

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y
METALÚRGICA



ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL
OLEODUCTO DORADO - ANDOAS

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO GEOLOGO

PRESENTADO POR:
ALEXANDER LEONCIO GONZALEZ BURGA

LIMA – PERU

2011

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MIS SEÑORES PADRES LEONCIO Y CLEMENTINA, QUE SE FUERON YA HACE MEDIO AÑO Y QUE ME AYUDARON TODA LA VIDA EN EL DESARROLLO DE MI VIDA PERSONAL Y PROFESIONAL.

A MI ESPOSA CANDELARIA Y A MI ADORADA HIJA KIMBERLY POR EL APOYO Y MOTIVACION DIARIA Y SER MIS MOTORES PARA SEGUIR ADELANTE EN LA VIDA.

A MIS HERMANOS ELMER, YVES Y MERCEDES, QUIENES ME ALENTARON SIEMPRE DE MANERA SINCERA E INCONDICIONAL.

AGRADECIMIENTO

MI AGRADECIMIENTO A LAS AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA, ASÍ COMO A LAS INGENIERAS ASIGNADAS PARA LA REVISIÓN DE LA PRESENTE TESIS.

AGRADEZCO A LA EMPRESA GMI SA INGENIEROS CONSULTORES, POR LA OPORTUNIDAD QUE ME BRINDARON DE PARTICIPAR EN ESTE PROYECTO Y LAS FACILIDADES OTORGADAS PARA EXPONER ESTE TEMA.

EXPRESO MI GRATITUD A LOS DIFERENTES INGENIEROS COMPAÑEROS DE TRABAJO, POR SUS SUGERENCIAS E IDEAS PARA PRESENTAR MI TESIS.

UN RECONOCIMIENTO ESPECIAL AL SEÑOR PEDRO GASPAR, TRABAJADOR POR MUCHOS AÑOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA, POR SU PERMANENTE COLABORACIÓN, SIEMPRE PREDISPUERTO A AYUDAR EN TODO LO QUE PUEDA A LOS ESTUDIANTES Y EGRESADOS DE LA FACULTAD.

A MI FAMILIA POR SU CONSTANTE ALIENTO PARA SEGUIR ADELANTE EN EL DESARROLLO DE MI VIDA PROFESIONAL.

INDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO.....	7
1.0 GENERALIDADES	
1.1 Introducción.....	10
1.2 Objetivo del Estudio.....	10
1.3 Ubicación del Proyecto.....	10
1.4 Esquema del Trazo.....	12
1.5 Ejecución de las Investigaciones y ensayos de campo.....	13
1.6 Trabajos ejecutados.....	14
2.0 MARCO GEOLOGICO REGIONAL	
2.1 Geomorfología.....	18
2.2 Estratigrafía.....	21
2.3 Tectónica y Neotectónica.....	26
2.4 Hidrogeología.....	29
2.5 Procesos geodinámicos.....	30
2.6 Sismicidad.....	34
3.0 ZONIFICACION GEOTECNICA DEL AREA DEL PROYECTO	
3.1 Factores principales de zonificación.....	39
3.2 Esquema de zonificación.....	41
4.0 CONDICIONES GEOTECNICAS DEL TRAZO	
4.1 Características geotécnicas de suelos.....	42
4.2 Resistividad de suelos.....	45
4.3 Sectorización del Trazo por condiciones geotécnicas.....	45
5.0 SECTORES CRITICOS	
5.1 Factores principales.....	50
5.2 Descripción de sectores.....	50
6.0 CONDICIONES GEOTECNICAS DE LOS CRUCES DE RIOS Y DE PLANTA ANDOAS.	
6.1 Cruces de ríos.....	53
6.2 Áreas de inundación, bofedales y pantanos.....	58
6.3 Planta Andoas.....	59
7.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
8.0 BIBLIOGRAFIA.....	63

ALBUM DE FOTOS

CUADROS

PLANOS

ANEXOS

Relación de Cuadros

Cuadro 1 Sectorización del Trazo según trabajo de las cuadrillas

Cuadro 2 Investigaciones y ensayos de campo

Cuadro 3 Análisis de Laboratorio

Cuadro 4 Zonificación geológica preliminar del Trazo

Cuadro 5 Características de resistividad eléctrica por tramos

Cuadro 6 Zonificación. Condiciones geotécnicas del Trazo

Cuadro 7 Características geotécnicas (Valores promedios) en el Trazo

Cuadro 8 Sectores críticos

Cuadro 9 Características geotécnicas de suelos en cruces de ríos y Planta Andoas

Relación de Figuras

Figura 1 Esquema del Trazo

Figura 2 Columna estratigráfica de área el Proyecto

Figura 3 Ubicación del Proyecto en la subcuenca Pastaza-Marañón

Figura 4 Norma E.030 Sismorresistente

Figura 5 Esquema de fuentes y características de sismos

Relación de Planos

1 Plano de ubicación del Proyecto

2 Imagen satelital

3 Mapa geológico regional a escala 1:100,000

4 Mapa geomorfológico regional a escala 1:200,000

5 Plantas y Perfiles geotécnicos del Trazo

6 Plantas y Perfiles geotécnicos de Cruces de ríos

Relación de Anexos

Anexo 1 Metrados de investigaciones y ensayos realizados

Anexo 2 Registros de ensayos de campo realizados por el eje del Trazo

Anexo 3 Registros de calicatas por el eje del Trazo

Anexo 4 Registros de perforaciones en los cruces de ríos y Plantas

Relación de Fotos

- 1 Corte de Trocha y reconocimiento del trazo
- 2 Excavación de calicatas
- 3 Perforación tipo percusión
- 4 Perforación tipo Hand Auger
- 5 Ensayo DPL
- 6 Ensayo de densidad natural de campo
- 7 Medición de nivel freático en piezómetro instalado
- 8 Ensayo de resistividad eléctrica
- 9 Campamento Tigre
- 10 Medición de cauce de quebrada
- 11 Condición de planicie inundable
- 12 Derrumbe en colinas altas
- 13 Cruce de quebradas chicas
- 14 Cruce de quebradas grandes
- 15 Cruce de río Rumiyacu
- 16 Cruce de río Arabela
- 17 Cruce de río Baratillo
- 18 Cruce de río Piedra Liza
- 19 Cruce de río Tigre
- 20 Cruce de río Corrientes
- 21 Cruce de río Macusari

RESUMEN EJECUTIVO

La Tesis comprende el estudio del Trazo del Oleoducto DORADO - ANDOAS de aproximadamente 162 km, a través del cual se transportará hidrocarburos del Lote 67, donde se encuentran los yacimientos "Paiche", "Piraña" y "Dorado"

La zona del estudio, se ubica en la parte Nor - Oriental del Perú, en la Selva Amazónica y pertenece a las provincias de Maynas – Loreto y Alto Amazonas de la Región de Loreto.

Geomorfológicamente se caracteriza por un relieve subhorizontal con predominio de superficies ligeramente onduladas y planas, cubierta por densa vegetación selvática, disectadas por una red de ríos y quebradas conocida como *Planicie Amazónica*.

En la zona del proyecto afloran rocas blandas cuyas edades gradan del Mioceno al Holoceno. El tipo de facies y grosor de estas unidades varían lateralmente de Oeste a Este y de Norte a Sur y depósitos cuaternarios.

Las rocas sedimentarias Cenozoicas corresponden a las Formaciones Pebas, Ipururo y Nauta, constituidas por limolitas, lutitas y arcillitas y en menor grado areniscas, caracterizadas por su bajo grado de litificación, de media a baja resistencia, por lo que presentan escasa resistencia a la erosión laminar y erosión fluvial, los afloramientos rocosos son muy reducidos salvo en las riberas de los ríos principales como el Pastaza, Tigre, Corrientes y algunos ríos menores y quebradas tributarias.

Los depósitos Cuaternarios tipo coluvio, deluvio y aluvio, están formados por suelos limo-arcillosos y arenas finas de compacidad limitada. En las depresiones y terrazas inundadas se presentan suelos orgánicos locales que se caracterizan como turbas.

La geodinámica externa que lo afectara será tanto por factores naturales como antrópicos.

En cuanto a la sismicidad, según la Norma E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, el área del Proyecto pertenece a dos Zonas Sísmicas:

- La parte oriental del área del Proyecto (Inicio del Proyecto – Km. 30) pertenece a la Zona 1 – Selva, que se caracteriza con Factor $z = 0.15$ g, y se presenta como aceleración máxima de terreno con probabilidad 10 % a ser excedida en 50 años.
- La parte Central y Occidental del área del Proyecto (desde el km. 30 hasta el km. 162) pertenece a la Zona 2 "Sierra" que se caracteriza con Factor $z = 0.30$ g, que se presenta como aceleración máxima de terreno con probabilidad de 10 % a ser excedida en 50 años.

En las investigaciones y ensayos de campo se han considerado:

- Ubicación de todo el trazo del Oleoducto (ambos tramos) en selva virgen, con intensa vegetación tropical donde la visibilidad es prácticamente nula.
- Ubicación del trazo del Oleoducto en el tramo Dorado – Tigre con ausencia total de cualquier tipo de vías de accesos terrestres y en el tramo Tigre – Andoas con una distancia de 1 – 2 Km. desde la trocha carrozable.
- Presencia de ríos sinuosos, bofedales, pantanos y amplias áreas de inundación en los periodos de lluvias intensas.

Se han realizado investigaciones y ensayos por el trazo del Oleoducto mediante métodos ligeros con profundidad limitada – mapeo geotécnico, perforaciones manuales (Hand Auger), excavaciones manuales, ensayos DPL, ensayos de densidad natural y de resistividad de suelos.

En los cruces de ríos se han realizado perforaciones de profundidad del orden de 20 m y ensayos de exploración geofísica con métodos geoelectricos (SEV).

La evaluación de los resultados de análisis químicos de los suelos demuestra el bajo contenido de sales solubles, sulfatos y cloruros, que corresponde al nivel “despreciable” según la Norma E.060 de Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones Concreto Armado

Los **sectores críticos** son tramos que se caracterizan por condiciones geotécnicas extremadamente complicadas y por tanto requieren soluciones igualmente especiales, se han considerado los siguientes:

- Relieve muy accidentado con pendientes de laderas de 10% – 25 % y hasta 50 %, conformadas por suelos poco competentes y afectados por procesos de erosión superficial, taludes y laderas inestables.
- Valles de ríos con procesos de migración de cauce, erosión de fondo y riberas y presencia de suelos blandos y orgánicos, donde el trazo del Oleoducto varias veces cruza el cauce principal y meandros del río.
- Intervalos de humedales (pantanos) con presencia de suelos orgánicos tipo turbas e intervalos con suelos arcillosos, los cuales en caso de inundación se sobresaturan con la consecuente pérdida de su resistencia.

ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO - ANDOAS

1.0 GENERALIDADES

1.1 Introducción

Para el transporte de hidrocarburos del Lote 67, donde se encuentran los yacimientos "Paiche", "Piraña" y "Dorado", se ha considerado la construcción de un Oleoducto de aproximadamente 162 km, desde Dorado hasta Andoas.

El Estudio geológico – geotécnico se ha realizado simultáneamente con el levantamiento topográfico y el Estudio hidrológico de la zona.

1.2 Objetivo del Estudio

El objetivo es proporcionar la información geológica – geotécnica para el desarrollo de la Ingeniería básica del Oleoducto Dorado – Andoas que comprende las obras de conducción de hidrocarburos desde el Lote 67 donde se encuentran los yacimientos "Paiche", "Piraña" y "Dorado" hasta el poblado de Andoas.

El Estudio incluye las investigaciones y ensayos de campo y de laboratorio y trabajos de gabinete para la evaluación de las condiciones geotécnicas de la zona de estudio.

1.3 Ubicación del Proyecto

La zona del Proyecto, se ubica en la parte Nor - Oriental del Perú, en la Selva Amazónica y pertenece a las provincias de Maynas – Loreto y Alto Amazonas de la Región de Loreto.

Geográficamente el área mencionada se enmarca dentro de las siguientes coordenadas geográficas UTM:

NORTE	:	9'814,640	9'689,640
ESTE	:	300,000	450,000

La zona se caracteriza por un relieve con predominio de las superficies ligeramente onduladas y planas, cubierto de densa vegetación selvática, con una red de ríos y quebradas entre los cuales de mayor magnitud se presentan los ríos: Arabela, Tigre y Corrientes. Se observan amplios lechos de inundación fluviales que tienen los ríos, que se cubren con las aguas fluviales en época de crecientes y quedan convertidos en zonas pantanosas durante el estiaje.

El clima de la zona es cálido y húmedo con temperatura promedio anual de 26,3° C (máxima de 36° C y mínima de 17° C), con temporada de lluvias de Diciembre a Marzo, con precipitación anual del orden de los 3,000 mm.

1.4 Esquema del Trazo

Considerando las condiciones naturales y las limitaciones de accesos para la ejecución de las investigaciones, fue realizado de la siguiente manera:

La ejecución de las investigaciones por el trazo del Oleoducto fue realizado por dos frentes, mediante dos cuadrillas, cada una de las cuales estaba compuesta por personal de topografía, hidrología y geotecnia.

En todos los casos el avance por el trazo del Oleoducto fue realizado con previo corte de trocha de 1.50 m de ancho por el eje del trazo y posterior corte de trochas de 1.0 m de ancho por las secciones transversales ubicadas cada 25 – 50 m.

Las investigaciones en los cruces de ríos, fueron realizadas con el traslado de equipos y personal mediante helicóptero, siempre con previos cortes de plataformas en la Selva.

El esquema de ubicación del trazo del Oleoducto se presenta en la Figura. N° 1.

Las sectorización del trazo según los trabajos de las cuadrillas se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1

PUNTOS	PROGRESIVA	CUADRILLA
Dorado – HP 5	- 5+000 - 0+000	Cuadrilla 1
HP 5 - HP 12	0+000 - 40+000	Cuadrilla 1
HP 12 - Km. 104+000	40+000 - 104+000	Cuadrilla 2
Km. 104+000 - Km. 121+000	104+000 - 121+000	Cuadrilla 1
Km. 121+000 - Km. 130+000	121+000 - 130+000	Cuadrilla 2
Km. 130+ 000 - km 131+000	130+000 - 131+000	Cuadrilla 1
Km. 131+000 - Km. 133+000	131+000 - 133+000	Cuadrilla 2
Km. 133+000 - Km. 142+000	133+000 - 142+000	Cuadrilla 1
Km. 142+000 - Km. 150+000	142+000 - 150+000	Cuadrilla 2
Km. 150+000 - Km. 155+000	150+000 - 155+000	Cuadrilla 1
Km. 155+000 - Km. 156+000	155+000 - 156+000	Cuadrilla 2
Km. 156+000 - Km. 162+000	156+000 - 162+000	Cuadrilla 1

ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL TRAZO DEL OLEODUCTO

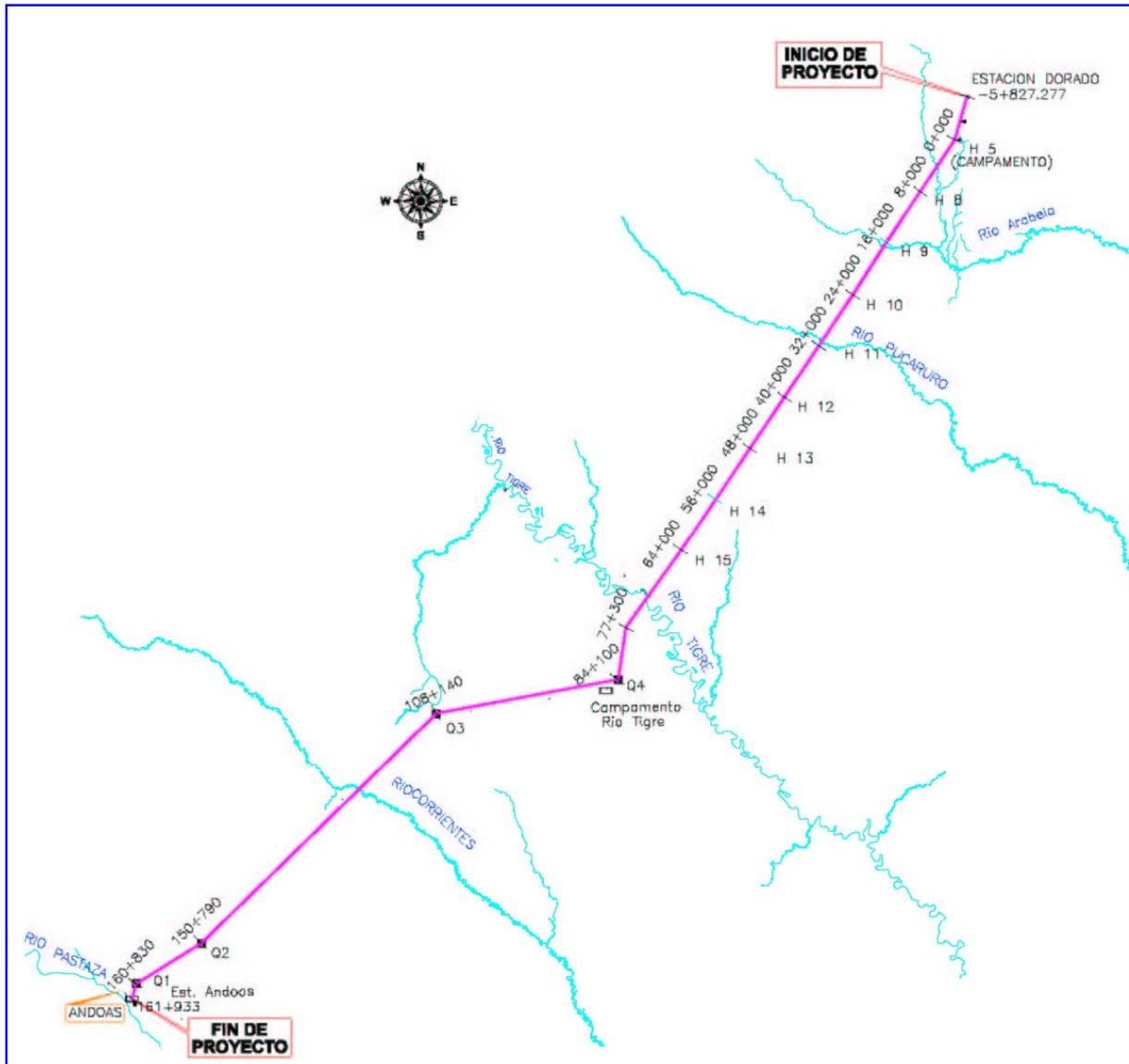


Figura N° 1

1.5 Ejecución de las Investigaciones y Ensayos Geotécnicos

Las investigaciones y ensayos de campo se caracterizan con los siguientes factores principales:

- Ubicación del trazo del Oleoducto en el tramo Dorado – Tigre con ausencia total de cualquier tipo de vías de accesos terrestre y en el tramo Tigre – Andoas con una distancia de 1 – 2 Km. desde la trocha carrozable.
- Ubicación de todo el trazo del Oleoducto (ambos tramos) en selva virgen, con intensa vegetación tropical donde la visibilidad es prácticamente nula.
- Presencia de ríos sinuosos, bofedales, pantanos y amplias áreas de inundación en los periodos de lluvias intensas.

Lo indicado determinó las siguientes condiciones:

- Ejecución de Investigaciones y ensayos por el eje del oleoducto con corte de trocha con un ancho de 1.50 m y con corte de trochas para secciones transversales (25.0 m por cada lado del eje).
- Evaluación de las condiciones geotécnicas del trazo con mapeo, investigaciones y ensayos de campo, solamente en los límites de la trocha por el eje y por las secciones transversales
- Limitación de las investigaciones y ensayos por el trazo del Oleoducto con métodos ligeros (manuales), considerando que el traslado de equipos por la trocha, fue posible solamente en forma manual.
- Limitaciones de las investigaciones en los cruces de ríos, considerando que el traslado e instalación de equipos para perforaciones profundas fue posible solamente con helicóptero, con previa preparación de plataformas.
- Imposibilidad de contar con laboratorio de Mecánica de Suelos en la misma zona de estudio. Los ensayos fueron realizados en el laboratorio temporal en Iquitos y en laboratorios en Lima

El Estudio geológico geotécnico, se ha realizado para una ruta predefinida.

Las investigaciones, ensayos de campo y de laboratorio se han programado y realizado considerando tanto de las Normas Nacionales (Norma E.050 suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, Manual de Diseño Geométrico y Especificaciones técnicas para carreteras del MTC, etc.) como de Normas internacionales (Normas ASTM).

1.6 Trabajos Ejecutados

Los trabajos ejecutados para el desarrollo del estudio han comprendido las siguientes etapas principales:

1.6.1 Trabajos Preliminares de Gabinete

- ♦ Recepción, recopilación y análisis de la información disponible, dentro de los cuales tenemos los siguientes:
 - Carta Geológica Nacional del Perú a escala 1 : 2'000,000.- Boletín N° 55 (INGEMMET)
 - Carta Geológica Nacional del Perú a escala 1:100,000, especialmente los siguientes boletines del INGEMMET:
 - N° 129.- Cuadrángulos de: Bellavista (4 l) y Arica (4 m)
 - N° 130.- Cuadrángulos de: Cunambo (5 k), Mariscal Cáceres (5 l), río Pucacuro (5 m) y Andoas (6 k).
 - N° 131 Cuadrángulos de: Bolívar (5 n) y Curaray (5 ñ).
 - Carta Topográfica del Perú escala 1:100,000 - Instituto Geográfico Nacional (IGN): Cuadrángulos 4-l, 4-m, 5k, 5-l, 5-m, 5-n, 5-ñ y 6-k
 - Imágenes Satelitales LANSAT TM Bandas 7, 4, 2 (RGB) escala 1:50,000 de las siguientes áreas:
 - Mariscal Cáceres 5 l – Cuadrante del I al IV
 - Bellavista 4 l – Cuadrante II
 - Arica 4 m – Cuadrante III
 - Fotografías aéreas - Instituto Geográfico Nacional (IGN), Servicio Aerofotografico Nacional (SAN)
 - Álbum de mapas de zonificación de riesgos fisiográficos y climatológicos del Perú. Boletín N° 17. INGEMMET.
 - Información sísmológica del Instituto Geofísico del Perú (IGP), Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), CERESIS.
 - Reglamento Nacional de Edificaciones
 - Uniform Building Cody EEUU (UBC – 97)

- ♦ Elaboración de la Zonificación preliminar del Trazo del Oleoducto
- ♦ Elaboración del programa de Investigaciones y ensayos de campo.

1.6.2 Investigaciones y ensayos de Campo

Las investigaciones y ensayos geotécnicos de campo han comprendido lo siguiente:

Trazo del Oleoducto

- Mapeo geológico – geotécnico y descripción del trazo.
- Excavaciones de calicatas y perforaciones tipo Hand Auger, con toma de muestras alteradas e inalteradas para ensayos de mecánica de suelos.
- Ensayos DPL
- Ensayos de densidad natural
- Exploraciones geofísicas – sondajes eléctricos verticales
- Ensayos de resistividad de suelos

Las investigaciones y ensayos de campo fueron realizados por dos brigadas que realizaron los trabajos en dos frentes, utilizando equipos manuales para exploraciones y ligeros para ensayos.

Cruces de ríos principales y Plantas

- Perforaciones de rotación y de percusión con ensayos de SPT
- Excavación de calicatas
- Exploraciones geofísicas – sondajes eléctricos verticales (SEV)
- Ensayos de densidad natural

Se han ejecutado trabajos de investigaciones en los cruces de los siguientes ríos:

- Río Rumiayacu
- Río sin nombre (Río Lagarto)
- Río Arabela
- Río Baratillo
- Río Piedra Liza 1
- Río Tigre
- Río Corrientes

Los trabajos en los cruces de ríos fue realizado con maquinas de perforación rotativa y percusión y con equipos para exploraciones geofísicas profundas (SEV)

1.6.3 Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio han incluido los siguientes aspectos principales:

- Ensayos de Mecánica de Suelos
- Análisis Químicos de Suelos

Los ensayos para la Clasificación de suelos realizados en el Laboratorio de Iquitos son:

- Composición granulométrica
- Limites de Plasticidad (Limites de Atterberg)
- Contenido de Humedad
- Peso Especifico de suelos

En Laboratorios en Lima, se han realizado los siguientes ensayos de Mecánica de Suelos

- Corte Directo
- Compresión no Confinada
- Expansión Controlada (Libre)
- Proctor Modificado
- Ensayos de CBR

1.6.4 Trabajos de Gabinete

Los trabajos realizados como conclusión del Estudio han considerado:

- Procesamiento de los resultados de las investigaciones y ensayos
- Procesamiento de los resultados de los ensayos de campo y laboratorio con determinación de las características geotécnicas de suelos y rocas.
- Elaboración de los planos, mapas y perfiles geotécnicos.
- Elaboración de las recomendaciones para el desarrollo de la Ingeniería Básica.
- Elaboración del Informe.

INVESTIGACIONES Y ENSAYOS DE CAMPO

Cuadro 2

ITEM	DESCRIPCION	ASTM	UNIDAD	CANTIDAD (unid)	METRADOS EJECUTADOS (m)
01	Excavación de Calicatas	D - 420	ml	113	319.65
02	Perforación tipo Hand Auger	D - 1452	ml	198	850.00
03	Perforación rotativa	D - 2113	ml	5	69.45
04	Perforación percusión	D - 2113	ml	12	149.90
05	Ensayos DPL	NTP 339.159	ml	131	577.20
06	Ensayos SPT	D - 1586	Unid	141	
07	Resistividad eléctrica		Unid	295	
08	SEV		Unid	115	
09	Densidad natural	D - 1556	Unid	88	
10	Instalación de Piezómetros		Unid	134	

ANALISIS DE LABORATORIO

Cuadro 3

ITEM	DESCRIPCION	ASTM	UNIDAD	EJECUTADO
01	Análisis granulométrico	D - 422	Unid	300
02	Limites de Atterberg	D - 4318	Unid	300
03	Contenido de humedad	D - 2216	Unid	300
04	Clasificación SUCS	D - 2487	Unid	300
05	Clasificación AASHTO	D - 3282	Unid	300
06	Peso específico	D - 854	Unid	300
07	Corte directo	D - 3080	Unid	16
08	Expansión controlada	D - 4546	Unid	14
09	Compresión no confinada	D - 2166	Unid	7
10	Proctor modificado	D - 1557	Unid	20
11	Ensayos de CBR	D - 1883	Unid	20
12	Análisis químicos	D - 1889 /516 /512	Unid	42

2.0 MARCO GEOLOGICO REGIONAL

Durante su recorrido el Oleoducto atravesará la parte septentrional de la cuenca geológica del Maraón donde han intervenido tanto factores de geodinámica externa como interna para mostrar la morfología actual donde destacan los importantes ríos Pastaza, Corrientes, Tigre, Arabela y Curaray con sus tributarios principales y secundarios. A continuación se presenta una descripción del área:

2.1 Geomorfología

Corresponden a una superficie extensa conocida como *Planicie Amazónica*, la que se caracteriza por ser una superficie subhorizontal con relieves suaves a ondulados. Esta geoforma está constituida principalmente por depósitos sedimentarios que corresponden a *Las Capas Rojas* con una amplia distribución en toda el área estudiada de sedimentos continentales que fueron transportados de la parte occidental de la cuenca y se depositaron en el área en el Neógeno Superior conjuntamente con la ocurrencia de la Fase Tectónica Quechua, dando lugar a la formación de depresiones y de pequeños lagos, donde se acumularon las molasas que corresponden a las Formaciones Ipururo y Nauta en el Plioceno a Pleistoceno, ya que en el Holoceno se depositaron los materiales aluviales en áreas bajas y planas por donde fluyen actualmente los ríos, del mismo modo hubo acumulación de depósitos palustres como resultado del carácter agradativo de los ríos Pastaza, Corrientes, Tigre, Arabela y Curaray.

Las diferentes geoformas indican la variación de los tipos de sedimentos que constituyen su esqueleto y cuya edad varia del Paleógeno al Cuaternario con diferentes comportamientos ante los procesos erosivos, manteniendo así una relación muy estrecha entre las geoformas y la litología existente.

2.1.1. Terrazas (T)

Las Terrazas tienen topografía plana o plano-cóncava, forma depresiones que están rellenas, por sedimentos recientes, periódicamente esta unidad sufre inundaciones en épocas de crecientes de los ríos durante la temporada de lluvias. Estas depresiones son ligeramente cóncavas y están adyacentes a los ríos (flood plain), y por su constitución topográfica y por el relleno arcilloso se comporta como cubetas donde se estancan las aguas superficiales que drenan con dificultad. La altura varía de 5 a 40 m. Estas terrazas han sido divididas en terrazas bajas y altas.

Se observa desgaste en las riberas de los ríos, por la erosión lateral de las corrientes fluviales, las que han transportado materiales recientes, holocénicos y pre-holocénicos; la composición de estos materiales consiste mayormente de arcillas y arenas y en menor proporción por gravas.

Se encuentran ubicadas en las riberas de los ríos Rumiyacu, Sin Nombre, Arabela, Pucacuro, Baratillo, Tigre, Corrientes, Macusari y Pastaza tienen una altura relativa que varía de 5m a 20m.

La composición litológica de estas terrazas es variable ya que muchas de ellas se derivan de la erosión de antiguas riberas complejas y otras corresponden a áreas de llanuras permanentemente inundadas; en las partes elevadas de esta unidad permanecen sectores con cierta proporción arenosa.

2.1.2 Colinas (C)

Son los relieves más escarpados de la cuenca, con elevaciones moderadas, pendiente y constitución geológica diversa. Estas geoformas forman en su conjunto paisajes de colinas extensas que están cubiertas por bosque tropical. Su formación se debe a la erosión fluvial, de las formaciones rocosas del Terciario así como de las acumulaciones aluviales antiguas que provienen del Cuaternario Pleistocénico, como consecuencia de movimientos epirogénicos modernos.

La acción de la tectónica en la Llanura Amazónica se refleja en la configuración del Arco de Iquitos, que corresponde a una fase tectónica regional que ocasionó el levantamiento terrenos de adyacentes. En conjunto las terrazas antiguas fueron elevadas y posteriormente cortadas por las corrientes fluviales, que dieron lugar a un paisaje de colinas.

Las colinas por sus diferencias topográficas, magnitud y pendiente se han agrupado en colinas bajas y altas.

Colinas altas (CA)

Son geoformas de superficie suave que se encuentran distribuidas ampliamente en la parte septentrional y central del área, a manera de franjas alargadas paralelas a los cursos de los principales ríos.

Las altitudes fluctúan entre 270 - 290 msnm y con cimas redondeadas a alargadas y laderas de pendientes entre 10% a 25%, y en algunas zonas hasta de 50%. Están desarrolladas en rocas sedimentarias de las Formaciones, Pebas, Ipururo y Nauta cubiertos por sedimentos recientes. Estas colinas están ubicadas mayormente entre el río Pastaza y el Corrientes.

Colinas Bajas (CB)

Constituyen los relieves con alturas con cotas que van de 200 a 250 msnm y excepcionalmente hasta 270 m, con laderas de pendientes suaves entre 5% a 15 % y en algunas zonas hasta de 25 %. Litológicamente los componentes que predominan son suelos arcillosos, de diferentes colores debido a su naturaleza mineralógica y la alteración de sus componentes. Las arcillas están intercaladas con arenas, y localmente, con gravas. Se les puede localizar entre el río Rumiyacu y el río Corrientes.

Las condiciones del clima y la espesa cobertura vegetal favorecen la infiltración, pero la naturaleza arcillosa impermeable y la pendiente de sus laderas, hacen que predomine el escurrimiento superficial. La presencia de arenas y gravas mejora la permeabilidad.

Presentan un drenaje paralelo y perpendicular a los ríos principales. La escorrentía superficial de las aguas de lluvia es rápida mientras que su cobertura vegetal impide el desarrollo de fuertes acciones erosivas.

El relieve es accidentado tanto por las numerosas disecciones y quebradas que las atraviesan, como por la magnitud y pendiente de los relieves.

2.1.3 Lomadas

Son geoformas dispuestas a maneras de lomos elongados con laderas de suave a moderada pendiente (5% a 16 %), que se encuentran modeladas sobre materiales que provienen de las Formaciones Neógenas como Pebas, Ipururo y Nauta que consisten de arcillitas, limolitas y areniscas de color rojo.

Se les ubica en las áreas adyacentes a las colinas bajas configurando una prolongación de estas, se les ha encontrado entre el HP 5 y Dorado y entre el HP 5 y el río Tigre.

2.1.4 Planicies

Presentan relieves planos a ondulados, con una ligera disección y están separados por laderas de pendiente fuerte.

Estas geoformas son acumulaciones de materiales aluviales provenientes del Pleistoceno que han sido afectados por movimientos tectónicos, glaciación andina y los cambios climáticos, están ubicadas en zonas elevadas debido a la migración y profundización de los cursos de agua reflejando fases de erosión prolongada de diferentes profundidades que cortan y destruyen parcialmente las acumulaciones aluviales antiguas, actualmente permanecen como remanentes sobre las colinas.

2.2.1 Formación Pebas (N-p)

Consiste de una secuencia arcillo arenosa carbonosa. Está ampliamente distribuida en la parte central y oriental del área de estudio.

Litológicamente consiste de lodolitas esmectíticas fosilíferas, gris azulinas y marrones grisáceas y arcillitas grises, frecuentemente abigarradas. Intercaladas con areniscas abigarradas de grano fino a medio, friables y niveles de lignito, como se observa entre el campamento HP 5 y el río Tigre. En el área del Lote 1AB, consiste de arcillitas y lutitas grises, gris verdosas, micáceas, en la base tiene intercalaciones de areniscas gris verdosas, de grano fino, duras, calcáreas y calizas, gris claras, marrones, con niveles de lignito, nódulos y laminaciones.

Los depósitos de esta formación corresponden a una zona de desembocadura de un gran río en conexión probable con el mar. Esta unidad presenta un espesor que varía de norte a sur y de este a oeste, entre 549 a 247 m.

2.2.2 Formación Ipururo (N-i)

Sus afloramientos se extienden desde el flanco andino, en el Oriente del Ecuador, y llega hasta las cercanías del Pongo de Mainique. En el área de estudio las rocas sedimentarias de esta Formación ocurren en los alrededores de Andoas, Capahuari Norte, Dorissa, Jibarito, así como en las riberas de los ríos: Pastaza, Corrientes con su afluente Macusari y Tigre y entre la Carretera Andoas – río Tigre.

Esta unidad está compuesta mayormente por *lodolitas y limoarcillitas* gris verdosas en estratos gruesos a finamente laminados, algo azuladas a marrones, con niveles de *arenisca* de grano medio a grueso, en capas delgadas y gruesas, muy alteradas, en parte con *arcillas* gris verdosas, con inclusiones de *nódulos calcáreos*, pardo amarillentos y hacia la parte superior *conglomerados* compactos de grano medio a grueso, con clastos cuarzosos de hasta 20 cm de diámetro, subangulosos a subredondeados, englobados en una matriz arenosa de naturaleza volcánica. Los conglomerados de grano medio por lo general presentan una matriz argilácea y cemento calcáreo.

Hacia el tope el conglomerado está constituido mayormente de clastos blandos redondeados, arcillo-limosos, poco compactos, con matriz arcillosa, de color gris pardo a ligeramente verdosa. Algunos estratos muestran la presencia de *lignito* marrón a negro, que conservan una estructura laminar.

En el sector de Andoas, los afloramientos de esta unidad están conformados por lodolitas y limoarcillitas, gris verdosas, azulinas a gris marrones, con poco contenido de micas, en estratos gruesos, tabulares, de hasta 1 m de grosor, con buena cohesión, y presencia de pátinas rojizas por alteración.

2.2.3 Formación Nauta

Consiste de areniscas en la base con intraclastos de lodolitas en capas masivas seguida de una secuencia de areniscas masivas bien estratificadas con lodolitas. La parte superior de la secuencia consiste de areniscas grano decreciente con estratificación cruzada y lodolita. Las areniscas son de grano medio y tienen altos contenidos de limo (6-52%) y arcilla (13-37%) areniscas lodosas; con los intraclastos redondeados de lodolita y abundantes en los planos de estratificación cruzada. Sobre estas capas se encuentra un nivel de estratos tabulares de areniscas.

La Formación Nauta suprayace con ligera discordancia a los sedimentos de la Formación Ipururo. Esta discordancia se acentúa con respecto a los afloramientos de la Formación Pebas. En el área del río Pucacuro, los depósitos Cuaternarios suprayacen a esta unidad en discordancia erosional.

La Formación Nauta se ha dividido en dos miembros:

Miembro Inferior NQ-ni

Este miembro presenta una intercalación de secuencias monótonas de areniscas, limolitas y limoarcillitas laminadas, masivas, color marrón rojizas, rojizas a pardo amarillentas poco cohesionadas a semiconsolidadas, con algunos niveles de limos y conglomerados polimícticos; que en su totalidad alcanzan hasta 15 m de grosor aunque a veces se presenta en formas lenticulares.

Esta secuencia está intercalada con niveles gruesos de limoarcillitas laminares, fisibles abigarradas a veces de coloración beige y pardusca, el grosor puede alcanzar hasta 4 m, presentan estructuras de paleocanales constituidos por gravas y continua en la parte superior con limoarcillitas laminares gris amarillentas, pardas, violáceas, rojizas, variando a limoarcillitas arenosas gris anaranjadas a parduscas, en estratos masivo de 1 m a 2 m de grosor.

