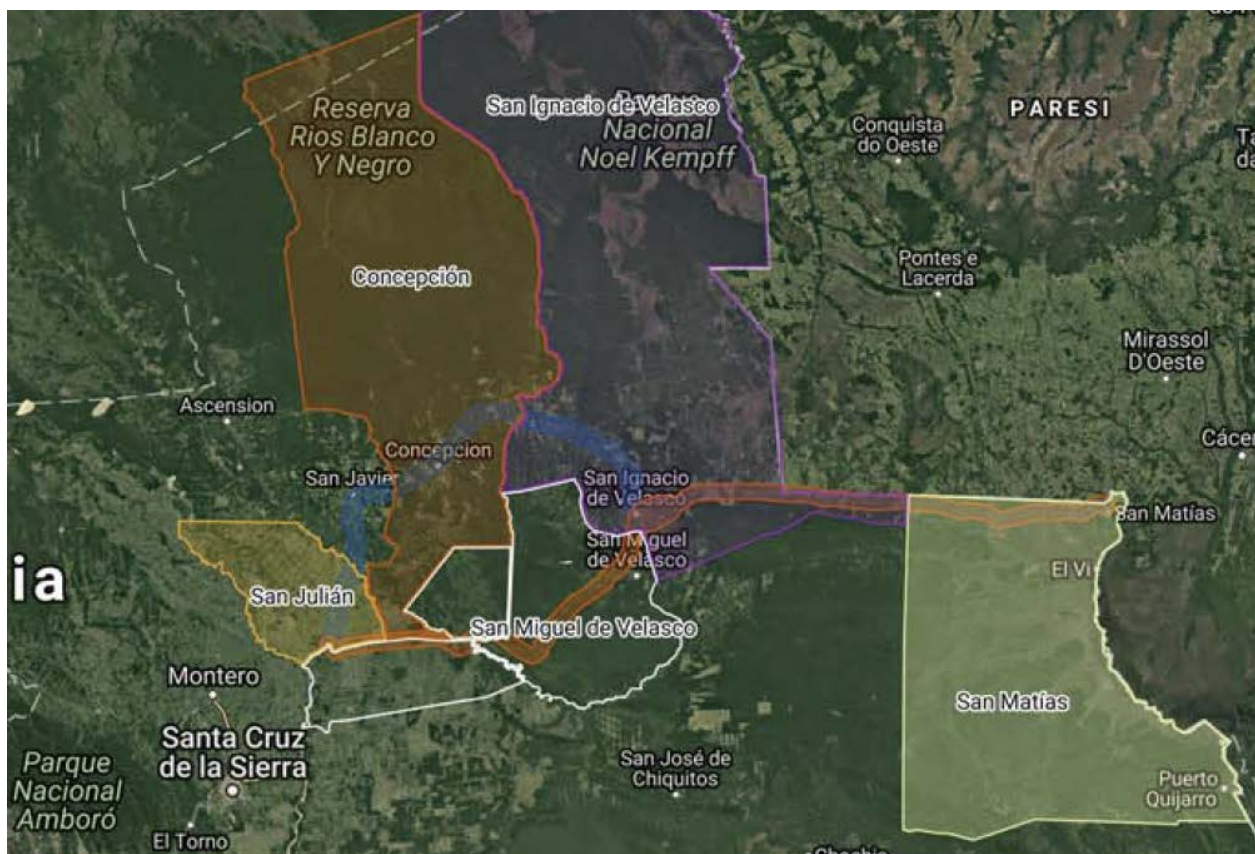




	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica  EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 49 de 72

### 11.1.3. Municipios afectados

Los municipios afectados son:

Nombre	Hectáreas
San Ignacio de Velasco	270.863
Concepción	95.661
San Javier	44.314
San Miguel de Velasco	507
San Julián	51.410
San Matías	121.852
San Ramón	18.964
Cuatro Cañadas	2.305





	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica  EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 50 de 72



#### 11.1.4. Coordenadas UTM

En la tabla inferior se recogen las coordenadas UTM, los vértices, la distancia entre vértices y la distancia al origen todo referido al eje del corredor.



