

# MINERA ARATIRÍ

## PROYECTO VALENTINES

Extracción y Beneficiamiento de Mineral de Hierro, Mineroducto y Terminal Portuaria



### DESCRIPCIÓN DEL

# COMPLEJO MINERO Y MINERODUCTO

Noviembre 2014



---

DESCRIPCIÓN DEL  
**PROYECTO VALENTINES**  
COMPLEJO MINERO Y MINERODUCTO

NOVIEMBRE 2014

## ACLARACIÓN

En el presente documento se consolida la descripción de los componentes Complejo Minero y Mineroducto del Proyecto Valentines de Minera Aratirí.

Esta descripción actualiza información que fuera entregada entre octubre de 2011 y setiembre de 2014 a la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente y a la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE) del Ministerio de Industria, Energía y Minería.

En tanto se trata de información actualizada, algunos datos difieren con la remitida en 2011 debido a los cambios efectuados en el diseño del proyecto como parte de la evaluación ambiental que está actualmente en proceso.

Toda la información remitida a la DINAMA entre 2011 y 2014 en el marco de este proceso de evaluación ambiental está disponible a quien lo solicite en la DINAMA al amparo de la Ley N° 18.381 (Ley de derecho de acceso a la información pública), así como también en el sitio web de Minera Aratirí: [www.aratiri.com.uy](http://www.aratiri.com.uy)



## Índice de Contenidos

<b>1. DESCRIPCIÓN GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2. COMPLEJO MINERO.....</b>	<b>4</b>
2.1 GEOLOGÍA Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS .....	4
2.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MINAS Y PILAS DE ESTÉRILES .....	6
2.3 OPERACIÓN DE LAS MINAS .....	13
2.4 PLATAFORMAS DE ROM.....	18
2.5 TRITURADORAS PRIMARIAS.....	20
2.6 TALLERES DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PESADOS Y VEHÍCULOS LIVIANOS.....	22
2.7 POLVORÍN Y PLANTA DE EMULSIÓN .....	25
2.8 CINTAS TRANSPORTADORAS .....	27
2.9 PLANTA DE BENEFICIAMIENTO.....	30
2.10 REPRESA DE RELAVES.....	43
2.11 REPRESA DE AGUA BRUTA .....	49
2.12 CAMINOS DE TRANSPORTE Y ACCESO DENTRO DEL COMPLEJO MINERO .....	51
2.13 OPERACIÓN .....	54
2.14 RELLENO SANITARIO .....	55
2.15 PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES SANITARIOS .....	57
2.16 OTRAS INFRAESTRUCTURAS ALREDEDOR DE LA PLANTA DE BENEFICIAMIENTO .....	58
2.17 REMOCIÓN Y ACOPIO DE SUELO ORGÁNICO .....	60
2.18 GESTIÓN DEL AGUA.....	62
2.19 INSUMOS DURANTE LA OPERACIÓN .....	78
2.20 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	79
<b>3. MINERODUCTO .....</b>	<b>81</b>
3.1 INTRODUCCIÓN .....	81
3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL MD.....	81
3.3 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN .....	87
3.4 ETAPA DE OPERACIÓN.....	100
<b>4. SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA .....</b>	<b>105</b>
<b>5. MANO DE OBRA .....</b>	<b>106</b>
5.1 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	106
5.2 ETAPA DE OPERACIÓN .....	108
<b>6. CIERRE AMBIENTAL .....</b>	<b>109</b>
6.1 CIERRE AMBIENTAL DEL COMPLEJO MINERO.....	109
6.2 CIERRE AMBIENTAL DEL MINERODUCTO .....	122
6.3 POST-CIERRE .....	122
6.4 EXTINCIÓN DEL CONTRATO DE MINERÍA DE GRAN PORTE.....	122



## Índice de Tablas

Tabla 1-1: Área ocupada por los componentes CM y MD del Proyecto Valentines .....	3
Tabla 2-1: Reservas probables .....	5
Tabla 2-2: Predicción granulométrica para la roca de los estériles. ....	7
Tabla 2-3: Plan de Minado .....	13
Tabla 2-4 – Lista de Equipos para las Minas .....	15
Tabla 2-5 – Propiedades de los explosivos para las voladuras.....	16
Tabla 2-6: Predicción granulométrica del acopio en las plataformas de ROM .....	18
Tabla 2-7: Equipamiento Mínimo del Taller, Depósitos de Maquinarias, .....	23
Tabla 2-8: Características de los explosivos .....	26
Tabla 2-9: Cinta Transportadoras - Cruces de Arroyos o Caminos.....	28
Tabla 2-10: Construcción de la Represa de Relaves .....	47
Tabla 2-11: Volúmenes de Almacenamiento de la RR.....	48
Tabla 2-12: Caminos para el transporte y acceso al Complejo Minero .....	54
Tabla 2-13: Características de la Planta de Tratamiento de Efluentes Sanitarios.....	57
Tabla 2-14: Cálculo de Recuperación de Suelo Orgánico.....	61
Tabla 2-15: Precipitación Mensual .....	63
Tabla 2-16: Estadísticas de las Subcuencas.....	64
Tabla 2-17: Tasas de desagüe calculadas para las cinco minas en su desarrollo final .....	66
Tabla 2-18: Dimensiones de los Desvíos de Arroyos.....	73
Tabla 2-19: Residuos no peligrosos .....	79
Tabla 2-20: Residuos peligrosos .....	80
Tabla 3-1 Parámetros de diseño del MD.....	81
Tabla 3-2 Método constructivo para cruce de curso de agua.....	91
Tabla 3-3 Tapada mínima de relleno para colocación de tuberías.....	96
Tabla 3-4: Posibles centros de abastecimiento para alojamientos temporales de MD .....	98
Tabla 3-5 Procedimientos para operaciones anormales en el MD .....	103
Tabla 4-1: Energía eléctrica requerida durante la construcción, puesta en marcha y operación .....	105
Tabla 5-1 – Perfiles laborales en la fase de construcción (estimación preliminar) .....	106
Tabla 5-2 – Perfiles laborales en la fase de operación (estimación preliminar) .....	108
Tabla 6-1: Área ocupada por las comunidades vegetales intervenidas por el Proyecto Valentines.....	121

## Índice de Figuras

Figura 1-1: Localización general del Proyecto Valentines (trazo rojo) sobre imagen de Google Earth ® .....	1
Figura 1-2: Localización general del Complejo Minero sobre imagen de Google Earth ® .....	2
Figura 2-1: Diseño de la Mina Maidana y de la Mina Uría.....	8
Figura 2-2 – Diseño de la Mina Morochos.....	9
Figura 2-3 – Diseño de la Mina Mulero .....	10
Figura 2-4: Disposición General de la Zona de Minas del Sector Sur.....	10
Figura 2-5: Diseño de la Mina Las Palmas.....	11
Figura 2-6: Disposición General de la Zona de Mina Las Palmas.....	12
Figura 2-7: Trituradora Primaria (modelo 3D) .....	20
Figura 2-8: Cinta Transportadora .....	28
Figura 2-9: Cobertura de la Cinta Transportadora .....	29
Figura 2-10 – Disposición General de la Planta de Beneficiamiento.....	31



Figura 2-11: Trituradora y Zaranda Secundaria .....	33
Figura 2-12: Cono Secundario .....	33
Figura 2-13: Acopio Secundario .....	34
Figura 2-14: Rodillo de Molienda a Alta Presión .....	35
Figura 2-15: Acción de molienda por HPGR .....	35
Figura 2-16: Zaranda Terciaria.....	36
Figura 2-17: Molinos .....	37
Figura 2-18: Separación Magnética Gruesa.....	37
Figura 2-19: Remolienda de Concentrado Grueso.....	38
Figura 2-20: Torre de remolienda.....	38
Figura 2-21: Separación Magnética Limpiadora.....	39
Figura 2-22: Separación Magnética Limpiadora en Operación .....	39
Figura 2-23: Espesador de Concentrado .....	40
Figura 2-24: Espesador de Relaves .....	41
Figura 2-25: Acopio de Relaves Gruesos.....	41
Figura 2-26: Construcción de la Represa de Relaves .....	46
Figura 2-27: Construcción de la Presa de Agua Bruta .....	50
Figura 2-28: Precipitación Anual .....	62
Figura 2-29: Precipitación Mensual Promedio (mm) .....	63
Figura 2-30: Subcuencas .....	64
Figura 2-31: Curvas de Retención de Arroyos .....	65
Figura 2-32: Punta de toma propuesta en el canal Andreoni .....	69
Figura 3-1 Traza del MD .....	82
Figura 3-2 Traza de tubería de agua de reposición .....	86
Figura 3-3 Secuencia típica de construcción del MD .....	88
Figura 3-4 Corte de zanja tipo.....	89
Figura 3-5 Cruce típico de caminos .....	90
Figura 3-6 Corte tipo de cruce de curso de agua .....	92
Figura 3-7 Equipo para construcción de MD en zona de humedales.....	93
Figura 3-8 Rango de operación del MD .....	100
6-1: Perfil típico para lograr un pendiente natural de la pila de estériles.....	112
Figura 6-2: Simulación visual de la mina Maidana vista desde la intersección de los caminos del Monzón y al Paso Santa Rita del Yí: arriba: vista actual; abajo: simulación.....	113
Figura 6-3: Cierre progresivo en un sector no activo de una pila de estéril .....	114
Figura 6-4: Disposición del cierre de la represa de relaves (las zonas rosadas requerirán revegetación).....	116
Figura 6-5: Cotas de alivio de las represas de relaves y agua bruta.....	118

# 1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El Proyecto Valentines de Minera Aratirí tiene como objeto la explotación de mineral de hierro a cielo abierto, su concentración en una planta de beneficiamiento y la exportación del concentrado de hierro resultante a través de una Terminal Portuaria de dedicación exclusiva.

Los estudios realizados por Minera Aratirí han definido la existencia de recursos de mineral de hierro, con una ley promedio de 28% de hierro. El Proyecto Valentines está diseñado para producir y exportar aproximadamente 18 millones de toneladas por año (Mt/a) de concentrado de hierro durante aproximadamente 20 años.

El Proyecto Valentines ha solicitado Concesión para Explotar en un área de 15.036 ha en la integración de dos componentes:

- **Complejo Minero (CM);**
- **Mineroducto (MD).**

El tercer componente del Proyecto Valentines, Terminal Portuaria (TP), se emplazará en el área planificada para el Puerto de Aguas Profundas de acuerdo a la Ley N° 19.046.

La localización general del Proyecto Valentines se ilustra con trazo rojo en la Figura 1-1.

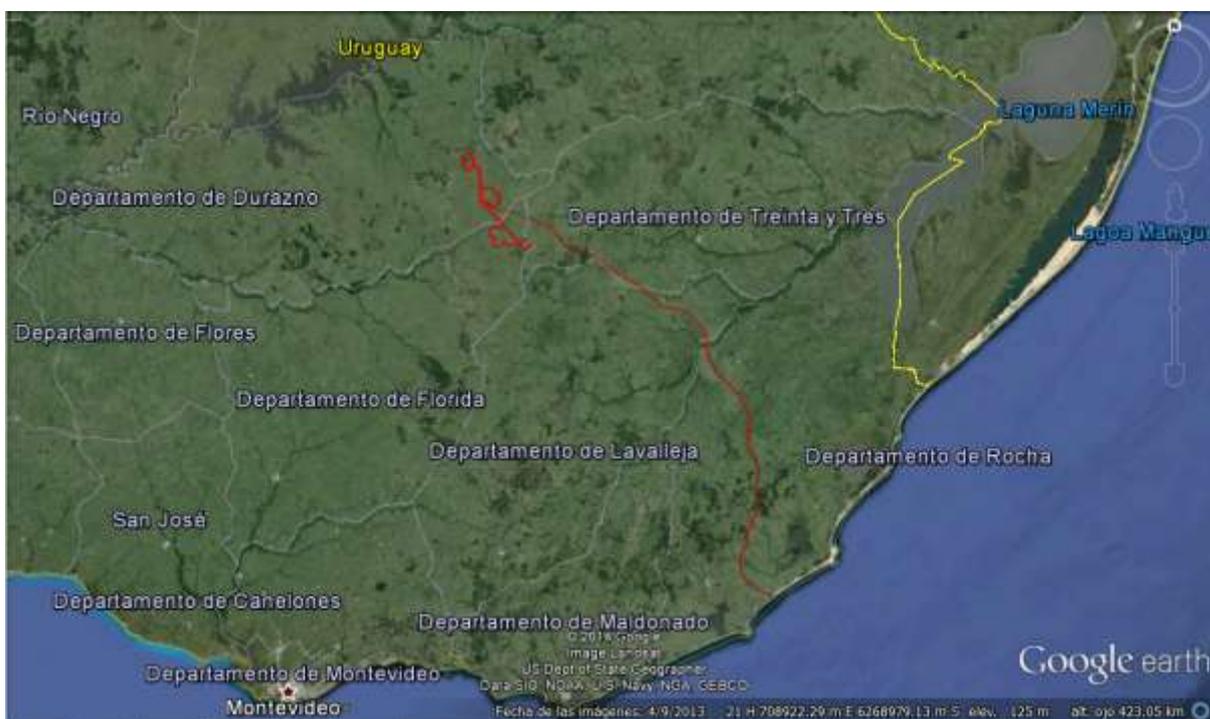


Figura 1-1: Localización general del Proyecto Valentines (trazo rojo) sobre imagen de Google Earth ©

El **Complejo Minero** se desarrollará en el extremo Este del departamento de Durazno, Norte de Florida y Oeste del departamento de Treinta y Tres, con un baricentro aproximadamente coincidente con la localidad de Cerro Chato, en la triple frontera de estos departamentos, y comprende las minas, la planta de beneficiamiento y las represas de relaves y agua bruta.

La localización general del Complejo Minero y sus subcomponentes se ilustra en la Figura 1-2.

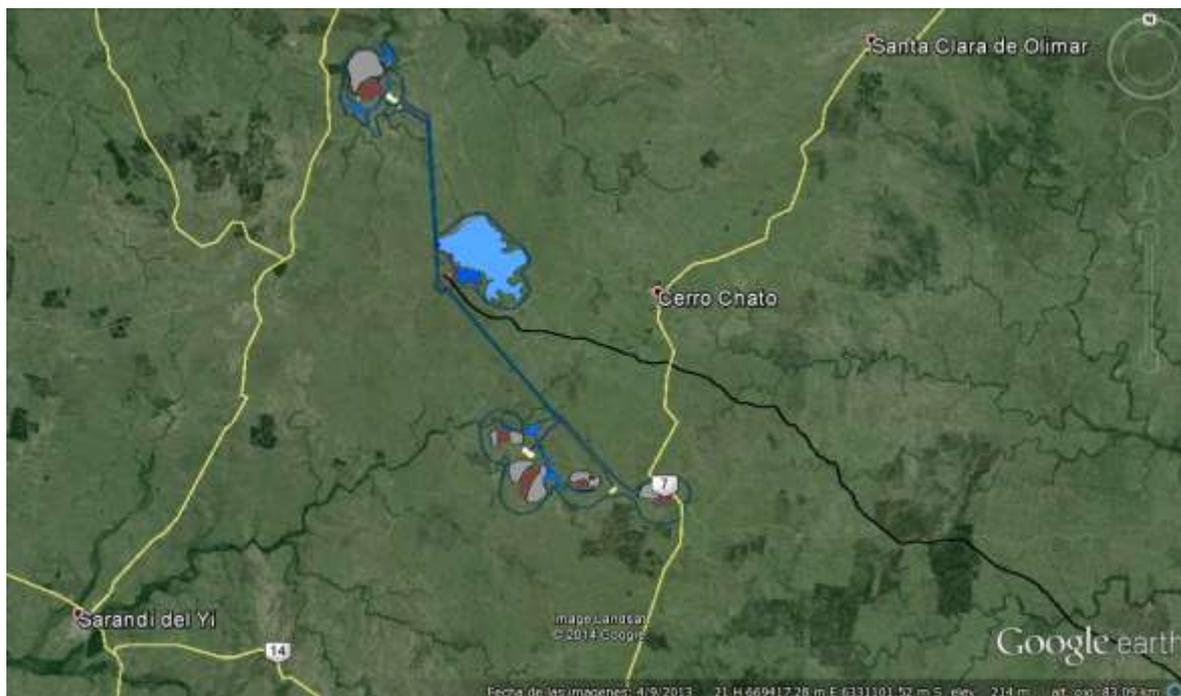


Figura 1-2: Localización general del Complejo Minero sobre imagen de Google Earth ®

Las **minas** de extracción a cielo abierto estarán necesariamente asociadas a los cuerpos mineralizados en explotación, las cuales podrían cubrir un área total de aproximadamente 522 ha. De acuerdo a lo previsto, la explotación de estos cuerpos no sería simultánea sino secuencial.

En la **planta de beneficiamiento**, el mineral extraído de la mina será triturado mecánicamente para habilitar la subsiguiente separación entre el hierro y el estéril por medios magnéticos. Se obtendrá así un producto con un contenido de hierro cercano al 65% y de agua al 35%. El material estéril que se obtiene como descarte del proceso de concentración será arrastrado por agua hacia el **represa de relaves**, superficie de aproximadamente 2.400 ha de desarrollo final, en el cual el agua decanta y desde donde se recirculará el agua para el proceso.

La **represa de agua bruta** permitirá asegurar la reposición del agua consumida en el proceso. Consistiría en un embalse de aproximadamente 250 ha, que permita acumular la escorrentía superficial. Siendo un depósito de respaldo, podría eventualmente habilitar un uso compartido con la actividad agropecuaria de la zona.

El **área de amortiguamiento** está limitada por el polígono envolvente de la solicitud de Concesión para Explotar. La misma ha sido definida de modo de generar un área que actúe de interfase amortiguadora de los impactos ambientales y otorgue seguridad operativa.

El concentrado de hierro se transportará hacia la Terminal Portuaria suspendido en agua (formando un *slurry*) a través de un ducto de aproximadamente 625 mm de diámetro externo y 234 km de largo (**Mineroducto**). Allí, en la Terminal Portuaria, el *slurry* se filtrará para separar el agua del concentrado de hierro, agua que retornará por otro ducto paralelo al Mineroducto (acueducto de agua de retorno de 625 mm diámetro externo) hacia la planta de beneficiamiento.

El alcance del presente documento se limita a los componentes mineros del Proyecto Valentines, por lo que no describe la Terminal Portuaria.

Las áreas que ocuparán los componentes CM y MD se resumen en la Tabla 1-1.



Tabla 1-1: Área ocupada por los componentes CM y MD del Proyecto Valentines

Componentes	Unidades	Instalaciones	Área ocupada (ha)	Comentarios
Complejo Minero	Minas	Minas	522	Área total del Complejo Minero: 14.505 ha. Incluye 5.928 ha intervenidos y 8.577 ha de zona de exclusión no intervenida.
		Pilas de estériles	1.735	
		Estructuras hidráulicas (canales y lagunas de sedimentación)	457	
		Trituración primaria, plataformas de ROM, y área logística de soporte	148	
		Cintas transportadoras y caminería interna	300	
	Planta de beneficiamiento	Planta y área logística de soporte	33	
	Infraestructura miscelánea	Relleno sanitario, subestación eléctrica, talleres de mantenimiento, vivero y otros edificios	33	
Circuito de agua	Represa de relaves Represa de agua bruta	2.700		
	Área de amortiguamiento	Envoltente a 1.500 m del borde de minas, 200 m del borde de pilas de estériles, planta y represas, 50 m del borde de cintas	8.577	
Mineroducto	Mineroducto y Acueducto de retorno	Mineroducto y Acueducto de retorno	Aproximadamente 750	Sólo durante construcción

El consumo total de energía para la operación del Complejo Minero y del Mineroducto será de aproximadamente 170 MW. Nuevas líneas de transmisión serán construidas a tales efectos. Acorde a lo que establece la reglamentación, la construcción y operación de estas líneas serán parte de un proyecto independiente realizado por UTE.

La construcción del Complejo Minero y el Mineroducto requerirá de aproximadamente 2.800 trabajadores, con picos de ocupación que podrán alcanzar los 4.000. Durante la etapa de operación se empleará un total de 1.480 personas, de las cuales 1.200 estarán asignadas a la operación del Complejo Minero, 10 a la operación del Mineroducto y 130 a la Administración Corporativa, a los que se suman los aproximadamente 140 puestos de trabajo previstos para la operación de la Terminal Portuaria.

## 2. COMPLEJO MINERO

### 2.1 GEOLOGÍA Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS

#### 2.1.1 Geología Regional

El área activa de investigación está formada por una serie de meta-sedimentos y rocas meta-volcánicas del orden de 2.400 a 3.100 millones de años de antigüedad, que han sido sometidas a un alto grado de metamorfismo (facies de granulita/piroxeno). Las rocas predominantes son gneises feldespáticos y meta-volcánicos máficos a intermedios, los cuales exhiben una esquistosidad incipiente. Inter-estratificados en estas rocas se encuentran una serie de estratos de cuarcita ferruginosa compuestos principalmente por cuarzo y magnetita, con menor cantidad de piroxeno y clorita. Las capas ferruginosas se clasifican como Formaciones de Hierro Bandeadas (BIF en inglés), conocidas localmente como Valentinesita.

El área está limitada al este por una zona de cizallamiento y rocas pertenecientes al Complejo Metamórfico Grenvillano (MPcmg) de edad Proterozoica Media; al oeste por rocas areniscas de la Formación Cerrezuelo (edad Devoniana); al norte por las rocas Devonianas (Dice), rocas pertenecientes a la Formación San Gregorio (Pisg), de edad Permiano Inferior, y rocas de facies granulita/piroxeno; mientras que al sur el área está limitada por granitos plutónicos del Batolito Illescas (PPbiy) de edad Proterozoica Inferior y materiales de facies granulita/piroxeno adicionales. Las rocas de facies granulita/piroxeno al norte y sur también contienen BIF, pero en concentraciones aparentemente más pequeñas que en el área seleccionada.

Junto con el alto grado de metamorfismo, las rocas del área han sido intensamente deformadas por múltiples fases de plegamiento. Sólo las dos o tres últimas fases de plegamiento se pueden identificar fácilmente, pero el efecto global de este plegamiento múltiple es el que ha causado un engrosamiento local de las capas BIF. En general, el alto grado de metamorfismo ha causado una re-cristalización de las rocas. De importancia para la investigación en curso es que las capas BIF comprenden ahora una mezcla de cuarzo/magnetita de grano grueso, con muy poco desarrollo entre los dos minerales.

#### 2.1.2 Estimación de Recursos y Reservas

Los depósitos de mineral de hierro de Valentines consisten en cinco zonas de explotación, denominadas: Uría, Morochos, Mulero y Maidana en la zona sur (conocido colectivamente como el 'Sector Sur') y Las Palmas en la zona norte. Mapeos geológicos y estudios geofísicos han identificado varias posibilidades de exploración dentro del Complejo Minero.

La zona de Las Palmas es el depósito más grande desde el punto de vista de longitud, rumbo y ancho. Las Palmas es la mina más simple debido a su ángulo de inclinación pronunciado. Los depósitos en el sector Sur son más complejos y generalmente más angostos que los de Las Palmas.

Los recursos y reservas han sido definidos de acuerdo a los criterios del *Joint Ore Reserves Committee* (JORC), criterios que son de referencia internacional. En este marco, los recursos indicados, medidos e inferidos del Proyecto Valentines son del orden de 1.500 millones de toneladas (Mt), con una ley de hierro promedio de 28% Fe.

El proyecto tendrá una vida útil del orden de 20 años con una tasa de producción máxima de 55 Mt/a de mineral ROM (siglas en inglés para *Run of Mine*, producción de mineral de las minas).

Cada mina tendrá su propio diseño según la optimización realizada en el estudio de factibilidad (que incluye factores como la geología, el precio del hierro, la capacidad de recuperar el mineral, y el costo de extracción y beneficiación). Cada diseño será subdividido en minas intermedias para mantener la relación entre los volúmenes de mineral y estéril de acuerdo al tamaño de la flota. Se continuará la colección de información geotécnica para definir el talud de las paredes de la mina que, dependiendo de la ubicación y orientación, puede variar entre 49 y 51 grados.

Un resumen de resultados de optimización de las reservas probables para cada mina, en millones de toneladas, se presenta en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1: Reservas probables

Minas	Mineral de Hierro (Mt)	Material Estéril (Mt)	Material Total (Mt)
Uría	192	432	624
Maidana	55	138	193
Morochos	65	80	145
Mulero	83	142	225
Las Palmas	369	458	827
<b>TOTAL</b>	<b>764</b>	<b>1.250</b>	<b>2.013</b>

Cada mina tendrá sus propias pilas de estéril en las cercanías para minimizar el tránsito dentro del recinto. En general, las pilas serán limitadas a una altura de 100 m sobre el nivel de la superficie existente y serán construidas con 5 capas de 20 m de altura cada una. El talud de las primeras dos capas será construido en 2.5:1 (H:V) y las siguientes dos capas serán construidas con taludes de ángulo de reposo. Se asume un factor de expansión del material de estéril de 133%.

La rampa de acceso será construida con un ancho de 35 m, un gradiente de 10:1 (H:V), y un mínimo de radio de curva de 100 m. En la base de la pila, se dejará una franja de 100 m de ancho para colocar una berma de seguridad, un camino de acceso, canales de drenaje, e hileras de suelo orgánico. Los diseños de las pilas incluirán controles para drenaje y agua de escorrentía, y donde sea factible, se tomarán las provisiones necesarias a efectos de facilitar y mejorar la rehabilitación de la superficie final en la fase de cierre.

## 2.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MINAS Y PILAS DE ESTÉRILES

El Proyecto Valentines propone la explotación de 5 cuerpos mineralizados, el mayor de ellos localizado al Norte de la Ruta Nacional Nº 19 (mina Las Palmas) y los 4 restantes, alineados aproximadamente en dirección Este-Oeste al sur de la Ruta Nº 19, denominados conjuntamente mians del sector Sur e individualmente de Este a Oeste, mina Mulero, Mina Morochos, mina Uría y mina Maidana.

La Lámina C.8\_32 del **Anexo III** ilustra la distribución geográfica de las 5 minas y la disposición de la infraestructura operativa y de soporte asociada a las mismas.

El diseño de las todas minas asume las siguientes condiciones de borde:

Parámetros de diseño de la mina	Cantidad
Producción (ROM) de mineral de todo el Complejo Minero (Mt/a)	52
Horas operando (h/año)	8.760
Vida de la operación (años)	20
Recuperación de Mineral de la Mina (%)	98

El **Anexo IV** presenta los diseños de cada una de las minas y de las correspondientes pilas de estériles que se describen a continuación.

### 2.2.1 Mina Uría

Se ha planificado que la Mina Uría será explotada en cuatro etapas. Para ello se necesitará desviar el arroyo Valentín al Norte hacia la quebrada adyacente. La mina en su desarrollo final tendrá aproximadamente 3 km de largo, 600 m de ancho y 350 m de profundidad como ilustra la Figura 2-1. El ángulo de inclinación total de la Mina Uría (desde la cima hasta el fondo), estará entre los 44 y los 47 grados respecto a la horizontal. El diseño final de la mina será realizado de acuerdo al modelo de mineral que estará desarrollado en la ingeniería de detalle, además de factores geotécnicos.

Habrà dos acopios de material estéril, localizados al Noroeste y Sureste de la Mina Uría. Se conformarán por capas de 20 m de altura, hasta un máximo de 5 capas. El material estéril será cargado y acarreado de la misma manera que el mineral, para luego ser vertido en las ubicaciones activas de las pilas de material estéril y empujadas por encima del frente de 20 m de altura, por topadoras, para mantener una distancia de amontonamiento segura a lo largo del frente.

La Tabla 2-2 muestra la predicción para la distribución granulométrica para la roca de los estériles.

Tabla 2-2: Predicción granulométrica para la roca de los estériles.

<b>Díámetro (mm)</b>	<b>Porcentaje de paso (%)</b>
10	2%
41,5	10%
100	24%
252	52%
400	70%
700	88%
800	92%
1.000	96%
1.200	98%
1.500	99%

El diseño final de todas las pilas de material estéril será realizado de acuerdo al modelo de mineral que estará desarrollado en el diseño de ingeniería de detalle además de a los factores geotécnicos.

La operación de la mina Uría requerirá desviar el arroyo Valentín hacia el Norte a fin de asegurar una adecuada separación de la cresta de la mina.

## 2.2.2 Mina Maidana

Como se muestra en la Figura 2-1, la Mina Maidana en su desarrollo final, tendrá aproximadamente 1,4 km de largo, 500 m de ancho y 300 m de profundidad. El ángulo de inclinación total (desde la cima hasta el fondo), será aproximadamente de 49 grados respecto a la horizontal. El diseño final de la mina será realizado de acuerdo al modelo de mineral que se estará desarrollado en el diseño de ingeniería de detalle además de factores geotécnicos.

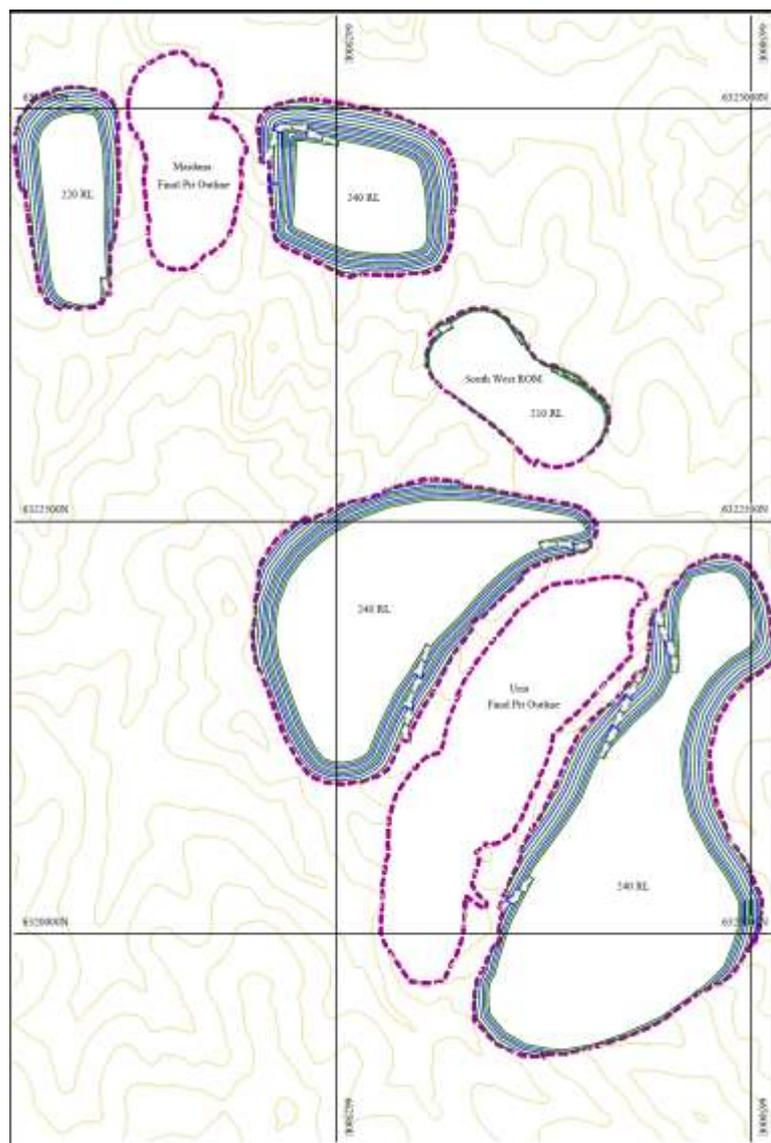


Figura 2-1: Diseño de la Mina Maidana y de la Mina Uría

Habrán dos acopios de material estéril, localizados al Oeste y Este de la Mina Maidana. Se conformarán por capas de 20 m de altura, hasta un máximo de 5 capas. La construcción y operación de la pila de estéril será similar a lo descrito para la Mina Uría.

Por consideraciones de estabilidad de la mina, se requerirá desviar un tramo del río Yí hacia el Norte a fin de asegurar una adecuada separación de la cresta de la mina.

### 2.2.3 Mina Morochos

La Mina Morochos será pequeña (con relación a las otras minas) y de superficie casi circular. Será explotada en dos etapas. La mina final tendrá aproximadamente 800 m de diámetro y 350 m de profundidad. El ángulo de inclinación total de la Mina Morochos (desde la cima hasta el fondo), estará entre los 42 y 45 grados respecto a la horizontal. El diseño final de la mina será realizado de acuerdo al modelo de mineral que estará desarrollado en el diseño de ingeniería de detalle, además de a los factores geotécnicos.

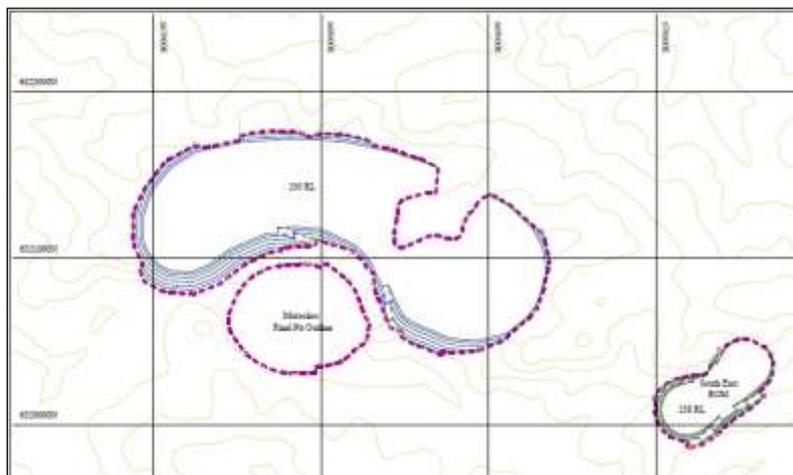


Figura 2-2 – Diseño de la Mina Morochos

Habrá un acopio de material estéril que se extiende alrededor del Noroeste, Norte y Este de la mina Morochos. Se conformará por capas de 20 m de altura, hasta un máximo de 5 capas. Una capa se extenderá alrededor del Sur de la mina como una protección contra eventuales inundaciones.

La construcción y operación de la pila de estéril de Mina Morochos es similar a lo descrito para la Mina Uría.

La construcción de la mina Morochos requerirá de un desvío de un tramo del arroyo Valentín hacia el Sur en la zona de la mina.

### 2.2.4 Mina Mulero

El desarrollo final de la mina Mulero tendrá aproximadamente 1,4 km de largo, 700 m de ancho y 200 m de profundidad. El ángulo de inclinación total de la Mina Mulero (desde la cima hasta el fondo), estará entre los 48 a 50 grados respecto a la horizontal. El diseño final de la mina será realizado de acuerdo al modelo de mineral que se estará desarrollado en el diseño de ingeniería de detalle además de factores geotécnicos.

Habrá un acopio de material estéril al Noroeste de la mina. Se conformará por capas de 20 m de altura, hasta un máximo de 5 capas. La construcción y operación de la pila de estéril es similar a lo descrito para la Mina Uría (Figura 2-3).

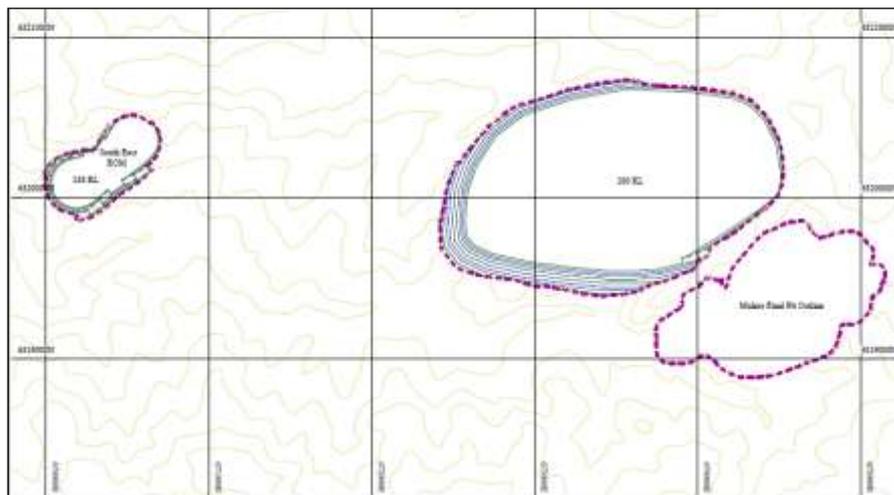


Figura 2-3 – Diseño de la Mina Mulero

Es probable que la construcción de la mina Mulero requiera de un desvío de un tramo del arroyo Valentín hacia el Sur en la zona de la mina, aspecto que será definido en la ingeniería de detalle.

La Mina Mulero será aledaña a la Ruta 7, por lo que será necesario implementar el desvío de la ruta 7 en el tramo correspondiente. Se prevé que la explotación de la mina Mulero comience aproximadamente a los 5 ó 6 años de iniciadas las operaciones en las minas de Uría, Maidana y Las Palmas, sin perjuicio de lo cual se propone un trazado alternativo para el tramo de ruta comprometido, que significa una rectificación.

Estas cuatro minas constituyen una zona de minas referida como Sector Sur, como muestra la Figura 2-4 e ilustra la Lámina C.8\_34 del **Anexo III**.

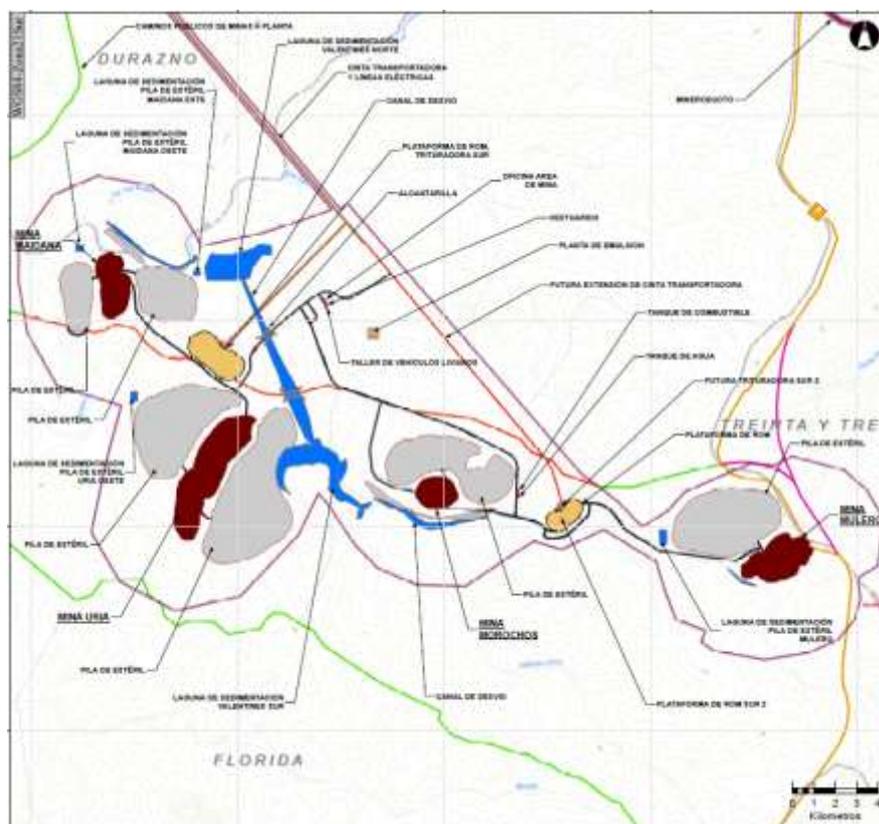


Figura 2-4: Disposición General de la Zona de Minas del Sector Sur

## 2.2.5 Mina Las Palmas

La Mina Las Palmas se encuentra en una zona mineralizada distinta a las anteriores, a unos 25 km al Norte de éstas y su configuración se indica en la Figura 2-5.

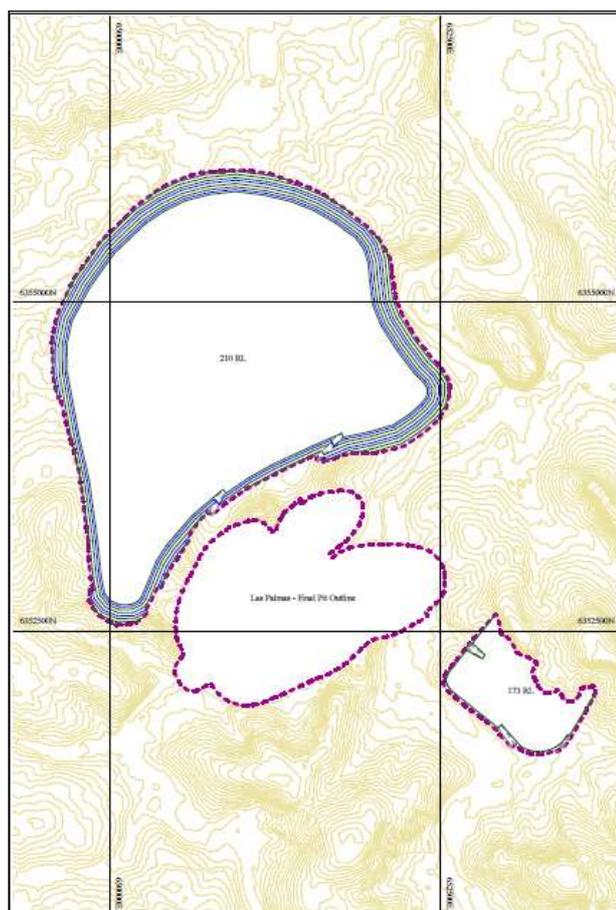


Figura 2-5: Diseño de la Mina Las Palmas

La Mina Las Palmas será explotada inicialmente como dos minas separadas, para finalmente conformar una única mina, tras la unión del lado Suroeste. Las Palmas en su configuración final tendrán aproximadamente 4 km de largo con un ancho efectivo de 1 km y una profundidad de 380 m. El ángulo de inclinación total de esta mina (desde la cima hasta el fondo), será de aproximadamente 47 grados respecto a la horizontal.

El material estéril de la mina Las Palmas será depositado en una pila al Noroeste de la mina en capas de 20 m de altura y un máximo de 5 capas. La construcción y operación de la pila de estéril es similar a lo descrito para Mina Uría. La distancia entre el pueblo de Las Palmas y la pila de estéril será un kilómetro, como mínimo.

El diseño final de la mina será realizado de acuerdo al modelo de mineral que estará desarrollado en el diseño de ingeniería de detalle, además de a factores geotécnicos.

La Figura 2-6 y la Lámina C.8\_33 del **Anexo III** ilustran sobre su distribución geográfica y la disposición de la infraestructura operativa y de soporte asociada a las mismas.

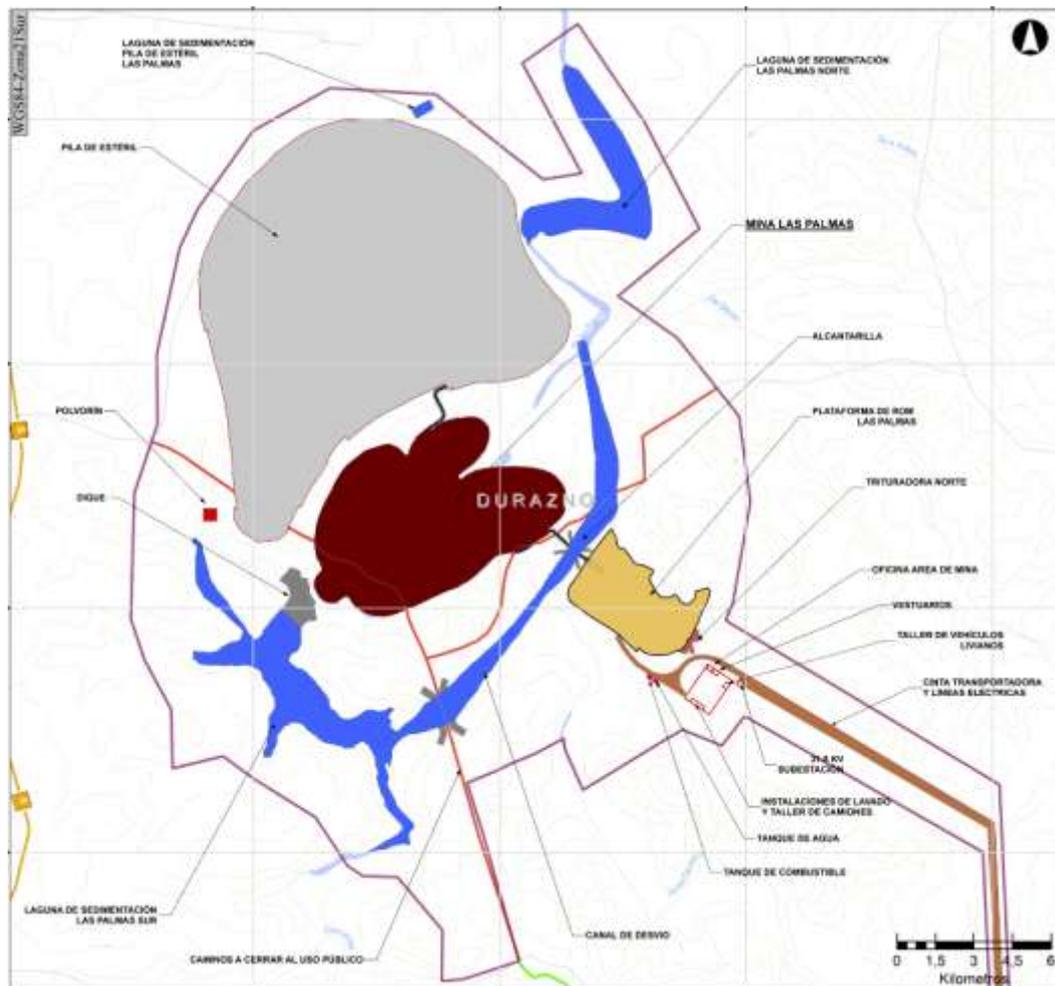


Figura 2-6: Disposición General de la Zona de Mina Las Palmas

El arroyo las Palmas cruza el cuerpo de esta mina, por lo que deberá ser desviado mediante un canal hacia el Este, para luego reconectarse con el arroyo unos kilómetros hacia el Norte.

## 2.3 OPERACIÓN DE LAS MINAS

### 2.3.1 Secuencia del Programa de Producción

La producción se programará en diversas áreas de minado y en cada momento, de tal manera que se mantenga la tasa de producción requerida de mineral y de roca estéril, tanto a corto como a largo plazo.

Inicialmente, cada área de la mina y cada etapa de diseño de la mina serán desarrolladas por equipos mineros de menor tamaño, para establecer áreas planas adecuadas para que la flota mayor de minado principal opere en forma sostenida. Al inicio de la actividad (fase de construcción), la tasa del minado pre-producción (es decir, el acopio de estériles y mineral anterior y necesario para el inicio de la operación de la planta de beneficiamiento) aumentará gradualmente para permitir una puesta en marcha ordenada del equipo de mina, una adecuada capacitación de los operadores de los equipos y el establecimiento adecuado de terrazas de operación, para obtener un estado estable y una producción de mina sostenible durante la fase de operación. Se prevé que el minado pre-producción deberá iniciarse por lo menos un año antes del inicio de las operaciones de la planta de beneficiamiento.

En el caso de las minas del Sector Sur, el plan de minado (Tabla 2-3) implica comenzar en Maidana y Uría, y posteriormente avanzar a Morochos y luego a Mulero. En Las Palmas, el minado se iniciará en el Oeste y avanzará hacia el Este.

Una vez alcanzada la producción total a través de la planta de beneficiamiento, se anticipa que la tasa de producción de mineral ROM seguirá las siguientes etapas:

Tabla 2-3: Plan de Minado

Años	ROM (Mt/a)	Minas
0 a 2	52	Maidana, Uría, Las Palmas
3 a 4	57	Maidana, Uría, Morochos, Las Palmas
5 a 20	60	Maidana, Uría, Morochos, Mulero, Las Palmas

### 2.3.2 Método de Minería

El método de minado para el Proyecto Valentines se compone de fractura por explosión, excavación, carga de los camiones, transporte desde el frente de trabajo y posterior descarga del mineral de hierro y el material estéril en su debido destino.

#### Minas

El método de extracción consiste en los siguientes pasos:

- Marcar la extensión de los trabajos propuestos en el terreno;
- Diseñar y construir las medidas necesarias de control del drenaje;
- Limpiar y eliminar la vegetación de la zona propuesta para la mina;
- Retirar y reservar la vegetación que sea posible para los trabajos de remediación;
- Construir los caminos de transporte y las rampas de acceso ancho, con los estándares adecuados para la flota primaria de mina;

- Llevar a cabo todos los requisitos de control;
- Iniciar las perforaciones y explosiones iniciales necesarias para establecer suficiente stock de material fragmentado;
- Comenzar la carga rutinaria y transporte del mineral de hierro y el material estéril con la flota primaria;
- Volcado directo del mineral en la trituradora primaria o en la zona de reserva junto a la trituradora;
- Realizar mantenimiento rutinario y supresión de polvo de la caminería, zona de trabajo de explotación, acopios de mineral de hierro y de estériles mediante bulldozers, motoniveladoras y camiones cisterna.
- Cuando sea necesario, instalar y operar las bombas de succión para el desagüe del pozo.

Aunque se trata de una operación minera a gran escala, siempre será necesario mantener el foco en minimizar la pérdida de mineral en el proceso de separación del material estéril.

#### Depósitos de material estéril

El proceso de desarrollo de los depósitos de material estéril de una forma eficiente en costos y efectiva en tiempos, incluye las siguientes actividades:

- Marcar la extensión de los trabajos propuestos en el terreno, buscando minimizar el área sensible afectada;
- Diseñar y construir las medidas necesarias de control del drenaje;
- Retirar la vegetación de la zona propuesta para depósito de estériles, remover y acopiar el suelo orgánico cuando sea practicable para su posterior uso en la etapa de rehabilitación; y
- Operar el depósito de estériles manteniendo los objetivos de minimizar el área afectada en un mismo momento y maximizar el área en rehabilitación.

### **2.3.3 Operación de Equipos Mineros**

Un resumen de la cantidad de equipos pesados que se requerirá en el Complejo Minero en el momento de máxima producción se presenta en la Tabla 2-4.

Tabla 2-4 – Lista de Equipos para las Minas

Equipos	Función	Cantidad de Equipos			
		Sector Sur	Las Palmas	Central <sup>1</sup>	Total
Perforadora (Bucyrus SKF 12)	Perforaciones para la voladura	17	16	0	33
Palo (O&K RH340FS – diesel)	Excavación de mineral y/o estéril en la mina	3	2	0	5
Excavadora (O&K RH340BH – diesel)	Excavación de mineral y/o estéril en la mina	2	2	0	4
Excavadora (O&K RH90 – diesel)	Excavación de mineral y/o estéril en la mina	1	1	0	2
Cargador (CAT 994F y CAT992H)	Transporte de mineral y/o estéril a las volquetas en la mina	3	3	1	7
Volqueta (CAT 793F y CAT777F)	Transporte de mineral y/o estéril a las plataformas de ROM o las pilas de estéril, respectivamente.	37	48	6	91
Wheel Dozer (CAT834H) y Track Dozer (CATD10T)	Movimiento de mineral en las pilas de acopio	7	5	1	13
Moto niveladora (CAT24M y CAT16M)	Mantenimiento de caminos de acceso	3	3	1	7
Cisterna (CAT777F)	Riego de caminos de acceso	2	2	1	5
Camiones de Mantenimiento (Mecánico y Combustible)	Servicios mecánicos móviles y transporte de combustible y lubricantes (fuera del taller de equipos pesados)	3	3	1	7
Camión Cama Baja, Camión Grúa, Tractor, Retroexcavadora, Manejador de Neumáticos, y otros	Varias funciones	4	4	2	10
<b>Total de equipo pesado</b>		<b>82</b>	<b>89</b>	<b>13</b>	<b>167</b>
Vehículos Medianos y Livianos	Transporte de personal				55
<b>Total de equipamiento y vehículos</b>					<b>222</b>

La selección de los equipos de minado se basa en una serie de parámetros relacionados, incluyendo el método de minado para cada mina o área específica de la mina, la tasa de producción necesaria, la vida operativa de la mina, la tasa de trituración primaria, la tecnología disponible y el soporte de mantenimiento previsto para el equipo.

El equipo primario de carga y acarreo necesitará incluir palas de un peso mínimo total de 500 t y camiones con cargas útiles mínimas de 227 t. Se prevé que por lo menos 2 de las palas serán configuradas como retroexcavadoras para las nuevas áreas de minado selectivo, para establecer nuevas terrazas de la mina por debajo de la superficie natural y para otras aplicaciones específicas de minado. También podría haber una combinación de palas y perforadoras para taladros de voladura, eléctricos y Diésel.

<sup>1</sup> Refiere al área de la planta de beneficiamiento e infraestructura auxiliar, represa de relaves, y represa de agua bruta.

## 2.3.4 Extracción del Mineral

Los límites de mineral y roca estéril se definirán según el muestreo de perforadoras de voladura, además de perforación especial adicional y mapeo geológico de superficies expuestas. El objetivo es minimizar la pérdida de mineral o dilución de mineral por la roca estéril. Los geólogos de la mina utilizarán esta información para diseñar las áreas de minado de mineral y roca estéril, y estas serán físicamente marcadas en el campo, una vez tomado en cuenta el movimiento de material de las actividades de voladura, además de aplicar toda diferencia visual detectable entre los materiales minerales y estériles. Después de la identificación de los yacimientos minerales se creará un diseño virtual de alta precisión para delimitar la zona mineralizada de manera ajustada.

Llegado este punto, se perforan y colocan cargas de voladura en estas perforaciones (barrenos) y el proceso de minado en sí, se inicia. Una vez que la malla (patrón de barrenos) ha sido perforada, se revisan los barrenos para ver la profundidad y la presencia de agua. Este “control de calidad” asegura que las voladuras sean lo más eficientes posibles, y reduce la pérdida de energía y la emisión de subproductos indeseados. Seguidamente, los barrenos son cargados con explosivos. Se introduce un detonador y un cebo hasta que cuelguen a 1 m del fondo, aproximadamente. Luego se bombea ANFO (por sus siglas en inglés, nitrato de amonio y diésel) alrededor del detonador y el cebo. El barreno es llenado hasta una altura de 3 m de la superficie y los 3 m restantes son llenados con un taco-grava tamizada a cierta escala de tamaño. El taco actúa como tapón y obliga a la energía explosiva a dirigirse hacia la roca circundante. Cuando todos los barrenos han sido cargados, son interconectados de manera de lograr una secuencia de detonación preestablecida; en este punto, la voladura está lista para ser detonada.

El programa de perforación y voladura es altamente variable, pues depende de varios factores (cronograma de minería, tasa de producción/demanda, precio del mercado, etc.).

Tabla 2-5 – Propiedades de los explosivos para las voladuras

Descripción	Cantidad
Cantidad típica de perforaciones por explosión	300 (distribuidas sobre una voladura o múltiples voladuras)
Cantidad típica de explosiones por detonación	200
Cantidad de explosivos por detonación (kg)	480
Uso promedio anual de explosivo (t/a)	50.000
Pico máximo anual de uso de explosivos (t/a)	60.000

Antes de que la zona volada pueda ser excavada, algunos de los bloques de mineral deben ser identificados. Los geólogos hacen esto clavando estacas de madera en los bloques con cintas de color abanderadas, brindándole apoyo visual a los operadores de las palas y otros miembros del personal de producción para que puedan identificar la ubicación de los bloques de mineral. Una vez que la zona volada se encuentra demarcada, los geólogos desarrollan un plano que muestra los bloques de mineral, labores antiguas y cualquier otra característica importante. A esto se le conoce como “plano de excavación”. Una copia electrónica de este plano es también enviada al sistema de navegación a bordo (Sistema de Movimiento de Tierras Asistido por Computadora o CAES, por sus siglas en Inglés) de las palas y demás equipos de carga. Una vez que los operadores de las palas tienen una copia de dicho plano, se les permite excavar la zona volada.

## 2.3.5 Carga y Transporte

El minado tomará en cuenta el ángulo de las capas de mineral y de las bandas de roca estéril (denominado buzamiento de las zonas minerales), al igual que la potencia (grosor) tanto de las capas de mineral como de las capas internas de roca estéril. En zonas geológicamente más complejas, el minado se llevará a cabo en terrazas de menor altura (10 m) y se utilizarán retroexcavadoras en vez de las palas frontales utilizadas en las áreas más grandes, amplias y menos complejas. Cuando sea necesario, también se utilizarán cargadores frontales para cargar mineral y roca estéril en los camiones volquetes, así como para apoyar a las palas primarias en caso que no se encuentren disponibles, o para el movimiento de un área a otra.

El acarreo, tanto de mineral como de roca estéril, se llevará a cabo con una amplia flota de camiones volquetes de marco rígido y grande. Un sistema GPS de monitoreo de flotas en tiempo real será utilizado para supervisar y reportar las actividades de carga y acarreo, y para asegurar que el mineral y la roca estéril no sean transportados accidentalmente a la ubicación errónea. Las actividades de acarreo y descarga serán asistidas por una flota de topadoras, motoniveladoras y camiones cisterna.

Mientras se realizan las excavaciones, otros equipos asociados a la producción se encuentran en las inmediaciones del área. Se utilizan topadoras CAT D10R para mantener el suelo nivelado. Camiones cisterna constantemente rociarán agua en las zonas de voladura y en los caminos, para mitigar la emisión de polvo y asegurar buena visibilidad. Esta medida reduce los niveles globales de polvo emitidos por la operación. El sistema de cabina, en conjunto con las cintas ubicadas en la parte superior de la zona volada, le indican al operador de la pala cuál es el material (mineral, de ley marginal o estéril) que se está minando. El operador de la pala notifica al operador de despacho, quien está supervisando la totalidad de las operaciones del Complejo Minero, quien ingresa esta información en el sistema de control, conjuntamente con el lugar de destino del material. Cuando un camión se detiene en la ubicación de la pala, el sistema computarizado del camión utiliza un receptor GPS para determinar cuál es la pala en la que se ha detenido. Luego este envía un mensaje a la computadora de despacho, preguntando qué material está siendo cargado. La computadora de despacho responde indicando el tipo de material y su destino. Cuando la computadora a bordo del camión recibe esta información, esta notifica al conductor del camión a través de una pantalla de visualización en su cabina.

Una vez llenado, el camión se retira de la ubicación de la pala y lleva su carga al destino especificado. Este podría ser la trituradora primaria, una pila de mezcla (que es una pila de acopio de mineral) una pila de estéril u otra ubicación específica. El camión sabe cuál es la ruta planificada que debe tomar, de tal manera que si la unidad GPS detecta que el conductor ha tomado una ruta equivocada, esta emite un sonido de advertencia. Esto evita que se transporte mineral a una pila de estéril o roca estéril a la trituradora. El camión vierte su carga y regresa a la pala para recibir otra. Dependiendo de la ubicación de las palas y del destino del material, un desplazamiento ida y vuelta del camión podría tomar entre 20 y 40 minutos.

Este ciclo, como todo el proceso de la operación, es continuo 24 horas al día, los 365 días del año.

## 2.4 PLATAFORMAS DE ROM

Las plataformas de ROM son las explanadas donde los camiones descargan el ROM, tanto para su acopio temporal como para su procesamiento en la trituradora primaria adyacente.

### 2.4.1 Diseño

El sector de Las Palmas tiene una plataforma de ROM donde se acopia el ROM que no será procesado inmediatamente. El sector sur de minas tendrá dos plataformas de ROM: (1) al norte de la mina Uría y este de la mina Maidana, y (2) entre la mina Morocho y la mina Mulero.

El diseño de las plataformas de ROM se basa en las siguientes suposiciones:

- La plataforma de ROM se diseña a cota +15 m sobre la base la trituradora primaria.
- El acceso principal a la plataforma de ROM está alineado con las salidas de las minas. Además se construirán otras dos rampas de acceso a la plataforma ROM para recibir a vehículos livianos y vehículos de mantenimiento.
- El acopio sobre las plataformas de ROM es variable en cantidad y localización, según el flujo de descarga determinado por la programación y operación de la mina.

La Tabla 2-6 muestra la predicción de granulométrica del acopio en las plataformas de ROM.

Tabla 2-6: Predicción granulométrica del acopio en las plataformas de ROM

Diámetro (mm)	Porcentaje acumulado pasante (%)
10	9%
41,5	15%
100	30%
252	57%
400	75%
700	97%
800	99%
1.000	99,5%
1.200	100%
1.500	100%

### 2.4.2 Construcción

Para la construcción de las Plataformas de ROM se distinguen las siguientes fases:

1. Retiro de los arbustos y limpieza del suelo vegetal existente, el que será acopiado en zona próxima para su posterior uso en la remediación de taludes expuestos.
2. Compactación del terreno subyacente con rodillo pata de cabra a efectos de obtener una correcta base de apoyo de las capas superiores.

3. Conformación de la explanada hasta los niveles de proyecto mediante el depósito, la nivelación y compactación de los materiales producto de las actividades de construcción del Complejo Minero. Los trabajos de transporte, nivelación y compactación del material se realizarán con equipo de movimiento de suelos tradicional (camiones, motoniveladoras, topadoras, cilindros de compactación, etc.). No presentan singularidades o dificultades que deban ser especialmente consideradas.
4. Protección de los taludes expuestos (si fuese necesario) con el suelo vegetal retirado inicialmente.
5. Colocar y mantener una capa de mena de bajo tenor sobre la sub-base de material estéril.

Todas las plataformas de ROM disponen un área suficiente en su entorno que les permitiría expandirse progresivamente si fuese necesario.

### 2.4.3 Operación

En cada plataforma de ROM habrá acopios donde se recibirá el mineral cuando, por cualquier razón, la trituradora no esté disponible (por ejemplo, si la tasa de minado fuera más alta que la tasa de trituración). Estos acopios serán levantados por cargadores frontales, vertiendo el mineral en la trituradora cuando las condiciones de operación vuelvan a permitirlo.