En la margen izquierda del río Tigre, aflora una secuencia masiva con grosor aproximado de 20 m constituido por pelitas beige, rojizas a violáceas, con algunos lentes de arena y paleocanales de gravas polimícticas.

Miembro Superior NQ-n2

Aflora en el sector septentrional y central del área de estudio, donde se presenta generalmente rellenando depresiones.

Esta unidad consiste generalmente de areniscas y lodotitas, se caracteriza por presentar niveles arenosos, de grano medio a grueso, de color gris beige a pardo, se intercalan con gravas finas a medianas cuarzosas a polimícticas, tienen una matriz arenosa, coloración gris anaranjada a gris amarillenta; los clastos son subredondeados a redondeados, de pocos centímetros de diámetro, hacia la parte superior se observan fracciones más finas con estructuras de paleocanales. En el tope presenta un nivel con estructura de paleocanal relleno de conglomerados, con clastos de cuarzo lechoso, subredondeados en una matriz areno limosa.

Los depósitos de esta unidad, se presentan en algunos sectores en discordancia erosional sobre la Formación Ipururo, y en otros sobre las arcillas del Miembro inferior de la Formación Nauta en similar relación.

Los afloramientos de esta formación se presentan entre las progresivas Km. – 1+000 y – 4+000 en el sector Dorado – HP 5 y entre los Km. 107+000 y 118+000 en el sector de río Tigre y río Corrientes.

El grosor de esta unidad en la Cuenca Marañón es mínimo, puede alcanzar aproximadamente unos 60 m., disminuyendo hacia el sureste.

2.2.4 Depósitos Cuaternarios

Los depósitos cuaternarios se encuentran ampliamente distribuidos en toda el área del proyecto, corresponden a los cursos de los ríos principales así como a los cursos recientes de los ríos menores y quebradas actuales.

Se han formados por eventos fluviales y aluviales gradacionales desde el Pleistoceno Superior hasta la actualidad, las unidades precedentes a este período han sido levantadas y fuertemente erosionadas, depositándose en un ambiente fluvial complejo de llanuras de inundación como consecuencia del carácter migratorio del río Marañón hacia el Norte, así como la migración hacia el Oeste del río Pastaza.

Los depósitos cuaternarios se ubican en las riberas de los ríos Rumiyacu, Sin Nombre, Arabela, Pucacuro, Baratillo, Tigre, Corrientes, Macusari y Pastaza, asimismo se presentan en algunas quebradas tributarias, los suelos que cubren a las rocas sedimentarias blandas se les considera que pertenecen a estos tipos de depósitos como depósitos residuales y en el área de estudio presentan un espesor que varía entre 3 m y 5 m.

Depósitos Aluviales Pleistocénicos

Estos sedimentos se depositaron durante el Pleistoceno tardío, como resultado del carácter migratorio de los ríos en el sentido este-oeste, así tenemos que el río Pastaza ha migrado desde su cauce inicial ocupado hoy por el río Tigre hasta su actual curso. La razón principal para la deposición de estos sedimentos en forma de abanico es su extensiva área de drenaje andino con una precipitación pluvial anual que localmente excede a 4 000 mm, y la disponibilidad abundante de detritus volcanoclástico suelto y fácilmente erosionable, en el área por donde ha sido trazado el eje no se han detectado, de acuerdo a la geología regional afloran aguas arriba del río Rumiyacu, pueden servir para buscar canteras para la construcción del oleoducto.

Depósitos Aluviales Holocénicos

Depósito aluvial 1 (Qp-al1)

Corresponden a sedimentos aluviales, que forman sistemas complejos de sedimentos de canal y de llanura de inundación. Están constituidos mayormente por arenas gris oscuras, de grano grueso a fino, ocasionalmente en la base tienen niveles más claros y en el tope arcillas, arcillas limosas, esporádicamente lodolitas abigarradas.

Presentan estratificación cruzada, ligeramente paralela a ondulante. Tiene baja cohesión, contienen restos de troncos y hojas, presentan también niveles carbonosos de extensión irregular. Estos depósitos en vastos sectores se encuentran cubiertos por suelo orgánico.

En el río Corrientes están constituidos por arena fina con estratificación paralela y ondulante, donde los ciclos fluviales de estos depósitos son de 3 a 9 m de grosor, constituyendo secuencias de hasta 12 m de grosor.

Depósito aluvial 2 (Qh-al2)

Corresponden principalmente a sedimentos de llanura de inundación, que se depositaron conjuntamente con facies de canal, tal como se puede observar en imágenes de satélite Landsat y Radar, limitando cada facies migratoria de canal del río Pastaza.

Litológicamente están constituidos por arcillas, arcillas limosas, esporádicamente lodolitas abigarradas, conteniendo restos de tallos y hojas. Se encuentran ampliamente distribuidas en el sector central y en parte del sector meridional.

Se les ubica en las márgenes de los ríos Pastaza, Tigre, Pucaruro, Arabela, Rumiyacu, etc.

Depósito aluvial 3 (Oh-al3)

Corresponden a los sedimentos acumulados en los cauces antiguos de los ríos que drenan el área. Litológicamente se encuentran representados por litofacias de arena limosa granodecrecientes con bioturbación gradando a limoarenas y arcillas en forma maciza; la base frecuentemente bioturbada representa una superficie inundable y los niveles superiores de grano fino el nivel máximo inundable.

Se caracterizan por ser depósitos formados a lo largo de llanuras aluviales recientes, los mismos que originaron sedimentación compleja de subfacies de canal y de llanura de inundación como consecuencia del carácter migratorio de los planos fluviales holocénicos (meandros).

Como se podrá ver, estos depósitos se encuentran distribuidos en toda el área alcanzando mayor dimensión en los cursos de los ríos principales como los ríos Corrientes, Tigre, Arabela y en menor proporción en los tributarios menores.

Depósitos Deluviales – Eluviales y Coluviales

Depósitos deluviales – eluviales

Estos depósitos están compuestos esencialmente por suelos arcillosos, limo-arcillosos y arcillo-arenosos ó areno-arcillosos.

Se presentan especialmente en las laderas y zonas altas de las lomadas y colinas, así mismos en las depresiones. Se caracterizan por presentar poco espesor del orden de 0.30 – 0.80 m.

Depósitos Coluviales

Los depósitos coluviales se encuentran distribuidos especialmente en las laderas, pie de laderas y en las depresiones; compuestos básicamente por arcillas, limo-arcillo, arena-arcillosa y limo-arenoso; con espesores que varían de 0.30 – 1.0 m.

2.3 Tectónica y Neotectónica

El área del proyecto está ubicada en el borde nororiental de la Cuenca Marañón (Figura N° 3), que limita por el Oeste con la Faja Subandina y al Este con el Arco de Iquitos, siendo éste probablemente una prolongación del Escudo de Guyana. Al Norte limita Arco de Vaupes y al Sur con el Arco de Contaya. Esta parte de la cuenca, es una zona con deformación moderada a débil, las estructuras se deben generalmente a los fenómenos de reactivación.

Basado en la interpretación de imágenes satelitales se puede evidenciar en superficie, estructuras tales como lineamientos relacionados posiblemente a las fases de deformación recientes; se ha podido corroborar que estos lineamientos son fallas que en algunos casos ponen al mismo nivel afloramientos de la Formación Pebas y la Formación Nauta separadas por pequeñas quebradas que corresponden a estas zonas de debilidad, igualmente se han observado en los afloramientos pequeñas fallas de algunos metros que afectan a unidades mio-pliocénicas.

Los cursos actuales de los ríos generalmente fluyen a lo largo de zonas de debilidad tales como fallamientos profundos y de cierto modo controlan el patrón de drenaje en el área.

Se ha observado un sistema de lineamientos principales que están asociados a fallas normales de alto ángulo en el basamento que tienen relación con el Arco de Iquitos con rumbos generalmente NO-SE y otro juego subordinado al primero con rumbo NE – SO que están estrechamente relacionados a estructuras mayores como son las fallas transcurrentes (Inflexión de Huancabamba) de extensión continental y asociados a estos lineamientos menores.

Dadas las características de la zona de estudio cubierta por una densa vegetación tropical donde los afloramientos son escasos y muy reducidos salvo en la ribera de los ríos principales como el Pastaza, Tigre, Corrientes y algunos ríos menores y quebradas tributarias, es posible observar cierta ondulación de los afloramientos tales como en las rocas de la Formación Pebas que se presenta con buzamientos que varían de 8° a 5° en algunos lugares, lo que corrobora que en la Formación Pebas se presentan ondulaciones que podrían sugerir ondulaciones regionales muy suaves a modo de anticlinales y sinclinales muy amplios.

Este evento probablemente ha sido el causante de las ligeras deformaciones en las capas de la Formación Pebas. Es evidente una tectónica actual que afecta a los terrenos de la Formación Nauta de edad plio-pleistocénica e inclusive, como se observa en las imágenes satelitales, controlen los cauces de los ríos así como el sentido de migración de éstos.

Estas características hacen pensar en una tectónica distensiva cuaternaria algo débil y de poca extensión como respuesta a un levantamiento del basamento (Arco de Iquitos) que precede a la fase compresiva del Mio-Plioceno.

2.4 Hidrogeología

El comportamiento y características de los acuíferos están determinados por factores como: la litología de los materiales, los sistemas de fisuramiento, las formas de relieve predominantes, la cobertura vegetal y las condiciones climáticas.

La hidrología superficial del área está relacionada directamente con la hidrogeología, observándose que las arcillas en las áreas inundables se encuentran saturadas (hidromórficas) por las constantes lluvias en el área, cuya precipitación promedio anual es de 4,000 mm y ocurren a lo largo del año saturando los suelos.

Considerando que los estratos superiores están conformados por una variedad de suelos entre los que destacan los suelos arcillosos, areno-arcillosos o areno-limo-arcillosos con un grado de permeabilidad variable que permiten su infiltración hasta alcanzar las capas que pueden almacenar acuíferos, el espesor de los acuíferos es variable y dependerá de la potencia de los depósitos cuaternarios (recientes)

En las zonas de terrazas aluviales cercanas a cauces activos y abandonados, se detecta una napa freática fluctuante y cercana a la superficie del suelo. En las terrazas medias y bajas con mal drenaje, la napa freática se encuentra al nivel de la superficie del suelo conformando espejos de agua superficial o cenagales como se observa en algunos flood plain (superficies de inundación en las márgenes de cauces de ríos mayores y menores) como en las áreas de los ríos Sin Nombre, Arabela, Baratillo, Pucacuro, Tigre, Corrientes, Macusari, quebrada de Capahuari y alrededores, etc.

Las prospecciones efectuadas a lo largo de la ruta, han permitido establecer en las lomadas y algunas colinas bajas, la existencia de acuíferos libres en el contacto entre los suelos de cobertura y las rocas blandas, así como acuíferos confinados (en estratos de areniscas, lodolitas, etc. de las Formaciones Pebas y Nauta Inferior), entre capas impermeables, los que también se puede observar en las áreas donde se han producido derrumbe de laderas, como por ejemplo en las Progresivas 1+035 a 1+ 500 y 116+000 a 117+000 del trazo, donde afloran estos estratos permeables.

Las aguas subterráneas aportan de la mayoría de torrentes y ríos del área y vuelcan sus aguas por medio de manantiales o por la intercepción del flujo a través de sus cauces en proceso de profundización por fenómenos de erosión de laderas. La principal fuente de alimentación para los acuíferos proviene de la infiltración del agua de precipitación pluvial o de los ríos, torrentes y caños, a través de los materiales permeables existentes en la zona, los que se desplazan longitudinalmente y transversalmente en el área.

Con la finalidad de tener un control sobre el nivel de las aguas subterráneas del área que cruza el trazo, en las prospecciones efectuadas se han colocado piezómetros y efectuado las mediciones del nivel piezométrico.

En los flood plain afloran aguas subterráneas mezcladas con superficiales, teniendo en cuenta que en época de mayor intensidad de las lluvias, en las áreas planas o depresionadas se producen encharcamientos (humedales o aguajales en el acerbo popular) de dimensión y altura variable que dificultan el tránsito de personas y otros objetos móviles, por lo que en la construcción del Oleoducto es necesario tener en cuenta ello porque dificultará el avance normal de los trabajos y puede afectar a la tubería que tenga que colocarse en estos sectores.

2.5 Procesos Geodinámicos

Desde el punto de vista de la geodinámica la zona que atravesará el Oleoducto, superficialmente es afectada tanto por fenómenos de geodinámica externa como hidrometeorológicos, observándose que la ocurrencia de los primeros es más acentuada generándose tanto por factores naturales como antrópicos donde existe presencia de habitantes, es en la zona de explotación petrolera en el Lote 1AB de Pluspetrol y en los asentamientos indígenas o de colonos en las riberas de los ríos, de acuerdo a lo observado en los trabajos de campo; los fenómenos de geodinámica externa que predominan en la zona son del tipo: caídas (derrumbes y desprendimientos de rocas), huaycos y flujos de lodos y erosión de riberas.

2.5.1 Derrumbes

Un derrumbe en el área se puede originar por:

- La fuerte pendiente de la ladera (mayor de 30°)
- La fuerza de la gravedad
- Socavamiento del pie de la ladera o talud por acción antrópica o natural
- Modificación o corte de una ladera
- Presencia de zonas de debilidad (fallas, diaclasamiento, etc.)
- Precipitación pluvial intensa o infiltración del agua, provocando la presión hidrostática del agua acumulada,
- Movimientos sísmicos
- Resistencia física inadecuada de los materiales,

Acciones

Para minimizar o reducir sus efectos debe efectuarse las siguientes medidas:

- Forestación o reforestación de laderas
- Tratamiento de taludes adoptando escalonamientos (banquetas o terrazas) cuando la altura del corte es mayor de 10 m de altura
- Aplicar ángulos adecuados a los taludes de corte de acuerdo al tipo de roca y su estado
- Desquinche de materiales inestables
- Construcción de muros (rígidos o flexibles) al pie del talud
- Construcción de obras de drenaje en base a cunetas de coronación, de caída y laterales, alcantarillas, canales revestidos o uso de tuberías de alta compresibilidad.
- Shotcrete y/o mallas.
- Revegetación de taludes, etc.

Se les ha localizado en las áreas donde se atraviesan colinas bajas a altas de rocas sedimentarias cubiertas por suelos recientes y en las márgenes de los ríos por erosión del pie de talud. Se les ha encontrado entre las progresivas Kms 0+050 y 0+500 en el borde externo del eje (lado derecho en el sentido H P -56 a El Dorado), Km. 108+580 a 108+620, Km. 112+540 a 112+600, Km. 113+800 a 113+400, Km. 114+674 – 114+720, Km. 115+770, Km. 116+600, Km. 120+250 a 120 + 350, Km. 151+675 a 151+685, Km. 158+808- 158+906.

2.5.2 Deslizamientos

Se produce por:

- Pérdida de soporte lateral de una ladera, generalmente en la construcción de obras viales, irrigación, eléctricas, viviendas, etc.,
- Acción de la gravedad y movimientos sísmicos;
- Desintegración gradual e hidratación del afloramiento rocoso;
- Intercalación de estratos competentes con incompetentes (areniscas con lutitas), etc.
- Fuertes precipitaciones pluviales
- Fuertes pendientes de las laderas, etc.

Acciones

- Estabilización de las laderas mediante la forestación intensiva
- Construcción de banquetas en los taludes
- Cunetas de coronación
- Anclajes o pilotes,
- Contrafuertes

- Muros rígidos o flexibles
- Inyecciones
- Mejoramiento de la resistencia de los terrenos (pilotes).

Se les ha localizado en las zonas donde las laderas presentan fuerte pendiente (>30°) en los sectores donde afloran rocas de la Formación Pebas o estos están cubiertos por suelos detríticos recientes, así entre las progresivas Kms. 1+000 a 1+200 del HP 5 – El Dorado, en un área donde se encuentran asentamientos escalonados,

2.5.3 Erosión de laderas

Causas:

- Laderas desprovistas de vegetación o esta es muy rala,
- Depósitos inconsolidados,
- Intensas precipitaciones pluviales,
- Componente horizontal y vertical de la fuerza erosiva de la corriente,
- Erosión difusa y en surcos,
- Pendientes moderadas a fuertes de las laderas de los cauces, ríos
- Mal manejo de aguas

Acciones:

- Conservación del suelo mediante acciones forestales y plantación de gramíneas, cultivos en fajas siguiendo las curvas de nivel
- Canales de desviación
- Construcción de terrazas o andenes
- Trincheras antierosivas
- Cinturones boscosos alrededor de cárcavas (zanjas),
- Fajas marginales de vegetación
- Diques de contención
- Construcción de azudes de piedra, de gaviones de fajina.

Estos fenómenos afectan principalmente a los suelos detríticos recientes que cubren a las rocas sedimentarias blandas del área, sobre todo en las cabeceras de las quebradas tributarias a los ríos o en las laderas de moderada a fuerte pendiente. Se les ha encontrado en las progresivas: Km. 9+150 a 9+225, Km. 9.970 a 990, Km. 10+000 – 10+825, Km. 23+350 – 23+425, Km. 25+805-26+130, Km. 27+350 a 27+610, Km. 28+520 a 28+660, Km. 36+785 a 37+030, Km. 36+150 a 36+375, Km. 37+455, Km. 37+ 600 – 37+250, Km. 38+760 – 39+150, Km. 109+375 a 109+405, Km. 110+785 – 110+820, Km. 120+370, Km. 150+600 – 150+695, Km. 151+175, Km. 150+600 a 150+695.

2.5.4 Erosión Fluvial

Causas:

- Fuertes precipitaciones pluviales e incremento del caudal del río
- Acción directa de la componente horizontal y vertical de la fuerza erosiva de la corriente; grado de resistencia de las rocas y suelos componentes de las márgenes de los cauces; ríos meandriformes.

Acciones:

- Forestación y reforestación de las márgenes o laderas de los ríos
- Obras marginales o paralelas (muros de contención, gaviones, enrocados)
- Estructuras transversales (diques, espigones de disipación de energía y espigones de sedimentación)
- Encauzamientos, medidas de regulación de corrientes, derivación de cauces, tetrápodos

Se ha encontrado este fenómeno en varios ríos importantes como en el Rumiyacu entre las progresivas km 4+170 a 4+550 en varios tramos, Corrientes, etc. y quebradas afluentes, merecen destacar los siguientes: km. 25+805 a 26+130 (varias quebradas con márgenes desestabilizadas), km. 38+020 a 38+450 (algunas quebradas erosivas), km. 38+105 en quebrada tributaria al río Sin Nombre, igualmente se observa en algunos sectores de las márgenes de los ríos Corrientes, Macusari, Shiviayacu, asimismo se observó la profundización de cauce en quebradas de corto recorrido que cruzan al eje del oleoducto.

2.5.5 Desbordes e Inundaciones

Son fenómenos que se producen durante la temporada de lluvias estacionales, que ocurren en la región entre Octubre y Marzo.

Durante esta época, los ríos incrementan considerablemente su caudal, sobrepasando sus cauces e inundando terrenos aledaños que constituyen su llanura de inundación y el sistema de terrazas bajas, así como unos sectores muy localizados de las terrazas medias. Su impacto en las terrazas bajas es mínimo y no revisten peligro debido a la escasa o nula población asentada en estas zonas.

Asimismo, existen algunas diferencias en el dinamismo fluvial; en los ríos mayores por la amplitud de su cauce y su carácter anastomosado, solo algunos sectores muy localizados son inundados estacionalmente, mientras que la mayor parte de sus terrazas presentan un carácter de inundabilidad más o menos eventual de corta duración. Igualmente los ríos de cauces angostos sus terrazas son generalmente inundadas durante las crecientes estacionales.

Las inundaciones eventuales que afectan las terrazas medias, y que ocurren en años excepcionalmente lluviosos, pueden implicar serios riesgos a los emplazamientos humanos ya que por la irregularidad de su frecuencia no permite predecir ni adoptar medidas para contrarrestar sus potenciales efectos.

Localización

Las márgenes de los ríos superficialmente están conformadas por suelos aluviales de variada potencia (hasta 5 m) debajo del cual se hallan rocas sedimentarias blandas de las formaciones geológicas aflorantes en los diversos tramos del área.

En el Sector HP-5 – Dorado se les ha localizado entre las progresivas Kms.1+455 a 1+481.50 (26.50 m) y 1+841.50 a 1+869 (27.50 m) donde existentes pequeñas depresiones en quebradas inundables, en Progresivas Kms. 3+600 a 4+000 (paso de 7 veces una misma quebrada en área inundable) y entre Kms. 5+300 a 5+820 en una zona correspondiente a un flood plain del río Dorado por ambas márgenes.

Entre el HP 5 y Andoas se les ha localizado en las progresivas 3+250 a 4+200 (Flood plain en la margen izquierda del río Rumiayacu), Km. 0+500 a 7+550 (área del flood plain del río Sin Nombre) , Km 8+165 a 8+870 otra área inundable en otro flood plain de un río denominado Sin Nombre en el área de Aguajillo, Km. 9+260 a 9+320, Km. 10+000 a 11+000 zona plana inundable en paso de quebradas, Km. 10+000 a 11+000 área similar a la anterior, Km. 15+800 a 15+950, km. 16+155 a 17+500 Flood plain del río Arabela por ambas márgenes, presenta zonas de inundación permanente y otra en lluvias excepcionales, km. 22+545 a 22+625, 22+710 a 22+780, km. 23+525 a 24+000, km. 27+900, km. 32+000 a 34+000, Km. 35+840 a 35+995 zona inundable en la margen derecha del río Pucacuro, , km. 150+350 a 150+435, 151+085 a 151+095, km. 151+430 a 151+610, km. 153+100 a 153+200, km 153+585 a 153+650, 153+855 a 153+900, 153+975 a 154+100. Flood plain de los ríos Baratillo, Tigre, Corrientes, Macusari, Shiviayacu, Capahuari.

2.6 Sismicidad

La evaluación de la sismicidad del área del Proyecto se ha realizado considerando las normas existentes y la información de los Instituciones peruanas competentes.

- Según la Norma E.030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones, el área del Proyecto pertenece a dos Zonas Sísmicas:
 - La parte oriental del área del Proyecto (Inicio del Proyecto – Km. 30) pertenece a la Zona 1 – Selva, que se caracteriza con Factor $z = 0.15 g$, y se presenta como aceleración máxima de terreno con probabilidad 10 % a ser excedida en 50 años.

Esta zona corresponde a la zona 2-a de Uniform Building Code de EEUU (UBC -97)

- La parte Central y Occidental del área del Proyecto (desde el km. 30 hasta el km. 162) pertenece a la Zona 2 "Sierra" que se caracteriza con Factor $z = 0.30$ g, que se presenta como aceleración máxima de terreno con probabilidad de 10 % a ser excedida en 50 años.

Esta zona corresponde a la Zona 3 del Uniform Building Code de EEUU (UBC – 97).

Las extracciones de la Norma E 030 "Diseño Sismorresistente" se presentan en la Figura N°. 4.

- La intensidad de posible sismo se evalúa considerando la Información del IGP (Instituto Geofísico del Perú) – CERESIS – UNI (Universidad Nacional de Ingeniería)

Según esta información el área del Proyecto corresponde a la Zona 18, de Fuentes Sísmicas Intermedias y Profundas, que se caracteriza con Magnitud Máxima 7.50 y Profundidad de Sismo 110 – 180 Km. El esquema de fuentes y característica de sismos se presenta en la Fig. 5.

Los parámetros de sismicidad recomendados para diseño se presentan a continuación en el siguiente cuadro:

INFORMACION	PARAMETRO	Inicio - Km. 30	Km. 30 – Km. 162
Norma 030 Diseño Sismorresistente	Zona Sísmica	Zona 1	Zona 2
	Factor de Zona	$Z = 0.15$ g	$Z = 0.30$ g
Información de IGP-CERESIS-UNI	Zona de Fuentes	Zona 18 de Fuentes Sismogénicas Intermedias y Profundas	
	Magnitud Máxima	$M_{Max} = 7.5$	
	Profundidad de Sismo	110 - 180 km.	

ZONAS SÍSMICAS



Tabla N° 1	
Factores de Zona	
Zona	Z
3	0.4
2	0.3
1	0.15

Tabla N° 2			
Parametros del Suelo			
Tipo	Descripción	Tp (S)	S
S ₁	Rocas o suelos muy rígidos	0.4	1.0
S ₂	Suelos intermedios	0.6	1.2
S ₃	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0.9	1.4
S ₄	Condiciones excepcionales	*	*

(*) Los valores de Tp y S para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo S₃.

Figura N° 4.- Norma E.030 Diseño Sismorresistente

PARAMETROS SISMOLOGICOS DE LAS FUENTES SISMOGENICAS
Instituto Geofísico del Perú

FUENTE	M _{min}	M _{máx}	TASA	BETA	PROF (Km)
F1	4.8	8.1	1.49	2.51	50
F2	4.8	7.9	3.28	2.60	40
F3	4.8	8.0	6.43	3.14	30, 60
F4	4.8	8.2	3.79	3.24	40, 60
F5	4.8	8.2	3.95	2.82	60
F6	4.9	7.4	0.44	2.67	50
F7	4.9	7.4	0.17	3.57	40
F8	4.9	7.0	0.19	2.42	65
F9	4.9	7.5	0.88	3.30	60
F10	4.9	7.3	0.71	2.57	50
F11	4.9	7.1	3.60	3.55	40, 60
F12	4.9	7.1	0.75	4.55	50
F13	4.9	6.9	0.18	2.52	100
F14	4.9	6.5	0.86	4.75	100
F15	4.9	7.2	1.64	2.69	100
F16	4.9	7.2	3.09	3.76	115
F17	4.9	7.5	12.82	3.69	90, 125, 160
F18	4.9	7.5	2.43	2.29	110, 180
F19	4.9	7.0	2.87	3.33	120, 160
F20	4.9	7.5	0.75	1.69	610

3.0 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL AREA DEL PROYECTO

La Zonificación geotécnica del área del Proyecto se ha realizado con el objetivo de sintetizar el conocimiento de los aspectos principales de la geomorfología, litoestratigrafía, geodinámica y de sismicidad; para servir como base de las investigaciones y ensayos de campo y como base de evaluación de las condiciones geotécnicas para el desarrollo de Ingeniería de Detalle.

La zonificación geológica se ha elaborado como resultado del análisis de la información geológica disponible (Ver Item 1.6.1):

- Carta geológica del Perú a Escala 1:2'000,000 y Mapa Tectónico.- Boletín N° 55 - INGEMMET
- Carta Geológica Nacional a escala 1:100,000 (INGEMMET)
- Álbum de riesgos geológicos (INGEMMET)
- Información satelital
- Norma Peruana E 030 Diseño Sismorresistente.
- Información sísmológica de IGP – CERESIS.

3.1 Factores principales de zonificación

La Zonificación geotécnica se ha elaborado considerando los factores presentados a continuación:

3.1.1 Elementos Geomorfológicos

Mega Unidad Que corresponde a toda el área del Proyecto	Llanura Amazónica
Unidad geomorfológicas de I orden Corresponde a todo el área del Proyecto	Relieve disectado
Unidades geomorfológicas de II orden Que corresponden a las partes del área del Proyecto	Colinas Bajas y Planicies. Se caracterizan con relieve ondulado y medianamente accidentado. Laderas con pendientes de 15° a 35° y quebradas con secciones tipo V y U. Cotas de nivel 240 – 280 msnm Se presentan en la parte Occidental y Oriental.
	Colinas Altas. Se caracterizan con superficies planas o suavemente ondulada, con cotas de nivel de 220 – 240 msnm. Con intervalos inundados en épocas de lluvias fuertes. Se presenta en la mayor parte del área del Proyecto.
	Valles de los Ríos –Cauces, Playas y Terrazas. Se caracterizan con cauces sinuosos, meandros, procesos de socavación del fondo de los ríos y erosión de riberas, inundación de terrazas (Altura de 10 m sobre el nivel del río).

3.1.2 Elementos Geológicos

Unidades Estratigráficas Principales:

- Depósitos del Neógeno (Mioceno – Plioceno)

Formación Pebas (N – P).- Lodolitas, areniscas, medianamente litificadas, medianamente consistentes y resistentes a la erosión.

Formación Ipururo (N – I).- Limoarcillitas, limonitas. Arenisca de grano medio y fino, medianamente y poco litificadas, medianamente y poco consistentes, medianamente y poco resistentes a la erosión.

- Depósitos Plioceno – Pleistoceno

Formación Nauta

Miembro Inferior (NQ – ni).- Limoarcillitas, caolinita, intercalados con arenas finas, limos y arcillas, poco litificadas, poco consistentes y poco resistentes a la erosión.

Miembro Superior (NQ – ns).- Arenas finas y gravas finas, depósitos no litificados. Se presentan como suelos poco consistentes y fácilmente erosionables.

- Depósitos Cuaternarios

Depósitos aluviales de terrazas altas (Pleistoceno)

Qp al 1	Arenas, limoarcillitas con restos orgánicos y capas de cenizas volcánicas
Qp al 2	

Depósitos aluviales de terrazas bajas y cauces antiguos (Holoceno)

Qh al 3	Arenas, arcillas limosas orgánicas con restos orgánicos
---------	---

Depósitos fluviales de cauces, playas e islas

Qh - H	Arenas sueltas, arcillas y gravas, con capas de material orgánico
--------	---

Depósitos eluviales, deluviales y proluviales, que forman la cobertura de los depositos sedimentarios de la Formaciones Nauta, Ipururo y Pebas (Q-e,d,p) – arcillas y Limos de plasticidad media y alta, en menor grado arenas finas, limosas y arcillosas.

3.1.3 Procesos Geodinámicos

La zonificación considera los principales procesos geodinámicos que se presentan en las unidades geomorfológicas.

Zonas de planicies

- Suelos arcillosos de consistencia blanda con posible reptación y asentamiento
- Suelos orgánicos blandos y tipo turba de potencia grande
- Alto nivel freático y su subida con sobresaturación de suelos
- Amplias inundaciones en periodo de lluvias

Zonas de colinas

- Inestabilidad de laderas naturales y taludes
- Deslizamientos y derrumbes de laderas
- Intemperismo rápido de depósitos semirocosos en los cortes

- Erosión superficial de los depósitos semirocosos y productos del intemperismo con formación de surcos y cárcavas

Valles de ríos

- Amplias inundaciones
- Migración de cauces
- Erosión fluvial de fondo de cauce y riberas
- Acumulación de sedimentos finos en terrazas inundables
- Alto nivel de nivel freático y su subida con sobresaturación de suelos
- Licuefacción (Licuación) de arenas

3.1.4 Sismicidad

La Sismicidad del área se ha considerado según la Norma Peruana E.030 "Diseño Sismorresistente", de la siguiente forma.

Km 0 – km 30	Zona 1. Factor de zona $Z = 0.15$ g (aceleración máxima de terreno con probabilidad de 10 % de ser excedido en 50 años) Corresponde a la Zona 2a de UBC-97
Km 30 – 162	Zona 2. Factor de zona $Z = 0.30$ g (aceleración máxima de terreno con probabilidad de 10 % de ser excedido en 50 años) Corresponde a la Zona 3 de UBC-97

La magnitud de posibles sismos, se ha evaluado considerando la información de IGP – CERESIS, de la siguiente forma:

Magnitud Máxima = 7.5
Profundidad de sismo = 110 – 180 km

3.2 Esquema de Zonificación

El esquema de Zonificación Geotécnica se presenta de la siguiente forma:

Todo el Área del Proyecto	Desde Estación Dorado - Hasta Fin del Proyecto (Km. 162)	Mega Unidad Geomorfológicas Llanura Amazónica
		Unidad geomorfológicas de I orden Relieve disectado
Tramo Estación Dorado – Río Tigre	Inicio del Trazo – Km. 71	Dividido en las unidades geomorfológicas de II orden Planicies y Colinas bajas Colinas alta Valles de Ríos
Tramo río Tigre – Fin del Proyecto	Km. 71 – Km. 162	Dividido en las unidades de II orden Planicies y Colinas Bajas Colinas Altas Valles de ríos

En el periodo de trabajos preliminares de gabinete, fue elaborada la Zonificación geológica - geotécnica preliminar que se presenta en el Cuadro 4. Este documento fue utilizado para la etapa preliminar.

Durante la ejecución de las investigaciones y ensayos de campo, la zonificación geotécnica preliminar fue utilizada como base y se ha precisado y complementado.

4.0 CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL TRAZO

Las condiciones geotécnicas del trazo del Oleoducto se han evaluado basado en el análisis de la información disponible (ver Ítem 1.6.1), las investigaciones y ensayos de campo realizadas con las trochas cortadas por el eje del Oleoducto y por las secciones transversales (ver Ítem 1.5 y 1.6.2) y ensayos de laboratorio (ver Ítem 1.6.3)

La evaluación de las condiciones geotécnicas del trazo ha considerado la zonificación geotécnica preliminar (ver Ítem 3.0) precisando tanto los límites de las unidades de zonificación, como las características de las condiciones tales como geomorfología, geología (litoestratigrafía), procesos geodinámicos y aspectos hidrogeológicos.