VERTICE	X	Y	Long. Parcial (km)	Long. Acumulada (km)
1	538195	8113710	0.00	0.00
2	538283	8114146	0.44	0.44
3	539236	8115933	2.02	2.47
4	539421	8116895	0.98	3.45
5	541412	8119095	2.97	6.42
6	541382	8121199	2.10	8.52
7	541213	8123549	2.36	10.88
8	541183	8124832	1.28	12.16
9	543735	8126446	3.02	15.18
10	544246	8131271	4.85	20.03
11	543751	8133805	2.58	22.61
12	543601	8138871	5.07	27.68
13	550109	8151116	13.87	41.55
14	553458	8156642	6.46	48.01
15	555056	8162818	6.38	54.39
16	554014	8167145	4.45	58.84
17	554670	8169061	2.03	60.87
18	555611	8172993	4.04	64.91
19	554957	8178120	5.17	70.08
20	554460	8181008	2.93	73.01
21	552693	8182934	2.61	75.62
22	551532	8186634	3.88	79.50

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica  EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 51 de 72



VERTICE	X	Y	Long. Parcial (km)	Long. Acumulada (km)
23	552436	8188629	2.19	81.69
24	554051	8194657	6.24	87.93
25	555263	8197981	3.54	91.47
26	557976	8199736	3.23	94.70
27	567323	8200748	9.40	104.10
28	572348	8201703	5.12	109.22
29	574736	8201670	2.39	111.61
30	576415	8202489	1.87	113.47
31	577926	8203437	1.78	115.26
32	578353	8204251	0.92	116.18
33	580518	8205566	2.53	118.71
34	583185	8205585	2.67	121.38
35	584681	8207233	2.23	123.60
36	586220	8208846	2.23	125.83
37	587261	8210650	2.08	127.91
38	589125	8211541	2.07	129.98
39	591206	8211300	2.10	132.07
40	591812	8211444	0.62	132.70
41	594163	8212551	2.60	135.30
42	595346	8213731	1.67	136.97
43	598749	8215275	3.74	140.70
44	600100	8217144	2.31	143.01
45	606783	8222180	8.37	151.38
46	608977	8227360	5.63	157.00
47	610609	8228721	2.13	159.13
48	613408	8232925	5.05	164.18
49	616256	8236172	4.32	168.50
50	617848	8237093	1.84	170.34

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica  EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 52 de 72



VERTICE	X	Y	Long. Parcial (km)	Long. Acumulada (km)
51	618154	8238442	1.38	171.72
52	621636	8242160	5.09	176.81
53	623616	8244279	2.90	179.71
54	626475	8246325	3.52	183.23
55	627405	8247420	1.44	184.67
56	642853	8247461	15.45	200.12
57	647874	8246300	5.15	205.27
58	662381	8240473	15.63	220.90
59	663997	8240721	1.63	222.54
60	667170	8238638	3.80	226.33
61	672847	8238945	5.69	232.02
62	675968	8238008	3.26	235.28
63	678803	8238082	2.84	238.11
64	683409	8234540	5.81	243.92
65	688747	8231085	6.36	250.28
66	689884	8230911	1.15	251.43
67	698568	8225110	10.44	261.88
68	702575	8225156	4.01	265.88
69	703606	8225300	1.04	266.92
70	704477	8224443	1.22	268.15
71	705302	8223158	1.53	269.67
72	705926	8221836	1.46	271.13
73	709359	8217968	5.17	276.31
74	710744	8215440	2.88	279.19
75	710942	8213269	2.18	281.37
76	712761	8211752	2.37	283.74
77	715667	8209734	3.54	287.28
78	716114	8208589	1.23	288.50

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica  EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 53 de 72

VERTICE	X	Y	Long. Parcial (km)	Long. Acumulada (km)
79	713658	8202794	6.29	294.80
80	714464	8198623	4.25	299.05
81	714080	8195942	2.71	301.76
82	715270	8192479	3.66	305.42
83	715897	8192105	0.73	306.15
84	717792	8191841	1.91	308.06
85	720331	8191243	2.61	310.67
86	721402	8190635	1.23	311.90
87	722962	8190374	1.58	313.48
88	726745	8192956	4.58	318.06
89	729027	8193593	2.37	320.43
90	730432	8193562	1.41	321.84
91	732246	8194168	1.91	323.75
92	734530	8192648	2.74	326.49
93	740265	8192681	5.73	332.23
94	747607	8197653	8.87	341.10
95	751923	8199630	4.75	345.84
96	758753	8200096	6.85	352.69
97	774451	8200129	15.70	368.39
98	786771	8200165	12.32	380.71
99	805229	8198108	18.57	399.28
100	813446	8197948	8.22	407.50
101	814666	8198423	1.31	408.81
102	819776	8197359	5.22	414.03
103	827200	8195355	7.69	421.71
104	834602	8195190	7.40	429.12
105	838710	8194050	4.26	433.38
106	849628	8193308	10.94	444.33