## 2.5 TRITURADORAS PRIMARIAS

### 2.5.1 Diseño

Las trituradoras primarias son equipos semi-portátiles de tipo giratorio con una tolva de alimentación, donde los camiones descargarán el mineral ROM. El diseño de las trituradoras primarias asume las siguientes condiciones de borde:

<u>Parámetros de trituradoras primarias</u>	<u>Cantidad</u>
Alimentación de mineral a la planta (t/a)	52.000.000
Horas operando (h/a)	6.570
Capacidad del tolva de ROM (camiones de volqueta)	1,5
Vida de la operación (años)	20

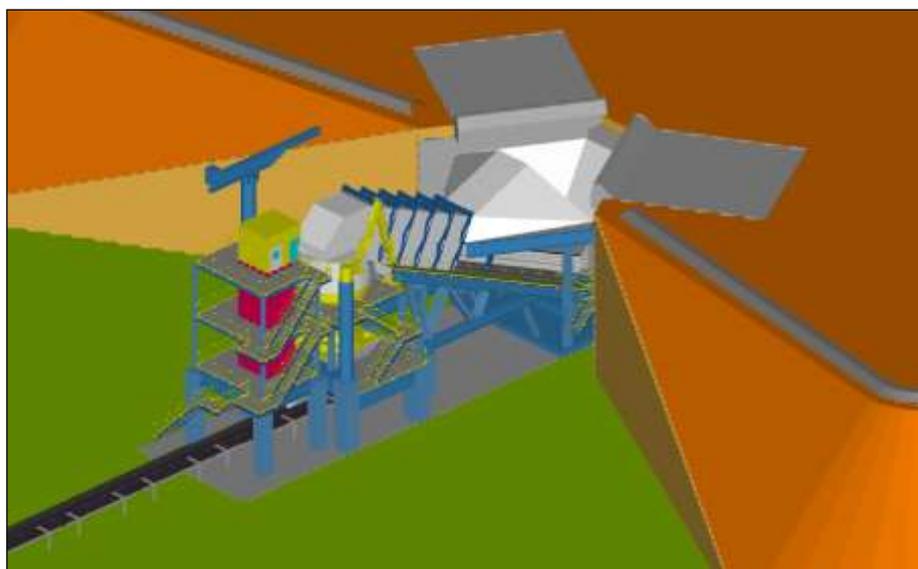


Figura 2-7: Trituradora Primaria (modelo 3D)

### 2.5.2 Construcción

En la trituradora primaria se distinguen 2 zonas claramente diferenciadas, separadas por un muro de contención.

1. Equipo de trituración, que se desarrolla en diversos niveles y se apoya sobre una estructura de hormigón armado.
2. Explanada superior, por donde circulan los camiones que descargan el material a triturar.

Desde el punto de vista constructivo, cada una de las áreas presenta sus propias características.

La estructura de soporte del equipo de trituración será de hormigón armado, y estará compuesta por bases, vigas, pilares y losas hormigonadas construidas *in situ*. Su construcción será realizada de modo tradicional y no presenta ninguna singularidad o dificultad que deba ser especialmente considerada.

La explanada superior por donde circulan los camiones que descargan el material a triturar consiste en un relleno de material seleccionado que se construye al mismo tiempo que el muro de contención que la separa del equipo de trituración.

Esta técnica se conoce como suelo reforzado (y ha sido patentada por primera vez con el nombre de tierra armada). Hoy en día existen en el mundo muchas patentes, pero todas son variantes de la original y presentan pocas diferencias entre sí.

Su construcción se realiza de modo similar al de cualquier terraplén, con la diferencia que debe compactarse en capas de menor espesor y colocar mallas metálicas (o de geotextil) entre las capas en la zona de acción del muro. Esta malla (o armado) le confiere resistencia a la masa de suelo y conforma el propio muro resistente.

### 2.5.3 Operación

Cada trituradora tendrá la capacidad de procesar aproximadamente 4.000 t/h y reducirá el ROM desde un tamaño nominal superior a 1.200 mm a fragmentos de aproximadamente 300 mm ( $P_{80}$ )<sup>2</sup>. El material triturado ( $P_{80}$  130-170 mm) será descargado a una cinta transportadora que lo dirige hacia la planta de beneficiamiento. Cada trituradora primaria será equipada con un filtro de manga. El polvo acumulado será aglomerado y devuelto a la cinta.

Los fragmentos de ROM con sobretamaño serán reducidos por un quebrador de roca dedicado, ubicado junto a la cubeta de la trituradora primaria. Después que el mineral haya pasado por las trituradoras ingresa a la cubeta de descarga de la trituradora primaria desde donde el mineral será retirado por el faldón de alimentación de mineral triturado. El faldón de alimentación descarga hacia la cinta transportadora.

Cada trituradora primaria contará con una bomba de sumidero para rescatar aguas de lavados y de lluvia.

---

<sup>2</sup>  $P_{80}$  refiere al porcentaje (80%) de partículas que pasan el diámetro nominal indicado.

## 2.6 TALLERES DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PESADOS Y VEHÍCULOS LIVIANOS

### 2.6.1 Diseño

En la plataforma adyacente a cada trituradora primaria se construirá un taller de mantenimiento para equipos pesados y vehículos livianos. En estos talleres se realizará el mantenimiento de rutina de los equipos pesados, incluyendo mantenimiento programado, cambio de neumáticos, y cambio de componentes entre otros, así como las reparaciones requeridas. La infraestructura del taller de mantenimiento incluye:

- Talleres cerrados con suficiente estacionamiento y áreas de trabajo de acuerdo al equipo utilizado.
- Soldadura y servicio de gomería;
- Abastecimiento de combustible para los equipos pesados y livianos, desde un tanque de combustible de 700.000 L;
- Centro de almacenamiento y equipos dispensadores de lubricantes;
- Tuberías de descarga de residuos de aceite a los tanques de aceites usados;
- Áreas para depósito de repuestos, componentes y herramientas;
- Tanques de agua para la trituradora primaria y los componentes auxiliares en las plataformas adyacentes (también para control de incendios);
- Lavaderos con separadores de agua-aceite. Ambos lavaderos, para vehículos pesados y livianos estarán contiguos y tendrán un mismo sumidero para drenaje hacia una pileta de evaporación;
- La oficina de mina, que consistirá en dos edificios. Uno tendrá oficinas para personal de operaciones, tal como supervisores de turno, planificación de mina y seguridad. El otro edificio albergará los vestuarios y el comedor;
- El pozo séptico, diseñado para el servicio a 100 personas. Los residuos sépticos serán colectados periódicamente y transportados a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la Planta de Beneficiamiento.

El agua potable será traída regularmente por camiones cisterna.

### 2.6.2 Construcción

En los edificios de talleres se distinguen los siguientes elementos constructivos básicos: fundaciones de hormigón armado; estructura metálica; cubierta y cerramientos exteriores en chapas de acero galvanizado pre-pintado; entresijos de hormigón y acero (*steel deck*); y pisos interiores de hormigón.

El procedimiento constructivo básico es el siguiente:

1. Luego de conformado el terreno hasta los niveles de proyecto, se procede a la ejecución de las fundaciones con bases de hormigón armado.
2. Posteriormente se realiza el montaje de la estructura metálica principal y de los diversos elementos de la cubierta con grúas y elementos de izaje adecuados al porte de la construcción que se realiza.



3. Se conforma el piso de hormigón interior, y los entresijos “steel deck” (en el caso de construcciones con niveles intermedios)
4. El resto de los trabajos de albañilería (muros, cerramientos interiores, colocación de aberturas, instalación sanitaria, eléctrica, etc.) se realizarán de modo tradicional.

Se instalarán dispensadores y grandes depósitos de combustible y lubricante, cerca de cada taller. La Tabla 2-7 describe el mínimo de sistemas que serán instalados.

Tabla 2-7: Equipamiento Mínimo del Taller, Depósitos de Maquinarias, Vehículos y Equipos

Sistema	Descripción
Sistema de impermeabilización	Contará con una plataforma para la impermeabilización del suelo de manera de reducir potenciales impactos por contaminación. La plataforma tendrá un ángulo de inclinación que permita el óptimo funcionamiento de los sistemas de drenaje.
Sistema de manejo de escorrentía y drenaje superficial	Sistema de canales perimetrales para la conducción de aguas de lluvia y escorrentía hacia el drenaje natural más próximo. Contará con un sistema de sedimentación al final del canal perimetral para reducir la carga de sedimentos al drenaje natural.
Sistema de manejo de grasas, lubricantes, y agua de lavado de maquinaria	El área de cambio de aceites y lubricantes poseerá: Sistema de canaletas y rejillas sub-superficiales para la captación de los potenciales derrames. El sistema de canales contará con trampas de grasa y colectará los efluentes a un contenedor, hermético. Semanalmente se verificará la capacidad de almacenamiento del colector. Una vez colmada su capacidad, el contenido será gestionado como Residuo Sólido Peligroso.
Sistema de manejo de agua de lavado de maquinaria	Contará con un sistema de colección de efluentes dotados de trampas de grasa y desarenadores. El colector verterá los efluentes al sistema de desagüe (fosa séptica).
Área de almacenamiento de combustibles	Estará totalmente cerrada. Contará con la señalización correspondiente. El área estará impermeabilizada y contará con un sistema de colección de derrames, de capacidad de 110% del total de combustibles almacenados.
Sistema de desagüe	El taller de maquinarias contará con servicios higiénicos para el personal. El sistema de desagüe de los servicios higiénicos estará dirigido a la fosa séptica.
Sistema de alumbrado	El taller de maquinarias contará con servicios de alumbrado eléctrico a través de grupos generadores.
Sistema de contingencias	El taller de maquinarias contará con el equipamiento necesario para el control de contingencias (extintores, sistemas de mangueras o rociadores) así como material de primeros auxilios.

### 2.6.3 Operación

- El taller de mantenimiento funcionará 24 horas por día, 365 días por año. Se asume que aproximadamente un 15% de la flota de equipos estará permanentemente en mantenimiento.

- Se asume que para el equipo de tipo oruga, todos los servicios de mantenimiento rutinarios serán realizados en la mina a través de un equipo móvil de mantenimiento equipado totalmente con instalaciones para reparaciones y lubricación. Las máquinas serían llevadas al taller únicamente para arreglos de índole mayor que no pudieran ser realizados en campo, o bien durante reconstrucciones de maquinaria.
- De forma similar, los equipos con neumáticos serán trasladados al taller para reparaciones de rutina y mantenimiento, así como para reconstrucciones de índole mayor, y solo serán reparados en el campo cuando el carácter de la falla lo justifique.

## 2.7 POLVORÍN Y PLANTA DE EMULSIÓN

### 2.7.1 Diseño y Construcción

Toda la roca extraída de las minas necesitará ser volada, lo cual requiere el abastecimiento uso de explosivos. De acuerdo a la ley 10.415 del 13 de febrero de 1943 y sus decretos reglamentarios, la fabricación de explosivos en el territorio uruguayo o su importación es monopolio del Estado, y está operativizado a través del Servicio de Material y Armamento del Ejército Nacional (SMA).

La escala del proyecto determina la conveniencia de que los explosivos sean fabricados *in situ*. Esto determinaría la necesidad de abastecimiento de las materias primas necesarias, básicamente nitrato de amonio, combustible y emulsionantes químicos, que serán transportados al Complejo Minero, almacenados y después usados para la fabricación de los explosivos. Los insumos sólo tendrán potencial explosivo una vez que estén combinados.

El explosivo se utiliza bajo la forma de emulsión agua en aceite, y como tal se introduce en los barrenos por bombeo. Su fabricación requiere dos instalaciones: (1) planta de emulsión y (2) almacenes de polvorín.

La planta de emulsión estará localizada relativamente lejos de la zona de actividad minera directa e incluiría en principio un área de preparación de emulsión, calderas e instalaciones de apoyo, incluido un galpón de mantenimiento, un lavadero, un centro de formación/laboratorio, contenedor de almacenamiento de ácido, y oficina.

Los dos almacenes de polvorín estarán ubicados, uno en el sector sur y otro en el sector de Las Palmas. Las áreas previstas para depósito comprenden un silo para 60 t de emulsión, un silo para 60 t de nitrato y un búnker para almacenamiento de los explosivos.

El diseño, construcción y operación de la planta y del almacenamiento de emulsión y almacenes de polvorín cumplirán con el Decreto-Ley N° 10.415 y sus decretos reglamentarios, y estarán en consecuencia bajo la responsabilidad del Estado uruguayo a través del SMA.

### 2.7.2 Operación

La operación de la planta y almacenamiento de emulsión y almacenes de polvorín estarán, como se dijo, a cargo del SMA. La Tabla 2-8 resume las características de los explosivos que se fabricarán y utilizarán.

Tabla 2-8: Características de los explosivos

Característica	Descripción
Emulsión/ANFO	70/30
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0,9 a 1,25
Velocidad de detonación (m/s)	5.000
Presión de detonación (kbar)	63
AWS <sup>1</sup> (cal/g)	900
ABS <sup>2</sup> (cal/cm <sup>3</sup> )	1080
Clase de gas	1 (no tóxico)
UN	3375
Clase de riesgo (transporte de emulsión)	5.1

<sup>1</sup>AWS = Absolute Weight Strength por sus siglas en inglés, cantidad de energía absoluta emitida, medida en cal/g de explosivo.

<sup>2</sup>ABS = Absolute Bulk Strength por sus siglas en inglés, cantidad de energía absoluta emitida, medida en cal/cm<sup>3</sup> de explosivo.

## 2.8 CINTAS TRANSPORTADORAS

### 2.8.1 Diseño y Construcción

Las cintas transportadoras llevarán el mineral triturado de cada trituradora primaria hacia la planta de beneficiamiento. Cada cinta tendrá un ancho de aproximadamente 2 m y una longitud de aproximadamente 15 kilómetros, y tendrá la capacidad de transportar el descargue de la trituradora primaria. Las cintas tendrán una cobertura para evitar el ingreso de lluvia y la dispersión de polvo por el viento.

El diseño de las cintas transportadoras asume las siguientes condiciones de borde:

<u>Parámetros de las cintas transportadoras</u>	<u>Cantidad</u>
Alimentación de mineral a la planta (t/a)	52.000.000
Capacidad adicional (%)	20%
Horas de operación (h/año)	6.570
Vida de la operación (años)	20
Velocidad de la cinta (m/s)	2,5

La Cinta Norte conectará la trituradora primaria de Las Palmas con la Planta de Beneficiamiento y la Cinta Sur No. 1 conectará la trituradora primaria de la Plataforma de ROM entre Maidana/Uría con la Planta de Beneficiamiento. Ambas serán construidas simultáneamente. La Cinta Sur No. 2 (entre Plataforma de ROM de Morochos/Maidana y el punto de transferencia con la Cinta Sur No. 1) será construida en una etapa posterior, una vez que comience la construcción de la Mina Morochos.

La estructura metálica de las cintas transportadoras estará soportada a aproximadamente 1 m del suelo sobre pilares y bases de hormigón armado. Como la estructura metálica de las cintas es auto portante en tramos de 6 metros, la separación entre pilares será también de 6 metros. En los cruces de arroyos se realizará una sub-estructura de apoyo en tramos de 30 metros de luz libre, minimizando la cantidad de bases y pilares en la zona de inundación y evitando que éstos coincidan con el cauce principal o de aguas permanentes.

Los pilares serán de mayor altura en aquellos puntos que así lo requieran: singularidades topográficas, cruce con caminos, puntos para cruce de ganado. Se habilitará al menos un punto para cruce de personas, personas montadas y ganado en cada potrero que deba ser atravesado por la cinta.

Desde el punto de vista constructivo se distinguen las siguientes fases de obra:

1. Construcción de bases y pilares de fundación de hormigón armado
2. Montaje de estructura metálica
3. Montaje electromecánico

El procedimiento constructivo básico es el siguiente:

- Se prepara inicialmente el terreno en su faja de utilización para permitir el acceso a los diferentes puntos de la traza y luego se procede a la ejecución de las fundaciones con bases de hormigón armado.
- En la zona de arroyos, ninguna de las bases coincide con el cauce permanente, por lo que no son de esperar dificultades especiales en esta operación. Los pilares tendrán la altura

indicada en los correspondientes planos, siendo los de mayor altura los que se ubican en los cruces de arroyos.

- Posteriormente se realiza el montaje de la estructura metálica de la cinta con grúas y elementos de izaje adecuados.
- Por último se realiza el montaje electro-mecánico.

Las cintas transportadoras serán construidas sobre los cruces de arroyos o caminos descritos en la Tabla 2-9.

Tabla 2-9: Cinta Transportadoras - Cruces de Arroyos o Caminos

Cinta Transportadora	Longitud (m)	Cruce de Arroyo y/o Camino
Cinta Norte (entre Plataforma de ROM de Las Palmas y Planta de Beneficiamiento)	600	Cañada del Difunto (caudal máx. = 36m <sup>3</sup> /s)
	4100	Cañada de las Conchas (caudal máx. = 200m <sup>3</sup> /s)
	11.750	Cruce de Camino #1 (camino vecinal)
	12.950	Cañada del Portugués (caudal máx. = 4m <sup>3</sup> /s)
Cinta Sur No. 1 (entre Plataforma de ROM de Maidana/Uría y Planta de Beneficiamiento)	3.250	Río Yí (caudal máx. = 610m <sup>3</sup> /s)
	4.400	Arroyo de los Molles (caudal máx. = 170m <sup>3</sup> /s)
	9.800	Cruce de Camino #3 (camino vecinal)
	13.750	Arroyo del Sauce (caudal máx. = 60m <sup>3</sup> /s)
	15.750	Cruce de Camino #2 (Ruta 19)

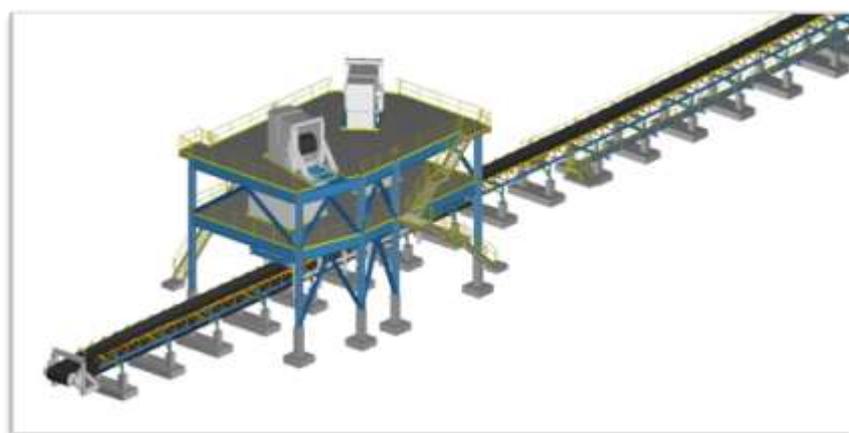


Figura 2-8: Cinta Transportadora



Figura 2-9: Cobertura de la Cinta Transportadora

Siguiendo el procedimiento habitual utilizado para mitigar la interferencia entre las estructuras requeridas por terceros requeridas en otras áreas productivas (por ejemplo, canales de riego) y la actividad agropecuaria, se han identificado 7 puntos donde la cinta transportadora se elevará por sobre el nivel del suelo de manera de permitir holgadamente el pasaje de ganado, personal montado y vehículos regulares.

Cada uno de los 7 puntos de cruce a desnivel se localizará en una de las dos divisorias de cada padrón que atraviesa la cinta, habilitando el pasaje a ambos lados del alambrado de ley que los separa. No se implementarán estos cruces a desnivel en los padrones afectados en una fracción suficientemente pequeña de superficie, como para preferir la alternativa de implementar alguna de las otras medidas de compensación ya establecidas. El diseño de estos cruces surgirá de la Ingeniería de Detalle, y será oportunamente remitido a la Autoridades competentes para su consideración.

## 2.8.2 Operación

Las cintas transportadoras tienen una capacidad de 4.750 ton/h y descargan en acopios que actúan como amortiguadores de producción. La Cinta Norte transportará el 30% del mineral recibido en la planta de beneficiamiento, mientras que las Cintas Sur 1 y 2 transportarán el 70 % restante.

Se anticipa que será necesario reemplazar algunos tramos de cinta cada 3 a 5 años y los tramos serán variables. No se reemplazarán todas las cintas, sino que se reemplazarán las secciones que así lo requieran cuando sea necesario. Los tramos de cinta sustituidos se acumularán hasta que se alcance una cantidad significativa para ser gestionado en conjunto como residuo homogéneo. Este tiempo se estima en 10 años a partir del inicio de la operación.

## 2.9 PLANTA DE BENEFICIAMIENTO

Las Láminas C.8\_9 y C.8\_10 del **Anexo III** muestran la localización y disposición general de la planta de beneficiamiento e infraestructura auxiliar.

### 2.9.1 Diseño

La planta de beneficiamiento estará ubicada en un punto asemejado al baricentro del Complejo Minero, equidistante aproximadamente 15 km de la mina de Las Palmas y las minas del sector sur. La planta también se localizará cerca de la represa de relaves. El acceso a la planta será a través de la Ruta 19 y los accesos internos del Complejo Minero que permitirán la circulación entre la planta y otros puntos de la mina (minas, pilas y represa de relaves). El beneficiamiento del mineral extraído de las minas persigue dos objetivos:

1. Reducir las partículas de mineral hasta un tamaño adecuado para ser bombeado por el Mineroducto; y
2. Separar la magnetita del estéril.

La planta de beneficiamiento ha sido diseñada para procesar hasta un promedio de 60 millones de toneladas por año con una ley promedio del 28% de hierro. Considerando un índice de utilización del 90,6%, la planta producirá aproximadamente 18 millones de toneladas de concentrado de hierro por año. La planta de beneficiamiento estará formada por los siguientes componentes:

- Trituradoras y zarandas secundarias;
- Acopio secundario;
- Molienda HPGR (por sus siglas en inglés, High Pressure Grinding Rolls);
- Trituradora terciaria;
- Molienda y clasificación;
- Separación magnética gruesa;
- Remolienda de concentrado grueso;
- Separación magnética limpiadora;
- Separación de hematita magnético
- Espesador de concentrado;
- Espesador de relaves; e
- Instalaciones auxiliares (cocina, comedor, vestuarios, almacén de insumos para la operación de la planta de beneficiamiento; oficinas de administración, capacitación, inducción y de seguridad; relleno sanitario).

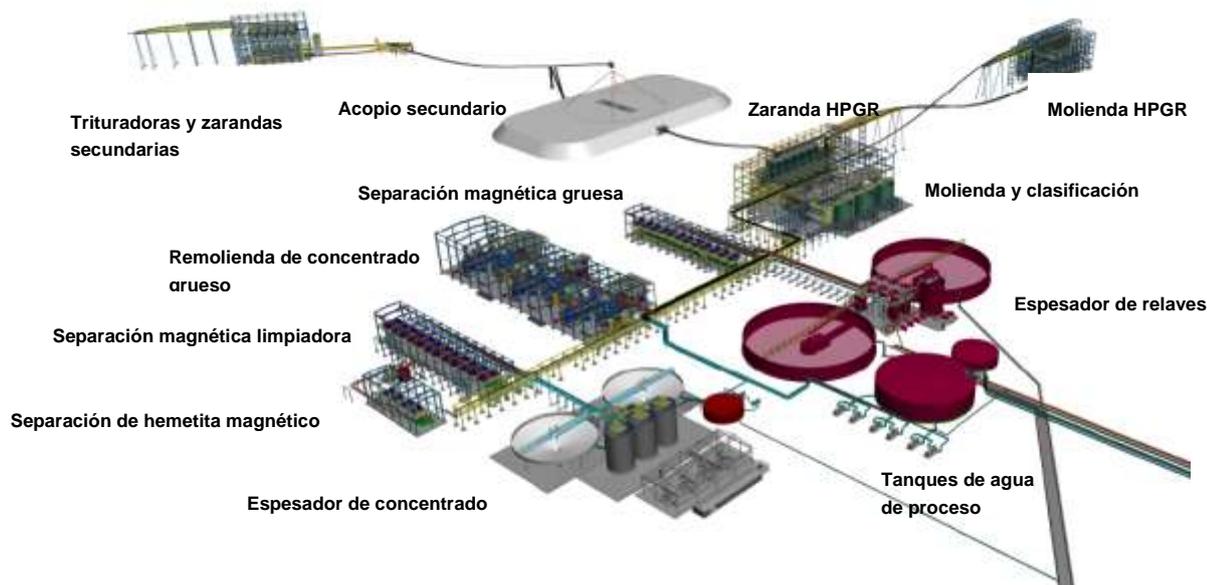


Figura 2-10 – Disposición General de la Planta de Beneficiamiento

La represa de relaves y la represa de agua bruta (RAB) están vinculadas con la planta de beneficiamiento y serán ubicadas directamente al Este de la misma.

## 2.9.2 Construcción

En la construcción de la planta se distinguen las siguientes fases de obra:

1. Realizar los movimientos de suelos:
  - Retiro de arbustos y limpieza del suelo vegetal existente, el que será acopiado en zona próxima para su posterior uso en remediación y prevención de la erosión.
  - Compactación del terreno subyacente con rodillo pata de cabra a efectos de obtener una correcta base de apoyo de las capas superiores.
  - Conformación de las diferentes explanadas hasta los niveles de proyecto mediante la excavación, depósito, nivelación y compactación de materiales producto de la excavación del predio y de aporte del exterior.
  - Conformación de los canales, cunetas y desagües que permiten el correcto escurrimiento del área.
  
2. Instalar la infraestructura general del predio (calles, red sanitaria y eléctrica):
  - Conformación de las calles con sus correspondientes desagües.
  - Zanjeo y colocación de las tuberías enterradas de desagüe y de suministro de agua con sus correspondientes cámaras de inspección.
  - Colocación de la instalación eléctrica subterránea y aérea (según corresponda).
  
3. Instalar estructuras de hormigón armado:
  - La estructura de soporte de los diferentes equipos será de hormigón armado, y estará compuesta por bases, vigas, pilares y losas fabricadas in situ. La

construcción será realizada de modo “tradicional”, y no presenta ninguna singularidad o dificultad que deba ser especialmente considerada.

4. Montar las estructuras metálicas y montaje electromecánico:
  - El montaje de las estructuras metálicas de soporte de los elementos de proceso se realizará con grúas y elementos de izaje adecuados al porte de los elementos que se montan.
  - De modo similar se procederá al montaje de los diferentes equipos que componen el equipamiento industrial de la planta.

## 2.9.3 Operación

El mineral que ingresa por las cintas transportadoras será descargado en tolvas de regulación y distribuido a una zaranda y trituradora secundaria trabajando en paralelo para reducir su tamaño a 40 m. El producto de cada trituradora secundaria será colocado en el acopio secundario para proporcionar un sistema de amortiguación entre las trituradoras primarias/secundarias, y la trituradora terciaria y la concentradora.

Un alimentador de recuperación enviará el mineral del acopio secundario a la trituradora terciaria de tipo rodillo de molienda de alta presión. El mineral molido, de tamaño menor a 6,3 mm, será mezclado con agua para formar un *slurry* y será bombeado hacia un ciclón para clasificación según tamaño. El rebose del ciclón será enviado a uno de los seis separadores magnéticos gruesos que dividirán el concentrado en dos fracciones: concentrado grueso (que contiene el mineral) y relaves gruesos (que contiene arena y lodo sin valor económico). Los relaves serán enviados al circuito de relaves.

El concentrado grueso será convertido en fino mediante el proceso de molienda. El concentrado fino será enviado a un ciclón, y el rebose del ciclón será enviado a uno de cuatro separadores magnéticos limpiadores. Los separadores dividirán el concentrado fino en concentrado (mineral) y relaves finos (arena y lodo).

Los relaves finos serán enviados al circuito en conjunto con los relaves gruesos. Todos los relaves (gruesos y finos) serán enviados a un espesador de relaves previamente a su envío a la represa de relaves para su disposición final.

Los concentrados finos serán enviados a los tres espesadores de concentrado para ajustar el contenido de agua del *slurry* (65% de hierro y 35% agua) para su óptimo transporte por el Mineroducto.

El diagrama de flujos del proceso está presentado en el **Anexo I**. En adelante se describe la operación de los componentes específicos.

### 2.9.3.1 Trituradora y Zaranda Secundaria

El producto triturado procedente de cada cinta transportadora terrestre es descargado a la transportadora reversible (*shuttle*) para mineral grueso. Esta transportadora reversible descargará el mineral procedente de la trituradora primaria en cinco (5) tolvas de compensación antes de la planta de zarandeo y trituradora secundaria que alberga cinco (5) zarandas secundarias y cinco (5) trituradoras giratorias, las cuales operan en paralelo. Las zarandas y trituradoras operan en circuito abierto y el producto de cada una es descargado a una cinta transportadora que alimenta las pilas de acopio. A partir de este punto, el producto procedente de la trituradora secundaria es acopiado para permitir un almacenamiento temporal entre los procesos de trituración y concentración. Cada trituradora secundaria tiene un sistema de extracción de polvo hacia un filtro de manga. El polvo acumulado será aglomerado y devuelto a la cinta.



Figura 2-11: Trituradora y Zaranda Secundaria

El mineral proveniente de la tolva de alimentación es conducido hacia la zaranda secundaria a través de una cinta alimentadora. La cinta alimentadora a su vez descarga mediante la canaleta alimentadora a una zaranda secundaria, la cual está equipada con dos plataformas. La plataforma superior tiene aberturas de 80 mm mientras que la inferior cuenta con aberturas de 40 mm. El mineral que no pasa las zarandas es transportado desde la zaranda secundaria hacia la trituradora de cono secundario a través de la canaleta de descarga. El producto de la trituradora de cono secundario pasa a través de las canaletas hacia la cinta de descarga de la trituradora secundaria. Esta a su vez descarga mediante la canaleta de cabecera de la cinta de transferencia de la trituradora secundaria hacia la cinta de alimentación de las pilas de acopio.

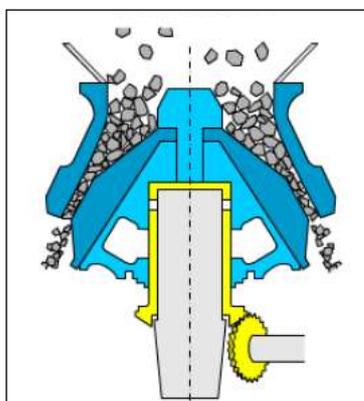


Figura 2-12: Cono Secundario

El mineral con tamaño de partículas menor a 40 mm, pasa a través de la plataforma inferior de la zaranda secundaria y es transportado mediante la canaleta inferior desde la zaranda secundaria hacia la cinta transportadora de descarga de la zaranda secundaria, la que a su vez descarga desde la zaranda secundaria en la cinta de alimentación de las pilas de acopio a través de la canaleta de cabecera de la cinta de descarga.

Existirán dos bombas sumideros para recuperar el material lavado y la precipitación en la trituración secundaria.

### 2.9.3.2 Acopio Secundario

El mineral es alimentado desde la cinta de alimentación a la pila de acopio secundaria. Se cuenta con control de polvo por aspersión de agua en el punto de descarga de la cinta transportadora. La pila de acopio tiene una capacidad útil de 48 horas u 80.000 t del producto de la trituradora secundaria.



Figura 2-13: Acopio Secundario

El mineral será retirado de la pila de acopio secundario mediante dos alimentadoras de recuperación alimentado por abajo del acopio con un túnel. En la descarga de cada alimentadora se cuenta con filtros de manga para el control de polvo.

Se proveerá una bomba sumidero para recuperar el material lavado y la precipitación.

### 2.9.3.3 Molino de Rodillos de Alta Presión (HPGR)

El mineral que no pasa la zaranda terciaria (sobre tamaño) y la alimentación nueva procedente del acopio secundario es transportado al circuito de trituración HPGR por la cinta transportadora de sobre tamaño de la zaranda terciaria a través de una canaleta hacia la tolva de compensación de alimentación al HPGR.

Desde la tolva de compensación del HPGR, el mineral fino es descargado en la cinta alimentadora del HPGR mediante la canaleta de descarga de la tolva de alimentación del HPGR. La cinta alimentadora del HPGR está provista de un detector de metales y una balanza. Los fragmentos de mineral son derivados mediante una compuerta de paso existente en la descarga de la cinta alimentadora hacia la transportadora de paso del HPGR que descarga a la tolva de paso del HPGR. El mineral triturado ( $P_{80}$  11 mm) que contiene hierro es retirado de la tolva a una velocidad controlada. El material derivado es retirado de la tolva por una cinta transportadora con un detector de metales y descargado de vuelta a la cinta transportadora de producto del HPGR.



Figura 2-14: Rodillo de Molienda a Alta Presión

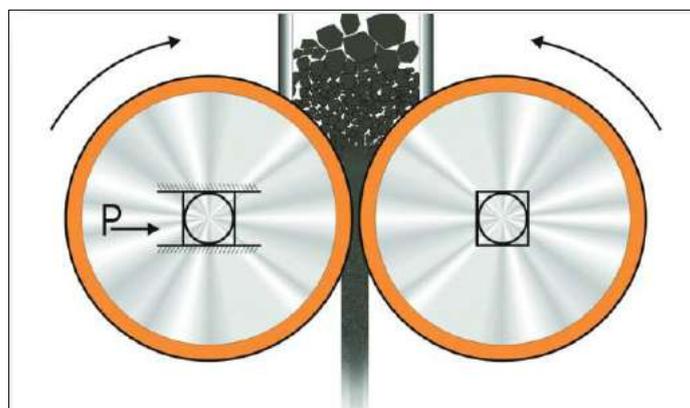


Figura 2-15: Acción de molienda por HPGR

La cinta alimentadora del HPGR descarga el mineral a través de la descarga del HPGR a uno de los cinco HPGR y el producto gravita a través de la canaleta de descarga de producto del HPGR. Debido al calor generado en los rodamientos del eje del rodillo, el circuito de HPGR requiere refrigeración con agua.

La cinta transportadora de descarga del HPGR descarga en la tolva de alimentación de la zaranda de HPGR. Todo el polvo generado por el proceso de HPGR está controlado por un filtro de manga y descargado a la cinta transportadora de descarga del HPGR.

#### 2.9.3.4 Zaranda Terciaria

El mineral finamente triturado procedente de la tolva de alimentación de la zaranda del HPGR es retirado a la cinta alimentadora de la zaranda terciaria, que a su vez descarga hacia las 6 zarandas de alimentación del HPGR. El mineral triturado es convertido en *slurry* utilizando agua en la canaleta de alimentación a la zaranda y es lavado en las zarandas por aspersores de agua. La introducción de agua también sirve como un control de polvo.

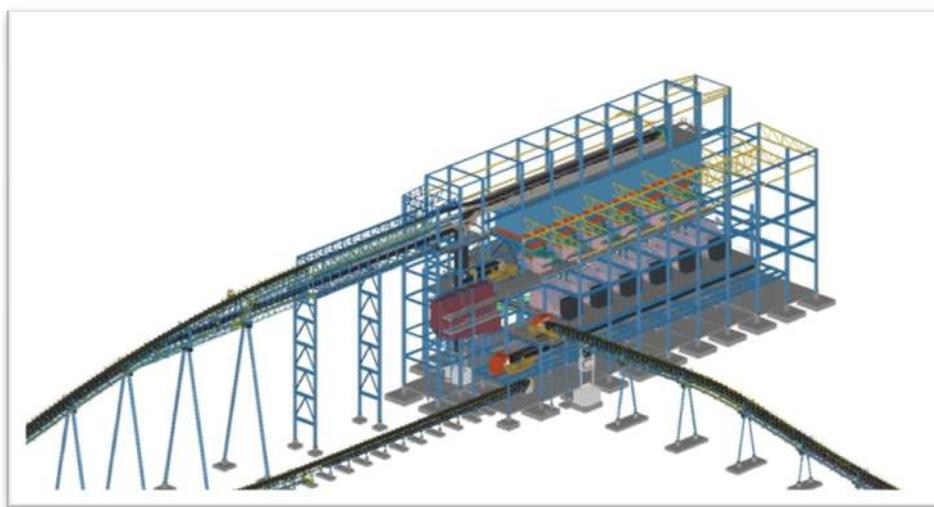


Figura 2-16: Zaranda Terciaria

Las zarandas de descarga presentan aberturas de 6,3 mm y el sobre tamaño es descargado mediante una canaleta de descarga de sobre tamaño de la zaranda del HPGR a la cinta transportadora de sobre tamaños de la zaranda del HPGR, la cual descarga a las tolvas de alimentación del HPGR.

El mineral con tamaño de partículas menor a 6,3 mm ( $P_{80}$ ) proveniente de las zarandas de descarga de los HPGR gravita a través de la canaleta de descarga del material que pasa la zaranda del HPGR y es bombeado a las torres de molienda.

Se cuenta con seis bombas sumidero para recuperar el material lavado y los derrames.

### 2.9.3.5 Molienda y Clasificación

El mineral que pasa la zaranda terciaria del circuito del HPGR (sub-tamaño) ingresa a las 3 tolvas de descarga de los torres de molienda para ser posteriormente bombeado a los 3 conjuntos de ciclones primarios, mediante las 6 bombas de alimentación. El flujo subálveo de los ciclones es transportado a los 3 conductos de alimentación de las torres de molienda. Las dispersiones de las 3 torres de molienda serán expulsadas por el tamiz giratorio de descarga a los 3 buzones de recepción de dispersiones, cuyo vaciado se lleva a cabo mediante un cargador *skid* de acero. El concentrado de sub-tamaño es conducido a la tolva de descarga de las torres de molienda y redirigido a los ciclones.

El rebose de los ciclones tendrá un tamaño  $P_{80}$  de 350  $\mu\text{m}$ , y será enviado a los 3 tanques de compensación de ROM molido. Los tanques proporcionan una capacidad viva de compensación de 20 minutos entre la molienda y la separación magnética gruesa. El mineral ROM molido es removido por los agitadores de los 3 tanques de compensación.

La Figura 2-17 muestra ejemplos de molinos.

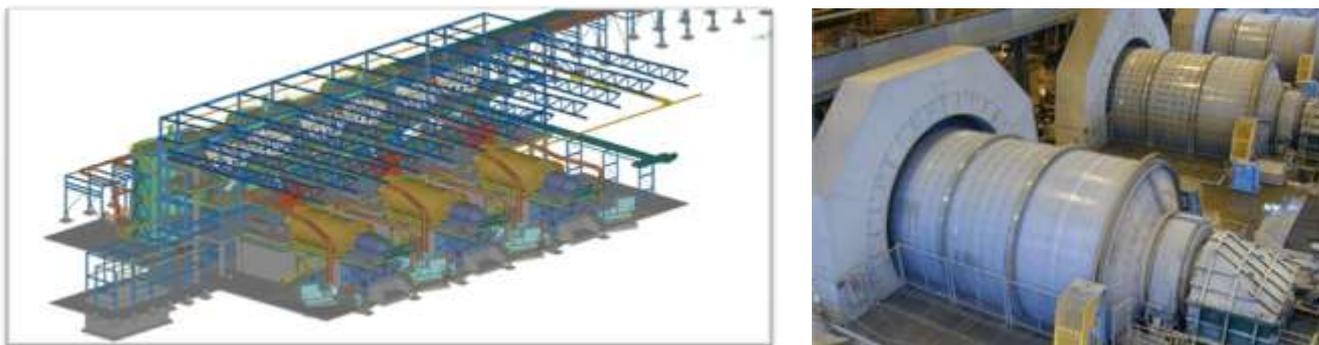


Figura 2-17: Molinos

### 2.9.3.6 Separación Magnética Gruesa

El concentrado proveniente del área de molienda y clasificación es bombeado a través de 6 distribuidores de alimentación. El distribuidor de alimentación de gruesos de cada línea envía concentrado a seis separadores magnéticos de gruesos.

Los relaves de los gruesos magnéticos gravitan hacia 6 tolvas de relaves gruesos. Los relaves gruesos son bombeados al circuito de ciclones de relaves en donde se separa la arena de los limos por medio de 6 bombas de relaves gruesos en servicio.

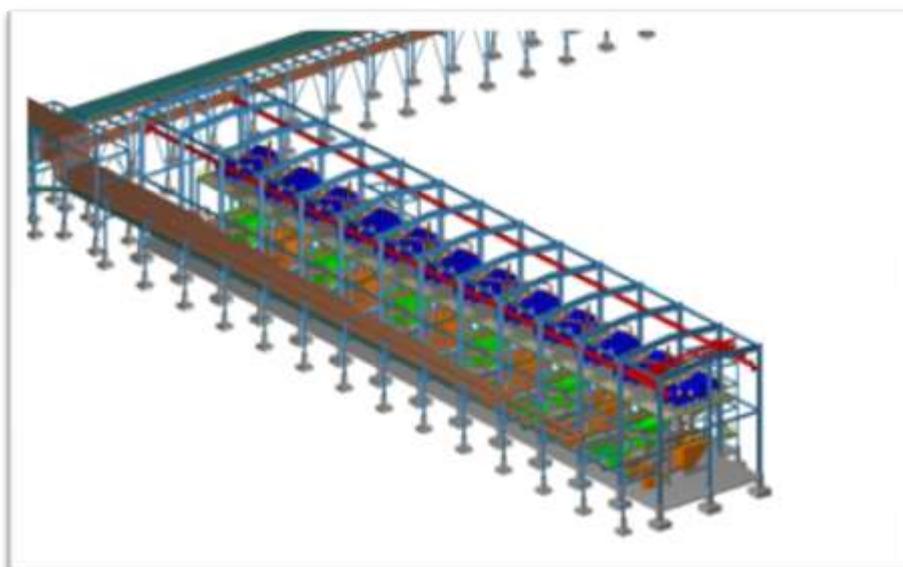


Figura 2-18: Separación Magnética Gruesa

Los concentrados gruesos son enviados a 6 tolvas de concentrado grueso. El concentrado grueso es bombeado por las 6 bombas de concentrado grueso a los 3 tanques de compensación de concentrado grueso, los cuales proporcionan capacidad de compensación entre la separación magnética de gruesos y el circuito de remolienda de concentrado grueso. Cada uno de los tanques es agitado por un agitador de tanque de compensación de concentrado grueso.

### 2.9.3.7 Remolienda de Concentrado Grueso

La remolienda de concentrado grueso se lleva a cabo mediante seis (6) grupos de tres molinos operando en paralelo (18 en total) que reducen las partículas desde  $P_{80} 350\mu\text{m}$  a  $P_{80} 45\mu\text{m}$ .

El flujo subálveo de los seis conjuntos de ciclones en servicio para uno a tres torres de molienda, gravita de vuelta a los tanques de compensación del concentrado grueso.



Figura 2-19: Remolienda de Concentrado Grueso

Cada torre de molienda es alimentada por una única bomba y descarga en las 6 tolvas de descarga de los molinos de remolienda, donde la descarga del molino es diluida antes que el concentrado sea bombeado a los conjuntos de ciclones de remolienda. La cantidad de ciclones y la dilución de la alimentación se ajustan de modo de obtener el tamaño de corte requerido para cada producto.



Figura 2-20: Torre de remolienda

El flujo subálveo de los ciclones de remolienda requerirá un contenido de 35% de sólidos en agua, para alimentar el circuito de limpieza.

### 2.9.3.8 Separación Magnética Limpiadora

El producto de la remolienda de concentrado grueso ( $P_{80} 45\mu\text{m}$ ) es bombeado a través de 6 tamizadores de alimentación a cada uno de los 6 distribuidores de alimentación de limpieza. El distribuidor de alimentación de limpieza de cada línea envía concentrado a los seis separadores magnéticos de limpieza.

Los relaves de la limpieza magnética gravitan vía las 6 artesas de colección de relaves de limpieza, desde donde el *slurry* gravita a las 6 tolvas de relaves de limpieza. Los relaves de limpieza son bombeados al circuito de ciclones de relaves en donde se separa la arena de los limos por medio de 6 bombas de relaves de limpieza en servicio.

Los concentrados de la limpieza gravitan vía 6 artesas de colección de concentrados, a 6 tolvas de concentrado de limpieza. Los concentrados de limpieza fluyen a través de espirales de desmagnetización a las 6 tolvas de concentrado de limpieza, desde donde son bombeados a los tanques de almacenamiento de concentrado por las 6 bombas de concentrado de limpieza. Es necesario que el espiral de desmagnetización asegure que los concentrados no se mantengan magnéticamente coagulados y que sean dispersados y queden listos para ser bombeados a través del Mineroducto.

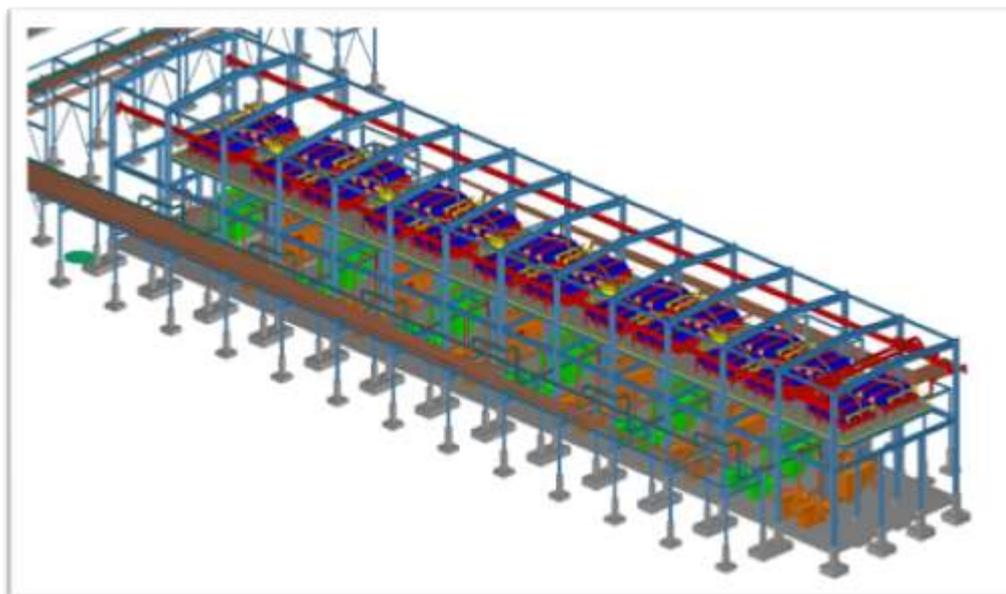


Figura 2-21: Separación Magnética Limpiadora

El circuito de separación magnética tiene incorporados ocho tamizadores temporizados, los cuales están configurados para cortar los compuestos de las tandas y controlar el proceso. El primer tamizador estará ubicado en el tubo de alimentación del distribuidor de alimentación de gruesos.



Figura 2-22: Separación Magnética Limpiadora en Operación

Para finalizar una unidad de separación magnética es utilizada para limpiar cualquier remanente de magnetita del material estéril.

### 2.9.3.9 Espesador y Manejo de Concentrado

El concentrado de las seis líneas de producción será espesado, de ser necesario, en dos espesadores de concentrado en la planta de beneficiamiento, formando un *slurry*. La operación normal dirigirá los concentrados de limpieza directamente a los tanques de almacenamiento de concentrado.

El *slurry* a ser espesado será bombeado al pozo de alimentación del espesador, con aproximadamente un 59% de sólidos en agua. No se añade floculante a la dispersión de partículas para el transporte del *slurry* por el Mineroducto. El *slurry*, con una concentración de 65% de sólidos en agua, es tomado por la bomba de flujo subálveo del espesador y bombeado a los tanques de almacenamiento de *slurry*. Los tubos que alimentan el tanque de almacenamiento de *slurry* tienen incorporado un medidor de densidad gama calibrado para medir la densidad del *slurry*. El tanque de almacenamiento dispone de un agitador. De ser necesario, se añade agua al tanque para ajustar el *slurry* al 62% de contenido de sólidos en agua, requerido para el transporte del *slurry* por el Mineroducto.

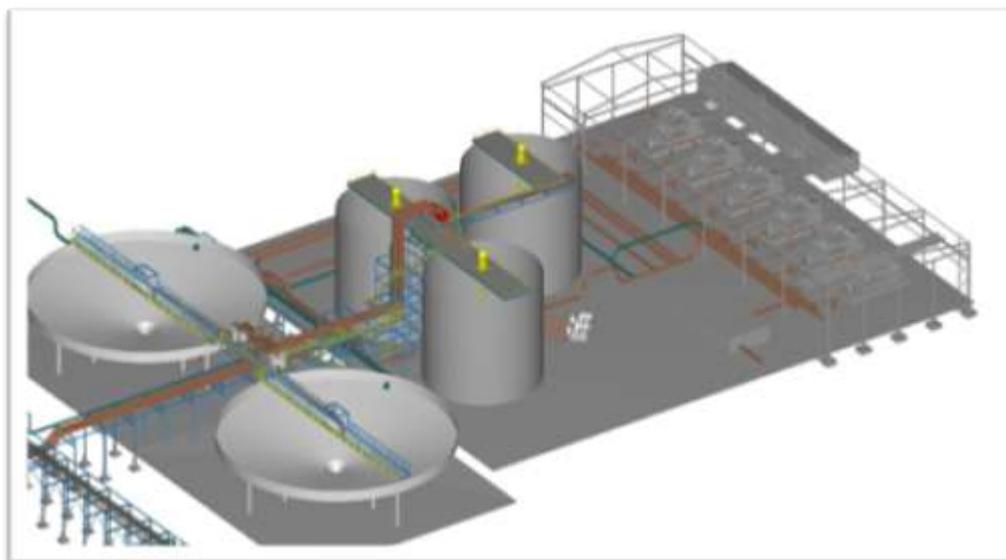


Figura 2-23: Espesador de Concentrado

Cuatro tanques de almacenamiento de *slurry* alimentan el Mineroducto. El control del flujo en la tubería será el principal mecanismo de asegurar que el Mineroducto está operando dentro de la escala establecida de operación. También se controlará la densidad negativa en la estación principal, mediante un caudal de dilución en la succión de las bombas de la línea principal. Si la densidad del *slurry* disminuye a un nivel inferior al de la escala establecida de operación, el *slurry* será reciclado al espesador.

### 2.9.3.10 Espesador y Disposición de Relaves

Los caudales de concentrado que alimentan los 2 espesadores de relaves incluyen relaves de los separadores magnéticos de barrido, relaves de los separadores magnéticos de limpieza y barrido, rebose del deslime de los ciclones, y rebose del deslime de los ciclones de remolienda. Estos caudales de relaves son bombeados a los tanques de alimentación de los espesadores de relaves, los cuales están equipados con agitadores. El concentrado de relaves mixto gravita al pozo de alimentación de los espesadores, en donde es mezclado con floculante.

Los relaves son espesados a una concentración aproximada de 60% de sólidos en agua y el flujo subálveo espesado es tomado de los espesadores por las bombas de flujo subálveo del espesador de relaves, las cuales bombean el flujo subálveo espesado a la tolva de disposición de relaves. La densidad de disposición óptima de los relaves será determinada en el estudio de ingeniería de detalle.

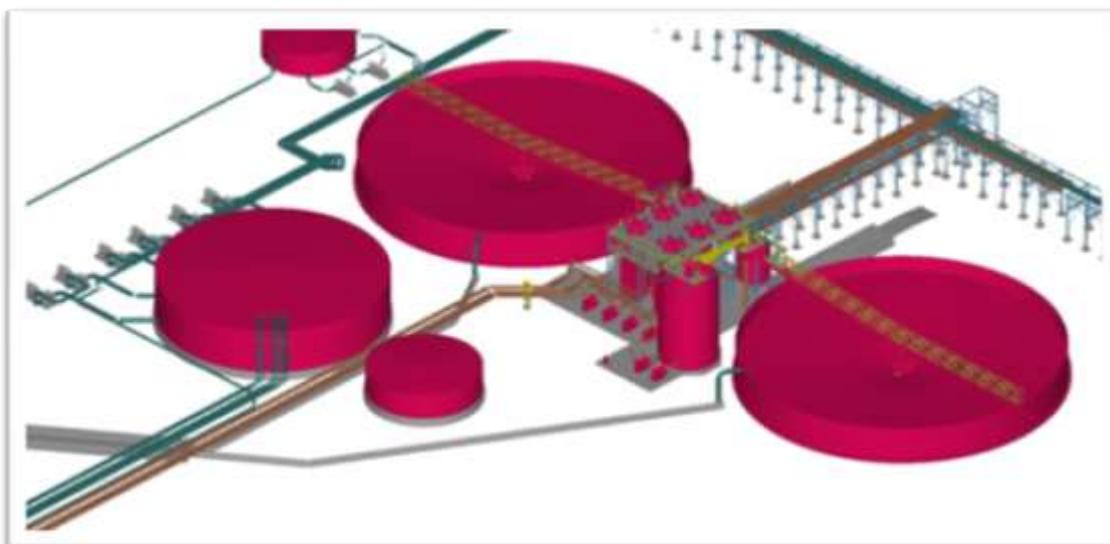


Figura 2-24: Espesador de Relaves

El concentrado de relaves será bombeado a la represa de relaves por las bombas de relaves (una en servicio y otra auxiliar). Los relaves serán dispuestos en un valle, aguas arriba de una presa que permitirá conformar un embalse. El agua que drene de los relaves asentados se acumulará en un área ubicada contra la pared de la represa de relaves, en donde las bombas de recuperación (una en servicio y otra auxiliar) devolverán el agua recuperada a la represa de agua bruta.

### 2.9.3.11 Acopio de Relaves Gruesos

Se dispondrán los relaves finos (limos) en la represa de relaves y se utilizarán los relaves gruesos (arenas) para construir las paredes de la represa de relaves. Una vez que la construcción de la presa se haya concluido, los relaves gruesos serán descargados directamente al embalse junto con los relaves finos.

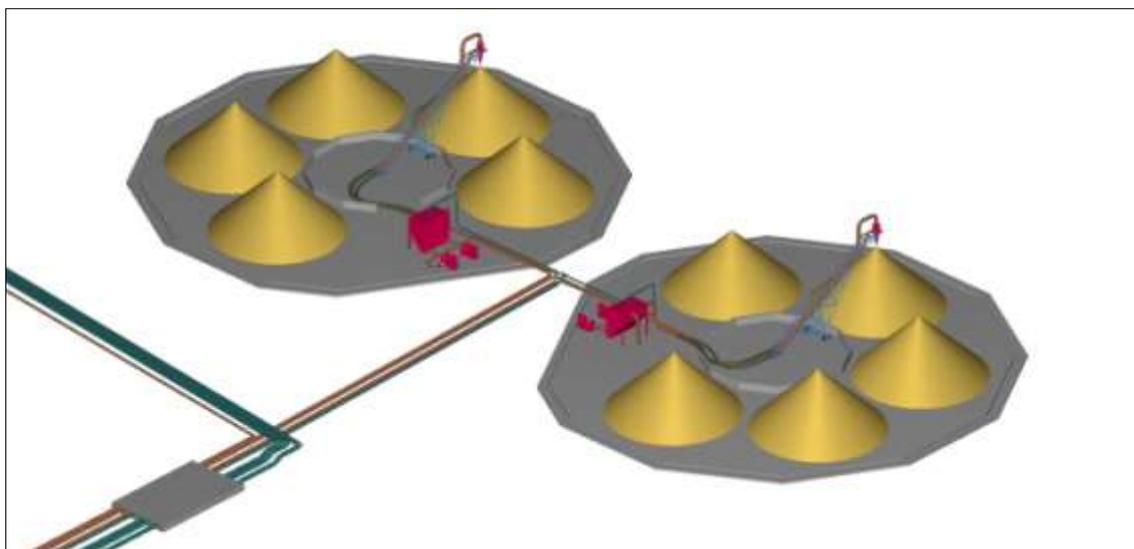


Figura 2-25: Acopio de Relaves Gruesos

A los efectos de la construcción de la presa, los relaves gruesos serán depositados con sólidos al 75% sobre una plataforma de concreto construida con pendiente, para que los relaves drenen y puedan ser recogidos y cargados en camiones para ser usados en la construcción progresiva de la presa. Esta operativa será definida en la ingeniería de detalle.

### **2.9.3.12 Almacenamiento y Mezcla de Floculantes**

El único reactivo usado en la planta de beneficiamiento es un aditivo floculante. Los espesadores de relaves y de concentrado usarán un floculante orgánico (poliacrilamida) para aglutinar sólidos en suspensión y acelerar su precipitación. El floculante reduce significativamente el volumen de agua manejado en la planta de beneficiamiento y la descarga al embalse de relaves. El floculante se recibe en bolsas de una tonelada y es preparado en la planta para su correcta dosificación. El consumo máxima de floculante se estima en aproximadamente 1.700 kg/día.

### **2.9.3.13 Sistema de Controles de la Planta**

El Sistema de Control de Planta (PCS) ha sido diseñado para proporcionar un manejo ampliamente automatizado de la planta que sea uniforme a la arquitectura, a la configuración de hardware y de software en todas las áreas de la planta de beneficiamiento.

Habrà dos estaciones de control: la sala de control de la planta de beneficiamiento y la sala de control de la Terminal Portuaria. Existen además paneles de control para cada uno de los equipos para el monitoreo de sus condiciones de trabajo en cada una de la áreas: trituradoras primarias, trituradoras secundarias, molinos de bolas y HPGR.

## **2.9.4 Laboratorio Metalúrgico**

### **2.9.4.1 Diseño y Construcción**

Un laboratorio metalúrgico será construido en la zona de la planta de beneficiamiento para analizar muestras de roca de las minas con fines de control de mineral (definición de los límites de mineral y material estéril). El laboratorio tendrá un área de preparación de muestras y otra de análisis metalúrgico.

### **2.9.4.2 Operación**

Las instalaciones de laboratorio incluyen: áreas de recepción, preparación y almacenamiento de muestras secas y húmedas; laboratorio de ensayo por vía húmeda; rayos X; laboratorio metalúrgico; espectrometría; almacenamiento químico; oficinas para personal y equipos de apoyo.

Cada muestra de testigos y mineral estará sujeta a análisis de control de calidad y estimación de recursos, mediante un conjunto de ensayos estándar. Los ensayos de las muestras del proceso y metalúrgicas incluirán gravedad específico, contenido de humedad, difractometría de rayos X y espectrometría entre otros. Los ensayos de agua incluirán total de sólidos en suspensión, total de sólidos disueltos, conductividad, potencial de oxidación-reducción, pH, cloruros y sulfatos entre otros.

## 2.10 REPRESA DE RELAVES

### 2.10.1 Diseño

La represa de relaves se ubicará inmediatamente al Este de la planta de beneficiamiento, en la cuenca superior del arroyo Las Conchas. La represa será diseñada para el almacenamiento permanente de los relaves y almacenamiento temporal de agua para el proceso de beneficiamiento. La represa de relaves es un depósito tipo valle con un área de captación de 3.700 ha. Su desarrollo final cubrirá un área de aproximadamente 2.420 ha.

La generación de relaves, tal como estimó el equipo de ingeniería que diseñó la planta de beneficiamiento, será de 21,5 Mt/a de limos y 12,5 Mt/a de relaves gruesos para los 20 años de vida de mina. Basados en una densidad de limos de 1,35 t/m<sup>3</sup>, y una densidad gruesa de 1,65 t/m<sup>3</sup>, la capacidad que requerirá la represa de relaves (incluyendo la presa) será de 470 Mm<sup>3</sup>.

La represa de relaves será construida en cinco fases. La fase inicial (represa de arranque) consiste de una presa de roca y un una zona de arcilla compactada en la cara aguas arriba.

El crecimiento de la represa de relaves (Fases 2 a 5) será conformado usando relaves gruesos como el material principal de construcción, un método común para este tipo de instalación. En la pared aguas arriba existirá una zona de arena limosa compactada para aumentar la impermeabilización de la presa. El talud aguas arriba tendrá un pendiente de 2.5:1 (H:V) y el talud aguas abajo de 3:1 (H:V). Cuando la represa llegue a sus dimensiones finales tendrá una altura máxima de aproximadamente 51 metros sobre el nivel inicial del suelo, una cresta de 110 metros y el área de depósito de relaves cubrirá aproximadamente 2.420 hectáreas. El diseño de la represa se ha realizado para acomodar los relaves producidos durante toda la vida útil de la mina. El área de inundación tiene un subdrenaje, el cual dirige el agua hacia un sumidero de 10.000 m<sup>3</sup> que se encuentra aguas abajo de la represa.

El diseño consideró los siguientes aspectos:

- Estabilidad de la represa, incluyendo la sismicidad y la deformación de la presa;
- Filtración;
- Licuefacción;
- Eventos de tormenta de diseño incluyendo diseño del aliviadero;
- Balance de agua integrado;
- Evaluación de riesgos cualitativo; y
- Cobertura de post cierre del embalse de relaves.

La represa de relaves y la represa de agua bruta han sido dimensionadas para una tormenta de diseño de 72hs con un período de retorno de 1.000 años, a la cual se le deja libre un sobre borde de 300 mm adicionales según requerimiento del *Australian National Committee on Large Dams* (ANCOLD).

Los estudios geotécnicos en las áreas de ambas represas indican un recubrimiento de suelo vegetal típico de 0.3 m, arenas arcillosas entre 0.7 a 1.7 m y de ahí en más roca meteorizada fracturada. La napa freática se encuentra con variaciones entre los 0.9 m a 3 m. En la etapa de diseño de ingeniería, se realizarán estudios geotécnicos complementarios para determinar las áreas de material arcilloso de préstamo.

Los resultados de los ensayos de permeabilidad indican que los materiales de fundación tienen valores de 10<sup>-7</sup> m/s lo cual permite clasificarlos como suelos de muy baja permeabilidad.

Se realizaron análisis de estabilidad y filtración de los terraplenes de ambas represas en su máxima capacidad. En condiciones normales la filtración de la represa de relaves se espera que sea mínima y relativamente pequeña. Los análisis de estabilidad indican en todos los casos, factores de seguridad adecuados comparados con los factores mínimos recomendados por ANCOLD.

El lixiviado de los relaves será recibido por un sistema de drenaje subterráneo con una capacidad de 850 m<sup>3</sup>/día y las pérdidas de la represa serán capturadas por un drenaje aguas abajo, con una capacidad de 430 m<sup>3</sup>/día. El lixiviado vertical hacia la fundación es irrecuperable dado el tamaño de la represa. Tanto las filtraciones como los lixiviados colectados serán bombeados para su uso en la planta de beneficiamiento.

Los suelos de fundación sobre la roca meteorizada son potencialmente licuables; sin embargo el riesgo de que se origine una falla de deslizamiento del terraplén se reduce fuertemente debido a:

- El suelo in situ tiene un espesor limitado sobre la roca meteorizada;
- El suelo no está desconsolidado; y
- Se realizarán tareas de compactación con un rodillo vibratorio una vez removida la capa de suelo vegetal.