4.1 Características geotécnicas de suelos (Propiedades físico – mecánicas)

Las Características geotécnicas de los suelos (propiedades físico – mecánicas) se han evaluado basándose en las investigaciones y ensayos ejecutados en el Trazo del Oleoducto y comprenden lo siguiente:

**OLEODUCTO DORADO - ANDOAS
ZONIFICACION GEOLOGICA PRELIMINAR DEL TRAZO**

Cuadro 4

Megaunidad Geomorfológica	Unidad Geomorfológica de I orden	Tramo	Intervalo	Unidad Geomorfológica de II orden	Relieve	Unidad Geologica de Base	Condiciones Ingeniero Geologica del Trazo	Posibles Procesos Geodinamicos	Sismicidad
Llanura Amazonica km 0 - km 162	Relieve Disectado km 0 - km 162	Dorado - Tigre km 0 - km 72	Dorado (km 0.0) - 2.0	Colinas altas	Relieve ondulado, medio accidentado por quebradas profundas. Cotas de nivel 230 - 280 msnm	Miembro inferior de la Formacion Nauta NQ - ni	Estratos poco deformados de limoarcillas, caolinita, arenas finas y limos de NQ-ni, alterados e intemperizados con cobertura de suelos arcillosos blandos (1 - 5 m)	Inestabilidad y erosion de laderas y derrumbes locales, reptacion de suelos de cobertura	Según E 030 Zona 1 z = 0.15 g. (Corresponde a la Zona 2a de UBC - 97) M _{max} = 7.5
			km 2.0 - 7.5	Valle de Rio Rumiyacu	Cauce sinuoso meandrico con canales anastomados, terrazas bajas y medias, playas e islas. Cotas de nivel 210 - 220	Formacion Pebas N - P	Depositos aluviales de terrazas altas y bajas.- arcillitas, arenas con capas de material organico; depositos fluviales - arenas, arcillas, grava fina. Lodolitas y areniscas de la Formacion Pebas, se ubica a profundidad de 15 - 20 m	Migracion de cauce, socavacion de cauce y erosion de riberas, inundaciones de terrazas bajas	
			km 7.5 - 15.5	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y poco ondulado con depresiones ocupadas por pantanos y/o aguajales. Cotas de nivel 235 - 250 msnm		Lodolitas y areniscas de la Formacion Pebas, alteradas e intemperizadas cubierto por suelos cuaternarios de potencia hasta 5 m - arenas, limos, arcillas, posible capa de cenizas; en las depresiones - suelos organicos de pantanos (turbas).	Reptacion y asentamiento de suelos blandos. Zonas de pantanos. Elevacion de nivel freatico e inundaciones de depresiones en periodos de lluvias intensas	
			km 15.5 - 17.0	Valle de Rio Arabela	Cauce meandrico con playas e islas. Terrazas bajas y medias. Cotas de nivel 230 - 235		Depositos aluviales de terrazas altas y bajas.- arcillitas, arenas con capas de material organico y posiblemente ceniza; depositos fluviales - arenas, arcillas, grava fina. Lodolitas y areniscas de la Formacion Pebas, se ubica a profundidad de 15 - 20 m	Migracion de cauce, socavacion de cauce y erosion de riberas, inundaciones de terrazas bajas	
			km 17.0 - 31.2	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y poco ondulado con depresiones ocupadas por pantanos y/o aguajales. Cotas de nivel 240 - 245 msnm		Lodolitas y areniscas de la Formacion Pebas, alteradas e intemperizadas cubierto por suelos cuaternarios de potencia hasta 5 m - arenas, limos, arcillas, en las depresiones - suelos organicos de pantanos (turbas).	Reptacion y asentamiento de suelos blandos. Zonas de pantanos. Elevacion de nivel freatico e inundaciones de depresiones en periodos de lluvias intensas	
			km 31.2 - 31.7	Valle de Rio Pucaruro	Cauce meandrico con playas e islas. Terrazas bajas y medias. Cota de nivel 220		Depositos aluviales de terrazas altas y bajas.- arcillitas, arenas con capas de material organico; depositos fluviales - arenas, arcillas, grava fina. Lodolitas y areniscas de la Formacion Pebas, se ubica a profundidad de 15 - 20 m	Migracion de cauce, socavacion de cauce y erosion de riberas, inundaciones de terrazas bajas	
			km 31.7 - 34.0	Planicie y colinas bajas	Relieve y plano poco ondulado con depresiones ocupadas por pantanos. Cotas de nivel 220 - 240 msnm		Lodolitas y areniscas de la Formacion Pebas, alteradas e intemperizadas cubierto por suelos cuaternarios de potencia hasta 5 m - arenas, limos, arcillas, en las depresiones - suelos organicos de pantanos (turbas). Alto nivel freático	Reptacion y asentamiento de suelos blandos. Zonas de pantanos. Inundaciones de depresiones en periodos de lluvias intensas	
			km 34.0 - 42.0	Colinas altas	Relieve ondulado, medio accidentado por quebradas. Cotas de nivel 240 - 280 msnm		Estratos poco deformados de lodolitas y areniscas de la Formacion Pebas, alterados e intemperizados con cobertura de (1 - 5 m) de suelos limosos y arcillosos de consistencia media firme y blanda	Inestabilidad y erosion de laderas. Deslizamiento y derrumbes locales. Reptacion de suelos de cobertura.	
			km 42.0 - 43.0	Valle de Rio Baratillo	Cauce meandrico con playas e islas. Terrazas bajas y medias. Cotas de nivel 220 - 225		Depositos aluviales de terrazas altas y bajas.- arcillitas, arenas con capas de material organico; depositos fluviales - arenas, arcillas, grava fina. Lodolitas y areniscas de la Formacion Pebas, se ubica a profundidad de 15 - 20 m	Migracion de cauce, erosion de riberas, inundaciones de terrazas bajas	
			km 43.0 - 44.0	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y poco ondulado con depresiones ocupadas por pantanos y/o aguajales. Cotas de nivel 225 - 240 msnm		Lodolitas y areniscas de la Formacion Pebas, alteradas e intemperizadas cubiertos por suelos cuaternarios de potencia hasta 5 m - arenas, limos, arcillas, en las depresiones - suelos organicos de pantanos (turbas).	Reptacion y asentamiento de suelos blandos. Zonas de pantanos. Elevacion de nivel freatico e inundaciones de depresiones en periodos de lluvias intensas	
km 44.0 - 47.0	Colinas altas	Relieve ondulado, medio accidentado por profundas quebradas. Cotas de nivel 240 - 270 msnm	Miembro inferior de la Formacion Nauta NQ - ni	Estratos poco deformados de limoarcillas, caolinita, arenas finas y limos de NQ-ni, alterados e intemperizados con cobertura de suelos arcillosos blandos (1 - 5 m)	Inestabilidad y erosion de laderas y derrumbes locales, reptacion de suelos de cobertura				

Megaunidad Geomorfológica	Unidad Geomorfológica de I orden	Tramo	Intervalo	Unidad Geomorfológica de II orden	Relieve	Unidad Geológica de Base	Condiciones Ingeniero Geológica del Trazo	Posibles Procesos Geodinámicos	Sismicidad
Llanura Amazonica km 0 - km 162	Relieve Disectado km 0 - km 162	Dorado - Tigre km 0 - km 72	km 47.0 - 49.5	Colinas altas	Relieve ondulado, medio accidentado por quebradas. Cotas de nivel 240 - 280 msnm	Formación Pebas N - P	Estratos poco deformados de lodolitas y areniscas de la Formación Pebas, alterados e intemperizados con cobertura de (1 - 5 m) de suelos limosos y arcillosos de consistencia media firme y blanda	Inestabilidad y erosión de laderas. Deslizamiento y derrumbes locales. Reptación de suelos de cobertura.	Según E 030 Zona 2 z = 0.30 g. (Corresponde a la Zona 3 de UBC - 97) M _{max} = 7.5
			km 49.5 - 55.5	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y poco ondulado con depresiones ocupadas por pantanos y/o aguajales. Cotas de nivel 240 - 250 msnm		Lodolitas y areniscas de la Formación Pebas, alteradas e intemperizadas cubierto por suelos cuaternarios de potencia hasta 5 m - arenas, limos, arcillas, en las depresiones - suelos orgánicos de pantanos (turbas). A	Reptación y asentamiento de suelos blandos. Zonas de pantanos. Elevación de nivel freático e inundaciones de depresiones en periodos de lluvias intensas	
			km 55.5 - 56.0	Valle de Qda Piedraliza I	Cauce de quebrada con laderas afectada por erosiones fluviales y pluviales. Cota de nivel 225 msnm		Laderas formadas por estratos de lodolitas y areniscas de Formación Pebas alterados e intemperizados con cobertura de suelos limosos y arcillosos blandos. En el fondo de quebradas y en el cauce - depósitos aluviales y fluviales limo-arenosos con potencia hasta de 10 m.	Erosión fluvial de fondo y laderas, inundación de laderas con acumulación de sedimentos limo-arenosos. Posible licuación de suelos arenosos.	
			km 56.0 - 59.3	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y poco ondulado con depresiones ocupadas por pantanos y/o aguajales. Cotas de nivel 215 - 235 msnm		Lodolitas y areniscas de la Formación Pebas, alteradas e intemperizadas cubierto por suelos cuaternarios de potencia hasta 5 m - arenas, limos, arcillas, en las depresiones - suelos orgánicos de pantanos (turbas).	Reptación y asentamiento de suelos blandos. Zonas de pantanos. Elevación de nivel freático e inundaciones de depresiones en periodos de lluvias intensas	
			km 59.3 - 59.7	Valle de Qda Piedraliza II	Cauce de quebrada con laderas afectada por erosiones fluviales y pluviales. Cota de nivel 220 msnm		Laderas formadas por estratos de lodolitas y areniscas de Formación Pebas alterados e intemperizados con cobertura de suelos limosos y arcillosos blandos. En el fondo de quebradas y en el cauce - depósitos aluviales y fluviales limo-arenosos con potencia hasta de 10 m.	Erosión fluvial de fondo y laderas, inundación de laderas con acumulación de sedimentos limo-arenosos	
			km 59.7 - 68.0	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y poco ondulado con depresiones ocupadas por pantanos y/o aguajales. Cotas de nivel 220 - 230 msnm		Lodolitas y areniscas de la Formación Pebas, alteradas e intemperizadas cubierto por suelos cuaternarios de potencia hasta 5 m - arenas, limos, arcillas con posibles capas de ceniza; en las depresiones - suelos orgánicos de pantanos (turbas). Alto nivel freático	Reptación y asentamiento de suelos blandos. Zonas de pantanos. Elevación del nivel freático e inundaciones de depresiones en periodos de lluvias intensas	
			km 68.0 - 71.0	Planicie y colinas bajas de ladera oriental del Río Tigre	Ladera de relieve plano y ondulado erosionada por numerosas quebradas - afluente del Río Tigre. Cotas de nivel 210 - 220 msnm		Estratos poco deformados de lodolitas y areniscas de la Formación Pebas, alterados e intemperizados en las laderas de fondo de quebradas cubiertas por suelos limo arcillosos y limo-arenosos medio firmes y blandos con potencia hasta de 3 m.	Erosión de laderas y fondo de quebradas. Inestabilidad de laderas de quebradas con deslizamientos y derrumbes locales. Reptación de suelos de cobertura.	
			km 71.0 - 72.0	Valle del Río Tigre	Cauce sinuoso meandrónico con playas e islas. Canales. Terrazas aluviales bajas. Cotas de nivel 160 - 170 msnm		Depósitos aluviales de terrazas altas y bajas - arcillas, arenas con capas de material orgánico y de ceniza; depósitos fluviales - arenas, arcillas, grava fina. Lodolitas y areniscas de la Formación Pebas, se ubica a profundidad de 15 - 20 m	Migración de cauce, erosión de fondo y de riberas, inundaciones de terrazas bajas. Posible licuación de suelos arenosos.	
		Tigre - Andoas km 72 - km 162	km 72.0 - 75.0	Terrazas medias y altas del Río Tigre	Terrazas medias y bajas, poco onduladas. Cota de nivel 180 - 190 msnm	Formación Ipururo N - I	Depósitos palustres (depósitos de pantanos) - arcillas, limos y arenas orgánicas, blandas, saturadas y turbas con potencia del orden de 15 - 20 m. En la base limo-arcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo	Pantanos, inundaciones. Posible licuación de suelos arenosos.	
			km 75.0 - 85.0	Planicie y colinas bajas de ladera occidental del Río Tigre	Ladera de relieve plano y ondulado, erosionada por quebradas - afluente del Río Tigre. Cotas de nivel 190 - 210 msnm		Estratos de limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo, alterados e intemperizados con cobertura de suelos limo-arcillosos y limo-arenosos medio firmes y blandos, con potencia hasta de 5 m.	Erosión de laderas y fondo de quebradas, inestabilidad de laderas con deslizamientos y derrumbes locales. Reptación de suelos	
			km 85.0 - 98.5	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y poco ondulado con depresiones ocupadas por pantanos y/o aguajales. Cotas de nivel 210 - 230 msnm.		Limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo, alterados e intemperizados cubiertos por suelos limo-arcillosos y limo-arenosos medio firme y blandos, con potencia hasta de 5 m en las depresiones - suelos orgánicos de pantanos (turbas).	Reptación y asentamiento de suelos. Zonas de pantanos. Elevación del nivel freático e inundaciones de depresiones en periodos de lluvias intensas.	

Megaunidad Geomorfológica	Unidad Geomorfológica de I orden	Tramo	Intervalo	Unidad Geomorfológica de II orden	Relieve	Unidad Geológica de Base	Condiciones Ingeniero Geológica del Trazo	Posibles Procesos Geodinámicos	Sismicidad
Llanura Amazónica km 0 - km 162	Relieve Disectado km 0 - km 162	Tigre - Andoas km 72 - km 162	km 98.5 - 107.5	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y poco ondulado con depresiones ocupadas por pantanos y/o aguajales. Cotas de nivel 220 - 240 msnm.	Miembro inferior de la Formación Nauta NQ - ni	Limoarcillitas, limolitas y areniscas del Miembro inferior de Formación Nauta, alterados e intemperizados con cobertura de depósitos cuaternarios - limos y arenas medio sueltos y sueltos con potencia hasta de 5 m. Depresiones con suelos orgánicos (turbas). Posible alto nivel freático.	Asentamientos de suelos, erosiones superficiales. Zonas de pantanos. Elevación del nivel freático e inundaciones en depresiones en periodo de lluvias intensas. Posible licuación de suelos arenosos.	Según E 030 Zona 2 z = 0.30 g. (Corresponde a la Zona 3 de UBC - 97) M _{max} = 7.5
			km 107.5 - 118.0	Colinas altas	Relieve ondulado, erosionado por quebradas, presencia de formas tipo dunas. Cotas de nivel 260 - 320 msnm	Miembro Superior de la Formación Nauta NQ - ns	Arenas finas con capas de limos y de grava fina del Miembro Superior de la Formación Nauta cubiertas las laderas y fondo de quebradas por suelos arenosos y limo arenosos con potencia de 3 - 5 m. En las depresiones - depósitos orgánicos (turbas)	Erosión de laderas y fondos de quebradas con formación de cárcavas. Erosión superficial con formación de surcos. Inestabilidad de taludes. Posible licuación de suelos arenosos	
			km 118.0 - 121.0	Colinas altas - ladera oriente del Río Corrientes	Relieve ondulado, erosionado por quebradas afluentes del Río Corrientes. Cotas de nivel 250 - 280 msnm	Miembro inferior de la Formación Nauta NQ - ni	Limoarcillitas, caolinitas, limos y arenas finas del Miembro inferior de Formación Nauta, alterados e intemperizados. En laderas y fondo de quebradas cobertura de suelos limos - arenosos y limo-arcillosos medio firmes y blandos con potencia hasta de 5 m.	Erosión de laderas y fondo de quebradas. Inestabilidad de laderas con deslizamientos y derrumbes locales. Reptación de suelos.	
			km 121.0 - 121.5	Valle del Río Corrientes	Cauce del río sinuoso poco meandrónico con playas e islas. Terrazas aluviales bajas. Cotas de nivel 220 - 230 msnm.		Depósitos aluviales de las terrazas - arcillas, limos, arenas con capas de material orgánico y ceniza. Depósitos fluviales - arenas, arcillas, grava fina. En la base limoarcillita, limos y arenas del Miembro inferior de la Formación Nauta. Se ubican a profundidad 10 - 15 m	Migración de cauces, erosión de riberas. Posible licuación de suelos arenosos	
			km 121.5 - 129.0	Colinas altas - ladera occidente de Río Corrientes	Relieve ondulado, erosionado por quebradas afluentes del Río Corrientes. Cotas de nivel 250 - 280 msnm		Limoarcillitas, caolinitas, limos y arenas finas del Miembro inferior de Formación Nauta, alterados e intemperizados. En laderas y fondo de quebradas cobertura de suelos limos - arenosos y limo-arcillosos medio firmes y blandos con potencia hasta de 5 m.	Erosión de laderas y fondo de quebradas. Inestabilidad de laderas con deslizamientos y derrumbes locales. Reptación de suelos.	
			km 129.0 - 129.5	Valle de Qda Huayuri	Cauce de quebrada con laderas afectadas por erosiones fluviales y pluviales	Formación Ipururo N - I	Laderas y base de quebradas formadas por estratos de limoarcillitas, caolinitas y arenas finas con cobertura de suelos limo-arcillosos y limo-arenosos. En el cauce - depósitos aluviales limo-arcillosos, blandos con espesor hasta de 10 m.	Erosión fluvial de fondo y laderas, inundación con acumulación de sedimentos limo-arenosos. Posible licuación de suelos arenosos.	
			km 129.5 - 135.5	Colinas altas	Relieve ondulado, poco erosionado por quebradas. Cotas de nivel 280 - 300 msnm		Limoarcillitas, caolinitas, limos y arenas finas del Miembro inferior de Formación Nauta, alterados e intemperizados. En laderas y fondo de quebradas cobertura de suelos limos - arenosos y limo-arcillosos medio firmes y blandos con potencia hasta de 5 m.	Erosión de laderas y fondo de quebradas. Inestabilidad de laderas con deslizamientos y derrumbes locales. Reptación de suelos.	
			km 135.5 - 143.2	Colinas bajas - ladera oriente del Río Macusari	Relieve ondulado, erosionado por quebradas afluentes del Río Macusari. Cotas de nivel 270 - 280 msnm		Estratos de limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo, alterados e intemperizados con cobertura de suelos limo-arcillosos y limo-arenosos medio firmes y blandos, con potencia hasta de 5 m.	Erosión de laderas y fondo de quebradas, inestabilidad de laderas con deslizamientos y derrumbes locales. Reptación de suelos	
			km 143.2 - 143.5	Valle del Río Macusari	Cauce del río sinuoso y poco meandrónico con playas e islas. Terrazas aluviales bajas. Cotas de nivel 230 - 240 msnm.	Miembro inferior de la Formación Nauta NQ - ni	Depósitos aluviales de las terrazas - arcillas, limos, arenas con capas de material orgánico y ceniza. Depósitos fluviales - arenas, arcillas, grava fina. En la base limoarcillita, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo. Se ubican a profundidad 15 - 20 m	Migración de cauce, Socavación y erosión de riberas. Posible licuación de suelos arenosos	
			km 143.5 - 144.0	Colinas bajas-ladera occidental del Río Macusari	Relieve ondulado, erosionado por quebradas afluentes del Río Macusari. Cotas de nivel 270 - 280 msnm		Estratos de limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo, alterados e intemperizados con cobertura de suelos limo-arcillosos y limo-arenosos medio firmes y blandos, con potencia hasta de 5 m.	Erosión de laderas y fondo de quebradas, inestabilidad de laderas con deslizamientos y derrumbes locales. Reptación de suelos	
km 144.0 - 146.0	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y poco ondulado con depresiones ocupadas por pantanos y/o aguajales. Cotas de nivel 240 - 260 msnm.		Limoarcillitas, limolitas y areniscas del Miembro inferior de Formación Nauta, alterados e intemperizados con cobertura de depósitos cuaternarios - limos y arenas medio sueltos y sueltos con potencia hasta de 5 m. Depresiones con suelos orgánicos (turbas). Posible alto nivel freático.	Asentamientos de suelos, erosiones superficiales. Zonas de pantanos. Elevación del nivel freático e inundaciones en depresiones en periodo de lluvias intensas. Posible licuación de suelos arenosos.				

Megaunidad Geomorfológica	Unidad Geomorfológica de I orden	Tramo	Intervalo	Unidad Geomorfológica de II orden	Relieve	Unidad Geológica de Base	Condiciones Ingeniero Geológica del Trazo	Posibles Procesos Geodinámicos	Sismicidad
Llanura Amazónica km 0 - km 162	Relieve Disectado km 0 - km 162	Tigre - Andoas km 72 - km 162	km 146.0 - 147.5	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y poco ondulado, erosionado por quebradas. Cotas de nivel 240 - 250 msnm	Formación Ipururo N - I	Estratos de limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo, alterados e intemperizados con cobertura de suelos limo-arcillosos y limo-arenosos medio firmes y blandos, con potencia hasta de 5 m.	Asentamientos de suelos, erosiones superficiales. Zonas de pantanos. Elevación del nivel freático e inundaciones en depresiones en periodo de lluvias intensas. Posible licuación de suelos arenosos.	Según E 030 Zona 2 z = 0.30 g. (Corresponde a la Zona 3 de UBC - 97) M _{max} = 7.5
			km 147.5 - 151.0	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y poco ondulado con depresiones ocupadas por bofedales. Cotas de nivel 240 - 260 msnm.	Miembro inferior de la Formación Nauta NQ - ni	Limoarcillitas, limolitas y areniscas del Miembro inferior de Formación Nauta, alterados e intemperizados con cobertura de depósitos cuaternarios - limos y arenas medio sueltos y sueltos con potencia hasta de 5 m. Depresiones con suelos orgánicos (turbas). Posible alto nivel freático.	Asentamientos de suelos, erosiones superficiales. Zonas de pantanos. Elevación del nivel freático e inundaciones en depresiones en periodo de lluvias intensas. Posible licuación de suelos arenosos.	
			km 151.0 - 155.0	Planicie y colinas bajas. Ladera oriental de Qda Capahuari	Relieve ondulado, erosionado por quebradas afluentes de la Qda Capahuari. Cotas de nivel 260 - 270 msnm	Formación Ipururo N - I	Estratos de limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo, alterados e intemperizados con cobertura de suelos limo-arcillosos y limo-arenosos medio firmes y blandos, con potencia hasta de 5 m.	Erosión de laderas y fondo de quebradas, inestabilidad de laderas con deslizamientos y derrumbes locales. Reptación de suelos. Erosiones superficiales. Elevación de nivel freático en periodos de intensas lluvias.	
			km 155.0 - 157.0	Valle de Qda Capahuari	Cauce del río poco meandrónico con playas e islas. Terrazas aluviales bajas. Cotas de nivel 230 - 240 msnm.		Depositos aluviales de las terrazas - arcillas, limos, arenas con capas de material orgánico y ceniza. Depositos fluviales - arenas, arcillas, grava fina. En la base limoarcillita, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo. Se ubican a profundidad 15 - 20 m	Migración de cauces, erosión de riberas. Posible licuación de suelos arenosos	
			km 157.0 - 162.0	Planicie y colinas bajas. Ladera occidental de Qda Capahuari	Relieve ondulado, erosionado por quebradas afluentes de la Qda Capahuari. Cotas de nivel 260 - 270 msnm		Estratos de limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo, alterados e intemperizados con cobertura de suelos limo-arcillosos y limo-arenosos medio firmes y blandos, con potencia hasta de 5 m.	Erosión de laderas y fondo de quebradas, inestabilidad de laderas con deslizamientos y derrumbes locales. Reptación de suelos. Erosiones superficiales. Elevación de nivel freático en periodos de intensas lluvias.	

- Descripción de suelos en las exploraciones tipo perforaciones y calicatas
- Ensayos en el campo de Densidad natural y penetración ligera (DPL)
- Ensayos de propiedades para la clasificación de suelos (análisis granulométrico, límites de plasticidad / Límites de Atterberg y contenido de humedad), realizados en el laboratorio temporal en Iquitos.
- Ensayos de Mecánica de Suelos, realizados en el Laboratorio de Universidad Católica del Perú, Universidad Nacional Agraria, Universidad Ricardo Palma, SENCICO y MNS Geotécnica EIRL en Lima).
 - Densidad máxima y mínima
 - Expansión no controlada
 - Compresión no confinada
 - Corte Directo
 - Proctor Modificado
 - Ensayos de CBR
- Análisis Químicos de suelos, realizados en el Laboratorio de la Universidad Nacional Agraria.

Sobre los ensayos de Mecánica de suelos, se puede describir brevemente lo siguiente.

Densidad máxima y mínima.- Su finalidad es determinar las densidades secas máxima y mínima de suelos no cohesivos, no cementados.

Compresión no confinada.- Se realiza cargando uniaxialmente ó triaxialmente una muestra de roca o suelo hasta que ocurra la falla y se mide la resistencia uniaxial ó triaxial. Los resultados son usados para el cálculo y diseño de cimentaciones.

Corte Directo.- se realiza cargando la parte superior de la muestra de suelo ó roca hasta que sea cortada a través del material intacto ó a lo largo de una discordancia, con el objeto de determinar la resistencia al corte. Se utiliza en cálculos de cimentaciones de presas ó estudios de estabilidad de taludes.

Proctor modificado.- se realiza compactación sobre materiales que se utilizará para relleno en la construcción de terraplenes, pero también puede ser empleado el material in situ en mejoramiento del terreno. El principal objetivo de la compactación es mejorar las propiedades ingenieriles del material en algunos aspectos:

Aumentar la resistencia al corte y por consiguiente, mejorar la estabilidad de terraplenes y la capacidad de carga de cimentaciones y pavimentos; disminuir la compresibilidad y

por consiguiente, reducir los asentamientos; disminuir la relación de vacíos y, por consiguiente, reducir la permeabilidad.

Ensayos CBR.- mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos. Los ensayos se efectúan bajo condiciones controladas de humedad y densidad. Este es uno de los parámetros necesarios obtenidos en los estudios geotécnicos previos a la construcción

La evaluación de los resultados de las investigaciones y ensayos demuestra que en la parte superficial del Trazo ubicado en unidades geomorfológicas tipo planicie, colinas bajas y colinas altas predominan suelos tipo arcilla y limo de alta y baja plasticidad. En menor grado se presentan suelos arenosos (tanto en las unidades geomorfológicas como en la superficie de las terrazas altas). Estos suelos corresponden a los depósitos cuaternarios tipo coluvio, deluvio y proluvio (en menor grado depósitos aluviales) y a los suelos de origen eluvial, los que se forman en la parte superior de las rocas sedimentarias, alteradas por procesos de intemperismo.

Actualmente se presenta bastante difícil separar los resultados de evaluación de características geotécnicas de este grupo de suelos por unidades estratigráficas, razón por la cual se presentan características geotécnicas comunes para tramos del Trazo. Los suelos del Trazo en mayor parte del año se caracterizan por su alto grado de humedad. En periodos de lluvias intensas, la humedad aumenta hasta el nivel de saturación, con pérdidas del nivel de resistencia, mientras que en cortos intervalos de tiempo la humedad puede reducirse con el mejoramiento de la resistencia de los suelos.

Análisis de las investigaciones de campo, resultados de ensayos de mecánica de suelos y experiencia de obras en la zona indican que la mayoría de suelos y depósitos sedimentarios se caracterizan con baja y muy baja resistencia a la erosión.

Razones por las cuales se presenta necesaria la protección prácticamente inmediata de las superficies de cortes y superficies de rellenos realizados en las obras de construcción.

La evaluación de los resultados de análisis químicos de los suelos demuestra el bajo contenido de sales solubles, sulfatos y cloruros, que corresponde al nivel "despreciable" según la Norma E.060 de Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones Concreto Armado (Tabla 4.4.3) y ACI 318 Uniform Building Code (Tabla 4.3.1) como aspecto específico deberá ser indicado el PH.

4.2 Resistividad Eléctrica de Suelos

Las mediciones de Resistividad eléctrica de suelos fueron realizados en el campo por el eje del Trazo con un intervalo promedio del orden de 500 m y caracterizan parámetros de suelos en la parte superficial hasta la profundidad de 5 m, que corresponde a la zona que influirá en las tuberías del Oleoducto.

En el Cuadro 5 se presentan características de resistividad eléctrica generalizadas por tramos del Trazo del Oleoducto.

Los valores promedios por tramos varían de 10 – 40 ohm/m en los tramos de planicies y colinas bajas, de 45 – 85 ohm/m en los tramos de colinas altas y excepcionalmente hasta más de 300 ohm/m en las colinas del Sector Dorado.

CARACTERISTICAS DE RESISTIVIDAD ELECTRICA POR TRAMOS

Cuadro 5

ITEM	TRAMO	VALORES DE RESISTIVIDAD (Ω ohm/m)		
		VALORES PROMEDIOS	VALORES MAYORES	VALORES MENORES
01	TRAMO Km. 0+000 - ESTACION DORADO	420.0	1,200.0	25.0
02	TRAMO HP 5 - RIO ARABELA (Km. 0.0 - Km. 16.76)	50 - 100	100 - 800	15 - 25
03	TRAMO RIO ARABELA - RIO BARATILLO (Km. 17.76 - Km. 42.48)	30 - 40	55 - 65	5 - 20
04	TRAMO RIO BARATILLO - RIO TIGRE (Km. 43.65 - Km. 71.46)	10 - 20	30 - 50	1 - 5
05	TRAMO RIO TIGRE - PIE DE COLINAS ALTAS (Km. 76.58 - Km. 107.50)	20 - 30	55 - 65	1 - 5
06	TRAMO PIE DE COLINAS ALTAS - RIO CORRIENTES (Km. 107.50 - Km. 121.78)	35 - 40	50 - 65	10 - 12
07	RIO CORRIENTES - RIO MACUSARI (Km. 122.70 - Km. 143.20)	75 - 85	130 - 140	10 - 20
08	RIO MACUSARI - FIN DEL PROYECTO (Km. 143.50 - Km. 162.0)	45 - 65	100 - 150	5 - 25

4.3 Sectorización del Trazo por Condiciones Geotécnicas.

A continuación se presenta la sectorización del trazo, considerando los aspectos principales de las condiciones geotécnicas.

- **Tramo Punto de Inicio del Trazo (HP 5) - Estación Dorado (0+000 - -5+000)**

Con longitud de 5.0 km se caracteriza con relieve tipo colinas y lomadas y con la existencia de depósitos sedimentarios de la Formación Nauta, que forman un sinclinal con eje submeridional y están cubiertas con suelos arcillosos de alta plasticidad (CH).

Se presentan problemas de estabilidad de taludes tanto por derrumbes y deslizamientos existentes como por ubicación del trazo sobre relieve accidentado con laderas de moderada pendiente (10 – 20% y en algunos intervalos hasta de 30%). Se presentan problemas de erosión superficial e inundaciones

- **Tramo Inicio del Trazo (HP 5) - río Arabela (Km. 0+000 – Km. 16+760)**

Incluye intervalos de planicie y colinas bajas con pendientes del orden de 5 – 10%, donde se presentan depósitos sedimentarios de la Formación Nauta y Pebas, cubiertos por suelos arcillosos. Estos intervalos están separados por el valle del río Rumiayacu, con curso muy sinuoso, cauce de 20 - 30 m de ancho y con presencia de depósitos aluviales y pantanosos

En los intervalos de planicie y colinas se presentan problemas de reptación de suelos y zonas con suelos blandos e inundaciones en periodos de lluvias, en menor grado - inestabilidad de taludes. En el valle del río Rumiayacu se presentan procesos de migración de cauces con erosión de fondo y del río y procesos de inundación.

- **Valle del río Arabela (Km. 16+760 - Km. 17+880)**

Se presenta complejo de terrazas aluviales sobre rocas sedimentarias de la Formación Pebas. Las terrazas y el cauce del río están conformados por depósitos fluviales y aluviales de 8 - 10 m de potencia, conformados por arcillas, limos y arenas, en menor grado - grava fina con lentes de arcilla.

Se presentan procesos de socavación de fondo del río y erosión de riberas. El ancho del cauce es de 45 - 50 m, con ampliación e inundación de terrazas bajas en periodos de lluvias, que determina el estado blando y muy blando de los suelos arcillosos y presencia de suelos orgánicos tipo turbas.

- **Tramo río Arabela - río Baratillo (Km. 17+880 – Km. 42+480)**

Se presenta como un intervalo de planicie y colinas bajas con pendientes de laderas del orden de 5% – 10% y en intervalos limitados hasta de 20% – 25 %, separados por el valle del Río Pucacuro que presenta un cauce de 40 - 50 m de ancho sinuoso con formación de meandros, con terrazas bajas de inundación.

Este tramo está conformado por depósitos de la Formaciones Pebas, lodolitas, limoarcillitas, intemperizadas, y cubiertas por suelos arcillosos y limosos cuaternarios de hasta 5.0 m de potencia.

En el río Pucacuro se presentan depósitos aluviales, fluviales de terrazas, consistente en arcillas con lentes de arena de grano fino.

Se presentan procesos de erosión de laderas y cauces de ríos y procesos de inestabilidad de laderas empinadas.

• **Valle del río Baratillo (Km. 42+480 – Km. 43+650)**

El río Baratillo se caracteriza con cauce de 20 m de ancho, meandrónico con terrazas bajas inundadas en épocas de lluvias. Se presentan depósitos aluviales y fluviales conformados por arcillas, limos, arenas que cubren lodolitas y areniscas de la Formación Pebas.

Se presentan problemas de erosión de riberas, socavación e fondo del río, inundaciones de terrazas con saturación de suelos.

• **Tramo río Baratillo - río Tigre (Km. 43+650 - Km. 71+460)**

Se caracteriza por un relieve ondulado con colinas suaves y bajas, planicies y depresiones, cortado por los valles de las quebradas Piedra Liza I y Piedra Liza II. Las pendientes de laderas son del orden de 5% – 10%, con algunos intervalos hasta de 25% - 30%.

Los cauces de los ríos Piedra Liza I y Piedra Liza II tienen un ancho del orden de 10 m - 20 m respectivamente y presentan inundación de terrazas bajas en épocas de lluvias de hasta 1 Km.

Este tramo está conformado por lodolitas y areniscas alteradas e intemperizadas de la Formación Pebas, cubiertas por depósitos cuaternarios arcillosos, limosos y arenos arcillosos. En las zonas de inundaciones se presentan suelos arcillosos saturados, blandos y muy blandos y suelos orgánicos tipo turbas.

Se presentan problemas de inestabilidad y erosión de laderas, derrumbes localizados, reptación de suelos blandos. Así mismo en las zonas de los ríos Piedra Liza I y Piedra Liza II, se presentan erosión de riberas y socavación de fondo de río, inundaciones de terrazas bajas en épocas de lluvias.

• **Valle del río Tigre (Km. 71+460 - Km. 76+580)**

Comprende el valle del río Tigre que presenta un cauce de 100 m de ancho, sinuoso y meandrónico, con playas e islotes, terrazas aluviales bajas.

Se caracteriza por la presencia de depósitos aluviales y fluviales conformados por arcillas, limos, arenas finas, en grado limitado grava fina con potencia de 8 – 10 m y hasta más de 20 m, que cubren a sedimentos de la Formación Pebas compuesta por lodolitas, areniscas y limoarcillitas de litificación media y afectada por falla tectónica regional con orientación submeridional, que controla la dirección del cauce del río.

Se presentan fenómenos de migración de cauce, erosión fluvial de riberas y socavación de fondo de río con formaron de derrumbes y deslizamientos en ambas márgenes del río e inundaciones de las terrazas bajas en épocas de lluvias.

- **Tramo río Tigre - Pie de Colinas Altas (Km. 76+580 - Km. 107+500)**

Este tramo tiene una longitud de 35.50 Km. y se caracteriza con relieve de colinas bajas de ladera occidental del río Tigre, planicies y terrazas medias. Las pendientes de laderas varían de 10 a 15%, en algunos casos hasta de 25% a 40%.

Se presentan limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo cubiertas por depósito cuaternarios limo - arcillosos. También se presentan depósitos palustres de suelos blandos saturados y orgánicos.

Se presentan procesos de reptación y asentamientos de suelos, erosión de laderas, deslizamientos y derrumbes localizados. Igualmente se presentan inundaciones de depresiones en periodos de lluvias y zonas de humedales.

- **Tramo Colinas Altas - río Corrientes (Km. 107+500 - Km. 121+780)**

Zona de colinas altas, con laderas de pendientes de 10% – 25% y en algunos intervalos hasta de 50%.

El Tramo está conformado por suelos limo-arcillosos y limo-arenosos de la Formación Nauta superior y depósitos de arcillitas, lodolitas y limolitas de la Formación Nauta superior e inferior alteradas e intemperizadas; cubiertas por suelos cuaternarios arcillosos, limosos y arenosos, con potencia promedio hasta 5.0 m. también se presentan depósitos palustres con suelos altamente saturados, de consistencia blanda.

Se presenta inestabilidad de laderas, afectadas por deslizamientos y derrumbes localizados, erosión de laderas con formación de cárcavas, reptación de suelos; así mismo erosión de riberas socavamiento de fondo de quebradas y formación de zonas de inundación.

- **Valle del río Corrientes (Km. 121+780 - Km. 122+700)**

Este río se caracteriza con un cauce de ancho aproximado de 40 m., sinuoso y meandrónico; con amplias terrazas bajas. Se presentan depósitos aluviales y fluviales de las terrazas y fondo de río conformados por arcillas finas, limos, arenas y en forma muy limitada gravas finas. En la base de los depósitos cuaternarios se presentan limoarcillitas, limos y areniscas de la Formación Nauta Inferior.

En este sector se presentan problemas de erosión fluvial de riberas y socavación de fondo con formación de derrumbes y deslizamientos en las márgenes del río y desbordes con inundación en la margen derecha del río en las épocas de lluvias intensas.

- **Tramo río Corrientes - río Macusari (Km. 122+700 – Km. 143+200)**

Este tramo incluye colinas bajas y colinas altas, con pendientes de 10 – 25% y en algunas zonas hasta de 50%. Se presentan rocas sedimentarias de la Formación Nauta Inferior alteradas e intemperizadas cubiertas por suelos arcillosos, limo-arenosos con potencia hasta 5.0 m. Este tramo está separado por el valle de la Quebrada Huayuri, con curso y con presencia de depósitos aluviales y pantanosos.

En las colinas se presentan problemas de inestabilidad de taludes (derrumbes, deslizamientos), reptación de suelos y zonas con suelos blandos. En el valle de la quebrada Huayuri se presentan procesos de migración de cauces con erosión de riberas y procesos de inundación.

- **Valle del río Macusari (Km. 143+200 - Km. 143+500)**

Esta zona comprende una longitud aproximada de 300 mts y se caracteriza como un cauce poco sinuoso con ancho de 20 m. con terrazas aluviales bajas. Está conformado por depósitos aluviales y fluviales compuestos por arcilla, limos y arenas finas. En la base se presentan limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo.

Se presentan problemas relacionados a erosión de riberas y socavación de fondo, también inundaciones de las terrazas bajas.

- **Tramo río Macusari - Fin de Proyecto (Km. 143+500 - Km. 162+000)**

Corresponde a colinas bajas y altas, planicies, valle de la Quebrada Capahuari y parte del valle del río Pastaza. Las laderas se caracterizan con pendientes de 5 – 25%, en algunos intervalos limitados – mayor de 25%.

El Valle de la Quebrada Capahuari se presenta como poco meandrónico, con terrazas aluviales bajas, con cotas de nivel del orden de 230 – 240 msnm.

Este tramo está conformado por limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Nauta Inferior alterados e intemperizados y limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo. Sobres estas unidades se presentan depósitos cuaternarios - arcillas, limos y arenas con potencias de hasta 5.0 m.