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica  EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 54 de 72



VERTICE	X	Y	Long. Parcial (km)	Long. Acumulada (km)
107	853469	8192521	3.92	448.25
108	866175	8193058	12.72	460.96
109	871231	8193271	5.06	466.02
110	879318	8191339	8.31	474.34
111	885859	8190638	6.58	480.92
112	889959	8191349	4.16	485.08
113	904998	8186765	15.72	500.80
114	907448	8186427	2.47	503.27
115	909258	8187547	2.13	505.40
116	921622	8185614	12.51	517.92
117	926876	8180776	7.14	525.06
118	938427	8183029	11.77	536.83
119	947847	8185562	9.76	546.58
120	956224	8184787	8.41	554.99
121	958772	8185381	2.62	557.61
122	976637	8184217	17.90	575.51
123	981749	8188160	6.46	581.97
124	986789	8189599	5.24	587.21
125	988746	8188136	2.44	589.65
126	989598	8187927	0.88	590.53
127	990089	8187570	0.61	591.14
128	990300	8187516	0.22	591.36

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	
Documento: Ingeniería Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 55 de 72

#### 11.1.5. Afecciones



El potencial impacto sobre los elementos evaluados de corredor, siguiendo la metodología descrita se recoge en la tabla inferior:

ELEMENTO	SENSIBILIDAD	AFECCIÓN Ha (Hectáreas)
Bosques ribereños del Escudo Precámbrico Chiquitano	4	4602,02
Bosques chiquitanos	0	20682,07
	2	13631,12
	3	76741,94
	4	41042,37
Complejo de vegetación antrópica. Áreas dedicadas total o parcialmente al sector primario.	0	121434,10
	1	541,33
	3	1353,83
	4	29,42
Bosques de Igapó de aguas negras	0	11935,92
	2	43638,83
	3	216,16
	4	1938,02
Bosques subhúmedos semidecíduos de la Chiquitanía	0	19356,92
	2	17675,17
	3	52940,05
	4	7675,73

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 56 de 72

ELEMENTO	SENSIBILIDAD	AFECCIÓN Ha (Hectáreas)
Bosque chaqueño transicional	0	5802,85
	2	762,86
	3	9434,88
	4	411,06
Bosque bajo sobre suelos pedregosos de la Chiquitanía	0	3574,03
	3	34105,13
	4	56360,49
Cerrado de la Chiquitanía	0	13356,17
	1	11484,52
	2	20,60
	3	8355,09
	4	1197,49
Bosque hidrofítico de los valles de la Chiquitanía	3	10658,02
	4	884,40
Bosque de Serranía de la Chiquitanía	0	1328,84
	3	17493,87
	5	203,84
Poblaciones, asentamientos e infraestructuras	5	10369,74



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 57 de 72



Sensibilidad	Afección	Sensibilidad	Factor (S)
Sensibilidad 0	206581 Ha	0.00	
Sensibilidad 1	12026 Ha	12025.85	
Sensibilidad 2	75729 Ha	151457.17	
Sensibilidad 3	211299 Ha	633896.83	
Sensibilidad 4	109539 Ha	438155.95	
Sensibilidad 5	5387 Ha	26932.90	
		<b>1262468.70</b>	<b>126.25</b>

#### 11.1.6. Evaluación

Los índices obtenidos para el corredor son:

Sensibilidad	S	126.25
Emisiones CO <sub>2</sub>	S <sub>CO2</sub>	5.279
Campos EMF	S <sub>EMF</sub>	53.87
Sector primario	S <sub>AG</sub>	122.35
Inversión <sup>(1)</sup>	S <sub>V</sub>	591PL+3PS

(1) El proyecto comprende 314 km entre Los Troncos a San Ignacio de Velasco considerando que es necesaria una subestación intermedia para la cantidad inicial de energía prevista y 278 km entre San Ignacio y San Matias, considerando que no se instalara una subestación intermedia.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 58 de 72

## 11.2. Alternativa Sur

### 11.2.1. Características principales

Las características principales corresponden a:

Designación	Alternativa Sur
Nivel de tensión	230 kV <sup>(1)</sup>
Longitud <sup>(2)</sup>	518 Km
Superficie <sup>(3)</sup>	544.390 Ha
Pérdida de potencia <sup>(4)</sup>	14.7 Mw
Pérdidas <sup>(5)</sup>	129 Gwh

(1) En estudio la posibilidad de realizar la línea en nivel de 500 kV

(2) Longitud del eje del corredor



(3) Superficie total ocupada por el corredor

(4) Pérdida de potencia considerando la longitud total sin regulación, para una línea con conductor Dx y una carga de 200 MVA.