Para optimizar la capacidad de almacenamiento y reducir los riesgos de estabilidad del terraplén y pérdidas, los relaves serán depositados desde el terraplén principal y acompañando la topografía de los alrededores de la represa, acercándose hacia el sur. La deposición y sedimentación de los relaves será controlada para mantener el nivel de agua libre alejado del terraplén. Se preparará un manual de operaciones de la represa de relaves para describir los procedimientos de disposición de relaves, que incluirá además un plan de contingencias frente a una situación de emergencia. Se realizarán inspecciones rutinarias del terraplén, como parte del proceso de gestión de la represa y se prestará especial atención luego de lluvias intensas.

También se realizarán pozos de control para la gestión de los lixiviados de la represa de relaves, localizados aguas abajo del terraplén principal en un arreglo de ocho piezómetros instalados sobre el mismo y cinco adicionales en el terraplén de la represa de agua bruta.

En el diseño del lugar seleccionado para la represa de relaves se han incorporado las siguientes consideraciones y parámetros de diseño:

- Los terraplenes iniciales se construirán de material arcilloso in situ y materiales tomados de la roca meteorizada del área de implantación de ambas represas. Estudios geotécnicos adicionales probarán las cantidades adecuadas de material de préstamo para la construcción del terraplén.
- Se incorporan en el diseño cunetas para capturar el lixiviado filtrado, un sistema de drenaje interno y una fosa de recolección, para limitar las potenciales pérdidas de filtración y recuperar las filtraciones para utilizarlas como agua procesada en la planta de beneficiamiento.
- El terraplén será construido por etapas, utilizando el método descrito anteriormente. El crecimiento de la presa no se basará en la resistencia de las capas de relaves depositadas por lo que no impactará en las condiciones de diseño, y este crecimiento se hará de acuerdo a los requerimientos de capacidad.
- Se utilizara una bomba de succión a superficie libre para tomar el agua embalsada para su utilización en la planta de beneficiamiento.
- La vida útil se estimó según una producción total de 657 Mt en un período de 18 años.

- Los relaves serán descargados en forma de *slurry* inicialmente desde el terraplén principal y alrededores de la represa a medida que se vaya desarrollando. Se depositarán en capas discretas desde uno o más puntos de descarga para asegurar una baja velocidad y serán variados para un desarrollo parejo de la sedimentación.
- Los puntos de descarga se controlarán para mantenerse alejados de la toma de la bomba de succión a superficie libre, también del terraplén principal y cuidando la pendiente que formarán los sedimentos.
- Se espera que la pendiente de los sedimentos esté entre 0.5% y 1.5% y que permita la deposición de los relaves en forma extendida sobre el perímetro, como manera de maximizar el uso del volumen del cono en depresión formado en el centro de la represa y el crecimiento de los terraplenes.
- Durante las operaciones, la represa tendrá el potencial de contener un volumen significativo de agua originado en lluvias intensas. El mínimo sobreborde, desde la cresta de sedimentación es 300 mm. Esto se basa en la norma ANCOLD para una tormenta de diseño de 72 horas de duración y un período de retorno de 1.000 años.

En resumen, el diseño de la represa de relaves asume las siguientes condiciones:

<b><u>Parámetros de diseño represa de relaves</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>
Relaves gruesos de ciclones (t/a), promedio de 10 Mt/a a 15 Mt/a	12.500.000
Relaves del espesador (t/a)	21.500.000
Horas operando (h/a)	8.000
Porcentaje de sólidos de relaves de limos (finos) del espesador de relaves (%)	60
Porcentaje de sólidos de relaves de arena (relaves gruesos) de los ciclones (%)	75
Porcentaje de sólidos de relaves de arena (relaves gruesos) en la pila (%)	90
Gravedad específica de las relaves (densidad de partículas)	2,69
Gravedad específica de agua	1
Vida de la operación (años)	20
Densidad seca media (t/m <sup>3</sup> )	1,35
Total de relaves almacenados como limos (m <sup>3</sup> /a)	15.900.000
No hay pérdidas en la transferencia entre la represa de agua bruta y la represa de relaves	
Lluvia promedio (mm/a)	1.357
Lluvia máximo, percentil 90 (mm/a)	1.661
Lluvia mínimo, percentil 10 (mm/a)	994

## 2.10.2 Construcción

La construcción de la represa de relaves utilizará dos métodos: uno para la construcción de la represa de arranque y otro para la construcción del crecimiento de la represa.

La construcción de la represa de arranque comenzará con la preparación de la cimentación de la represa. Todo material inadecuado (suelo orgánico, suelo inadecuado) será retirado y acopiado. Cuando la cimentación esté lista, el material rocoso será colocado en capas y compactado de acuerdo al diseño y las especificaciones técnicas. El conjunto con el relleno rocoso, en la cara aguas arriba de la presa, será colocado y compactado según el diseño y las especificaciones técnicas. Se instalarán el canal de desviación del Arroyo de Las Conchas y los controles de sedimentos y erosión antes de empezar con las actividades de desbroce, excavación y construcción de la represa de arranque.

La construcción de los crecimientos de la represa de arranque empezará con la preparación de la cimentación de la represa. Todo material inadecuado (suelo orgánico, suelo inadecuado) será retirado y acopiado. Cuando la cimentación esté lista, arena limpia será colocada en toda el área de la cimentación como un drenaje. Encima de la capa de arena, separadas en la planta de beneficiamiento, serán colocados capas de relaves compactadas de acuerdo al diseño y especificaciones.

La represa de relaves se formará a partir de un terraplén principal (altura máxima 51 m) transversal al valle. Para la construcción en las zonas más bajas se utilizará el material grueso de relaves. Los terraplenes serán construidos en etapas utilizando técnicas de superposición en cascada. Cuando el material grueso de relave no se use para la construcción de terraplenes se dispondrá junto con los relaves finos, formando un material homogéneo. Los relaves serán depositados desde el terraplén principal y acompañando la topografía del lugar. Los sedimentos granulares de mayor tamaño podrán ser usados para construir bancos de deposición que podrán ser base para depósitos posteriores.

La fase 1 para la construcción del terraplén de la represa de relaves comprende una sección de baja permeabilidad (Zona 1 – arena arcillosa compactada) y una sección permeable (Zona 2 – roca meteorizada). Los materiales serán tomados del área de implantación de la represa. Los tamaños de grano del material de Zona 2, después de su explosión y transporte varían entre grava media (5mm) a un tamaño mayor (1.000mm).

Las etapas siguientes de la represa de relaves comprenden una zona poco permeable (Zona 3 – arena limosa compactada) y una zona permeable (Zona 4 – relaves gruesos compactados). La zona 3, tiene un ancho de 10 m que comprende arena limosa de la zona de implantación de la represa, y la zona 4 está formada por relaves gruesos compactados para crear una zona de 100 m de ancho. Las fases 2 a 5 están formadas por un drenaje de 2m de espesor de arena limpia en la base que se extiende en el valle al nivel de altura relativa (RL) 170m.

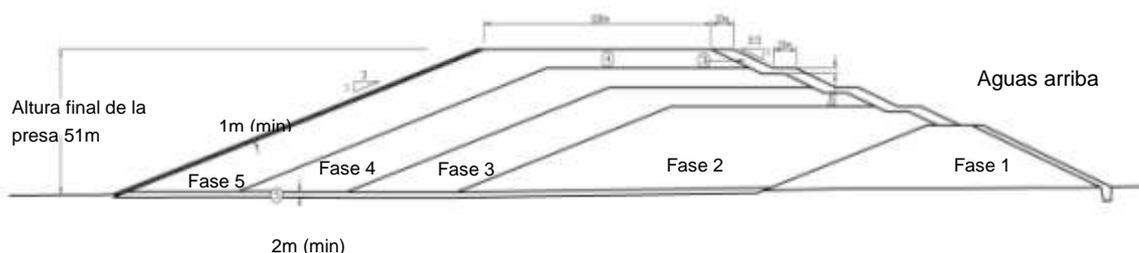


Figura 2-26: Construcción de la Represa de Relaves

Tabla 2-10: Construcción de la Represa de Relaves

Zona	Material	Volumen de la Presa (m3)					
		Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Total
1	Arcilla Compactada	195.000	--	--	--	--	334.000
2	Roca Meteorizada	2.084.000	--	--	--	--	2.732.000
3	Arena-Limo Compactado	--	206.000	246.700	781.500	300.000	1.534.200
4	Relaves Gruesos Compactados	--	5.730.500	4.453.500	5.599.500	7.0205.500	22.989.000
5	Arena Limpia (Drenaje)	--	250.500	111.000	105.000	115.500	582.000
6	Coraza (capa) de roca	--	--	--	--	378.000	378.000
7	Roca Altamente Meteorizada	--	--	--	--	--	941.000
<b>TOTAL</b>		<b>2.279.500</b>	<b>6.187.000</b>	<b>4.811.200</b>	<b>6.486.000</b>	<b>7.999.000</b>	<b>29.490.200</b>

El Anexo V presenta las piezas gráficas que ilustran la extensión superficial de las diferentes fases de la represa de relaves.

### 2.10.3 Operación

Los relaves serán transportados de la planta de beneficiamiento hacia la represa a través de una tubería. Una vez que los relaves lleguen a la represa, se utilizarán tres métodos para realizar la descarga:

- Descarga punto;
- Descargas múltiples por picos lanzadores; y
- Ciclón.

La descarga punto dispone los relaves en una localización fija. Las descargas múltiples permiten una distribución planificada. El método de ciclón separa los relaves gruesos de los relaves finos para que los relaves gruesos puedan ser usados en la construcción de la represa. Una vez que la construcción de la represa se haya concluido, el proceso de ciclón puede ser discontinuado.

Los relaves limosos se depositarán fuera del sistema de terrazas de la represa principal hacia el área de contención al sur de la represa principal. Se usarán bombas montadas sobre pontones ubicados dentro del lago sobrenadante, al pie de la playa de relaves finos, para captar el agua sobrenadante de los relaves y bombearlos a la represa de agua bruta.

La Tabla 2-11 presenta un resumen de la construcción del terraplén y de los materiales necesarios para la construcción del muro de contención de la represa de relaves:

Tabla 2-11: Volúmenes de Almacenamiento de la RR

Vida de Almacenamiento (años)	Altura (m)	Volumen de Almacenamiento Acumulado (m <sup>3</sup> )	Masa de Almacenamiento Acumulado (t)	Volumen de Presa Requerida (m <sup>3</sup> )
2	184	62.933.621	90.624.414	2.279.500
4	191	124.769.898	179.668.653	6.187.000
8	198	233.999.330	336.959.036	4.811.200
11	205	360.887.222	519.677.600	6.486.000
18	212	472.865.095	680.925.737	7.999.000

## 2.11 REPRESA DE AGUA BRUTA

### 2.11.1 Diseño

La represa de agua bruta funcionará como un reservorio de agua de proceso y para la recepción del agua de retorno proveniente de la Terminal Portuaria. La represa de agua bruta tendrá una capacidad máxima de aproximadamente 21,5 Mm<sup>3</sup>. La represa de agua bruta será una represa típica de enrocamiento con un núcleo de arcilla y una cobertura final de *rip-rap* para evitar erosión. La roca para la represa provendrá de la excavación de la zona de embalse de la misma represa, aumentando el volumen total de agua que puede ser almacenado en la instalación. Según el diseño, la represa de agua también funcionará como una laguna de sedimentación para la represa de relaves (RR), en el caso que el área de relaves rebose. El espejo de agua cubrirá aproximadamente 250 ha. La presa tendrá una altura de aproximadamente 36 m, con taludes 2:1 (H:V) en ambos lados y una cresta de 20 m.

El diseño de la represa de agua bruta incorpora las siguientes consideraciones:

- Las cunetas de toma de lixiviados y el sistema subterráneo de drenaje están diseñados para limitar las pérdidas de lixiviados y permitir su recolección, de manera que puedan ser usados en la planta de procesamiento;
- La presa será construida con la altura de diseño final desde el comienzo del proyecto (214 m).

En resumen, el diseño de la represa de agua bruta asume las siguientes condiciones:

<u>Áreas de captación de aguas pluviales</u>	<u>Cantidad</u>
Captación de la represa de agua bruta (ha)	270
Represa de relaves, superficie <u>promedio</u> de relaves (ha)	1.400
Captación, incluyendo represa de relaves (ha)	3.400
Capacidad máxima (Mm <sup>3</sup> )	21,5
Rango de operación normal (Mm <sup>3</sup> )	15 a 20

### 2.11.2 Construcción

La represa de agua bruta será construida con sus dimensiones finales al inicio de la operación. En la construcción de la represa se distinguen varias fases:

1. Preparación de la cimentación de la represa: realizando el retiro de los arbustos y limpieza del suelo vegetal existente, que será acopiado en una zona próxima para su posterior uso en remediación y protección contra la erosión.
2. Compactación del terreno subyacente con rodillo pata de cabra a efectos de obtener una correcta base de apoyo de las capas superiores.
3. Construcción de la zanja de corte de filtración en ubicación coincidente con el eje de la represa. Se realizará una excavación de 4 metros de ancho en su base (con profundidades variables entre 0,5 y 5 m) que luego se llenará con arcilla compactada.

4. Una vez completado este relleno impermeable por debajo del terreno natural, se continuará con la construcción del cuerpo de la presa. Se distinguen dos zonas separadas por una capa de geotextil: el núcleo central impermeable de arcilla compactada, y los taludes laterales compuestos por suelo y roca extraídos de las excavaciones próximas, según el diseño y especificaciones técnicas.
5. Los trabajos de transporte, nivelación y compactación del cuerpo de la presa se realizarán con un equipo de movimiento de suelos tradicional (camiones, motoniveladoras, topadoras, cilindros de compactación, etc.). No presentan singularidades o dificultades que deban ser especialmente consideradas.
6. Donde corresponda, según los planos de diseño, se construirán los vertederos y estructuras auxiliares de hormigón armado.
7. Por último se procederá a realizar las tareas de protección contra la erosión, tanto en los taludes expuestos como aguas abajo de los vertederos.

Al final de la construcción, la presa de agua bruta contendrá 138.500 m<sup>3</sup> de arcilla compactada (Zona 1), 648.000 m<sup>3</sup> de roca meteorizada (Zona 2) y 941.000 m<sup>3</sup> de roca altamente meteorizada (Zona 7), como se indica en la Figura 2-27.

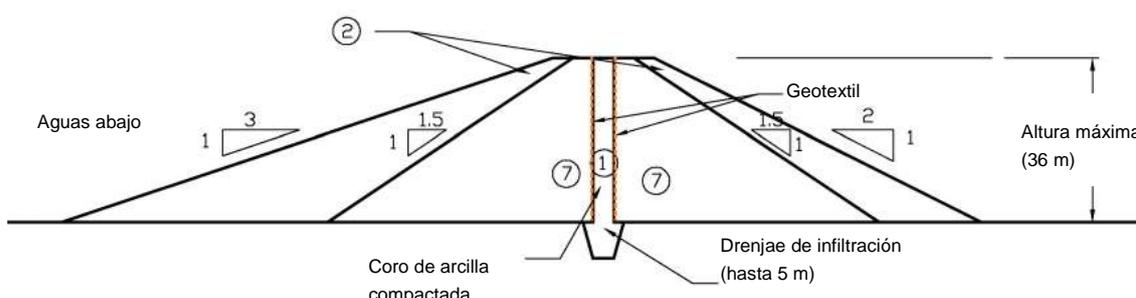


Figura 2-27: Construcción de la Presa de Agua Bruta

### 2.11.3 Operación

El agua de la represa de agua bruta será enviada a la planta de beneficiamiento, según la demanda necesaria, a través de bombas. Se requerirán sistemas de tuberías y de bombeo para recuperar el agua de la represa de relaves y de la represa de agua bruta hacia la planta de procesamiento.

La represa operará con una altura máxima de 214 m y típicamente operará con un volumen de 15 a 20Mm<sup>3</sup>.

La Lámina C.8\_9 del **Anexo III** ilustra la localización y la extensión superficial de la represa de agua bruta.

## 2.12 CAMINOS DE TRANSPORTE Y ACCESO DENTRO DEL COMPLEJO MINERO

### 2.12.1 Diseño

El Complejo Minero requiere la construcción de caminos internos, que interconecten las minas Uría, Morochos, Maidana y Mulero con las plataformas e infraestructura auxiliar en la zona Sur, así como los diferentes sectores de la mina en Las Palmas entre sí. El trazado de los caminos se ilustra en la Lámina C.8\_32 del Anexo III.

#### 2.12.1.1 Caminos

##### Caminos entre las zonas de mina y la Planta de Beneficiamiento

El tránsito entre las minas y la Planta de Beneficiamiento se limitará a vehículos regulares, y se realizará por los caminos existentes: desde las minas del grupo Valentines, por el Camino del Monzón, el Camino al Paso Santa Rita del Yí y la Ruta 19; desde la mina Las Palmas, por el Camino Las Palmas. Estos caminos, no obstante, seguirán siendo de uso público.

Minera Aratirí se pondrá a disposición de las Autoridades departamentales, a los efectos de implementar la mejora de estos caminos al comienzo de la etapa de construcción. El detalle de diseño será elaborado durante la fase de Ingeniería de Detalle, junto con la especificación gráfica de su interacción con las singularidades topográficas, hidrográficas y viales existentes, y la descripción detallada de las medidas de mitigación que puedan corresponder.

##### Caminos internos de la Planta de Beneficiamiento

Dentro de la planta de beneficiamiento se construirán caminos para la circulación de vehículos livianos.

##### Caminos de acceso al Complejo Minero

El camino principal para acceder al Complejo Minero será por la Ruta 19 hacia el oeste de Cerro Chato. Este camino será mejorado mediante la aplicación de carpeta asfáltica.

El acceso principal para el ingreso de camiones con insumos (principalmente combustible y nitrato de amonio) será por el camino existente al Norte de la Mina Mulero, que se dirige desde la Ruta 7 hacia el oeste (Camino del Monzón), atravesando el Complejo Minero hasta su intersección con el camino al Paso Santa Rita del Yí, por éste hasta la Ruta 19. De esta forma, ninguno de los camiones con insumos o materias primas atravesará la trama urbana de Cerro Chato.

##### Caminos de servicio

Se construirán caminos de servicio para vehículos livianos de modo de poder acceder a los distintos puntos de trabajo y control del Complejo Minero. Su trazado será definido durante la etapa de ingeniería de detalle.

Siempre que sea factible se mantendrá separada la circulación de los vehículos livianos de la de los equipos pesados.

##### Caminos para circulación de transporte pesado

Serán diseñados para la circulación segura de los camiones de transporte pesado, seleccionados para la carga de ROM y estériles.

Entre las cuatro minas de Valentines (Maidana, Uría, Morochos y Mulero) y la plataforma de ROM / trituradora primaria, se construirán aproximadamente 24 km de caminos para la circulación del transporte pesado. En la zona de Las Palmas, estos caminos se extenderán aproximadamente 13 km.

Los caminos para circulación de transporte pesado contarán con una superficie de rodadura de grava. Tendrán un ancho de calzada de 35 a 40 m, dependiendo de los requerimientos de drenaje, y bermas de seguridad. La traza se proyectó para el transporte de cargas pesadas de una manera segura y eficiente, y para minimizar el mantenimiento de rutina necesario para mantener la superficie del camino en un buen estado.

Donde sea factible, se diseñarán caminos independientes para vehículos livianos, como modo de minimizar su interacción con los equipos pesados

#### Cierre de caminos existentes

Algunos tramos de caminos vecinales existentes deberán cerrarse al uso público, como manera de permitir el emplazamiento y la operación segura en las minas y pilas de estéril, la circulación de camiones pesados durante la etapa de obra, y el transporte entre las instalaciones del sector durante la etapa de producción. Los tramos más significativos corresponden al Camino a Las Palmas, que conecta la Ruta 19 a la altura del punto propuesto para el emplazamiento de la planta de beneficiamiento, con la Ruta 6 al sur del poblado Las Palmas, y al Camino del Monzón, que corre paralelo al alineamiento de las minas de la zona sur, desde la Ruta 7.

Como contrapartida, se alistarán y repararán aquellos caminos alternativos que permitan mantener la accesibilidad a los predios afectados por el cierre, en particular la conexión entre la Ruta 6 y el camino a Las Palmas, al sur de la mina Las Palmas y el camino El Amanecer, que corre al Sur del camino del Monzón y subparalelo a éste, al otro lado del valle del arroyo Valentín.

#### Rectificación de la Ruta 7

La última mina que entrará en operación será la mina Mulero, aproximadamente 5 ó 6 años después del comienzo de las operaciones en las primeras minas (Uría, Maidana y Las Palmas). En caso de concretarse esta fase, el avance de la mina Mulero sobre la Ruta 7 determinará que sea necesario desviar el trazado actual de ese tramo.

En caso de concretarse la explotación de la forma prevista, se implementará un nuevo trazado que rectifique la curva que esta ruta presenta entre las progresivas 231,5 y 237,5, aplicando parámetros de diseño adecuados al nivel de servicio que a los efectos establezca la Dirección Nacional de Vialidad. Paralelamente en esta etapa, se extenderá el Camino del Monzón hasta conectar con la nueva traza de la Ruta 7. Estos nuevos trazados, así como las especificaciones técnicas y los requisitos administrativos, serán materia de un proyecto específico oportunamente coordinado con la autoridad competente.

### **2.12.1.2 Puentes**

Se requerirá la construcción de un puente sobre el río Yí en el cruce con el Camino al Paso Santa Rita del Yí, a los efectos de habilitar la circulación segura y permanente entre las minas del grupo Valentines, la mina Las Palmas y la Planta de beneficiamiento.

Minera Aratirí se pondrá a disposición de las Autoridades competentes a los efectos de implementar la construcción de este puente. El detalle de diseño será elaborado durante la fase de Ingeniería de Detalle, junto con la especificación gráfica de su interacción con las singularidades topográficas, hidrográficas y viales existentes, y la descripción detallada de las medidas de mitigación que puedan corresponder.

## 2.12.2 Construcción

### 2.12.2.1 Caminos

Durante la fase de construcción de los caminos se distinguen las siguientes etapas:

1. Retiro de arbustos y limpieza del suelo orgánico, que será acopiado en zonas próximas para su posterior reutilización.
2. Compactación del terreno subyacente con rodillo pata de cabra a efectos de obtener una correcta base de apoyo de las capas superiores.
3. Ejecución de alcantarillas, para mantener y garantizar los correctos desagües.
4. Conformación de los caminos hasta los niveles de proyecto mediante la excavación, transporte, depósito, nivelación y compactación de los suelos, según se indique en el diseño.
5. Protección contra la erosión.
6. Señalización.

La capa superficial en todos los caminos será utilizada inmediatamente para la estabilización de las banquetas.

### 2.12.2.2 Puentes

La construcción del puente sobre el río Yí comprende las siguientes etapas:

1. Retiro de los arbustos y limpieza del suelo orgánico existente a lo largo de la traza del puente.
2. Conformación de un camino de circulación paralelo a la traza
3. Conformación de ataguías en la zona de cauce permanente, las que se realizarán de manera independiente desde ambas márgenes.
4. Excavación de las bases de fundación.
5. Hormigonado de las bases de fundación y arranque de pilas. Relleno de los pozos de fundación.
6. Tareas de hormigón armado para ejecución de las pilas.
7. Retiro parcial de las ataguías en agua.
8. Encofrado y hormigonado de las losas y vigas del tablero con elementos auto portantes que apoyan sobre las pilas ya construidas (sin necesidad de apuntalado sobre el terreno). Los trabajos se realizan con grúas y elementos de izaje adecuados que operan desde el camino de circulación paralelo a la traza.
9. Finalización de las tareas de hormigón armado, retiro final de las ataguías y caminos auxiliares.
10. Restitución del suelo orgánico original.
11. Protección contra la erosión en la zona de los terraplenes y estribos.

## 2.13 OPERACIÓN

Se presenta un resumen de los caminos para el transporte y acceso que se utilizarán y mantendrán en el Complejo Minero en la Tabla 2-12.

Tabla 2-12: Caminos para el transporte y acceso al Complejo Minero

Camino	Uso	Sentido	Ancho	Tipo de Superficie	Vel. máx. (km/hr)	Longitud (km)	Vehículos <sup>3</sup> -viajes
Caminos entre la trituradora y taller de mantenimiento de la planta	Circulación vehicular entre las áreas mineras y la planta de beneficiamiento	dobles manos	4,5 m (1 x 3,5 m calzada, 2 x 0,5 m banquina)	No pavimentado con gravilla compactada  Regado por camión de agua para control de polvo	60	40	10 VL/día  1 VP/mes
Caminos internos de la Planta de Beneficiamiento	Acceso de vehículos livianos entre el área de la planta	dobles manos	8 m (2 x 3,5 m calzada, 2 x 0,5 m banquina)	Pavimentado y no pavimentado con gravilla compactada	25	N/A, interno	Despreciable
Camino para transporte de insumos a la Planta de Beneficiamiento (camino existente al Pueblo Monzón)	Transporte de combustible, y materia prima para explosivos y repuestos	dobles manos	4,5 m (1 x 3,5 m calzada, 2 x 0,5 m banquina)	No pavimentado con gravilla compactada  Regado por camión de agua para control de polvo	60	10	100 VL/día (acceso general)  20 VP/día
Caminos de acceso al Complejo Minero (Ruta 19 principalmente)	Transporte de personal al Complejo Minero (planta y minas)	dobles manos	10,5 m (2 x 3,75 m calzada, 2 x 1,5 m banquina)	Pavimentado	90	22	200 VL/día  20 VM/día
Caminos de servicio	Caminos internos para vehículos livianos entre los varios puntos	dobles manos	4,5 m (1 x 3,5 m calzada, 2 x 0,5 m banquina)	No pavimentado con gravilla compactada  Regado por camión de agua para control de polvo	60	90	100 VL/día
Caminos de transporte de mineral y de material estéril	Transporte de mineral y estéril entre la mina y la trituradora primaria	dobles manos	41 m (1 x 29 m calzada, 2 x 6 m banquina)	No pavimentado con gravilla compactada  Regado por camión de agua para control de polvo	60	37	1800 VP/día

<sup>3</sup> VL – Vehículos Livianos; VM – Vehículos Medianos; VP – Vehículos Pesados

## 2.14 RELLENO SANITARIO

### 2.14.1 Localización

Al norte de la planta de beneficiamiento y próximo a la represa de relaves, se propone construir un relleno sanitario para la disposición final de los residuos domésticos generados en el área del proyecto y que no se pueden reciclar.

Su localización, diseño, operación y cierre se realizarán de acuerdo a lo establecido en el Decreto 391/2013. En particular, se encuentra alejado de zonas urbanizadas o con proyecto de urbanización así como de humedales, a más de 800 m de cursos de agua permanentes y en zona no inundable, aunque terminará contiguo al embalse de relaves al omento de su máximo desarrollo. La zona no oficia como recarga de acuíferos, no es zona de transición geológica ni presenta permeabilidad particularmente alta. El nivel freático se encuentra a 43 m de la superficie y por tanto a mucha mayor profundidad que la base de las celdas del relleno sanitario. No hay tomas de agua subterránea para suministro a poblaciones en un radio de 5 km, no está en una reserva ecológica ni el área está declarada como de especial protección, y la escuela más cercana se encuentra a más de 3 km, no habiendo otros edificios públicos en entorno mediato.

Asimismo, la densidad de población y la tasa de crecimiento de la zona son muy bajas, el índice CONEAT es inferior a 100, la densidad de viviendas es muy baja y la más cercana está a más de 400 m, no hay en la zona edificios públicos ni aeródromos, la pendiente es menor al 5%, la geología determina que no sea una zona de acuíferos y que la permeabilidad hidráulica sea baja, no hay poblaciones en el entorno mediato a sotavento de la dirección predominante o tal que pudieran verse afectadas por eventuales olores, presenta buenos accesos, no está en una cuenca visual con relevancia paisajística, no es una zona de particular interés turístico o cultural y se ubica adyacente a la planta de beneficiamiento.

### 2.14.2 Diseño y Construcción

El relleno sanitario tendrá un área interna de 360 m x 160 m, que será nivelada con pendientes del orden del 1%.

Sus características:

- La base se conformará material arcilloso de 90 cm de espesor y permeabilidad hidráulica máxima de 10<sup>-7</sup> cm/s o su equivalente en material sintético.
- Sobre la base se conformará un sistema de canalizaciones que permitan la un sistema de captación y conducción de los lixiviados hacia el embalse de relaves.
- Contará con un sistema de drenes horizontales y verticales conformados con material granular, para canalizar los gases que pudieran generarse.
- Se construirán bermas perimetrales que permitan derivar la escorrentía superficial hacia una pileta de control. Las bermas perimetrales tendrán alturas del orden de 3 m, con un talud interno de 3H:1V, un talud externo de 2,5H:1V, y una pista de servicio de 4,5 m de ancho en la parte superior. Los taludes internos serán revestidos con una capa de 20 cm de arcilla compactada,
- Una vez colmatado, el relleno será cubierto con una capa de material arcilloso de 30 cm de espesor y permeabilidad hidráulica máxima de 10<sup>-7</sup> cm/s o su equivalente en material sintético, un sistema de drenaje compuesto por material granular y finalmente una capa de suelo orgánico de 40 cm de espesor, con cobertura vegetal.

- El relleno contará con cerco perimetral y control de acceso.

En la construcción del relleno sanitario se distinguen diversas fases:

1. Limpieza del suelo vegetal existente, que será acopiado en zona próxima para su posterior uso en remediación y protección contra la erosión.
2. Excavación del terreno hasta los niveles de proyecto y compactación del terreno subyacente hasta alcanzar la permeabilidad hidráulica máxima requerida.
3. Construcción de la berma perimetral.
4. Construcción de las canalizaciones y tuberías de drenaje de lixiviado.
5. Por último se procederá a realizar las tareas de protección contra la erosión.

Los trabajos de excavación, transporte, nivelación y compactación del material que compone el relleno sanitario se realizarán con equipo de movimiento de suelos tradicional (camiones, motoniveladoras, topadoras, cilindros de compactación, etc.).

### 2.14.3 Operación

La operación contemplará las siguientes consideraciones:

- El relleno sanitario será utilizado exclusivamente para los residuos domésticos y para aquellos industriales no peligrosos generados en el área del proyecto que no se puedan reciclar.
- Será operado por personal capacitado responsable, quien llevará el control de ingresos.
- Se realizará el mantenimiento regular de las zanjas de canalización de pluviales, para evitar el estancamiento de agua y su ingreso en el relleno sanitario.
- Se controlará la existencia de fisuras o grietas en la superficie de los taludes.
- Se controlará la emisión de olores, mediante la adecuada compactación de los residuos y su cobertura regular.
- Se implementarán procedimientos de prevención de incendios, atendiendo al riesgo de combustión de los gases del relleno.
- Se implementarán procedimientos de operación que entre otros aspectos definirá las secciones del relleno sanitario, la instalación y compactación de los residuos y la cobertura de los residuos.
- Los lixiviantes serán colectados y descargados a la represa de relaves.

## 2.15 PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES SANITARIOS

### 2.15.1 Diseño

La planta de tratamiento será utilizada para tratar los efluentes sanitarios generados por las instalaciones del área de la plataforma de la planta de beneficiamiento. Inicialmente, la planta será instalada para el campamento de construcción y posteriormente será modificada para servir a la planta de beneficiamiento e instalaciones relacionadas.

El efluente de la planta de tratamiento (Tabla 2-13) cumplirá con todos los requerimientos establecidos en el Decreto 253/79 y modificativos para la descarga a cursos de agua Clase 3. El diseño y su operativa será objeto de Autorización de Desagüe Industrial en cumplimiento de lo que establece el citado Decreto.

Tabla 2-13: Características de la Planta de Tratamiento de Efluentes Sanitarios

Parámetros	Valor
Caudal de Diseño (máximo diario)	24 m <sup>3</sup> /h
Caudal de Diseño (máximo horario)	260 m <sup>3</sup> /día
Líquido a tratar	Aguas domésticas
Consumo de agua	120 L/día (promedio)
Calidad del efluente	Según Decreto 253/79

### 2.15.2 Construcción

La planta de tratamiento de efluentes sanitarios estará ubicada al norte de la planta de beneficiamiento, ocupando un área aproximada de 50 m por 50 m.

La planta de tratamiento consiste en un pozo decantador, un pozo de bombeo y dos plantas de aireación de tipo compacto, que aseguran que los líquidos finales sean vertidos de acuerdo a las normas sanitarias que regulan la descarga a cursos de agua. El efluente tratado será descargado a la represa de agua bruta para reciclaje para agua de proceso.

### 2.15.3 Operación

El sistema recoge las aguas servidas de los edificios administrativos, oficinas, comedor y vestuarios, a través de una red de saneamiento interno proyectada a tal fin. Los sólidos serán removidos de la planta periódicamente mediante camiones barométricos para su disposición en el sitio de descarga municipal.

La planta de tratamiento de efluentes recibirá también la descarga de los camiones cisterna que recogerán los efluentes de las fosas sépticas de todo el Complejo Minero.

## **2.16 OTRAS INFRAESTRUCTURAS ALREDEDOR DE LA PLANTA DE BENEFICIAMIENTO**

### **2.16.1 Lavadero de Equipos Pesados**

Los equipos pesados y livianos serán lavados en un lavadero de equipos ubicado en la plataforma del taller de mantenimiento. El lavadero estará equipado con mangueras de agua de alta presión. El efluente del lavadero será dirigido a un sistema de tratamiento de agua para eliminar sedimentos, grasa y combustible antes que sea descargado al ambiente.

### **2.16.2 Almacenamiento y Despacho de Combustible**

El combustible para los vehículos livianos se recibirá en un tanque de combustible de 100 m<sup>3</sup> ubicado adyacente al espesador de concentrado. Las instalaciones incluyen tres dispensadores de gasoil y uno de nafta, y los tanques intermedios de almacenamiento de combustibles. Se construirán sobre un piso de hormigón y con techo de liviano de chapas metálicas.

### **2.16.3 Subestación Principal, Líneas de Transmisión y Generadores de Emergencia**

La subestación principal de la planta convertirá la tensión de 150 kV a 31,5 kV para su distribución interna en la planta beneficiamiento y las trituradoras primarias. Tendrá un área de aproximadamente 90 m por 90 m, y se ubicará adyacente a la subestación de 150 kV de UTE.

La alimentación desde la subestación principal a las trituradoras Norte y Sur se realizará mediante líneas de transmisión aéreas de 31,5 kV instaladas aledañas a los caminos de acceso. Las líneas se construirán de acuerdo a las normas y especificaciones de UTE.

Generadores eléctricos alimentados gasoil serán utilizados en caso de emergencia. Estarán ubicados en el área de la planta de beneficiamiento y en cada una de las trituradoras primarias. La cantidad y capacidad de cada generador será definido en la etapa de ingeniería de detalle.

### **2.16.4 Edificio de Enfermería, Bomberos y Seguridad Ocupacional**

Esta instalación brindará servicios médicos y primeros auxilios para personal del proyecto, así como para personal de construcción en la etapa constructiva. El edificio tendrá oficinas para personal médico, personal de seguridad ocupacional y destacamento de bomberos, además de un almacén de insumos médicos y de seguridad. Incluirá un garaje para una ambulancia y un camión de bomberos.

---

## 2.16.5 Vivero

Aguas arriba de la represa de relaves se construirá un vivero dotado de plantas nativas de la zona, para el cultivo de las especies vegetales de altas tasas de crecimiento que se plantarán en las zonas de remediaciones y en las barreras vegetales. El vivero consistirá en un invernáculo, sombráculo, red de agua, lugar para compostaje y agroquímicos, y un banco de germoplasma. El vivero es uno de las primeras instalaciones que se instalará en el Complejo Minero para que las barreras vegetales de plantas nativas puedan estar instaladas tan pronto sea posible.

## 2.17 REMOCIÓN Y ACOPIO DE SUELO ORGÁNICO

En las áreas de las minas, en los acopios de material estéril, plataformas de ROM, límites de cimentación de represas y en las plataformas de la planta de beneficiamiento, el suelo orgánico será removido y acopiado para su uso futuro en la etapa de remediación y cierre.

Para las áreas de las minas, las plataformas de ROM, los límites de cimentación de represas y en las plataformas de la planta de beneficiamiento, el estudio de factibilidad asume que se podrá recuperar el suelo orgánico en el 70% de la superficie, siendo el 30% restante formaciones rocosas y taludes no aptos para trabajo de maquinaria. Para las pilas de material estéril, el estudio de factibilidad asume que el 60% de las áreas tienen suelo orgánico recuperable.

El suelo orgánico será apilado en franjas de altura máxima 2m, hasta una distancia de 80 m, desde la cimentación de la pila hasta un punto afuera del límite de la pila, para su uso futuro en las tareas de remediación y en la fase de cierre. Se debe tomar en cuenta que los trabajos de desbroce serán progresivos, trabajando adelante del avance de las minas y pilas de modo de minimizar la generación de fuentes de polvo, pérdida de contenido mineral, y donde sea posible, transportar el suelo directamente a aquellos puntos donde primero comenzará el cierre progresivo.

Los cálculos de la recuperación de material orgánico para todo el Complejo Minero se presentan en la Tabla 2-14.

Tabla 2-14: Cálculo de Recuperación de Suelo Orgánico

Elemento	Localización	Área (m <sup>2</sup> )	Capa superficial a 0,2 m de profundidad (m <sup>3</sup> )	Recuperación <sup>*4</sup> de la capa superficial (m <sup>3</sup> )
Minas (explotación final)	Maidana	546.000	110.000	77.000
	Uría	1.782.000	357.000	250.000
	Morochos	574.000	115.000	81.000
	Mulero	753.000	151.000	106.000
	Las Palmas	2.511.000	503.000	352.000
<b>Total</b>		<b>6.166.000</b>	<b>1.236.000</b>	<b>866.000</b>
Pilas de estéril	Maidana (este)	321.000	65.000	39.000
	Maidana (oeste)	494.000	99.000	60.000
	Uría (este)	2.040.000	408.000	245.000
	Uría (oeste)	2.144.000	429.000	258.000
	Morochos	1.642.000	359.000	198.000
	Mulero	828.000	166.000	100.000
	Las Palmas	9.054.000	1.811.000	1.087.000
<b>Total</b>		<b>16.523.000</b>	<b>3.337.000</b>	<b>1.987.000</b>
Otros áreas	Represa de Relaves (límite de cimentación)	928.000	186.000	130.000
	Represa de Agua Bruta (límite de cimentación)	148.000	30.000	21.000
	Plataforma de ROM (minas en el sur)	643.000	129.000	78.000
	Plataforma de ROM (Las Palmas)	583.000	117.000	70.000
	Planta de Beneficiamiento	805.000	161.000	113.000
<b>Total</b>		<b>3.107.000</b>	<b>623.000</b>	<b>412.000</b>
<b>Total capa superficial suelo</b>		<b>25.796.000</b>	<b>5.196.000</b>	<b>3.265.000</b>

La capa superficial que se recuperará de la construcción de la caminería interna será utilizada para la remediación y protección de los taludes y del alcantarillado de dichos caminos.

<sup>4</sup> Se asume que el 70% de las áreas de las minas, los límites de cimentación de represas y en las plataformas de la planta de beneficiamiento tienen suelo orgánico recuperable, y que el 60% de las áreas de las pilas de estéril y de las plataformas de ROM tienen suelo orgánico recuperable.



## 2.18 GESTIÓN DEL AGUA

### 2.18.1 Condiciones en el Complejo Minero

La complejidad del balance hídrico del proyecto, particularmente en el Complejo Minero, amerita presentar un breve extracto de la información de la línea de base que permita cuantificar la situación de partida.

#### 2.18.1.1 Precipitación

Se han evaluado los datos de precipitación y evaporación en el área de Valentines en base a una estación meteorológica establecida por el INIA y ubicada en Treinta y Tres (33° 14' S; 54° 15' W; 100m). Los registros observados abarcan el período del 1 de enero de 1973 al 31 de diciembre de 2008 (36 años).

La precipitación anual varía de 660 mm a 2.200 mm. No se identifica una tendencia continua de precipitación en los registros observados. La Figura 2-28 ilustra los datos de precipitación anual. La precipitación mensual varía de 0 mm a 433 mm, pero en general muestra un patrón consistente a lo largo del año. Los datos de precipitación promedio mensual se presentan en la Figura 2-29 y Tabla 2-15.

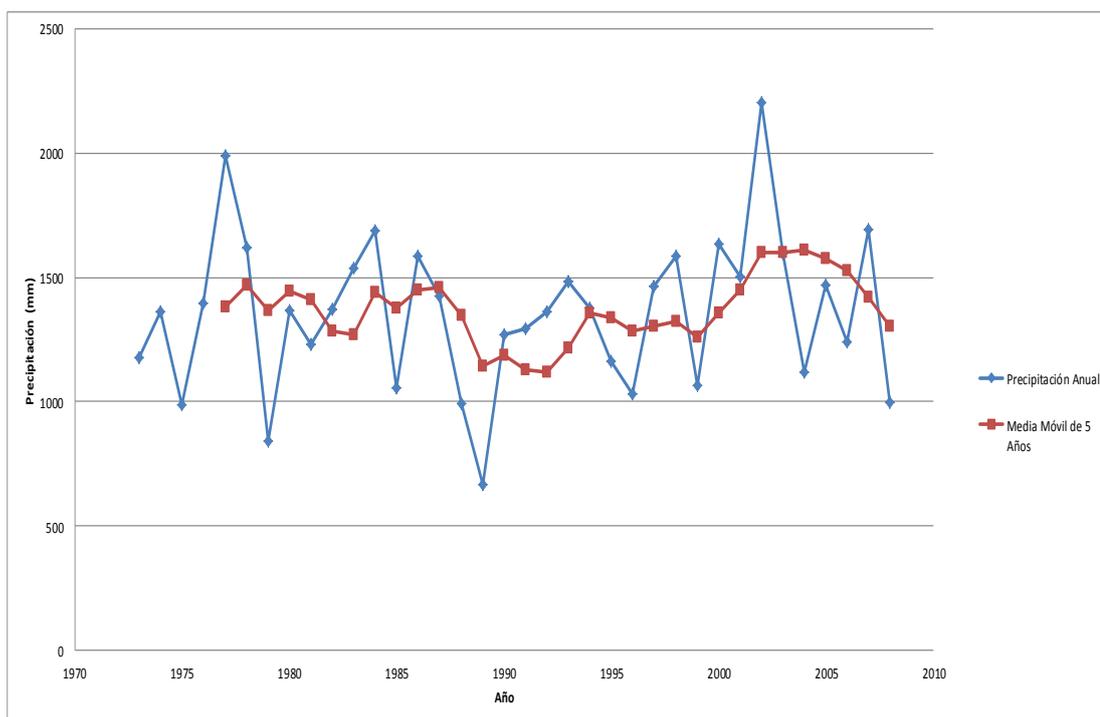


Figura 2-28: Precipitación Anual

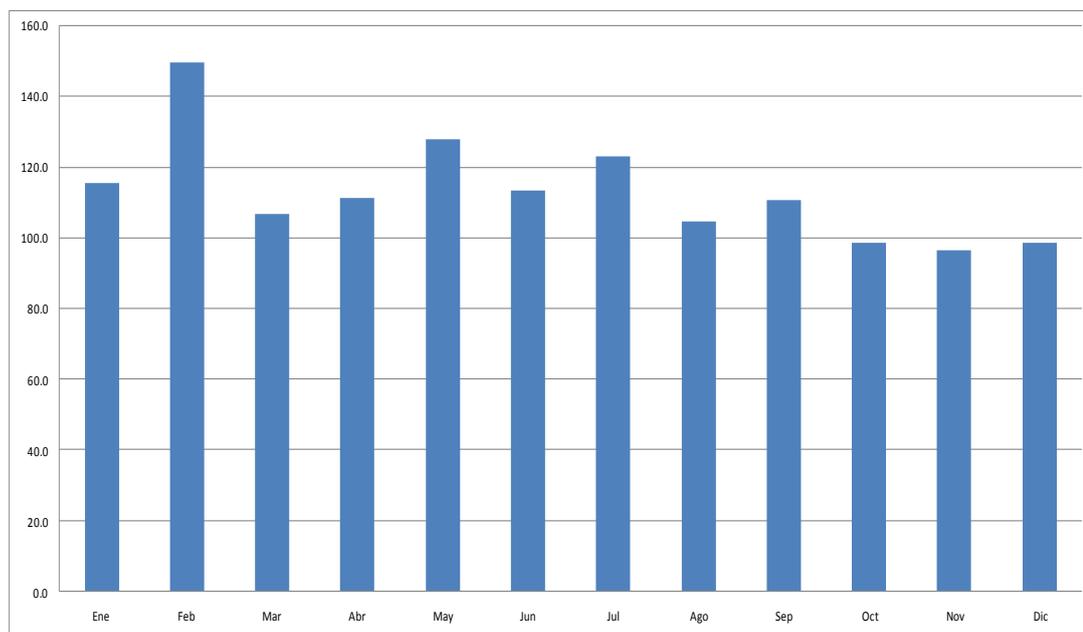


Figura 2-29: Precipitación Mensual Promedio (mm)

Tabla 2-15: Precipitación Mensual

Precipitación Mensual (mm) – Treinta y Tres (36 años)												
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Mínima	4.9	1.6	5.5	12.9	0.0	0.4	18.9	16.4	17.8	10.7	10.7	15.8
Promedio	115.7	149.7	106.7	111.3	128.0	113.5	122.9	104.5	110.7	98.7	96.4	98.5
Máxima	314.0	433.4	381.1	310.2	333.9	309.2	414.6	309.4	248.2	246.4	296.7	422.7

### 2.18.1.2 Hidrología

El Complejo Minero puede dividirse en dos amplias áreas de manejo hídrico:

- El área Sur comprende las minas de Uría, Morochos y Mulero en la sub-cuenca del arroyo Valentín, afluente del río Yí, y la mina Maidana, en la cabecera de la cuenca del río Yí, tributario del río Negro.
- La zona Norte comprende el área de explotación de la mina Las Palmas en la subcuenca del arroyo Las Palmas, así como las represas de agua bruta y de relaves en la subcuenca del arroyo de Las Conchas, tributaria del anterior en la propia área de explotación. El arroyo Las Palmas es tributario del arroyo del Cordobés, y todos ellos pertenecen a la cuenca del río Negro.

Por tanto, la región minera se encuentra ubicada en la vertiente oriental de una importante cuenca fluvial que alimenta al río Negro, donde están localizadas las represas hidroeléctricas Dr. Gabriel Terra, Baygorria y Constitución.

Los registros de caudal del río Yí en Sarandí del Yí muestran una escorrentía de cuenca que promedia más del 30% de la precipitación a lo largo de los años de registro, con mayor escorrentía en los años más húmedos y menor escorrentía en los años más secos. Se pueden anticipar valores mayores para grandes eventos de tormenta individuales con condiciones previas húmedas.

La Figura 2-30 ilustra los límites de la subcuencas y las ubicaciones de los arroyos en el Complejo Minero.

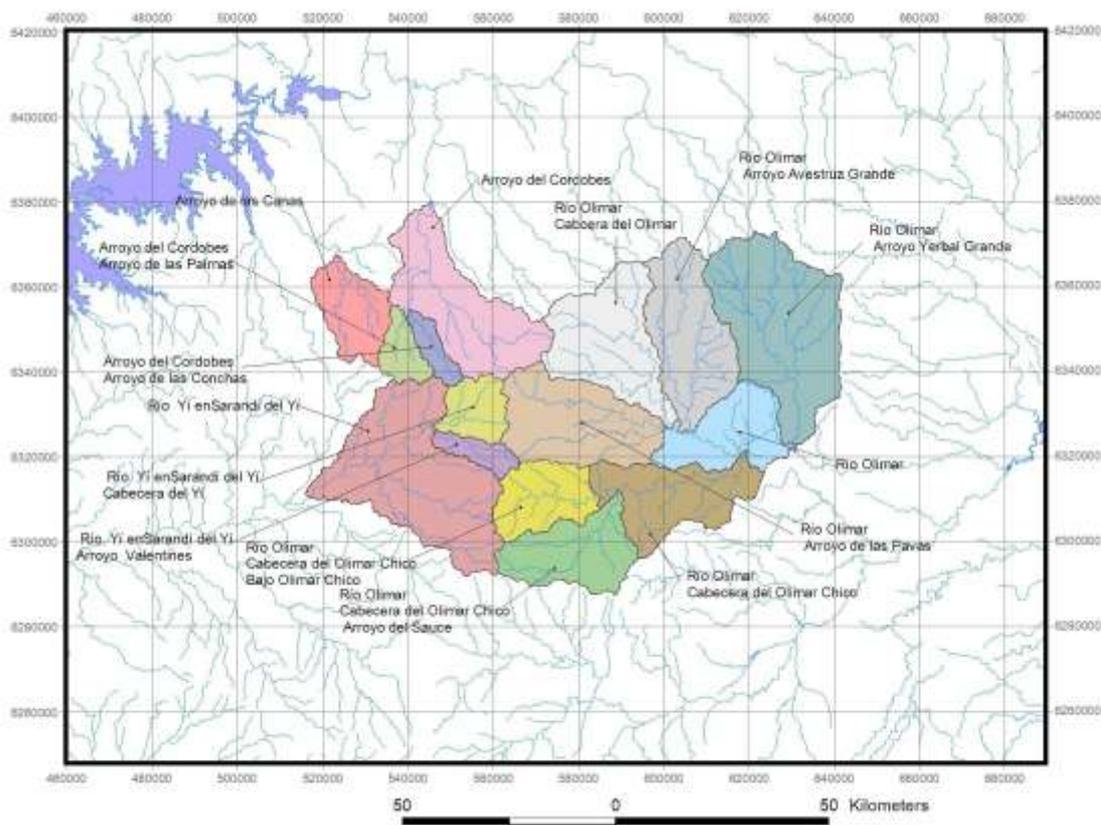


Figura 2-30: Subcuencas

Las estadísticas para la subcuenca de: el arroyo de Las Palmas, el arroyo de Las Conchas y el arroyo Valentines en su confluencia con el río Yí, se resumen en la Tabla 2-16.

Tabla 2-16: Estadísticas de las Subcuencas

Subcuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud del Arroyo (km)	Gradiente del Arroyo (%)	Tiempo de Concentración (horas)	Flujo Promedio Anual (m <sup>3</sup> /s)
Cabecera del Yí	200	27	0.3	8	2.9
Valentines	109	29	0.4	8	1.5
Valentines (en la desviación de Uría)	69	17	0.6	5	0.8
Las Palmas	135	23	0.3	7	1.2
Las Conchas	97	27	0.2	9	0.9

El área presenta mayoritariamente colinas ondulantes con algunas escarpas más empinadas. La formación de lagunas es evidente en algunas de las áreas elevadas así como en los valles. Los cursos de agua fluyen durante la mayor parte del año en la base de las sub-cuencas, no siendo necesariamente así en las cabeceras. La Figura 2-31 presenta las curvas de retención de los arroyos Valentín, Las Palmas y Las Conchas, ubicados en las tres cuencas de interés principal.

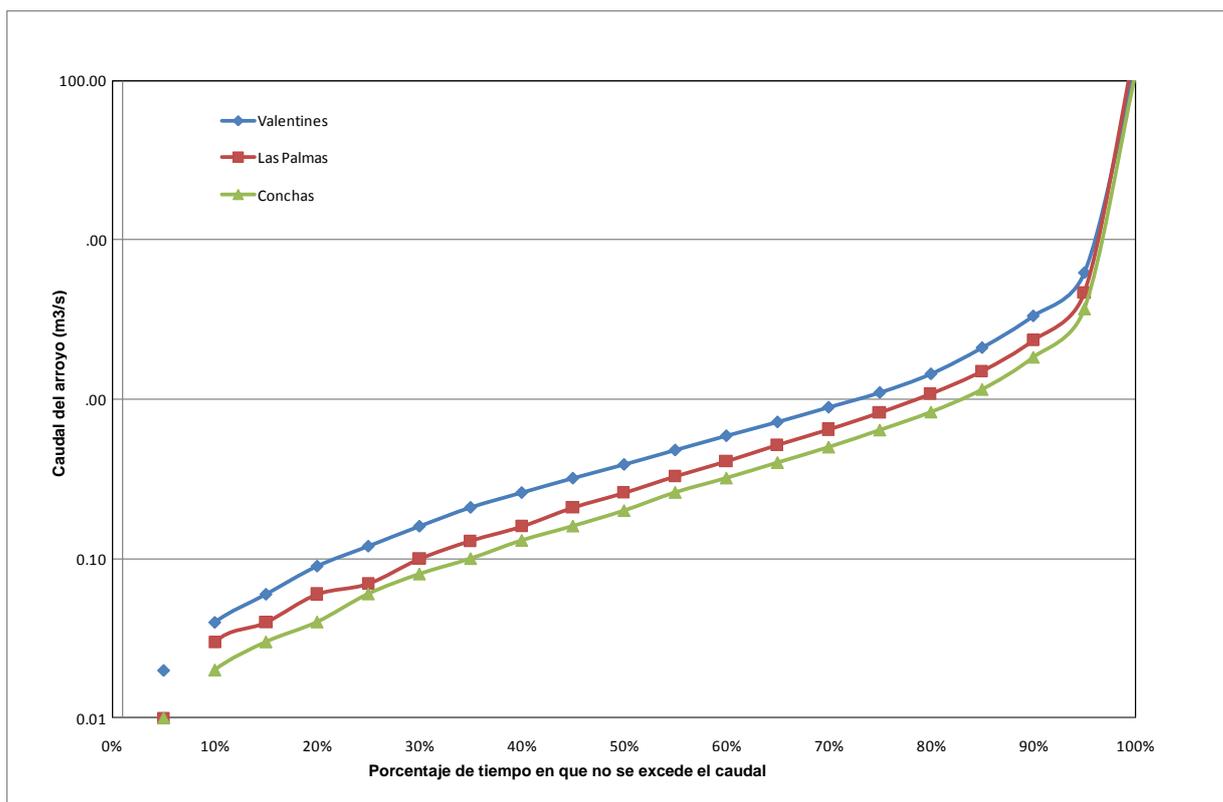


Figura 2-31: Curvas de Retención de Arroyos

### 2.18.1.3 Hidrogeología

Se han instalado un total de 64 piezómetros superficiales y profundos en el área del proyecto minero. Los piezómetros superficiales no pasan los 50 m de profundidad mientras que los piezómetros profundos llegan hasta 120 m debajo del nivel del suelo.

Los niveles de agua subterránea medidos durante las perforaciones variaron entre 0-50 m por debajo del nivel del suelo. Y se recolectaron mediciones adicionales durante las operaciones de desarrollo y muestreo de piezómetros. Los caudales de agua subterránea medidos por inyección de aire se encontraron dentro del rango de 0-0.5 l/s aproximadamente. Los resultados preliminares indican una baja permeabilidad del acuífero del basamento rocoso y que la napa freática sigue la topografía de la superficie, con los niveles de agua subterránea menos profundos medidos en los fondos de valle, y los niveles de agua subterránea más profundos medidos en los puntos altos.

La profundidad del agua parece estar en función de la precipitación directa que cae sobre la base de los valles, la permeabilidad y la evapotranspiración. La profundidad del agua en la base de los valles puede ser impactada por el caudal procedente de las laderas de los valles, con la presencia de manantiales dentro de los cursos de agua en sus tramos inferiores.

Observaciones de los datos del monitoreo de piezómetros de exploración de recursos muestran niveles de agua que responden a condiciones estacionales – evidencia de la recarga del acuífero. La descarga ocurre desde el acuífero ubicado en la base de los valles hacia los lechos fluviales o a través de evaporación/evapotranspiración en aquellos lugares donde la napa freática es superficial.

La evidencia a la fecha es que no hay un gradiente hidráulico vertical significativo y por ello, el yacimiento (en la macro escala) puede ser tratado como un cuerpo único en lugar de como una secuencia de acuíferos, pero posiblemente con mayores producciones de agua en la base de la zona de transición que a mayores profundidades.

## 2.18.2 Requerimientos de Agua en el Complejo Minero

### 2.18.2.1 Desagüe de las Minas

La Tabla 2-17 presenta el flujo de agua esperado en cada una de las minas (en su desarrollo final), tomados del modelo de estado estacionario. La tasa de desagüe más elevada fue estimada en aproximadamente 50L/s para la mina de Las Palmas, en tanto que la menor tasa de desagüe fue estimada en 20L/s para las minas Morocho y Maidana. Este es un resultado conservador basado en el supuesto que las minas se mantienen abiertas indefinidamente, por lo que nunca se inundan.

Tabla 2-17: Tasas de desagüe calculadas para las cinco minas en su desarrollo final y en estado estacionario

Mina	Las Palmas	Maidana	Uría	Morocho Central	Mulero Central
Flujo total (m <sup>3</sup> /día)	5506	2504	3761	2347	3665

El agua evacuada de las minas será utilizada para las siguientes actividades (ordenadas en sentido decreciente de magnitud):

- Control de polvo en los puntos de trabajo, en las pilas de estériles, en la caminería interna, en las plataformas de ROM y trituradoras primarias. Se asume que se utilizará de 1 a 2 L/h de agua por cada m<sup>2</sup> de camino, para control de polvo durante la estación seca. El área total para controlar polvo es variable dependiendo de la etapa de operación de las minas, las condiciones climáticas. Se asume un consumo promedio de agua de 7.780 m<sup>3</sup>/día; y
- Instalaciones de lavado de vehículos pesados. Se estima un consumo de agua por lavado de cada camión de 70m<sup>3</sup>. Se estima el lavado de 10 vehículos por día y que el 65% del agua puede ser reciclada, por lo que la reposición estará en el orden de 250m<sup>3</sup>/día por instalación (a lo que se agregan 450m<sup>3</sup>/día de agua reciclada). El consumo diario de agua del área del taller central se estima en menos de 100m<sup>3</sup>/día; y
- Reserva para protección contra incendios en la zona de minas y edificios.

El eventual exceso, si lo hubiera, podrá ser bombeado a la reserva de agua bruta o, si la calidad lo permite, derivado a las lagunas de sedimentación que descargarán en los cursos de agua adyacentes.

### 2.18.2.2 Proceso de Beneficiamiento

El proceso de beneficiamiento requerirá aproximadamente 28 Mm<sup>3</sup>/a de agua. Los dos principales circuitos de agua de este proceso los conforman el transporte del concentrado de hierro a través del Mineroducto hasta la Terminal Portuaria (aproximadamente 13,2 Mm<sup>3</sup>/a), y el circuito de transporte de los relaves hasta la represa de relaves (aproximadamente 14,4 Mm<sup>3</sup>/a).

El agua para el proceso de beneficiamiento será almacenada en la represa de agua bruta. La represa recibe el agua de las siguientes fuentes (listadas en orden decreciente de magnitud):

- Agua decantada de la represa de relaves.
- Agua de retorno de la Terminal Portuaria.
- Exceso de agua del circuito del concentrado de hierro.
- Sobreflujo de alivio de la represa de relaves.
- Efluentes de la planta de tratamiento.

Cinco bombas sumergibles en la represa de agua bruta enviarán el agua al tanque de depósito desde donde se alimenta a todas las áreas de la planta.

El consumo de agua para el proceso de beneficiamiento y operación del Mineroducto depende de varios factores, como las condiciones climáticas, etapa de operación, tasa de producción de mineral y producto, entre otros.

Si se asume que después de unos años de operación se alcanza un régimen estacionario (*steady state*), el balance de agua depende principalmente de las condiciones climáticas:

- En el caso de un año de precipitaciones en el percentil 50 (1.357 mm/año), el balance es positivo en 0,4 Mm<sup>3</sup>/año. Esto aumentará las reservas acumuladas en el embalse de agua bruta, elevando la cota del espejo de agua.
- En el caso de un año de precipitaciones en el percentil 10 (994 mm/año), el balance es negativo en 4,9 Mm<sup>3</sup>/año, lo que implicaría el consumo parcial de las reservas y la consiguiente disminución de la cota de la represa de agua bruta.

El **Anexo II** presenta un diagrama del balance de agua para cada uno de estos casos.

El sistema represa de agua bruta – represa de relaves – planta de beneficiamiento, funcionará en principio como un sistema cerrado. Como todo sistema cerrado, sin embargo, existen mermas. Las mermas estarán relacionadas con el agua que, bajo la forma de humedad, acompañará al concentrado de hierro cargado en los buques (aproximadamente 1,8 Mm<sup>3</sup>/a), con las pérdidas en el proceso de beneficiamiento (aproximadamente 0,3 Mm<sup>3</sup>/a), con la infiltración en los embalses (aproximadamente 0,6 Mm<sup>3</sup>/a), con las pérdidas por evaporación, y con el agua intersticial en el embalse de relaves (aproximadamente 13,5 Mm<sup>3</sup>/a). En años con registro pluviométrico por encima del percentil 50, la escorrentía captada por la cuenca de los embalses será más que suficiente para reponer las mermas. En años por debajo del percentil 50, el mantenimiento de la cota de la represa de agua bruta por encima del mínimo necesario para sostener el proceso, se garantizará mediante el aporte desde una fuente externa, según se describe en la siguiente sección 2.18.2.3 - Aporte externo de agua.

El balance de agua también brinda una estimación de la magnitud y la frecuencia de vertido controlado del exceso de agua procedente de la Represa de Agua Bruta. Como conclusiones, cabe mencionar: que es improbable que la Represa de Agua Bruta descargue el exceso de agua durante los primeros años de operación, mientras se vaya llenando hasta elevación operativa definida; y que es improbable que la Represa de Agua Bruta vierta excesos de agua durante los meses de verano o durante los años en los cuales las precipitaciones sean inferiores al promedio.

Como principal prioridad, las aguas de la Represa de Agua Bruta se manejarán de tal manera de minimizar el vertido de excesos de agua. Los 21,5 Mm<sup>3</sup> de capacidad de almacenamiento de la Represa de Agua Bruta se ajustan a los requerimientos operativos de la mina. Es poco probable que la Represa de Agua Bruta pueda operar sin descargar el exceso de agua durante toda la vida útil del proyecto.