ZONIFICACION. CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL TRAZO

Cuadro 6

Megaunidad Geomorfológica	Unidad Geomorfológica de I orden	Tramo	Intervalo	Unidad Geomorfológica de II orden	Relieve	Unidad Geológica de Base	Condiciones Geotécnicas del Trazo	Procesos Geodinámicos	Sismicidad
Llanura Amazonica Estación Dorado (Km. -5+000) - Andoas (Km 162+000)	Relieve Disectado Estación Dorado (Km. -5+000) - Estación Andoas (Km. 162+000)	Km. 0+000 - Est. Dorado (Km. -5+000)	Km. 5.8 - 0.00	Colinas bajas, lomadas, terrazas altas y bajas	Relieve ondulado, accidentado cortado por quebradas profundas. Cotas de nivel 230 - 280 msnm	Formación Nauta Superior Formación Nauta inferior NQ - ni	Suelos arcillosos de alta plasticidad (CH) cubren a rocas sedimentarias blandas (lodolitas, areniscas, arcillitas) L. Líquido: 49.18 a 67.44 %, Índice plástico de 26.89 a 35.94, Humedad: 17.83 a 53.66 % y peso específico: 2.70 a 2.78 gr/cm3	Inestabilidad de laderas (Derrumbes, Deslizamientos), erosión de laderas, erosión fluvial, inundación en flood plain río Dorado.	Según E 030 Zona 1 z = 0.15 g. (Corresponde a la Zona 2a de UBC - 97) Mmax = 7.5
		HP 5 - Río Arabela km 0.0 - km 16.76	km 0.0 - 2.50	Colinas bajas con lomadas	Relieve ondulado, accidentado cortado por quebradas profundas. Cotas de nivel 230 - 280 msnm	Formación Nauta superior Formación Nauta inferior y Formación Pebas NQ - ni	Estratos de limoarcillas, arenas finas y limos, alterados e intemperizados con cobertura de suelos arcillosos (1 - 5 m). L. Líquido: 44.44 a 72.48 %, Índice Plástico : 27.89 a 38.55 %, humedad 30.31 a 105,40 %, P. específico: 2.70 a 2.77 gr/cm3.	Inestabilidad, erosión de laderas y derrumbes locales, reptación de suelos de cobertura, deslizamientos, flujos de lodo	Según E 030 Zona 1 z = 0.15 g. (Corresponde a la Zona 2a de UBC - 97) Mmax = 7.5
			km 3.45 - 5.10	Valle de Río Rumiayacu	Cauce sinuoso meándrico con canales anastomosados, terrazas bajas y medias, playas. Cotas de nivel 210 - 220	Formacion Pebas N - P	Depósitos aluviales de terrazas altas y bajas - arcillitas, arenas; depósitos fluviales -, arcillas, grava fina. Lodolitas y areniscas de la Formación Pebas, se ubica a profundidad de 5 - 7m a veces superficial. Límite Líquido : 44.44 a 72.48 %, Índice Plástico: 27.89 a 38.55 %, humedad 30.31 a 105,40 %, P. específico 2.70 a 2.77 gr/cm3.	Migración de cauce, socavación de cauce y erosión de riberas, inundaciones de terrazas bajas, muy sinuoso, el eje pasa 4 veces el río Rumiayacu y en el flood plain varias quebradas	
			km 5.10 - 16.76	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y poco ondulado con depresiones ocupadas por pantanos y/o aguajales. Cotas de nivel 235 - 250 msnm. Valle del río Sin Nombre		Lodolitas y areniscas de la Formación Pebas, alteradas e intemperizadas cubiertas por suelos cuaternarios de hasta 5 m. de potencia hasta 5 m - arcillas y algo de arenas; en las depresiones - suelos palustres. L. Líquido: 44.44 a 72.48 %, Í. Plástico : 27.89 a 38.55 %, humedad 30.31 a 105,40 %, P. específico: 2.70 a 2.77 gr/cm3.	Reptación y asentamiento de suelos blandos. Zonas de humedales, elevación de nivel freático e inundación de depresiones en periodos de lluvias intensas	
		Río Arabela	km 16.76 - 17.88	Valle de Río Arabela	Cauce meándrico con playas. Terrazas bajas y medias. Cotas de nivel 230 - 235	Formacion Pebas N - P	Depósitos aluviales de terrazas medias y bajas sobre lodolitas y areniscas de la Formación Pebas. L. Líquido: 44.44 a 72.48 %, Índice Plástico de 27.89 a 38.55 %, humedad 30.31 a 105,40 %, Peso específico 2.70 a 2.77 gr/cm3. Depositos de cauce, tipos suelos, potencia. Depósitos fluviales - arenas, arcillas, grava fina	Migración de cauce, socavación de cauce y erosión de riberas, inundaciones de terrazas bajas (flood plain)	
		Río Arabela - Río Baratillo km 17.88 - km 42.48	km 17.88 - 31.200	Planicie y colinas bajas	Relieve ondulado, planicie y colinas bajas con lomadas, depresiones ocupadas por humedales. Cotas de nivel 240 - 245 msnm.		Asentamiento de suelos blandos. Zonas de humedales. Elevación de nivel freático e inundación de depresiones en lluvias intensas		
			km 31.200 - 34.00	Valle de Río Pucaruro	Cauce meándrico con playas en verano. Terrazas bajas y bajos desbordable. Cota de nivel 220		Socavación de cauce y erosión de riberas, desborde e inundaciones de terrazas bajas (flood plain).		
		Río Baratillo	km 34.0 - 42.48	Colinas bajas con lomadas	Relieve ondulado, cortado por quebradas. Cotas de nivel 240 - 280 msnm.	Formacion Nauta inferior NQ - ni	Estratos de lodolitas y areniscas de la Formación Pebas, alterados e intemperizados con cobertura de (1 - 5 m) de suelos arcillosos de consistencia media firme y blanda. L. Líquido: 44.44 a 72.48 %, Í. Plástico : 27.89 a 38.55 %, humedad 30.31 a 105,40 %, P. específico: 2.70 a 2.77 gr/cm3	Inestabilidad y erosión de laderas. Deslizamiento y derrumbes locales. Reptación de suelos de cobertura.	
			km 42.48 - 43.65	Valle de Río Baratillo	Cauce meándrico con playas. Terrazas bajas y medias inundables. Cotas de nivel 220 - 225		Erosión de riberas, inundaciones de terrazas bajas		
		Río Baratillo - Río Tigre km 43.65 - km 71.46	km 43.65 - 47.0	Planicie y colinas bajas	Relieve ondulado, cortado por quebradas. Cotas de nivel 240 - 270 msnm.	Formacion Pebas N - P	Estratos de limoarcillas, areniscas y limolitas de la Formación Nauta inferior, alterados e intemperizados con cobertura de suelos arcillosos blandos (1 - 5 m)	Inestabilidad y erosión de laderas y derrumbes locales, reptación de suelos de cobertura	
			km 47.0 - 55.58	Colinas bajas y depresiones	Relieve ondulado, erosionado por quebradas. Cotas de nivel 240 - 280 msnm		Estratos de lodolitas y areniscas de la Formación Pebas, alterados e intemperizados con cobertura de (1 - 5 m) de suelos arcillosos y limosos de consistencia media firme y blanda	Inestabilidad y erosión de laderas. Deslizamiento y derrumbes locales. Reptación de suelos de cobertura. Erosión fluvial, inundación de zonas planas	
			km 55.58 - 56.46	Valle de Qda Piedraliza I	Cauce de quebrada con márgenes afectados por erosiones fluviales y laderas de colinas con erosión. Cota de nivel 225 msnm.		Laderas márgenes formadas por estratos de lodolitas y areniscas de Formación Pebas alteradas e intemperizadas con cobertura de suelos limosos y arcillosos blandos. En el fondo de quebradas y en el cauce - depositos aluviales y fluviales limo-arenosos con potencia hasta de 10 m.	Erosión fluvial de fondo y márgenes, inundación de márgenes, erosión de laderas.	
			km 56.46 - 59.75	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y ligeramente ondulado con depresiones ocupadas por humedales. Cotas de nivel 215 - 235 msnm.		Lodolitas y areniscas de la Formación Pebas, alteradas e intemperizadas cubiertas por suelos, potencia hasta 5 m - arcillas, en las depresiones - suelos palustres. Límite Líquido: 50.54 a 66.3 %, Índice de plasticidad: 26.53 a 40.81%, humedad: 34.57 a 38.84% y un Peso específico de 2.7 a 2.74 gr/cm ³	Reptación y asentamiento de suelos blandos. Zonas inundables en periodos de lluvias intensas. Erosión fluvial y erosión de laderas.	
			km 59.75 - 60.3	Valle de Qda Piedraliza II	Cauce de quebrada con márgenes y laderas afectados por erosiones fluviales y pluviales. Cota de nivel 220 msnm.		Laderas formadas por estratos de lodolitas y areniscas de Formación Pebas alterados e intemperizados con cobertura de suelos limosos y arcillosos blandos. En el fondo de quebradas y en el cauce - depositos aluviales y fluviales limo-arenosos..	Erosión fluvial de fondo y márgenes, inundación de laderas con acumulación de sedimentos. Derrumbe de márgenes.	
			km 60.3 - 68.0	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y ondulado con depresiones ocupadas por humedales. Cotas de nivel 220 - 230 msnm		Lodolitas y areniscas de la Formación Pebas, alteradas e intemperizadas cubiertas por suelos arcillosos con limos y arenas, potencia 5 m - arenas, limos, arcillas en las depresiones. Alto nivel freático. Suelos palustres. Límite Líquido: 50.54 a 66.3 %, Índice de plasticidad: 26.53 a 40.81%, humedad: 34.57 a 38.84% y un Peso específico de 2.7 a 2.74 gr/cm3	Reptación y asentamiento de suelos blandos. Elevación del nivel freático e inundaciones de depresiones en periodos de lluvias intensas. Erosión de laderas, erosión fluvial.	
			km 68.0 - 71.46	Planicie y colinas bajas de ladera oriental del Río Tigre	Colinas con laderas erosionadas por numerosas quebradas afluentes del Río Tigre. Cotas de nivel 210 - 220 msnm		Estratos de lodolitas y areniscas de la Formación Pebas, alterados e intemperizados en las laderas de fondo de quebradas cubiertas por suelos limo-arcillosos y limo-arenosos medio firmes y blandos con potencia de hasta de 3 m.	Erosión de laderas. Inestabilidad de laderas de quebradas con derrumbes locales. Reptación de suelos de cobertura. Erosión fluvial	
		Río Tigre	km 71.46 - 76.58	Valle del Río Tigre	Cauce sinuoso con playas e islas. Canales. Terrazas aluviales bajas. Cotas de nivel 160 - 170 msnm.	Depósitos aluviales de terrazas bajas. Arcillas, depósitos fluviales, arenas, arcillas, grava fina. Lodolitas y areniscas de la Formación Pebas. Límite Líquido: 50.54 a 66.3 %, Índice de plasticidad: 26.53 a 40.81%, humedad: 34.57 a 38.84% y un Peso específico de 2.7 a 2.74 gr/cm3. Depósitos palustres (depósitos de pantanos) - arcillas, limos y arenas blandas, saturadas y turbas con potencia del orden de 15 - 20 m. En la base limo-arcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo	Migración de cauce, erosión fluvial de fondo y de riberas, inundaciones de terrazas bajas. Posible licuación de suelos arenosos. Pantanos, inundaciones. Posible licuación de suelos.		

Megaunidad Geomorfológica	Unidad Geomorfológica de I orden	Tramo	Intervalo	Unidad Geomorfológica de II orden	Relieve	Unidad Geológica de Base	Condiciones Geotécnicas del Trazo	Procesos Geodinámicos	Sismicidad
Llanura Amazonica Estación Dorado (Km. -5+000) - Andoas (Km 162+000)	Relieve Disectado Estación Dorado (Km. -5+000) - Estación Andoas (Km. 162+000)	Río Tigre - Pie de Colinas Altas km 76.58 - km 107.5	km 76.58 - 85.0	Planicie y colinas bajas de ladera occidental del Río Tigre	Laderas erosionadas por quebradas afluentes del Río tigre. Cotas de nivel 190 - 210 msnm	Formación Nauta inferior NQ - ni	Estratos de limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo, alterados e intemperizados con cobertura de suelos arcillo-limosos y limo-arenosos medio firmes y blandos, con potencia de hasta de 5 m. L. Líquido: 51.27 a 69,43%, Índice de plasticidad : 23.71 a 44.0%, humedad: 15.61 a 38.84% y peso específico de 2.56 a 2.78 gr/cm3	Erosión de laderas y erosión fluvial de fondo de quebradas, inestabilidad de laderas con deslizamientos y derrumbes locales. Inundaciones.	Según E 030 Zona 2 z = 0.30 g. (Corresponde a la Zona 3 de UBC - 97) Mmax = 7.5
			km 85.0 - 98.5	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y semiondulado con depresiones ocupadas por humedales. Cotas de nivel 210 - 230 msnm.		Limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo, alterados e intemperizados cubiertos por suelos limo-arcillosos y limo-arenosos medio firme y blandos, con potencia de hasta 5 m en las depresiones - suelos organicos de pantanos (turbas). Limite Líquido : 51.27 a 69,43%, Índice de plasticidad de 23.71 a 44.0%, humedad : 15.61 a 38.84% y peso específico: 2.56 a 2.78 gr/cm3	Reptación y asentamiento de suelos. Zonas de humedales. Elevación del nivel freático e inundaciones de depresiones en periodos de lluvias intensas.	
			km 98.5 - 107.5	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y semi ondulado con depresiones ocupadas por humedales. Cotas de nivel 220 - 240 msnm.		Limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Nauta inferior, alteradas e intemperizadas con cobertura de depósitos cuaternarios oscuros, limos y arenas medio sueltos y sueltos con potencia hasta de 5 m. Depresiones con suelos palustres. Alto nivel freático en áreas inundables.	Asentamientos de suelos, erosión de laderas. Zonas de humedales. Elevación del nivel freático e inundaciones en depresiones en periodo de lluvias intensas y desbordes de ríos y quebradas. Posible licuación de suelos arenosos.	
		Pie de Colinas Altas - Río Corrientes km 107.5 - km 121.78	km 107.5 - 118.0	Colinas altas	Relieve ondulado, erosionado por quebradas. Cotas de nivel 260 - 320 msnm. Con laderas pendientes moderadas a abruptas.	Formacion Nauta superior NQ - ns	Arenas finas con capas de limos y de grava fina, arcillas de la Formación Nauta superior. En las depresiones - depositos palustres.	Erosión de laderas con formación de cárcavas. Erosión fluvial de fondo de quebradas. Inestabilidad de taludes.	
			km 118.0 - 121.78	Colinas altas - ladera oriente del Río Corrientes	Relieve ondulado, erosionado por quebradas afluentes del Río Corrientes. Cotas de nivel 250 - 280 msnm	Formacion Nauta inferior NQ - ni	Limoarcillitas, limos y arenas finas de la Formacion Nauta inferior, alterados e intemperizados. En laderas y fondo de quebradas cobertura de suelos arcillosos, limos - arenosos y limo-arcillosos medio firmes y blandos con potencia hasta de 5 m.	Erosion de laderas y erosión fluvial. Inestabilidad de laderas con deslizamientos y derrumbes locales. Reptacion de suelos. Pequeñas áreas inundables.	
		Río Corrientes	km 121.78 - 122.70	Valle del Río Corrientes	Cauce meándrico con playas. Terrazas aluviales bajas. Cotas de nivel 220 - 230 msnm.		Depósitos aluviales de las terrazas, arcillas, limos, arenas. Depósitos fluviales - arenas, arcillas, grava fina. En la base limoarcillita, limos y areniscas de la Formación Nauta inferior. Limite Líquido : 51.27 a 69,43%, Í. de plasticidad: 23.71 a 44.0%, humedad de 15.61 a 38.84% y P. específico de 2.56 a 2.78 gr/cm3	Erosión fluvial y desborde la margen derecha en época de lluvias.	
			Río Corrientes - Río Macusari km 122.70 - km 143.2	km 122.70 - 129.0	Colinas altas - ladera occidente de Río Corrientes		Relieve ondulado, erosionado por quebradas afluentes del Río Corrientes. Cotas de nivel 250 - 280 msnm.	Formacion Nauta inferior NQ - ni	
		km 129.0 - 129.5		Valle de Qda Huayuri	Cauce de quebrada con laderas afectadas por erosión fluvial.	Laderas y base de quebradas formadas por estratos de limoarcillitas, areniscas finas con cobertura de suelos limo-arcillosos y limo-arenosos. En el cauce - depósitos aluviales limo-arcillosos, blandos con espesor hasta de 10 m.	Erosion fluvial de fondo y laderas, inundación con acumulación de sedimentos.		
		km 129.5 - 135.5		Colinas altas	Relieve ondulado, de fuerte pendientes, erosionado por quebradas. Cotas de nivel 280 - 300 msnm.	Limoarcillitas, limolitas y areniscas finas de la Formación Nauta inferior, alterados e intemperizados. En laderas y fondo de quebradas cobertura de suelos arcillosos limo - arenosos y limo-arcillosos medio firmes y blandos con potencia de hasta de 5 m.	Erosión de laderas y fondo de quebradas. Inestabilidad de laderas con deslizamientos y derrumbes locales.		
		km 135.5 - 143.2		Colinas bajas - ladera oriental del Río Macusari	Relieve ondulado, erosionado por quebradas afluentes al Río Macusari. Cotas de nivel 270 - 280 msnm.	Formacion Ipururo N - I	Estratos de limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formacion Ipururo, alterados e intemperizados con cobertura de suelos limo-arcillosos y limo-arenosos medio firmes y blandos, con potencia de hasta de 5 m.		
		Río Macusari	km 143.2 - 143.5	Valle del Río Macusari	Cauce del rio recto con playas de arena en verano. Terrazas aluviales bajas. Cotas de nivel 230 - 240 msnm.		Depósitos aluviales de las terrazas - arcillas, limos, arenas . Depósitos fluviales - arenas, arcillas, grava fina. En la base limoarcillita, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo. Limite Líquido: 37.62 a 69.14%, I. de plasticidad : 14.56 a 40.93 %, humedad : 16.34 a 66.07 % y P. específico de 2.66 a 2.78 gr/cm3.	Socvación y erosión de riberas. Inundación de los márgenes.	
			Río Macusari - Fin del Trazo km 143.5 - km 162.0	km 143.5 - 144.0	Colinas bajas-ladera occidental del Río Macusani		Relieve ondulado, erosionado por quebradas afluentes al Río Macusani. Cotas de nivel 270 - 280 msnm.	Estratos de limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formacion Ipururo, alterados e intemperizados con cobertura de suelos arcillosos, arcillo-limosos y limo-arenosos medio firmes y blandos, con potencia de hasta de 5 m.	

Megaunidad Geomorfológica	Unidad Geomorfológica de I orden	Tramo	Intervalo	Unidad Geomorfológica de II orden	Relieve	Unidad Geológica de Base	Condiciones Geotécnicas del Trazo	Procesos Geodinámicos	Sismicidad
Llanura Amazonica Estación Dorado (Km. -5+000) - Andoas (Km 162+000)	Relieve Disectado Estación Dorado (Km. -5+000) - Estación Andoas (Km. 162+000)	Río Macusari - Fin del Trazo km 143.5 - km 162.0	km 144.0 - 146.0	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y semiondulado con depresiones ocupadas por humedales. Cotas de nivel 240 - 260 msnm.	Formacion Nauta inferior NQ - ni	Limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Nauta inferior, alterados e intemperizados con cobertura de depósitos cuaternarios arcillosos, - limos y arenas medio sueltos y sueltos con potencia de hasta de 5 m. Depresiones con suelos palustres.	Asentamientos de suelos, erosiones de taludes. Zonas de humedales. Inundaciones en depresiones en período de lluvias intensas..	Según E 030 Zona 2 z = 0.30 g. (Corresponde a la Zona 3 de UBC - 97) M _{max} = 7.5
			km 146.0 - 147.5	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y semi ondulado, erosionado por quebradas. Cotas de nivel 240 - 250 msnm	Formacion Ipururo N - I	Estratos de limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo, alterados e intemperizados con cobertura de suelos arcillosos, arcillo-limoso y limo-arenosos medio firmes y blandos, con potencia de hasta de 5 m.	Asentamientos de suelos. Elevación del nivel freático e inundaciones en depresiones en período de lluvias intensas. Erosión de laderas y erosión fluvial.	
			km 147.5 - 151.0	Planicie y colinas bajas	Relieve plano y semiondulado con depresiones ocupadas por bofedales. Cotas de nivel 240 - 260 msnm.	Formacion Nauta inferior NQ - ni	Limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Nauta inferior, alterados e intemperizados con cobertura de depósitos cuaternarios - arcillas, limos y arenas medio sueltos y sueltos con potencia de hasta de 5 m. Limite Líquido varía de 37.62 a 69.14%, un índice de plasticidad entre 14.56 a 40.93 %, humedad de 16.34 a 66.07 % y peso específico de 2.66 a 2.78 gr/cm ³ .	Asentamientos de suelos, erosión de taludes. Elevación del nivel freático e inundaciones en zonas planas y depresiones en período de lluvias intensas.	
			km 151.0 - 155.0	Planicie y colinas bajas. Ladera oriental de Qda Capahuari	Relieve ondulado, erosionado por quebradas afluentes de la Qda Capahuari. Cotas de nivel 260 - 270 msnm	Formacion Ipururo N - I	Estratos de limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo, alterados e intemperizados con cobertura de suelos limo-arcillosos y limo-arenosos medio firmes y blandos, con potencia hasta de 5 m.	Erosión de laderas y erosión fluvial, inestabilidad de laderas con deslizamientos y derrumbes locales. Reptación de suelos. Elevación de nivel freático en períodos de intensas lluvias e inundaciones en zonas planas.	
			km 155.0 - 157.0	Valle de Qda Capahuari	Cauce del torrente poco meándrico. Terrazas aluviales bajas. Cotas de nivel 230 - 240 msnm.		Depósitos aluviales de las terrazas - arcillas, limos, arenas. Depósitos fluviales - arenas, arcillas, grava fina. En la base limoarcillita, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo. Se ubican a escasa profundidad o superficiales.	Migración de cauces, erosión de riberas. Inundación en épocas de crecientes y lluvias extraordinarias.	
			km 157.0 - 162.0	Planicie y colinas bajas. Ladera occidental de Qda Capahuari y valle del río Pastaza	Relieve ondulado a plano, erosionado por quebradas afluentes de la Qda Capahuari. Cotas de nivel 260 - 270 msnm		Estratos de limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipururo, alterados e intemperizados con cobertura de suelos limo-arcillosos y limo-arenosos medio firmes y blandos, con potencia de hasta 5 m. Limite Líquido varía de 37.62 a 69.14%, un índice de plasticidad entre 14.56 a 40.93 %, humedad de 16.34 a 66.07 % y peso específico de 2.66 a 2.78 gr/cm ³ .	Erosión de laderas y erosión fluvial, inestabilidad de laderas con deslizamientos y derrumbes locales. Elevación de nivel freático en períodos de intensas lluvias.	

En los intervalos de colinas se presentan problemas de inestabilidad de taludes con deslizamientos y derrumbes localizados, asentamientos de suelos, mientras que en los intervalos de planicies se presentan zonas con suelos blandos e inundaciones en periodos de lluvias. En el valle de la quebrada Capahuari se presentan procesos de migración de cauces con erosión de riberas y de fondo del río y procesos de inundación de márgenes.

Con mayor detalle las Condiciones Geotécnicas del Trazo se presenta en el Cuadro N° 6.

La ubicación del Nivel Freático por el Trazo del Oleoducto, fue estudiada con mediciones directas en las perforaciones y calicatas, considerando que en los suelos limo – arcillosos de baja permeabilidad que dominan el trazo, la recuperación del Nivel Freático requiere un tiempo, fue ejecutada la instalación de los piezómetros temporales, con mediciones de recuperación de nivel freático en el tiempo de los trabajos de las cuadrillas.

5.0 SECTORES CRÍTICOS

Se consideran como sectores críticos a los intervalos que se caracterizan con condiciones geotécnicas extremadamente complicadas y que requieren soluciones igualmente especiales.

5.1 Factores principales

Dentro de los factores que determinan condiciones como extremadamente complicadas, en primer lugar se han considerado los siguientes:

- Relieve muy accidentado con pendientes de laderas de 10% – 25 % y hasta 50 %, conformadas por suelos poco competentes y afectados por procesos de erosión superficial y de inestabilidad. Se presentan problemas tanto en el periodo de construcción como en el periodo de operación, por posible desestabilización de taludes y laderas.
- Valles de ríos con procesos de migración de cause, erosión de fondo y riberas y presencia de suelos blandos y orgánicos, donde el trazo del oleoducto varias veces cruza el cauce principal y meandros del río.
- Intervalos de humedales (pantanos) con presencia de suelos orgánicos tipo turbas e intervalos con suelos arcillosos, los cuales en caso de inundación se sobresaturan con la consecuente pérdida de su resistencia.

5.2 Descripción de Sectores

Los sectores críticos principales se indican a continuación:

Tramo Dorado. Inicio del Trazo

- Sector Km. -5+820 - Km. - 5+480.- Zona de humedales (pantanos) con suelos orgánicos sobresaturados (turbas).
- Sector Km. - 5+480 - Km. - 0+000.- Zona con relieve ondulado y accidentado, con altas pendientes de laderas

Tramo HP – 5 – río Arabela

- Sector Km.0+800 - Km.1+600.- Tramo con relieve ondulado y accidentado, con altas pendientes de ladera
- Sector Km. 4+450 - Km. 5+100.- Valle del río Rumiyaçu con cauce sinuoso y meándrico, con zonas inundadas, presencia de zonas pantanosas con suelos blandos sobresaturados (turbas)
- Sector Km. 6+520 - Km. 7+540.- Zona de humedales (pantanos) con suelos orgánicos sobresaturados (turbas).
- Sector Km. 8+160 - Km. 8+860.- Zona de humedales (pantanos) con suelos orgánicos sobresaturados (turbas).
- Sector Km. 10+000 - Km. 10+480.- Zona de humedales (pantanos) con suelos orgánicos sobresaturados (turbas).

Valle del río Arabela

- Sector Km. 16+760 - Km. 17+880.- Valle del Río Arabela con cauce sinuoso y meándrico con zonas inundadas, presencia de zonas pantanosas con suelos blandos sobresaturados y suelos orgánicos (turbas)

Tramo río Arabela – río Baratillo

- Sector Km. 31+450 - Km. 33+500.- Zona de humedales (pantanos) con suelos orgánicos sobresaturados (turbas).
- Sector Km. 42+480 - Km. 43+680.- Zona de humedales (pantanos) con suelos orgánicos sobresaturados (turbas).

Tramo río Baratillo – río Tigre

- Sector Km. 55+580 - Km. 56+480.- Valle del río Piedra Liza 1 con cauce sinuoso y meándrico con zonas inundadas, presencia de zonas pantanosas con suelos blandos sobresaturados y suelos orgánicos (turbas)
- Sector Km. 56+720 - Km. 62+800.- Tramo con relieve ondulado y accidentado, con altas pendientes de ladera

Tramo río Tigre – Pie de Colinas altas

- Sector Km. 71+460 - Km. 76+580.- Zona de humedales (pantanos) con suelos orgánicos sobresaturados (turbas).
- Sector Km. 93+000 - Km. 96+000.- Zona de relieve ondulado y accidentado con altas pendientes de ladera
- Sector Km. 101+000 - Km. 105+500.- Tramo con relieve accidentado y ondulado con altas pendientes de ladera
- Sector Km. 105+520 - Km. 106+720.- Zona de humedales (pantanos) con suelos orgánicos sobresaturados (turbas).

Tramo de Pie de Colinas altas – río Corrientes

- Sector Km. 108+000 - Km. 122+000.- Zona con relieve ondulado y accidentado, con altas pendientes de laderas

Tramo río Corrientes - río Macusari

- Sector Km. 123+500 - Km. 143+000.- Zona con relieve muy ondulado y muy accidentado, con altas pendientes de laderas

Tramo río Macusari – Fin del Trazo

- Sector Km. 144+000 - Km. 151+500.- Zona con relieve accidentado, semiondulado y con planicies y depresiones con zonas inundadas, presencia de zonas pantanosas con suelos blandos sobresaturados (turbas).
- Sector Km. 151+920 – Km. 152+960.- Zona de depresión con suelos saturados: arenosos, arcillosos (blandos) y orgánicos (Turbas)
- Sector Km. 152+960 – Km. 155+900.- Zona de relieve ondulado con altas pendientes de laderas.
- Sector Km. 155+910 – Km. 158+160.- Zona de depresión con suelos saturados: arenosos, arcillosos (blandos) y orgánicos (Turbas)

La descripción completa y detallada de los sectores críticos se presenta en el Cuadro N° 8.

SECTORES CRITICOS

TRAMO	PROGRESIVA		CONDICIONES GEOLOGICAS	CONDICIONES GEOTECNICAS	OBSERVACIONES
	De...	A...			
Km. 0+000 - Dorado	-5+820	-5+480	Tramo que se caracteriza como una depresion homogénea, zona baja relativamente baja. Esta conformada por suelos arcillosos, limos, arenas, generalmente saturadas, suelos orgánicos (Turbas)	Zona inundable, con presencia de humedales, zonas pantanosa con presencia de suelos blandos sobresaturados.	
	-5+480	-4+000	Relieve ondulado, accidentado, con presencia de colinas bajas, lomadas, terrazas altas y bajas, cortados por quebradas profundas. Se presentan suelos arcilloso, limo arcillosos y areno arcillosos, que cubren a depositos de la Formacion Nauta Inferior: lodolitas, arcillitas, limoarcillitas, etc.	Laderas afectadas por deslizamientos y derrumbes, con escalamientos de laderas, erosión retroregresiva de laderas. Se presentan laderas longitudinales al eje del trazo con alturas de 20 - 40 m y pendientes del orden de 20 - 40 % Presencia localizada de zonas pantanosas con suelos altamente saturados.	Se recomienda una evaluacion mas amplia con estudios especiales que definan la solucion mas adecuada para la inslacion del oeloducto.
HP 5 - Río Arabela Km. 0+000 - 16.15	0+800	1+600	Relieve ondulado y accidentado, con colinas bajas y lomadas, bisecados por quebradas profundas tributarias del Río Arabela, esta conformado por depositos sedimentarios de la Formación Pebas: arcillitas, limoarcillitas, areniscas, lodolitas; cubiertas por suelos arcillosos, limo arcillosos y areno arcillosos.	Zona de colinas con alturas mas de 30.0 m, y laderas empinadas, afectadas por deslizamientos y derrumbes y erosión de laderas retroregresiva. Se presentan laderas longitudinales al eje del trazo con alturas de 20 - 30 m y pendientes del orden de 20 - 40 %	Se recomienda una evaluacion mas amplia con estudios especiales que definan la solucion mas adecuada para la inslacion del oeloducto.
	3+450	5+100	Valle del Río Rumiayacu, con cauce sinuoso y meándrico, con terrazas bajas ubicadas a ambas márgenes del cauce principal. Este sector esta conformado por depositos cuaternarios aluviales-fluviales: arcilla, limos, arenas y en el cauce gravas finas. Debajo de esta cobertura se presentan depositos sedimentarios de la Formación Pebas: arcillitas, limoarcillitas, areniscas, lodolitas; cubiertas por suelos arcillosos, limo arcillosos y areno arcillosos	Valle del Río Rumuyacu, donde el eje cruza 4 veces el cauce del rio. Se presentan problemas de migración de cauces, socavación del fondo de cauce y erosión de riberas con desestabilización de las margenes del Río. Formacion de zonas inundadas, presencia de zonas pantanosas con suelos blandos sobresaturados (turbas)	Se recomienda una evaluacion mas amplia con estudios especiales que definan la solucion mas adecuada para la inslacion del oeloducto.
	6+520	7+540	Tramo que se caracteriza como una depresion homogénea, zona baja relativamente baja. Esta conformada por suelos arcillosos, limos, arenas, generalmente saturadas, suelos orgánicos (Turbas)	Comprende el valle del Sin Nombre (Río Lagarto), se caracteriza como una zona inundable, con presencia de humedales, zonas pantanosa con presencia de suelos blandos sobresaturados.	
	8+160	8+860	Tramo que se caracteriza como una depresion homogénea, zona baja relativamente baja. Esta conformada por suelos arcillosos, limos, arenas, generalmente saturadas, suelos orgánicos (Turbas)	Zona inundable, con presencia de humedales, zonas pantanosa con presencia de suelos blandos sobresaturados.	
	10+000	10+480	Tramo que se caracteriza como una depresion homogénea, zona baja relativamente baja. Esta conformada por suelos arcillosos, limos, arenas, generalmente saturadas, suelos orgánicos (Turbas)	Zona inundable, con presencia de humedales, zonas pantanosa con presencia de suelos blandos sobresaturados.	
	Río Arabela - Río Baratillo Km 17.88 - 42.48	31+450	33+500	Tramo que se caracteriza como una depresion homogénea, zona baja relativamente baja. Esta conformada por suelos arcillosos, limos, arenas, generalmente saturadas, suelos orgánicos (Turbas)	Comprende el valle del Río Pucacuro, se caracteriza como una zona inundable, con presencia de humedales, zonas pantanosa con presencia de suelos blandos sobresaturados.
42+480		43+680	Tramo que se caracteriza como una depresion homogénea, zona baja relativamente baja. Esta conformada por suelos arcillosos, limos, arenas, generalmente saturadas, suelos orgánicos (Turbas)	Comprende el valle del Río Baratillo, se caracteriza como una zona inundable, con presencia de humedales, zonas pantanosa con presencia de suelos blandos sobresaturados.	

TRAMO	PROGRESIVA		CONDICIONES GEOLOGICAS	CONDICIONES GEOTECNICAS	OBSERVACIONES
	De...	A...			
Rio Baratillo - Rio Tigre Km. 43.65 - Km 71.46	55+580	56+480	Valle del Río Piedra Liza 1 con cauce sinuoso y meándrico, con terrazas bajas ubicadas a ambos márgenes del cauce principal. Este sector está conformado por depósitos cuaternarios aluviales-fluviales: arcilla, limos, arenas y en el cauce gravas finas; cubriendo depósitos sedimentarios de la Formación Pebas: arcillitas, limoarcillitas, areniscas, lodolitas; cubiertas por suelos arcillosos, limo arcillosos y arena arcillosos	Valle del Río Piedra Liza 1 donde el cauce tiene carácter sinuoso y meándrico, con terrazas bajas e inundables. Se presentan problemas de erosión de riberas y socavación de fondo de cauce, inundaciones de la terrazas bajas ubicadas en ambos márgenes del río, con formación de zonas pantanosas y humedales con presencia de suelos orgánicos altamente saturados.	Se recomienda una evaluación más amplia con estudios especiales que definan la solución más adecuada para la inslacion del oeloducto.
	56+720	62+800	Relieve ondulado y accidentado, con colinas bajas de y lomadas, bisecados por quebradas profundas (Río Piedra Liza 2) y planicies. Se presentan depósitos de la Formación Pebas: arcillitas, limoarcillitas, areniscas, lodolitas; cubiertas por depósitos cuaternarios arcillosos, limo arcillosos y arena arcillosos.	Zonas colinosas de 20 - 30 m. de altura con laderas longitudinales al trazo con pendiente de 25 - 30 %) afectadas por derrumbes localizados. También se presentan zonas de humedales y pantanosas con presencia de suelos sobresaturados (turbas). En algunos sectores (62+200 - 62+400) el eje pasa por media ladera con inclinación de hasta 30°, que puede provocar problema de estabilidad de laderas.	Se recomienda una evaluación más amplia con estudios especiales que definan la solución más adecuada para la inslacion del oeloducto.
Rio Tigre - Pie de Colinas Altas Km. 76.58 - Km. 107.50	71+460	76+580	Tramo que se caracteriza como una depresión homogénea, zona baja relativamente baja. Esta conformada por suelos arcillosos, limos, arenas, generalmente saturadas, suelos orgánicos (Turbas)	Comprende el valle del Río Tigre, se caracteriza como una zona inundable, con presencia de humedales, zonas pantanosa con presencia de suelos blandos sobresaturados.	
	93+000	96+000	Relieve ondulado y accidentado con presencia de colinas altas y bajas y lomada, planicies y relieve semiondulado, con depresiones y bisecado por quebradas afluentes del río Tigre. Este sector está conformado por depósitos sedimentarios de la Formación Ipururo que comprenden limoarcillitas, limolitas y areniscas alteradas e intemperizadas; cubiertas por depósitos cuaternarios: arcillas, limos arcillosos, arenas arcillosas, etc.	Tramo con presencia de colinas altas y bajas 20 - 30 m de altura, con pendientes longitudinales de 30 - 45 % y se presentan problemas de inestabilidad de laderas (derrumbes localizados), igualmente reptación de suelos. Se presentan zonas de humedales con elevación del nivel freática, inundación de zonas bajas con presencia de zonas pantanosa con suelos sobresaturados. En algunos sectores el eje pasa por media ladera que puede significar problemas de inestabilidad durante el período de construcción: 93+400-93+500, 93+740-94+000,94+960-95+000, 95+140-95+520)	Se recomienda una evaluación más amplia con estudios especiales que definan la solución más adecuada para la inslacion del oeloducto.
	101+000	105+500	Relieve poco accidentado y semiondulado con colinas y lomadas subredondeadas de 20 - 25 m de altura, con depresiones con humedales y zonas planas. Se presentan depósitos sedimentarios de la Formación Ipururo conformada por limoarcillitas, limolitas y areniscas alteradas e intemperizadas. Cubriendo esta secuencia se presentan depósitos cuaternarios conformados por arcillas, limo arcillosos y arenas.	Colinas con laderas afectadas por deslizamientos y derrumbes	Se recomienda una evaluación más amplia con estudios especiales que definan la solución más adecuada para la inslacion del oeloducto.
	105+520	106+720	Tramo que se caracteriza como una depresión homogénea, zona baja relativamente baja. Esta conformada por suelos arcillosos, limos, arenas, generalmente saturadas, suelos orgánicos (Turbas)	Zona inundable, con presencia de humedales, zonas pantanosa con presencia de suelos blandos sobresaturados.	
Pie de Colinas Altas - Rio Corrientes Km. 107.50 - Km. 121.00	108+000	122+000	Zona con relieve ondulado y accidentado con colinas altas y lomadas, planicies bisectadas por quebradas afluentes del Río Corrientes. En este sector se presentan depósitos sedimentarios de la Formación Nauta Superior y Nauta Inferior conformada por secuencias de limoarcillitas, limolitas areniscas alteradas e intemperizadas; cubiertas por depósitos cuaternarios: arcillas, limos y arenas.	Problemas de inestabilidad de laderas con presencia de derrumbes y deslizamientos localizados. Se presentan laderas longitudinales al trazo de 25 - 35 m de altura y de pendientes del orden 25 - 40 %. Áreas inundables con pantanos y humedales con suelos blandos sobresaturados.	Se recomienda una evaluación más amplia con estudios especiales que definan la solución más adecuada para la inslacion del oeloducto.