(5) Pérdidas de energía de una anualidad para la potencia disipada aplicando los criterios indicados en el documento.

### 11.2.2. Descripción general

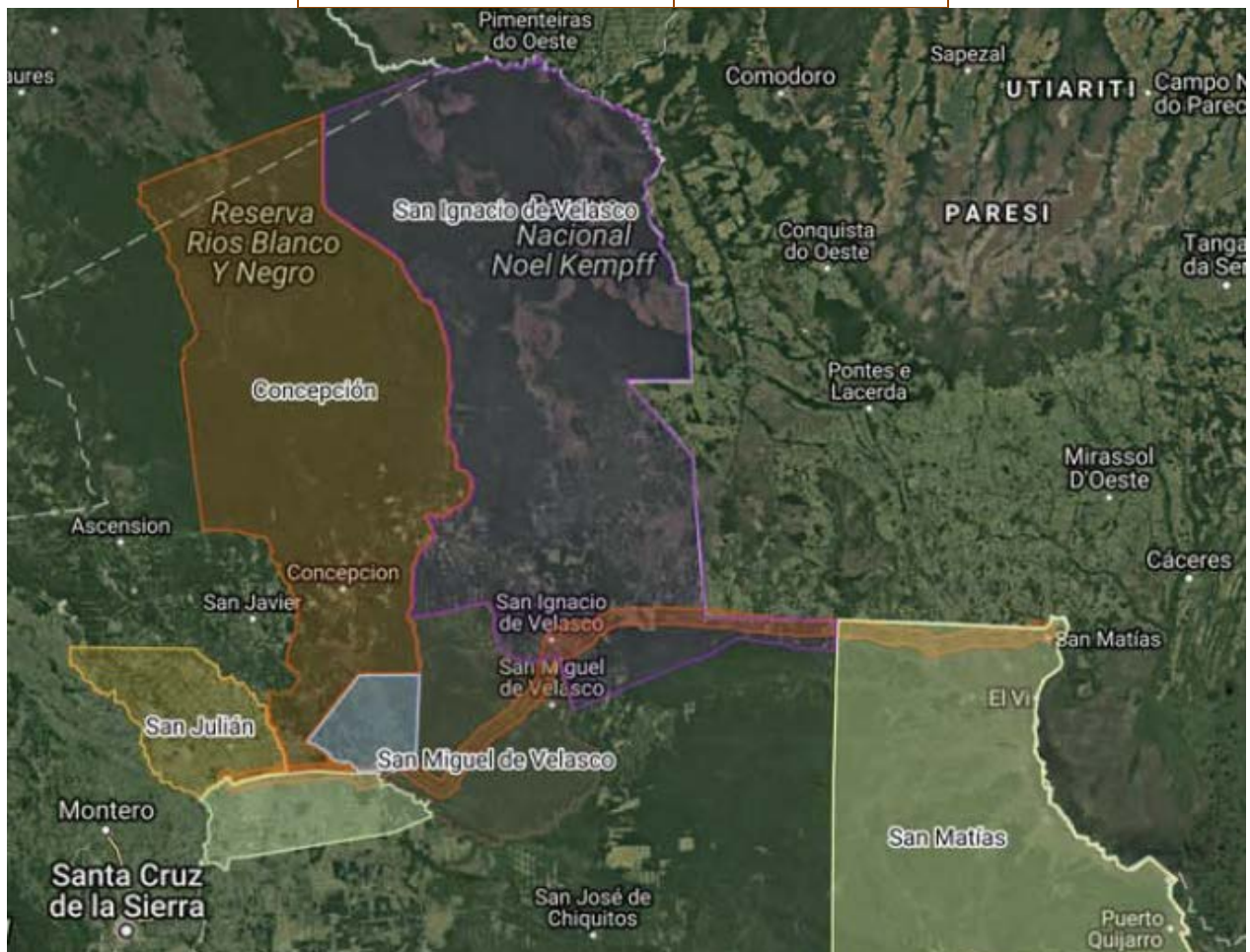
Corresponde a la segunda opción, que si inicia en Los Troncos, atraviesa los campos de cultivo paralelos a una vía de servicio de los mismos, para continuar por la carretera 39 (firme de tierra compactada) en dirección a San Miguel hasta San Ignacio de Velasco, y desde esta población por la carretera 10 hasta San Matias paralela a la frontera con Brasil para evitar en lo posible todas las zonas inundables situadas al sur de dicha ctra.