Siempre que la calidad del agua de la represa cumpla con el estándar de vertido a curso de agua establecido en el Decreto 253/79, y que sea posible además cumplir con el estándar de calidad de agua que establece el mismo Decreto, el exceso de agua de la represa de agua bruta podrá ser drenado a la cuenca del arroyo Las Palmas por un sistema de bombas y tuberías. Si éste no fuera el caso, la purga del sistema se operaría a través del Mineroducto hasta la Terminal Portuaria y desde allí, por un ducto que acompañará el desarrollo del puente hasta el extremo, descargando en el mar. En la sección 2.18.4 se describe con detalle la operativa para el control de todos los efluentes.

El período más crítico para plantear el balance de agua lo constituye el comienzo de las operaciones, cuando el desarrollo de la represa de relaves y, consecuentemente, la posibilidad de recuperar esta agua para el proceso de beneficiamiento estará en su mínimo nivel. El comienzo de las operaciones requiere aproximadamente  $0,1 \text{ Mm}^3$  de agua solamente para el llenado del sistema (tanques, decantadores, espesadores, Mineroducto, filtros, etc.).

Para alcanzar un nivel de seguridad aceptable (respecto al riesgo de ocurrencia durante el arranque, de un período de sequía con recurrencia 100 años) la capacidad de la represa de agua bruta debería mantenerse en aproximadamente  $20 \text{ Mm}^3$ . En caso de que la reserva de agua fuera menor a  $15 \text{ Mm}^3$  al momento del inicio de la operación de la planta de beneficiamiento, sería necesaria la reposición desde una fuente externa de  $1,5 \text{ Mm}^3/\text{a}$  a  $2,0 \text{ Mm}^3/\text{a}$  para sostener la tasa de producción prevista.

### 2.18.2.3 Aporte externo de agua

Como medida de respaldo ante condiciones extremas, se piensa en la posibilidad de sumar al agua de proceso el aporte de una fracción del agua dulce que hoy se descarga al mar a través del canal que desemboca en La Coronilla, departamento de Rocha. El sistema de canales referido genéricamente como Canal Andreoni constituye el drenaje artificial para drenar los Bañados de Rocha y las Lagunas Negra y Blanca, y luego evacuar sus aguas en el Océano Atlántico. El caudal del canal Andreoni está regulado por las compuertas ubicadas en la Laguna Negra y está destinado al riego de arroz.

Este aporte de agua cumpliría básicamente dos funciones:

1. Asegurar el volumen de agua en la represa de agua bruta necesario para el inicio de las operaciones de la planta de beneficiamiento, en el caso de que los años de construcción (durante los que se necesitará poder almacenar agua suficiente en los embalses) fueran excepcionalmente secos.
2. Mantener o mitigar la disminución de la cota de la represa de agua bruta durante eventuales períodos de extrema y/o prolongada sequía durante la operación de la planta de beneficiamiento.

Con este propósito, se propone instalar una estación de bombeo con capacidad para extraer hasta  $1.200 \text{ m}^3/\text{h}$  de agua del canal Andreoni, que se enviarán hasta la represa de agua bruta a través del acueducto de retorno. Esto permitiría, en caso necesario, incorporar al circuito de agua del proyecto hasta  $8,5 \text{ Mm}^3$  durante un período de 10 meses estimado entre la finalización de la construcción del acueducto de retorno y el comienzo de operaciones de la planta de beneficiamiento.

Durante el régimen de operación, interesa contar con la posibilidad de incorporar de manera regular aproximadamente  $200 \text{ m}^3/\text{h}$  de agua del canal Andreoni al caudal del acueducto de retorno, como modo de cubrir el excedente necesario que permita afrontar la demanda de reposición de agua de proceso en períodos de sequía, afectando lo menos posible la cota del embalse.

La estación de toma sería construida hacia el lado oeste del cruce del canal Andreoni con la Ruta 9 (ver Figura 2-32). Un ducto de polietileno de alta densidad (HDPE) 500 DN seguirá una traza subterránea paralela a las rutas 9 y 10 hasta su acometida en las instalaciones de la Terminal Portuaria. Se prevé que este sistema se mantenga operativo durante toda la vida útil del proyecto.



Figura 2-32: Punta de toma propuesta en el canal Andreoni

Lógicamente, el sistema incorporará agua del Canal Andreoni únicamente en los períodos en que el canal disponga de agua suficiente.

Con la finalidad de conocer los caudales que Minera Aratirí puede extraer del canal con distintos objetivos, se estudiaron los datos históricos existentes de niveles y caudales, y se evaluó el comportamiento actual y futuro del canal con las obras realizadas del Plan de Regulación Hídrica de los Bañados de Rocha.

Dentro de los datos en el rango que existen aforos, y prestando atención a los caudales bajos por ser los de interés, se puede afirmar que el 97% del tiempo el caudal del canal Andreoni es superior a 5 m<sup>3</sup>/s, el 95% del tiempo el caudal es superior a 11 m<sup>3</sup>/s, y el 90% del tiempo es superior a 15 m<sup>3</sup>/s.

En cumplimiento de la normativa vigente, la autorización para la toma de agua del canal Andreoni será oportunamente tramitada ante la DINAGUA.

#### 2.18.2.4 Consumo Doméstico

El agua para consumo doméstico se extraerá de un pozo localizado en la cuenca del río Yí. Se estima un consumo de aproximadamente 240 m<sup>3</sup>/día (3 L/s), caudal que en principio no resulta significativo respecto al caudal base del río Yí en ese punto (780 L/s). Se requerirá un sistema de tuberías de HDPE y bombeo de pequeña capacidad desde el punto de extracción hasta la unidad potabilizadora (filtrado y cloración) localizada en las inmediaciones de la planta de beneficiamiento, donde también se ubicará el alojamiento temporal para los trabajadores durante la fase de construcción.

El agua potabilizada será enviada a la zona de minas mediante camiones cisterna de dedicación exclusiva.

### 2.18.2.5 Control de Incendios

Los tanques de agua para control de incendios se nutren de agua filtrada de la represa de agua bruta. Se distribuye por bombeo hasta el tanque que cubre la planta de beneficiamiento, y en camiones cisterna hasta los tanques situados en las plataformas de ROM, que cubren las zonas de minas.

Los camiones cisterna en servicio para el riego de los caminos para supresión de polvo, también estarán equipados y disponibles para la acción en caso de incendio. Estos camiones estarán equipados con un cañón de agua de uso automático y manual, tanque de espuma de baja expansión, mangueras contra incendios, mangueras auxiliares y conexiones en la parte trasera.

## 2.18.3 Infraestructura Hidráulica en el Complejo Minero

### 2.18.3.1 Diseño

Las principales obras hidráulicas en el Complejo Minero incluyen:

- Desvíos de cursos de agua,
- Construcción de lagunas de sedimentación,
- Construcción de puentes y alcantarillas, y
- Obras para control de inundaciones

El diseño de la infraestructura de manejo hídrico para el proyecto Valentines se basa en las Guías de la Corporación Financiera Internacional (IFC por sus siglas en inglés), del grupo Banco Mundial. A continuación se describen las obras hidráulicas específicas de cada mina.

#### 2.18.3.1.1 Minas del Sector Sur

La Lámina C.8\_34 del **Anexo III** ilustra las obras hidráulicas en las minas del Sector Sur.

##### **Mina Uría**

La mina Uría intersectará el recorrido del arroyo Valentín, por lo que será necesario desviar el curso de este arroyo. El desvío se hará hacia el norte mediante la construcción de un canal que adelanta aproximadamente 14 km aguas arriba su desembocadura natural en el río Yí. Se creará una amplia laguna a la entrada de la desviación (Laguna de Sedimentación Valentines Sur), extendiéndose hasta la pila de estéril aguas arriba, y ésta proveerá tanto un almacenamiento de atenuación de la avenida del río, como también la condición de velocidad que facilite la decantación del material suspendido.

Por razones de seguridad, la mina necesita ser protegida del agua que pueda acumularse aguas arriba o aguas abajo de su huella y que pudiera eventualmente fluir hacia adentro. Esto se logrará mediante la colocación de material estéril a lo largo del tramo comprometido del curso de agua. El diseño de las pilas de estéril buscó tanto cubrir los requerimientos de minimización de las distancias de acarreo, como también los requerimientos de barrera de protección del ingreso de agua a la mina

El camino para transporte pesado de la mina Uría cruzará el canal de desviación, punto donde se construirá la alcantarilla correspondiente.

El punto de descarga del canal de desviación es un pequeño afluente del río Yí. Se construirá una laguna de sedimentación (Laguna de Sedimentación Valentines Norte) mediante la colocación de un vertedero de relleno de roca en dicho afluente para brindar la condición de velocidad que facilite la decantación del material suspendido.

### **Mina Morochos**

El lado sur de la mina Morochos intersectará el curso del arroyo Valentín, y su cercanía podría representar un riesgo para la operación de la mina (por ejemplo, alimentando agua a cualquier grieta de tensión que podría desarrollarse sobre la cresta). Por estas razones será necesario desviar su curso alrededor de una zona confinada al sur del desarrollo final de la mina.

El diseño de la pila de estériles considera una estructura alargada, comparativamente estrecha, para constituir una barrera adecuada entre la desviación del curso de agua y la mina.

### **Mina Mulero**

La mina Mulero se encuentra ubicada cerca de la cabecera de la cuenca del arroyo Valentín, hacia el Norte de la alineación del arroyo, por lo que la cuenca de captación aguas arriba es relativamente pequeña. La escorrentía pluvial procedente de esta cuenca ocurre comparativamente más rápido luego de un evento de precipitación, y se disipa también relativamente rápido. Un tramo relativamente pequeño del arroyo deberá ser desviado alrededor de la cresta de la mina, construyendo un retallo adecuado para limitar los riesgos a la estabilidad de las paredes de la mina.

### **Mina Maidana**

La mina Maidana se encuentra ubicada dentro de la sub-cuenca del río Yí, al sur del curso. El borde norte de la mina se encontrará muy próximo de (aún podrá avanzar sobre) un tramo del río. Por consideraciones de estabilidad y seguridad, resultará necesario desviar este tramo hacia el Norte, a fin de asegurar una adecuada separación entre la cresta de la mina y el río.

Se diseñaron tres pilas de estériles para la operación de esta mina, las dos principales localizadas respectivamente al Oeste y al Este del cuerpo de la mina. La tercer pila conformará una barrera de protección entre el canal de desvío y la cresta de la mina. El diseño de la pila de estériles al Este prevé un avance sobre el curso actual por razones de estabilidad, que determina la necesidad de una canalización extendida. Este aspecto será optimizado al momento de la ingeniería de detalle, buscando minimizar la longitud del canal y consecuentemente, la afectación a la zona baja.

## **2.18.3.1.2 Mina Las Palmas**

La Lámina C.8\_33 del **Anexo III** ilustra las obras hidráulicas en la mina Las Palmas.

La mina Las Palmas en su desarrollo final, intersectará el curso de los arroyos Las Palmas, Las Conchas y Conchitas, subyaciendo muy cerca del punto de confluencia de los dos primeros.

La explotación minera comenzará en el brazo Sureste de la mina, zona que intersecta la actual alineación del arroyo Las Palmas. Se requerirá implementar una desviación significativa de este arroyo para permitir la etapa de explotación inicial. La desviación se iniciará aproximadamente 1 km aguas arriba (es decir, hacia el Sur) del borde de la mina y atravesará el anticlinal de la línea de sierra que separa la cuenca del arroyo Las Palmas (hacia el Oeste) de la cuenca del arroyo Las Conchas (hacia el Este). El canal de desviación intersectará el arroyo de Las Conchas aproximadamente 1 km aguas arriba del borde de mina y seguirá un retallo del borde Este de la mina, para confluir nuevamente en el arroyo Las Palmas, aguas debajo de la actual confluencia del arroyo Las Conchas.

Para asegurar una estabilidad adecuada, se propone un segundo desvío al Oeste de la mina, soportado por una barrera construida con estériles que se interponga entre el canal y la mina. Esto determinará el desarrollo de un pequeño embalse hacia el Sur, que tomará los drenajes y almacenará agua, que eventualmente podrá descargar hacia el cauce mayor descrito anteriormente. El embalse servirá de amortiguador de la escorrentía de tormenta antes de su descarga al canal de desviación y también como laguna de sedimentación para el agua subterránea y la precipitación bombeada desde la mina (laguna de sedimentación Las Palmas Sur).

Se construirá un segundo embalse sobre el arroyo Las Palmas aguas abajo de la mina (es decir, hacia el Norte), con un vertedero bajo de relleno de roca a través del arroyo. Este embalse actuará también facilitando la sedimentación del material particulado (Laguna de Sedimentación Las Palmas Norte).

La extensión final de las obras de desviación será de aproximadamente 4 km de longitud.

El camino para transporte pesado hacia la trituradora primaria cruzará el canal de desviación, por lo que será necesario construir un cruce anidado de alcantarilla.

### **2.18.3.2 Construcción**

#### **2.18.3.2.1 Canales de Desvíos**

Los desvíos de los cursos de agua tendrán la traza y dimensiones que se indiquen en los planos de diseño. Los taludes de la sección tendrán pendientes 1V:2H.

En todos los casos el terreno atravesado consiste en una capa superior de arenas y arcillas de 2,5 m de espesor máximo por sobre un manto de roca alterada y muy alterada. Dadas las características del material de subsuelo, se prevé que la excavación de las desviaciones podrá realizarse con equipos potentes regulares (tipo Cat D10 o equivalente), sin necesidad de utilizar explosivos. El retiro del material excavado se realizará con camiones, los que llevarán este material para ser utilizado en la construcción de las plataformas de ROM.

Siempre que sea posible, la excavación se realizará comenzando por las partes más altas y profundizando la misma (por etapas) hasta los niveles de diseño.

En todos los casos la obra se realizará en sentido aguas arriba, iniciando los trabajos de excavación por su parte más profunda, y dejando los correspondientes “sellos de seguridad” contra la traza de los arroyos existentes a efectos de evitar que las crecientes de los mismos ingresen dentro de la obra.

Como última fase se excavarán los tramos extremos, permitiendo que el agua ingrese en la desviación ya construida.

La Tabla 2-18 informa sobre las dimensiones de los desvíos propuestos.

Tabla 2-18: Dimensiones de los Desvíos de Arroyos

Desviación	Longitud (m)	Gradiente (m/m)	Ancho del Base del Canal (m)	Volumen de corte (m <sup>3</sup> )
Morochos (Valentines)	2.000	0,0041	20	1.186.457
Maidana (Valentines)	2.119	0,0002	20	469.727
Uría	3.920	0,0029	20	6.287.869
Las Palmas (Principal)	4.063	0,0016	40	4.533.277
Las Palmas (Oeste)	971	0,0046	20	350,441

### 2.18.3.2.2 Alcantarillas

Alcantarillas primarias y secundarias se instalarán en todas las áreas mineras.

La construcción de las alcantarillas distingue las siguientes etapas:

1. Retiro de arbustos y limpieza del suelo vegetal, el que será acopiado en zonas próximas para su posterior reutilización.
2. Excavación del terreno hasta alcanzar los suelos “competentes” que se utilizarán como fundación de la alcantarilla.
3. Compactación del suelo subyacente y sustitución del terreno excavado con suelo seleccionado correctamente compactado.
4. Ejecución de alcantarillas de hormigón armado.
  - Para las alcantarillas menores se realizará con caños de hormigón armado que se colocan y ajustan en el lugar.
  - Para el caso de las dos alcantarillas mayores, los trabajos de hormigón armado se realizarán *in situ*, utilizando la mayor cantidad de elementos prefabricados que sea posible.
5. Conformación de los caminos hasta los niveles de proyecto mediante la excavación, transporte, depósito, nivelación y compactación de los suelos, según se indique en el diseño.
6. Protección contra la erosión.

### 2.18.3.2.3 Lagunas de Sedimentación

Se construirán lagunas de sedimentación que colecten el drenaje desde la mina antes de su eventual descarga en los cursos de agua que drenan fuera de la zona del proyecto.

En la construcción de las lagunas de sedimentación se distinguen las siguientes fases:

1. Limpieza del suelo vegetal existente, el que será acopiado en zona próxima.
2. Nivelación del terreno hasta los niveles de proyecto.
3. Construcción del terraplén de cierre que conforma la laguna. Los trabajos de excavación, transporte, nivelación y compactación del material que compone la laguna se realizarán con equipo de movimiento de suelos tradicional (camiones,

motoniveladoras, topadoras, cilindros de compactación, etc.). No presentan singularidades o dificultades que deban ser especialmente descriptas o analizadas.

4. Construcción de los vertederos. Serán de hormigón armado para las lagunas de mayor área de captación y simples desvíos protegidos de la erosión con “rip rap” para las lagunas menores.
5. Protección interior de los taludes con “rip rap”
6. Protección exterior de los taludes con suelo vegetal.

### 2.18.3.3 Operación

La operación de la infraestructura hidráulica alrededor las minas es más crítica en los períodos lluviosos, por lo cual se describe en más detalle este escenario para cada mina.

#### 2.18.3.3.1 Minas en el Sector Sur

##### Mina Uría

Los eventos de precipitación extrema en la cuenca de Valentines resultarán en el desarrollo de aguas de inundación que necesitarán ser derivadas por el canal de desviación de Uría. Bajo un evento de tormenta de 100 años sobre la cuenca de 70 km<sup>2</sup> aguas arriba de la mina Uría, para un período de concentración dentro de la cuenca de 5 horas, la tasa de flujo de inundación podría exceder de 121 m<sup>3</sup>/s. Se anticipa para este flujo una profundidad de agua en el canal de unos 3 m para un ancho de base del canal de alrededor de 35 m. Las aguas de inundación serán transportadas a través de la alcantarilla y se espera que la vía de acarreo permanezca transitable.

La Laguna de Sedimentación Valentines Sur ubicada aguas arriba, que cubre más de 2 km<sup>2</sup> durante estas condiciones de inundación brindará cierta amortiguación ante eventos de tormenta.

En eventos más extremos, se elevarán más los niveles, y las alcantarillas podrían rebosar. Sin embargo, el canal continuará descargando el agua al río Yí.

La mina estará protegida en todo momento por las pilas de estéril que cruzan el valle a ambos lados de la mina.

En la mina Uría, el agua de inundación proveniente de la envoltura de la cuenca que fluye hacia la mina y de la precipitación en la mina, será considerable. Para un área de captación estimada por encima de 5 km<sup>2</sup>, la precipitación de 100 años de un evento de 48 horas de retorno es posiblemente 250 mm y para un período de 30 días con un período de retorno de 100 años es de más de 450 mm – lo que representa 0,7 Mm<sup>3</sup> de agua y más de 1,25 Mm<sup>3</sup> de agua, respectivamente.

No es práctico ni razonable considerar desaguar estos volúmenes de agua en uno o dos días. En lugar de ello, el plan se basa en que dicha escorrentía superficial / flujos de agua incidental, en combinación con los flujos continuos de agua subterránea, serán evacuados dentro de un período nominal de un mes de haberse iniciado el bombeo del evento mayor de precipitación (es decir, bombeo continuo a tasas significativamente mayores que las tasas de operación normales). Las bombas serán dimensionadas con tasas de bombeo del orden de los 300 L/s y distribuidas hasta en 3 etapas de elevación (tres grupos de reservorios de contención y bombas) para subir el agua hasta 500 m de carga estática (incluye la pérdida de carga por fricción en caño y bomba). Las operaciones de la mina considerarán en sus planes la posibilidad de eventos de avenida, tanto como mantener una o más “áreas de sumidero” explotadas con anterioridad a las otras áreas de explotación de la mina, a las que pueda drenar la escorrentía mientras que el minado puede reiniciarse en áreas más elevadas. El volumen de almacenaje para los sumideros será suficiente para contener el evento de 100 años de recurrencia descrito.

El agua acumulada en la mina podrá ser bombeada a la reserva de agua bruta o, si la calidad lo permite, derivada a las lagunas de sedimentación que descargarán en los cursos de agua adyacentes.

#### **Mina Morochos**

Las pilas de estéril que rodean a la mina Morochos limitarán la cuenca contribuyente para la escorrentía del agua de lluvia a la mina. El muro que separa el borde de la mina de la nueva alineación del arroyo de Valentines será una pila de estéril elevada de manera que no exista riesgo de que las aguas de inundación superen la capacidad de contención del muro.

El proceso de desaguado luego de la inundación de la mina por un evento será similar al propuesto para la mina Uría.

#### **Mina Mulero**

El enfoque adoptado para la mina Mulero será similar al propuesto para la mina Morochos.

#### **Mina Maidana**

El enfoque adoptado para la mina Maidana será similar al propuesto para la mina Morochos.

### **2.18.3.3.2 Mina Las Palmas**

El manejo de inundaciones para la mina Las Palmas seguirá un proceso similar al propuesto para la mina Uría. Bajo un evento de tormenta de 100 años sobre la cuenca de 135 km<sup>2</sup> aguas arriba de la mina, por un período de concentración dentro de la cuenca de 7 horas, la tasa de flujo de inundación podría exceder de 700 m<sup>3</sup>/s. Para este caudal, se anticipa una profundidad del agua en el canal de alrededor de 3 m para un ancho de base del canal de más de 70 m. El diseño de la alcantarilla permite soportar este caudal extremo, por lo que se espera que la vía de acarreo permanezca transitable.

La Laguna de Sedimentación Las Palmas Sur ubicada aguas arriba y que cubre más de 2 km<sup>2</sup> durante estas condiciones de inundación, brindará cierta amortiguación ante eventos de tormenta.

En los eventos más extremos, los niveles se elevarán más y las alcantarillas podrán rebalsarse. Sin embargo, la desviación continuará operando.

La represa de relaves y la represa de agua bruta impactarán sobre las condiciones en Las Palmas. Sin embargo, estas instalaciones están diseñadas para contener eventos de avenida mayores. Como resultado, la descarga del agua desde estas instalaciones no ocurrirá cuando los arroyos de Las Palmas / Las Conchas estén al máximo. La descarga desde el almacenamiento podrá ser gestionada de la manera prevista para las condiciones normales.

En la mina Las Palmas, el agua de inundación procedente de la envoltura de la cuenca que fluye hacia la mina y de la precipitación incidental en la mina será considerable. Para un área estimada de la cuenca que podría ser de hasta 10 km<sup>2</sup> en su desarrollo final, la precipitación de un evento de 48 horas con un período de retorno de 100 años es aproximadamente 245 mm, y para un período de 30 días con un período de retorno de 100 años es de más de 450 mm – lo cual representaría aproximadamente 2 Mm<sup>3</sup> y más de 3,5 Mm<sup>3</sup> de agua, respectivamente.

Desde el punto de vista del manejo hídrico, se prevé que la mina Las Palmas será operada en sub-minas separadas, a pesar de que es posible que en su etapa final, constituya una sola excavación continua.

No es práctico ni razonable considerar desaguar estos volúmenes de agua en 1 ó 2 días. En lugar de ello, el plan se basa en que dicha escorrentía superficial / flujos de agua incidental, en combinación con los flujos continuos de agua subterránea, serán evacuados dentro de un período nominal de un mes, mediante bombeo continuo a tasas significativamente mayores que las tasas de operación normales. Las bombas serán dimensionadas con tasas de bombeo del orden de los 300 L/s y distribuidas hasta en 3 etapas de elevación (tres grupos de reservorios de contención y bombas) para subir el agua hasta 500 m de carga estática (incluye la pérdida de carga por fricción en caño y bomba). Las operaciones de la mina considerarán en sus planes la posibilidad de eventos de avenida, tanto como mantener una o más “áreas de sumidero” explotadas con anterioridad a las otras áreas de explotación de la mina, a las que pueda drenar la escorrentía mientras que el minado puede reiniciarse en áreas más elevadas. El volumen de almacenaje para los sumideros será suficiente para contener el evento de 100 años de recurrencia descrito.

El agua acumulada en la mina podrá ser bombeada a la reserva de agua bruta o, si la calidad lo permite, derivada a las lagunas de sedimentación que descargarán en los cursos de agua adyacentes.

## 2.18.4 Regla operativa para el control de efluentes

Se considera efluente a toda el agua que sea drenada o vertida hacia fuera de los límites del Complejo Minero.

Los siguientes Programas, respectivamente integrantes del Plan de Monitoreo Ambiental (PMA) y del Plan de Gestión Ambiental (PGA) son relevantes para el control de los efluentes:

- Programa de Monitoreo de Agua (EsIA, Anexo Q.3)
- Programa de Gestión de Agua (PGA §4.3.4)

### **Descarga eventual oceánica**

La regla operativa relacionada con la descarga oceánica del eventual excedente de la Represa de Agua Bruta puede sintetizarse en los siguientes criterios:

- La Represa de Agua Bruta almacenará el agua necesaria para el proceso, por lo que la descarga se realizará únicamente cuando se alcance la cota de descarga.
- El agua excedente podrá ser drenada a los cursos de agua (Arroyo del Sauce o Arroyo Conchillas) únicamente si su calidad se ajusta a lo establecido en el Decreto 253/79 para efluentes a ser vertidos a curso de agua.
- En caso de que haya un excedente que no pueda ser contenido y al mismo tiempo, que su calidad no se ajuste a lo que establece el citado Decreto, se procederá a descargarlo en el océano a través del emisario localizado en la Terminal Portuaria.

### **Descarga permanente fluvial**

La descarga permanente se describe a continuación en términos generales, ya que el Plan de Seguimiento, Vigilancia y Auditoría, y consecuentemente los Planes y Programas que lo componen (los citados Programas de Monitoreo de Agua y de Gestión del Agua, entre ellos), serán materia de revisión, precisión y pormenorización durante la fase de ingeniería de detalle.

Para ser vertido, el efluente deberá cumplir con los estándares de calidad establecidos en el Decreto 253/79, y simultáneamente, asegurar que la calidad del curso de agua fuera de la zona de mezcla cumpla con los estándares establecidos en el mismo Decreto para cursos de agua Clase 3 o en su defecto, mantener la calidad que presente el mismo curso aguas arriba de su ingreso al complejo minero, o bien la que se haya determinado a partir de los resultados del monitoreo de línea de base realizado, según corresponda.

Tratándose del monitoreo en la descarga de lagunas de sedimentación emplazadas en el curso de agua (lagunas *online*), la calidad del efluente estará fuertemente determinada por la calidad del agua del curso aguas arriba, así como por la calidad del agua que aporte la actividad minera, proveniente básicamente de cuatro fuentes:

- Escorrentía de las pilas de estériles;
- Percolación de las pilas de estériles;
- Escorrentía de las plataformas de ROM;
- Desagüe de minas.

Tal como establece el citado Programa de Gestión del Agua, se tendrá control absoluto del destino del agua proveniente de cada una de estas fuentes. Así, la regla operativa estará pautada, en términos generales, por la determinación analítica de la calidad del agua de estas fuentes (monitoreada en sus respectivos puntos de colecta) y del agua de cada laguna, tanto como por los requerimientos de agua para el proceso en ese momento (incluyendo dentro de éste, el regado de los caminos).

Cuando se requiera agua para el proceso, el agua colectada de estas cuatro fuentes será utilizada para el regado de los caminos y/o bombeada a la Represa de Agua Bruta. Puede preverse así que, en estos casos, la calidad del agua de cada laguna será similar a la del curso aguas arriba, y que los sedimentos que puedan provenir del arrastre pluvial desde las áreas ribereñas que se encuentren aún en proceso de remediación así como de otras fuentes similares, constituirán un aporte menor que será retenido en las lagunas.

Cuando no se requiera agua para proceso, el agua colectada de las cuatro fuentes podrá ser igualmente bombeada a la Represa de Agua Bruta para su almacenamiento, o bien descargada en las lagunas de sedimentación *online*. Esta última opción estará habilitada únicamente en el caso que su calidad permita asegurar simultáneamente que:

1. En los Puntos de Descarga, no se superarán los estándares de vertido a curso de agua establecidos en el Decreto 253/79; y
2. En los Puntos de Control, no se superarán los estándares de calidad establecidos en el mismo Decreto para cursos Clase 3 o en su defecto, se mantendrá la calidad que presente el curso aguas arriba de su ingreso al complejo minero o la que se haya determinado a partir de los resultados del monitoreo de línea de base.

La localización propuesta para los puntos de Descarga y de Control está determinada por las siguientes coordenadas UTM-WGS84 (zona 21H):

- Descarga de Laguna de Sedimentación Las Palmas Norte: **652530 E ; 6356450 S**
- Descarga de Laguna de Sedimentación Valentín Norte: **663370 E ; 6325070 S**
- Alivio de Represa Agua Bruta: **657790 E ; 6336540 S** (alternativa: 657320 E ; 6337360 S)
- Descarga oceánica: **771360 E ; 6173670 S**
- Control sobre Arroyo El Cordobés (Estación de monitoreo Mss27): **657396 E ; 6364037 S**
- Control sobre el Río Yí (Estación de monitoreo Mss10): **650385 E ; 6321362 S**

## 2.19 INSUMOS DURANTE LA OPERACIÓN

Los principales insumos del proceso son el combustible (diésel) y el nitrato de amonio para la fabricación de explosivos. Las áreas de almacenamiento en el Complejo Minero incluyen los talleres de mantenimiento, los tanques de combustibles y lubricantes, la planta de beneficiamiento y la planta de emulsión (explosivos).

Todo el combustible para uso en las operaciones en el Complejo Minero será proporcionado por la refinera de ANCAP y será transportado a los tres tanques de combustible en el Complejo Minero. Se anticipa el ingreso de aproximadamente 8 camiones de 25 m<sup>3</sup> por día para suministrar el combustible necesario para las operaciones en el Complejo Minero.

También se anticipa el ingreso de aproximadamente 8 camiones con insumos por día para la fabricación de explosivos (nitrato de amonio, combustible y emulsionantes químicos) a la planta de emulsión y almacén de polvorín.

Adicionalmente, estarán llegando al Complejo Minero, con una frecuencia semanal (aproximadamente), camiones con insumos como floculante (planta de beneficiamiento), repuestos para mantenimiento de maquinaria y equipos, cubiertas, reactivos de laboratorio, productos de limpieza, de mantenimiento (solventes, pintura, lubricantes, etc.) y cloro (planta de tratamiento de agua). También saldrán camiones del Complejo Minero, llevando residuos sólidos (materiales para reciclaje y residuos peligrosos para tratamiento/disposición final). Todos los insumos y materiales serán transportados por camiones con embalaje y en condiciones acordes a la normativa nacional.

El derrotero del transporte entre los puntos de acopio o generación y Montevideo puede hacerse a través de los siguientes recorridos: (a) Ruta 5-Ruta 56-Ruta 7-Camino del Monzón-Camino al Paso Santa Rita del Yí-Ruta 19-Camino las Palmas; (b) Ruta 6-Ruta 19 hasta Camino Las Palmas o Camino al Paso Santa Rita del Yí; o (c) Ruta 7-Camino del Monzón-Camino al Paso Santa Rita del Yí-Ruta 19-Camino las Palmas.

Existe la potencialidad del uso del transporte ferroviario, fundamentalmente para el combustible y las materias primas para la fabricación de explosivos. En la situación actual, la condición de la red ferroviaria habilita esta opción hasta la estación Nico Pérez, siendo necesario implementar el trasbordo a camiones en ese punto para cubrir el tramo Nico Pérez – Valentines por transporte carretero a través de la Ruta 7. Sin embargo, se podría evaluar la reparación del tramo de ferrocarril entre Nico Pérez y Cerro Chato y, eventualmente, de construir un ramal entre Cerro Chato y la planta de beneficiamiento. La eventual implementación de estas alternativas será materia de oportunos acuerdos con el ente ferroviario.



## 2.20 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La gestión de residuos seguirá el Plan de Gestión de Residuos No Peligrosos y Peligrosos. Los criterios de gestión serán los mismos que actualmente se aplican a las actividades de exploración de Minera Aratirí y sus contratistas, a saber:

1. Reducir al máximo el consumo inicial de productos;
2. Reutilizar productos, envases y contenedores;
3. Reciclar la mayor parte de los residuos posible; y
4. Proceder a su eliminación (tratamiento o disposición final) sólo cuando no hay otra opción disponible o factible.

### 2.20.1 Residuos No Peligrosos

Los residuos no peligrosos (industriales y domésticos) que se espera generar y la disposición final prevista para cada uno de ellos durante todo el ciclo de vida del proyecto se presentan en la Tabla 2-19.

Tabla 2-19: Residuos no peligrosos

Descripción	Disposición Final
Embalajes en general: madera, metal, plástico	Gestión por tercero
Restos de demolición (escombros, hierro, plásticos)	Disposición en relleno sanitario
Cables y materiales eléctricos	Gestión por tercero
Chatarra de hierro	Gestión por tercero
Espuma de poliestireno	Gestión por tercero
Neumáticos	De existir, gestión por tercero Alternativamente, uso secundario
Bolsas de plástico domésticas	Gestión por tercero
Bolsas de plásticos de perforación	Disposición en relleno sanitario
Cartón y papel	Gestión por tercero
Residuos de alimentos	Disposición en relleno sanitario

De acuerdo del Plan de Gestión de Residuos No Peligrosos y Peligrosos, todo almacenamiento, eliminación, reciclaje y/o tratamiento de residuos industriales será realizado por contratistas especializados. Los contratistas y servicios para coleccionar, reciclar o tratar residuos están detallados en el Plan de Manejo de Residuos. Se usará una variedad de instalaciones privadas para reciclar residuos sólidos.



El transporte de residuos está detallado en el Plan de Gestión de Residuos No Peligrosos y Peligrosos, incluyendo documentación necesaria por parte de la contratista y el equipamiento mínimo para personal y vehículos.

Los demás residuos industriales (no-peligrosos) que no pueden ser reciclados serán depositados en el relleno sanitario.

## 2.20.2 Residuos Peligrosos

Son materiales residuales que no serán utilizados nuevamente en el sitio y que son considerados reactivos, inflamables, radioactivos, corrosivos, tóxicos y/o patógenos. En la medida de lo posible, se intentará limitar la generación de estos residuos, y cuando resulte inevitable, se procederá a su almacenamiento, manipulación y disposición final en forma segura a través de sus gestores autorizados, de acuerdo a lo que establece el Plan de Gestión de Residuos No Peligrosos y Peligrosos.

Los residuos peligrosos que se espera generar y la disposición final prevista para cada uno de ellos durante todo el ciclo de vida del proyecto se presentan en la Tabla 2-20.

Tabla 2-20: Residuos peligrosos

Descripción	Disposición Final
Envases vacíos de lubricantes, aditivos, anticongelantes, pinturas, impermeabilizantes, y productos químicos en general	Gestión por tercero
Hidrocarburos usados	Gestión por tercero
Discos de corte, discos de pulir, electrodos de soldadura, filtros de aceite	Gestión por tercero
Bidones, mangueras, filtros, trapos, guantes y otros materiales con restos de hidrocarburos	Gestión por tercero
Baterías y pilas	Gestión por tercero
Cartuchos y tóner	Gestión por tercero
Fluorescentes y focos	Gestión por tercero
Chatarra electrónica	Gestión por tercero
Tierra, mantas, cordones, chips y absorbentes contaminados, así como otros residuos generados durante situaciones de emergencia	Gestión por tercero

## 3. MINERODUCTO

### 3.1 INTRODUCCIÓN

Se incluye en esta sección la descripción del sistema utilizado para conducir el concentrado de hierro desde el Complejo Minero (CM) hacia la Terminal Portuaria (TP), mediante arrastre con agua en forma de *slurry*<sup>5</sup>, y de retorno de agua desde la TP. Al tratarse de dos tuberías prácticamente iguales y paralelas, se referirá al conjunto como Mineroducto (MD).

Este MD fue descrito ya en la Solicitud de Autorización Ambiental Previa (en adelante SAAP) presentada en octubre de 2011 para el Proyecto Valentines. Sin embargo, a raíz del cambio en la ubicación de la TP en la cual termina su recorrido, se debió modificar la traza presentada originalmente.

La traza del MD fue modificada aproximadamente a partir de los 140 km desde su inicio, en un punto ubicado al sur de la localidad de Lascano, en el departamento de Rocha, según se presentó en el capítulo anterior.

El MD estará compuesto por dos tuberías de acero de aproximadamente 625 mm de diámetro, que recorren 234 km en forma paralela entre el CM del Proyecto Valentines y la TP.

### 3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL MD

El detalle de la traza del MD se presenta en la Figura 3-1 y en las láminas del **Anexo VI**. En estas se puede observar la altimetría que presentará el MD, los puntos donde se produce un cambio de dirección, y en qué sentido y ángulo se dan estos cambios.

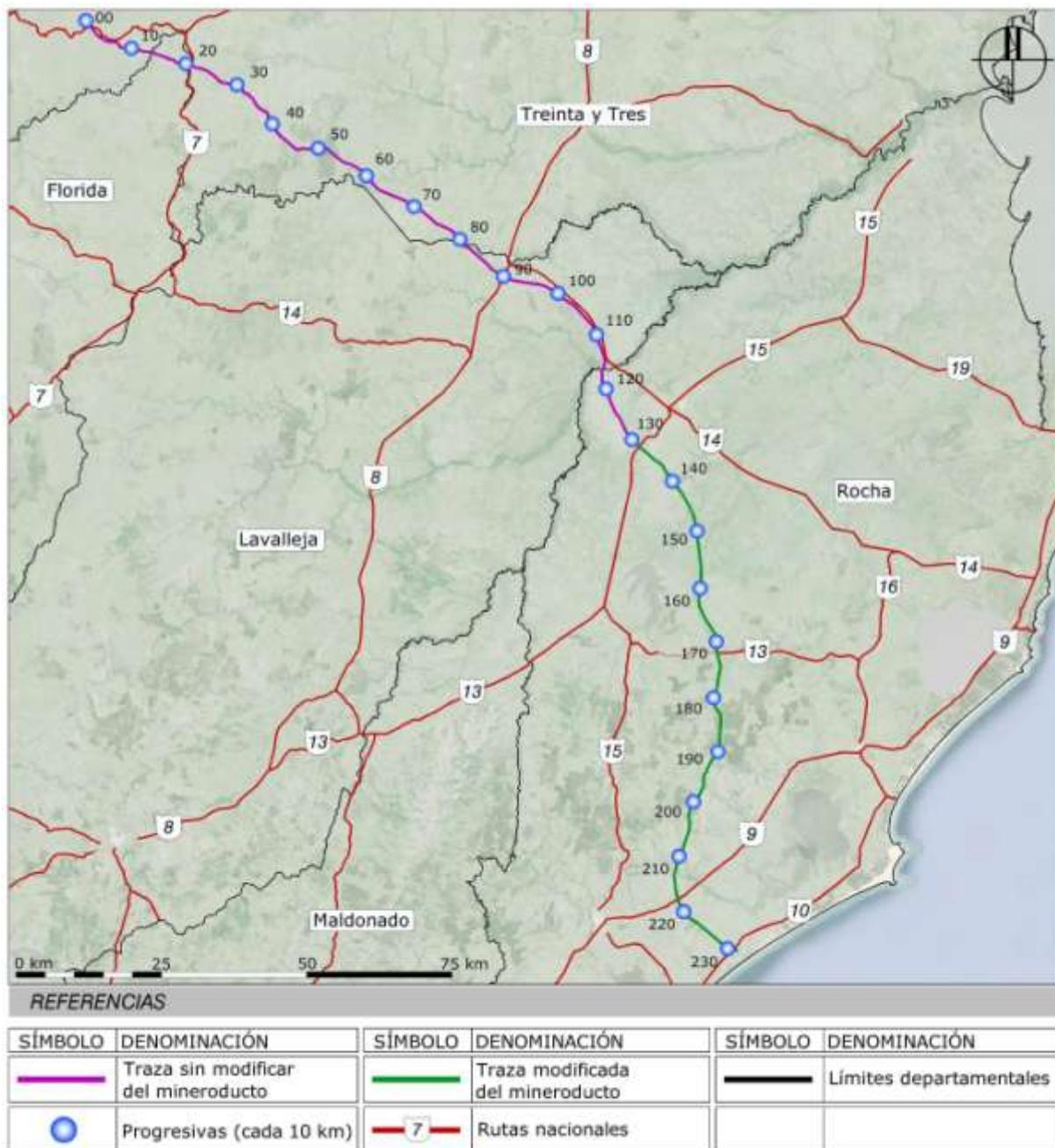
En la Tabla 3-1 se presentan los principales parámetros de diseño empleados.

Tabla 3-1 Parámetros de diseño del MD

Parámetro	Cantidad
Densidad específica del <i>slurry</i>	4,92
Tasa de bombeo (t/a)	21.580.000
Porcentaje de sólidos del <i>slurry</i> (%)	60 – 66
Porcentaje de sólidos nominal (%)	62
Caudal de operación – tubería de <i>slurry</i> (m <sup>3</sup> /h)	1.510 – 1.820
Caudal de diseño – tubería de <i>slurry</i> (m <sup>3</sup> /h)	1.930
Presión del <i>slurry</i> (bar)	164 – 186
Longitud del MD y del acueducto de retorno (km)	234
Diámetro exterior del MD y del acueducto de retorno (mm)	625
Caudal de agua de retorno (m <sup>3</sup> /h)	1.300

<sup>5</sup> Se entiende por *slurry* a la suspensión del mineral de hierro concentrado en agua.

Figura 3-1 Trazo del MD



A continuación se presentan los criterios de diseño de los distintos componentes.

### 3.2.1 Sistema de tuberías

Según se informara en la SAAP de 2011, tanto el MD como el acueducto estarán compuestos por una tubería de 635 mm de diámetro externo, con un revestimiento externo de protección conformado por

tres capas de polietileno (en adelante 3LPE, por las siglas en inglés de *Layer Polyethylene Coating*), además de protección catódica para mitigar la corrosión externa.

La tubería del MD será de acero al carbono API-5L X70, mientras que la de retorno de agua será de acero al carbono API-5L X46.

La tubería de retorno de agua contará además con un revestimiento interno de epoxi. La tubería del MD no contará con revestimiento interno, pero en el diseño se incluyó un sobreespesor de 7,94 mm de pared para corrosión/erosión interna.

Adicionalmente se instalarán ductos para fibra óptica dentro de la misma zanja que el MD, que serán usados para el sistema de adquisición de datos, comunicaciones y de control SCADA (por las siglas en inglés de *Supervisory Control and Data Acquisition*).

El tendido del MD será subterráneo en toda su extensión, con una tapada variable entre 45 y 120 cm según la tipología de suelo y características propias de la zona. Dentro de la zanja, la separación entre ambas tuberías (de *slurry* y de retorno de agua) también dependerá del tipo de suelo.

## 3.2.2 Estaciones de bombeo y recepción

El funcionamiento del MD requiere de estaciones de bombeo y recepción. El *slurry* será bombeado desde el CM por la Estación de bombeo de *slurry*, y recibido en la TP en la planta de filtrado. Asimismo, el agua de retorno será bombeada desde una estación de bombeo ubicada en la TP, hasta una estación de recepción ubicada en la zona de la planta de beneficiamiento en el CM.

### 3.2.2.1 Estación de bombeo de *slurry*

La estación de bombeo de *slurry* estará ubicada en la zona de la planta de beneficiamiento y contará con:

- Una zona de 95 x 67 m para tanques, sin techar, con tres tanques agitados de 20 m de diámetro por 20 m de altura, para recibir el *slurry*. Estos tanques descargarán en una caja de distribución común.
- Un edificio techado para bombas de 95 x 28 m con:
  - Dos bombas centrífugas para cargar el sistema, una operativa y una de respaldo.
  - Siete bombas de desplazamiento positivo, seis operando en paralelo y una de respaldo.
- Una terminal de lanzamiento del sistema de inspección interna de la cañería denominado *Pipeline Inspection Gauge* (en adelante PIG).

Se controlará diariamente la reología y granulometría del *slurry* para asegurar el cumplimiento con el intervalo de funcionamiento hidráulico del sistema. Cualquier *slurry* que no cumpla con las especificaciones será reenviado a la planta para su ajuste.

El *layout* general de esta estación se presenta en la Lámina 15-3200-45-D2-30001 del **Anexo VI**. Cabe destacar que esta configuración no es definitiva y podrá sufrir cambios a medida que se avance en las etapas de diseño de ingeniería.

### 3.2.2.2 Estación de recepción de *slurry*

La estación de recepción de *slurry* estará ubicada dentro la TP. Este será descargado en tres tanques agitados, equipados con dos bombas de bajo flujo. Se instalará además un sistema de protección contra sobre presión y una terminal de recepción de PIG.

El agua que se extraerá del *slurry* será descargada a una pileta de agua de retorno de 2.000 m<sup>3</sup>. Aledaña a esta, se diseñará una pileta de 6.500 m<sup>3</sup> capaz de contener un eventual exceso de *slurry*, en caso que los tanques de depósito estén llenos esta actuará de acopio transitorio hasta que los tanques queden disponibles.

### 3.2.2.3 Estación de bombeo de agua de retorno

La estación de bombeo de agua de retorno contará con una laguna de agua de retorno, desde donde succionarán las bombas que la impulsarán hasta el CM.

La estación contará con dos bombas de turbina vertical (una operativa y una de respaldo), y tres bombas centrífugas multietapa, de doble voluta, conectadas en paralelo (dos operativas y una de respaldo). Además contará con una terminal de lanzamiento de PIG.

### 3.2.2.4 Estación de recepción del agua de retorno

La estación de recepción de agua de retorno estará ubicada en la zona de la planta de beneficiamiento y contará con una represa de agua bruta, una terminal de recepción de PIG y un sistema de protección contra sobrepresión (disco de ruptura).

Las características de esta estación fueron presentadas en la SAAP de 2011.

## 3.2.3 Estructuras auxiliares

### 3.2.3.1 Estaciones de monitoreo

Para monitorear las condiciones de caudal y presión de funcionamiento de ambas tuberías del MD, se contará con dos estaciones de monitoreo a lo largo de la traza. Probablemente se ubicará una en la progresiva KP 50 y la otra en la progresiva KP 134.

En cada una de las estaciones de monitoreo se construirá una caseta (de dimensiones aproximadas 3 m x 2 m x 2 m) para guardar y proteger los equipos de monitoreo: un controlador lógico programable (en adelante PLC, por sus siglas en inglés) y un teléfono. Ambos equipos serán alimentados por paneles solares montados en la estación.

Las casetas contarán con camino de acceso, cerco perimetral de seguridad y vigilancia remota a través de cámara de video.

### 3.2.3.2 Anclajes

En los puntos de cambio de dirección de la tubería que así lo requieran, se instalarán anclajes de hormigón para evitar que las fuerzas de tensión durante la operación afecten la integridad de la tubería.

### 3.2.3.3 Revestimiento de hormigón

En los cruces de cuerpos de agua y cruces de caminos se protegerán las tuberías del MD mediante revestimiento de hormigón. Para los cursos de agua, esta medida servirá además para evitar la flotabilidad de la tubería.

### 3.2.3.4 Sistema de reposición de agua

Como se mencionara en la SAAP de 2011, como medida de respaldo a los requerimientos de agua del CM ante alguna emergencia, se podría llegar a utilizar parte del agua dulce que el sistema de canales referido como canal Andreoni descarga en el océano Atlántico.

Para la SAAP de 2011 se realizó un estudio de disponibilidad de agua de este sistema de canales, donde se concluye que el 97% del tiempo el caudal del canal Andreoni es superior a 5 m<sup>3</sup>/s, el 95% del tiempo el caudal es superior a 11 m<sup>3</sup>/s, y el 90% del tiempo es superior a 15 m<sup>3</sup>/s. Esto significa que, previa aprobación por parte de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (en adelante DIANRA), se podrá garantizar la cantidad de agua necesaria en caso de emergencia desde este canal.

Con ese propósito, se instalará una estación de bombeo con capacidad nominal de 200 m<sup>3</sup>/h con toma en el canal Andreoni, que se enviarán hasta la represa de agua bruta del CM, a través del acueducto de retorno. Esta estación estará ubicada hacia el lado oeste del cruce del canal Andreoni con la Ruta 9, y la tubería que transportará el agua hasta la TP tendrá una longitud total de aproximadamente 92 km.

La traza de dicha tubería se presenta en la siguiente Figura, en la que se observa que desde la estación de bombeo, la tubería se dirige al sur acompañando a la ruta 9 hasta aproximadamente la progresiva

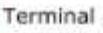
KP 41,5, cercana a Vuelta del Palmar. Luego se desvía hacia el sureste, siguiendo el camino de gravilla que lleva a Aguas Dulces. Desde el oeste de Aguas Dulces, la tubería atraviesa la Ruta 16 para ubicarse junto a la Ruta 10 y acompañar su recorrido hasta la TP.

Para los últimos 2 a 3 km de recorrido, es probable que la traza de la cañería de agua de reposición sea alineada con la traza del MD.

Figura 3-2 Trazo de tubería de agua de reposición



**REFERENCIAS**

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	Mineroducto		Tubería de agua de reposición		Límites departamentales
	Progresivas (cada 10 km)		Rutas nacionales		Terminal portuaria

#### 3.2.3.4.1 Características de la tubería de reposición de agua

La tubería de agua de reposición tendrá una longitud total de 92 km y un diámetro nominal de 250 mm (10 in). Será de acero al carbono API-5L X35 (Gr. B), con un espesor de pared de 9,27 mm (0,365 in). Estará protegida en su parte exterior con el revestimiento 3 LPE y protección catódica, y por dentro contará con revestimiento de resina epoxi.

A lo largo de su recorrido se instalarán estaciones de monitoreo de presión y de protección catódica, pero su ubicación y cantidad no han sido definidos aún.

#### 3.2.3.4.2 Estación de bombeo de agua de reposición

La estación de bombeo contará con un área disponible de 8 m x 10 m, que podrá o no estar totalmente cubierta. En este sitio se instalarán las bombas de la línea principal, que serán dos bombas centrífugas multietapa instaladas en paralelo, de forma que trabaje una y la otra sea de respaldo. Cada bomba tendrá una bomba cebadora de vacío y una tubería de succión propia.

La estación contará además con todos los sistemas de protección y control operacional para este tipo de actividades, que serán especificados en futuras etapas de diseño.

Si bien no se tienen aún los datos de la tipología del suelo donde se emplazará la planta de bombeo de agua de reposición, se presentan algunas de las opciones de toma de agua que se podrán aplicar una vez que se realice el relevamiento en sitio y se defina la ingeniería de detalle.

Bombas sumergibles y bombas auxiliares en tierra si fuera necesario.

Bombas de turbina vertical y bombas auxiliares en tierra de ser necesario.

Bombas centrífugas con bajo NPSH instaladas en una configuración de succión y, si fuera necesario, bombas auxiliares en tierra.

Bombas en tierra alimentadas directamente desde un embalse.

#### 3.2.3.4.3 Estación de recepción del agua de reposición (en la TP)

La estación de recepción de agua de reposición será la misma estación de bombeo del acueducto de retorno que se menciona en el numeral 1.2.2.3.

### 3.3 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

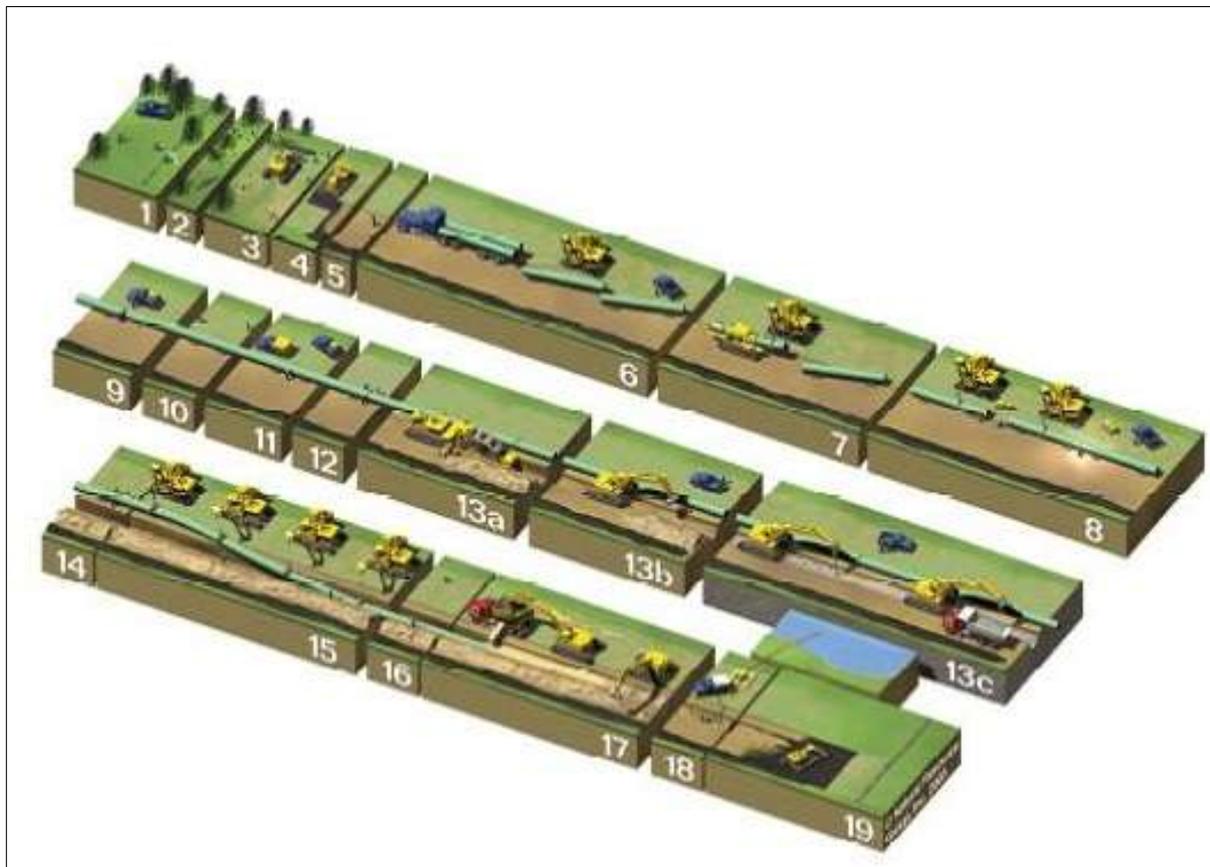
#### 3.3.1 General

El método de construcción del MD no se diferenciará significativamente con respecto a lo estipulado en la SAAP de 2011. Esta se realizará a través de un sistema del tipo ensamblaje continuo.

La construcción se realizará en dos frentes de obra, que operarán en simultáneo, comenzando desde ambos extremos y finalizando a la altura de la progresiva KP 117, a la mitad de la traza. Se estima que se construirá con una tasa aproximada de 1.000 m/día de MD. La zanja permanecerá abierta aproximadamente 7 días, salvo en puntos específicos podrá ser necesario mantener abiertos tramos muy cortos por períodos mayores, para completar los ensayos.

A continuación se listan los lineamientos generales que se seguirán para la construcción del MD y en la siguiente Figura se ilustra la secuencia típica de construcción.

Figura 3-3 Secuencia típica de construcción del MD



(1) Topografía; (2) Remoción de árboles y especies sensibles; (3) Desbroce; (4) Remoción de la capa orgánica; (5) Delineación del eje de la trinchera; (6) Tendido del ducto; (7) Doblado del ducto; (8) Alineación del ducto; (9) Soldadura; (10) Fotografía del estado final; (11) Inspección de rayos X; (12) Revestimiento; (13a, b, y c) Excavación de zanjas; (14) Inspección y reparación de revestimiento; (15) Colocación del ducto en la zanja; (16) Topografía final; (17) Relleno de la zanja; (18) Prueba hidrostática; y (19) Restauración

### 3.3.2 Tendido del MD

#### 3.3.2.1 Levantamiento preconstructivo

Como primera línea de avance de las obras y antes del inicio de las actividades de construcción, se realizará un relevamiento del sitio por parte de personal técnico, que evaluará las características del terreno y del ambiente a lo largo del corredor de 100 m donde se localizará el derecho de vía. En esta etapa se definirá el alineamiento final del derecho de vía de 50 m que se utilizará para la construcción del MD.

Adicionalmente, se ubicarán e identificarán redes de distribución y drenajes agropecuarios para prevenir daños accidentales durante la construcción del MD. Los límites de la línea divisoria central del corredor y el derecho de vía serán estacados en esta etapa.

#### 3.3.2.2 Remoción del suelo vegetal y nivelación

El frente de las actividades de construcción será llevado por la cuadrilla de desbroce y nivelación. Este equipo será el responsable de remover vegetación y otros eventuales obstáculos, y de preparar

una superficie de trabajo nivelada, de forma de permitir el correcto desempeño de la cuadrilla siguiente.

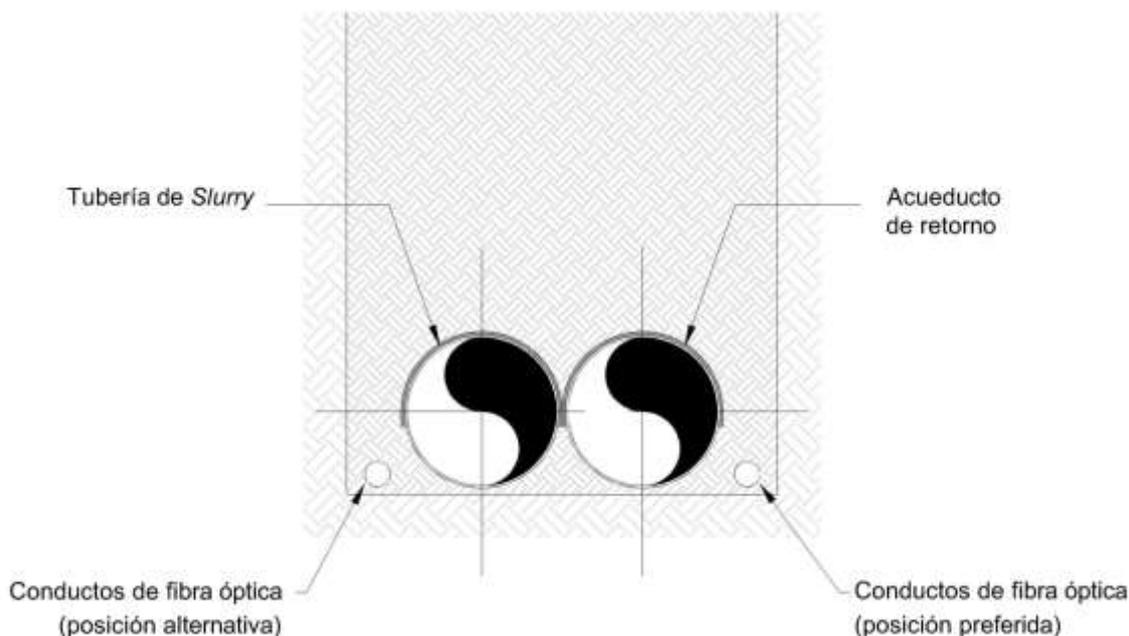
Los árboles que se encuentren dentro del derecho de vía serán talados y el contratista los retirará o acopiará a los lados del derecho de vía. Los arbustos serán desmenuzados y debidamente dispuestos.

El suelo orgánico será removido a una profundidad predeterminada y acopiado a los lados del derecho de vía para ser utilizado en las actividades de recuperación.

### 3.3.2.3 Excavación de zanjas

Las zanjas de colocación del MD serán cavadas por la cuadrilla de excavación utilizando retroexcavadoras. La profundidad a la cual se asentarán las tuberías dependerá del tipo de terreno y el uso del suelo, sin embargo, las mejores prácticas en la industria indican que generalmente es necesaria una tapada mínima de 80 cm, por lo que la profundidad de apertura de zanja será de entre 1,5 m a 1,8 m aproximadamente. A continuación se presenta un corte de zanja tipo.

Figura 3-4 Corte de zanja tipo



Fuente: Ausenco

### Excavación en roca

Se estima entre 25 a 42 km de recorrido se deberá realizar excavación en roca. Si el equipo encuentra gran cantidad de roca no alterada durante las tareas de apertura de zanja, se utilizará un equipo especial de explosivos para su fracturación. La cantidad definitiva de roca no alterada a remover estará sujeta a los estudios geotécnicos a realizar directamente en campo. El contratista deberá utilizar explosivos de conformidad con las mejores prácticas de la industria, para garantizar que la voladura sea segura y controlada.

En caso de roca alterada, esta será removida con martillo neumático y retroexcavadora, sin la necesidad de utilizar explosivos.

En áreas rocosas se colocará material de acolchonamiento en el fondo de la zanja antes de posicionada la tubería.

### 3.3.2.4 Cruces

Las actividades de construcción presentarán algunas particularidades en zonas singulares, como ser zonas cultivadas, cruce de caminos y rutas, cruce de cursos de agua y emplazamiento en humedales. En total el MD atraviesa, aproximadamente:

- ❑ 2 vías férreas, 1 aeródromo, 7 rutas nacionales y 48 caminos rurales.
- ❑ 3 ríos (río Olimar Chico, río Cebollatí y las nacientes del río Yí), 20 arroyos, 25 cañadas y entre 100 y 120 cursos de agua de flujo intermitente
- ❑ 26 km de vegetación sensible (bosque ribereño, humedales y palmares).

Cabe aclarar que estos datos provienen de un estudio realizado en gabinete por medio de imágenes satelitales e información topográfica de dominio público. Previo al inicio de la fase de construcción se realizará el relevamiento específico de la traza, para definir claramente los procedimientos a emplear. Los lineamientos generales de estos procedimientos se presentan a continuación.

A continuación se presenta las características principales de cada tipología de cruce, y en el **Anexo VI** se presenta mayor detalle.