TRAMO	PROGRESIVA		CONDICIONES GEOLOGICAS	CONDICIONES GEOTECNICAS	OBSERVACIONES
	De...	A...			
Rio Corrientes - Rio Macusari Km. 121.70 - Km. 143.20	123+500	143+000	Zona con relieve muy ondulado y muy accidentado con colinas altas y lomadas, bisectadas por quebradas afluentes del Rio Capahuayri. En este sector se presentan depósitos sedimentarios de la Formación Nauta Superior y Nauta Inferior conformada por secuencias de limoarcillitas, limolitas arenicas alteradas e intemperizadas; cubiertas por depósitos cuaternarios: arcillas, limos y arenas.	Zona muy critica con colinas altas (30 - 40 m) con laderas de fuerte pendiente, afectadas por erosion laminar, deslizamientos y derrumbes. Se presentan laderas longitudinales al trazo de 30 - 40 m de altura y de pendientes del orden 30 - 45 %. Presencia de zonas de humedales con formacion de pantanos con suelos sobresaturados.	En este tramo el eje del trazo pasa por zonas de media ladera : 123+500 - 123+640, 124+440 - 124+560, 124+840 - 125+100, 125+560 - 125+880, 126+720 - 126+960, 127+540 - 12+600, 127+920 - 128+020, 128+320 - 128+440, 130+020 - 130+140, 130+200 - 130+340, 130+400 - 130+460, 130+580 - 130+880, 131+840 - 132+040, 132+560 - 132+840, 133+200 - 133+480, 133+860 - 133+940, 134+120 - 134+500, 138+220 - 138+520, 139+920 - 140+080. Se recomienda una evaluacion mas ampli con estudios especiales que definan la solucion mas adecuada para la inslacion del oeloducto.
Rio Macusari - Fin del Trazo Km. 143.50 - Km. 162.00	144+000	151+500	Tramo con relieve poco accidentado, semiondulado y con planicies y depresiones ocupadas por humedales, bisectado por quebradas. Litologicamente se caracteriza por la propagacion de depósitos sedimentarios de la Formación Ipururo conformada por limoarcillitas, limolitas y areniscas alteradas e intemperizadas. Cubriendo esta secuencia se presentan depositos cuaternarios conformados por arcillas, limo arcillosos y arenas.	Problemas de erosion de laderas, asentamientos de suelos, inundaciones y zonas de humedales y pantanos con presencia de suelos blandos sobresaturados. Se presentan laderas longitudinales al trazo de 30 - 40 m de altura y de pendientes del orden 25 - 40 %.	Se recomienda una evaluacion mas ampli con estudios especiales que definan la solucion mas adecuada para la inslacion del oeloducto.
	151+920	152+960	Tramo que se caracteriza como una depresion homogénea, zona baja relativamente baja. Esta conformada por suelos arcillosos, limos, arenas, generalmente saturadas, suelos orgánicos (Turbas)	Zona de influencia de quebrada afluente del rio Capahuayri, se caracteriza como una zona inundable, con presencia de humedales, zonas pantanosa con presencia de suelos blandos sobresaturados.	
	152+960	155+900	Relieve ondulado con altas pendientes. Tramo con relieve poco accidentado, semiondulado y con planicies y depresiones ocupadas por humedales, bisectado por quebradas. Litologicamente se caracteriza por la propagacion de depósitos sedimentarios de la Formación Ipururo conformada por limoarcillitas, limolitas y areniscas alteradas e intemperizadas. Cubriendo esta secuencia se presentan depositos cuaternarios conformados por arcillas, limo arcillosos y arenas.	Problemas de erosion de laderas, asentamientos de suelos, inundaciones y zonas de humedales y pantanos con presencia de suelos blandos sobresaturados. Se presentan laderas longitudinales al trazo de 30 - 40 m de altura y de pendientes del orden 25 - 40 %.	Se recomienda una evaluacion mas ampli con estudios especiales que definan la solucion mas adecuada para la inslacion del oeloducto.
	155+910	158+160	Tramo que se caracteriza como una depresion homogénea, zona baja relativamente baja. Esta conformada por suelos arcillosos, limos, arenas, generalmente saturadas, suelos orgánicos (Turbas)	Comprende el valle del Rio Capahuayri, se caracteriza como una zona inundable, con presencia de humedales, zonas pantanosa con presencia de suelos blandos sobresaturados.	

6.0 CONDICIONES GEOTECNICAS DE CRUCES DE RÍOS Y DE PLANTA ANDOAS

6.1 Cruces de Ríos

A continuación se presenta la descripción de las condiciones de los cruces de ríos, las cuales durante el Estudio se ha considerado como de mayor importancia y fueron investigados con aplicación de perforaciones profundas.

6.1.1 Valle del Río Rumiyacu (Km. 3+450 a Km. 5+100)

Este tramo comprende el cauce del río Rumiyacu y las terrazas bajas ubicadas a ambos márgenes del cauce principal.

El cauce tiene carácter sinuoso y meándrico con presencia de varios codos del río. El eje del trazo cruza al río hasta 4 veces (el tramo del cruce se ubica donde el río forma varios codos) en forma perpendicular y en forma paralela en los codos. En las secciones de cruces el cauce tiene un ancho promedio de 20 - 30 m. (La zona sinuosa de codos se ubica entre Progresiva Km. 4+200 y Km. 5+520).

Las terrazas bajas tiene altura entre 3- 5 mts respecto al nivel de agua del río. En la sección de cruce del río la terraza izquierda tiene un ancho de 750 y la terraza derecha tiene ancho 580.0 m. la superficie de las terrazas es poco ondulada, con numerosas agujales y pantanos.

El valle del río Rumiyacu está formado en los depósitos sedimentarios de la Formación Nauta Inferior, que comprenden lodolitas, arcillitas, limoarcillitas, poco resistentes a la erosión, sobre los cuales se ubican los depósitos cuaternarios de terrazas bajas y cauces que están conformadas por suelos tipo: arenas finas, limos, arcillas y suelos orgánicos, con potencia del orden de 8 – 15 m.

Se presenta problemas de migración de cauces con erosión de fondo de riberas y procesos de inundación de terrazas bajas con sobresaturación de suelos, lo que determina la pérdida de resistencia para los suelos arcillosos y formación de turbas para suelos orgánicos.

6.1.2 Valle del río Sin Nombre (río Lagarto - Km. 6+520 a Km. 7+540)

Comprende el cauce del río que durante los trabajos de campo se ha denominado Sin Nombre, (según Informes hidrológicos es río Lagarto) y las terrazas bajas ubicadas a ambos márgenes del cauce principal.

El cauce tiene carácter sinuoso y meándrico. El eje del trazo cruza al río en forma transversal. En la sección del cruce el cauce tiene un ancho promedio de 15 – 20 m. (Progresiva de la Margen Izquierda Km. 6+980 y Margen Derecha Km. 7+000).

Las terrazas bajas tiene altura entre 3 - 4 m respecto al nivel de agua del río. En la sección de cruce del río la terraza izquierda tiene un ancho de 450 m y la terraza derecha 550 tiene ancho de m. respectivamente.

Las terrazas bajas y cauces del río están conformadas por depósitos aluviales de arena, limos, arcillas y gravas finas. La potencia de los depósitos aluviales y fluviales es de 10 – 12 m. En la superficie de las terrazas se presentan suelos orgánicos (turbas).

Debajo de los depósitos aluviales – fluviales de cauce y de terrazas bajas se presentan depósitos sedimentarios de la Formación Pebas conformados por rocas medianamente consistentes y resistentes a la erosión: lodolita, areniscas de grano fino, arcillitas, limo-arcillitas, que en algunas partes afloran a superficie.

Se presentan procesos de erosión de fondo y riberas de cauce y procesos de inundación de terrazas.

6.1.3 Valle del río Arabela (Km. 16+760 a Km. 17+880)

Este intervalo comprende el cauce del río Arabela y las terrazas bajas ubicadas en ambos márgenes del cauce principal. El cauce tiene carácter sinuoso y meándrico. El eje del trazo cruza al cauce donde el río forma un codo lo que determina un ángulo de cruce del orden de 50° - 60 °.

En la sección del cruce el cauce tiene un ancho promedio de 45 – 50 m. (La zona de cruce se ubica entre las Progresivas Km. 16+920 y Km. 17+000).

Las terrazas bajas tiene altura entre 2- 3 m. respecto al nivel de agua del río. En la sección de cruce del río la terraza izquierda tiene un ancho de 180 y la terraza derecha tiene ancho de 850 m.

Las terrazas bajas y cauce de río están conformadas por depósitos aluviales y fluviales: arenas finas, limos arcillas y gravas finas. La potencia de los depósitos aluviales y fluviales es del orden 8 - 10 m.

Debajo de los depósitos aluviales – fluviales se presentan rocas sedimentarias de la Formación Pebas - lodolitas, limoarcillitas, arcillitas, areniscas, que se caracterizan como rocas medianamente consistentes y medianamente resistentes a la erosión y en la parte superficial se presentan con un cierto grado de alteración

Se presentan procesos de erosión de fondo de cauce y riberas, los últimos determinan inestabilidad de riberas, con formación de derrumbes. En periodos de intensas lluvias se presentan inundaciones de terrazas bajas con saturación de suelos, lo que determina el estado blando de las arcillas y limos y formación de turbas en los suelos orgánicos.

6.1.4 Valle del río Baratillo (Km. 42+480 a Km. 43+650)

El sector de cruce comprende el cauce del río Baratillo y las terrazas bajas, ubicadas a ambos márgenes del cauce principal.

El cauce del río tiene carácter sinuoso y meándrico. El eje del trazo cruza al río en forma semi transversal. En la sección del cruce el cauce tiene un ancho promedio de 20.0 m. (Progresiva de la Margen Izquierda Km. 42+570 y Margen Derecha Km. 42+590).

Las terrazas bajas tiene altura entre 2- 3 m. respecto al nivel de agua del río y se caracterizan con presencia de pantanos superficiales. En la sección de cruce del río la terraza izquierda tiene un ancho 90.0 m y la terraza derecha 1,060.0 m. de ancho.

El valle del río Baratillo está formado en los depósitos sedimentarios de la Formación Pebas compuesta por rocas medianamente competentes tipo lodolitas, arcillitas, limoarcillitas, areniscas en la parte superficial, alteradas.

Las terrazas bajas y fondo del cauce se presentan depósitos aluviales y fluviales conformados por arenas finas, limos, arcillas y con grado limitado por gravas finas. La potencia de los depósitos aluviales y fluviales se presenta mayor de 10 m.

Se presentan procesos de erosión de fondo y riberas del cauce y procesos de inundación de terrazas bajas.

6.1.5 Valle del río Piedra Liza 1 (Km. 55+580 a Km. 56+460)

Este sector comprende el cauce del río Piedra Liza 1 y las terrazas bajas ubicadas a ambos márgenes del cauce principal. El cauce tiene carácter sinuoso y meándrico.

El eje del trazo cruza al río hasta cinco (05) veces, en forma ligeramente en diagonal casi transversal.

En la sección del cruce los cauces tienen ancho promedio de 20.0 m. (la zona sinuosa del cruce del eje con el río se ubica entre la Progresiva Km. 55+670 y Km. 55+760). Las terrazas bajas tiene altura entre 2- 3 m. respecto al nivel de agua del río. En la sección de cruce del río la terraza izquierda tiene un ancho de 70.0 m. y la terraza derecha tiene 700.0 m. de ancho.

El valle del río Piedra Liza 1 está formado en los depósitos sedimentarios de la Formación Pebas conformado por lodolitas, areniscas, argillitas, limoarcillitas, que se caracterizan como rocas medianamente consistentes y medianamente resistentes a la erosión fluvial.

En las terrazas bajas y en el fondo del cauce se presentan depósitos aluviales y fluviales conformados por arcillas, limos y arenas. La potencia de los depósitos aluviales y fluviales es del orden de 10 m. En superficie de las terrazas se presentan suelos orgánicos (turbas).

Se presentan procesos de erosión de fondo y de riberas y procesos de inundaciones de terrazas bajas en periodo de lluvias intensas.

6.1.6 Valle del río Tigre (Km. 71+460 a Km. 76+580)

En este sector el río Tigre se presenta como río de mayor magnitud dentro del Trazo del Oleoducto y el cruce del río comprende el cauce del río Tigre y las terrazas bajas ubicadas a ambas márgenes del cauce principal.

El cauce del río Tigre tiene carácter poco sinuoso y poco meándrico. El eje del trazo cruza al río diagonal formado un ángulo de 35° con el eje del río. El cauce del río tiene 100.0 m de ancho en la sección al eje del río. Sin embargo considerando el carácter diagonal del cruce la progresiva de la margen izquierda Km. 72+000 y margen derecha Km. 72+180.

Las terrazas bajas tienen altura entre 2m - 3 m. respecto al nivel de agua del río y son desbordables en época de crecientes.

En la sección de cruce del río la terraza izquierda tiene un ancho de 540.0 m. y la terraza derecha 4,400 m. de ancho. Las terrazas bajas y fondo del río están conformadas por depósitos aluviales y fluviales: arcilla, arenas finas, arena limosa, limos y en grado limitado gravas finas. La potencia de los depósitos aluviales y fluviales varía desde 8 m – 10 m hasta más de 30m.

Debajo de los depósitos aluviales – fluviales de cauce y de terrazas bajas se presentan rocas sedimentarias de la Formación Pebas, conformada por lodolitas, limoarcillitas, arcillitas, areniscas, que se caracterizan con consistencia media y resistividad media a la erosión. Sin embargo en la parte superficial las rocas están alteradas, que pueden reducir su resistencia.

La información de Geología regional indica la presencia de una Falla tectónica regional con dirección SE – NO, que coincide con la orientación del cauce actual del río Tigre. Durante los trabajos de campo se han encontrado evidencias de la presencia de falla tectónica en la zona de estudio, incluyendo desniveles de estratos de rocas sedimentarias de la Formación Pebas en las márgenes del río.

La información existente no menciona posibles movimientos actuales asociados a la falla tectónica. Sin embargo es conveniente considerar en los diseños de Ingeniería básica la posibilidad de movimientos de mínima amplitud (menor de 1"). En la siguiente etapa debe realizarse un análisis especial para descartar el problema o precisar la magnitud del fenómeno.

En periodo de avenidas se presentan los procesos de erosión de fondo (socavación) y procesos de erosión de riberas con pérdida de estabilidad y formación de derrumbes. Al mismo tiempo las intensas lluvias determinan inundaciones de terrazas bajas con saturación de suelos. El último lleva a la formación de estado blando de arcillas y limos y formación de turbas en las zonas de pantanos.

En periodos de menos precipitaciones y caudales mínimos de río se presentan procesos de cimentación de sólidos con formación de playas e islas.

Entre los fenómenos geodinámicos que afectan la zona se tiene la posible presencia de deslizamientos en ambas márgenes del río. Es necesario estudiar este problema en las siguientes etapas y en caso necesario reubicar el cruce a condiciones mas adecuadas.

6.1.7 Valle del río Corrientes (Km. 121+780 a Km. 122+700)

El río Corrientes es el afluente principal por la margen derecha al río Tigre y su valle en el sector de cruce comprende el cauce principal y las terrazas bajas. El cauce tiene carácter sinuoso y meándrico y de rápida corriente. El eje del trazo cruza al río en forma diagonal formando ángulo de 35° con el eje del río. En la sección del cruce el cauce tiene un ancho normal promedio de 40.0 m. Las Progresivas del cruce en la Margen Derecha Km. 121+780 y en la Margen Izquierda Km. 121+840 se determinan con carácter diagonal del cruce.

En la sección de cruce el valle tiene carácter asimétrico con la margen izquierda más alta y con mayor pendiente, mientras que la margen izquierda se presenta la terraza baja derecha con ancho de 860.0 m. y altura entre 2 – 5 m respecto al nivel del agua del río.

El valle del río Corrientes está formado en los depósitos sedimentarios de la Formación Nauta - Miembro Inferior: areniscas, limolitas y limoarcillitas laminadas, las cuales se caracterizan como poco consolidadas y poco resistentes a la erosión fluvial.

Las rocas sedimentarias forman la margen izquierda cubiertas por suelos deluviales de potencia limitada, mientras que el cauce y la margen derecha se presentan depósitos aluviales y fluviales conformados por arcillas, arena fina, limos y en grado limitado de gravas finas con potencia que varía de 8 – 10 m hasta más de 20m.

Se presentan procesos de socavación de fondo de cauce y erosión de riberas, la cuales aumentan su intensidad con periodos de avenidas (lluvias intensas) y se reducen en periodos de niveles bajos del río. En los periodos de intensas lluvias se presentan inundaciones de la terraza baja con saturación de suelos arcillosos y suelos orgánicos de pantanos.

Como fenómenos de mayor importancia se indica la posible presencia de deslizamiento en la margen izquierda del río. Este problema deberá ser analizado en la siguiente etapa del proyecto, con eventual precisión de la ubicación de la línea de cruce.

6.2 Áreas de inundaciones, bofedales y pantanos

En las planicies afloran aguas subterráneas mezcladas con superficiales, teniendo en cuenta que en época de intensas lluvias, en las áreas planas o depresionadas se producen encharcamientos (humedales o aguajales) de dimensión y altura variable que dificultan el tránsito de objetos móviles.

Por ello, en la construcción del Oleoducto es necesario tener en cuenta esto porque dificultará el avance normal de los trabajos y puede afectar a la tubería que tenga que colocarse en estos sectores.

Los bofedales reciben aportes de la mayoría de torrentes y ríos del área, por la intercepción del flujo a través de sus cauces en proceso de profundización por fenómenos de erosión de laderas.

Durante la temporada de lluvias estacionales, que ocurren en la región entre Octubre y Marzo, los ríos incrementan considerablemente su caudal, sobrepasando sus cauces e inundando terrenos aledaños que constituyen su llanura de inundación y el sistema de terrazas bajas, así como unos sectores muy localizados de las terrazas medias. Su impacto en las terrazas bajas es mínimo y no revisten peligro debido a la escasa o nula población asentada en estas zonas.

Asimismo, existen algunas diferencias en el dinamismo fluvial; en los ríos mayores por la amplitud de su cauce y su carácter anastomosado, solo algunos sectores muy localizados son inundados estacionalmente, mientras que la mayor parte de sus terrazas presentan un carácter de inundabilidad más o menos eventual de corta duración. Igualmente los ríos de cauces angostos sus terrazas son generalmente inundadas durante las crecientes estacionales.

Las inundaciones eventuales que afectan las terrazas medias, y que ocurren en años excepcionalmente lluviosos, pueden implicar serios riesgos a los emplazamientos humanos ya que por la irregularidad de su frecuencia no permite predecir ni adoptar medidas para contrarrestar sus potenciales efectos.

6.3 Planta Andoas

La Planta de Bombeo Andoas se ubica en una superficie llana ligeramente ondulada que corresponde al depósito aluvial de la margen izquierda del río Pastaza, importante afluente por la margen izquierda al Bajo Marañón.

El área donde se ubica la Planta Andoas en la parte superior está conformado por suelos arcillosos, limo-arcillosos y arcillo-limosos, de plasticidad media a alta de color marrón oscuro a pardusco, de plasticidad media, con potencia de 3 - 5 m.

Debajo de estos suelos se ha encontrado un horizonte de arena gris (de grano medio a fino con niveles delgados de turbas saturadas; la potencia de esta unidad es de 1.0 – 2.0 m.

Debajo de esta unidad de arenas, las rocas sedimentarias medianamente y poco consistentes y resistentes a la erosión de la Formación Ipururo (arcillita, lodolitas, etc.). El análisis sedimentario del abanico del Pastaza indica que este tipo de depósitos está relacionado a aluviones de ríos meandriformes, siendo las subfacies de canal las que predominan sobre las de llanura de inundación indicando a su vez que por cada depósito de canal le corresponde un depósito de llanura de inundación.

El nivel freático en periodos de investigaciones (Mayo – Junio) se localiza en profundidad de 1.80 m. El acuífero está alimentado por la infiltración de las aguas de precipitación fluvial y del río Pastaza que se localiza en sus inmediaciones.

7.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El área de estudio se ubica en la Selva Amazónica, se caracteriza por tener relieve plano, ondulado y en algunos sectores accidentado, cubierto con densa vegetación. El Trazo del Oleoducto cruza varios ríos, siendo los de mayor magnitud los ríos Arabela, Tigre y Corrientes, con cauces sinuosos y amplia extensión de meandros. En periodos de lluvias intensas se presentan inundaciones en los valles y depresiones.
- Las condiciones para la ejecución de las investigaciones y ensayos se presentan como difíciles a muy difíciles por la naturaleza de la zona y por la ausencia de caminos y accesos. La parte del Trazo entre Dorado y río Tigre, se ubica en la selva virgen sin ningún tipo de camino, por ello los trabajos de campo se han realizado con corte pionera de trochas por el eje del Oleoducto y utilizando los campamentos temporales ubicados cada 8 km.
- Las condiciones generales del área del Proyecto son:

- Condiciones geológicas:

El área de estudio está formada por rocas sedimentarias Cenozoicas de las Formaciones Pebas, Ipururo y Nauta, constituidos por limolitas, lutitas y arcillitas y en menor grado areniscas, que se caracterizan por su bajo grado de litificación, nivel medio y bajo de consistencia, resistencia limitada a la erosión laminar y erosión fluvial.

Los depósitos Cuaternarios tipo coluvio, deluvio y aluvio, están formados por suelos limo-arcillosos y arenas finas de compacidad limitada. Se presentan suelos orgánicos locales en las depresiones y terrazas inundadas que se caracterizan como turbas.

- Condiciones estructurales

Se presentan alineamientos que estarían relacionados a fallas tectónicas básicamente inferidas, dentro de las cuales se presenta el alineamiento Tigre con dirección NW – SE que tiene un marcado control en el cauce actual del río Tigre. Actualmente no se presentan evidencias que determinen a esta falla tectónica como activa.

- Condiciones geomorfológicas:

Planicie, que se caracteriza por tener relieve plano y/o poco ondulado con pendientes menores de 10%.

Colinas bajas que se caracterizan por su relieve ondulado y poco accidentado con pendiente de 15% y en algunos casos hasta de 25%.

Colinas altas con relieve accidentado, laderas empinadas y quebradas profundas que determinan pendientes hasta de 25% y en algunos casos hasta de 50%.

Valles de ríos, con cruces sinuosos, meandricos y con terrazas inundadas en periodos de lluvias intensas

- **Condiciones geotécnicas**

En el Trazo del Oleoducto se han considerado factores, tales como, geomorfología, geología (estratigrafía), procesos geodinámicos y condiciones hidrogeológicas con la sectorización siguiente:

- **Tramo Punto de Inicio del Trazo (HP 5) - Estación Dorado**

Colinas y lomadas con pendientes de 10–20% y hasta 30%, rocas sedimentarias de la Formación Nauta, cubiertas con suelos arcillosos de alta plasticidad presenta taludes inestables y procesos de erosión superficial e inundaciones.

- **Tramo Inicio del Trazo (HP 5) - río Arabela**

Tramo de planicie y colinas bajas con pendientes de 5–10% (hasta de 25%), rocas sedimentarias de las Formaciones Nauta y Pebas, cubiertas por suelos arcillosos, separados por el valle del Río Rumiyacu. Se presentan inestabilidad de taludes, reptación de suelos, procesos de migración de cauces con erosión de fondo y de riberas y procesos de inundación.

- **Tramo río Arabela - río Baratillo**

Tramo de planicie y colinas bajas con laderas de 5% – 10% y en algunos casos hasta de 25%, separados por el valle del Río Pucacuro, formado por rocas de la Formación Pebas, lodolitas, limoarcillitas, intemperizadas cubiertas por suelos limo - arcillosos. Se presentan procesos de erosión pluvial y fluvial, inestabilidad de taludes.

- **Tramo río Baratillo - río Tigre**

Colinas bajas, planicies y depresiones, cortado por los valles de las quebradas Piedra Liza I y Piedra Liza II. Las pendientes de las laderas predominantes son de 10 – 15%, formados por lodolitas y areniscas alteradas e intemperizadas de la Formación Pebas, cubiertas por depósitos arcillosos, limosos y arenos arcillosos. En las zonas de inundaciones se presentan suelos arcillosos orgánicos saturados y blandos. Presenta inestabilidad y erosión de laderas, derrumbes localizados y reptación de suelos blandos.

- Tramo río Tigre - Pie de Colinas Altas

Colinas bajas ladera occidental del río Tigre con pendientes de 10 – 15% y en algunos casos hasta de 20 – 40%, planicies y terrazas medias. Limoarcillitas, limolitas y areniscas de la Formación Ipuruo cubiertas por depósitos Cuaternarios arcillosos incluyendo suelos blandos saturados y suelos orgánicos. Se presentan problema de reptación y asentamientos de suelos, erosión de laderas, deslizamientos y derrumbes localizados, zonas de humedales

- Tramo Pie de Colinas Altas - río Corrientes

Colinas altas, con laderas de baja a alta pendiente (de 10 – 25% hasta de 50%). Arcillitas, lodolitas y limolitas alteradas e intemperizadas de la Formación Nauta Superior e Inferior, cubiertas por suelos arcillosos, limosos y arenosos. Se presentan depósitos palustres con suelos altamente saturados.

Inestabilidad de taludes; deslizamientos y derrumbes localizados, reptación de suelos, erosión de laderas con formación de cárcavas, erosión de riberas socavamiento de fondo de quebradas y zonas de inundación.

- Tramo río Corrientes - río Macusari

Colinas bajas y colinas altas con pendientes de 10–25% y hasta de 30–50%, formadas por rocas sedimentarias de la Formación Nauta Inferior alteradas e intemperizadas cubiertas por suelos arcillosos, limo-arenosos. Inestabilidad de taludes, reptación de suelos y zonas con suelos blandos e inundaciones en periodos de lluvias.

- Tramo río Macusari - Fin de Proyecto

Colinas bajas de 5 – 20% y en algunos casos mayores de 25% y planicies separadas por el valle Capahuari. Limoarcillitas, limolitas y areniscas de las Formaciones Nauta Inferior e Ipuruo alteradas e intemperizadas cubiertas por suelos arcillosos, limos y arenas finas.

Taludes inestables con deslizamientos y derrumbes localizados, asentamientos de suelos y zonas de inundaciones en periodos de lluvias con suelos blandos.

- En el trazo del Oleoducto se presentan tramos con condiciones geotécnicas que requieren soluciones especiales. Estos intervalos se han analizado como Sectores Críticos siendo en total 22 sectores.
- Con las investigaciones de campo se determino un alto porcentaje de material fino (limo y arcillas) de plasticidad media a alta producto de la alta humedad propia de la selva

Características Geotecnicas de los suelos encontrados en el Trazo por tramos

Tramo	Progresiva (km)	Clasificacion SUCS	Material	Investigaciones realizadas
HP5 - Estacion Dorado	0+000 - -5+000	CL - CH	Arcillas	Calicatas, Hand Auger
HP5 - Rio Arabela	0+000 - 16+150	CL - CH	Arcillas	Calicatas, Hand Auger
		MH	Limo organico de alta plasticidad	Calicatas, Hand Auger
		SC	Arenas	Hand Auger
Rio Arabela	16+150 - 17+500	CH	Arcillas	Hand Auger
Rio Arabela - Rio Baratillo	17+500 - 42+000	OH	Suelo organico	Calicatas, Hand Auger
		CL - CH	Arcillas	Calicatas, Hand Auger
		ML	Limo organico de baja plasticidad	Hand Auger
		SC	Arenas	Hand Auger
Rio Baratillo	42+000 - 44+000	CL - CH	Arcillas	Calicatas
Rio Baratillo	44+000 - 71+000	CL - CH	Arcillas	Calicatas
		MH	Limo organico de alta plasticidad	Calicatas
		ML	Limo organico de baja plasticidad	Calicatas
		SC	Arenas	Calicatas, Hand Auger
Rio Tigre	71+000 - 72+000	CL - CH	Arcillas	Calicatas
Rio Tigre - Pie de colinas altas	72+000 - 107+500	CL - CH	Arcillas	Calicatas
		ML	Limo organico de baja plasticidad	Calicatas
		SM - SC - SP	Arenas	Calicatas, Hand Auger
Pie de colinas altas - Rio Corrientes	107+500 - 121+000	OH	Suelo organico	Calicatas
		CL - CH	Arcillas	Calicatas
		ML	Limo organico de baja plasticidad	Calicatas
		SM - SC - SP	Arenas	Calicatas, Hand Auger
Rio Corrientes - Rio Macusari	121+500 - 143+200	CL - CH	Arcillas	Calicatas, Hand Auger
		MH	Limo organico de alta plasticidad	Calicatas
		ML	Limo organico de baja plasticidad	Calicatas, Hand Auger
		SM - SC - SP	Arenas	Calicatas, Hand Auger
Rio Macusari - Fin del Trazo	143+500 - 163+000	OH	Suelo organico	Calicatas
		CL - CH	Arcillas	Calicatas, Hand Auger
		ML	Limo organico de baja plasticidad	Calicatas
		SM - SC - SP	Arenas	Calicatas, Hand Auger
		GP	Grava	Calicata

amazónica. Ver cuadro adjunto. En los cruces de los ríos predominan suelos finos con valores de humedad altos superiores a 28%.

- Tanto en las perforaciones como en las calicatas el perfil del suelo presenta arcillas blandas, arcillas limosas / arenosas muy húmedas con alta plasticidad. En perforaciones mas profundizas debajo de estos sedimentos, se presentan arenas, lentes de carbón y rocas alteradas como areniscas y lodolitas.

ITEM	INVESTIGACIONES DE CAMPO	ASTM
01	Excavación de Calicatas	D – 420
02	Perforación tipo Hand Auger	D – 1452
03	Perforación rotativa	D – 2113
04	Perforación percusión	D – 2113
05	Ensayos DPL	NTP 339.159
06	Ensayos SPT	D – 1586
07	Resistividad eléctrica	
08	SEV	
09	Densidad natural	D – 1556
10	Instalación de Piezómetros	

RECOMENDACIONES

Como solución a los problemas geológicos-geotécnicos se podría reubicar el trazo en las áreas que presenten condiciones más adecuadas para la construcción y operación del oleoducto.

Para los diferentes fenómenos geodinamicos se recomiendan diversas soluciones:

Derrumbes

- Forestación o reforestación de laderas
- Tratamiento de taludes adoptando escalonamientos (banquetas o terrazas) cuando la altura del corte es mayor de 10 m de altura
- Aplicar ángulos adecuados a los taludes de corte de acuerdo al tipo de roca y su estado
- Desquinche de materiales inestables
- Construcción de muros (rígidos o flexibles) al pie del talud

- Construcción de obras de drenaje en base a cunetas de coronación, de caída y laterales, alcantarillas, canales revestidos o uso de tuberías de alta compresibilidad.
- Shotcrete y/o mallas.

Deslizamientos

- Estabilización de las laderas mediante la forestación intensiva
- Construcción de banquetas en los taludes
- Cunetas de coronación
- Anclajes o pilotes,
- Contrafuertes
- Muros rígidos o flexibles
- Mejoramiento de la resistencia de los terrenos (pilotes).

Erosión de laderas

- Conservación del suelo mediante acciones forestales y plantación de gramíneas, cultivos en fajas siguiendo las curvas de nivel
- Canales de desviación
- Construcción de terrazas o andenes
- Trincheras antierosivas
- Cinturones boscosos alrededor de cárcavas (zanjas),
- Diques de contención
- Construcción de azudes de piedra, de gaviones de fajina.

Erosión Fluvial

- Forestación y reforestación de las márgenes o laderas de los ríos
- Obras marginales o paralelas (muros de contención, gaviones, enrocados)
- Estructuras transversales (diques, espigones de disipación de energía y espigones de sedimentación)
- Encauzamientos, medidas de regulación de corrientes, derivación de cauces, tetrápodos

8.0 BIBLIOGRAFIA

- Boletín N° 55 de INGEMMET. Carta Geológica Nacional del Perú a escala 1 : 2'000,000.
- Boletines del INGEMMET:
 - N° 129.- Cuadrángulos de: Bellavista (4 l) y Arica (4 m). Cartas Geológicas a escala 1:100,000

- N° 130.- Cuadrángulos de: Cunambo (5 k), Mariscal Cáceres (5 l), río Pucacuro (5 m) y Andoas (6 k). Cartas Geológicas a escala 1:100,000
- N° 131 Cuadrángulos de: Bolívar (5 n) y Curaray (5 ñ). Cartas Geológicas a escala 1:100,000
- Cartas Topográficas del Perú escala 1:100,000 - Instituto Geográfico Nacional (IGN): Cuadrángulos 4-l, 4-m, 5k, 5-l, 5-m, 5-n, 5-ñ y 6-k
- Imágenes Satelitales LANSAT TM Bandas 7, 4, 2 (RGB) escala 1:50,000 de las siguientes áreas:
 - Mariscal Cáceres 5 l – Cuadrante del I al IV
 - Bellavista 4 l – Cuadrante II
 - Arica 4 m – Cuadrante III
- Fotografías aéreas - Instituto Geográfico Nacional (IGN), Servicio Aerofotografico Nacional (SAN)
- Álbum de mapas de zonificación de riesgos fisiográficos y climatológicos del Perú. Boletín N° 17. INGEMMET.
- Información sismológica del Instituto Geofísico del Perú (IGP), Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), CERESIS.
- Reglamento Nacional de Edificaciones
- Uniform Building Code EEUU (UBC – 97)

CUADROS
CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE SUELOS
(PROPIEDADES FISICO -MECANICAS)

TRAMO	EXCAVACION			MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																	DPL						
	TIPO	CODIGO	PROGRESIVA (Km)	Código	Prof. (m)	ENSAYOS ESTANDAR						ENSAYOS ESPECIALES												ANALISIS QUIMICO					
						GRANULOMETRIA		Limite Liquido (%)	Limite Plastico (%)	Indice Plasticidad (%)	Humedad Natural (%)	CLASIFICACION		DENSIDAD NATURAL		Peso Especifico (gr/cm³)	CORTE DIRECTO		Expansión Controlada (Kg/cm²)	COMPRESION NO CONFINADA		PROCTOC MODIFICADO		ENSAYO CBR (%)		Cont. Cloruros	Cont. Sulfatos	Sales Solubles Totales	
						Arena	Limo + Arcilla					SUCS	AASHTO	Húmeda gr/cm³	Seca gr/cm³		Cohesión (Kg/cm²)	Ángulo de Fricción (φ)		Resit. Comp. Max (Kg/cm²)	Cohesión (Kg/cm²)	DMS (Tm/m³)		HO (%)	0.1"				0.2"
SUELO ORGANICO (OH)																													
Hand Auger	HAND AUGER	KM 28+000		1.10 - 2.50	8.83	91.17	62.77	30.92	31.85	27.10	CH	A-7-5 (34)	1.12																
Calicata	CAT	KM 29+000		0.90 - 1.70	0.32	99.68	71.83	32.60	39.23	35.49	CH	A-7-5 (48)	1.15																
Hand Auger	AUGER	Km 39+000		2.00 - 3.00	6.63	93.37	64.83	27.81	37.02	24.77	CH		1.11																
PROMEDIO OH					5.26	94.74	66.48	30.44	36.03	29.12			1.13																
ARCILLA (CL - CH)																													
Calicata	CAT	KM 20+000		1.00 - 2.00	1.71	98.29	64.88	30.80	34.08	32.76	CH	A-7-5 (41)	1.61																
Hand Auger	HAND AUGER	KM 20+500		1.10 - 2.10	2.79	97.21	68.32	32.11	36.21	34.70	CH	A-7-5 (43)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 20+500		2.80 - 3.50	42.6	57.4	58.88	29.06	29.82	15.70	CH	A-7-6 (15)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 21+000		2.10 - 3.00	6.49	93.51	65.73	31.44	34.29	28.07	CH	A-7-5 (38)	1.42																
Hand Auger	HAND AUGER	KM 21+000		3.70 - 4.00	1.72	98.28	69.94	32.14	37.80	30.74	CH	A-7-5 (45)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 21+500		1.00 - 2.80	10.09	89.91	61.08	28.99	32.09	38.90	CH	A-7-6 (33)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 21+500		3.00 - 4.00	3.17	96.83	70.59	32.58	38.01	29.20	CH	A-7-5 (45)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 22+000		1.70 - 2.10	7.09	92.91	65.98	31.00	34.98	39.58	CH	A-7-5 (39)	1.7																
Hand Auger	HAND AUGER	KM 22+000		2.10 - 4.00	4.44	95.56	67.96	31.75	36.21	34.91	CH	A-7-5 (42)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 22+500		0.30 - 1.60	42.86	57.14	55.96	27.30	28.66	33.84	CH	A-7-6 (14)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 22+500		1.80 - 2.30	30.93	69.07	58.61	29.54	29.07	29.63	CH	A-7-6 (20)																	
Calicata	CAT	KM 23+000		1.10 - 2.00	0.93	99.07	70.45	32.11	38.34	31.97	CH	A-7-5 (46)	1.14																
Calicata	CAT	KM 23+000		2.00 - 3.00	1.49	98.51	63.46	30.44	33.02	35.81	CH	A-7-5 (39)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 23+500		1.20 - 2.30	44.41	55.59	56.01	24.42	31.59	27.02	CH	A-7-6 (15)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 23+500		2.50 - 3.20	21.49	78.51	59.51	29.28	30.23	36.08	CH	A-7-6 (26)																	
Calicata	CAT	KM 24+000		0.54 - 2.00	7.03	92.97	59.16	29.33	29.83	22.44	CH	A-7-6 (33)	1.33																
Hand Auger	HAND AUGER	KM 24+500		0.70 - 2.00	2.43	97.57	66.70	31.83	34.87	38.80	CH	A-7-5 (41)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 24+500		2.00 - 3.00	1.52	98.48	68.56	32.00	36.56	31.73	CH	A-7-5 (44)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 25+000		1.20 - 2.00	12.01	87.99	64.08	31.21	32.87	20.99	CH	A-7-5 (34)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 25+000		2.00 - 2.50	12.94	87.06	65.91	31.53	34.38	20.73	CH	A-7-5 (35)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 26+000		1.20 - 2.30	2.08	97.92	67.53	31.41	36.12	32.26	CH	A-7-5 (43)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 26+000		2.30 - 2.60	4.03	95.97	67.62	32.09	35.53	28.54	CH	A-7-5 (41)																	
Calicata	CAT	KM 26+500		2.00 - 2.60	6.60	93.4	60.14	29.61	30.53	23.92	CH	A-7-6 (34)		0.333	7.1°	0.778							9.8	5.76	30				
Hand Auger	HAND AUGER	KM 27+000		2.00 - 2.80	0.47	99.53	71.57	32.95	38.62	26.19	CH	A-7-5 (47)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 27+000		2.80 - 3.60	5.52	94.48	66.97	30.47	36.50	43.80	CH	A-7-5 (41)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 27+500		2.80 - 3.60	1.04	98.96	73.74	34.35	39.39	31.52	CH	A-7-5 (48)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 27+500		3.60 - 4.00	5.71	94.29	63.49	31.26	32.23	23.28	CH	A-7-5 (36)																	
Hand Auger	HAND AUGER	KM 28+000		2.70 - 3.00	2.0	98.0	68.58	32.54	36.04	21.45	CH	A-7-5 (43)																	