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 59 de 72

### 11.2.3. Municipios afectados

Los municipios afectados son:

San Ignacio de Velasco	176.592 (Ha)
Concepción	16.055 (Ha)
San Miguel de Velasco	121.593 (Ha)
San Julián	19.636 (Ha)
San Matías	121.852 (Ha)
San Antonio de Lomerío	21.819 (Ha)
Cuatro Cañadas	52.159 (Ha)





	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica  EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 60 de 72



#### 11.2.4. Coordenadas UTM

En la tabla inferior se recogen las coordenadas UTM, los vértices, la distancia entre vértices y la distancia al origen todo referido al eje del corredor.



Vertice	X *	Y *	Longitud parcial (Km)	Longitud al origen (Km)
1	538192	8113709	0,00	0,00
2	538763	8113749	0,57	0,57
3	539151	8113669	0,40	0,97
4	542439	8110054	4,89	5,86
5	543144	8109876	0,73	6,58
6	549542	8112752	7,01	13,60
7	562719	8114589	13,30	26,90
8	573509	8115536	10,83	37,73
9	591210	8116978	17,76	55,49
10	603794	8118038	12,63	68,12
11	608672	8114691	5,92	74,04
12	611210	8114505	2,54	76,58
13	613061	8112912	2,44	79,02
14	613783	8111708	1,40	80,43
15	615038	8111418	1,29	81,72
16	615687	8111800	0,75	82,47
17	617495	8113166	2,27	84,73
18	618012	8114209	1,16	85,90
19	618980	8115270	1,44	87,34
20	620663	8116598	2,14	89,48
21	621577	8117136	1,06	90,54

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica  EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 61 de 72



Vertice	X *	Y *	Longitud parcial (Km)	Longitud al origen (Km)
22	623175	8117541	1,65	92,19
23	623745	8118330	0,97	93,16
24	630947	8120744	7,60	100,76
25	633909	8120590	2,97	103,72
26	639199	8118444	5,71	109,43
27	640537	8117116	1,89	111,32
28	643387	8115081	3,50	114,82
29	646395	8112331	4,08	118,89
30	651216	8109264	5,71	124,61
31	655520	8106735	4,99	129,60
32	657675	8107270	2,22	131,82
33	660729	8109344	3,69	135,51
34	661841	8113261	4,07	139,58
35	664232	8115852	3,53	143,11
36	665137	8117084	1,53	144,64
37	665893	8122189	5,16	149,80
38	669953	8125753	5,40	155,20
39	675434	8131148	7,69	162,89
40	678636	8134425	4,58	167,47
41	679745	8136233	2,12	169,60
42	680072	8136530	0,44	170,04
43	683099	8138445	3,58	173,62
44	689466	8142199	7,39	181,01
45	693368	8145457	5,08	186,09
46	698726	8148267	6,05	192,14
47	699558	8151803	3,63	195,78
48	707228	8156923	9,22	205,00

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica  EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 62 de 72

Vertice	X *	Y *	Longitud parcial (Km)	Longitud al origen (Km)
49	713890	8166038	11,29	216,29
50	714188	8173337	7,31	223,59
51	715207	8176792	3,60	227,20
52	716258	8178576	2,07	229,27
53	719753	8181847	4,79	234,05
54	721610	8182320	1,92	235,97
55	726461	8182136	4,85	240,82
56	737150	8188240	12,31	253,13
57	739524	8192180	4,60	257,73
58	747607	8197653	9,76	267,49
59	751923	8199630	4,75	272,24
60	758753	8200096	6,85	279,09
61	774451	8200129	15,70	294,79
62	786771	8200165	12,32	307,11
63	805229	8198108	18,57	325,68
64	813446	8197948	8,22	333,90
65	814666	8198423	1,31	335,21
66	819776	8197359	5,22	340,43
67	827200	8195355	7,69	348,11
68	834602	8195190	7,40	355,52
69	838710	8194050	4,26	359,78
70	849628	8193308	10,94	370,72
71	853469	8192521	3,92	374,65
72	866175	8193058	12,72	387,36
73	871231	8193271	5,06	392,42
74	879318	8191339	8,31	400,74
75	885859	8190638	6,58	407,32

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica  EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 63 de 72