#### Cruce de caminos y vías férreas

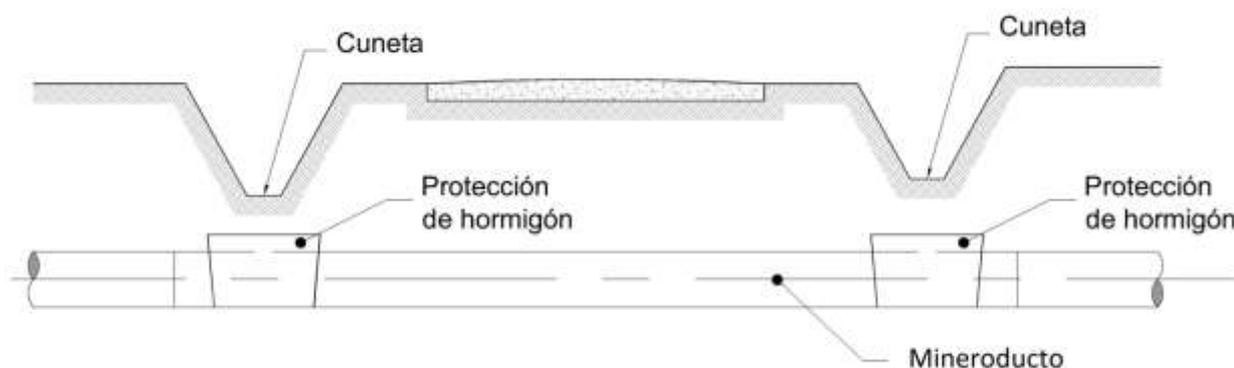
En total el MD cruza aproximadamente 55 vías y dos vías férreas, cuyo detalle se presentará una vez se avance con el proyecto ejecutivo. Los cruces de caminos se realizarán utilizando los siguientes métodos constructivos:

- ❑ Excavación a trinchera abierta – para todos los caminos no pavimentados.
- ❑ Cruces subterráneos – para caminos pavimentados (rutas nacionales y departamentales). Se utilizará un taladro rotativo (tunelera) para realizar el cruce directo sin perturbar el tránsito.
- ❑ Excavación subterránea horizontal (perforación dirigida) – será utilizada en caso que el contratista o el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (en adelante MTOP) consideren que las perforaciones con tunelera no son adecuadas.

Bajo las cunetas o zonas deprimidas, donde no se pueda garantizar la tapada mínima, se colocarán protecciones de hormigón.

En las Figuras a continuación se presenta el corte típico de cruce de caminos.

Figura 3-5 Cruce típico de caminos



Fuente: Ausenco



### 3.3.2.4.1 Cruce de cursos de agua

El MD atravesará tres ríos (río Olimar Chico, río Cebollatí y las nacientes del río Yí), 20 arroyos, 25 cañadas y entre 100 y 120 cursos de agua de flujo intermitente. El método elegido para los cruces será definido por el contratista, considerando varios factores que incluyen:

- Estabilidad geotécnica y condiciones geológicas de la zona de barranco y lecho del cauce.
- Perfil del cauce y profundidad (en estiaje).
- Caudal.
- Vegetación de ribera.
- Consideraciones culturales y arqueológicas.
- Restricciones de acceso a los predios.

En la siguiente Tabla se resumen los métodos que se podrán utilizar para realizar los cruces.

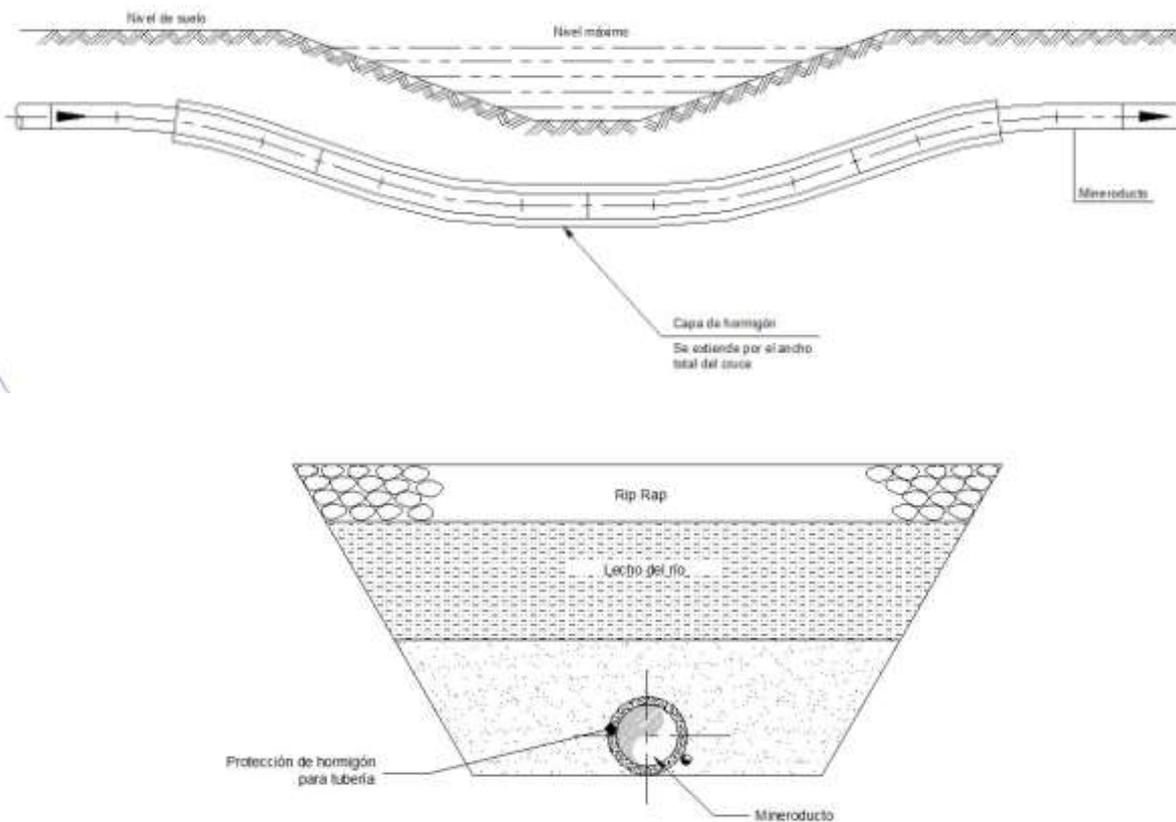
Tabla 3-2 Método constructivo para cruce de curso de agua

Método de cruce	Descripción	Recomendación
Zanjeado	Instalación del MD mediante método convencional observando medidas especiales de gestión.	Cursos que se encuentren completamente secos por motivos estacionales.
Represado y bombeo	Instalación de represas temporales, aguas abajo y aguas arriba del sitio a intervenir, y bombeo del agua utilizando bombas de achique.	Cursos de agua angostos con poco caudal. Intervención menor a un día.
Construcción de ataguías	La obra se realizará en dos etapas. Se conformará una ataguía con tablaestacado hasta la mitad de la sección del río. Luego de colocado el MD, se retira la ataguía y se repite el procedimiento en la otra media sección del río. Este es un método convencional para el cruce de ríos con caudales altos.	Río Olimar Chico y río Cebollatí.
Perforación dirigida	Instalación del MD con sistemas de excavación subterránea horizontal.	Río Olimar Chico y río Cebollatí.

A *priori* se estima que el ancho mínimo de la faja de intervención de cruces de agua mediante método de apertura a cielo abierto será de 15 m.

Como medida general, en los cruces de los cursos de agua de porte se revestirá el MD con una camisa de hormigón, como se puede observar en la Figura a continuación:

Figura 3-6 Corte tipo de cruce de curso de agua



Fuente: Ausenco

Cualquiera sea el método elegido para realizar el cruce, se cuidará que:

- El cruce de ríos se hará en temporada seca y en condiciones de flujo bajo.
- El material extraído de las riberas y del lecho que estén estratificados o sean heterogéneos, serán acopiados en forma separada y recolocados en el orden original para prevenir la inversión de suelo. En particular, el material granular del lecho será restaurado con el mismo material de origen.
- La ribera y los lechos serán reconfigurados para mantener el perfil original siempre que sea posible.
- Se restituirá la capa vegetal para favorecer la revegetación de las riberas inmediatamente después de la instalación de las tuberías.
- El método preferido para la estabilización de taludes será el recubrimiento con suelo orgánico. Se utilizarán como métodos adicionales: bolsas de material cementado, bolsas de arena, gaviones rocosos o *rip rap*.

Para inmovilizar las tuberías dentro de la trinchera, se emplazarán bolsas de arena, muertos de hormigón o sobrepesos según corresponda.

### 3.3.2.4.2 Zonas cultivadas

La gran mayoría de la traza del MD discurre por zonas de pastoreo (ganado bovino de cría, invernada y leche, así como ganado ovino de cría e invernada). En este terreno, la construcción del MD representa una interferencia mínima con la actividad productiva.

Si bien la selección preliminar de la ruta del MD intenta minimizar la intervención con otros usos productivos del suelo, la traza seleccionada cruza varias zonas de cultivo (principalmente arroz y cultivos de secano) y plantaciones forestales de eucaliptos y pinos. En las zonas cultivadas, la capa superior de suelo orgánico sobre la zanja será removida y acopiada por separado para luego ser utilizada en las tareas de recuperación.

A medida que las operaciones de relleno empiecen, el material será devuelto a la zanja en el orden inverso, con el subsuelo colocado en primer lugar, seguido por el suelo orgánico. Este proceso asegura que el suelo vuelva a su lugar original.

La excavación e instalación del MD serán programadas, de ser posible, para realizarse luego de la finalización de las cosechas. Se restaurarán las condiciones de drenaje iniciales en las zonas de cultivo de arroz.

En los campos forestados y zonas ribereñas, se mantendrá libre una faja de 5 a 7,5 m de cada lado del centro del eje del MD para evitar que las raíces de los árboles afecten su integridad.

### 3.3.2.4.3 Cruce de humedales

Dado que los humedales son cuerpos de agua de bajo caudal, donde el nivel de agua es relativamente bajo, el cruce del MD en estos se realizará empleando la técnica de corte abierto húmedo, lo cual implica el zanjeado a cielo abierto en cuerpos de agua. Para ello se empleará equipamiento especial, como el que se muestra en la Figura a continuación.

Figura 3-7 Equipo para construcción de MD en zona de humedales



Fuente: Minera Aratirí S.A.

Durante la construcción de los cruces de humedales, se emplearán medidas de control de sedimentos dentro del curso de agua, como cortinas de turbidez, para separar el sitio de la obra del flujo de agua circundante y contener los sedimentos generados por los trabajos de construcción.

Además, para realizar el cruce de humedales se aplicarán las siguientes prácticas:

- ❑ Se evitará a toda costa la modificación del patrón de escorrentía. Para ello, se asegurará que los niveles y contornos previos a la construcción sean restaurados y que no queden impedimentos para el normal escurrimiento superficial.
- ❑ En la medida de lo posible, se procurará mantener el régimen hidrológico, cuidando de no afectar el flujo subterráneo.
- ❑ Se minimizarán el área de trabajo y las perturbaciones superficiales. No se construirán caminos para la operación de la maquinaria pesada, ya que la maquinaria a utilizar será flotante (ver Figura 1-7) u operarán sobre plataformas flotantes.

- Se acopiará cuidadosamente el material extraído y se protegerá particularmente el suelo orgánico.

#### 3.3.2.4.4 Cruce de palmares

El tendido del MD se realizará con los procedimientos constructivos convencionales, sin embargo, dado que el área de palmares es un área sensible, se aplicarán las siguientes prácticas para minimizar la afectación a los ejemplares (*Butia capitata*):

- El diseño de la traza del MD se realizó de manera que, dentro de lo posible, se atraviesen las áreas de menor densidad de ejemplares.
- El corredor de 100 m de ancho que define la traza del MD permite alinear el derecho de vía de 50 m de ancho con cierta flexibilidad, lo que contribuirá a minimizar el número de ejemplares afectados.
- Aquellos ejemplares que deban ser removidos para permitir las operaciones serán inmediatamente trasplantados a los lados del derecho de vía.
- Se acopiará cuidadosamente el material extraído y se protegerá particularmente el suelo orgánico.

#### 3.3.2.5 Acopio de tubería

La tubería será acopiada temporalmente en un patio de almacenamiento de tubos cercano a los obradores. Antes de ser transportado hasta el frente de obra, cada nuevo tubo será inspeccionado por los técnicos responsables, para asegurar que cumpla los estándares de seguridad establecidos. Como se mencionara en el numeral 1.2.1, el exterior de los tubos será tratado con un revestimiento protector de 3LPE para el control de la corrosión.

Cada tubo tendrá una longitud de 12 m. Una cuadrilla que utilizará equipamiento adecuado, moverá cada tramo de la tubería desde el patio de almacenamiento hasta el frente de obra y lo apoyará sobre durmientes de madera. El equipo distribuirá cuidadosamente las juntas de tubería de acuerdo al plan de diseño, dado que el tipo de revestimiento y el grosor de sus paredes pueden variar según a las condiciones del suelo y la ubicación.

#### 3.3.2.6 Doblado de tubería

La cuadrilla de doblado de tubería utilizará una máquina de flexión para hacer las curvas necesarias a efectos de acompañar los cambios de rumbo y para adaptarse a la topografía. La máquina de flexión utiliza una serie de abrazaderas y presión hidráulica para curvar la tubería de forma suave y controlada. Todos los doblados se realizan en estricta conformidad con las especificaciones técnicas para garantizar la integridad estructural.

El doblado de la tubería se realizará por una cuadrilla capacitada de acuerdo a la norma API 1104.

#### 3.3.2.7 Ensamblado y soldadura

Las cuadrillas de ensamblado y soldadura tendrán a su cargo el ensamblado y la unión de las distintas piezas tubulares. La cuadrilla de ensamblado utilizará equipos especiales llamados brazos laterales, cuya función es recoger cada junta de la tubería, alinearla con la articulación anterior y mantenerla presentada en su lugar hasta que la soldadura inicial (primera pasada) se haya completado.

A continuación, la cuadrilla de ensamblado se moverá hacia adelante por la línea hasta la siguiente sección para repetir el proceso. El equipo de soldadura sigue la cuadrilla de la tubería para completar cada soldadura.

Como parte del proceso de aseguramiento de la calidad, cada soldador debe pasar pruebas de calificación, de acuerdo a la norma API 1104. El proceso de calificación de soldadores se llevará a cabo antes de iniciarse el proyecto. De acuerdo a los requerimientos de cada caso, se utilizará el

método de arco eléctrico cubierto o el método automático con gas cubierto, siguiendo los requerimientos de ASME B31.11 y el estándar API 1104.

El aseguramiento de la calidad de cada soldadura se realizará por electromagnetografía de rayos X. Técnicos calificados toman impresiones de rayos X de las soldaduras de los tubos para asegurar que cumplen con los estándares de calidad establecidos. El técnico encargado de tomar la impresión procesará la toma in situ en un cuarto oscuro pequeño y portátil. Si detectara fallas, la soldadura será reparada o cortada y se realizará una nueva soldadura.

Como método alternativo para la inspección de la calidad de las soldaduras se podrá utilizar la tecnología ultrasónica.

Luego de la soldadura las áreas soldadas serán limpiadas mediante arenado y recubiertas con cobertura de Polietileno de alta densidad (HDPE).

### **3.3.2.8 Revestimiento protector**

La tubería contará con un revestimiento externo para inhibir la corrosión, evitando que la humedad del suelo entre en contacto directo con el acero. Este revestimiento se aplica en origen, ya sea en la misma planta de fabricación o en otra planta específica para revestimiento.

Sin embargo, todo tubo revestido tiene áreas libres de 7 cm a 15 cm en cada extremo para evitar que el revestimiento interfiera con el proceso de soldadura. Una vez culminadas las soldaduras, un equipo especializado revestirá la junta soldada en campo y el área que la circunda, antes de que la tubería sea colocada en la zanja.

Las compañías que fabrican tuberías utilizan diversos tipos de revestimientos para las juntas soldadas en campo. Antes de la aplicación, la cuadrilla de revestimiento limpiará completamente la zona sin revestir de la tubería con una escobilla eléctrica o con un soplete de arena, para retirar suciedad, costras o cualquier otro obstáculo. Seguidamente, se aplica el revestimiento, permitiendo que este se seque.

En el caso de la tubería de retorno de agua, cuyo interior será revestido con epoxi, se utilizará equipamiento robótico de limpieza y aplicación de revestimiento, además de revisión interna por video.

Antes de colocar la tubería en la zanja, se inspeccionará el revestimiento de toda la tubería para asegurar que este se encuentre libre de defectos.

### **3.3.2.9 Colocación de la tubería**

La colocación de la tubería en la zanja exige una estrecha coordinación y se necesita operadores experimentados. Haciendo uso de pescantes laterales (equipos de construcción con orugas y con un pescante en cada uno de sus lados), los operadores alzarán los tubos en forma simultánea y colocarán cuidadosamente las secciones soldadas en la zanja. Las eslingas no metálicas protegerán la tubería y el revestimiento a medida que esta es alzada y colocada en su posición.

En las áreas rocosas, el contratista colocará material de acolchonamiento en el fondo de la zanja, antes de la colocación, para proteger la tubería y el revestimiento de cualquier daño.

### **3.3.2.10 Prueba hidrostática**

Una vez que la tubería haya sido ensamblada se llevará a cabo una prueba de presión, con agua de los cursos de agua cercanos, en la totalidad del recorrido. Se estima que esta prueba se realizará dividiendo la tubería en siete segmentos, dependientes de las variaciones en las elevaciones del terreno a lo largo de la tubería y de la ubicación de las fuentes de agua disponibles.

Antes de realizar la prueba, el contratista obtendrá los permisos específicos para la aplicación del método de prueba, la fuente de agua a utilizar y su tratamiento y disposición. El contratista se asegurará además de que todas las medidas de seguridad sean avaladas por la autoridad correspondiente (señalizaciones, desvíos de tránsito, etc.).

Toda el agua a utilizarse será previamente filtrada con un filtro que asegure la remoción del 99% de las partículas de tamaño mayor o igual a 150 µm. Se instalará el filtro de forma de permitir que este

pueda ser lavado durante el proceso de filtrado. En caso de que esto no sea posible, se contará con un segundo filtro que permita continuar con el proceso mientras se limpia el primero.

Cada sección será llenada con agua y presurizada a un nivel más alto que el de la presión máxima de operación. La prueba de presión se mantendrá por un período específico de tiempo para determinar si se cumple con los requerimientos de resistencia del diseño y para detectar la presencia de fugas. Una vez que una sección pase exitosamente la prueba hidrostática, se retirará el agua hacia un tanque de almacenamiento y/o a cisternas, donde se le someterá a los análisis correspondientes para evaluar su calidad.

En caso de cumplir satisfactoriamente los estándares de calidad indicados en el Decreto 253/79, el agua será descargada nuevamente a los cursos adecuados. En caso contrario, será tratada previo a su vertido.

Los requerimientos de esta prueba también se describen en los reglamentos de la American National Standards Institute (ANSI).

### 3.3.2.11 Cierre de zanja

Una vez que las tuberías hayan sido colocadas en la zanja y se haya introducido suficiente material de acolchonamiento alrededor y sobre la tubería (si correspondiere), la zanja podrá ser rellenada con el material de la excavación. Previo al relleno se colocarán los ductos para fibra óptica mencionados en numeral 1.2.1.

El relleno de la zanja se llevará a cabo con una retroexcavadora o con un equipo especial denominado “padding machine”, dependiendo de la composición del suelo.

Al igual que las cuadrillas anteriores, el equipo a cargo del relleno protegerá la tubería y el revestimiento a medida que la zanja es rellenada. El material será colocado de vuelta en orden reverso, colocándose el material del subsuelo primero y luego la tierra vegetal.

En las áreas donde el suelo es rocoso y grueso, los equipos cribarán el material de relleno para retirar las rocas, y así abastecer material de relleno limpio para cubrir la tubería. Una vez que la tubería se encuentra lo suficientemente cubierta, se podrá hacer uso del material más grueso para culminar el relleno.

La Tabla siguiente resume la tapada mínima para varios escenarios.

Tabla 3-3 Tapada mínima de relleno para colocación de tuberías

Área	Excavación normal (cm)	Excavaciones que requieren voladuras (cm)
Áreas industriales, comerciales o residenciales	91	61
Cruces de ríos y arroyos	122	45
Cunetas de drenaje	91	61
Otras áreas	76	46

### 3.3.2.12 Señalización

Para prevenir daños a la tubería por futuras actividades en la zona se realizará la señalización de la tubería una vez enterrada. Se instalará señalización del derecho de vía para relevamientos aéreos, así como señalización en cruces de caminos y otros puntos especiales, con información de contacto con el operador del MD.

Se instalará además señalización del recorrido de las cañerías de forma que siempre sea visible un marcador aguas arriba y uno aguas abajo, sin superar los 500 m entre marcadores.

### 3.3.2.13 Restauración

Por último, se realizará la restauración del terreno al nivel más cercano posible a su condición original. Dependiendo de los requerimientos del proyecto, este proceso usualmente implica escarificar las áreas donde se desarrollaron los trabajos, volver a colocar la tierra vegetal, remover rocas de gran tamaño que podrían haberse expuesto a la superficie, hacer las reparaciones finales de sistemas de irrigación o desagües de drenaje, aplicar fertilizante, restaurar cercas, etc.

La cuadrilla de restauración nivelará cuidadosamente las zonas intervenidas y en áreas de colinas instalará medidas de prevención contra la erosión, tales como diques de intercepción (bermas de tierra construidas de un extremo a otro de las zonas de vía, para contener la escorrentía o derivar el agua).

La cuadrilla de restauración también colocará rip rap compuesto de piedras y maderas a lo largo de los cursos de agua, para estabilizar el suelo. Como medida final, la cuadrilla sembrará y/o replantará las zonas afectadas en la etapa de construcción, para restaurarla y devolverle su condición original.

## 3.3.3 Infraestructura accesoria

### 3.3.3.1 Sistema de reposición de agua

Como ya fuera mencionado, el sistema de reposición de agua se utilizará solamente en caso de contingencias (ver SAAP de 2011).

La construcción de la tubería de abastecimiento de agua de reposición seguirá los lineamientos generales planteados para la construcción del MD y lo presentado en la SAAP de 2011, en especial en lo que refiere a los cruces de infraestructura vial y cuerpos de agua.

De los estudios preliminares surge que la traza de esta tubería intersectará:

- 66 infraestructuras viales entre caminos de tierra y rutas nacionales.
- Dos zonas de humedales.
- El arroyo Valizas.
- 6 cursos de agua menores.

Estos cruces serán confirmados y rectificadas una vez se realicen las visitas a campo necesarias para realizar la ingeniería de detalle.

## 3.3.4 Maquinaria

Durante la construcción del MD se contará aproximadamente con la siguiente maquinaria:

- Retroexcavadoras.
- Zanjeadoras.
- Camiones.
- Grúas.
- Motoniveladoras.
- Padding machine*

### 3.3.5 Alojamientos temporales y Obradores

Se instalarán dos alojamientos temporales provisorios para los 300 trabajadores que se estima, requerirá la construcción del MD: uno cercano al progresivo KP 58 y el otro al KP 172. Estos alojamientos se materializarán mediante el uso de contenedores o construcciones prefabricadas y se podrán ampliar o contraer de acuerdo a las necesidades de cada etapa. Una vez terminada la obra, estos serán desmantelados y reinstalados en el CM, también como alojamientos.

Para su aprovisionamiento se recurrirá a los centros poblados más cercanos. Estos se presentan en la Tabla 3-4, donde también se indica la distancia de las localidades a los alojamientos temporales y la ruta principal que se podrá utilizar.

Tabla 3-4: Posibles centros de abastecimiento para alojamientos temporales de MD

Campamento	Localidad	Distancia (km)	Ruta
KP 58	Treinta y Tres	50	Ruta 19
	Cerro Chato	54	Ruta 19 y ruta 7
	José Pedro Varela	66	Ruta 19 y ruta 8
		35	Caminos vecinales
KP 172	Castillos	48	Ruta 13 y ruta 16
	Lascano	66	Ruta 13 y ruta 15
	Rocha	73	Ruta 13 y ruta 15

Los obradores principales para la construcción del MD se ubicarán en los mismos sitios que los alojamiento temporales.

Como instalaciones generales, los obradores contarán con oficina, sitio de estacionamiento de maquinaria, pañol de herramientas, herrería, taller mecánico, vestuarios, comedor, servicios higiénicos y zonas de almacenamiento de materiales a cielo abierto y bajo techo (playa de acopios y playa de prefabricados).

### 3.3.6 Tránsito generado

El tránsito en la fase de construcción del MD estará asociado al transporte de materiales y de personal, hasta los obradores y luego la distribución desde estos hasta los frentes de obra.

Para la construcción se implementarán dos obradores, que atenderán los trabajos de trinchera y tendido del MD. El primero se localizará cercano a la progresiva KP 58, próximo al camino a paraje Los Talas desde ruta 19, mientras que el segundo se localizará en los alrededores de la progresiva KP 172 cerca de un camino paralelo al arroyo Sarandí de los Amarales algunos kilómetros al norte de ruta 13.

Mayoritariamente el tránsito de esta etapa se deberá al transporte de los tubos que conformarán el MD y el acueducto de retorno de agua del proceso, con una longitud total del sistema de tuberías de 468 km. Este sistema estará compuesto por tubos de 625 mm de diámetro y 12 metros de longitud, en acero de alta resistencia. Por tanto, será necesario transportar unos 40.170 tubos (considerando un 3% adicional por reserva y componentes auxiliares).

Estos tubos serán transportados por mar desde su lugar de fabricación y serán descargados en el puerto de Montevideo. Una vez en el puerto, los tubos serán transportados en camiones semirremolque hasta las áreas de depósito en los dos obradores. Cada cargamento constará de 9 tubos, apilados en 3 filas, que alcanzan un peso de carga de 22,5 t. Totalizan 4.463 viajes cargados, que inicialmente serán distribuidos entre los dos obradores y que luego serán transportados hasta los frentes de obra en camiones con grúa.

El recorrido de los camiones se iniciará en el puerto de Montevideo, diferenciándose luego según su zona de destino. Los vehículos que se dirijan hacia el obrador en las proximidades de la progresiva KP 58 utilizarán los accesos portuarios, rutas 5, 56, 7 y 19. La carga con destino al obrador en las cercanías de la progresiva KP 172 llegará a través de los accesos portuarios, rutas 5, 102 (anillo vial perimetral), 8, 13 y 15.

Por otro lado, para la distribución de los tubos desde los obradores hasta las trincheras se buscará circular por caminos existentes. En caso de que esto no sea posible, se acordarán los accesos con los distintos propietarios, prefiriendo siempre circular por áreas ya impactadas por tránsito.

El suministro de los tubos se realizará en el período desde el mes 1 del segundo año al mes 8 del tercer año del cronograma de ejecución del MD. El suministro desde los obradores o áreas de depósito al frente de obra se iniciará inmediatamente y culminará también inmediato al transporte.

El promedio de viajes cargados mensual corresponde a 223, mientras que el máximo son 296 viajes cargados. Estos viajes se discriminan en partes iguales para cada obrador; es decir que en cada mes habrá un promedio de 112 viajes a cada obrador y un máximo de 148 en el mes pico. Esta cantidad de viajes se mantiene para la distribución hacia los frentes de obra.

El personal de obra requerido para la ejecución del MD será de 300 personas, las que se trasladarán diariamente desde los alojamientos temporales (ubicados junto a los obradores) hasta cada frente de obra. Considerando que el transporte se realice en ómnibus se tendrán unos 9 viajes diarios adicionales.

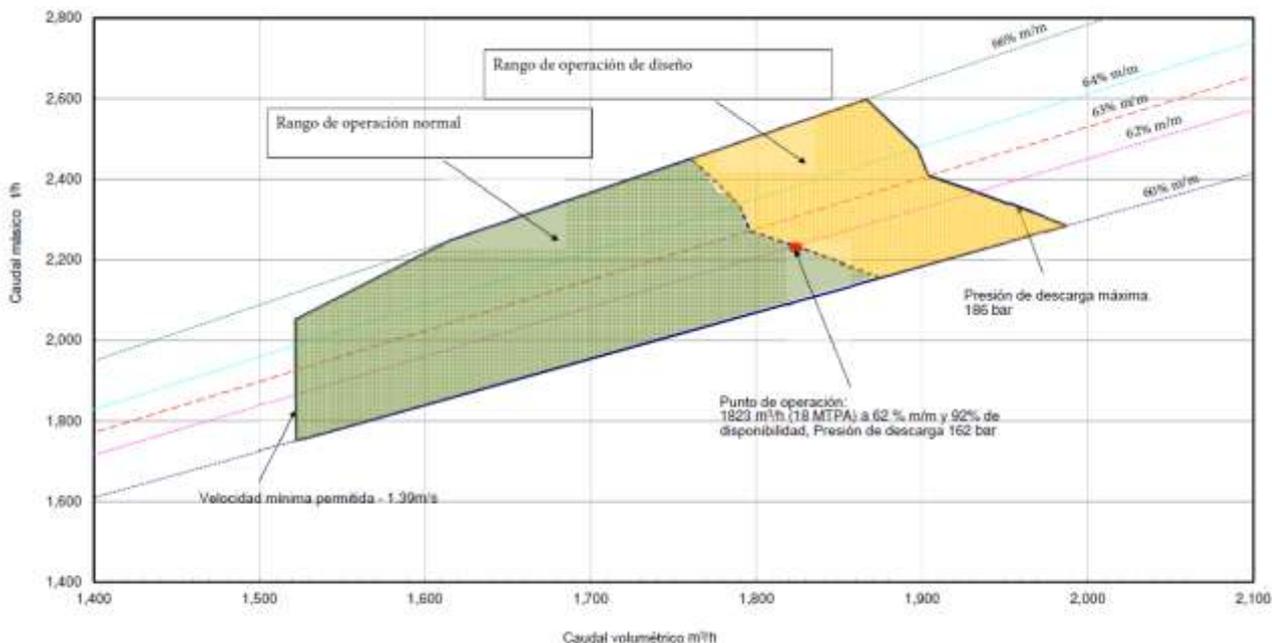
A estos viajes generados para la construcción se le deben adicionar algunos viajes más correspondientes a avituallamiento, recolección de residuos, suministro de combustible y suministros auxiliares para los obradores. Se estiman en 4 viajes diarios de camión simple de peso bruto total (en adelante PBT)  $\leq 24$  t.

### 3.4 ETAPA DE OPERACIÓN

La línea de slurry del MD está diseñada para operar en forma continua y será alimentada por un grupo de bombas de desplazamiento positivo, desde los tanques de almacenamiento localizados en la planta de beneficiamiento.

El MD operará dentro de un rango específico de flujo volumétrico, donde el límite inferior corresponde a la velocidad mínima de operación y el límite superior a la máxima presión nominal para la tubería y a la capacidad de las bombas. Este rango se ilustra en la Figura 3-8.

Figura 3-8 Rango de operación del MD



Fuente: DFS Update, 26 June 2014 - Ausenco

El MD será operado desde la sala de control de la concentradora en la planta de beneficiamiento. El sistema de control incluirá secuencias automáticas para:

- Arranque/parada de la bomba de carga y la bomba principal.
- Control de velocidad de la bomba de carga y la bomba principal.
- Control automático de presión de descarga de la bomba principal.
- Control automático de velocidad para un re arranque con *slurry*.
- Parada de emergencia.
- Cambio automático entre el tanque de almacenamiento y el MD.
- Control de densidad.

Todos los sistemas de control y los datos operacionales estarán disponibles en la sala de control. El control del sistema de SCADA permitirá la intervención del operador cuando se presenten condiciones fuera de régimen.

A continuación se presenta la secuencia de arranque, operación normal y paradas del MD.

### 3.4.1 Inicio y reinicio de operaciones

La entrada en operación del MD consistirá en el inicio de flujo por bombeo de agua. El operador verificará que el gradiente de presión entre la estación de bombeo y la TP sea el correcto, de lo contrario, la línea será lentamente presurizada hasta establecer este gradiente.

El inicio del flujo comenzará mediante la apertura de las válvulas de la estación terminal. Luego se iniciará el incremento del bombeo utilizando agua mientras se observa el flujo en la TP y la presión de descarga en la estación de bombeo.

Esta rutina es culminada mediante una rampa de presión ajustable controlada por velocidad, preprogramable pero regulable, incluida en el sistema de control. Se permitirá que la presión incremente lentamente para alcanzar un límite preestablecido.

Una vez verificado el gradiente de presión, se permitirá que la bomba aumente libremente la velocidad a una tasa controlada, hasta que se alcance la velocidad objetivo. Este método y sistema de arranque asegura un inicio y reinicio ordenado, sin sobrepresión a lo largo de la línea, en caso de que ocurra una obturación de sólidos en algún punto.

Una vez que el sistema se encuentre operando en estado estable, con el agua como elemento de alimentación (por varios minutos), se abrirán las válvulas de la tubería del flujo subálveo del tanque de almacenamiento y se introducirá slurry en la línea de tubería. Un medidor de densidad en la TP detectará cuando llegue la carga de slurry y la dirigirá a los tanques de slurry

Un exhaustivo sistema de control asegurará que los tanques de almacenamiento de slurry tengan suficiente carga para permitir el inicio y sostener la operación.

### 3.4.2 Operación normal

El modo de operación normal será precedido por la secuencia de arranque de la tubería con agua, como se describió en el punto anterior. La densidad del flujo subálveo de los tanques de almacenamiento de slurry será controlada automáticamente por el sistema SCADA.

El sistema será controlado por la velocidad de bombeo de la línea principal, con una alarma de densidad regulada en alta o baja densidad, desde el tanque de almacenamiento. Los límites de densidad alta y baja serán establecidos durante la puesta en marcha.

Se estima que en operación normal el caudal impulsado será entre 1.510 y 1.820 m<sup>3</sup>/h, dependiendo de la densidad del slurry.

Si durante la operación normal la densidad del slurry superase la de diseño, se agregará agua de dilución al tanque de slurry. En caso que la densidad decrezca se activará una alarma sonora y, si decrece a menos de 60% m/m, se cambiará la alimentación del MD a agua hasta que las especificaciones sean ajustadas o que el flujo de agua llegue hasta la TP, momento en el cual se podrá detener el flujo. En este último caso se enviará el flujo subálveo de los tanques de slurry a los concentradores hasta alcanzar las condiciones de diseño. El reinicio del flujo se realizará según la secuencia de arranque indicada en el numeral anterior.

### 3.4.3 Interrupción de bombeo

Los procedimientos de operación del MD abarcarán tres casos posibles de interrupción del bombeo:

- Parada planificada de corta duración.
- Parada programada de larga duración.
- Parada de emergencia.

Para el caso de paradas de corta duración y paradas de emergencia, es de suponer que el MD se encontrará parcial o totalmente lleno de slurry en el momento de la parada. Por tanto, se detendrán las bombas de impulsión de slurry y se cerrará la válvula de la TP. Esta secuencia de parada estará

programada en el sistema SCADA de forma de poder realizarla de manera rápida y segura. Cabe señalar que cuando sea necesario vaciar todo el MD, el slurry se filtrará en la TP ya que el caudal de evacuación del MD es igual al de diseño de la planta de filtrado.

En el caso de paradas de larga duración (paradas programadas), el MD será lavado con agua antes de realizar la parada. El agua de enjuague de la tubería se recepcionará en los tanques de almacenamiento de slurry en la TP y se la gestionará igual que el slurry.

### 3.4.4 Control y detección de fugas

Las causas por las que un MD puede presentar fallas o fugas incluyen:

- Daños mecánicos: accidentes durante reparaciones, daños ocasionados por terceros y errores operacionales.
- Daño por fenómenos ambientales: deslizamientos de tierra, inundaciones, etc.
- Pérdida de integridad de las paredes de la tubería por corrosión interna, corrosión externa, o por abrasión interna.

Si bien la posibilidad de un derrame no puede ser completamente eliminada, sí se puede disminuir significativamente la probabilidad de que ocurra, mediante la aplicación de buenas prácticas de operación y un mantenimiento adecuado.

En caso de que se produzca una falla, esta será detectada por el sistema de detección de fugas. Este sistema recibe los datos de la operación enviados por el sistema de control a través de la fibra óptica. Estos datos incluyen el flujo, la presión y la densidad a lo largo de la tubería. El sistema utiliza estos datos para calcular la pérdida de carga en tiempo real a lo largo de la tubería y detectar de este modo la existencia y ubicación de fugas en la línea.

Los lineamientos generales para la inspección del MD y su mantenimiento se presentan en el numeral 1.4.7.

### 3.4.5 Protección de sobrepresión y supresiones

La protección contra sobrepresión y subpresión se dará en varios niveles. En primera etapa, mediante la implementación de procedimientos de operación adecuados; luego, con el uso de software de sistemas de control; seguidamente, con sistemas de trabado o circuitos cerrados de control, sean eléctricos o mecánicos; finalmente mediante dispositivos mecánicos de alivio, como discos de ruptura, etc.

El tipo, cantidad y ubicación de los sistemas mecánicos de protección contra sobrepresión se definirán en la siguiente etapa de diseño. Los procedimientos operacionales finales, tales como la secuencia de paradas de las estaciones, la regulación de las operaciones de las válvulas, etc., también serán determinados durante dicha etapa.

### 3.4.6 Operaciones anormales

De no haber slurry disponible por un período corto de tiempo, se podrá utilizar una carga de agua para la operación de la tubería. Esto permitirá que el slurry sea transportado a la velocidad mínima, para evitar la acumulación de sólidos. En algunas operaciones comerciales se ha comprobado que es posible simplemente detener la tubería con sólidos en su interior, y reiniciarla posteriormente cuando el slurry se encuentra nuevamente disponible. Este segundo modo de operación es más demandante que el simple bombeo de agua, pero puede brindar considerables beneficios en algunos casos.

La pileta y los tanques de agua de retorno en la estación de la TP se diseñarán/dimensionarán en base a los casos de operaciones anormales que se presentan en la Tabla 3-6.

Tabla 3-5 Procedimientos para operaciones anormales en el MD

Caso	Descripción	Procedimiento
1	Falla menor Falla del 50% en la bomba de la línea principal	Se requieren 15-30 minutos para conectar a la bomba auxiliar. La tasa de flujo del MD se reduce a la mitad de la tasa de diseño hasta que entra en funcionamiento la bomba auxiliar. El tiempo de retención es 30 minutos al 50% de la tasa de flujo
2	Falla mayor Falla de todas las bombas de la línea principal y la estación queda funcionando con las bombas auxiliares	Se requieren 15-30 minutos para conectar a las bombas auxiliares. Tiempo de retención 30 minutos a plena tasa de flujo
3	Falla mayor Fallan todas las bombas de la línea principal (incluyendo la de reserva)	Cerrar las tuberías de concentrado y de agua de retorno. No se requiere tiempo de retención.
4	Falla significativa Interrupción en el suministro de energía de la estación	Cerrar la tubería de concentrado y de agua de retorno. No se requiere tiempo de retención.
5	Falla significativa Falla en el MD de slurry	Cerrar la tubería de agua de retorno. No se requiere retención. Si el MD queda fuera de servicio por más de 24 horas, el <i>slurry</i> en el MD comenzará a estratificarse y deberá ser desobstruido en el punto más bajo del MD.
6	Parada planificada de la tubería de slurry El MD de slurry se inunda con agua	La tubería de slurry expulsará el agua durante 1 hora para asegurar que el material restante haya salido de la tubería. La tubería de agua de retorno fluirá a la máxima tasa de transporte y el diferencial será enviado a la pileta de agua de retorno.
7	Inicio programado de operaciones del MD de slurry. Al inicio el MD se encuentra lleno con agua. El inicio de operaciones del MD se realizará con agua durante dos horas y luego se introduce el slurry	La tubería de agua de retorno fluirá a su máxima capacidad y para el diferencial se requerirán piletas/tanques de agua de retorno. El agua sobrante será volcada en los tanques de almacenamiento de concentrado en la TP y en la pileta de agua de retorno. No se requiere volcar en la pileta de emergencia de <i>slurry</i> .

### 3.4.7 Operaciones de inspección y mantenimiento

No se espera una erosión significativa del MD causada por el flujo de slurry de concentrado de magnetita, en base a la experiencia con otros sistemas similares en operación. Igualmente, el espesor de la pared del MD ha sido calculado para compensar la pérdida por corrosión. Los ensayos realizados permitieron determinar una tasa de corrosión baja (0,3 mm/a) para un ducto con este slurry, en situación aireada y sin modificación de pH.

Para la inspección y mantenimiento de los MDs se utiliza generalmente un cilindro dotado de sensores (PIG). El PIG se envía a través del MD impulsado por la presión del propio slurry, lo que permite registrar el espesor y estado de la pared del ducto en todo el trayecto. Este será el método de inspección y mantenimiento del MD, y se llevará a cabo con frecuencia anual.

Durante la operación se mantendrá el área colindante a las instalaciones de forma de permitir el acceso a la traza, evitando especialmente el crecimiento de vegetación arbórea y arbustiva en una faja de 7 a 10 m de ancho inmediatamente encima de las tuberías.

La velocidad del slurry en el MD está limitada a un rango relativamente estrecho. Bajos caudales de fluidos con materiales gruesos en suspensión pueden generar flujos heterogéneos, que incrementan tanto la tasa de desgaste en la superficie inferior del ducto como el riesgo de taponamiento. Velocidades altas generan mayores pérdidas de carga por fricción y mayor abrasión de la pared del ducto, resultando antieconómicas.

Como resultado, el diámetro de los MDs se selecciona para una velocidad nominal que provea un margen razonable sobre la velocidad de operación mínima segura, al mismo tiempo que permita alcanzar los requerimientos de rendimiento y presión establecidos.

La concentración del slurry es también un parámetro a considerar: se requiere una concentración mínima para conferir las propiedades reológicas que permitan sostener un comportamiento de flujo pseudo homogéneo, que mantenga en suspensión las partículas de mayor tamaño y a la vez, reduzca el desgaste excesivo de la superficie inferior.

Tanto el MD como el acueducto de retorno han sido diseñados para una vida útil de 25 años. Sin perjuicio de lo anterior, MD similares (BHR Group, 2004) han probado operar con seguridad más allá de la vida útil de diseño.

### 3.4.8 Sistema de reposición de agua

El sistema de bombeo de agua de reposición será diseñado para operar a 200 m<sup>3</sup>/h en forma continua. El control operacional se dará en función del nivel de la laguna de agua de retorno que se encontrará en la TP.

El sistema en general será controlado por el sistema SCADA, se contará además con sistemas automáticos de control para:

- Encendido y parada de bombas.
- Control de velocidad de bombas.
- Control de presión de descarga.
- Parada de emergencia.

El control operacional de todo el sistema de agua de reposición se dará en el centro de control adyacente a la estación de la TP. El funcionamiento será automático en condiciones normales y se requerirá intervención del operador en eventos anormales.

## 4. SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

La energía eléctrica requerida para la operación del Complejo Minero y del Mineroducto será de 170 MW, potencia que será suministrada por UTE de acuerdo a lo oportunamente solicitado por la Autoridad competente. Durante la construcción, puesta en marcha (*commission*) y etapa transitoria de arranque (*ramp-up*), los requerimientos de energía eléctrica se darán según el calendario que muestra la Tabla 4-1.

Tabla 4-1: Energía eléctrica requerida durante la construcción, puesta en marcha y operación

Energía eléctrica suministrada desde la red de transmisión de UTE				Energía en MW										
Ubicación	Uso	Tipo	V	Año 1		Año 2				Año 3				
				Trim3	Trim4	Trim1	Trim2	Trim3	Trim4	Trim1	Trim2	Trim3	Trim4	
Mina y planta	Campamento y construcción	Temporal	30kV		10	10	10	10	10	10	10	10		
	Puesta en marcha	Temporal	150kV							60	120			
	Operación	Permanente	150kV										170	170
<b>TOTAL</b>				<b>0</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>70</b>	<b>130</b>	<b>170</b>	<b>170</b>

## 5. MANO DE OBRA

### 5.1 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Durante la etapa de construcción, el Proyecto Valentines prevé emplear un total de aproximadamente 3.300 personas, de las cuales 2.500 estarán asignadas a la construcción del Complejo Minero e infraestructura de soporte, 300 a la construcción del Mineroducto y 150 a la Administración Corporativa, totalizando 2.950 personas, a los que se suman aproximadamente 350 puestos de trabajo previstos para la construcción de la Terminal Portuaria.

Se requerirá de un amplio abanico de perfiles, tanto gerenciales como de supervisores, técnicos y administrativos, además de mano de obra especializada y general. Los números exactos y el porcentaje de cada categoría serán determinados en el estudio de ingeniería de detalle. De manera preliminar, la estimación que puede hacerse a la fecha se presenta en la **Error! Reference source not found.**

Tabla 5-1 – Perfiles laborales en la fase de construcción (estimación preliminar)

<b>TOTAL CM y MD – FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>		<b>2.950</b>
<b>COMPLEJO MINERO</b>		
<b>Oficiales</b>		
Obra Civil - Operadores maquinaria mov. de tierra		70
Obra Civil - Albañiles (hormigón)		35
Obra Civil - Herrereros (hormigón)		80
Obra Civil - Carpinteros (hormigón)		80
Obra Civil - Pintores		10
Obra Civil - Montadores de estructuras metálicas		180
Obra Civil - Alojamientos		300
Montaje - Mecánicos		130
Montaje - Soldadores (general)		130
Montaje - Soldadores cañistas		140
Montaje - Electricistas		225
Montaje - Instrumentistas		70
Montaje - Montadores de andamios		150
Sub-total Oficiales		1600
<b>Ayudantes</b>		
Obra civil		530
Montaje		370
Sub-total Ayudantes		900
<b>Total Complejo Minero</b>		<b>2500</b>



<b>MINERODUCTO</b>	
<b>Oficiales</b>	
Obra Civil - Operadores maquinaria mov. de tierra	40
Obra Civil - Albañiles (hormigón)	10
Obra Civil - Herreros (hormigón)	5
Obra Civil - Carpinteros (hormigón)	5
Obra Civil - Montadores	20
Montaje - Mecánicos	20
Montaje - Soldadores (general)	40
Montaje - Soldadores cañistas	50
Montaje - Electricistas	15
Montaje - Instrumentistas	10
<b>Sub-total Oficiales</b>	<b>215</b>
<b>Ayudantes</b>	
Obra civil	40
Montaje	45
<b>Sub-total Ayudantes</b>	<b>85</b>
<b>Total Mineroducto</b>	<b>300</b>

<b>ADMINISTRACION CORPORATIVA</b>	
Ejecutivos	8
Gerentes y Supervisores	12
Especialistas	20
Logística y Compras	30
Recursos Humanos	10
Finanzas y Contaduría	30
Administración y Otros	40
<b>Total Administración Corporativa</b>	<b>150</b>

La mano de obra en la etapa de construcción estará conformada, en orden de preferencia por personal local, nacional, regional e internacional (tanto contratado como empleado directamente). Con el objetivo de maximizar el empleo de mano de obra nacional, se está trabajando coordinadamente con las autoridades competentes en el diseño de programas de capacitación específicos, que atiendan los requerimientos del Proyecto Valentines de forma sinérgica con los de otros proyectos actualmente en desarrollo, también altamente demandantes de mano de obra calificada.

## 5.2 ETAPA DE OPERACIÓN

Durante la etapa de operación, el Proyecto Valentines prevé emplear un total de aproximadamente 1.480 personas, de las cuales 1.200 estarán asignadas a la operación del Complejo Minero, 10 a la operación del Mineroducto y 130 a la Administración Corporativa, totalizando 1.340 personas, a los que se suman aproximadamente 140 puestos de trabajo previstos para la operación de la Terminal Portuaria.

La **Error! Reference source not found.** muestra una desagregación mayor de estos números. Los detalles de la mano de obra necesaria (perfiles, histograma de personal, etc.) serán definidos durante la ingeniería de detalle.

Tabla 5-2 – Perfiles laborales en la fase de operación (estimación preliminar)

<b>TOTAL CM y MD – FASE DE OPERACIÓN</b>		<b>1.340</b>
<b>COMPLEJO MINERO</b>		
Gerentes y Supervisores		70
Especialistas		50
Operadores y Obreros – planta beneficiamiento		190
Operadores y Obreros – minas		80
Contratistas permanentes - minas		700
Técnicos y Administración		40
Seguridad		40
Mantenimiento		30
<b>Total Complejo Minero</b>		<b>1200</b>
<b>MINERODUCTO</b>		
Gerentes y Supervisores		3
Operadores y Obreros		7
<b>Total Mineroducto</b>		<b>10</b>
<b>ADMINISTRACION CORPORATIVA</b>		
Ejecutivos		8
Gerentes y Supervisores		12
Especialistas		10
Logística y Compra		25
Recursos Humanos		10
Finanzas y Contaduría		25
Administración y Otros		40
<b>Total Administración Corporativa</b>		<b>130</b>

La mano de obra en la etapa de operación será, en orden de preferencia: personal local, nacional, regional e internacional (tanto contratado o empleado directamente).

## 6. CIERRE AMBIENTAL

El cierre de las actividades mineras se implementará de acuerdo al Plan de Cierre y Post-Cierre Ambiental y Social del Proyecto Valentines (Plan de Cierre), propuesto por Minera Aratirí y actualmente en proceso de aprobación por las Autoridades competentes. El propósito del Plan de Cierre es delinear los objetivos, herramientas, estrategias y acciones para implementar los procesos que conduzcan a desactivar efectivamente las operaciones del Complejo Minero, Mineroducto y Terminal Portuaria y colaborar en preparar el territorio para los usos definidos por las autoridades competentes, los propietarios, las comunidades del área de influencia y demás interesados, según corresponda.

A continuación se describen las principales estrategias de cierre ambiental del proyecto de acuerdo a lo que establece dicho Plan de Cierre, y se esboza la condición final esperada para las componentes Complejo Minero y Mineroducto, con la descripción particular en lo que concierne a cada dominio.

### 6.1 CIERRE AMBIENTAL DEL COMPLEJO MINERO

En términos generales, el cierre del Complejo Minero pretende dejar un territorio ambientalmente apto para que puedan desarrollarse las mismas actividades que tenían lugar previo a la ejecución del Proyecto Valentines u otras alternativas, según el caso, con el mínimo requerimiento de mantenimiento o intervención periódica posterior. La mencionada aptitud ambiental refiere a condiciones de estabilidad geotécnica, disponibilidad en cantidad y calidad de los recursos hídricos e hidrogeológicos, disponibilidad de suelo orgánico, conformación del tapiz vegetal y mantenimiento de la biodiversidad.

Esta pretensión determina un cuadro final que, en el plano físico, puede preverse a grandes rasgos como sigue:

- El 59% de la Concesión para Explotar correspondiente al área de amortiguación, devendrá en un cinturón naturalizado pautado por el desarrollo de formaciones vegetales mayoritariamente nativas acordes a la tipología del lugar, así como de la fauna asociada a las mismas.
- El 19% del área de la Concesión para Explotar ocupada por los embalses de relaves y agua bruta devendrá en un espejo de agua integrado al paisaje, que podrá utilizarse con fines turísticos y recreativos, aunque también como reserva para la producción pecuaria, agrícola y forestal.
- El 12% del área de la Concesión para Explotar correspondiente a las pilas de estériles será integrada al paisaje en forma de cerros chatos cubiertos con tapiz vegetal, potencialmente aptos para actividad pecuaria, forestal o recreativa.
- El 4% del área de la Concesión para Explotar correspondiente a las minas devendrá en cuerpos de agua integrados al entorno, que podrán utilizarse como reserva para la producción pecuaria, agrícola y forestal, y también con fines turísticos y recreativos.
- El 3% de la Concesión para Explotar correspondiente al área que ocuparán las restantes obras hidráulicas será integrado al paisaje como parte del sistema hidrológico local.
- El 2% del área de la Concesión para Explotar correspondiente a las instalaciones industriales e infraestructura asociada, será rehabilitada para uso agropecuario en el mayor grado posible, aunque podrá también ser destinada a otros usos productivos, turísticos, culturales o recreativos si así fuera definido.

- El 1% del área de la Concesión para Explotar correspondiente a caminos internos será incorporada a la red vial de la zona, pública o privada según corresponda, o desafectada en aquellos casos que represente riesgos a la seguridad.

A estos efectos, el cierre ambiental del Complejo Minero se estructura en torno a un conjunto de programas de aplicación en todos los dominios de la Concesión para Explotar y a estrategias pertinentes a cada uno de ellos.

Los siguientes Programas integrantes del Plan de Gestión Ambiental (PGA) son relevantes para el cierre progresivo y final de todos los dominios de la Concesión para Explotar:

- Programa de Gestión de Agua (PGA §4.3.4)
- Programa de Conservación y Calidad del Suelos (PGA §4.3.10)
- Programa de Revegetación y Rehabilitación (PGA §4.3.18).
- Programa de Gestión de Flora y Fauna Terrestre (PGA §4.3.12)

A continuación, se describen las principales estrategias pertinentes para cada dominio en particular.

## 6.1.1 Cierre de las Minas

El cierre de las minas se realizará progresivamente, a través de una serie de acciones y medidas desde el comienzo de su construcción, incluyendo la conservación de suelos orgánicos, la revegetación del perímetro de la mina, el traslado de estéril *in-situ* durante los últimos años de explotación, la construcción de bermas de contención, y finalmente el monitoreo y manejo de la reserva de agua.

**Recuperación y Conservación de Suelos Orgánicos.** El suelo orgánico será removido y acopiado progresivamente según el avance de los límites de la mina. Los suelos orgánicos serán destinados para la revegetación de las áreas circundantes a la mina final (bermas de contención, accesos, etc.) y otras áreas aledañas que requieren mayor cantidad de suelo orgánico (pilas de estéril). El estudio de factibilidad estimó que el 70% de la superficie a ocupar por las minas tiene suelo orgánico recuperable.

**Bermas de contención.** Se construirán progresivamente bermas de contención en torno a los límites de las minas activas, para restringir el acceso no autorizado o accidental a las mismas. Estas bermas de contención también formarán parte de la gestión de aguas superficiales, pues impiden la entrada de escurrimientos superficiales hacia la mina. Estas bermas de contención combinadas con el cercado de las zonas circundantes evitarán el acceso de personas o ganado y se mantendrán durante el post-cierre. Al cierre, las bermas de contención serán reconvertidas a los efectos de canalizar convenientemente la escorrentía de la cuenca, y revegetadas.

**Depósito de estéril *in-situ*.** Con la excepción de la Mina Morochos, todas las minas tendrán una geometría que permitirá el traslado de estéril desde un punto a otro dentro de la misma mina (cierre seco *in-situ*) en lugar de transportarlo fuera de la mina a la pila de estéril, durante los últimos años de explotación.

**Estabilidad geotécnica.** El perfilamiento final de los bancos y taludes de las minas se realizará en función de los estudios realizados y los datos geotécnicos obtenidos a lo largo de la operación, a los efectos de garantizar su estabilidad en el tiempo en todas las condiciones esperables. Se continuará monitoreando la estabilidad geotécnica de los bancos y taludes durante las etapas de cierre y post-cierre. Dicho monitoreo involucra mediciones de desplazamientos y deformaciones horizontales y verticales a través de sensores instalados en la mina. También se monitorearán los niveles freáticos para evaluar la presión de poro en las paredes.

**Gestión del agua.** Una vez terminada la explotación de la mina, se discontinuará el desagüe, y el fondo de la mina empezará a llenarse con agua. En base a las predicciones del modelo hidrogeológico (EslA, Anexo G.3 e Información Complementaria N°13, numeral 1b -IC13-1b) el llenado de las minas ocurrirá en forma asintótica, ocurriendo la mayor parte de la recuperación en los primeros 20 años desde que termina la explotación. Una vez que los cuerpos de agua generados se encuentren en equilibrio hidráulico, se espera que los niveles freáticos y tendencias alrededor de los mismos sean similares a la condición basal y/o a los puntos de referencia fuera del área de influencia.

Se monitoreará la calidad del agua proveniente de las minas durante las fases de operación y cierre. También, se continuará actualizando el estudio geoquímico (a escalas de laboratorio y terreno) durante el avance de la operación para mejorar las predicciones cuantitativas de la calidad del lixiviado. Ambas acciones permitirán prever anticipadamente la pauta operativa de gestión durante las etapas de cierre y post-cierre.

Tal como establece el Programa de Gestión del Agua (PGA, §4.3.4), para ser descargada a los cursos de agua próximos, el agua contenida en las minas deberá cumplir con los estándares de vertido establecidos en el Decreto 253/79, y simultáneamente, asegurar que la calidad del curso de agua fuera de la zona de mezcla cumpla con los estándares establecidos en el mismo Decreto para cursos de agua Clase 3 o en su defecto, mantener la calidad que presente el mismo curso aguas arriba, o bien la que se haya determinado a partir de los resultados del monitoreo de línea de base, según corresponda.

En la eventualidad de que, para el agua contenida en alguna de las minas, no sea posible cumplir simultáneamente con estos estándares, el nivel de agua en dicha mina será mantenido por debajo de la cota de drenaje mediante bombeo hacia el sistema de represas de Relaves y Agua Bruta.

Sin perjuicio de que, a la luz de los estudios realizados, esta situación de descarga forzada se considera poco probable, los naturales procesos de oxidación, biodegradación, precipitación y dilución de los eventuales contaminantes de los cuerpos de agua mineros contenidos en las minas permiten prever que de darse, no será una situación permanente sino que por el contrario, estará acotada en el tiempo.

La misma pauta operativa regirá para la descarga del sistema de represas, como se describe más adelante. En este caso, se permitirá que el nivel de las represas alcance la cota de drenaje solamente si se puede garantizar que la descarga cumplirá simultáneamente con los citados estándares de vertido y de calidad de agua. En su defecto, el nivel de las represas se mantendrá por debajo de la cota de drenaje mediante bombeo y descarga a través del emisario oceánico.

De requerirse, en caso de que los resultados analíticos de la calidad del agua y de los ensayos hidrogeoquímicos así lo hagan prever, podrá en su momento considerarse la implementación de tratamientos activos o pasivos, de aplicación y eficacia largamente conocidas.

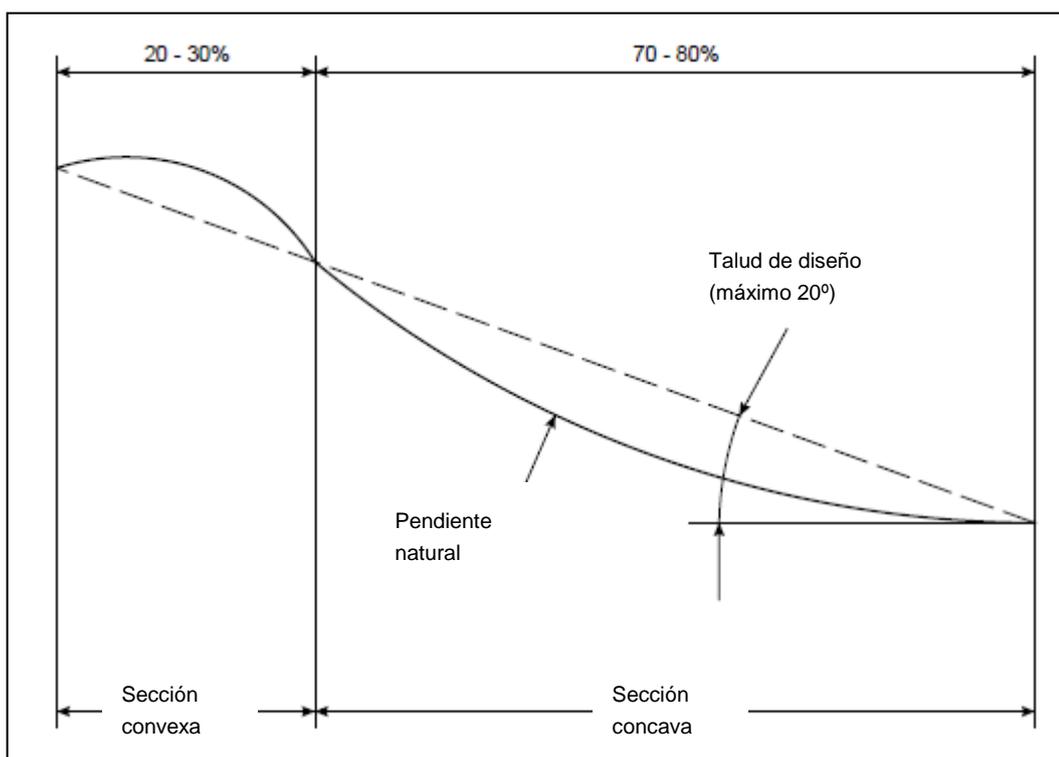
## 6.1.2 Cierre de las Pilas de Estériles

Los depósitos de estériles serán cerrados progresivamente y rehabilitados desde el comienzo de la operación y durante toda la vida útil de la mina. Después que la mina se haya agotado, sólo quedará un área relativamente pequeña para rehabilitar en las zonas no rocosas: la zona de descarga, la superficie superior final, y las obras de drenaje asociadas.

**Recuperación y Conservación de Suelos Orgánicos.** El suelo orgánico será removido y acopiado progresivamente según el avance de los límites de la construcción de la pila de estéril. El estudio de factibilidad asumió que el 60% de la superficie a ocupar por las pilas de estéril tienen suelo orgánico recuperable. El suelo orgánico será acopiado en franjas a una distancia de aproximadamente 80 m desde el pie de la pila. Allí, el material acumulado será conformado en hileras, con una altura máxima de 2 m, para su uso futuro en las actividades de cierre. Los trabajos de desbroce serán progresivos, adelantados al avance de las minas y pilas para minimizar el impacto de erosión y emisión de polvo, y, donde sea posible, se transportará directamente a los puntos donde se esté implementando el cierre.

**Construcción y modificación de taludes.** Tal como se muestra en la **Figura 6-1**, la construcción de las pilas de estéril comienza en las zonas de topografía más baja y avanza hacia arriba en capas de 20 metros de altura. Una vez que una capa termina de construirse, se podrá proceder con la revegetación de ese sector.

Todas las pilas de estéril serán de baja pendiente (media aproximada 20°) en el tramo inferior (70 a 80% del desarrollo horizontal) y aumentará en la zona superior restante (20 a 30% del desarrollo horizontal). Esto resulta en una naturalización estética del perfil, como lo muestra la **Error! Reference source not found.** Esta práctica también mejora el éxito de la rehabilitación en las zonas bajas y reduce el esfuerzo necesario para los perfiles de los bancos más altos, que serán en su mayoría contruidos de roca fresca.



6-1: Perfil típico para lograr un pendiente natural de la pila de estériles.

La siguiente **Figura 6-2** compara la vista actual con la simulación de la mina y pila de estériles (rehabilitada, aunque sin la cortina vegetal prevista) en Maidana. Otras simulaciones visuales del cierre de las minas y pilas de estériles se presentan en el EslA IC10-2.