Rio Arabela - Rio Baratillo km 17+500 - 42+000

TRAMO	EXCAVACION			MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																	DPL						
	TIPO	CODIGO	PROGRESIVA (Km)	Código	Prof. (m)	ENSAYOS ESTANDAR						ENSAYOS ESPECIALES												ANALISIS QUIMICO					
						GRANULOMETRIA		Limite Liquido (%)	Limite Plastico (%)	Indice Plasticidad (%)	Humedad Natural (%)	CLASIFICACION		DENSIDAD NATURAL		Peso Especifico (gr/cm³)	CORTE DIRECTO		Expansión Controlada (Kg/cm²)	COMPRESION NO CONFINADA		PROCTOC MODIFICADO		ENSAYO CBR (%)		Cont. Cloruros	Cont. Sulfatos	Sales Solubles Totales	
						Arena	Limo + Arcilla					SUCS	AASHTO	Húmeda gr/cm³	Seca gr/cm³		Cohesión (Kg/cm²)	Ángulo de Fricción (φ)		Resit. Comp. Max (Kg/cm²)	Cohesión (Kg/cm²)	DMS (Tm/m³)		HO (%)	0.1"				0.2"
SUELO ORGANICO (OH)																													
			KM 114 + 010		4.00	11.28	88.72	58.91	25.61	33.30	25.49	CH	A-7-6 (33)	1.19															
			KM 116+020	M-1	1.90m	15.39	84.61	57.93	24.5	33.43	23.94	CL	A-7-6 (31)	1.1															
			KM 120+000	M-1	3.00m	7.43	92.57	60	25.32	34.68	31.34	CH	A-7-6 (36)	1.1															
			PROMEDIO OH			11.37	88.63	58.95	25.14	33.80	26.92			1.13															
ARCILLA (CL - CH)																													
			KM 108 + 000	M-1	4.00	13.38	86.62	56.33	25.07	31.26	32.43	CH	A-7-6 (30)																
			KM 109 + 500	M-1	5.00	6.91	93.09	64.76	25.62	39.13	31.27	CH	A-7-6 (42)																
			KM 110 + 050	M-1	1.20	9.02	90.98	61.28	26.63	34.65	27.25	CH	A-7-6 (36)	1.27															
			KM 110 + 500	M-2	5.00	8.81	91.19	67.68	26.38	41.40	24.68	CH																	
			KM 110 + 500	M-1	2.60				54.23	26.26	27.97	CH	A-7-6 (29)																
			KM 111 + 000		4.00	6.62	93.38	61.61	25.55	36.06	37.03	CH	A-7-6 (38)																
			KM 111 + 500	M-1	5.00	11.58	88.42	53.51	25.85	27.66	33.47	CH	A-7-6 (27)																
			KM 112 + 000	M-1	4.00	15.37	84.63	51.27	24.93	26.34	29.15	CL	A-7-6 (24)											14	21.6	80			
			KM 112 + 500	M-1	3.00	18.08	81.92	51.32	24.55	26.77	22.46	CL	A-7-6 (23)																
			KM 113+ 500		4.00	13.40	86.60	54.73	25.39	29.34	31.53	CH	A-7-6 (28)																
			KM 114 + 500		2.40	8.62	91.38	58.88	25.56	33.32	28.78	CH	A-7-6 (34)																
			KM 116+500	M-1	5.00m	14.08	85.92	57.14	24.66	32.74	30.43	CL	A-7-6 (30)																
			KM 118+000	M-1	2.50m	17.56	82.44	57.09	24.7	32.39	24.08	CL	A-7-6 (29)	1.36															
			KM 118+500	M-1	4.50m	9.18	90.82	62.65	25.26	37.39	39.36	CH	A-7-6 (38)																
			KM 119+000	M-1	5.00m	4.93	95.07	68.34	26.84	41.5	25.73	CH	A-7-6 (46)																
	Calicata	CAT 249	Km. 120 + 130	M-1	2.50 - 3.00	32.87	67.13	57.22	24.34	32.88	28.45	CH	A-7-6																
			KM 120+500	M-1	3.00m	12.23	87.77	56.21	24.29	31.92	30.85	CL	A-7-6 (31)																
			KM 121+000	M-1	3.00m	7.96	92.04	67.27	26.34	40.93	33.38	CH	A-7-6 (43)																
			PROMEDIO CL - CH			12.39	87.61	58.97	25.46	33.54	29.58			1.32									11.2	13.44	55				
LIMO ORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD (ML)																													
			KM 113 + 000	M-1	5.00			N.P	N.P	N.P	17.23	ML																	
			KM 115+000	M-1	2.30m			N.P	N.P	N.P	16.34	ML																	
			KM 115+ 486	M-1	3.00m	25.23	74.77	N.P	N.P	N.P	17.18	ML	A-4 (0)					1.74	18.5	1.5	1.7		11.55	6.72	41				
			KM 117+000	M-1	4.50m	18.62	81.38	24.63	23.47	48.51	35.27	CL - ML	A-7-6 (21)																
			KM 117+500	M-1	5.00m	19.01	80.99	47.65	23.94	23.71	22.76	CL - ML	A-7-6 (20)											140	716.64	1990			
			KM118+000		2.2			55.95	24.54	31.41	26.84	CL-ML																	
			KM 119+500	M-1	3.80m	21.86	78.14	N.P	N.P	N.P	34.1	ML	A-4 (0)																
			PROMEDIO ML - CL			21.18	78.82	42.74	23.98	34.54	24.25							1.74	18.50	1.50	1.70	75.78	361.68	1015.50					
ARENA (SM - SP - SC)																													
			KM 109 + 000	M-1	5.00			N.P	N.P	N.P	17.70	SP																	
			KM 113+ 500		2.00	60.30	39.70	N.P	N.P	N.P	18.03	SM - SC	A-4 (0)																
			KM 113+ 500		2.50	60.27	39.73	N.P	N.P	N.P	19.56	SM	A-4 (0)																
			KM 115+500	M-1	3.50m			N.P	N.P	N.P	17.80	SP																	
			PROMEDIO SM - SP - SC			60.29	39.72	NP	NP	NP	18.27																		

Pie de Colinas Altas - Rio Corrientes km 107+500 - 121+000

CRUCE DE RIO CORRIENTES

TRAMO	EXCAVACION			MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																
						ENSAYOS ESTANDAR					ENSAYOS ESPECIALES				ANALISIS QUIMICO							
	TIPO	CODIGO	PROGRESIVA (Km)	Código	Prof. (m)	Granulometria		Limite Liquido (%)	Limite Plastico (%)	Indice Plasticidad (%)	Humedad Natural (%)	CLASIFICACION		DENSIDAD NATURAL		CORTE DIRECTO		COMPRESION NO CONFINADA		Cont. Cloruros	Cont. Sulfatos	Sales Solubles Totales
						Arena	Limo + Arcilla					SUCS	AASHTO	Húmeda Kg/cm ³	Seca Kg/cm ³	Cohesión (Kg/cm ²)	Ángulo de Fricción (°)	Resit. Comp. Max (Kg/cm ²)	Cohesión (Kg/cm ²)			
Rio Corrientes km 121+000 - 121+500			KM 121+500	M-1	4.00m			64.83	25.38	39.45	37.78	CH										
		DREC	121+660		2.00 - 2.45	7.06	92.94	68.32	32.41	35.91	36.61	CH										
			121+660		3.00 - 3.45	7.13	92.87	69.4	33.16	36.24	27.83	CH										
			121+660		18.00 - 18.45	13.61	86.39	58	29.44	28.56	46.85	CH										
		MIZO	121+660		24.00 - 24.45	24.33	75.67	50.37	23.51	26.86	28.23	CH										
		PROMEDIO					13.03	86.97	62.18	28.78	33.40	35.46										
			121+950		3.00 - 3.45	80.29	19.71	NP			46.9	SM										
			121+950		7.00 - 7.45	72.78	27.22				26.67	SM										
			121+950		8.00 - 8.45	87.55	12.45				30.46	SM										
			121+950		14.00 - 14.45	75.78	24.22				28.72	SM										
			121+950		20.00 - 20.45	76.75	23.25				31.98	SM										
		PROMEDIO					78.63	21.37				32.946										

PLANTA ANDOAS

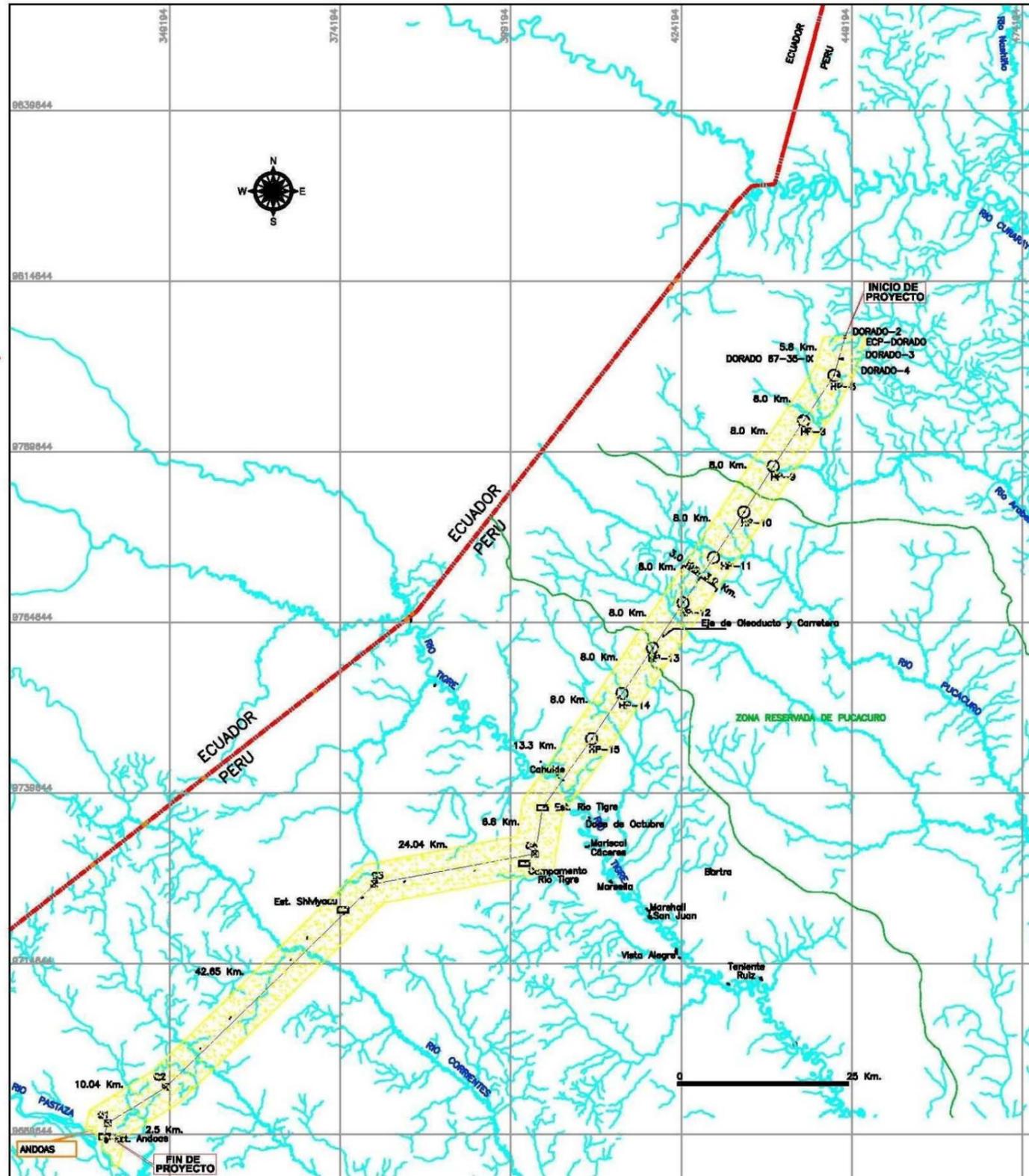
TRAMO	EXCAVACION			MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																
						ENSAYOS ESTANDAR					ENSAYOS ESPECIALES				ANALISIS QUIMICO							
	TIPO	CODIGO	PROGRESIVA (Km)	Código	Prof. (m)	Granulometria		Limite Liquido (%)	Limite Plastico (%)	Indice Plasticidad (%)	Humedad Natural (%)	CLASIFICACION		DENSIDAD NATURAL		CORTE DIRECTO		COMPRESION NO CONFINADA		Cont. Cloruros	Cont. Sulfatos	Sales Solubles Totales
						Arena	Limo + Arcilla					SUCS	AASHTO	Húmeda Kg/cm ³	Seca Kg/cm ³	Cohesión (Kg/cm ²)	Ángulo de Fricción (°)	Resit. Comp. Max (Kg/cm ²)	Cohesión (Kg/cm ²)			
PLANTA ANDOAS		CAT 001 - Cantera	N-9691268 E-340558	M-1	1.50 - 4.00			N.P	N.P	N.P	25.87											
		CAT ET 1			2.30			NP	NP		28.42	ML		2.33	1.88							
		PROMEDIO							NP	NP		27.15	ML	2.21	1.81							
		CAT ET 2			2.00			69.14	26.46	42.68	32.39	CH		2.57	1.92	0.179	7.1°	0.38	0.19	21	14.88	180
		PROMEDIO							69.14	26.46	42.68	32.39	CH	2.57	1.92	0.179	7.1°	0.38	0.19	21.00	14.88	180.00

PLANOS

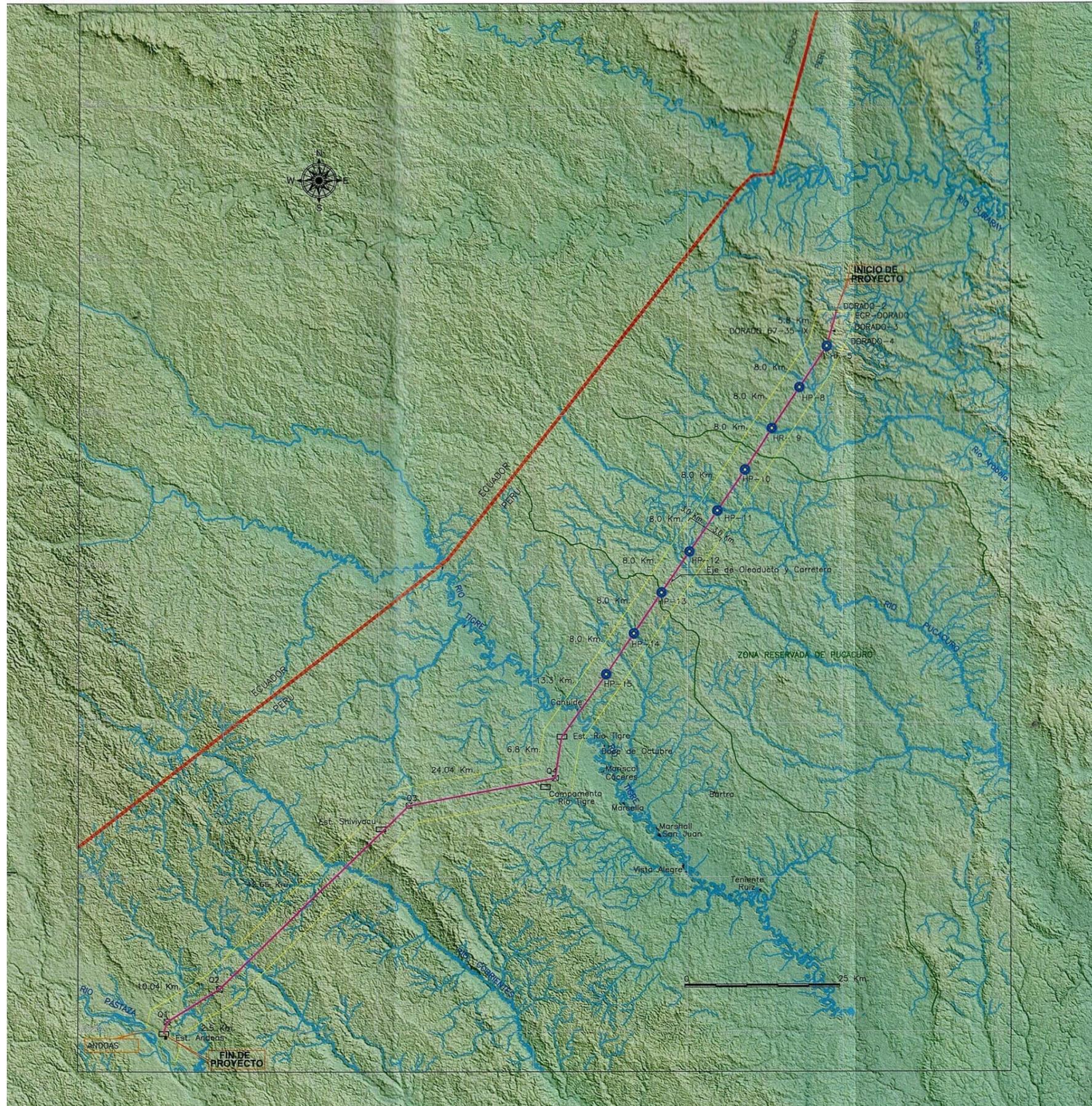


COORDENADAS UTM WGS84 EJE OLEODUCTO		
NORTE	ESTE	DESCRIPCION
9806436.000	448174.000	ECP
9800836.141	446572.581	H5
9784185.557	442128.284	H8
9787534.973	437679.947	H9
9780797.226	433366.655	H10
9774147.780	428918.837	H11
9767514.148	424447.268	H12
9760880.516	419975.700	H13
9754246.883	415504.132	H14
9747613.251	411032.563	H15
9737908.180	403832.580	Estacion Tigre
9730780.280	402797.640	Q4
9726374.020	378197.750	Q3
9686598.110	348813.740	Q2
9681285.900	340065.730	Q1
9688360.019	338803.103	Estacion Andoas

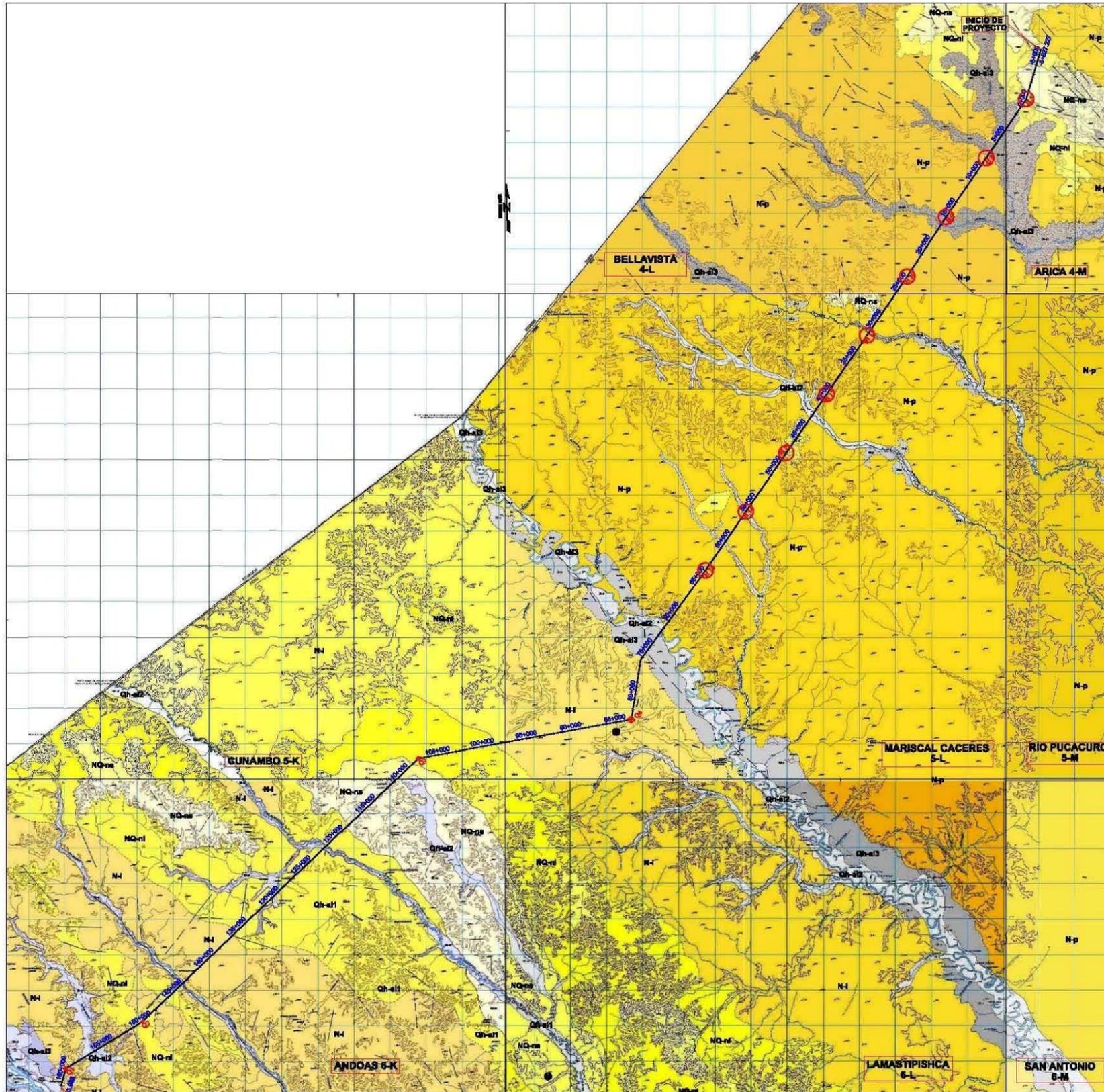
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
GM NOVIEMBRE 2007 A JULIO 2008



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO - ANDOAS		
PLANO DE UBICACIÓN		
Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO - ANDOAS		
IMAGEN SATELITAL		
Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011



LEYENDA

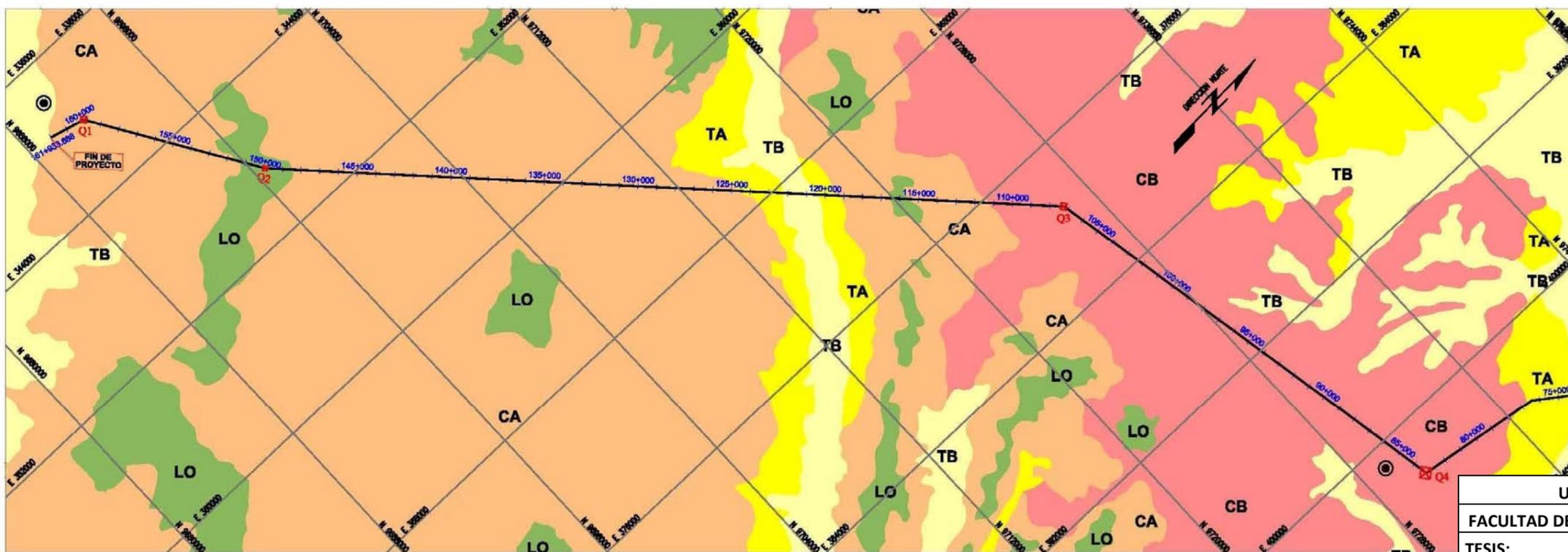
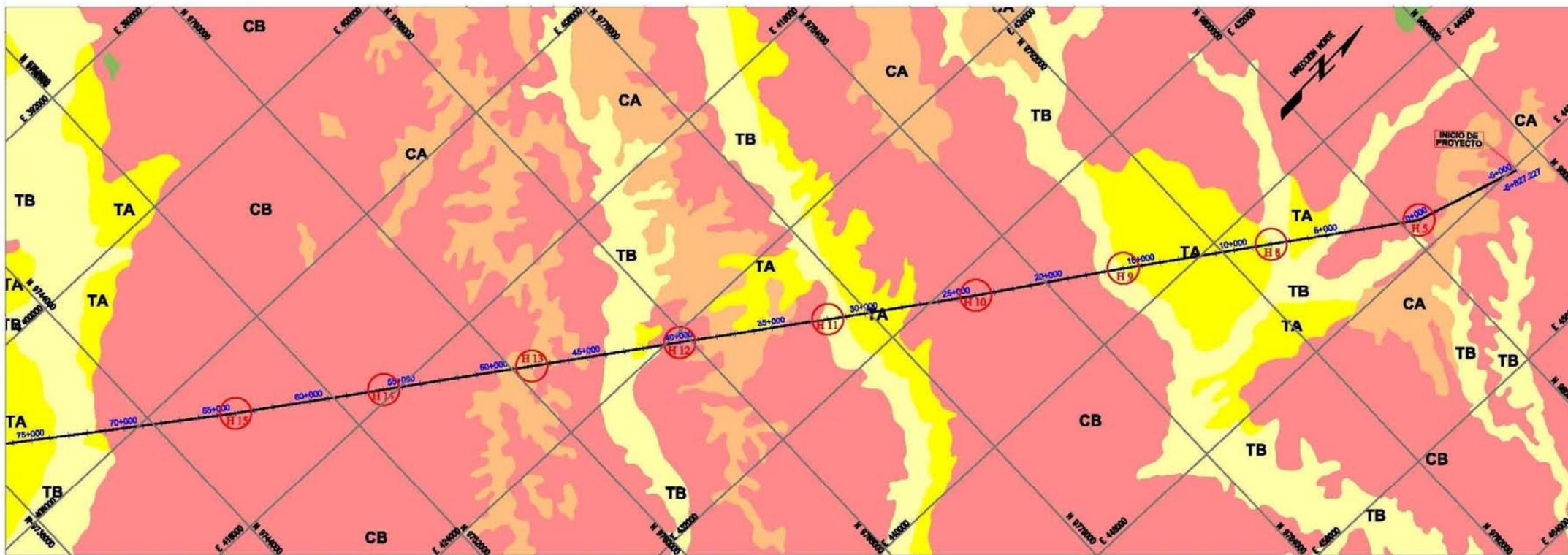
ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS
CENozoICA	CUATERNARIO	HOLOCENO	DEPÓSITO ALUVIAL 3 Qh-el3
		HOLOCENO	DEPÓSITO ALUVIAL 2 Qh-el2
	PLEISTOCENO	FORMACIÓN NAUTA	Superior NQ-ne
			Inferior NQ-nl
NEOGENO	MIOCENO	FORMACIÓN IPURURO N-1	
	PLIOCENO	FORMACIÓN PEBAS N-p	

SÍMBOLOS

Contacto geológico conocido	
Contacto geológico inferido	
Falla normal	
Lineamientos	
Rumbo y buzamiento de estratos.	
Eje del Oleoducto	
Campamento	

NOTA:
Se presenta cuadrangulos de la carta
Geologica Nacional a escala 1:100000 (INGEMMET)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO - ANDOAS		
MAPA GEOLOGICO REGIONAL		
Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011



LEYENDA

TB	Terrazas Bajas	Presentan topografía plana, erosión lateral en las riberas por acción fluvial, constituidos principalmente por arcillas, arena y menor proporción por gravas.
TA	Terrazas Altas	Presentan relieves planos a ondulados, algo disectados. Son acumulaciones aluviales del pleistoceno afectadas por tectonismo.
CB	Planicies y Colinas Bajas.	Son formas con relieves mayores que los de las terrazas altas con pendientes que varían entre 10 a 15%. Predominan arcillas con arenas intercaladas y algunas gravas.
CA	Colinas Altas	Son elevaciones que se ubican adyacente a las colinas bajas con altitudes entre 270 y 290 m.s.n.m. y pendientes de 25% a 50%.
LO	Lomadas	Son formas elongadas con altitudes mayores a los 290 m.s.n.m. Drenaje dendrítico.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

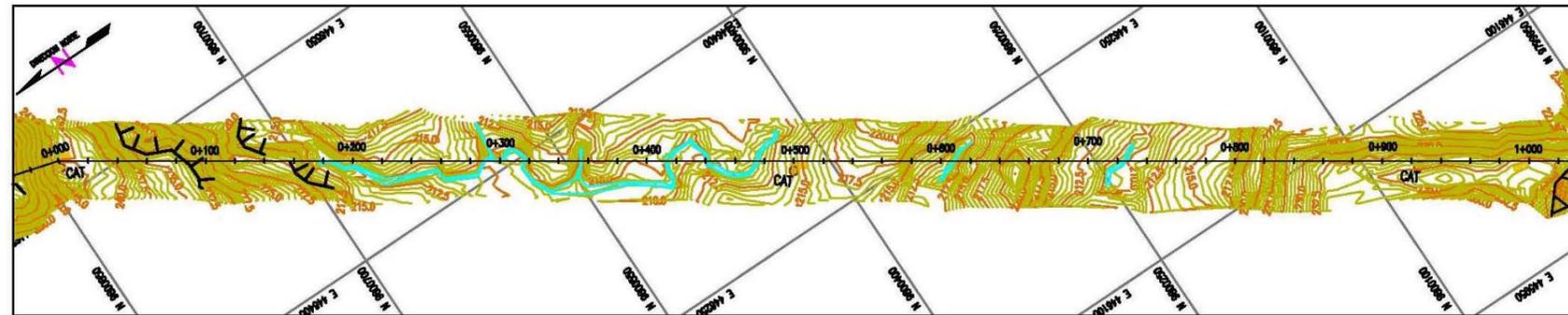
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA

TESIS:
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL
OLEODUCTO DORADO - ANDOAS

MAPA GEOMORFOLOGICO REGIONAL

Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011

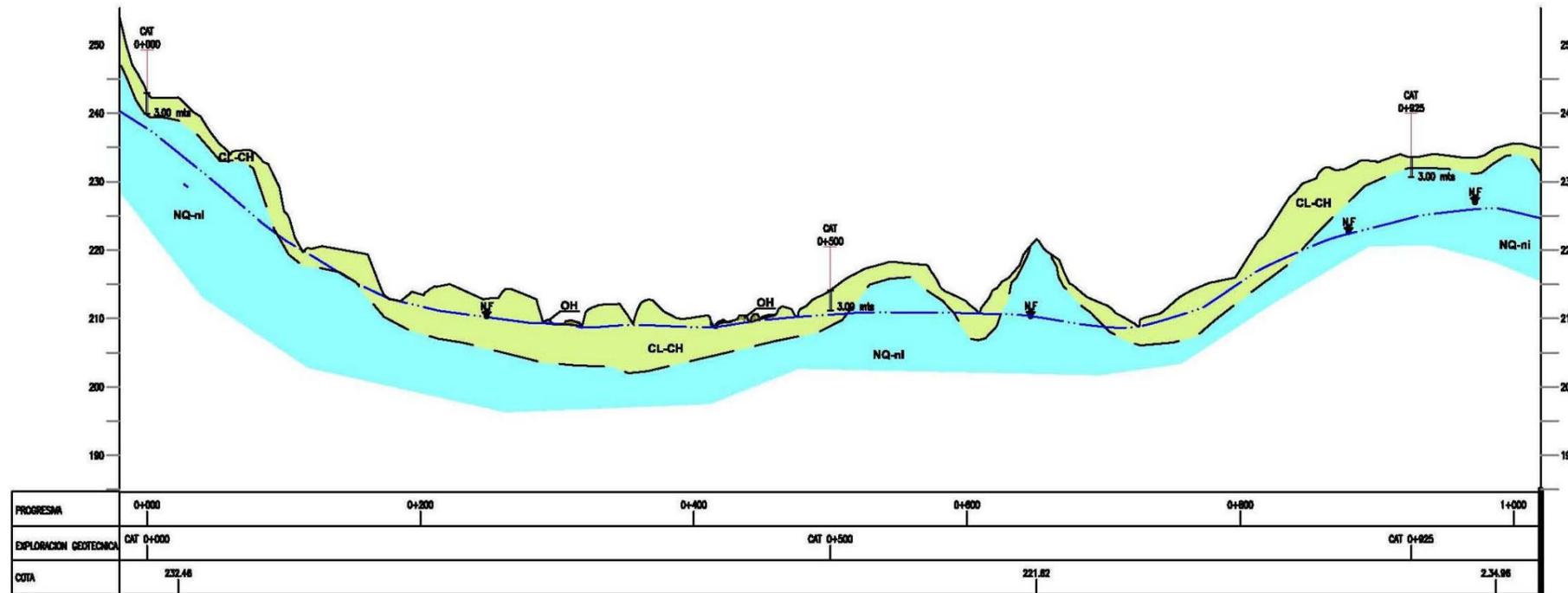
PLANOS EN PLANTA Y PERFIL DEL TRAZO



PLANTA
ESC: 1:2000

SIMBOLOGIA

	CONTACTO GEOLOGICO
	HUMEDAL
	INUNDACION
	DERRUMBE
	DESIZAMIENTOS
	FLUJO LADERA
	EROSION DE RIBERA
	BENCH MARK
	CALICATA
	HAND AUGER
	DPL
	PERFORACION
	QUEBRADA/RIO



PERFIL LONGITUDINAL
ESC H:1:2000
ESC V:1:400

LEYENDA

	SUELO ORGANICO (TIPO TURBA) Y SUELOS LIMO-ARCILLOSOS BLANDOS Y MUY BLANDOS
	ARCILLAS ORGANICAS E INORGANICAS, PLASTICAS
	ARENAS, ARENAS ARCILLOSAS ARENAS LIMOSAS
	LIMOS, LIMO ARENOSOS, LIMO ARCILLOSOS DE BAJA PLASTICIDAD
	FORMACION NAUTA SUPERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION NAUTA INFERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION IPURURO, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION PEBAS, LODOLITAS, ARCILLITAS
	NIVEL FREATICO
	CONTACTO LITOLOGICO
	CALICATA Y SU PROFUNDIDAD
	AUGER Y SU PROFUNDIDAD
	DPL
	PERFORACION A PERCUSSION CON SPT

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA

TESIS:

ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO -ANDOAS

PLANTA Y PERFIL GEOTECNICO POR EL TRAZO

km 0+000 - 1+000

Elaborado:

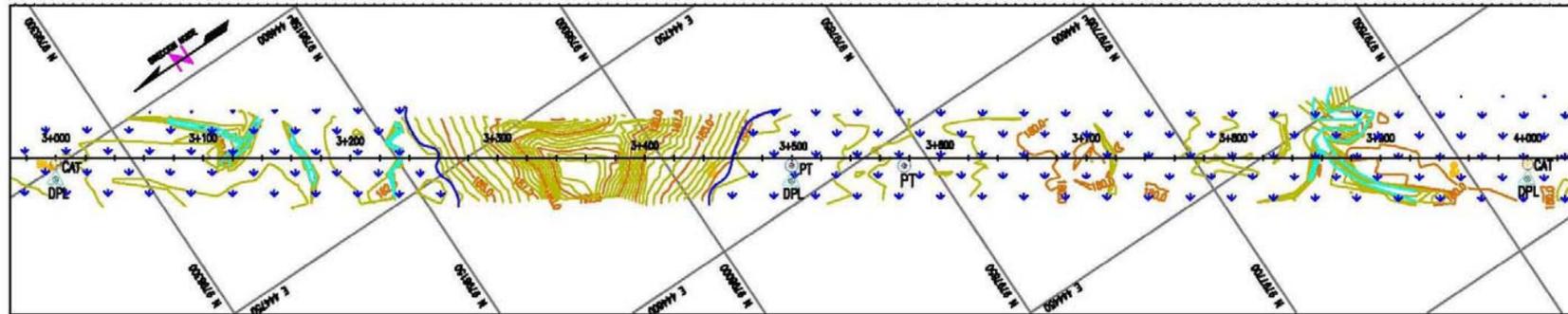
Revisado:

Fecha:

A.G.