Vertice	X *	Y *	Longitud parcial (Km)	Longitud al origen (Km)
76	889959	8191349	4,16	411,48
77	904998	8186765	15,72	427,20
78	907448	8186427	2,47	429,67
79	909258	8187547	2,13	431,80
80	921622	8185614	12,51	444,32
81	926876	8180776	7,14	451,46
82	938427	8183029	11,77	463,23
83	947847	8185562	9,76	472,98
84	956224	8184787	8,41	481,39
85	958772	8185381	2,62	484,01
86	976637	8184217	17,90	501,91
87	981749	8188160	6,46	508,37
88	986789	8189599	5,24	513,61
89	988746	8188136	2,44	516,05
90	989598	8187927	0,88	516,93
91	990089	8187570	0,61	517,54
92	990300	8187516	0,22	517,76



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 64 de 72

#### 11.2.5. Afecciones



El potencial impacto sobre los elementos evaluados de corredor, siguiendo la metodología descrita se recoge en la tabla inferior:

ELEMENTO	SENSIBILIDAD	AFECCIÓN (Ha) (Hectáreas)
Bosques ribereños del Escudo Precámbrico Chiquitano	4	122,29
Bosques chiquitanos	0	12342,75
	2	19988,06
	3	63969,25
	4	19021,03
Complejo de vegetación antrópica. Áreas dedicadas total o parcialmente al sector primario	0	74853,75
	4	9,29
Bosques de Igapó de aguas negras	0	2527,74
	2	43752,62
	3	2914,92
Bosques subhúmedos semidecíduos de la Chiquitanía	0	18395,7
	2	13365,58
	3	61651,87
	4	7562,35



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 65 de 72

Bosque chaqueño transicional	0	42314,48
	2	762,86
	3	14842,81
	4	411,06
Bosque bajo sobre suelos pedregosos de la Chiquitanía	0	60,11
	3	29422,50
	4	72892,27
Cerrado de la Chiquitanía	0	757,14
	2	15460,81
	3	3183,40
	4	1326,48
Bosque hidrofítico de los valles de la Chiquitanía	4	2979,63
Bosque Inundable de los bañados del Noroeste del Chaco	0	1187,40
	2	53,84
	4	5335,38
Bosque sobre suelo mal drenado con Palma Saó	5	693,33
Poblaciones, asentamientos e infraestructuras	5	6239,48

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matías al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 66 de 72



Sensibilidad	Afección	Sensibilidad	Factor (S)
Sensibilidad 0	161550 Ha	0.00	
Sensibilidad 1	693 Ha	693.33	
Sensibilidad 2	93384 Ha	186767.66	
Sensibilidad 3	181320 Ha	543960.38	
Sensibilidad 4	104324 Ha	417297.61	
Sensibilidad 5	3119 Ha	15596.11	
		<b>1164315.09</b>	<b>116.43</b>

#### 11.2.6. Evaluación

Los índices obtenidos para el corredor son:

Sensibilidad	S	116.43
Emisiones CO <sub>2</sub>	S <sub>CO2</sub>	4358
Campos EMF	S <sub>EMF</sub>	31.19
Sector primario	S <sub>AG</sub>	74.86
Inversión <sup>(1)</sup>	S <sub>V</sub>	518PL+2PS