Figura 6-2: Simulación visual de la mina Maidana vista desde la intersección de los caminos del Monzón y al Paso Santa Rita del Yí: arriba: vista actual; abajo: simulación.

**Manejo de escorrentías y lixiviados.** Se construirán canales de recolección del escurrimiento e infiltraciones (drenajes de roca) de las pilas de estériles, según se requiera, para asegurarse que todo el lixiviado y la escorrentía superficial estén controlados y se dirijan hacia las trampas para retención de sedimentos. Si los resultados analíticos del monitoreo durante la etapa de cierre indican que la calidad de estas escorrentías y lixiviados (agua en contacto con la roca estéril) no es apta para su descarga a los cursos superficiales, dicha agua será colectada y dirigida a las minas agotadas o bombeada a la Represa de Relaves.

A continuación en **Figura 6-3** se ilustran conceptualmente las medidas a implementar progresivamente para un sector de una pila de estéril que cese de ser activo.

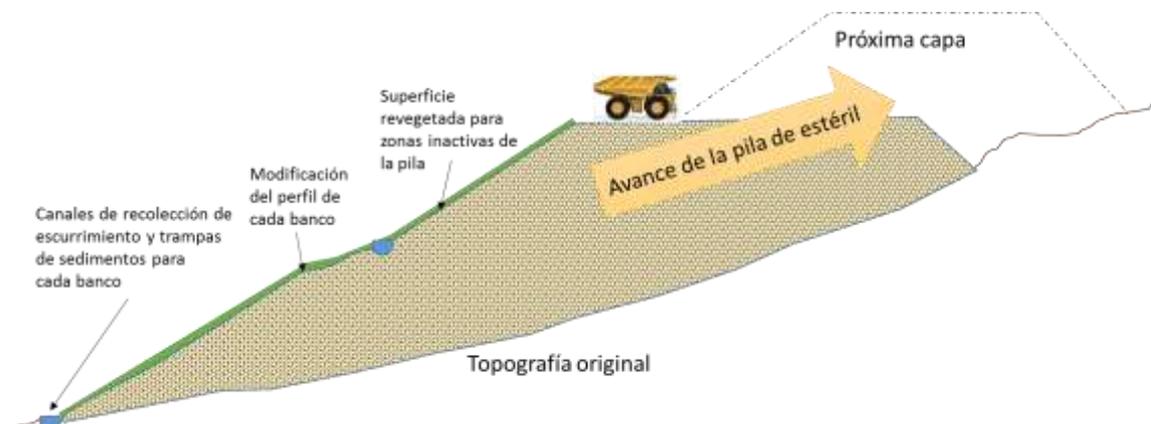


Figura 6-3: Cierre progresivo en un sector no activo de una pila de estéril

Se continuará monitoreando la estabilidad geotécnica de los taludes de las pilas de estéril durante las etapas de cierre y post-cierre. Dicho monitoreo involucra mediciones de desplazamientos y deformaciones horizontales y verticales a través de sensores instalados a lo largo del talud.

### 6.1.3 Cierre de la Infraestructura Hidráulica

Las obras hidráulicas en la Concesión para Explotar (canales de desvío, lagunas de sedimentación, puentes y alcantarillas, así como las obras para el control de inundaciones) serán diseñadas para minimizar las modificaciones de los regímenes hidrológicos causados por el emplazamiento de las minas y pilas de estéril, minimizar los procesos de erosión y sedimentación, proveer seguridad durante eventos de crecida, y continuar funcionando permanentemente después del cese de operaciones sin mayores intervenciones o mantenimiento. Las actividades de cierre incorporan los siguientes criterios a los efectos de asegurar la funcionalidad de las obras hidráulicas en el largo plazo:

- Controles de erosión y arrastre de sedimentos en el fondo, las entradas y salidas, y las pendientes laterales de cada canal de desvío. En términos generales, se consideraron los siguientes parámetros para todos los canales de desvío: período de retorno de 100 años, coeficiente de Manning en el rango de 0,025 a 0,035, pendientes laterales de 2:1, y cota aguas arriba y aguas abajo del canal igual a las cotas actuales de los cursos.
- Controles de erosión en las entradas y salidas de las lagunas de sedimentación y alcantarillas (*rip-rap*).
- Reproducción, en la medida de lo posible, de las características del curso de agua desviado: anchos y pendientes del curso, tirantes, caudales, tipo y profundidad de suelo en las pendientes laterales y zonas ribereñas.
- Reconstitución del tapiz vegetal y del monte nativo inmediatamente después de la construcción de cada obra hidráulica, como se describe más adelante.

- Controles de erosión y trampas de sedimentos en las áreas conexas que aún no han terminado de revegetarse, particularmente las pilas de estéril. Estas trampas son necesarias para evitar la acumulación de sedimentos en las obras hidráulicas que reciben y conducen los caudales de crecidas de su área de drenaje correspondiente.
- Optimización del diseño de las lagunas de sedimentación para lograr el mayor gradiente posible: configuración de doble celda, relación mínima de longitud y ancho de 3:1; profundidad permanente mínima de 1,0 m; y la previsión de un canal de desbordamiento de emergencia.
- Adecuación de los parámetros de diseño en base a las condiciones de suelos y litología que se encuentren durante las investigaciones geotécnicas en la fase de ingeniería de detalle y también durante las excavaciones, con la finalidad de asegurar que las velocidades resultantes sean inferiores a lo permisible.

**Reconstitución de monte nativo y hábitats** – Además de compensar las pérdidas de biodiversidad en los tramos de los arroyos que serán eliminados, la reconstitución del monte nativo a lo largo de los tramos de los canales de desvío y los perímetros de las lagunas es también una medida para asegurar la funcionalidad de las obras en el largo plazo. La revegetación es importante para minimizar la erosión y el arrastre de sedimentos. Tal como se realizará en las otras obras del proyecto, el suelo orgánico será removido y conservado durante la excavación de los canales de desvío y las lagunas de sedimentación. Se acopiarán los suelos orgánicos en hileras de no más de 2 m de altura, alineadas en paralelo con el canal o el perímetro de la laguna.

Se realizará la revegetación del perímetro de los canales y lagunas con las mismas especies existentes en los montes ribereños de cada tramo de arroyo que será desviado. La revegetación incluirá técnicas de rescate y trasplante desde los tramos de arroyos que serán eliminados a los nuevos canales de desvío, la creación de refugios para la fauna en la zona ribereña y el mantenimiento de todas las zonas revegetadas hasta lograr la estabilización completa. Para mayores detalles ver el Programa de Revegetación y Rehabilitación (PGA §4.3.18) y el Programa de Gestión de Flora y Fauna Terrestre (PGA §4.3.12).

**Medidas para Cambios Permanentes en el Régimen Hidrológico** - El desvío del arroyo Valentín aguas arriba de la mina Uría hacia el río Yí resultará en una reducción de los caudales de base en el arroyo Valentín aguas abajo de la mina Uría hasta su desembocadura. Sin embargo, los estudios realizados (EsIA IC9-7 e IC13-2) permiten prever una afectación no significativa del monte nativo asociado a los cursos de agua cuyo régimen hidrológico será afectado por las obras hidráulicas.

Sin perjuicio de lo anterior, si la Autoridad Ambiental considerara necesario mantener un caudal ambiental en el tramo final del arroyo Valentín, se implementará una de las siguientes medidas:

- 1) La construcción de una presa aguas abajo de la laguna offline de la pila de estériles Oeste.
- 2) El bombeo desde la laguna online aguas arriba de la pila de estériles Este. Nótese que la opción por esta alternativa para la fase de cierre, determinará una acción operativa permanente.

## 6.1.4 Cierre de las Represas de Relaves y Agua Bruta

Durante la fase de cierre, la represa de relaves pasará a integrarse al paisaje como espejo de agua, cercado por la vegetación del área de amortiguación, la topografía natural y los terraplenes construidos. Los relaves drenarán una masa de agua cada vez más estable. Sólo el talud de la presa, la cresta y la superficie que estará permanentemente por encima del nivel final del agua (playa), requerirán de acciones de rehabilitación (ver **Error! Reference source not found.6-4**).

Los criterios generales para la rehabilitación del embalse de relaves están orientados a conformar el entorno, de manera de habilitar el uso del área circundante al espejo de agua para actividades pecuarias, forestales, turísticas y/o recreativas.

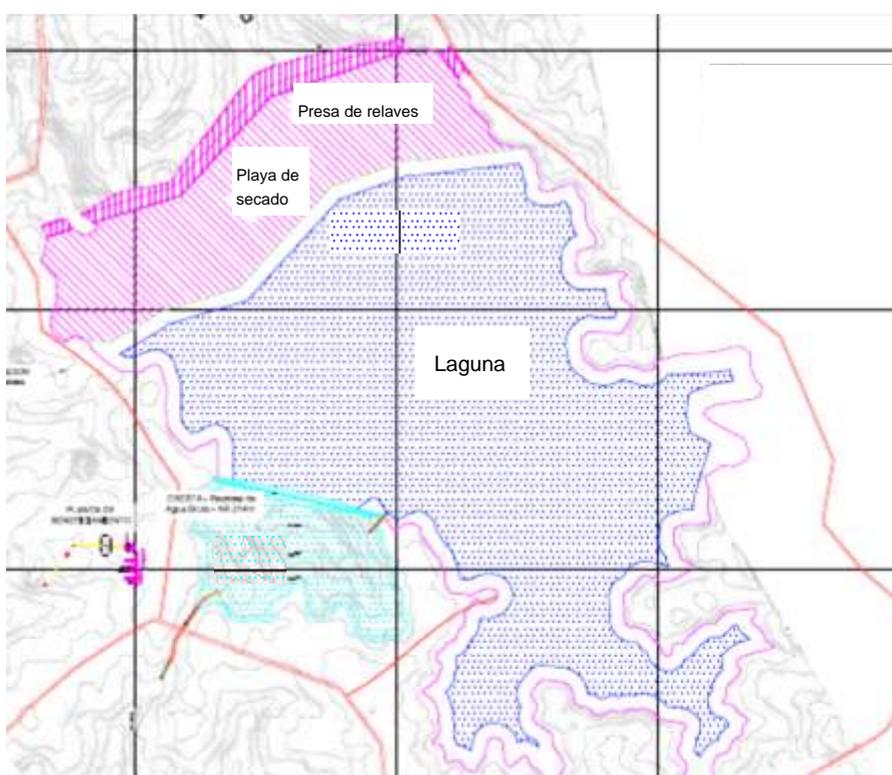


Figura 6-4: Disposición del cierre de la represa de relaves (las zonas rosadas requerirán revegetación).

Se puede establecer que el Plan de Cierre de las represas de relaves y agua bruta comprenderá las siguientes actividades:

**Recuperación y Conservación de Suelos Orgánicos.** El suelo orgánico será removido y acopiado progresivamente según el avance de los límites del embalse y de la construcción de la presa. Los suelos orgánicos serán acopiados fuera de los límites de construcción durante ese momento. Para mayores detalles sobre los lineamientos de la recuperación y conservación de los suelos orgánicos, ver Programa de Conservación y Calidad del Suelos (PGA §4.3.10).

**Gestión del Agua.** Los resultados del estudio de caracterización geoquímica indican que los relaves no generarán drenajes ácidos. Los resultados de los ensayos cinéticos en celdas de humedad han confirmado el carácter neutro a ligeramente alcalino de los lixiviados de los materiales evaluados (EsIA Anexo G.2). A efectos de continuar precisando la predicción de la calidad de los lixiviados que se esperaría tener en el largo plazo, se mantendrá activo el Programa de Evaluación Geoquímica (EsIA IC7). En la fase de cierre, se mantendrá activa la red de drenajes y el correspondiente bombeo de lixiviados y filtraciones, hasta tanto exista evidencia fehaciente de que todos los parámetros de calidad de agua se encuentran estabilizados dentro de la faja determinada en la línea de base.

La represa de agua bruta será vaciada después de las operaciones y esta descarga se derivará a los cursos de agua. En el caso de que no se alcancen los estándares de calidad establecidos en la normativa, la represa de agua bruta se descargará en el océano, por bombeo a través del Mineroducto y el emisario construido a tal fin. Con posterioridad al vaciado, la represa de agua bruta proporcionará un tiempo de retención adicional para el exceso de agua de la represa de relaves.

Tal como establece el Programa de Gestión del Agua (PGA, §4.3.4), para ser drenada a los cursos de agua próximos, el agua del embalse deberá cumplir con los estándares de vertido establecidos en el Decreto 253/79, y simultáneamente, asegurar que la calidad del curso de agua fuera de la zona de mezcla cumpla con los estándares establecidos en el mismo Decreto para cursos de agua Clase 3 o en su defecto, mantener la calidad que presente el mismo curso aguas arriba, o bien la que se haya determinado a partir de los resultados del monitoreo de línea de base, según corresponda.

Si la calidad del agua del embalse permite cumplir simultáneamente con estos estándares de vertido y de calidad, el exceso de agua drenará hacia el río Yí o el Arroyo Las Palmas a través de los canales de alivio, una vez que el embalse alcance su cota de drenaje.

En caso contrario, el nivel del embalse se mantendrá por debajo de la cota de drenaje mediante bombeo y descarga a través del emisario oceánico. Sin perjuicio de que, a la luz de los estudios realizados, esta situación de descarga forzada se considera poco probable, los naturales procesos de oxidación, biodegradación, precipitación y dilución de los eventuales contaminantes del embalse permiten prever que de darse, no será una situación permanente sino que por el contrario, estará acotada en el tiempo.

**Canales de alivio,** al finalizar el período de operación, cesará el bombeo de agua desde la represa de relaves a la de agua bruta, por lo que se construirá un aliviadero entre ambos embalses a cota 210 m y, simultáneamente, se modificará el aliviadero del embalse de agua bruta llevándolo de cota 212 m a cota 208,5 m. De esta forma se asegurará que el nivel del espejo de agua en el área de relaves no supere la cota 210 m, así como que el nivel del espejo de agua en el embalse de agua bruta no supere la cota 208,5 m.

En consecuencia, durante las fases de cierre y post cierre, el agua almacenada en el área de relaves podrá rebosar en la represa de agua bruta a través del vertedero construido a tal fin a cota 210 m y de allí, a través del aliviadero del embalse de agua bruta construido a cota 208,5 m, hacia la cuenca del río Yí o bien, del arroyo Las Palmas. La **Figura 6-5** ilustra sobre el funcionamiento y alivio de las represas de relaves y agua bruta, según lo descrito.

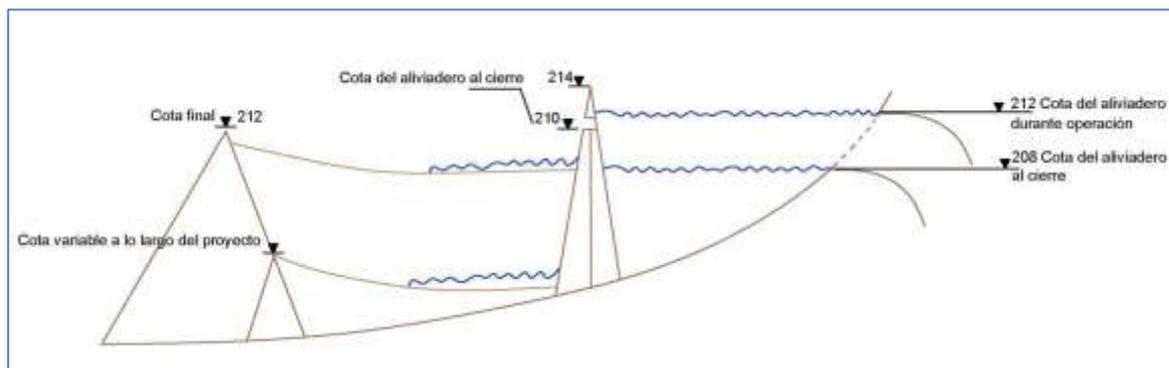


Figura 6-5: Cotras de alivio de las represas de relaves y agua bruta

**Estabilidad geotécnica.** De acuerdo a los estudios e información geotécnica que se obtenga a lo largo de la operación del proyecto, se determinará la necesidad de reconformar los taludes para mejorar la estabilidad física de la presa. Si los resultados aseguran la estabilidad a largo plazo, entonces se realizará un refine y nivelación de los taludes antes de colocar el sistema de coberturas.

Se continuará monitoreando la estabilidad geotécnica de las presas de relaves y agua bruta durante las etapas de cierre y post-cierre. Dicho monitoreo involucra mediciones de desplazamientos y deformaciones horizontales y verticales a través de sensores instalados en la cara exterior del muro, así como el monitoreo de la presión de poro del muro. De acuerdo a los resultados que se obtengan, se determinará la necesidad de reconformar los taludes para mejorar la estabilidad física de la presa. Si los resultados aseguran la estabilidad a largo plazo, entonces se realizará un refine y nivelación de los taludes antes de colocar el sistema de coberturas.

**Revegetación.** La primera prioridad de revegetación corresponde a la cobertura del talud de la presa de relaves. Se realizará la rehabilitación con material granular y suelo orgánico recuperado anteriormente durante su construcción. La cobertura del talud comenzará durante la fase de operación, inmediatamente luego de que la presa de relaves haya alcanzado su cota de diseño máxima.

Sobre el talud de la presa, de 51 m de altura final sobre el nivel del terreno natural y pendiente 1V:3H, se colocará una capa de aproximadamente 20 cm de suelo orgánico sobre el material granular del talud y parte de la superficie de la cresta. Como se dijo anteriormente, el suelo acopiado se aplicará prioritariamente a la rehabilitación del talud, de manera de minimizar los procesos erosivos. Este proceso podrá ser acelerado, de entenderse necesario, mediante el sembrado de pasturas apropiadas. La superficie de la playa de secado durante la fase de cierre alcanzará unas 450 ha de desarrollo, que quedarán descubiertas de suelo orgánico, ya que el material acopiado fue siendo utilizado en la rehabilitación del talud y la cresta de la presa. Sin embargo, la experiencia indica que las condiciones de humedad resultan, en general, mayormente propicias para un proceso de revegetación relativamente acelerado, proceso que podrá estimularse mediante el sembrado de pasturas apropiadas, de entenderse necesario.

Para mayores detalles sobre los lineamientos de la revegetación, ver Programa de Revegetación y Rehabilitación (PGA §4.3.18). El Plan de Cierre definitivo de las represas de relaves y agua bruta se elaborará en los últimos años de operación del Proyecto Valentines e indicará en forma detallada las actividades de estabilización, revegetación y rehabilitación a llevar a cabo.

## 6.1.5 Cierre del Relleno Sanitario

El cierre del relleno sanitario será implementado de acuerdo a lo que establece el Decreto 391/2013 de Residuos Sólidos. La primera actividad para el cierre final de este componente será la evaluación de la estabilidad de los taludes. De acuerdo a los resultados obtenidos, se determinará la necesidad de reconfigurar los taludes si se requiriera mejorar su estabilidad física. Una vez que los resultados aseguren la estabilidad a largo plazo, se realizará un refine y nivelación de los taludes antes de colocar las capas de cobertura final, la cual comprendería la siguiente secuencia: cobertura arcillosa de 30 cm de espesor y conductividad hidráulica máxima de  $10^{-7}$  cm/s, capa de material granular o sintético para drenaje, capa de suelo de 40 cm y cobertura vegetal.

Se debe tener en cuenta que el lixiviado producto de la descomposición de los residuos sólidos seguirá produciéndose después del cierre del relleno, por lo que el sistema de subdrenaje continuará operando durante la etapa de post-cierre. Las instalaciones auxiliares de manejo de residuos domésticos e industriales serán desmanteladas y cerradas de acuerdo a las regulaciones pertinentes.

La gestión del Relleno Sanitario se realizará de acuerdo al Programa de Gestión de Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos (PGA §4.3.15).

## 6.1.6 Cierre de la Planta de Beneficiamiento e infraestructura auxiliar

El cierre final de la planta de beneficiamiento, talleres, oficinas, cintas transportadoras y demás infraestructura auxiliar prevé el desmantelamiento de los equipos, la demolición de la infraestructura superficial y la rehabilitación del terreno. El equipo de proceso se venderá para su uso en otras operaciones o proyectos, se enviará a plantas de reciclaje o será entregado a empresas especializadas en la disposición final de estos materiales.

Sin perjuicio de lo anterior y previo al inicio de las actividades de desmantelamiento y demolición de la planta e infraestructura auxiliar, se coordinará con las autoridades competentes a efectos de descartar el interés de terceros por la conservación de alguna de las estructuras.

El hormigón y otros materiales de demolición serán reciclados, reutilizados o dispuestos en el relleno sanitario o en las pilas de estéril. Los residuos industriales que no puedan ser reciclados serán derivados a gestores especializados. Cualquier residuo peligroso será removido del sitio por gestores especializados.

Como medida de estabilización física, se realizará el refine y nivelación del terreno inmediatamente después de efectuado el desmantelamiento y la demolición, a los efectos de minimizar la erosión y facilitar la reconfiguración del tapiz vegetal. De encontrarse suelo contaminado, será retirado y derivado a gestores especializados y/o se aplicará una capa de cobertura limpia según corresponda.

Se podrán utilizar los acopios de suelo orgánico recuperado durante la etapa de construcción para la revegetación de las áreas ocupadas por la planta e infraestructuras auxiliares. El estudio de factibilidad asume que 70% del área de la planta de beneficiamiento tiene suelo orgánico recuperable.

Se detallan a continuación los procedimientos específicos para las siguientes instalaciones:

#### Tanques de abastecimiento de combustible

Los tanques de abastecimiento de combustible serán evaluados con el fin de identificar la presencia de derrames de hidrocarburos. Los tanques de almacenaje, vacíos y descontaminados se desmontarán y se recuperarán, reciclarán o removerán del sitio como chatarra. En caso de detectarse suelos afectados por hidrocarburos, serán retirados y manejados como residuos peligrosos de acuerdo al Programa de Gestión de Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos (PGA §4.3.15).

#### Trituradoras Primarias

Las trituradoras primarias serán desmanteladas y la estructura de soporte superficial demolida; se realizará el refine y nivelación del terreno inmediatamente después de efectuado el desmantelamiento y la demolición, a los efectos de minimizar la erosión y facilitar la reconfiguración del tapiz vegetal.

#### Planta de emulsión

La planta de emulsión será operada por el Servicio de Material y Armamento del Ejército Nacional y pertenecerá, por ley, al Estado. Si el Estado así lo dispusiera, se procederá al desmantelamiento y demolición de la planta, con la posterior nivelación del terreno, a los efectos de minimizar la erosión y facilitar la reconfiguración del tapiz vegetal. En caso de detectarse suelos contaminados, éstos serán retirados y manejados como residuos peligrosos de acuerdo al Programa de Gestión de Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos (PGA §4.3.15).

#### Flota y maquinaria pesada

Toda la flota y maquinaria pesada será vendida como equipamiento usado, con excepción del equipo necesario para efectuar el mantenimiento post-cierre y el monitoreo.

#### Otras infraestructuras relacionadas con la mina

Para el cierre de las oficinas, las instalaciones para el personal y demás infraestructura relacionada, se ha considerado que posterior al desmontaje, desmantelamiento y demolición se nivelará el área que ocupaban, se colocará una capa de material orgánico y se promoverá la revegetación.

#### Cintas transportadoras

Para las cintas transportadoras, se ha considerado el desmantelamiento, reciclaje y demolición, con el posterior acondicionamiento del terreno, a los efectos de minimizar la erosión y facilitar la reconfiguración del tapiz vegetal.

#### Caminería interna

No se contempla el cierre de la caminería interna dentro de la Concesión para Explotar, la cual será transferida a las autoridades o los propietarios de los predios según corresponda.

En los casos en que la presencia de la caminería implique riesgos para la seguridad, se procederá a su cierre permanente. En estos casos, se escarificará la capa superficial y se promoverá la reconstitución del tapiz vegetal.



## 6.1.7 Cierre del área de amortiguamiento

Las 8.577 ha que conformarán el área de amortiguamiento representan el 59% de la superficie de la Concesión para Explotar y devendrán en un cinturón naturalizado pautado por el desarrollo de comunidades vegetales mayoritariamente nativas y acordes a la tipología del lugar, así como de la fauna asociada a las mismas. Esta área involucra padrones contiguos por lo que cumplirá también la función de corredor biológico.

La **Tabla 6-1** consigna el área que a la fecha de elaboración del EsIA, ocupaban las comunidades vegetales que deberían ser removidas por la implantación de las instalaciones y obras mineras.

Tabla 6-1: Área ocupada por las comunidades vegetales intervenidas por el Proyecto Valentines

COMUNIDAD	AREA (ha)
Roquedal	1508,70
Pradera	3409,16
Matorral	8,38
Humedal	123,10
Bosque Serrano	83,82
Bosque Ribereño	195,73
Bosque Exótico	323,58
<b>Total</b>	<b>5652,47</b>

En aplicación del Programa de Revegetación y Rehabilitación (PGA §4.3.18), un área equivalente a la que ocupa cada una de estas comunidades (área de compensación) se habrá desarrollado en las fracciones de los distintos padrones que comprende el área de amortiguamiento, a lo largo de la vida del Proyecto.

Luego de la etapa de Cierre, el derecho de uso de esos terrenos retornará a sus propietarios, en las condiciones físicas que éstos acuerden con Minera Aratirí.

Sin perjuicio de lo anterior y de considerarlo conveniente, sin embargo, las autoridades competentes podrán definir usos específicos o lineamientos de gestión para esas áreas o parte de ellas, de manera de preservar el valor ecosistémico que, a juicio de las autoridades, las mismas hayan alcanzado.

## 6.2 CIERRE AMBIENTAL DEL MINERODUCTO

El cierre del Mineroducto prevé el abandono *in situ*, dado que esta alternativa minimiza la intervención sobre el terreno y consecuentemente, los impactos al ambiente, al no implicar la re-excavación del corredor y la posterior restitución y restauración del área que ocupaba. El cierre del Mineroducto comprenderá los siguientes pasos:

- Desconectar el Mineroducto del sistema y de las fuentes. Puede requerirse el llenado con material inerte en ubicaciones críticas del corredor donde no se puede tolerar el eventual colapso del ducto y ligero hundimiento del terreno (por ejemplo, cruces de caminos y rutas). En este caso se llenará el Mineroducto con material inerte.
- Remover todas las instalaciones de superficie (incluyendo las estaciones de monitoreo, señales de marcador, etc.), rehabilitar y revegetar las zonas intervenidas a lo largo del corredor por la remoción de las instalaciones de superficie.
- Liberar las restricciones a las actividades a realizar sobre su traza (forestación y construcción).

La fase de cierre del Mineroducto no podrá comenzar hasta tanto se verifique fehacientemente que la calidad del agua de la Represa de Agua Bruta habilita su drenaje a los cursos de agua de la zona. Mientras tanto, se mantendrá alistado el Mineroducto durante el tiempo necesario, a los efectos de habilitar la eventual descarga del agua de la Represa de Agua Bruta en el océano.

El monitoreo post-cierre finalizará cuando se compruebe la estabilidad de los valores en los parámetros considerados.

## 6.3 POST-CIERRE

La etapa de post cierre está definida por el período que sigue al cierre final y durante el cual las actividades principales relativas son las de monitoreo ambiental y social y mantenimiento de los controles, cuando sea necesario, con el propósito de confirmar que todos los criterios de cierre están cumplidos. Se considera que la etapa de post-cierre no será mayor a 3 años para comprobar que todos los criterios de cierre están cumplidos. Durante esta etapa, se prevé que la intervención en el área de influencia sea mínima.

## 6.4 EXTINCIÓN DEL CONTRATO DE MINERÍA DE GRAN PORTE

Una vez que todos los objetivos de cierre se han cumplido, la empresa realizará la transferencia de la concesión y otras propiedades asociadas a quienes corresponda y en la forma que la Ley establece. Existen varias alternativas y posibilidades para los usos del territorio de la Concesión para Explotar después de la transferencia de la concesión. A nivel mundial, existen ejemplos donde se han convertido explotaciones antiguas a sitios con valor cultural (centros históricos y arqueológicos, complejos deportivos, espacios recreacionales), sitios de investigación científica, sitios productivos (agricultura, forestación, energía, turismo, o aún otras formas de minería), y áreas de conservación de biodiversidad (Post Mining Alliance, 2009).

# MINERA ARATIRÍ

## PROYECTO VALENTINES

Extracción y Beneficiamiento de Mineral de Hierro, Mineroducto y Terminal Portuaria



DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO MINERO Y MINERODUCTO

### ANEXO I

### FLUJOGRAMA DE PROCESO

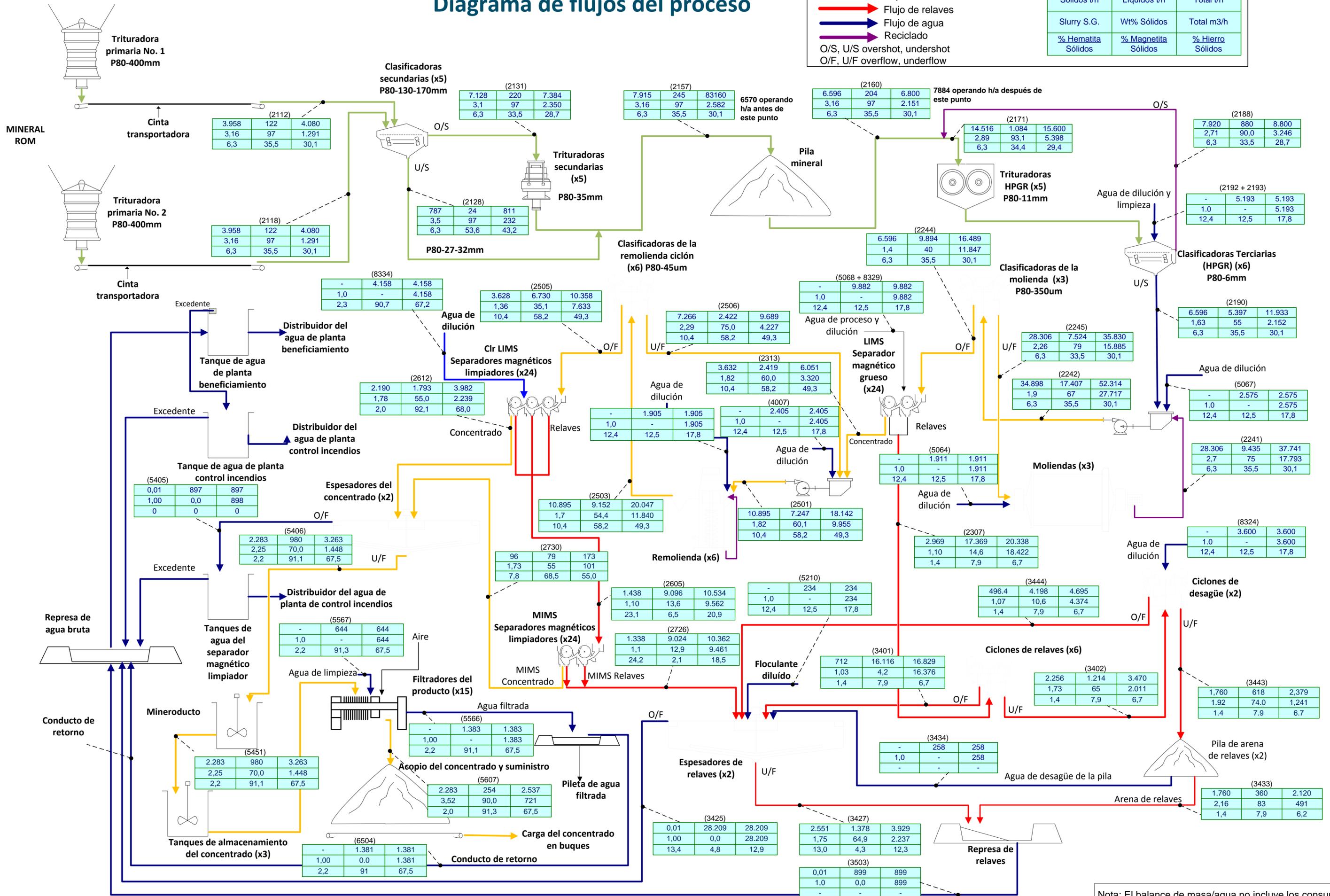
Noviembre 2014



# Diagrama de flujos del proceso

→ Proceso seco  
→ Flujo de concentrado  
→ Flujo de relaves  
→ Flujo de agua  
→ Reciclado  
 O/S, U/S overshot, undershot  
 O/F, U/F overflow, underflow

(No. de Proceso)		
Sólidos t/h	Líquidos t/h	Total t/h
Slurry S.G.	Wt% Sólidos	Total m3/h
% Hematita Sólidos	% Magnetita Sólidos	% Hierro Sólidos



Nota: El balance de masa/agua no incluye los consumos o pérdidas menores de agua durante el proceso.

# MINERA ARATIRÍ

## PROYECTO VALENTINES

Extracción y Beneficiamiento de Mineral de Hierro, Mineroducto y Terminal Portuaria



DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO MINERO Y MINERODUCTO

### ANEXO II

### BALANCE HÍDRICO

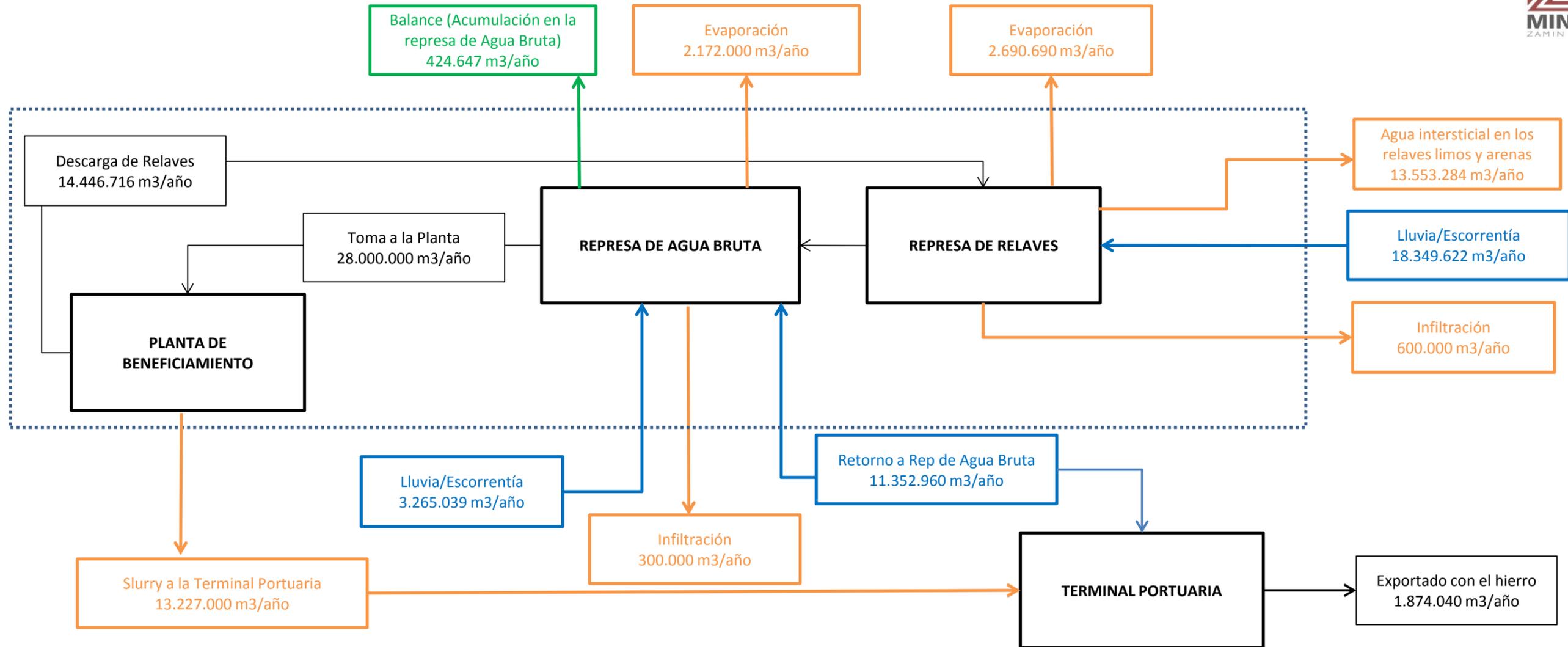
Noviembre 2014



## CIRCUITO DE AGUA

Caso de lluvia **promedio** = 1.357 mm/año

Año 6- 100% Producción (60 Mtpa)



Entradas de Agua al Circuito	(m <sup>3</sup> /año)
Lluvia/escoorrentía a la Represa de Agua Bruta	3.265.039
Lluvia/escoorrentía a la Represa de Relaves	18.349.622
Retorno a la Represa de Agua Bruta	11.352.960
<b>Total de Entradas de Agua al Proceso</b>	<b>32.967.621</b>

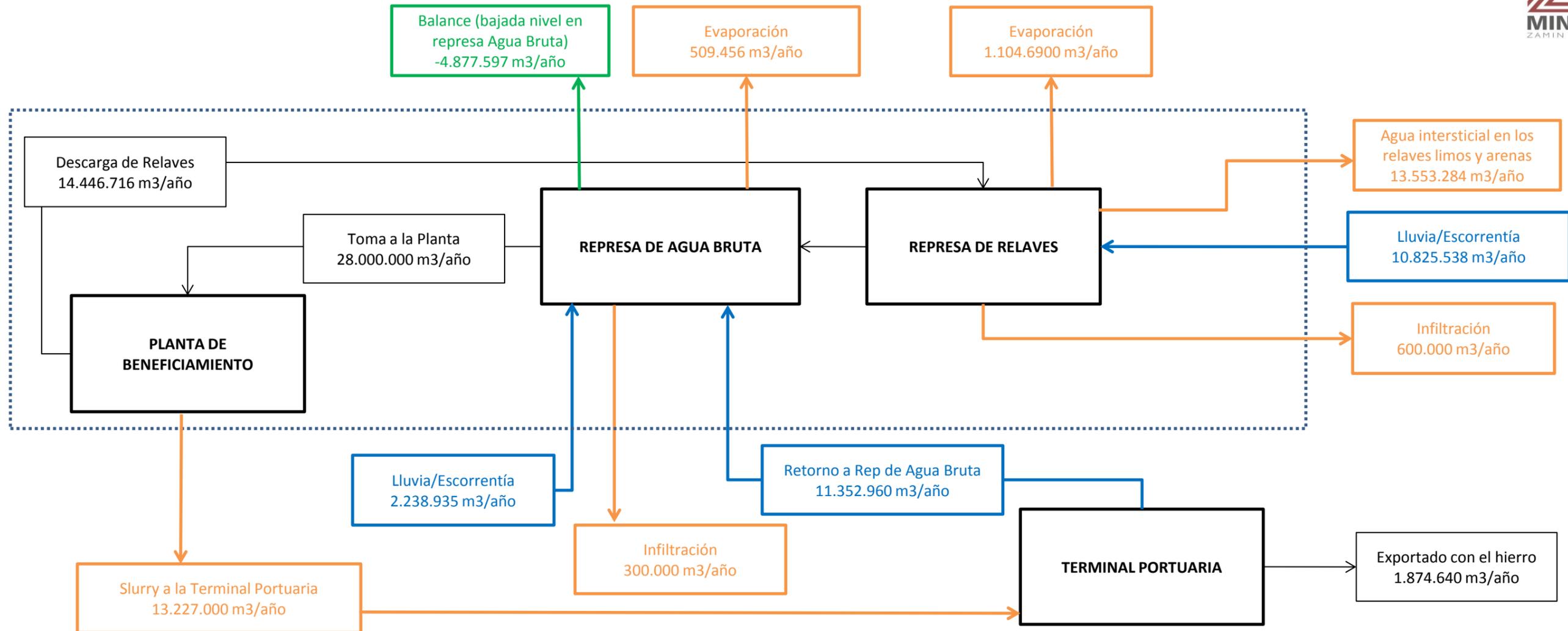
Salidas de Agua del Circuito	(m <sup>3</sup> /año)
Evap de Represa de Agua Bruta	2.172.000
Evap de Represa de Relaves	2.690.690
Infiltración de Rep de Agua Bruta	300.000
Infiltración de Represa de Relaves	600.000
Agua intersticial en las relaves limos y arenas	13.553.284
Perdidas en la Planta	
Slurry a la Terminal Portuaria	13.227.000
<b>Total de Salidas de Agua del Proceso</b>	<b>32.542.974</b>

**Balance (acumulación en la Represa de Agua Bruta) 424.647**

## CIRCUITO DE AGUA

Caso de lluvia **mínimo** (percentil 10) = 994 mm/año

Año 6- 100% Producción (60 Mtpa)



Entradas de Agua al Circuito	(m3/año)
Lluvia/escorrentía a la Represa de Agua Bruta	2.238.935
Lluvia/escorrentía a la Represa de Relaves	10.825.538
Retorno a la Represa de Agua Bruta	11.352.960
<b>Total de Entradas de Agua al Proceso</b>	<b>24.417.433</b>

Salidas de Agua del Circuito	(m3/año)
Evap de Represa de Agua Bruta	509.456
Evap de Represa de Relaves	1.104.690
Infiltración de Rep de Agua Bruta	300.000
Infiltración de Represa de Relaves	600.000
Agua intersticial en las relaves limos y arenas	13.553.284
Perdidas en la Planta	
Slurry a la Terminal Portuaria	13.227.600
<b>Total de Salidas de Agua del Proceso</b>	<b>29.295.030</b>
<b>Balance (bajada nivel en represa Agua Bruta)</b>	<b>-4.877.597</b>

# MINERA ARATIRÍ

## PROYECTO VALENTINES

Extracción y Beneficiamiento de Mineral de Hierro, Mineroducto y Terminal Portuaria



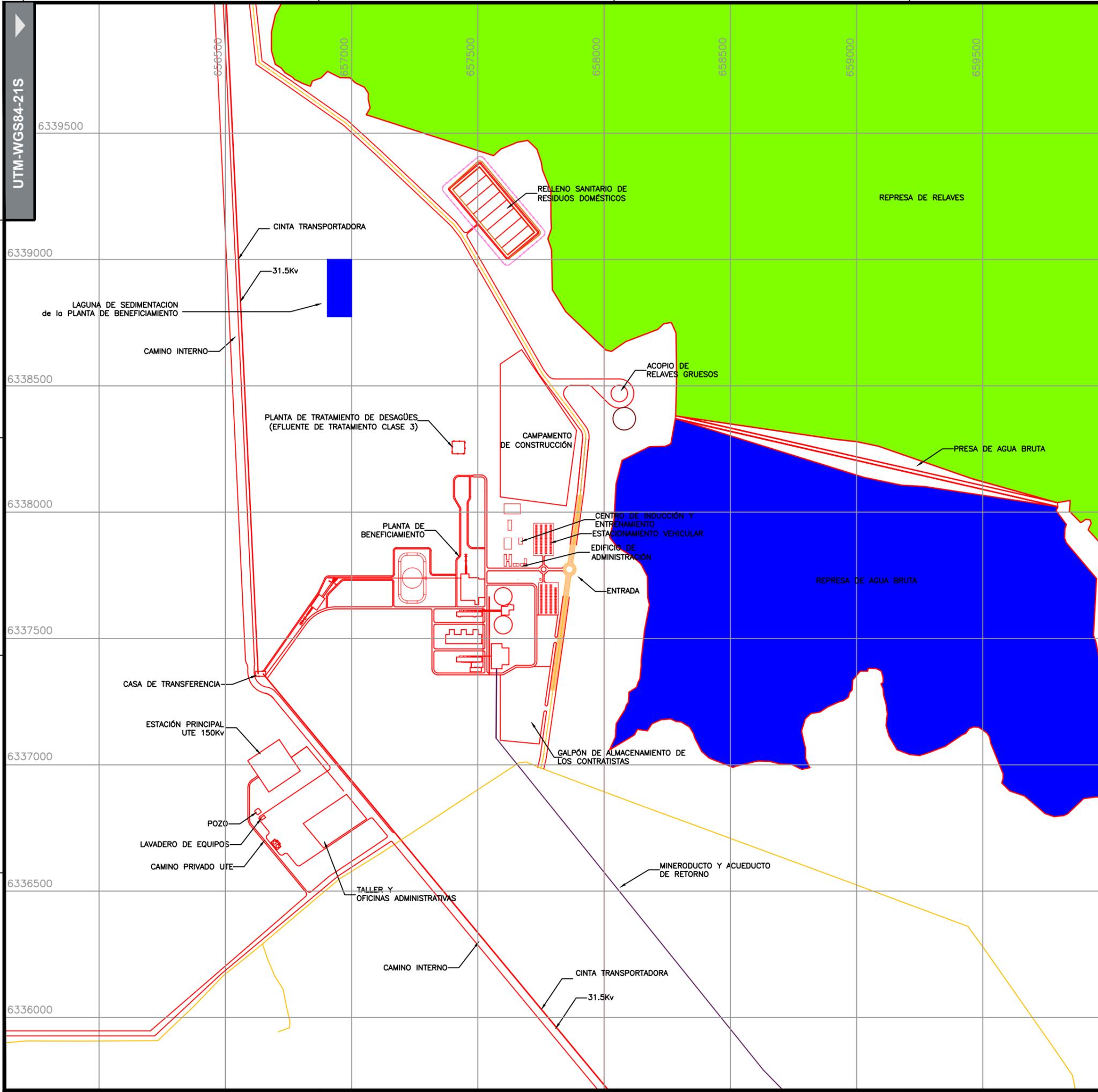
DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO MINERO Y MINERODUCTO

### ANEXO III

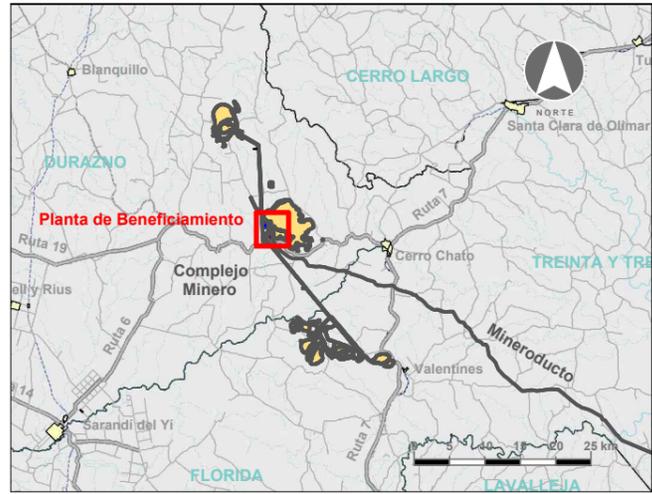
### LÁMINAS – COMPLEJO MINERO

Noviembre 2014





**PLANO DE UBICACIÓN**



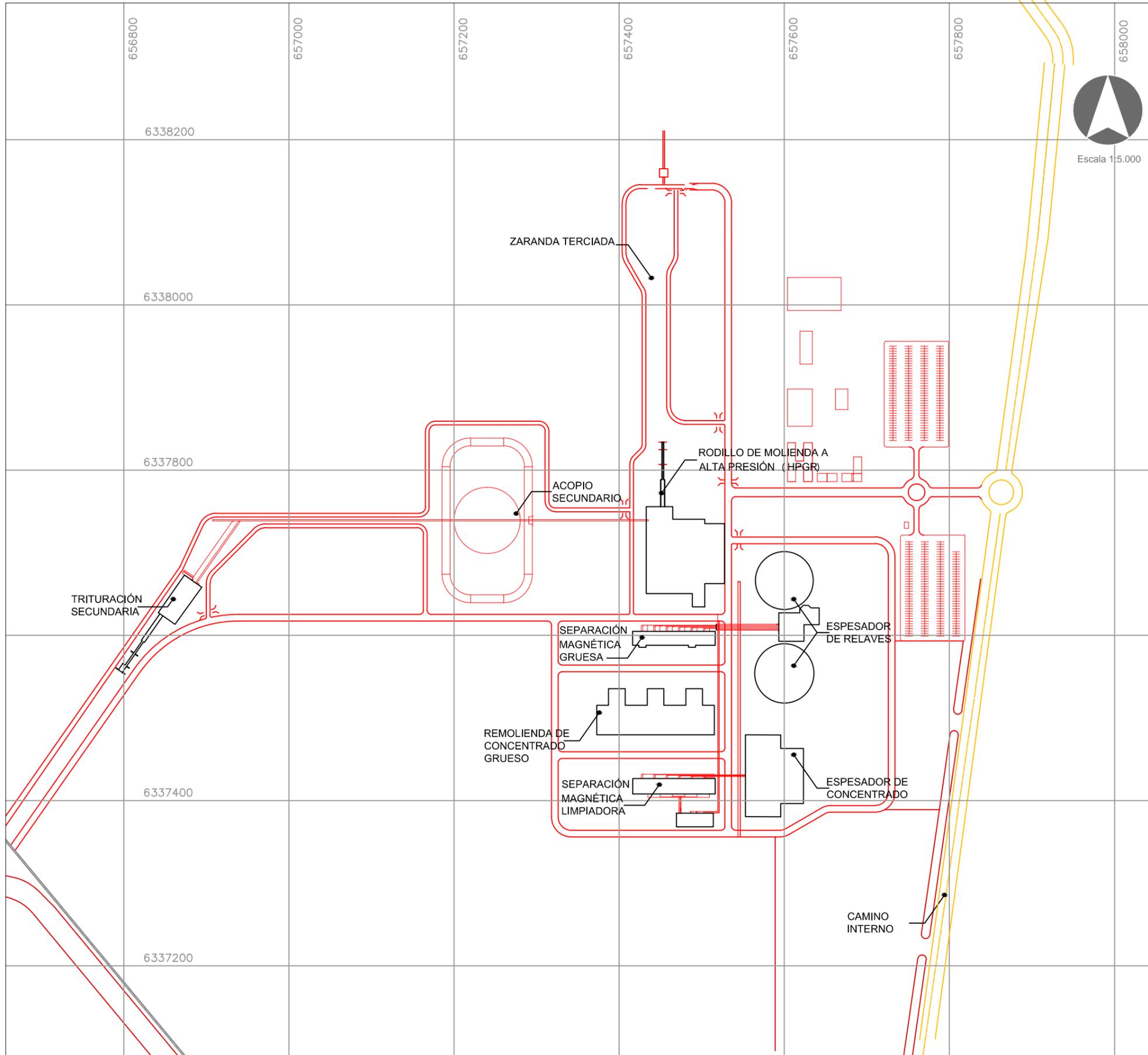
**REFERENCIAS**

-  HIDROGRAFIA
-  INFRAESTRUCTURA
-  CAMINO PÚBLICO EXISTENTE
-  REPRESA DE AGUA BRUTA
-  REPRESA DE RELAVES

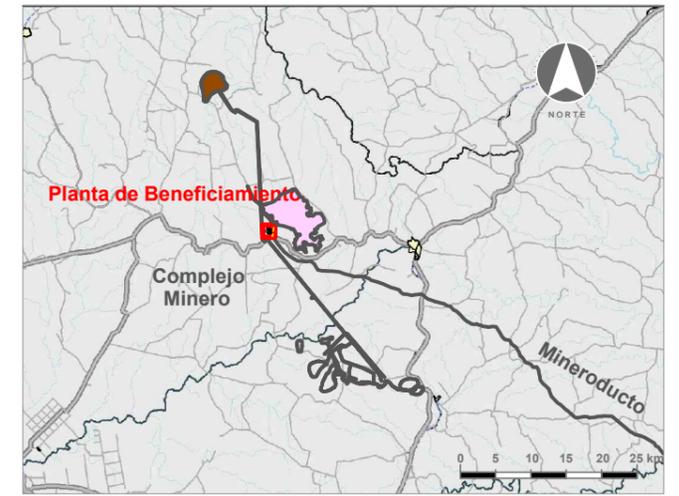
<b>PROYECTO VALENTINES</b>		
EXTRACCION Y BENEFICIAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO MINERODUCTO Y TERMINAL PORTUARIA		
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA		
	DENOMINACIÓN <b>COMPLEJO MINERO PLANTA DE BENEFICIAMIENTO Y ALREDEDORES</b>	
	RESPONSABLE TÉCNICO  Ing. Cyro Croce	PROYECTISTA <b>SNC-Lavalin</b>

UTM-WGS84-21S

UTM-WGS84-21S



### PLANO DE UBICACIÓN



### REFERENCIAS

 INFRAESTRUCTURA

### NOTAS

1. DISEÑO CONCEPTUAL. NO APTO PARA CONSTRUCCIÓN.

**PROYECTO VALENTINES**  
EXTRACCION Y BENEFICIAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO MINERODUCTO Y TERMINAL PORTUARIA  
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

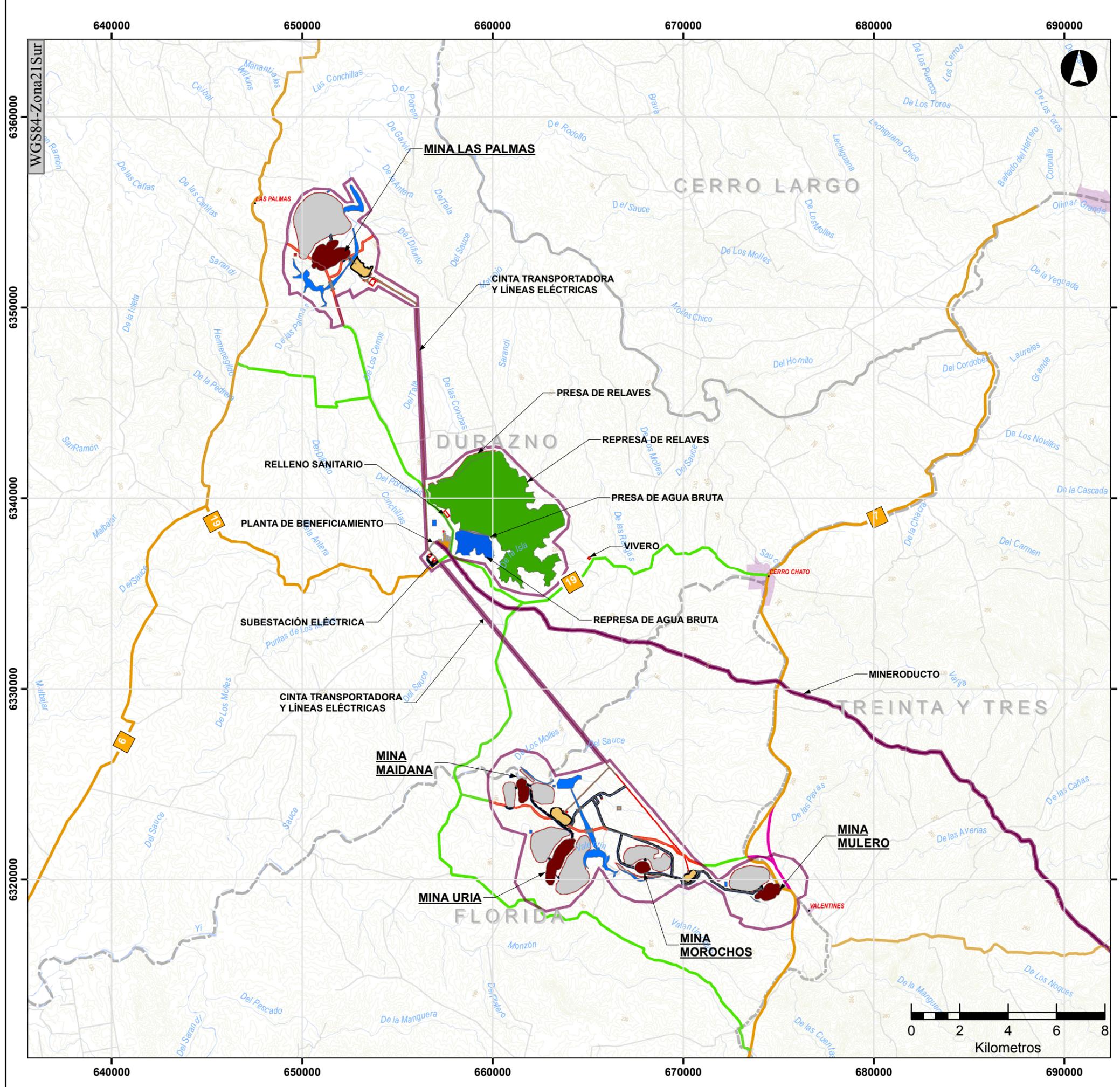


DENOMINACIÓN **COMPLEJO MINERO PLANTA DE BENEFICIAMIENTO DISPOSICION GENERAL**

RESPONSABLE TECNICO  
*[Signature]*  
Ing. Cyro Croce

PROYECTISTA  
SNC-Lavalin

ESCALA INDICADAS  
FECHA OCTUBRE 2011  
LAMINA N° **C.8\_10**



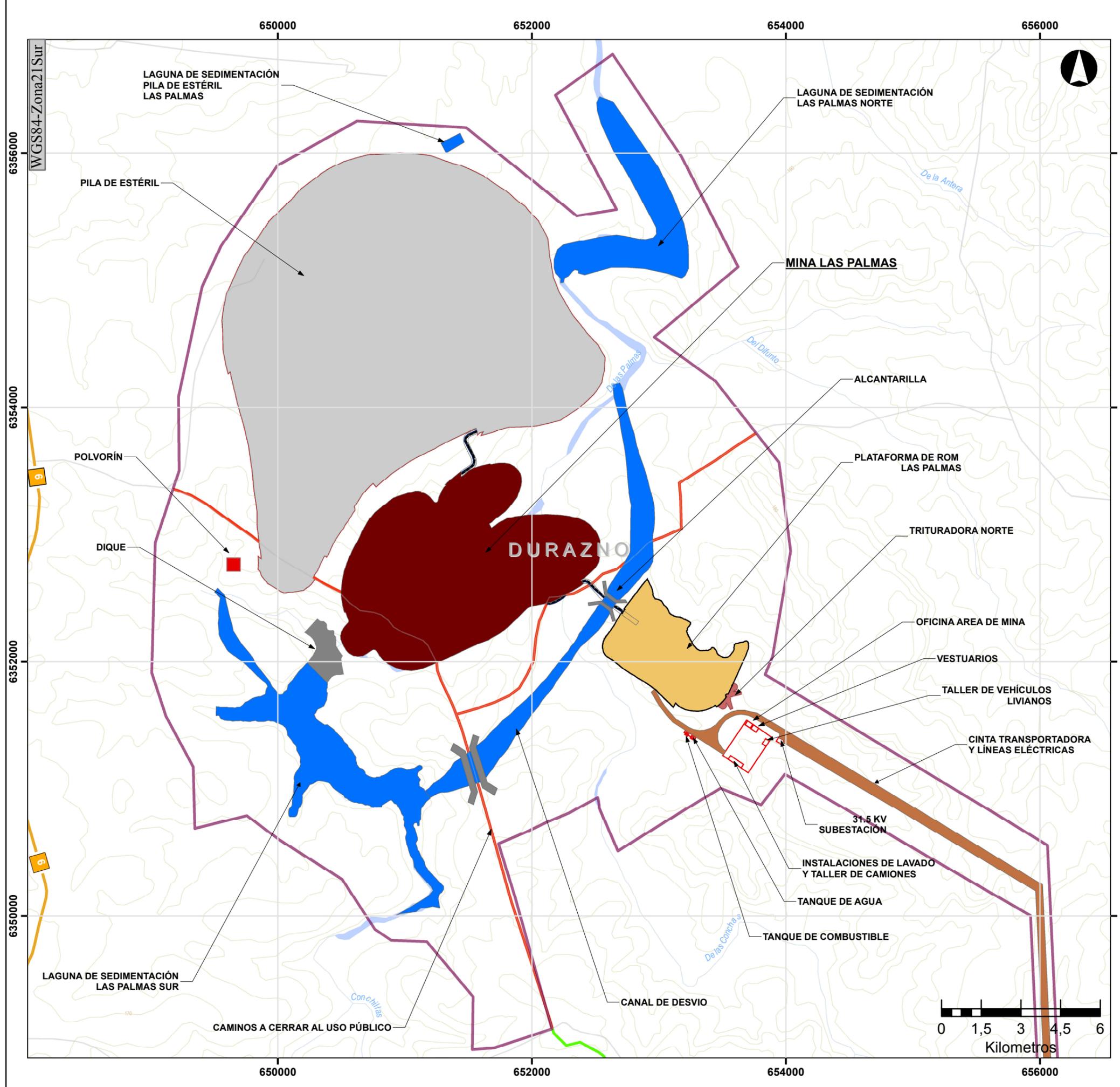
PLANO DE UBICACIÓN



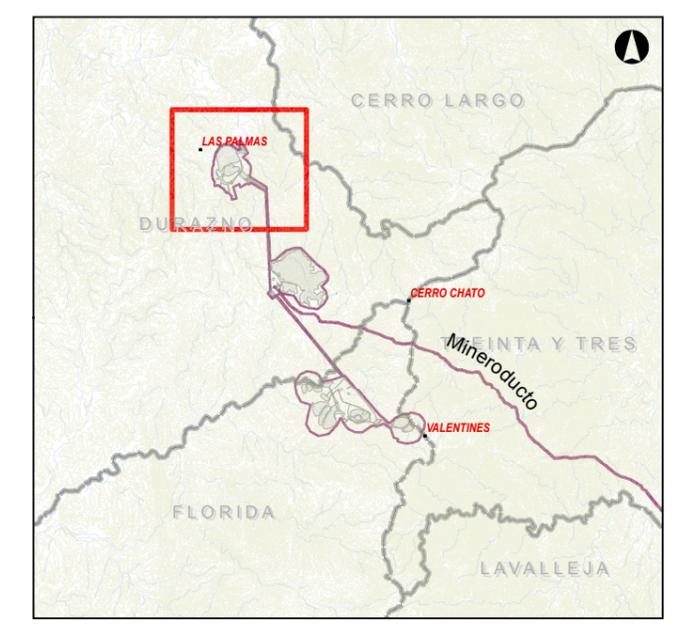
REFERENCIAS

- CENTROS POBLADOS
- CAMINOS
- HIDROGRAFÍA
- CURVAS DE NIVEL
- MINERODUCTO
- CAMINOS A CERRAR AL USO PÚBLICO
- CAMINOS A CONSTRUIR PARA USO INTERNO
- CAMINOS A CONSTRUIR PARA USO PÚBLICO
- CAMINOS PÚBLICOS A MEJORAR
- RUTA NACIONAL
- OBRAS HIDRAÚLICAS
- MINA
- PILA\_DE\_ESTÉRIL
- LOCALIDADES
- PLATAFORMA\_DE\_ROM
- ÁREA DE CONCESIÓN PARA EXPLOTAR
- LIMITE DEPARTAMENTAL