A.G.

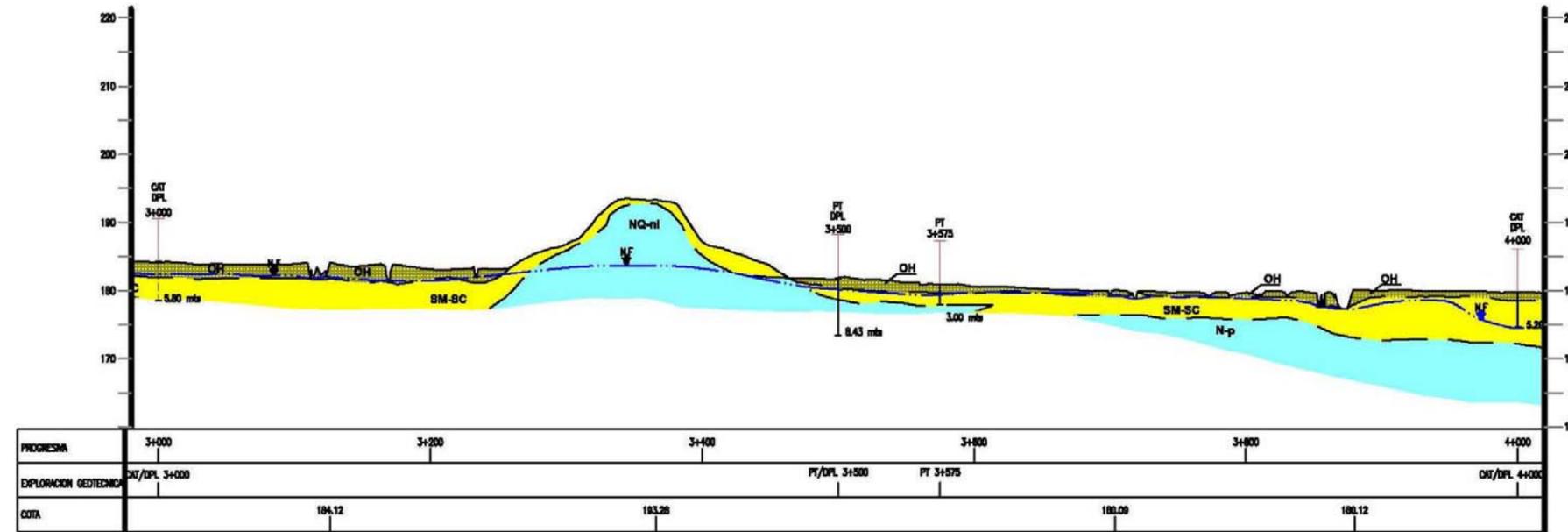
Abril 2011



PLANTA
EBC: 1:2000

SIMBOLOGIA

	CONTACTO GEOLOGICO
	HUMEDAL
	INUNDACION
	DERRUMBE
	DESPLAZAMIENTOS
	FLUJO LADERA
	EROSION DE RIBERA
	BENCH MARK
	CALICATA
	HAND AUGER
	DPL
	PERFORACION
	QUEBRADA/RIO



PERFIL LONGITUDINAL

EBC H: 1:2000
EBC V: 1:400

LEYENDA

	SUELO ORGANICO (TIPO TURBA) Y SUELOS LIMO-ARCILLOSOS BLANDOS Y MUY BLANDOS
	ARCILLAS ORGANICAS E INORGANICAS, PLASTICAS
	ARENAS, ARENAS ARCILLOSAS, ARENAS LIMOSAS
	LIMOS, LIMO ARENOSOS, LIMO ARCILLOSOS DE BAJA PLASTICIDAD
	FORMACION NAUTA SUPERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION NAUTA INFERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION IPURURO, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION PEBAS, LODOLITAS, ARCILLITAS
	NIVEL FREATICO
	CONTACTO LITOLOGICO
	CALICATA Y SU PROFUNDIDAD
	AUGER Y SU PROFUNDIDAD
	DPL
	PERFORACION A PERCUSSION CON SPT

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA

TESIS:

ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO -ANDOAS

PLANTA Y PERFIL GEOTECNICO POR EL TRAZO

km 3+000 - 4+000

Elaborado:

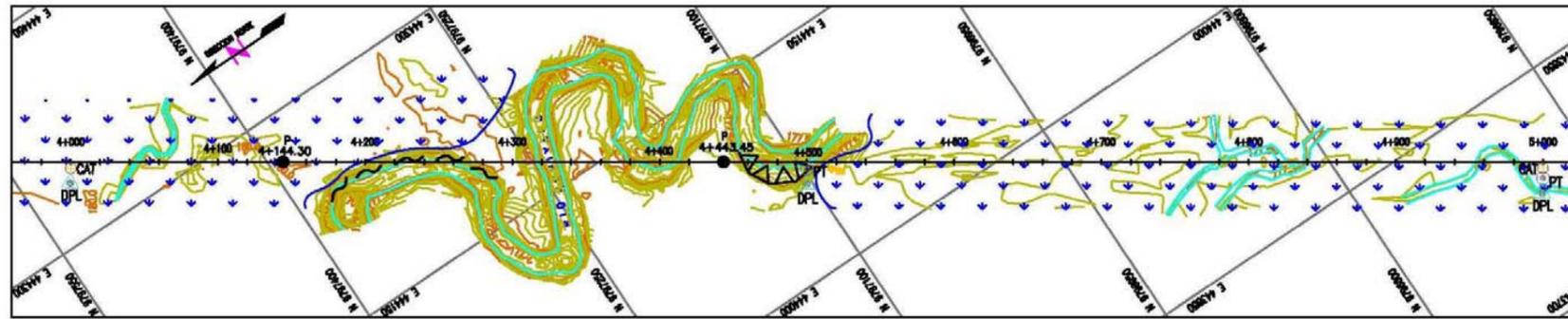
Revisado:

Fecha:

A.G.

A.G.

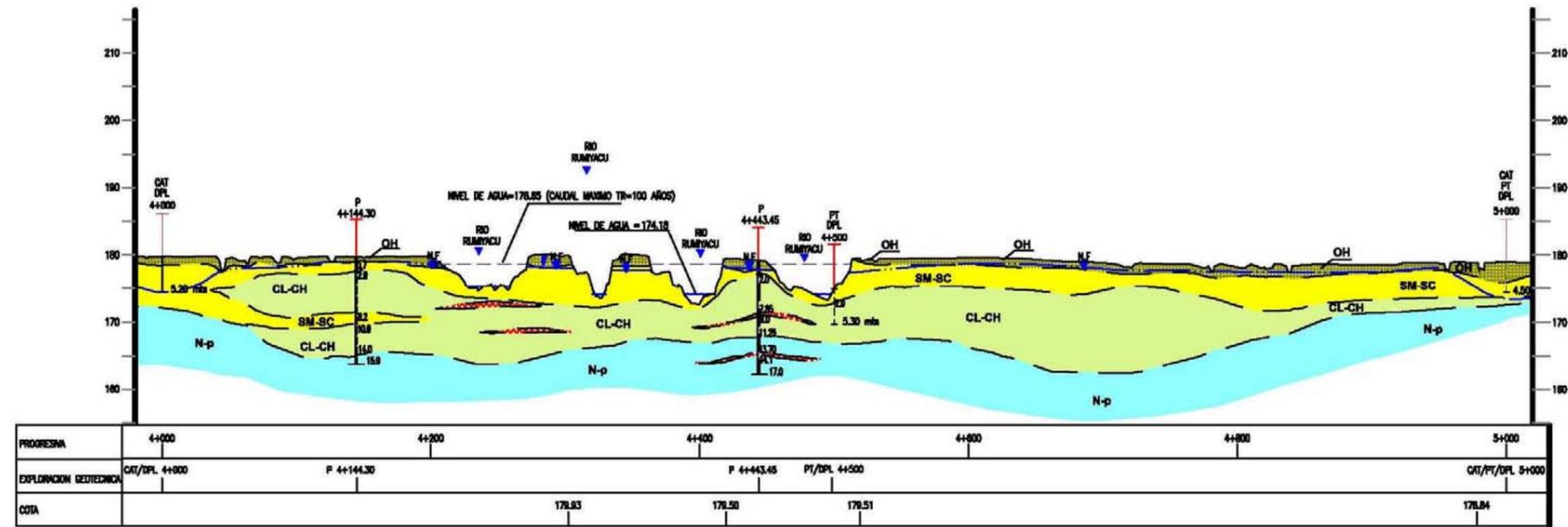
Abril 2011



PLANTA
ESC: 1:2000

SIMBOLOGIA

	CONTACTO GEOLOGICO
	HUMEDAL
	INUNDACION
	DERRUMBE
	DESPLAZAMIENTOS
	FLUJO LADERA
	EROSION DE RIBERA
	BENCH MARK
	CAT
	PT
	DPL
	PERFORACION
	QUEBRADA/RIO

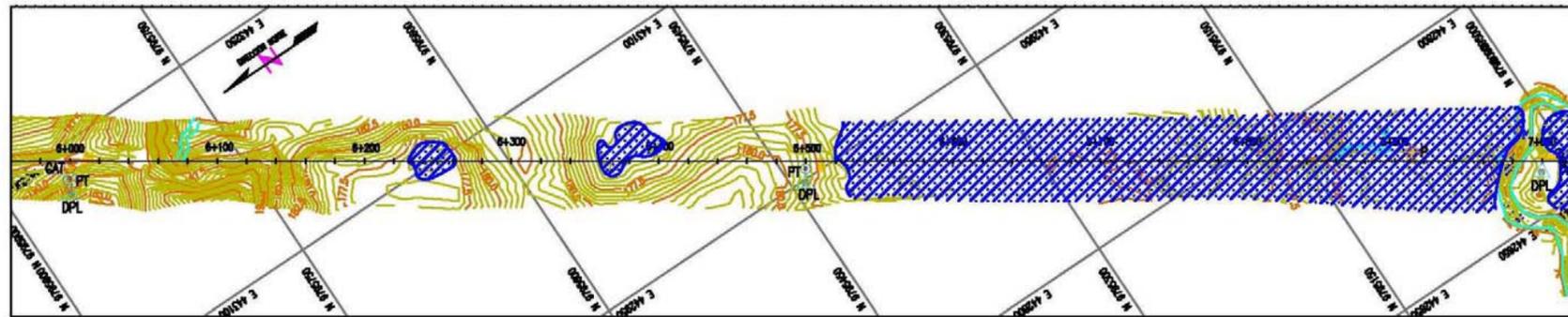


PERFIL LONGITUDINAL
ESC H:1:2000
ESC V:1:400

LEYENDA

	SUELO ORGANICO (TIPO TURBA) Y SUELOS LIMO-ARCILLOSOS BLANDOS Y MUY BLANDOS
	ARCILLAS ORGANICAS E INORGANICAS, PLASTICAS
	ARENAS, ARENAS ARCILLOSAS ARENAS LIMOSAS
	LIMOS, LIMO ARENOSOS, LIMO ARCILLOSOS DE BAJA PLASTICIDAD
	FORMACION NAUTA SUPERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION NAUTA INFERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION IPURURO, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION PEBAS, LODOLITAS, ARCILLITAS
	NIVEL FREATICO
	CONTACTO LITOLOGICO
	CALICATA Y SU PROFUNDIDAD
	AUGER Y SU PROFUNDIDAD
	DPL
	PERFORACION A PERCUSSION CON SPT

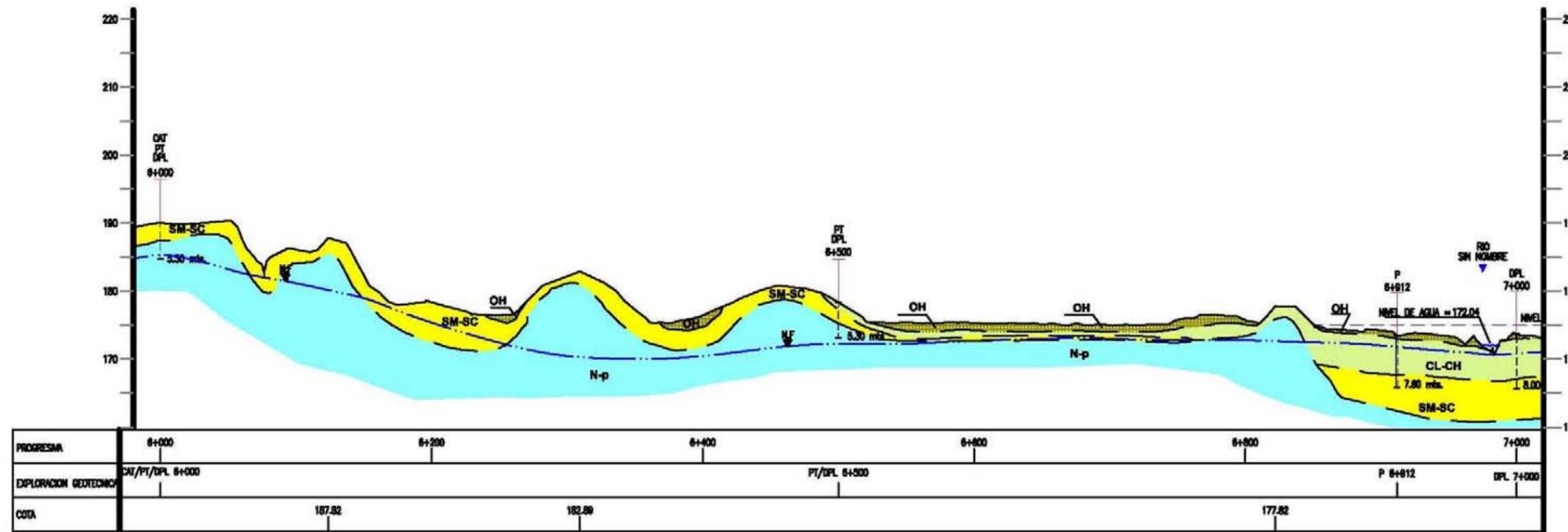
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO -ANDOAS		
PLANTA Y PERFIL GEOTECNICO POR EL TRAZO km 4+000 - 5+000		
Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011



PLANTA
EBC: 1:2000

SIMBOLOGIA

	CONTACTO GEOLOGICO
	HUMEDAL
	INUNDACION
	DERRUMBE
	DESIZAMIENTOS
	FLUJO LADERA
	EROSION DE RIBERA
	BENCH MARK
	CALICATA
	HAND AUGER
	DPL
	PERFORACION
	QUEBRADA/RIO

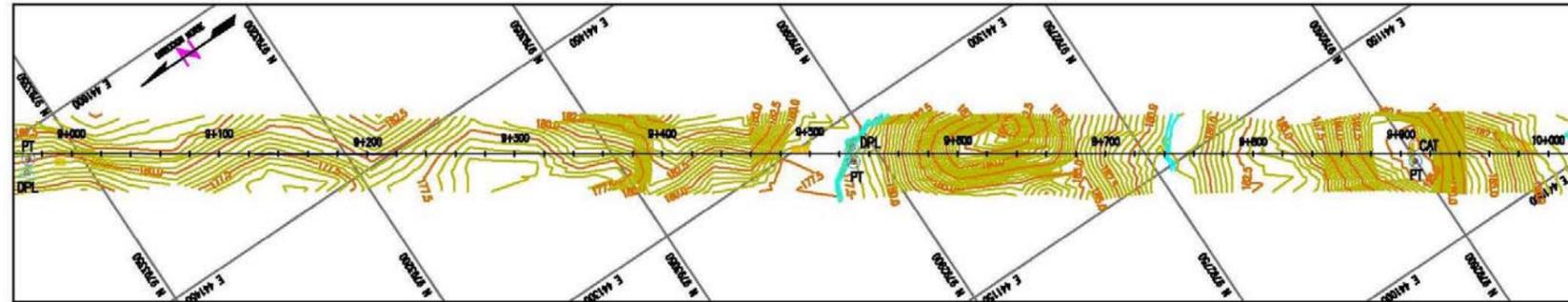


PERFIL LONGITUDINAL
EBC H: 1:2000
EBC V: 1:400

LEYENDA

	SUELO ORGANICO (TIPO TURBA) Y SUELOS LIMO-ARCILLOSOS BLANDOS Y MUY BLANDOS
	ARCILLAS ORGANICAS E INORGANICAS, PLASTICAS
	ARENAS, ARENAS ARCILLOSAS ARENAS LIMOSAS
	LIMOS, LIMO ARENOSOS, LIMO ARCILLOSOS DE BAJA PLASTICIDAD
	FORMACION NAUTA SUPERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION NAUTA INFERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION IPURURO, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION PEBAS, LODOLITAS, ARCILLITAS
	NIVEL FREATICO
	CONTACTO LITOLOGICO
	CALICATA Y SU PROFUNDIDAD
	AUGER Y SU PROFUNDIDAD
	DPL
	PERFORACION A PERCUSSION CON SPT

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO -ANDOAS		
PLANTA Y PERFIL GEOTECNICO POR EL TRAZO		
km 6+000 - 7+000		
Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011



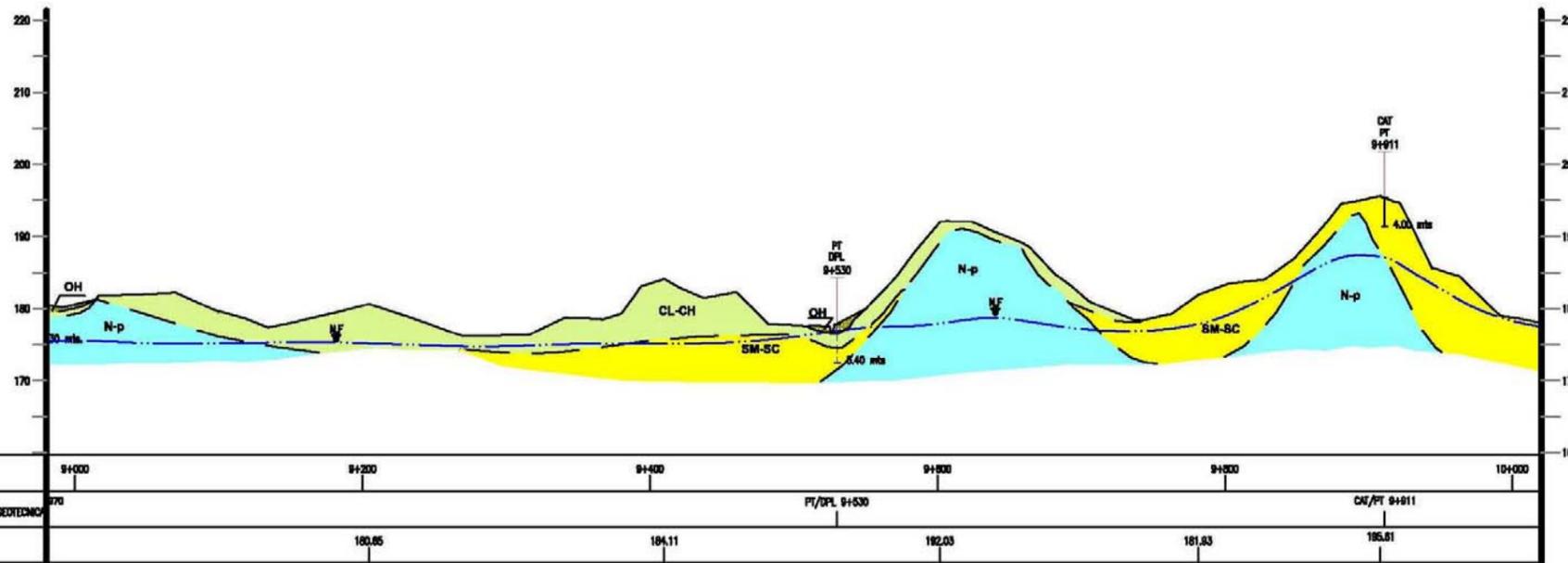
PLANTA
EBC: 1:2000

SIMBOLOGIA

	CONTACTO GEOLOGICO
	HUMEDAL
	INUNDACION
	DERRUMBIE
	DESPLAZAMIENTOS
	FLUJO LADERA
	EROSION DE RIBERA
	BENCH MARK
	CAT
	PT
	DPL
	P
	QUEBRADA/RIO

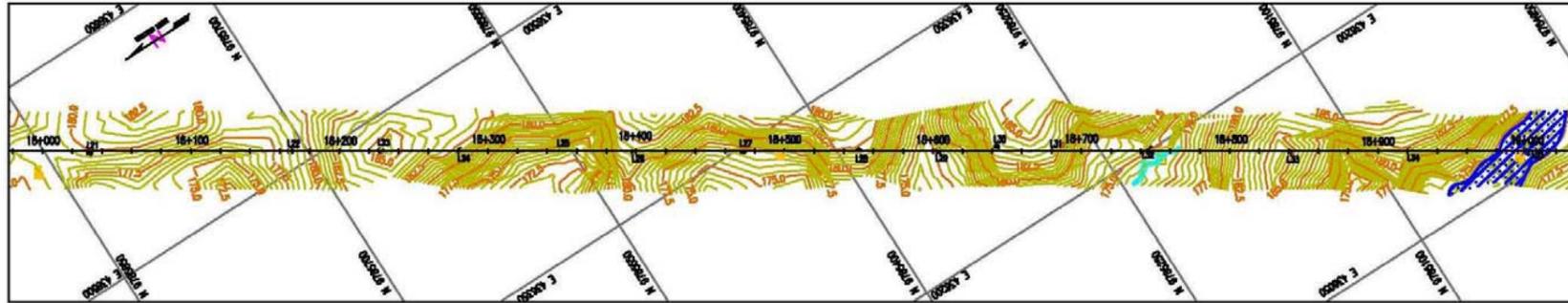
LEYENDA

	SUELO ORGANICO (TIPO TURBA) Y SUELOS LIMO-ARCILLOSOS BLANDOS Y MUY BLANDOS
	ARCILLAS ORGANICAS E INORGANICAS, PLASTICAS
	ARENAS, ARENAS ARCILLOSAS, ARENAS LIMOSAS
	LIMOS, LIMO ARENOSOS, LIMO ARCILLOSOS DE BAJA PLASTICIDAD
	FORMACION NAUTA SUPERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION NAUTA INFERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION IPURURO, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION PEBAS, LODOLITAS, ARCILLITAS
	NIVEL FREATICO
	CONTACTO LITOLOGICO
	CALICATA Y SU PROFUNDIDAD
	AUGER Y SU PROFUNDIDAD
	DPL
	PERFORACION A PERCUSION CON SPT



PERFIL LONGITUDINAL
EBC H: 1:2000
EBC V: 1:400

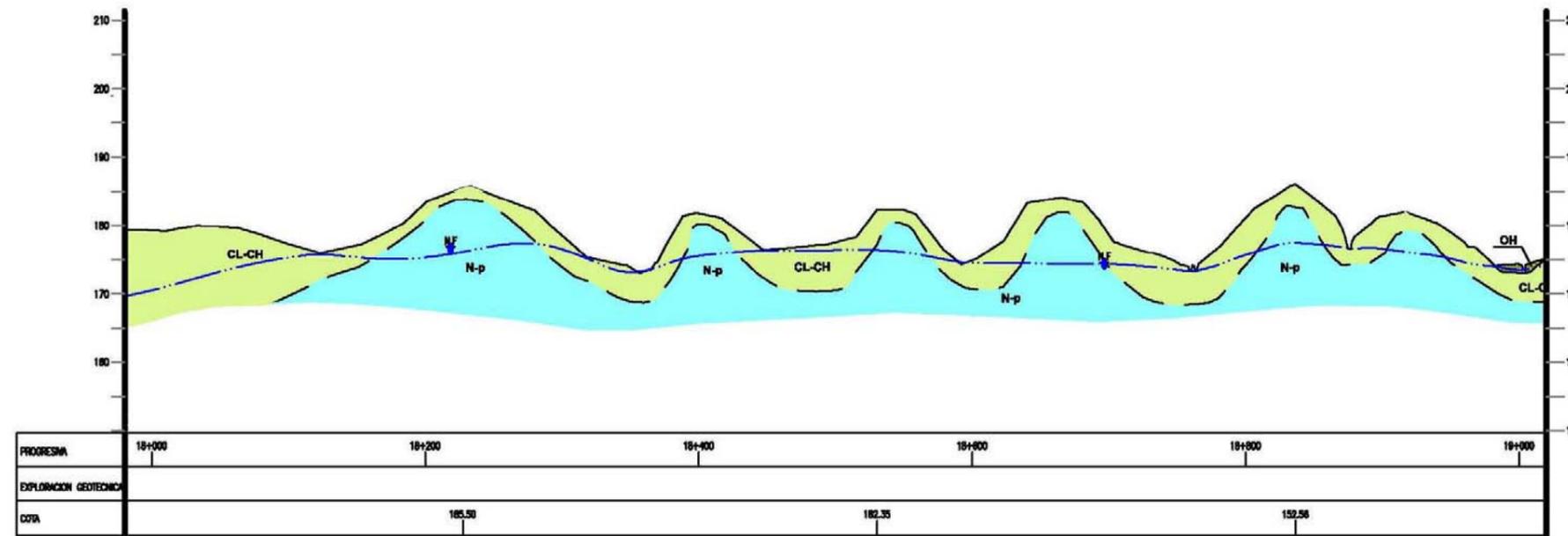
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO -ANDOAS		
PLANTA Y PERFIL GEOTECNICO POR EL TRAZO		
km 9+000 - 10+000		
Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011



PLANTA
EBC: 1:2000

SIMBOLOGIA

	CONTACTO GEOLOGICO
	HUMEDAL
	INUNDACION
	DERRUMBE
	DESPLAZAMIENTOS
	FLUJO LADERA
	EROSION DE RIBERA
	BENCH MARK
	CALICATA
	HAND AUGER
	DPL
	PERFORACION
	QUEBRADA/RIO

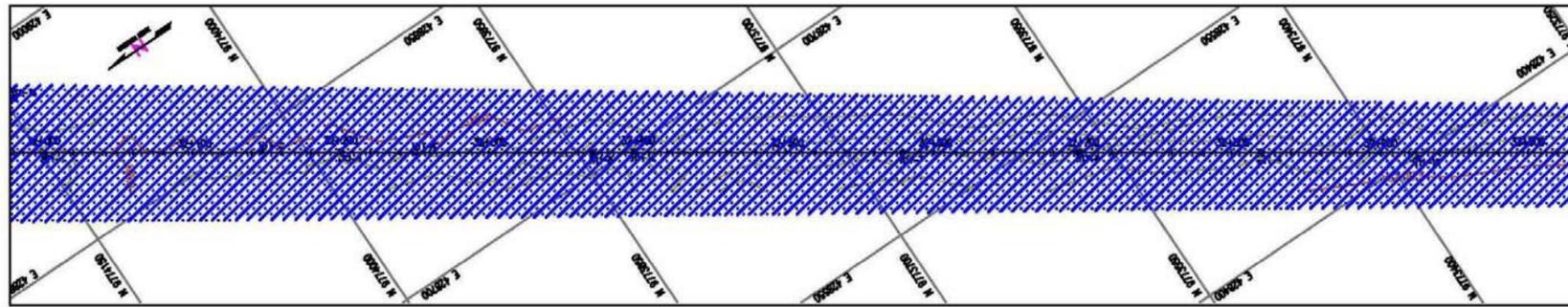


PERFIL LONGITUDINAL
EBC H: 1:2000
EBC V: 1:400

LEYENDA

	SUELO ORGANICO (TIPO TURBA) Y SUELOS LIMO-ARCILLOSOS BLANDOS Y MUY BLANDOS
	ARCILLAS ORGANICAS E INORGANICAS, PLASTICAS
	ARENAS, ARENAS ARCILLOSAS ARENAS LIMOSAS
	LIMOS, LIMO ARENOSOS, LIMO ARCILLOSOS DE BAJA PLASTICIDAD
	FORMACION HALTA SUPERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION HALTA INFERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION PURURO, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION PEBAS, LODOLITAS, ARCILLITAS
	NIVEL FREATICO
	CONTACTO LITOLOGICO
	CALICATA Y SU PROFUNDIDAD
	AUGER Y SU PROFUNDIDAD
	DPL
	PERFORACION A PERCUSSION CON SPT

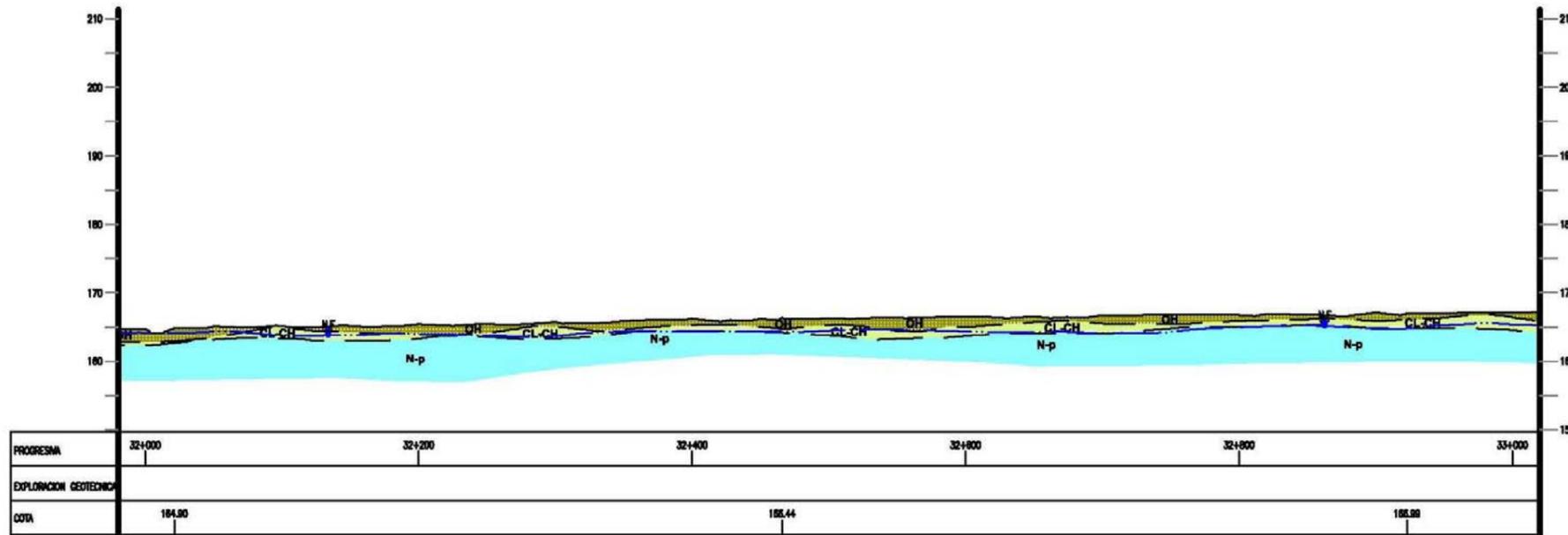
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO -ANDOAS		
PLANTA Y PERFIL GEOTECNICO POR EL TRAZO		
km 18+000 - 19+000		
Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011



PLANTA
ESC: 1:2000

SIMBOLOGIA

	CONTACTO GEOLOGICO
	HUMEDAL
	INUNDACION
	DERRUMBE
	DESLIZAMIENTOS
	FLUJO LADERA
	EROSION DE RIBERA
	BENCH MARK
	CATIGATA
	HAND AUGER
	DPL
	PERFORACION
	QUEBRADA/RIO

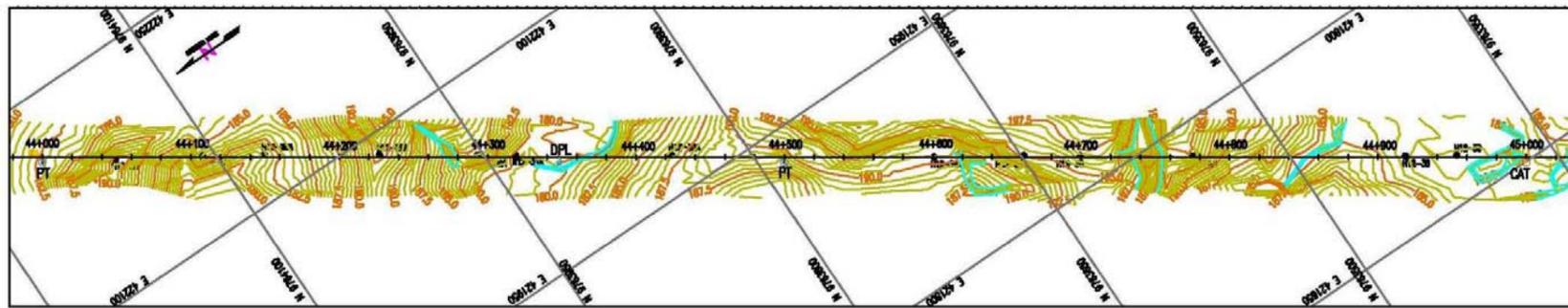


PERFIL LONGITUDINAL
ESC H: 1:2000
ESC V: 1:400

LEYENDA

	SUELO ORGANICO (TIPO TURBA) Y SUELOS LIMO-ARCILLOSOS BLANDOS Y MUY BLANDOS
	ARCILLAS ORGANICAS E INORGANICAS, PLASTICAS
	ARENAS, ARENAS ARCILLOSAS, ARENAS LIMOSAS
	LIMOS, LIMO ARENOSOS, LIMO ARCILLOSOS DE BAJA PLASTICIDAD
	FORMACION NAUTA SUPERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION NAUTA INFERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION IPURUO, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION PEBAS, LODOLITAS, ARCILLITAS
	NIVEL FREATICO
	CONTACTO LITOLOGICO
	CATIGATA Y SU PROFUNDIDAD
	AUGER Y SU PROFUNDIDAD
	DPL
	PERFORACION A PERCUSSION CON SPT

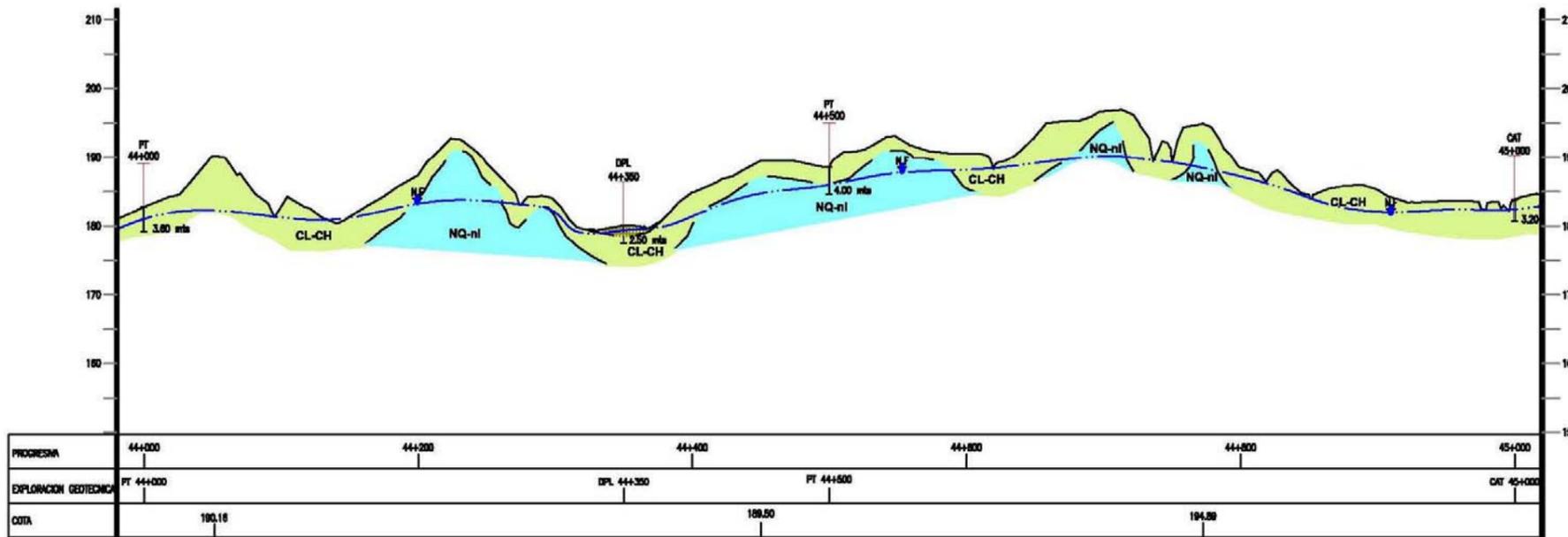
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO -ANDOAS		
PLANTA Y PERFIL GEOTECNICO POR EL TRAZO		
km 32+000 - 33+000		
Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011



PLANTA
ESC: 1:2000

SIMBOLOGIA

	CONTACTO GEOLOGICO
	HUMEDAL
	INUNDACION
	DERRUMBE
	DESPLAZAMIENTOS
	FLUJO LADERA
	EROSION DE RIBERA
	BENCH MARK
	CAT
	PT
	DPL
	P
	QUEBRADA/RIO