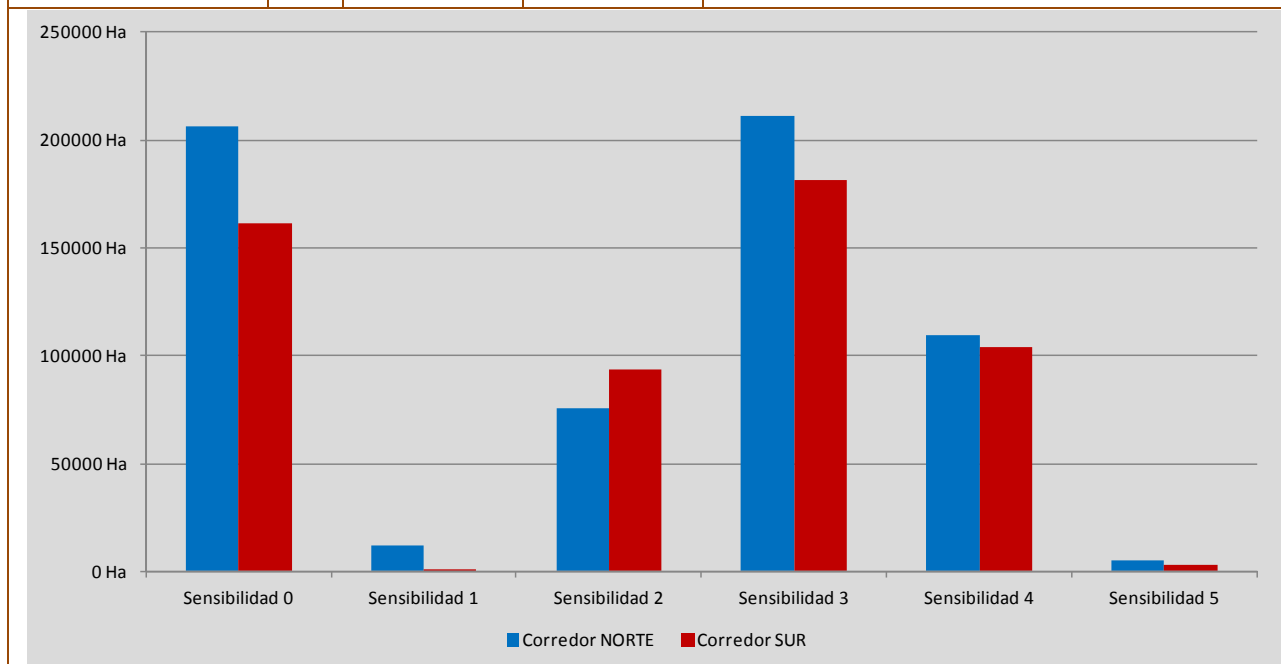
(1) El proyecto comprende 236 km entre Los Troncos a San Ignacio de Velasco considerando que puede evitarse una subestación intermedia para la cantidad inicial de energía prevista y 283 km entre San Ignacio y San Matías, considerando igualmente que no se instalará una subestación intermedia por el mismo motivo.



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 67 de 72

## 11. Selección del corredor



En base a la evaluación realizada la comparación para ambos corredores es la siguiente:

INDICE		Alternativa NORTE	Alternativa SUR	COMPARACION
Sensibilidad	S	126.25	116.43	$S_{NORTE} > S_{SUR}$  El impacto causado por el corredor norte si bien atraviesa zonas aparentemente con un grado de conservación más bajo, sin embargo es tanta la diferencia de longitud, que termina a afectando a un área mucho mayor, en la que existen grandes extensiones de bosque que igualmente estarían afectadas, de hecho en la grafica de sensibilidades adjunta se puede apreciar como salvo para el nivel 2 de sensibilidad en los niveles 3 y 4 la alternativa norte causa un mayor impacto que la alternativa sur.  El impacto es menor en la alternativa SUR





	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica  EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 68 de 72

INDICE		Alternativa NORTE	Alternativa SUR	COMPARACION
Emisiones CO <sub>2</sub>	S <sub>CO2</sub>	5279	4358	$S_{NORTE-CO2} > S_{SUR-CO2}$  Evidentemente un factor como las emisiones relacionado con la longitud de la infraestructura supone un mayor impacto para la alternativa más larga.  Este índice que no es lineal sirve para medir el impacto a medio y largo plazo que generará la operación de la infraestructura a lo largo del tiempo.  El impacto es menor en la alternativa SUR
Campos EMF	S <sub>EMF</sub>	53.87	31.19	$S_{NORTE-EMF} > S_{SUR-EMF}$  Este índice a nivel de corredor permite medir el impacto social, por consiguiente puesto que la alternativa norte atraviesa un área con un mayor asentamiento de población es lógico que el índice obtenido sea más elevado para dicha alternativa.  El impacto es menor en la alternativa SUR
Sector primario	S <sub>AG</sub>	122.35	74.86	$S_{NORTE-AG} > S_{SUR-AG}$  Este índice traslada el impacto sobre los terrenos dedicados a la explotación agraria y ganadera, y si bien ambas alternativas atraviesan amplias áreas dedicadas a ello, finalmente el exceso de longitud penaliza a la alternativa norte.  El impacto es menor en la alternativa SUR

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 69 de 72

INDICE	Alternativa NORTE	Alternativa SUR	COMPARACION
Inversión	S <sub>v</sub>	591P <sub>L</sub> +3P <sub>S</sub>	<p> <math>S_{NORTE-V} &gt; S_{SUR-V}</math> </p> <p>           Técnicamente la instalación adolece que el nivel de tensión de 230 kV seleccionado siendo las distancias entre subestaciones tan elevadas, y aun en el caso de considerar potencias reducidas para la capacidad técnica de la línea, conlleva problemas asociados a estas circunstancias.         </p> <p>           Esto finalmente se traduce en la necesidad de instalar equipos costosos en las subestaciones, o incluso la necesidad de instalar subestaciones intermedias no previstas inicialmente, con el consiguiente sobre costo e impacto asociado.         </p> <p>           Si bien no se ha realizado una valoración detallada pero si suficiente para el nivel de detalle del estudio, y por tanto determinante, con la metodología propuesta se puede evaluar claramente que la alternativa de corredor norte supone respecto de la línea un incremento en la inversión de un factor 1.14 respecto de la alternativa sur, y respecto de las subestaciones el incremento en la inversión necesaria para realizar la alternativa norte es de un factor 1.5 respecto de la alternativa sur.         </p> <p>           Como ya se ha indicado no están contemplados los costos asociados a la financiación, ni los asociados al mantenimiento y operación, que lógicamente son mayores para la alternativa norte         </p> <p>           El impacto es menor en la alternativa SUR         </p>