<b>PROYECTO VALENTINES</b>			
EXTRACCIÓN Y BENEFICIAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO MINERODUCTO Y TERMINAL PORTUARIA			
 <b>ZAMIN</b> <small>MINERA ARATIRI</small>	DENOMINACIÓN	ESCALA	
	<b>COMPLEJO MINERO DISPOSICIÓN GENERAL</b>		1:200.000
RESPONSABLE TÉCNICO	PROYECTISTA		FECHA
Ing. Cyro Croce	Minera Aratiri		NOVIEMBRE 2014
LAMINA N°			C.8_32



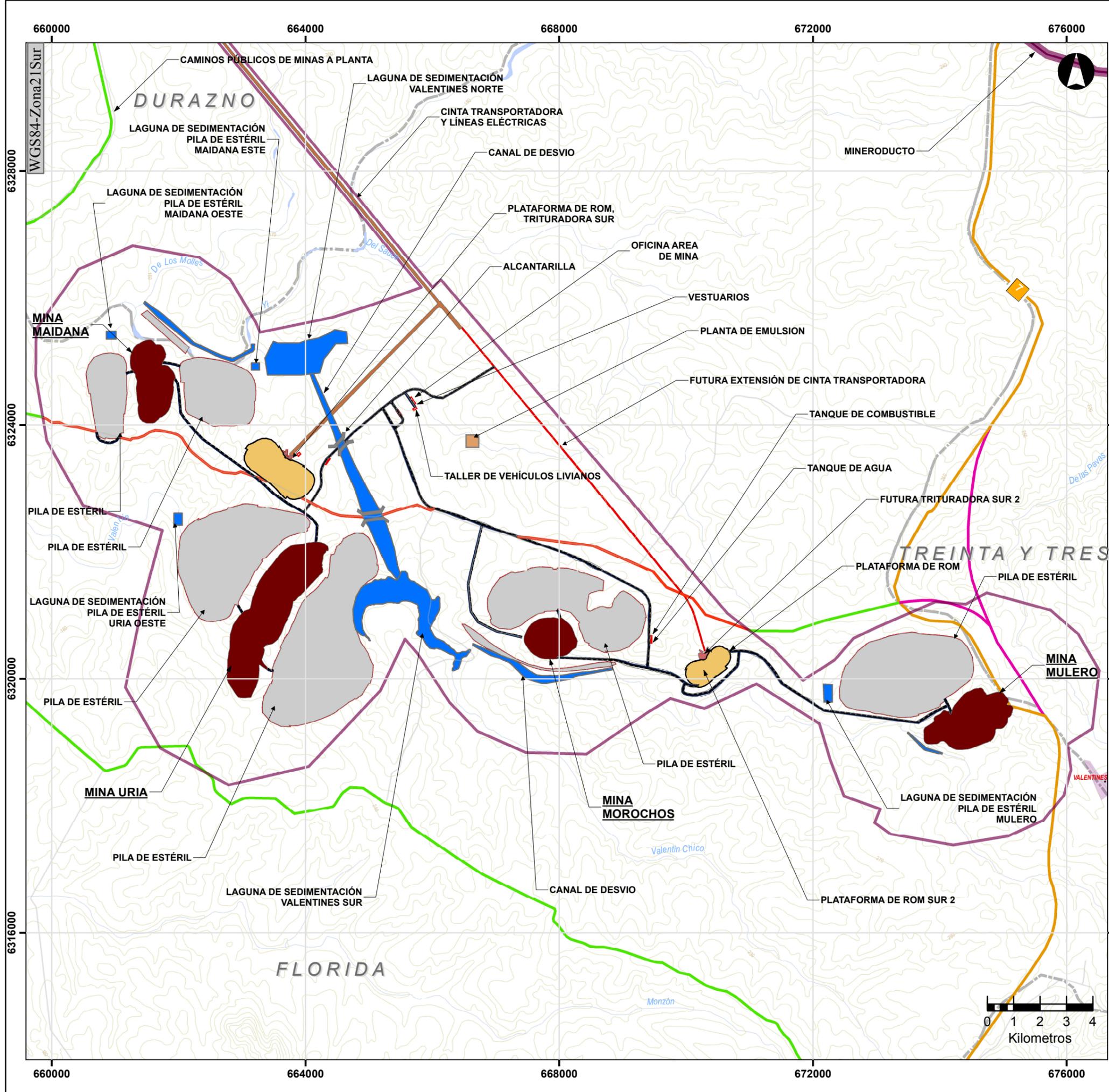
PLANO DE UBICACIÓN



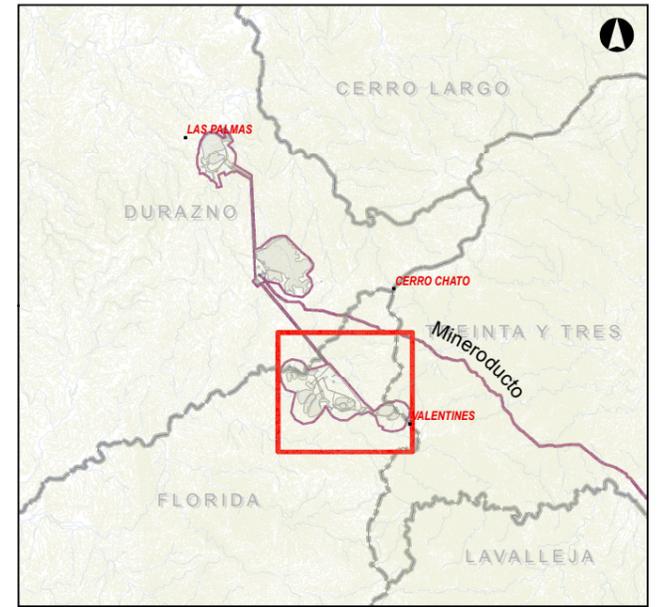
REFERENCIAS

- CENTROS POBLADOS
- CAMINOS
- HIDROGRAFÍA
- CURVAS DE NIVEL
- MINERODUCTO
- RUTA NACIONAL
- CAMINOS PÚBLICOS A MEJORAR
- CAMINOS A CERRAR AL USO PÚBLICO
- CAMINOS A CONSTRUIR PARA USO INTERNO
- CAMINOS A CONSTRUIR PARA USO PÚBLICO
- MINA
- PLATAFORMA\_DE\_ROM
- OBRAS HIDRÁULICAS
- ÁREA DE CONCESIÓN PARA EXPLOTAR
- PILA\_DE\_ESTÉRIL
- LOCALIDADES
- LIMITE DEPARTAMENTAL

<b>PROYECTO VALENTINES</b> EXTRACCIÓN Y BENEFICIAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO MINERODUCTO Y TERMINAL PORTUARIA		
	DENOMINACIÓN <b>COMPLEJO MINERO SECTOR LAS PALMAS</b>	ESCALA <b>1:30.000</b>
	RESPONSABLE TÉCNICO Ing. Cyro Croce	PROYECTISTA Minera Aratirí
		FECHA NOVIEMBRE 2014
		LAMINA N° C.8_33



## PLANO DE UBICACIÓN



## REFERENCIAS

- CENTROS POBLADOS
- CAMINOS
- HIDROGRAFÍA
- CURVAS DE NIVEL
- MINERODUCTO
- CAMINOS A CERRAR AL USO PÚBLICO
- CAMINOS A CONSTRUIR PARA USO INTERNO
- CAMINOS A CONSTRUIR PARA USO PÚBLICO
- CAMINOS PÚBLICOS A MEJORAR
- RUTA NACIONAL
- LOCALIDADES
- MINA
- PLATAFORMA\_DE\_ROM
- OBRAS HIDRAÚLICAS
- ÁREA DE CONCESIÓN PARA EXPLOTAR
- PILA\_DE\_ESTÉRIL
- LIMITE DEPARTAMENTAL

<b>PROYECTO VALENTINES</b>			
EXTRACCIÓN Y BENEFICIAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO MINERODUCTO Y TERMINAL PORTUARIA			
	DENOMINACIÓN	COMPLEJO MINERO SECTOR SUR	
	ESCALA	1:60.000	
RESPONSABLE TÉCNICO	PROYECTISTA	FECHA	
Ing. Cyro Croce	Minera Aratirí	NOVIEMBRE 2014	
LÁMINA N°	C.8_34		

# MINERA ARATIRÍ

## PROYECTO VALENTINES

Extracción y Beneficiamiento de Mineral de Hierro, Mineroducto y Terminal Portuaria



DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO MINERO Y MINERODUCTO

### ANEXO IV

## LÁMINAS – MINAS Y PILAS DE ESTÉRILES

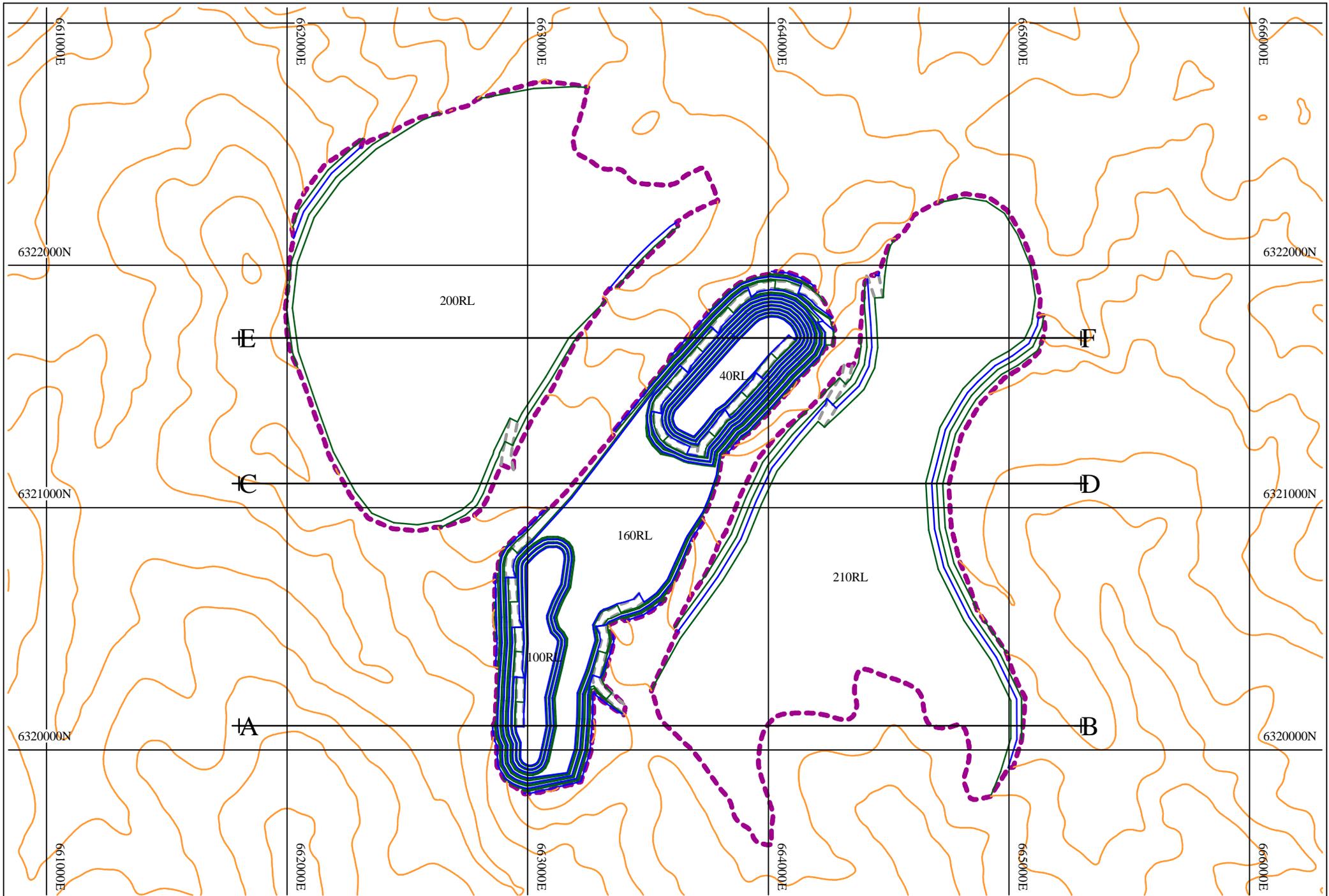
Noviembre 2014



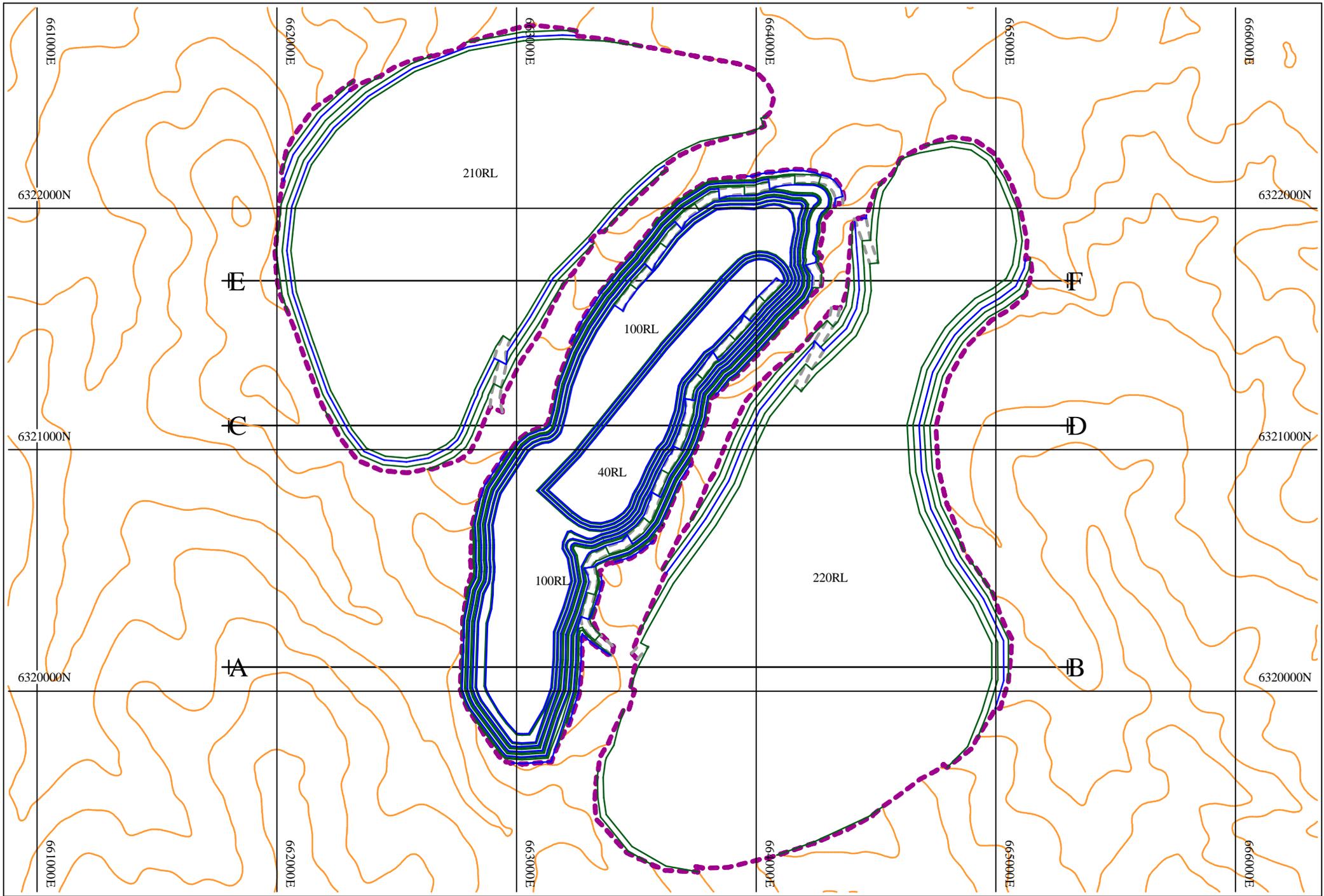
# **Uría: mina y pilas de estéril**

## **Disposición general y cortes**

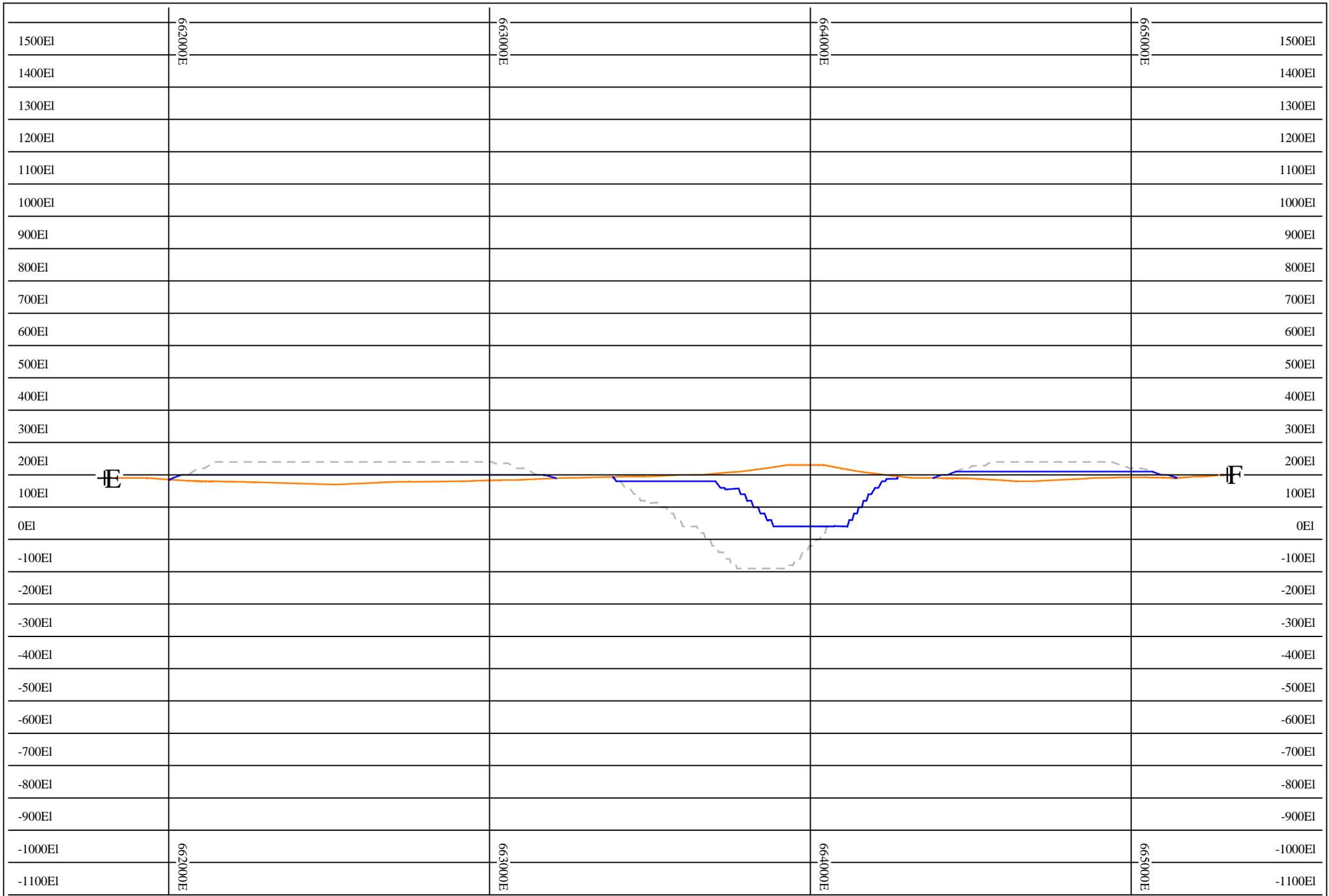
uria\_plan\_eo\_stg1-stg2\_str



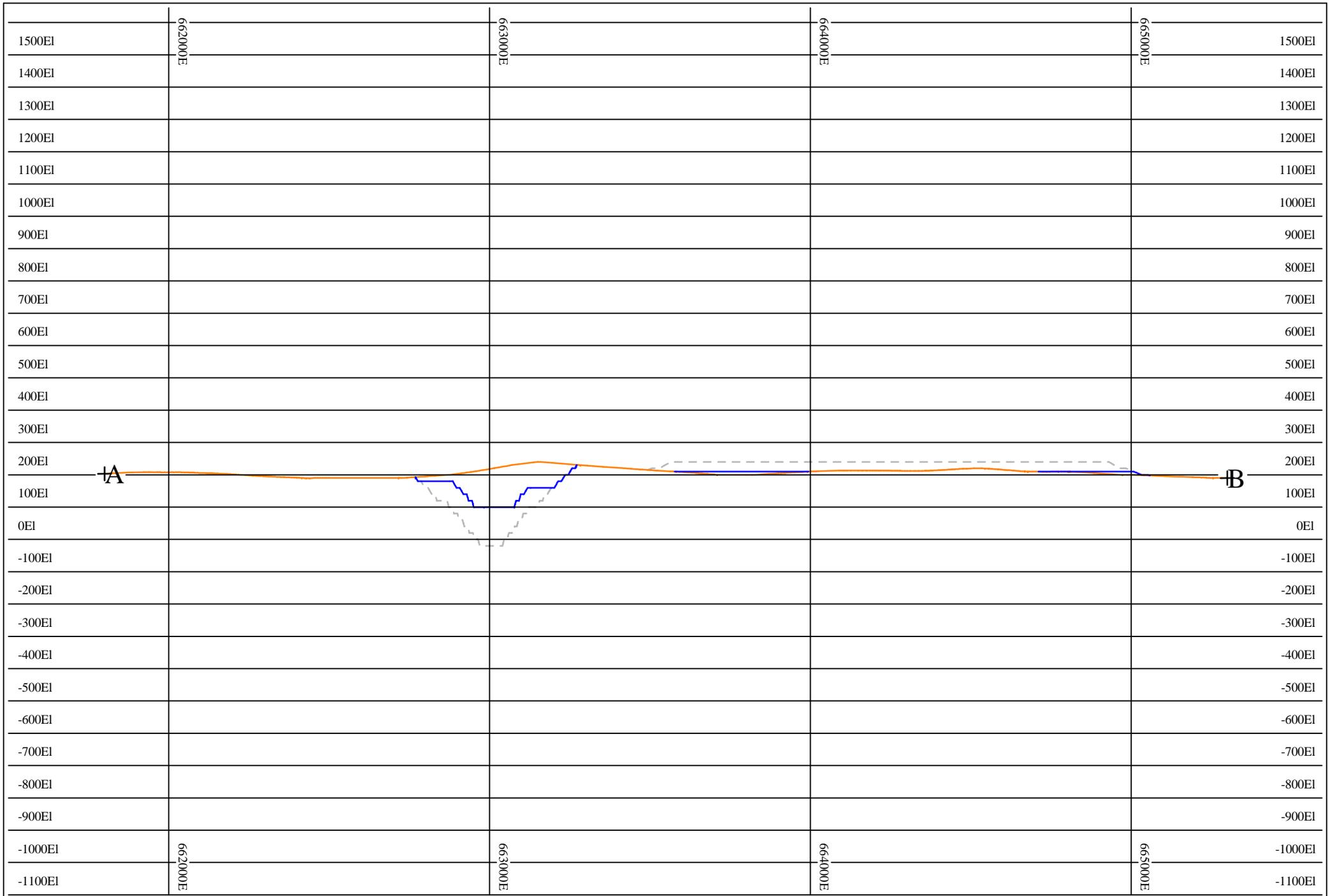
uria-axis-section\_str



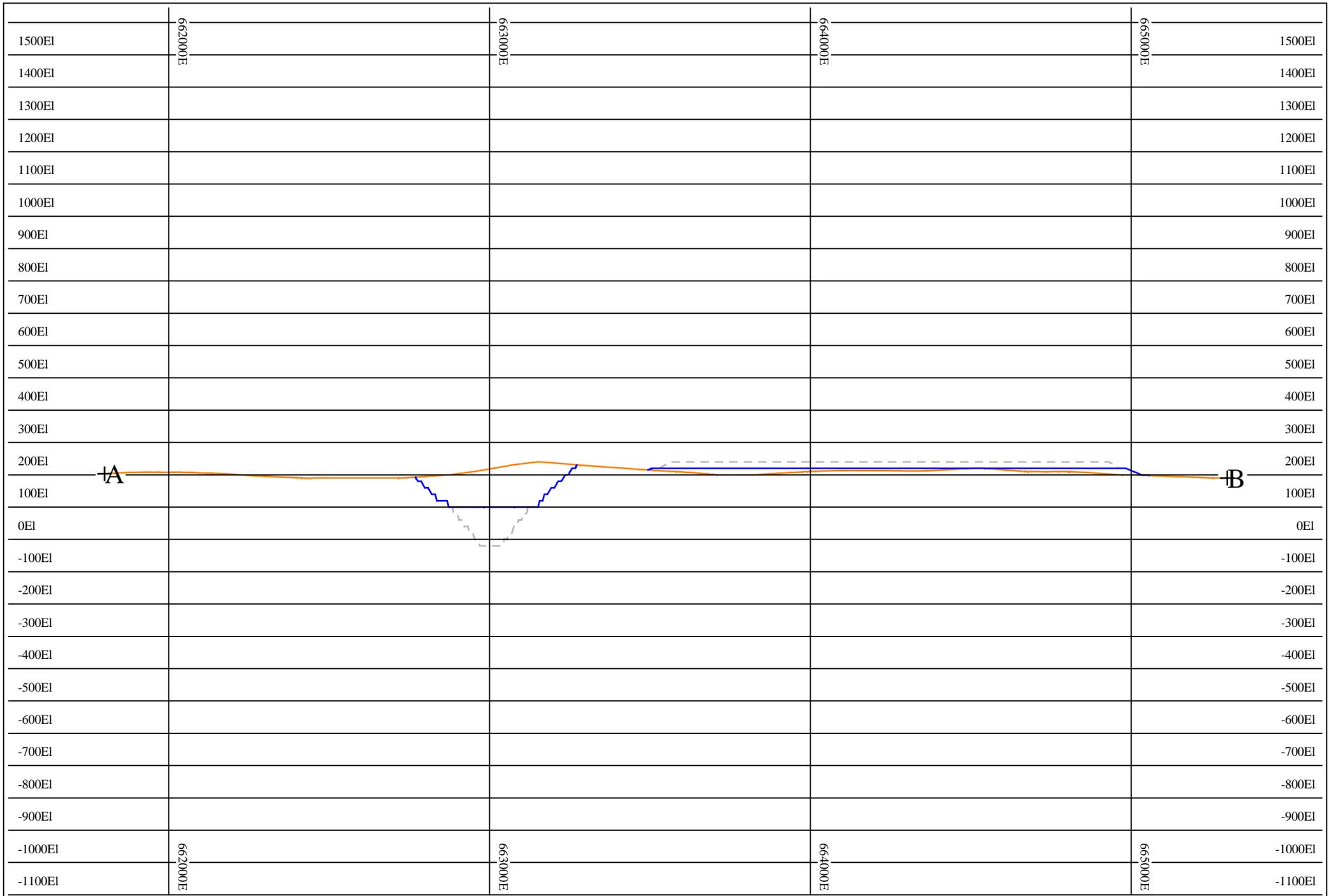
uria\_sect\_6321700b\_eo\_stg1\_str



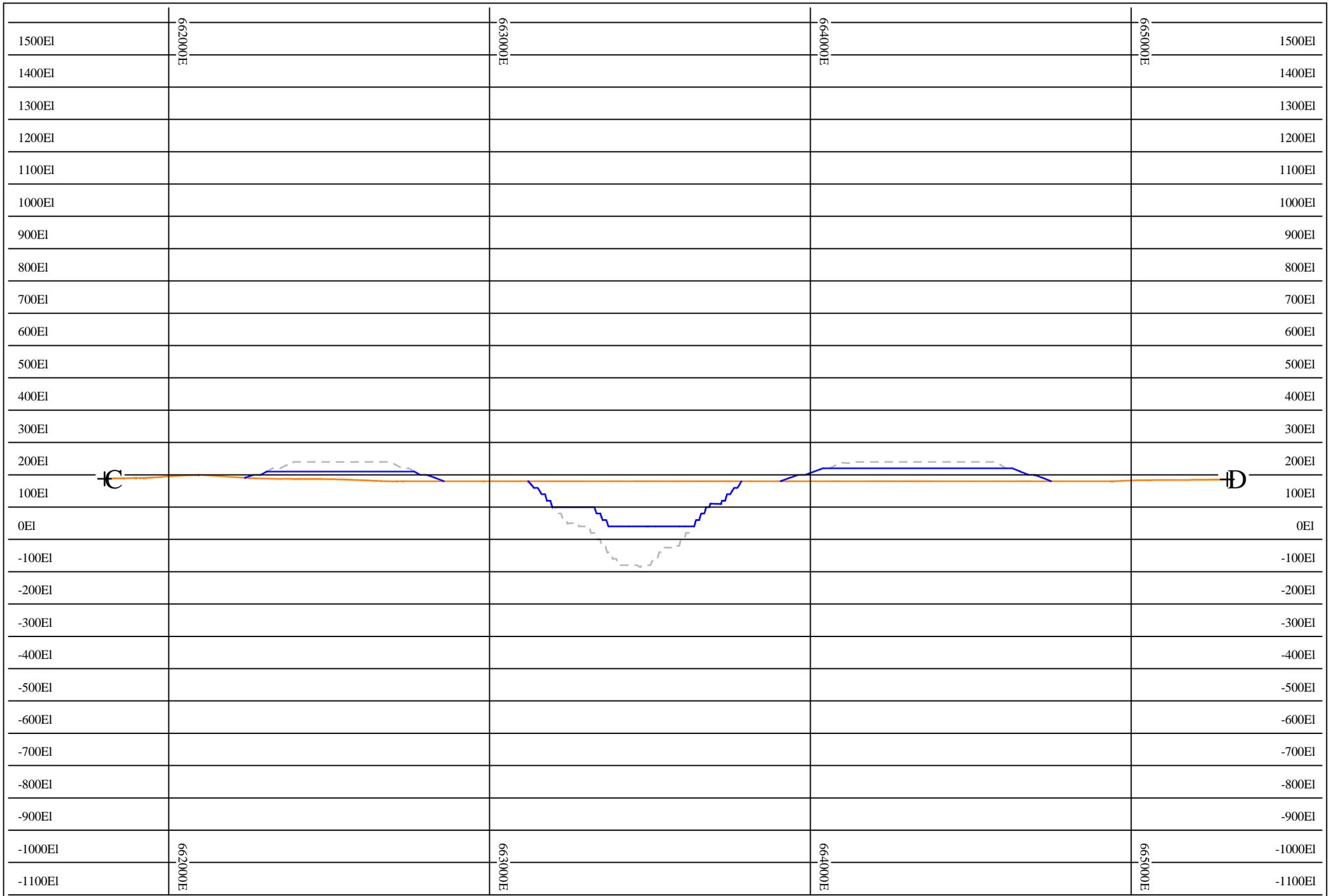
uria\_sect\_6320100b\_eo\_stg2\_str



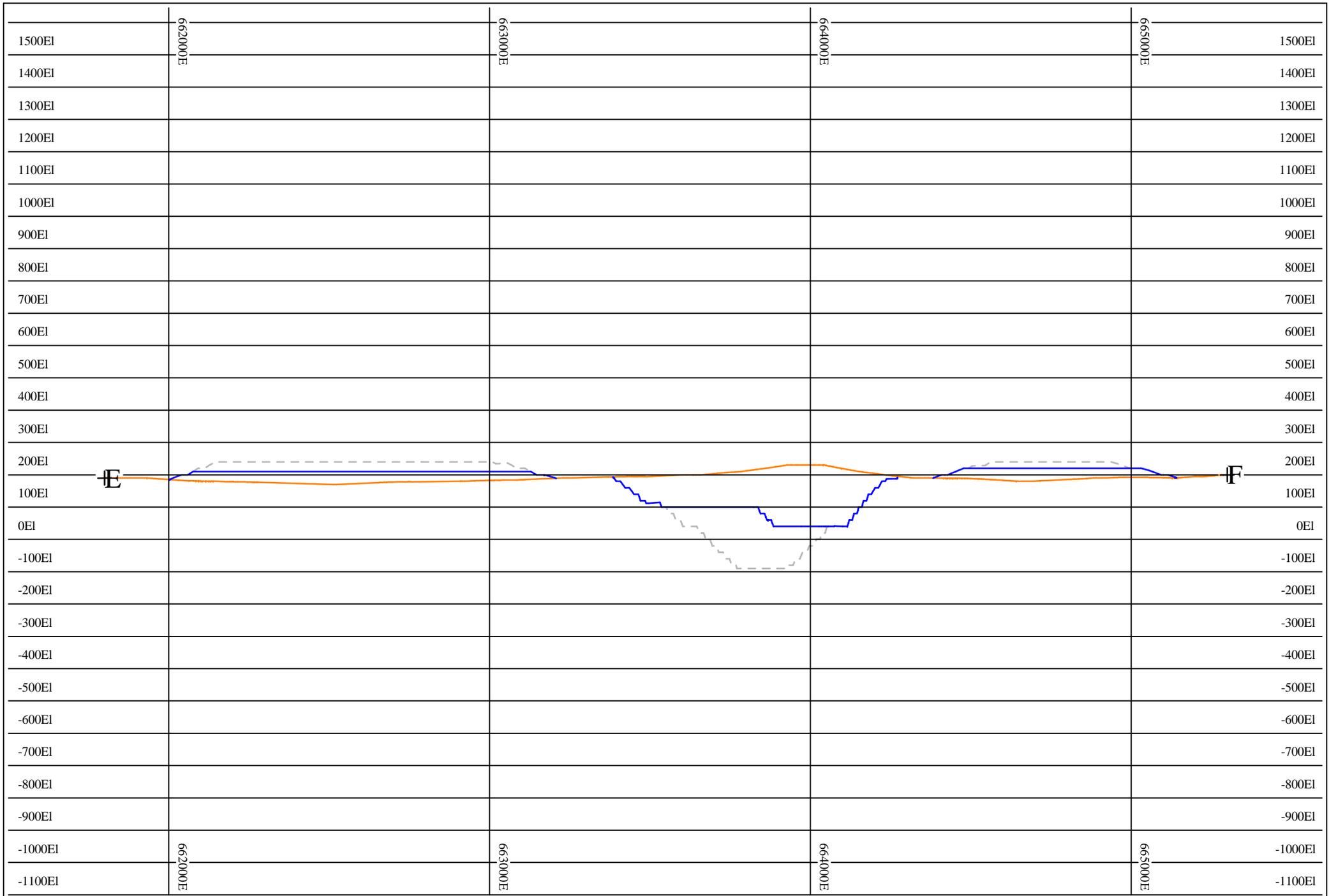
uria\_sect\_6320100b\_eo\_stg3\_str



uria\_sect\_6321100b\_eo\_stg3\_str



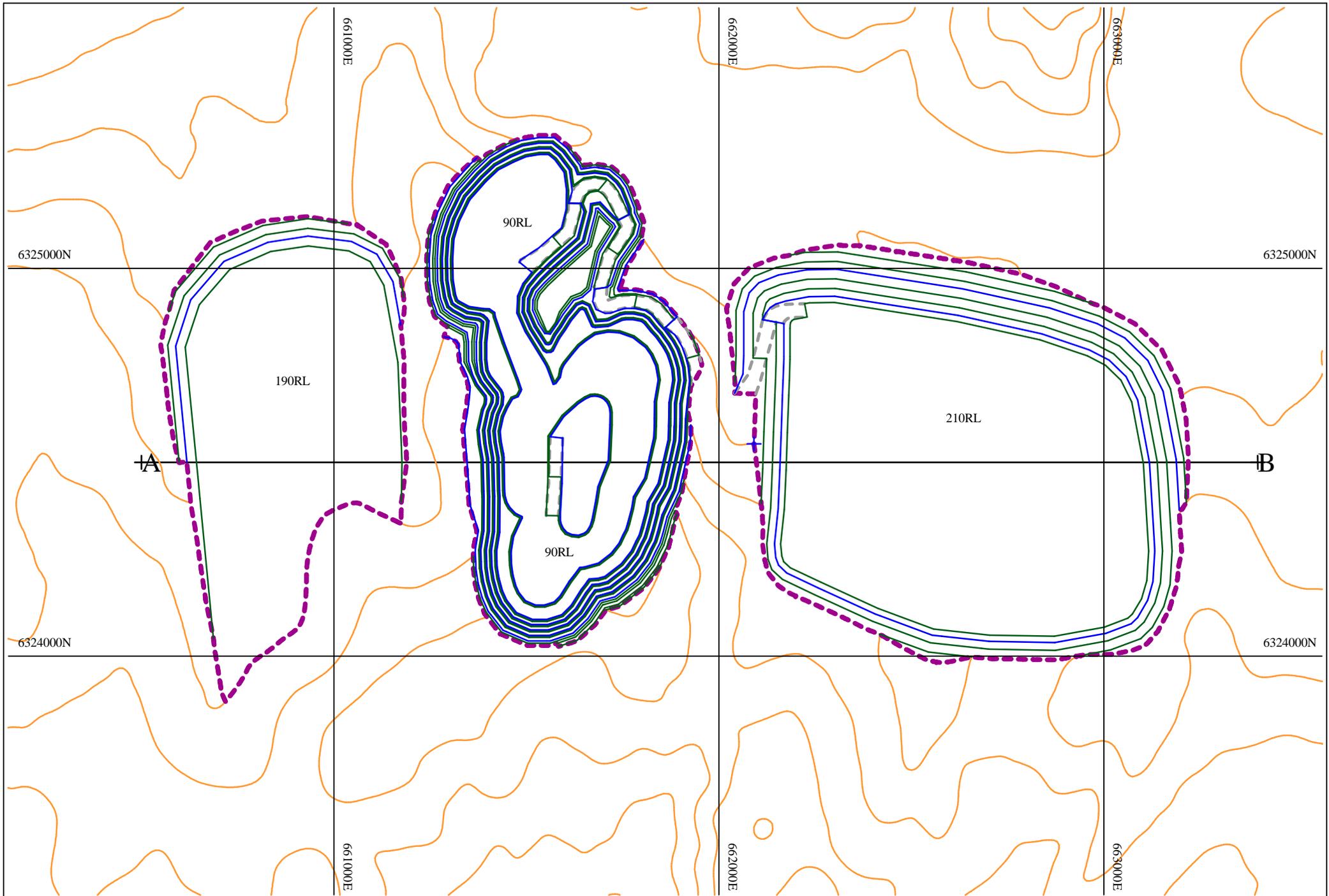
uria\_sect\_6321700b\_eo\_stg3\_str

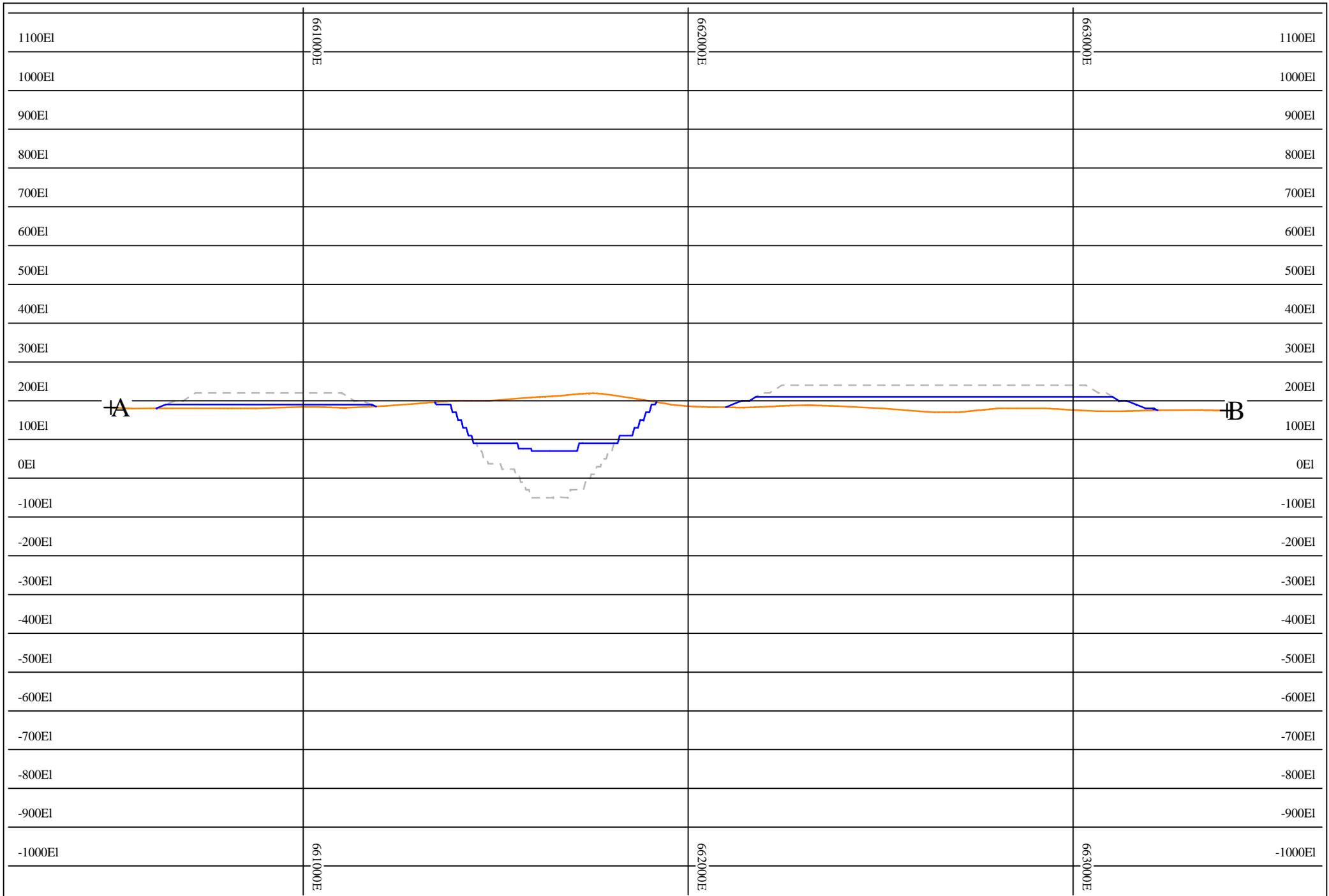


# **Maidana: mina y pilas de estéril**

## **Disposición general y cortes**

mai\_sect\_axis-6324500n\_str



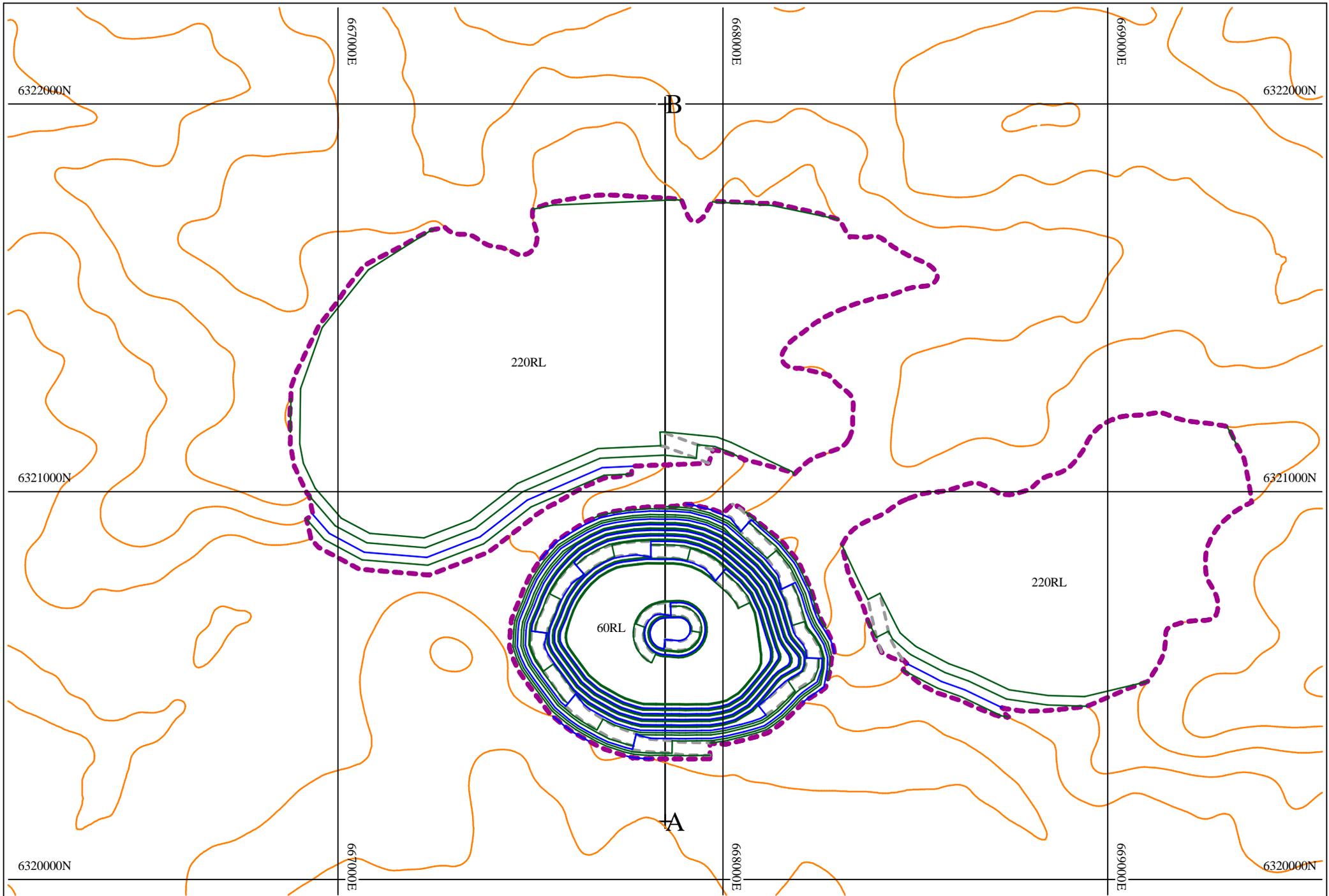


mai\_sect\_6324500\_eo\_stg1\_str

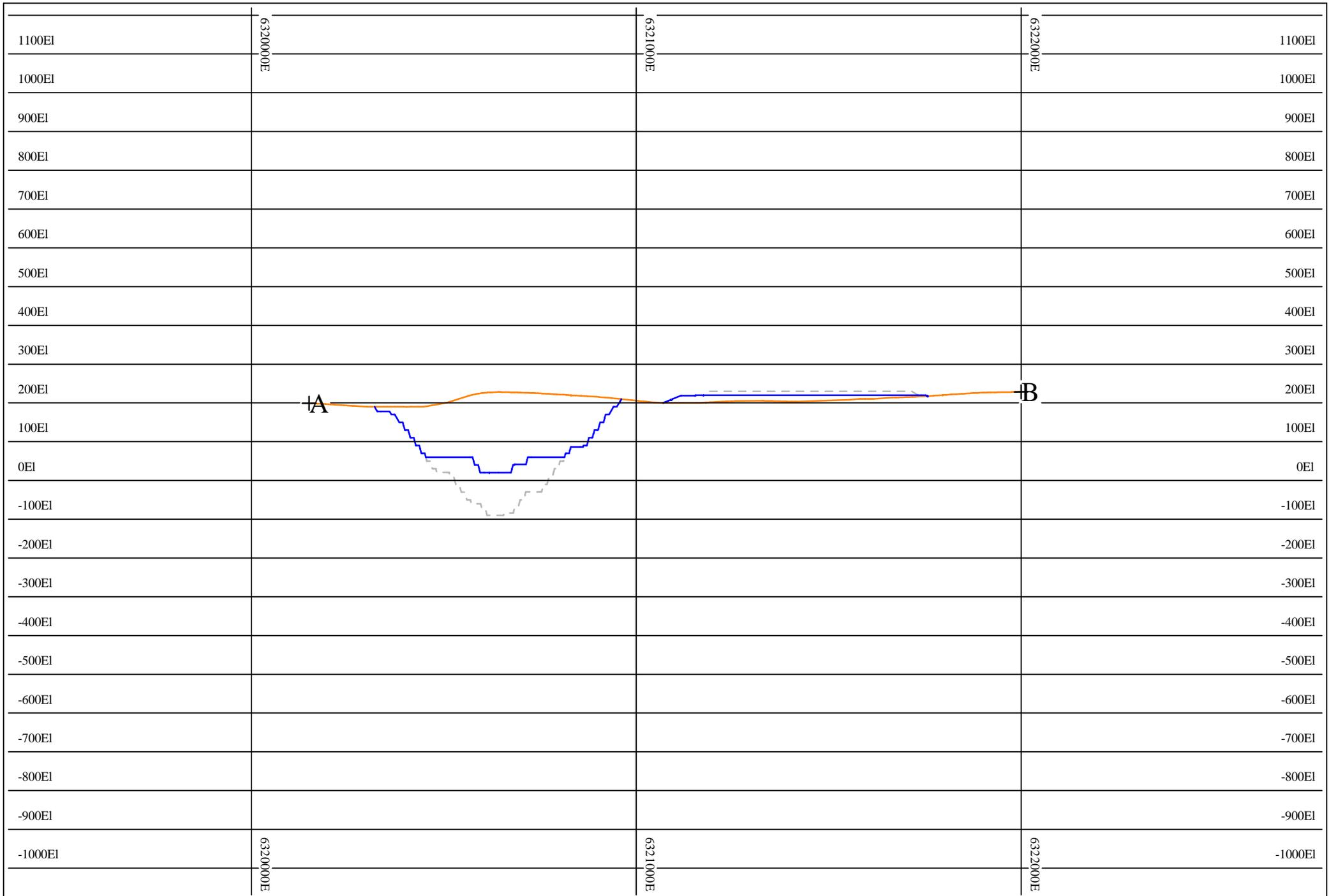
# **Morochos: mina y pilas de estéril**

## **Disposición general y cortes**

mor\_sect-axis-667850e\_str



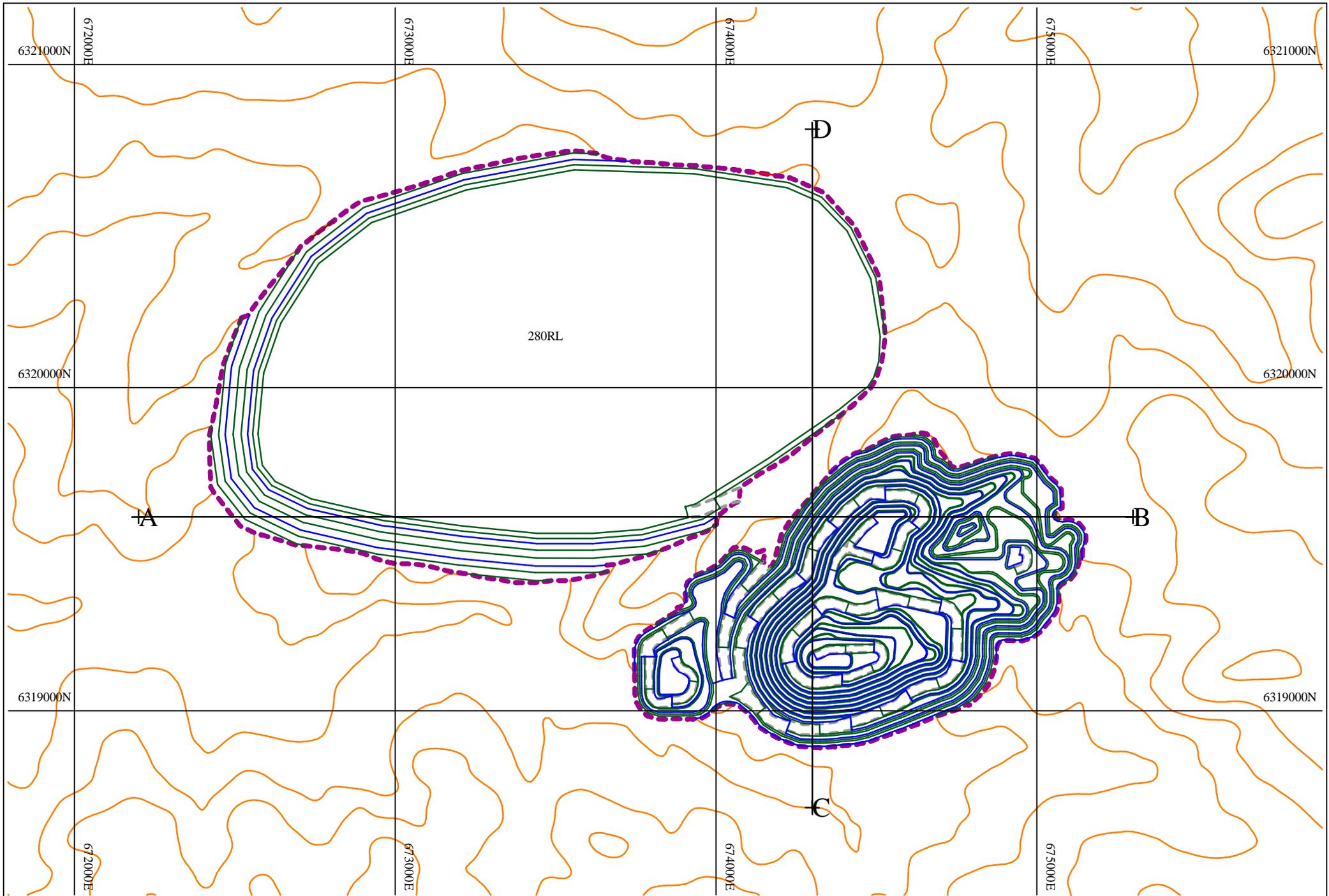
mor\_sect\_667850\_eo\_stg1-1\_str

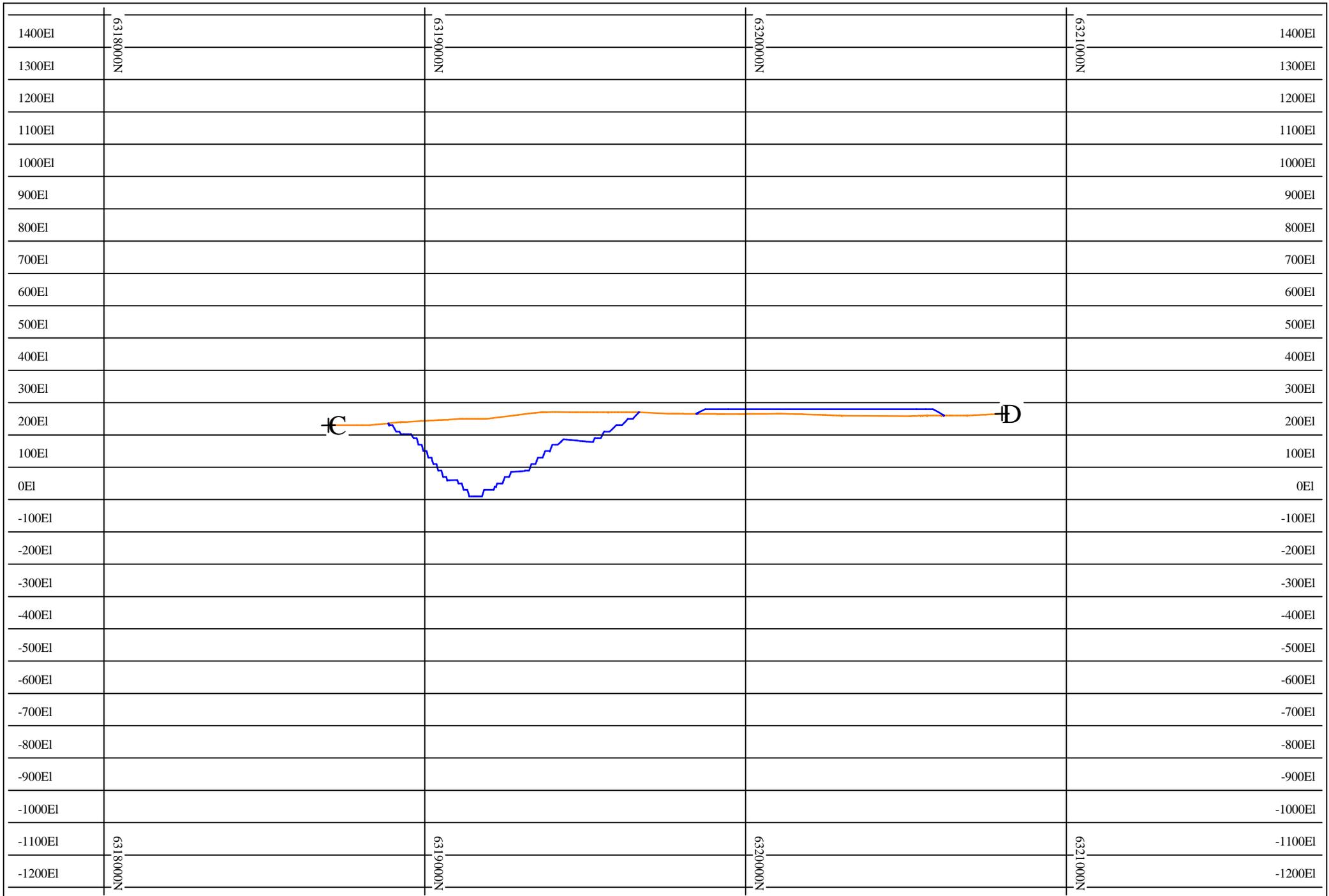


# **Mulero: mina y pilas de estéril**

## **Disposición general y cortes**

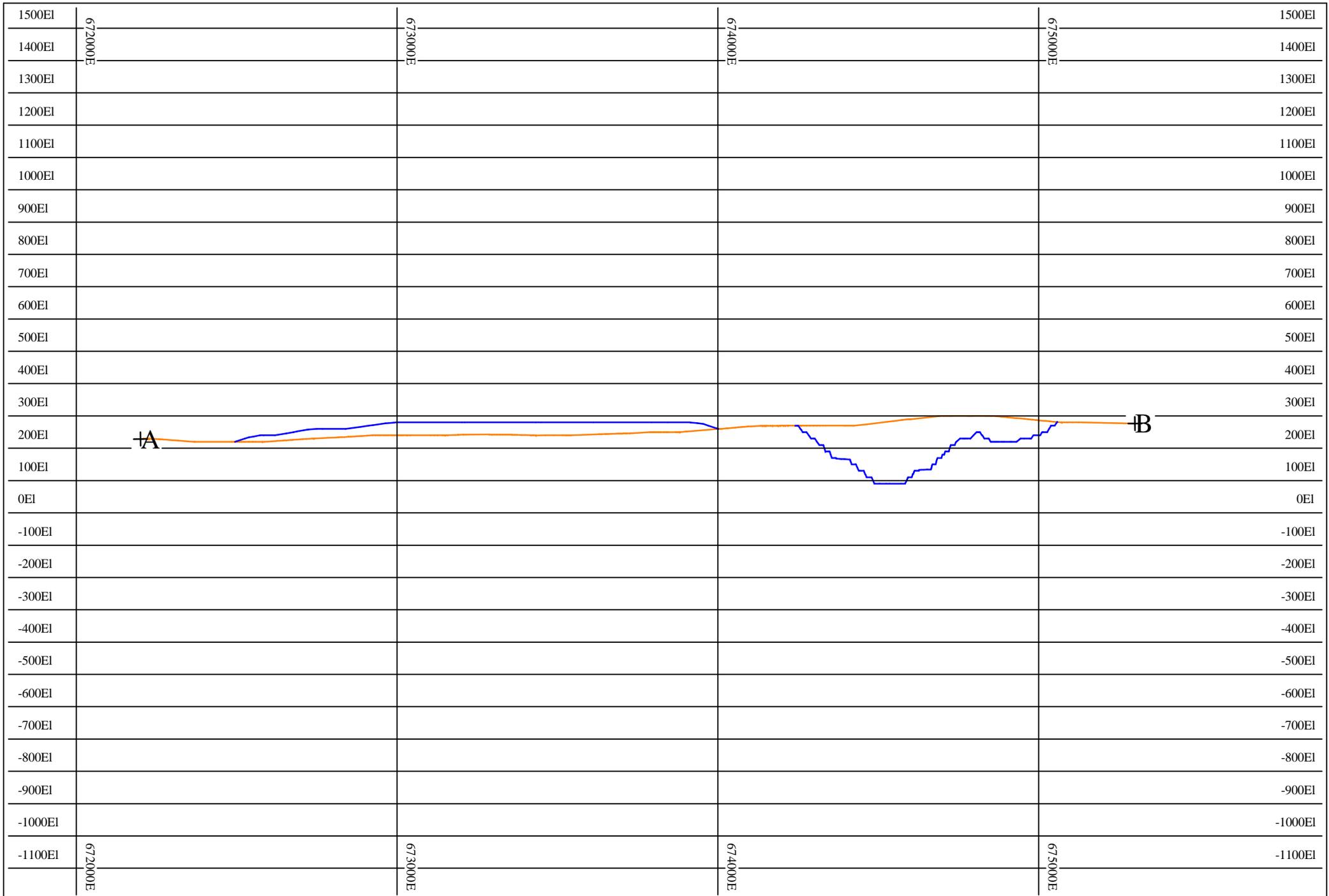
curvas\_valentines\_clip\_june2011\_str





mul\_sect\_674300e\_str

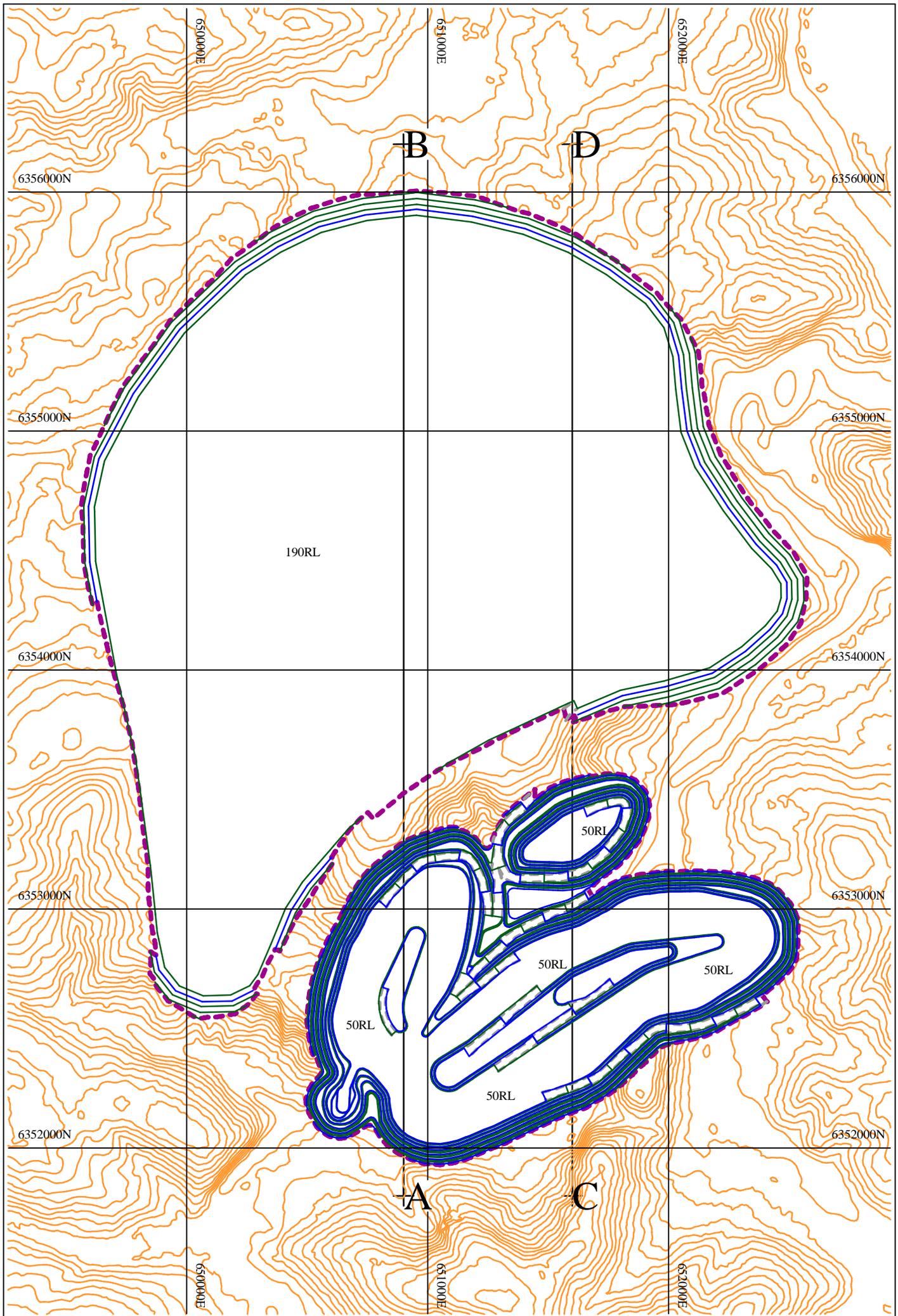
mul\_sect\_6319600b\_str



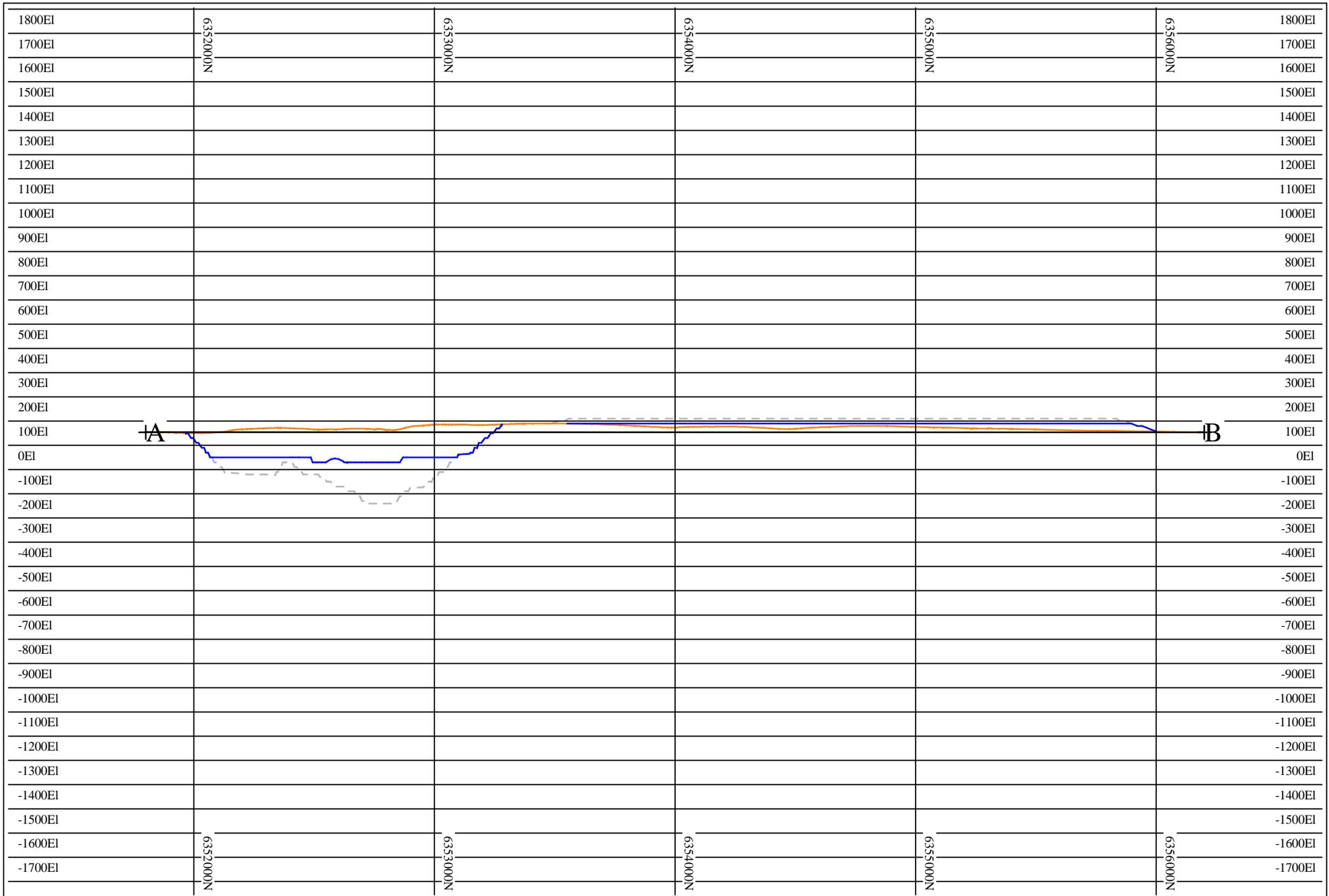
# **Las Palmas: mina y pilas de estéril**