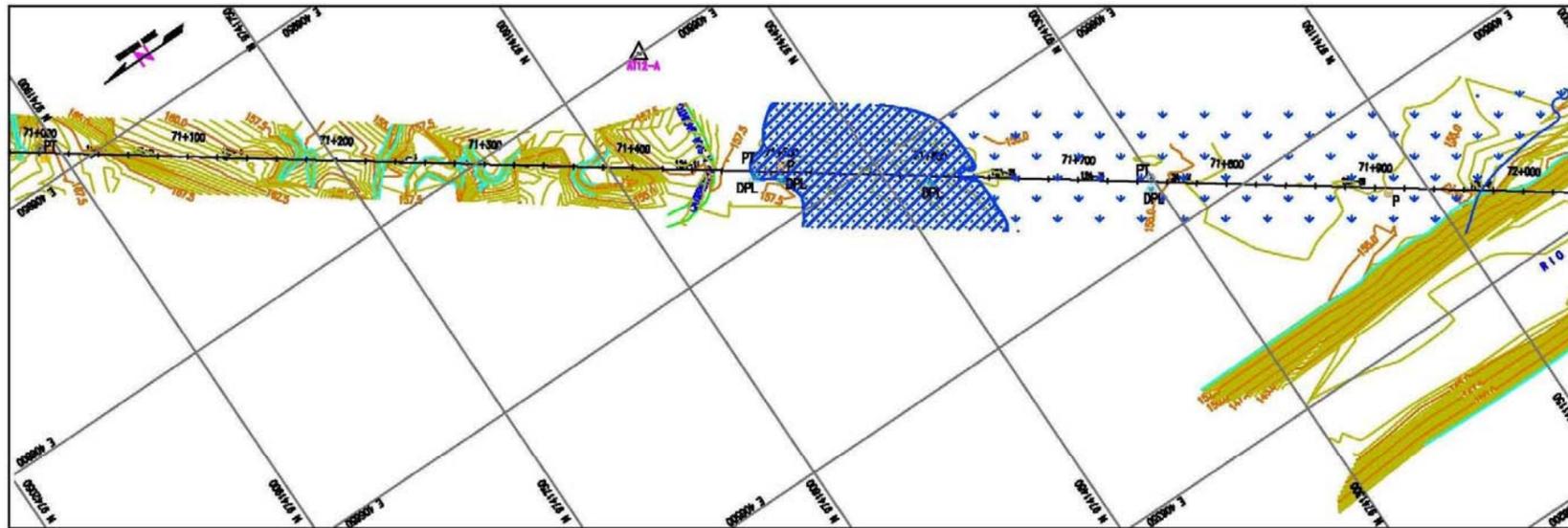


PERFIL LONGITUDINAL
ESC H: 1:2000
ESC V: 1:400

LEYENDA

	SUELO ORGANICO (TIPO TURBA) Y SUELOS LIMO-ARCILLOSOS BLANDOS Y MUY BLANDOS
	ARCILLAS ORGANICAS E INORGANICAS, PLASTICAS
	ARENAS, ARENAS ARCILLOSAS ARENAS LIMOSAS
	LIMOS, LIMO ARENOSOS, LIMO ARCILLOSOS DE BAJA PLASTICIDAD
	FORMACION NAUTA SUPERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION NAUTA INFERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION IPURURO, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION PEBAS, LODOLITAS, ARCILLITAS
	NIVEL FREATICO
	CONTACTO LITOLOGICO
	CALICATA Y SU PROFUNDIDAD
	AUGER Y SU PROFUNDIDAD
	DPL
	PERFORACION A PERCUSSION CON SPT

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO -ANDOAS		
PLANTA Y PERFIL GEOTECNICO POR EL TRAZO		
km 44+000 - 45+000		
Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011



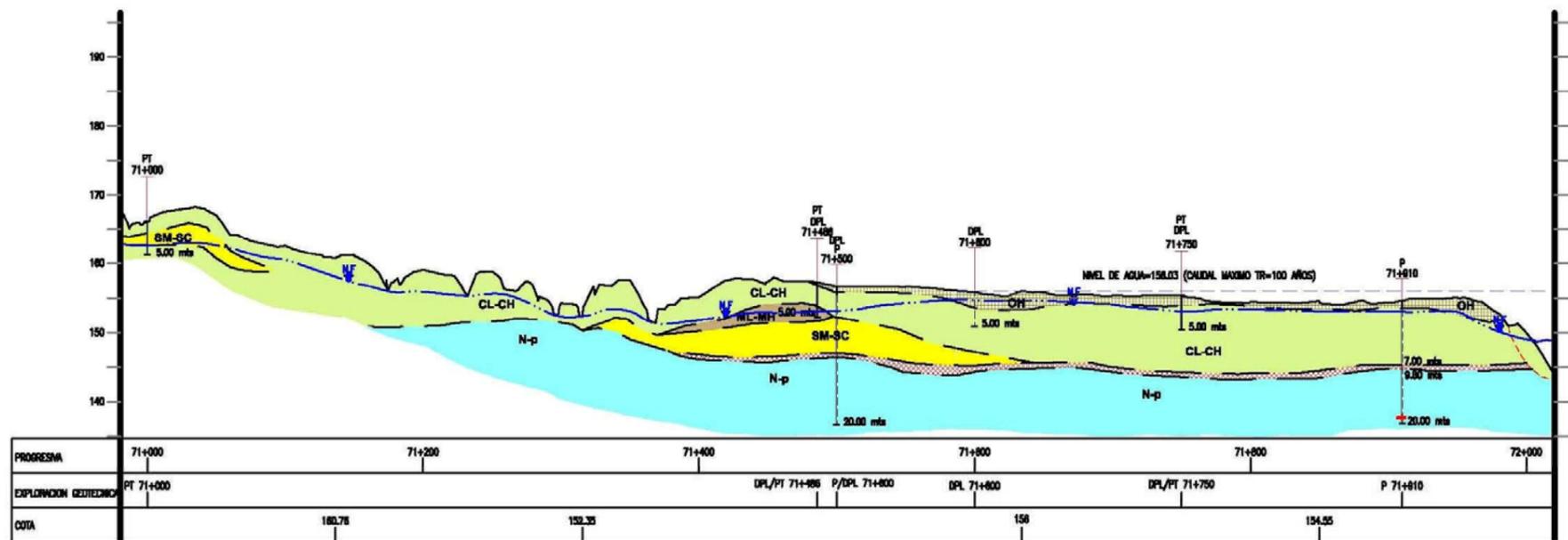
PLANTA
ESC: 1:2000

SIMBOLOGIA

	CONTACTO GEOLOGICO
	HUMEDAL
	INUNDACION
	DERRUMBE
	DESIZAMIENTOS
	FLUJO LADERA
	EROSION DE RIBERA
	BENCH MARK
	CALICATA
	HAND AUGER
	DPL
	PERFORACION
	QUEBRADA/RIO

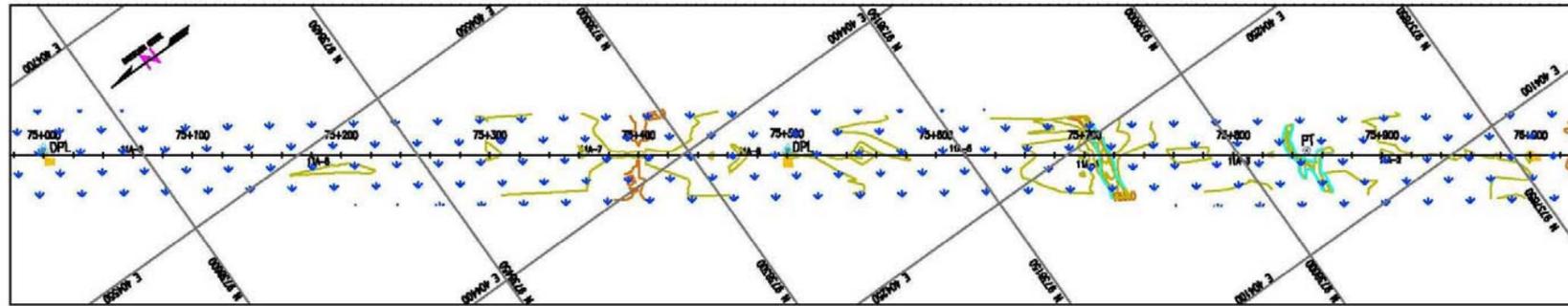
LEYENDA

	SUELO ORGANICO (TIPO TURBA) Y SUELOS LIMO-ARCILLOSOS BLANDOS Y MUY BLANDOS
	ARCILLAS ORGANICAS E INORGANICAS, PLASTICAS
	ARENAS, ARENAS ARCILLOSAS, ARENAS LIMOSAS
	LIMOS, LIMO ARENOSOS, LIMO ARCILLOSOS DE BAJA PLASTICIDAD
	FORMACION NAUTA SUPERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION NAUTA INFERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION IPURURO, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION PEBAS, LODOLITAS, ARCILLITAS
	NIVEL FREATICO
	CONTACTO LITOLOGICO
	CALICATA Y SU PROFUNDIDAD
	AUGER Y SU PROFUNDIDAD
	DPL
	PERFORACION A PERCUCION CON SPT



PERFIL LONGITUDINAL
ESC H: 1:2000
ESC V: 1:400

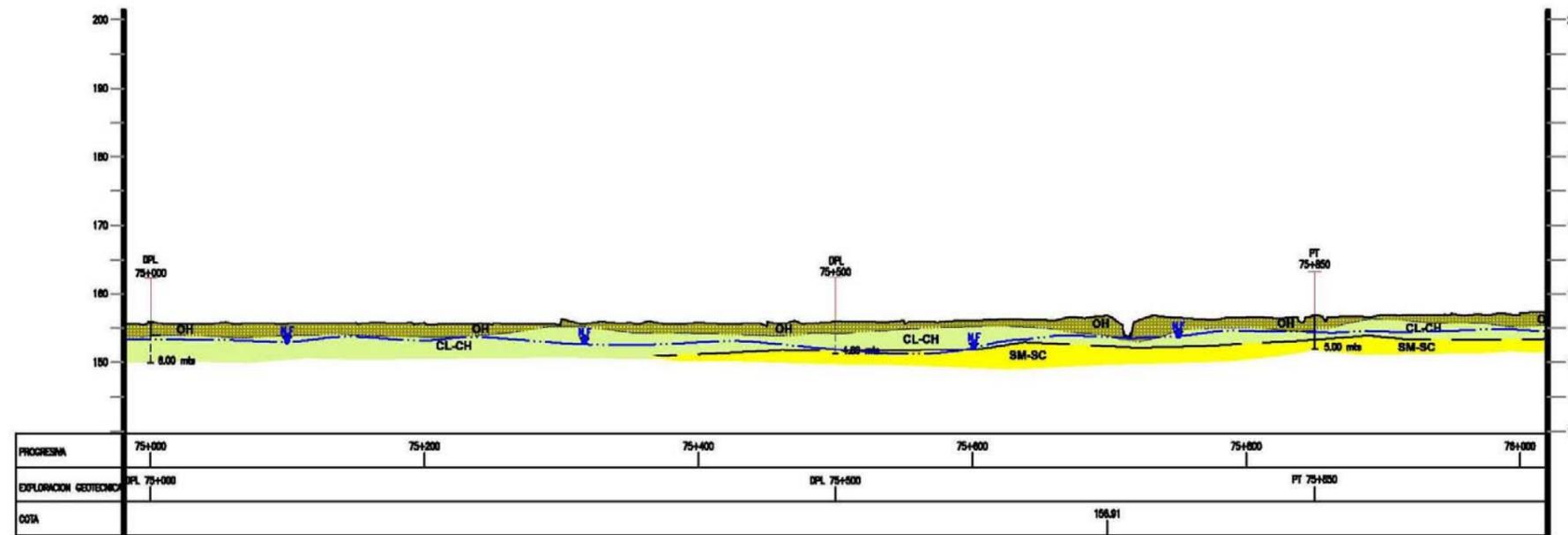
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO - ANDOAS		
PLANTA Y PERFIL GEOTECNICO POR EL TRAZO		
km 71+000 - 72+000		
Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011



PLANTA
ESC: 1:10000

SIMBOLOGIA

	CONTACTO GEOLOGICO
	HUMEDAL
	INUNDACION
	DERRUMBE
	DESIZAMIENTOS
	FLUJO LADERA
	EROSION DE RIBERA
	BENCH MARK
	CALICATA
	HAND AUGER
	DPL
	PERFORACION
	QUEBRADA/RIO

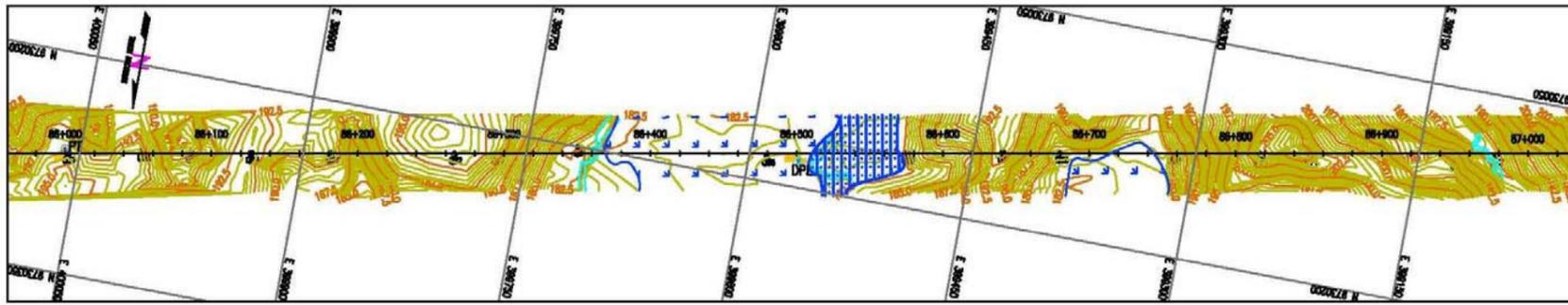


PERFIL LONGITUDINAL
ESC H: 1:2000
ESC V: 1:400

LEYENDA

	SUELO ORGANICO (TIPO TURBA) Y SUELOS LIMO-ARCILLOSOS BLANDOS Y MUY BLANDOS
	ARCILLAS ORGANICAS E INORGANICAS, PLASTICAS
	ARENAS, ARENAS ARCILLOSAS ARENAS LIMOSAS
	LIMOS, LIMO ARENOSOS, LIMO ARCILLOSOS DE BAJA PLASTICIDAD
	FORMACION NAUTA SUPERIOR, LODOBITAS, ARCILLITAS
	FORMACION NAUTA INFERIOR, LODOBITAS, ARCILLITAS
	FORMACION IPURURO, LODOBITAS, ARCILLITAS
	FORMACION PEBAS, LODOBITAS, ARCILLITAS
	NIVEL FREATICO
	CONTACTO LITOLOGICO
	CALICATA Y SU PROFUNDIDAD
	AUGER Y SU PROFUNDIDAD
	DPL
	PERFORACION A PERCUSION CON SPT

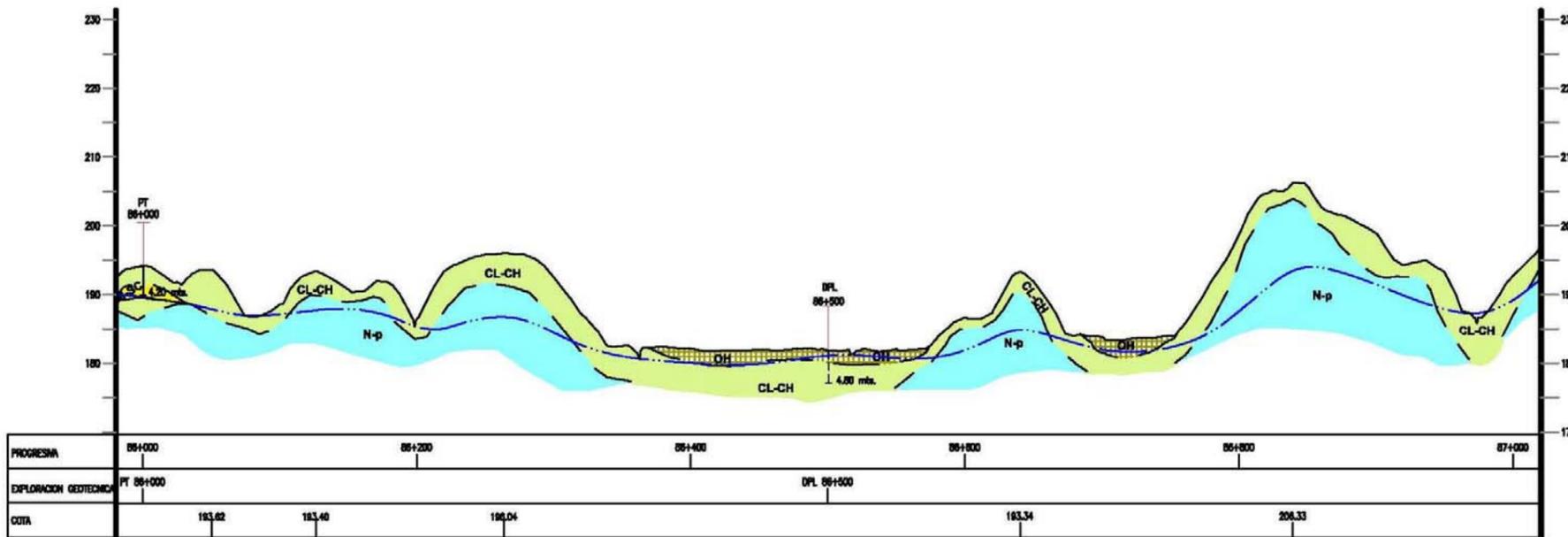
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO -ANDOAS		
PLANTA Y PERFIL GEOTECNICO POR EL TRAZO		
km 75+000 - 76+000		
Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011



PLANTA
ESC: 1:2000

SIMBOLOGIA

	CONTACTO GEOLOGICO
	HUMEDAL
	INUNDACION
	DERRUMBE
	DESIZAMIENTOS
	FLUJO LADERA
	EROSION DE RIBERA
	BENCH MARK
	CALICATA
	HAND AUGER
	DPL
	PERFORACION
	QUEBRADA/RIO

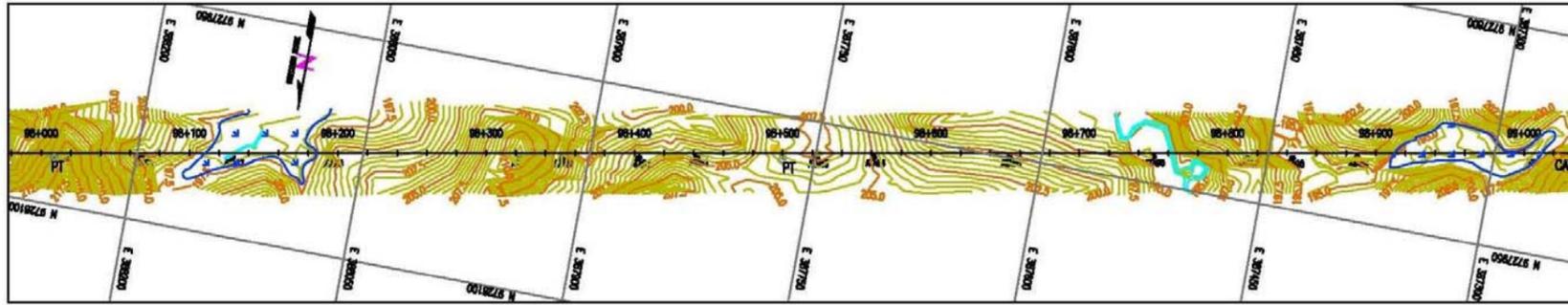


PERFIL LONGITUDINAL
ESC H: 1:2000
ESC V: 1:400

LEYENDA

	SUELO ORGANICO (TIPO TURBA) Y SUELOS LIMO-ARCILLOSOS BLANDOS Y MUY BLANDOS
	ARCILLAS ORGANICAS E INORGANICAS, PLASTICAS
	ARENAS, ARENAS ARCILLOSAS ARENAS LIMOSAS
	LIMOS, LIMO ARENOSOS, LIMO ARCILLOSOS DE BAJA PLASTICIDAD
	FORMACION NAUTA SUPERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION NAUTA INFERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION IPURURO, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION PEBAS, LODOLITAS, ARCILLITAS
	NIVEL FREATICO
	CONTACTO LITOLOGICO
	CALICATA Y SU PROFUNDIDAD
	AUGER Y SU PROFUNDIDAD
	DPL
	PERFORACION A PERCUCION CON SPT

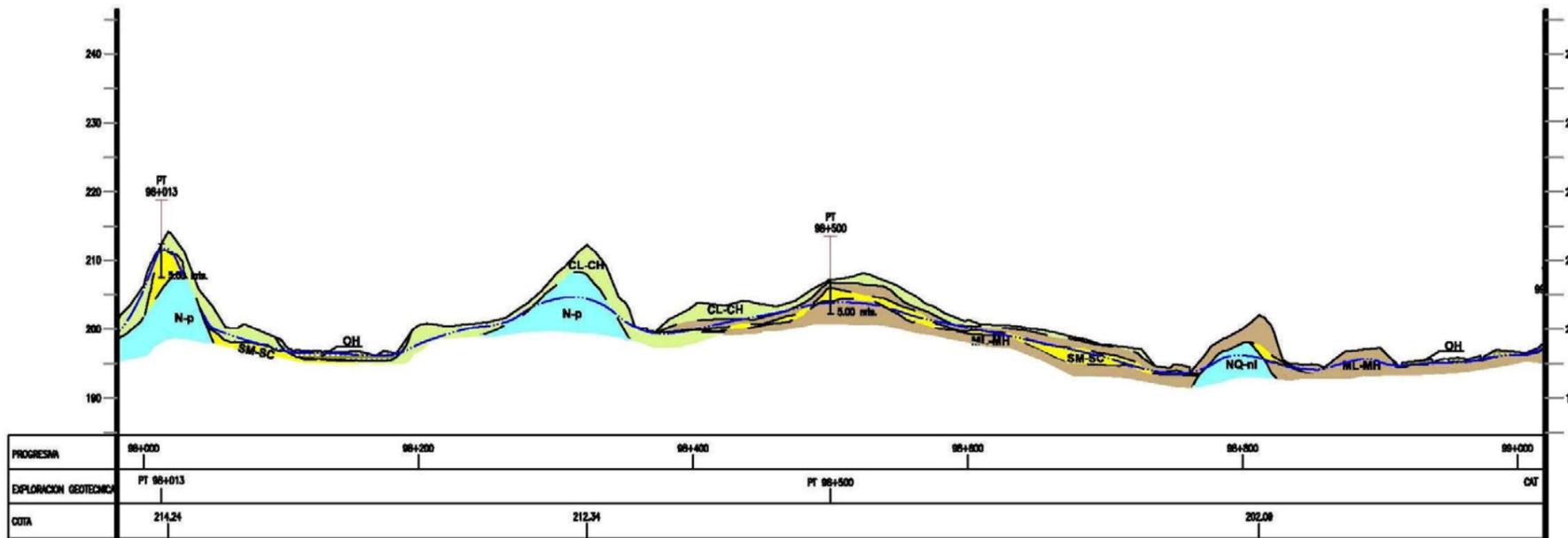
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO -ANDOAS		
PLANTA Y PERFIL GEOTECNICO POR EL TRAZO		
km 86+000 - 87+000		
Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011



PLANTA
ESC: 1:30000

SIMBOLOGIA

	CONTACTO GEOLOGICO
	HUMEDAL
	INUNDACION
	DERRUMBE
	DESPLAZAMIENTOS
	FLUJO LADERA
	EROSION DE RIBERA
	BENCH MARK
	CAT
	PT
	DPL
	P
	QUEBRADA/RIO

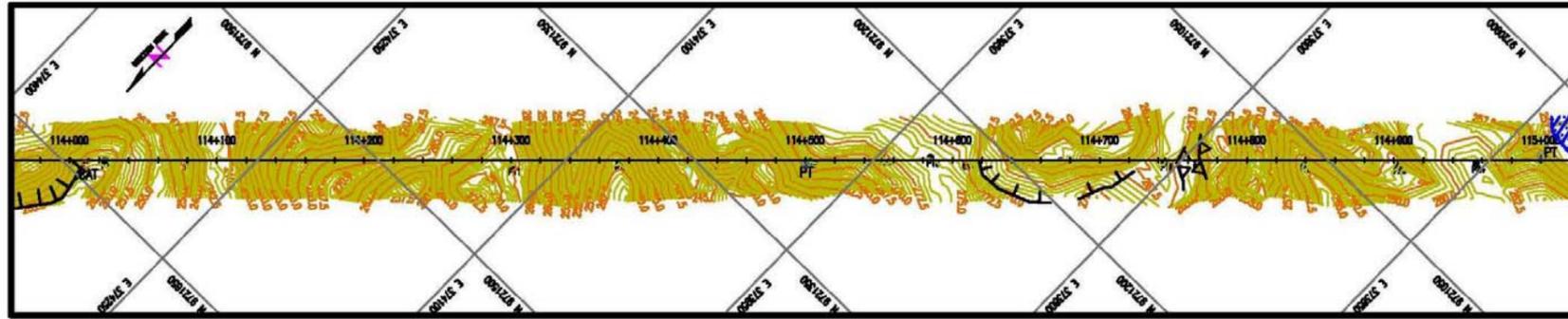


PERFIL LONGITUDINAL
ESC H:1:2000
ESC V:1:400

LEYENDA

	SUELO ORGANICO (TIPO TURBA) Y SUELOS LIMO-ARCILLOSOS BLANDOS Y MUY BLANDOS
	ARCILLAS ORGANICAS E INORGANICAS, PLASTICAS
	ARENAS, ARENAS ARCILLOSAS ARENAS LIMOSAS
	LIMOS, LIMO ARENOSOS, LIMO ARCILLOSOS DE BAJA PLASTICIDAD
	FORMACION NAUTA SUPERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION NAUTA INFERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION IPURURO, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION PEBAS, LODOLITAS, ARCILLITAS
	NIVEL FREATICO
	CONTACTO LITOLOGICO
	CALICATA Y SU PROFUNDIDAD
	ALGER Y SU PROFUNDIDAD
	DPL
	PERFORACION A PERCUSSION CON SPT

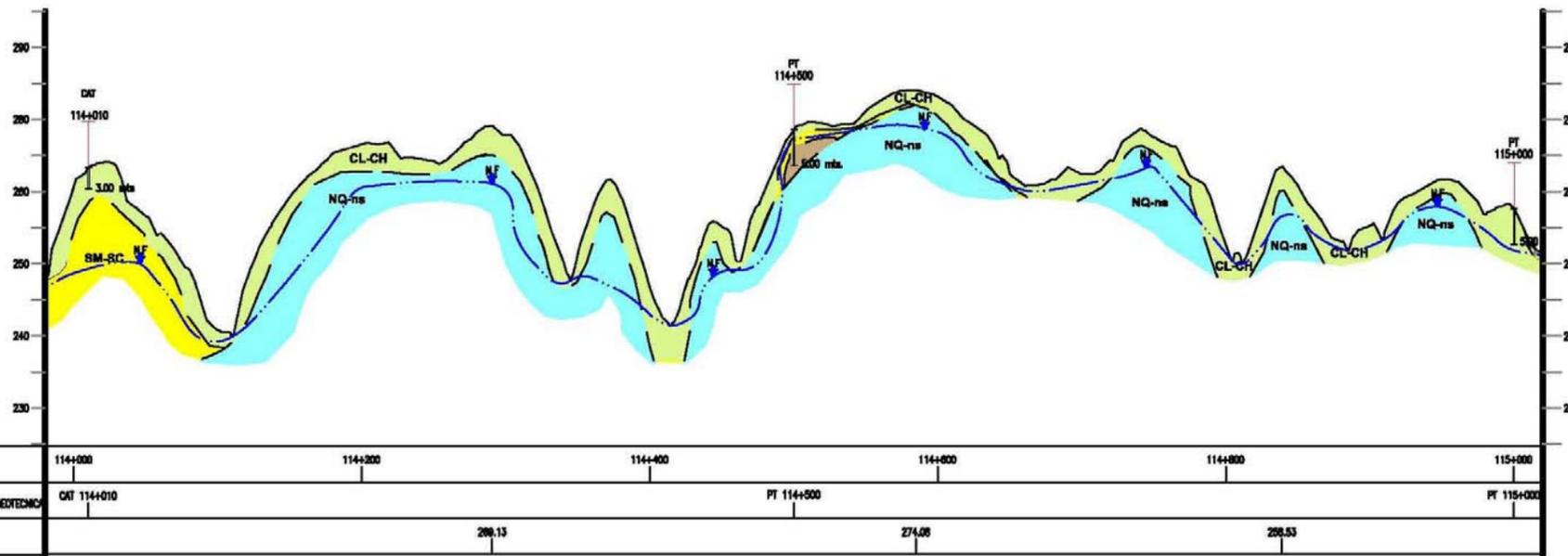
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO -ANDOAS		
PLANTA Y PERFIL GEOTECNICO POR EL TRAZO		
km 98+000 - 99+000		
Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011



PLANTA
ESC: 1:2000

SIMBOLOGIA

	CONTACTO GEOLOGICO
	HUMEDAL
	INUNDACION
	DERRUMBE
	DESPLAZAMIENTOS
	FLUJO LADERA
	EROSION DE RIBERA
	BENCH MARK
	CALICATA
	HAND AUGER
	DPL
	PERFORACION
	QUEBRADA/RIO

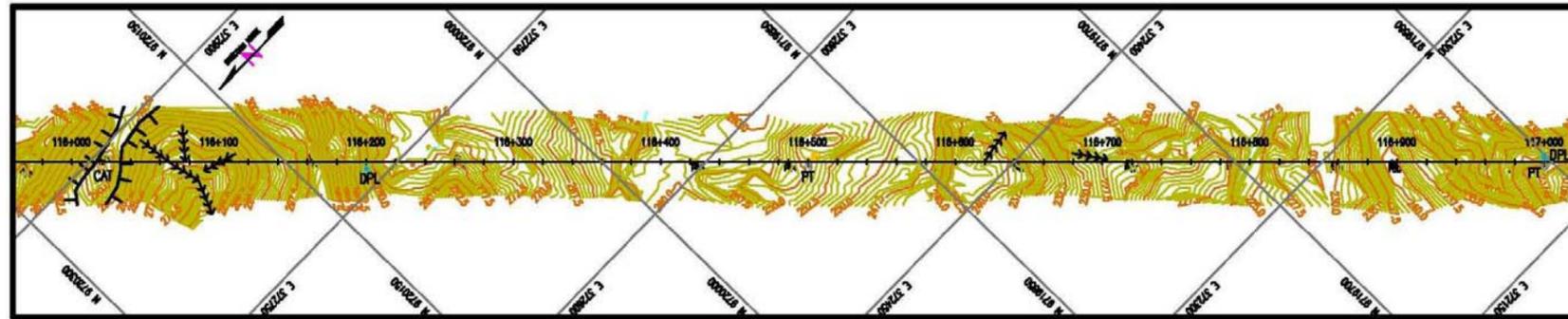


PERFIL LONGITUDINAL
ESC H: 1:2000
ESC V: 1:400

LEYENDA

	SUELO ORGANICO (TIPO TURBA) Y SUELOS LIMO-ARCILLOSOS BLANDOS Y MUY BLANDOS
	ARCILLAS ORGANICAS E INORGANICAS, PLASTICAS
	ARENAS, ARENAS ARCILLOSAS, ARENAS LIMOSAS
	LIMOS, LIMO ARENOSOS, LIMO ARCILLOSOS DE BAJA PLASTICIDAD
	FORMACION NAUTA SUPERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION NAUTA INFERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION IPURURO, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION PEBAS, LODOLITAS, ARCILLITAS
	NIVEL FREATICO
	CONTACTO LITOLOGICO
	CALICATA Y SU PROFUNDIDAD
	AUGER Y SU PROFUNDIDAD
	DPL
	PERFORACION A PERCUSSION CON SPT

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO -ONDOAS		
PLANTA Y PERFIL GEOTECNICO POR EL TRAZO		
km 114+000 - 115+000		
Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011



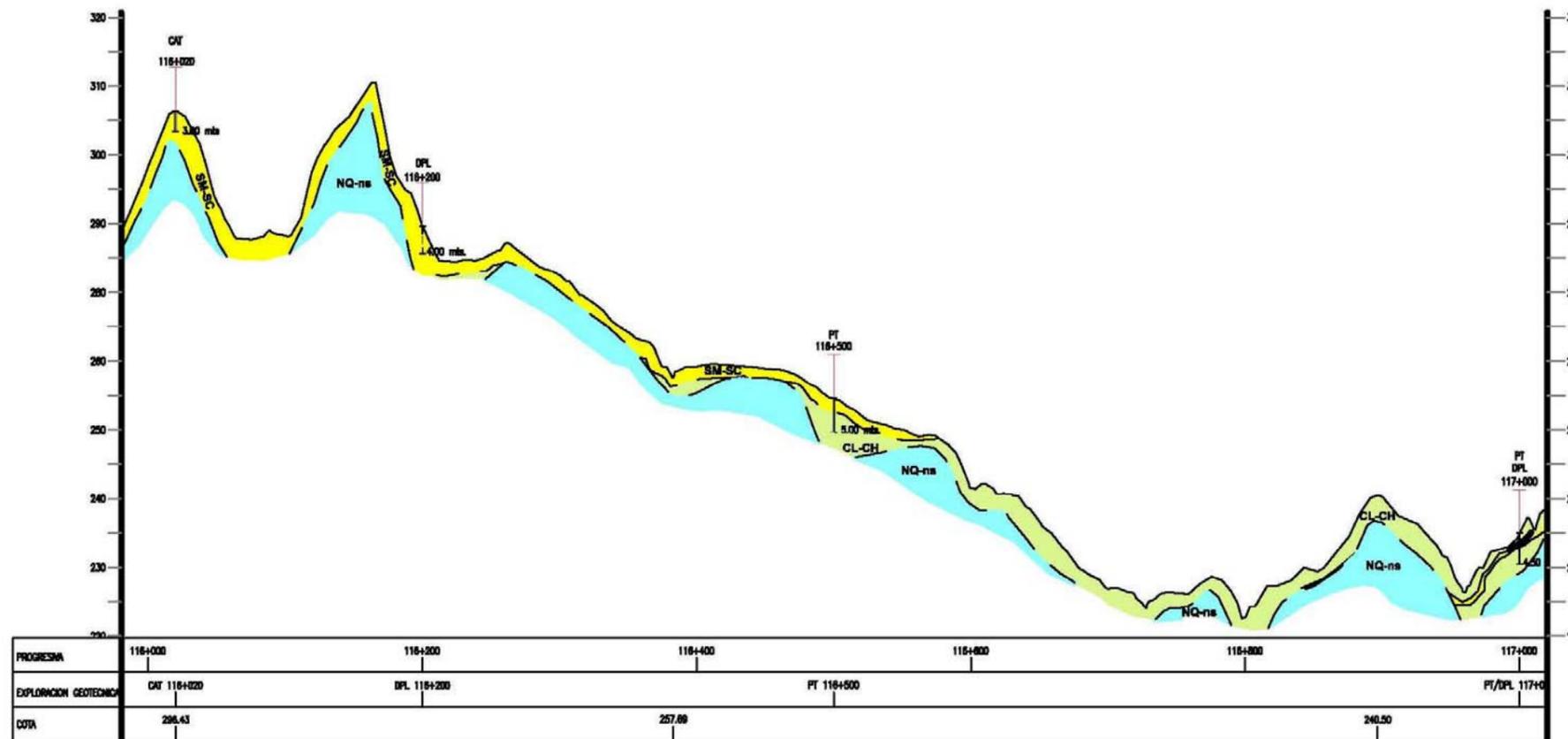
PLANTA
ESC: 1:2000

SIMBOLOGIA

	CONTACTO GEOLOGICO
	HUMEDAL
	INUNDACION
	DERRUMBE
	DESPLAZAMIENTOS
	FLUJO LADERA
	EROSION DE RIBERA
	BENCH MARK
	CALICATA
	HAND AUGER
	DPL
	PERFORACION
	QUEBRADA/RIO

LEYENDA

	SUELO ORGANICO (TIPO TURBA) Y SUELOS LIMO-ARCILLOSOS BLANDOS Y MUY BLANDOS
	ARCILLAS ORGANICAS E INORGANICAS, PLASTICAS
	ARENAS, ARENAS ARCILLOSAS ARENAS LIMOSAS
	LIMOS, LIMO ARENOSOS, LIMO ARCILLOSOS DE BAJA PLASTICIDAD
	FORMACION NAUTA SUPERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION NAUTA INFERIOR, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION IPURURO, LODOLITAS, ARCILLITAS
	FORMACION PEBAS, LODOLITAS, ARCILLITAS
	NIVEL FREATICO
	CONTACTO LITOLOGICO
	CALICATA Y SU PROFUNDIDAD
	AUGER Y SU PROFUNDIDAD
	DPL
	PERFORACION A PERCUSSION CON SPT



PERFIL LONGITUDINAL
ESC H: 1:2000
ESC V: 1:400

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
TESIS:		
ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DEL TRAZO DEL OLEODUCTO DORADO -ANDOAS		
PLANTA Y PERFIL GEOTECNICO POR EL TRAZO		
km 116+000 - 117+000		
Elaborado:	Revisado:	Fecha:
A.G.	A.G.	Abril 2011

PLANOS EN PLANTA Y PERFIL DE CRUCES DE RIOS