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx	Version: V1-R0
	Fecha de entrega: 15/01/2018	Página 70 de 72

De la evaluación realizada todos los índices estudiados claramente indican que la Alternativa Norte presenta un impacto mayor en todos los aspectos tratados, además de suponer un sobre costo para el proyecto, en consecuencia, con dicho estudio y los resultados obtenidos la alternativa seleccionada para el desarrollo del proyecto es la Alternativa Sur.



Por tanto, los trabajos posteriores a realizar en las siguientes fases se van a centrar en definir un trazado que se encajará en el Corredor Sur seleccionado, este trazado se irá perfeccionando a medida que se disponga de una información, en todos los aspectos más detallada, que finalmente permitan definir el trazado definitivo para la línea y la localización final para el resto de los componentes (subestaciones y centrales).

En este sentido y a falta de ir desarrollando estos estudios de detalle, se recomienda que el trazado comprendido en el área 8109N 612E y 815N 682E en los TM de San Antonio de Lomerío y de San Miguel de Velasco se disponga lo más próximo posible a la carretera 39 con el fin de minimizar el impacto sobre las áreas de bosque Chiquitano.

## **12. Modificaciones**

El trabajo desarrollado, principalmente lo ha sido con información preliminar de gabinete, y si bien el grado de detalle es adecuado, pueden aparecer en fases posteriores datos que puedan afectar al trabajo realizado, información tal como el futuro aeropuerto de San Ignacio de Velasco, y otras de las cuales no se tiene noticia a día de hoy.

De cualquiera de las maneras, no es previsible que la obtención de nueva información altere la evaluación realizada que ha servido para determinar la elección del Corredor Sur puesto que con el ancho definido, es suficiente para poder encajar el trazado posterior dentro de los límites estudiados, no obstante si alguna circunstancia lo aconsejara, evidentemente, por el perfeccionamiento del proyecto, se realizaría la modificación oportuna que permita salvar dicha circunstancia.

	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	 <b>GRUPO ALTA TENSION</b>
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 71 de 72



### **13. Conclusiones**

Con la elaboración de este documento se ha pretendido evaluar las alternativas posibles, sirviendo para definir como mejor alternativa para el proyecto la opción Sur entre las dos opciones estudiadas.

La evaluación realizada ha sido objetiva, y ha considerado aspectos ambientales, sociales, técnicos y económicos a nivel de detalle de corredor, utilizando la información disponible, evaluado su contenido, adecuando su calidad, que ha sido procesada utilizando un modelo numérico que ha considerado no solo los aspectos derivados de la fase de construcción, sino que se han considerado los aspectos a medio y largo plazo que estas infraestructuras generan.

Por consiguiente, entendemos que el presente documento cumple con las expectativas acordadas para la realización del estudio del corredor, y por tanto sirva de base para los objetivos que se pactaron en la reunión de lanzamiento del mismo celebrada en las instalaciones de ENDE en Cochabamba entre los diferentes agentes que participaron en la misma.



	<b>Interconexion San Ignacio de Velasco y San Matias al SIN</b>	
Documento: Ingenieria Basica EST. ALTERNATIVAS: ORREDOR	Codigo del documento: 14966EN04010-V1-R0.docx Fecha de entrega: 15/01/2018	Version: V1-R0 Página 72 de 72

#### 14. Planos

Orden	Denominación	Numero de hojas
1	Situación	1
2	Planta general	1
3	Serie plano topográfico 1:200.000	
	General alternativas	1
	Planos Corredor alternativa Norte	9
	Corredor alternativa Sur	7
4	Serie Plano Ortofoto Satélite 1:100.000	
	General	1
	Corredor alternativa Norte	18
	Corredor alternativa Sur	15
5	Serie mapa sensibilidades 1:400.000	
	General	1
	Corredor alternativa Norte	4