## **Disposición general y cortes**

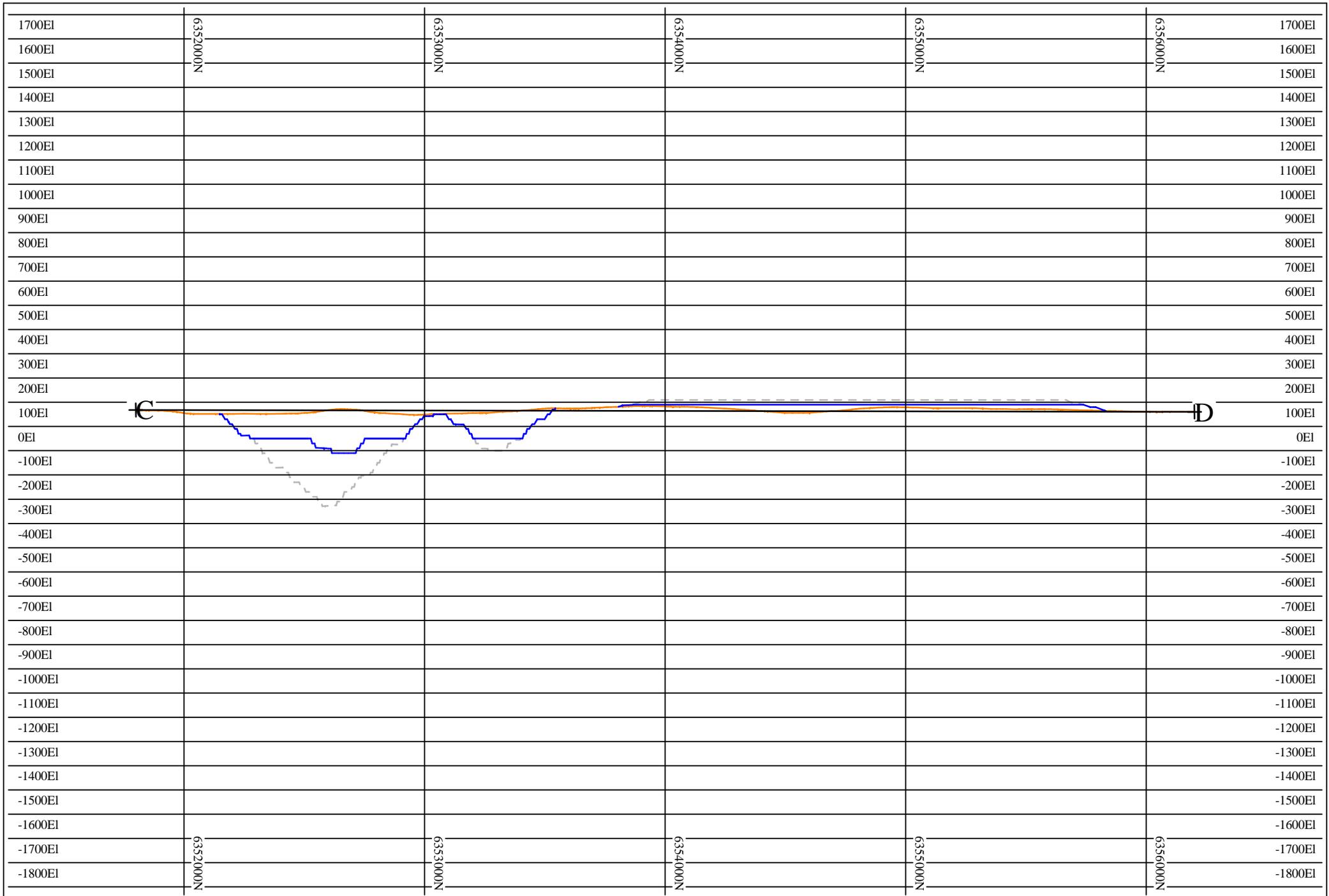
lp-axis-section\_str\_01



lp\_sect\_650900\_eo\_stg1\_str



lp\_sect\_651600\_eo\_stg1\_str\_02



# MINERA ARATIRÍ

## PROYECTO VALENTINES

Extracción y Beneficiamiento de Mineral de Hierro, Mineroducto y Terminal Portuaria



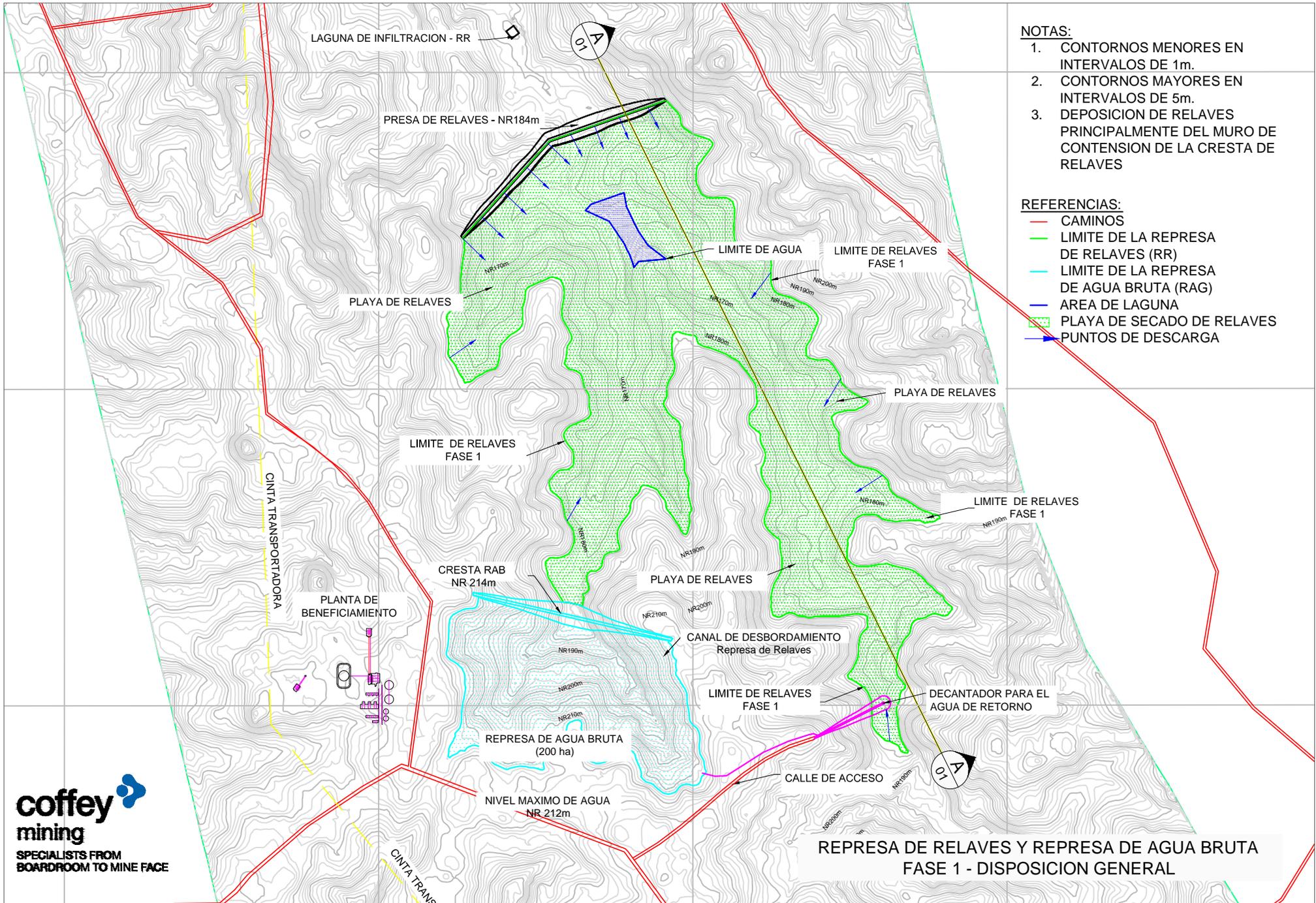
DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO MINERO Y MINERODUCTO

### ANEXO V

### LÁMINAS – REPRESA DE RELAVES

Noviembre 2014





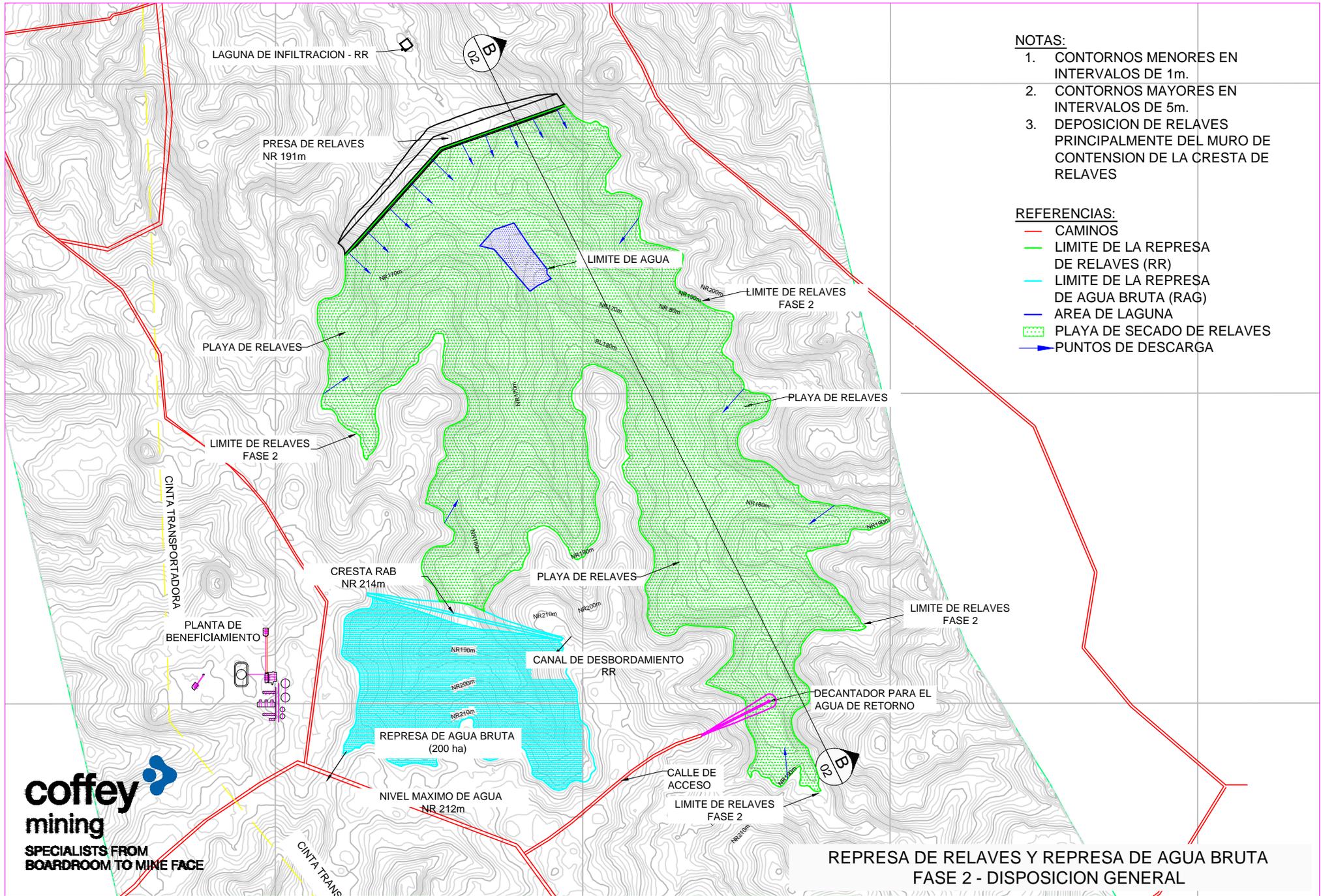
**NOTAS:**

1. CONTORNOS MENORES EN INTERVALOS DE 1m.
2. CONTORNOS MAYORES EN INTERVALOS DE 5m.
3. DEPOSICION DE RELAVES PRINCIPALMENTE DEL MURO DE CONTENSION DE LA CRESTA DE RELAVES

**REFERENCIAS:**

- CAMINOS
- LIMITE DE LA REPRESA DE RELAVES (RR)
- LIMITE DE LA REPRESA DE AGUA BRUTA (RAG)
- AREA DE LAGUNA
- PLAYA DE SECADO DE RELAVES
- PUNTOS DE DESCARGA

**REPRESA DE RELAVES Y REPRESA DE AGUA BRUTA FASE 1 - DISPOSICION GENERAL**

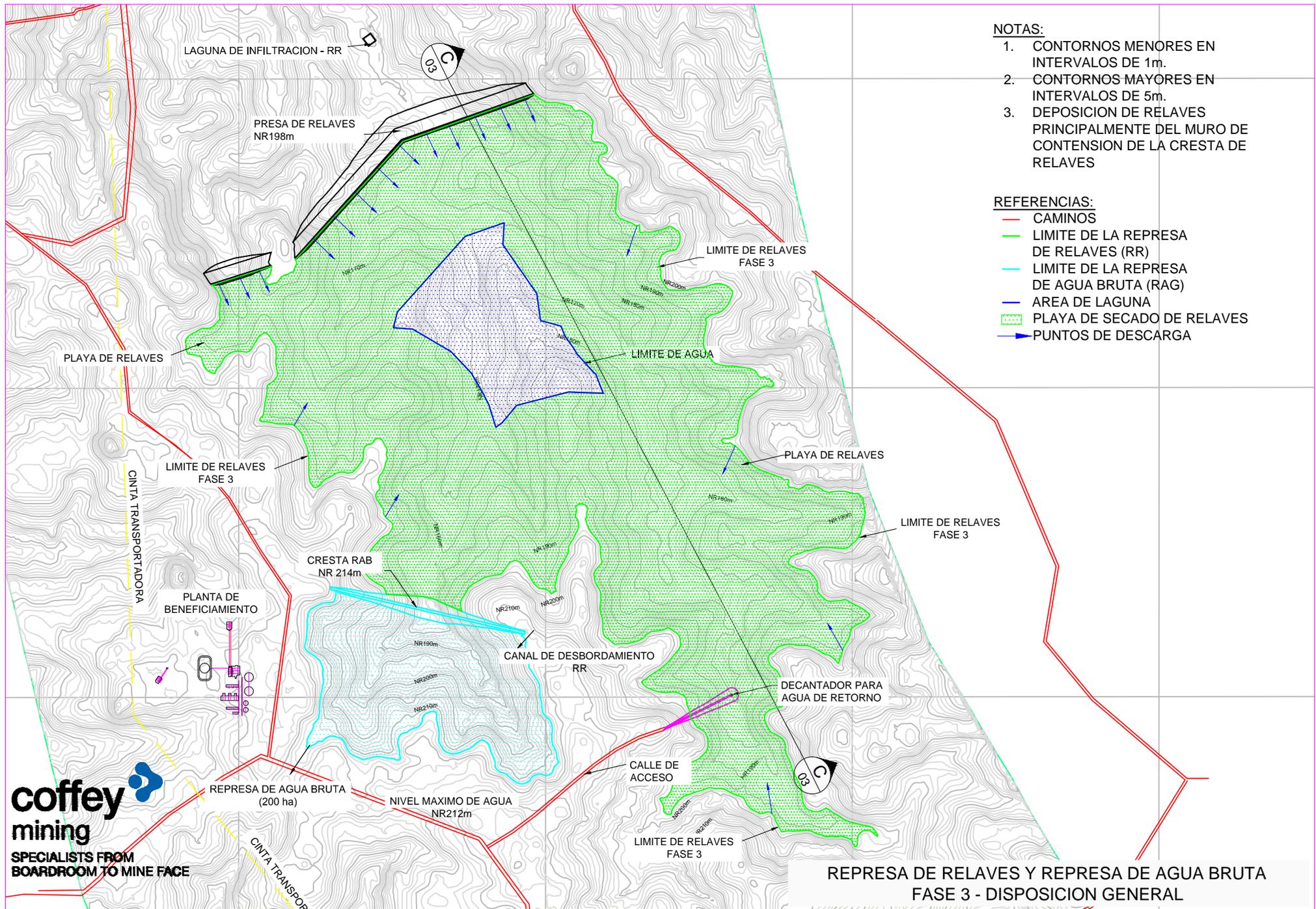


**NOTAS:**

1. CONTORNOS MENORES EN INTERVALOS DE 1m.
2. CONTORNOS MAYORES EN INTERVALOS DE 5m.
3. DEPOSICION DE RELAVES PRINCIPALMENTE DEL MURO DE CONTENSION DE LA CRESTA DE RELAVES

**REFERENCIAS:**

- CAMINOS
- LIMITE DE LA REPRESA DE RELAVES (RR)
- LIMITE DE LA REPRESA DE AGUA BRUTA (RAG)
- AREA DE LAGUNA
- PLAYA DE SECADO DE RELAVES
- PUNTOS DE DESCARGA



**NOTAS:**

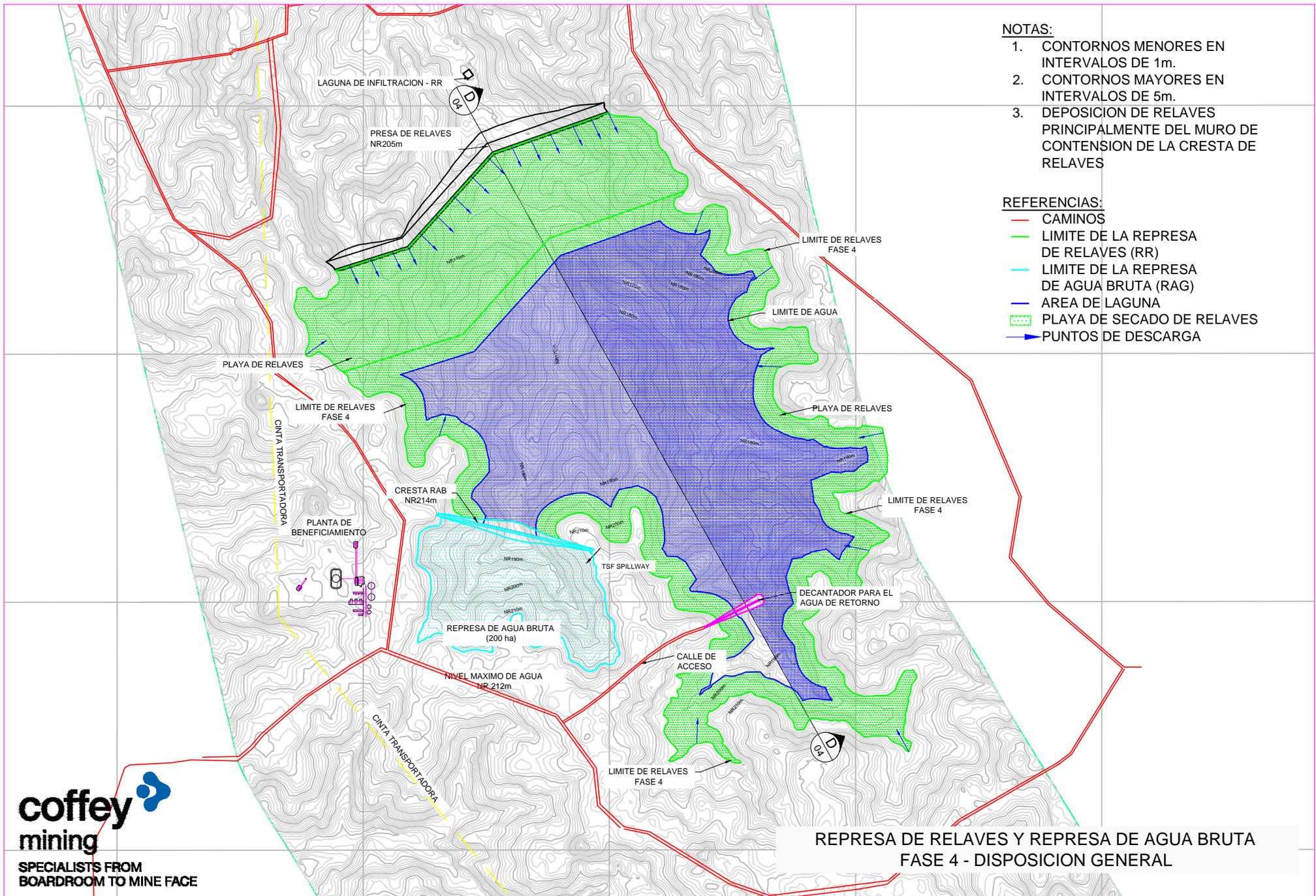
1. CONTORNOS MENORES EN INTERVALOS DE 1m.
2. CONTORNOS MAYORES EN INTERVALOS DE 5m.
3. DEPOSICION DE RELAVES PRINCIPALMENTE DEL MURO DE CONTENSIÓN DE LA CRESTA DE RELAVES

**REFERENCIAS:**

- CAMINOS
- LIMITE DE LA REPRESA DE RELAVES (RR)
- LIMITE DE LA REPRESA DE AGUA BRUTA (RAG)
- AREA DE LAGUNA
- PLAYA DE SECADO DE RELAVES
- PUNTOS DE DESCARGA

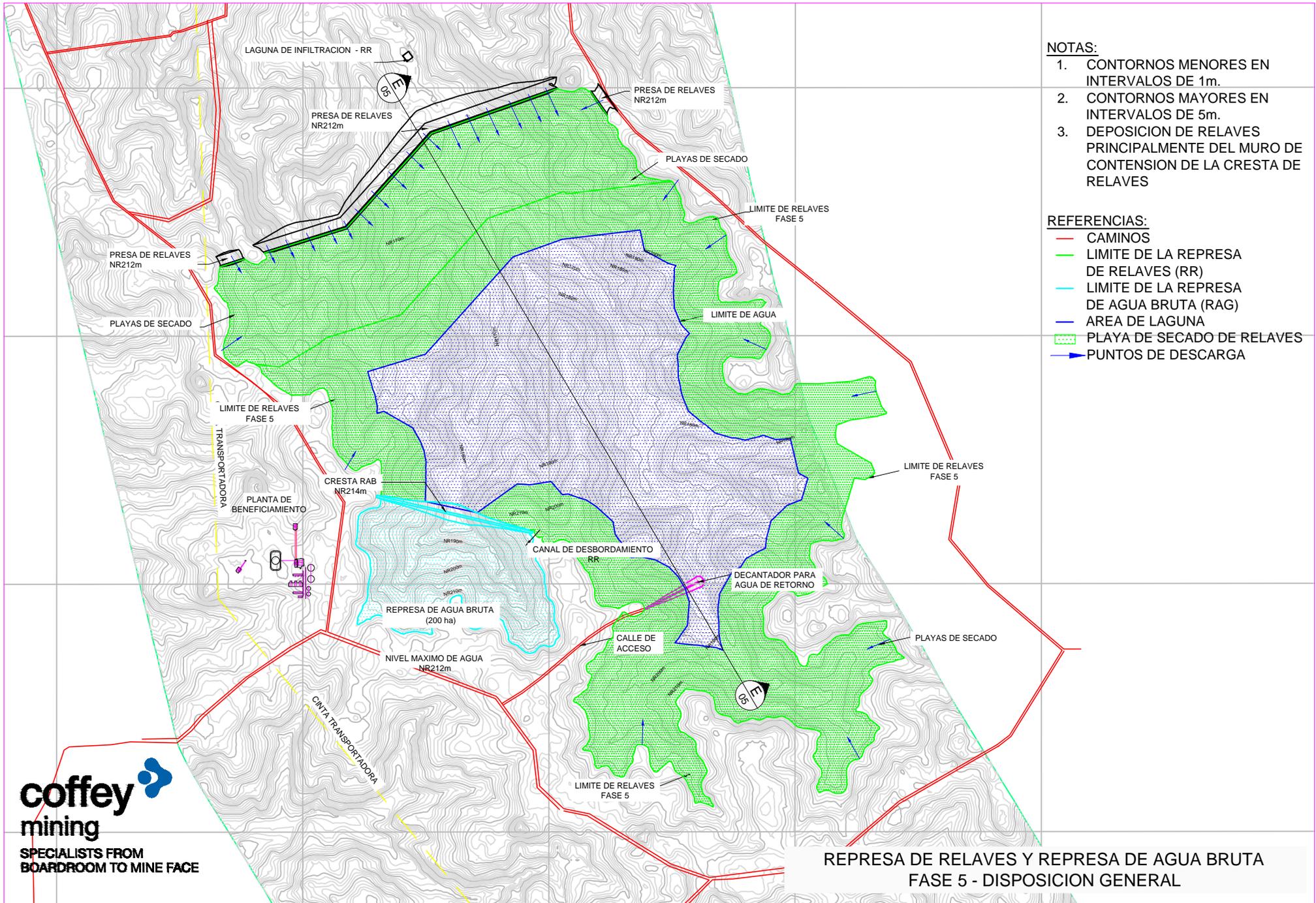
**coffey**  
mining  
SPECIALISTS FROM  
BOARDROOM TO MINE FACE

**REPRESA DE RELAVES Y REPRESA DE AGUA BRUTA FASE 3 - DISPOSICION GENERAL**



- NOTAS:**
1. CONTORNOS MENORES EN INTERVALOS DE 1m.
  2. CONTORNOS MAYORES EN INTERVALOS DE 5m.
  3. DEPOSICION DE RELAVES PRINCIPALMENTE DEL MURO DE CONTENSIÓN DE LA CRESTA DE RELAVES

- REFERENCIAS:**
- CAMINOS
  - LIMITE DE LA REPRESA DE RELAVES (RR)
  - LIMITE DE LA REPRESA DE AGUA BRUTA (RAG)
  - AREA DE LAGUNA
  - ▨ PLAYA DE SECADO DE RELAVES
  - ▶ PUNTOS DE DESCARGA

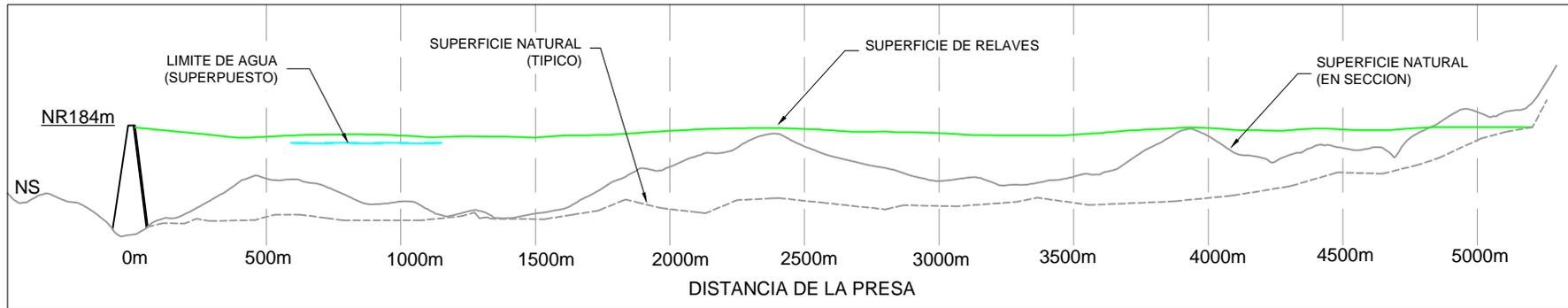


**NOTAS:**

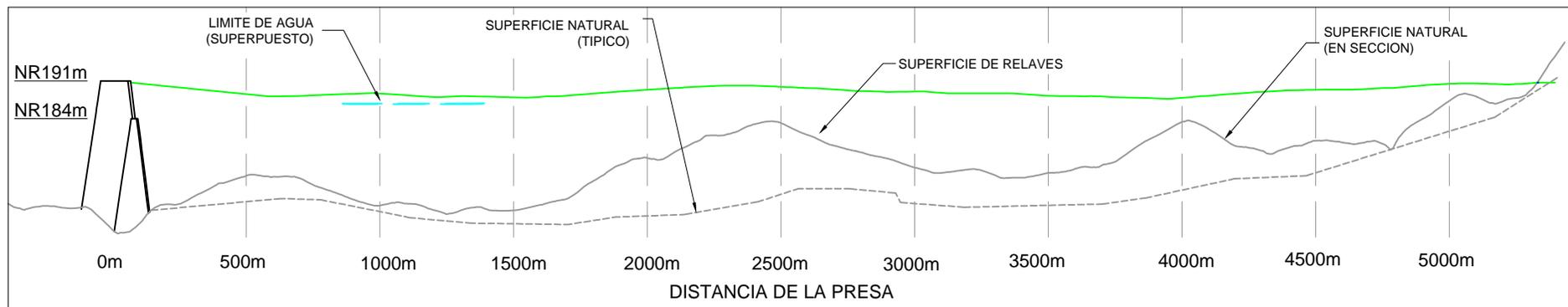
1. CONTORNOS MENORES EN INTERVALOS DE 1m.
2. CONTORNOS MAYORES EN INTERVALOS DE 5m.
3. DEPOSICION DE RELAVES PRINCIPALMENTE DEL MURO DE CONTENSION DE LA CRESTA DE RELAVES

**REFERENCIAS:**

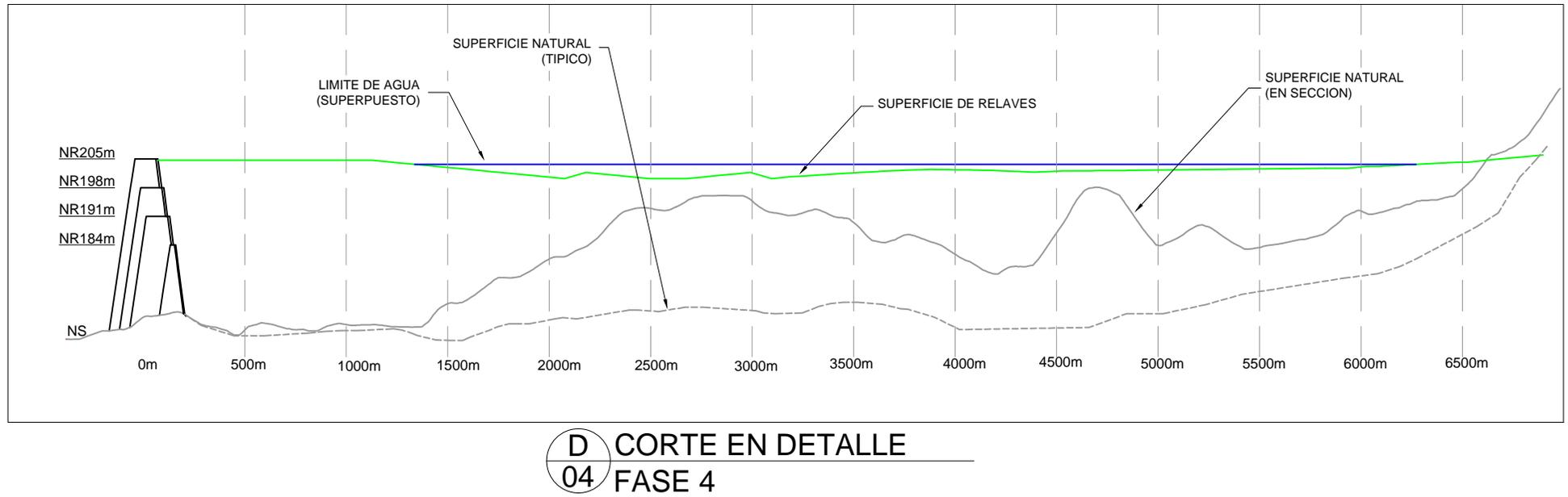
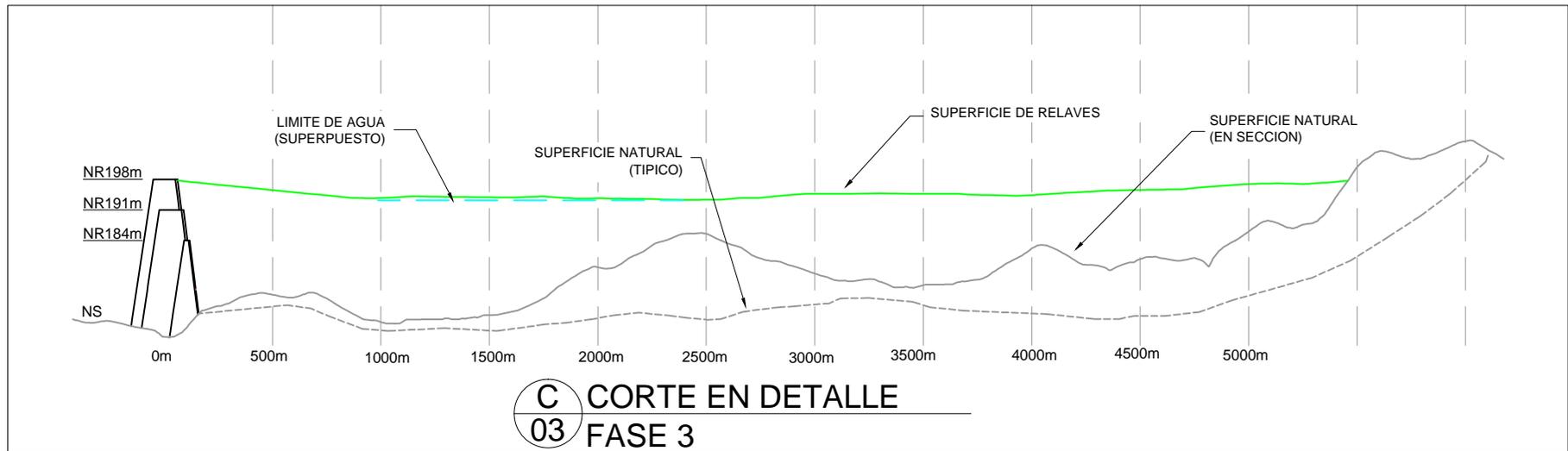
- CAMINOS
- LIMITE DE LA REPRESA DE RELAVES (RR)
- LIMITE DE LA REPRESA DE AGUA BRUTA (RAG)
- AREA DE LAGUNA
- ▨ PLAYA DE SECADO DE RELAVES
- ➔ PUNTOS DE DESCARGA

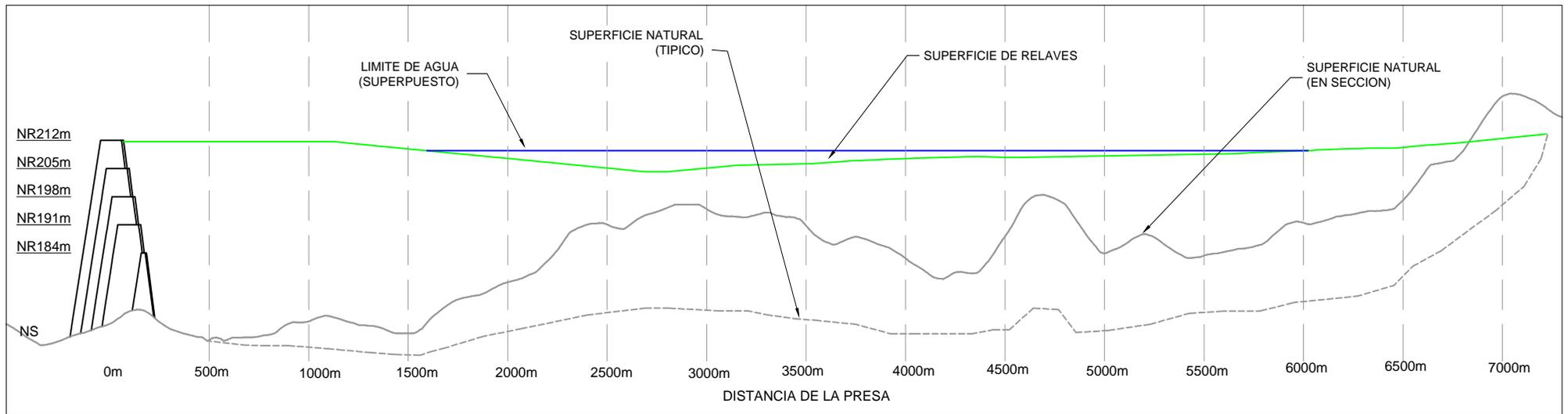


**A** CORTE EN DETALLE  
01 FASE 1

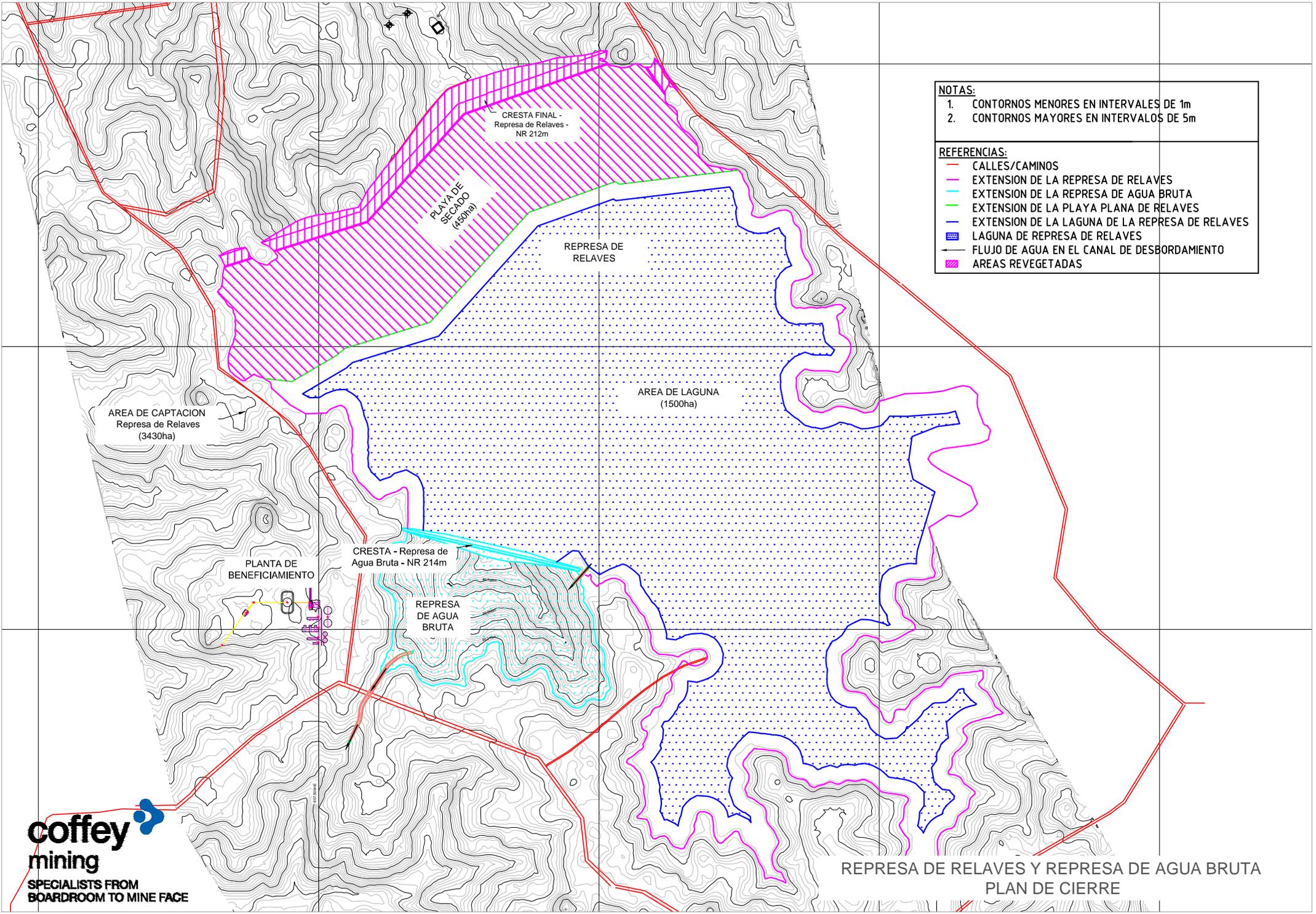


**B** CORTE EN DETALLE  
02 FASE 2





**E** CORTE EN DETALLE  
**05** FASE 5



<b>NOTAS:</b>	
1.	CONTORNOS MENORES EN INTERVALOS DE 1m
2.	CONTORNOS MAYORES EN INTERVALOS DE 5m
<b>REFERENCIAS:</b>	
	CALLES/CAMINOS
	EXTENSION DE LA REPRESA DE RELAVES
	EXTENSION DE LA REPRESA DE AGUA BRUTA
	EXTENSION DE LA PLAYA PLANA DE RELAVES
	EXTENSION DE LA LAGUNA DE LA REPRESA DE RELAVES
	LAGUNA DE REPRESA DE RELAVES
	FLUJO DE AGUA EN EL CANAL DE DESBORDAMIENTO
	AREAS REVEGETADAS

# MINERA ARATIRÍ

## PROYECTO VALENTINES

Extracción y Beneficiamiento de Mineral de Hierro, Mineroducto y Terminal Portuaria



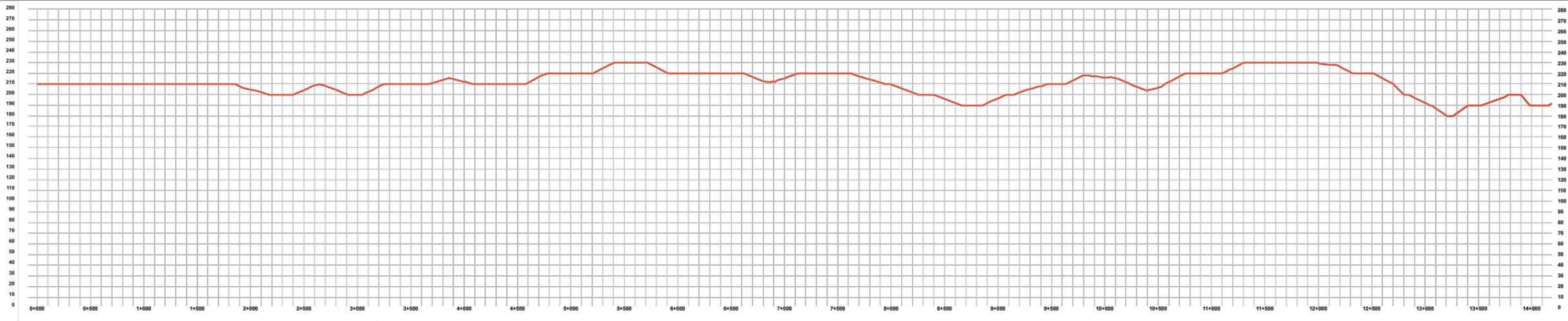
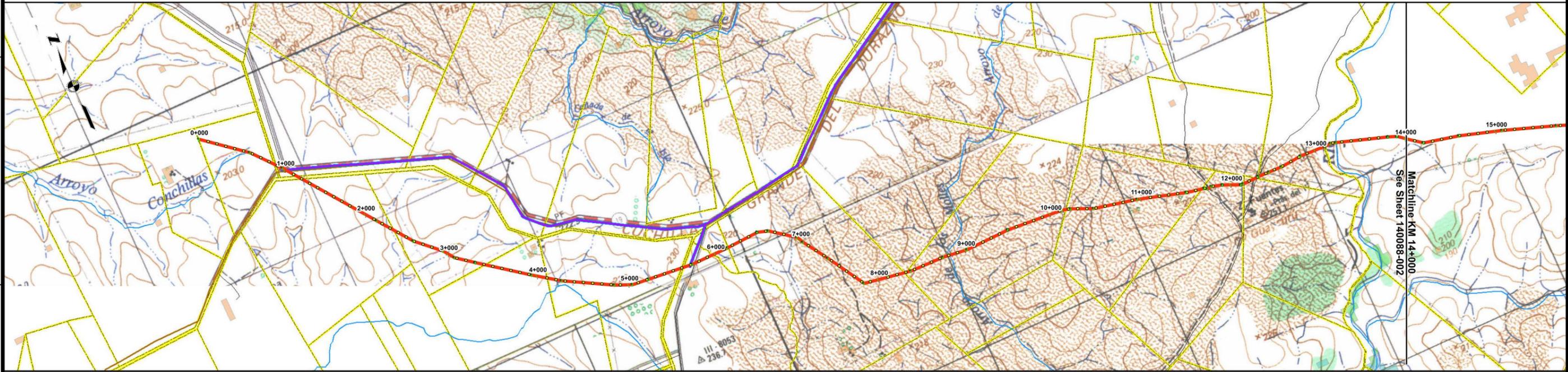
DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO MINERO Y MINERODUCTO

### ANEXO VI

### LÁMINAS – MINERODUCTO

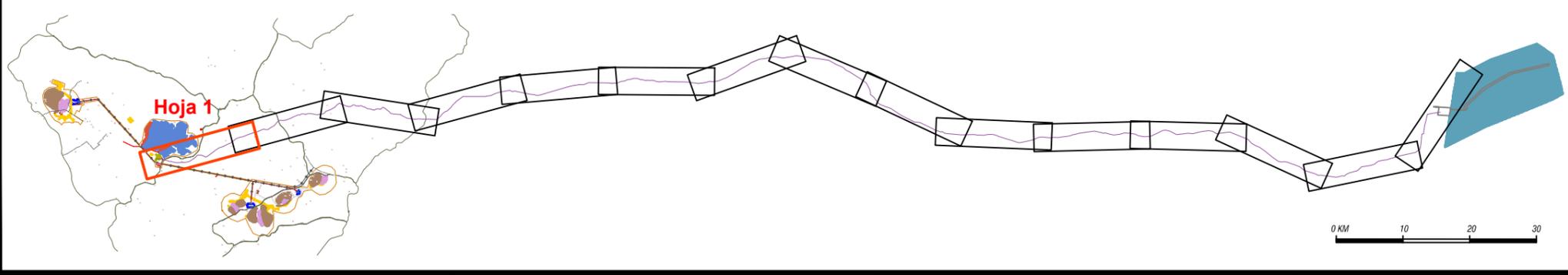
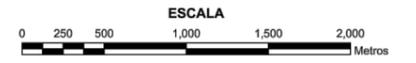
Noviembre 2014





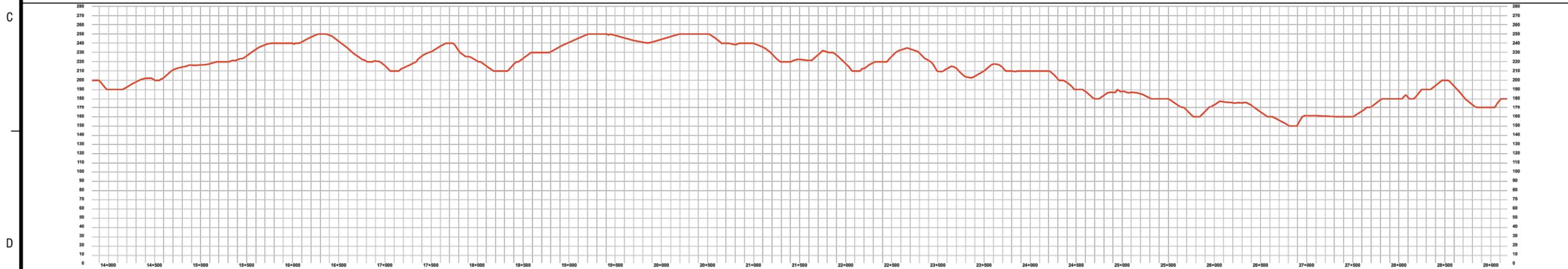
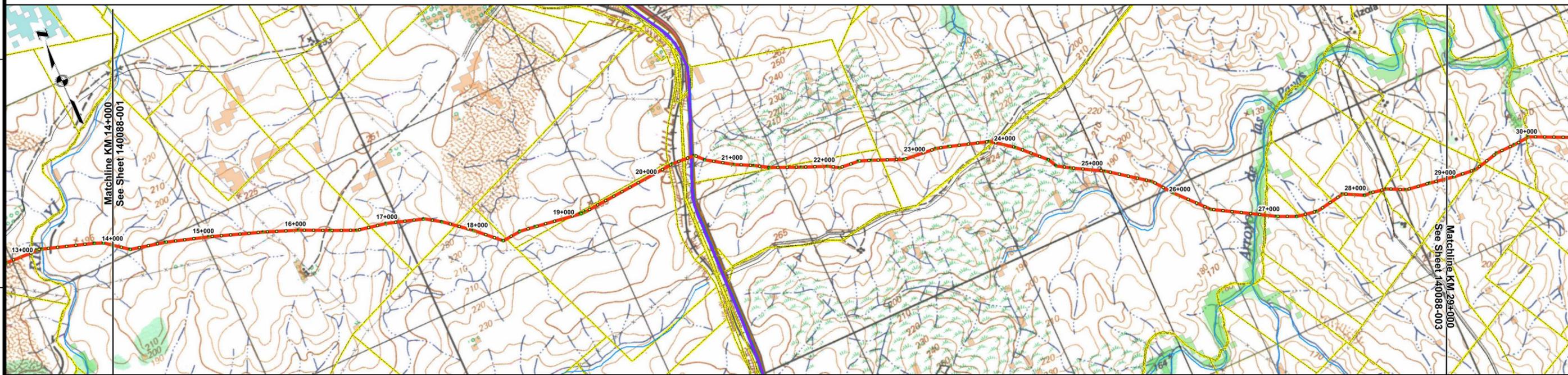
**REFERENCIAS**

CAMINOS	Hidrografia	Vegetación
Corredor Internacional	Cuerpos de agua	Bosque Costero
Ruta Primaria	Padrones	Bosque Nativo
Ruta Secundaria		Eucaliptus
Ruta Terciaria		Montes de Abrigo Y Otros Eucaliptus
Camineria Departamental		Parque
Acceso Público		Pino



**PROYECTO VALENTINES**  
EXTRACCION Y BENEFICIAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO MINERODUCTO Y TERMINAL PORTUARIA  
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

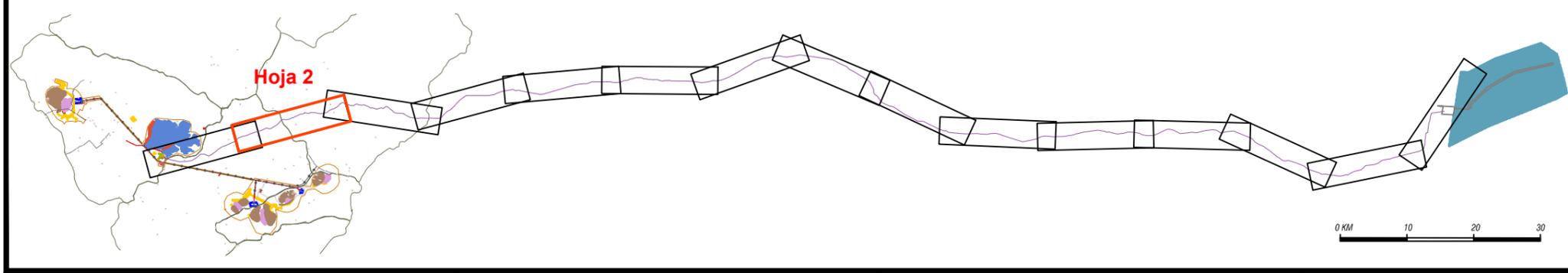
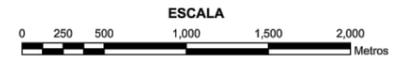
	RESPONSABLE TÉCNICO	PROYECTISTA	ESCALA INDICADAS
	 Ing. Cyro Croce	OSD Pipelines	FECHA OCTUBRE 2011 LAMINA N° <b>C.8_15A</b>



**REFERENCIAS**

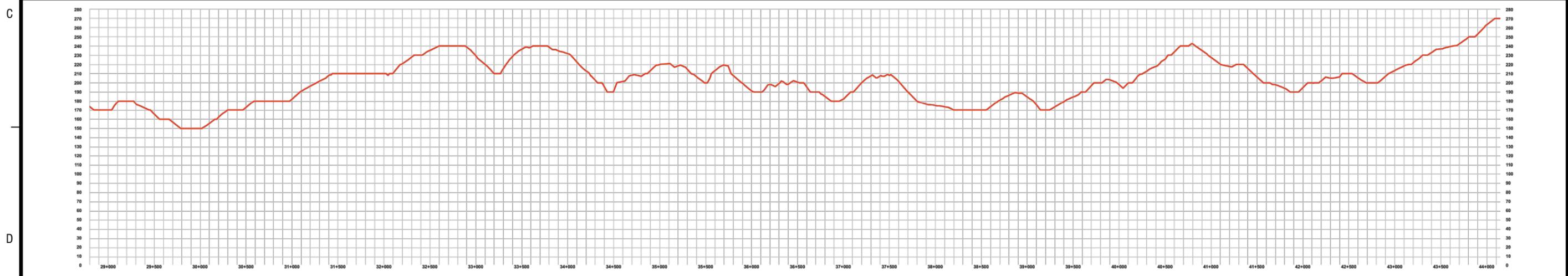
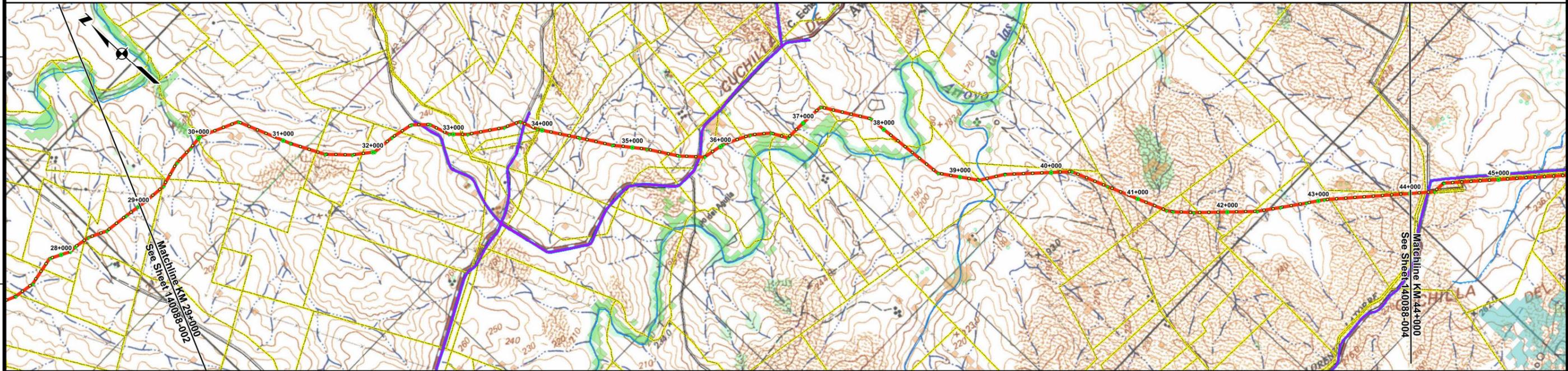
RUTA del MINERODUCTO	<b>CAMINOS</b>	Hidrografia	<b>Vegetación</b>
Corredor Internacional	Cuerpos de agua	Bosque Costero	Bosque Nativo
Ruta Primaria	Padrones	Eucaliptus	Montes de Abrigo Y Otros Eucaliptus
Ruta Secundaria		Parque	Pino
Ruta Terciaria			
Caminería Departamental			
Acceso Público			

Horizontal = 100 metros  
Vertical = 10 metros



**PROYECTO VALENTINES**  
EXTRACCION Y BENEFICIAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO MINERODUCTO Y TERMINAL PORTUARIA  
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

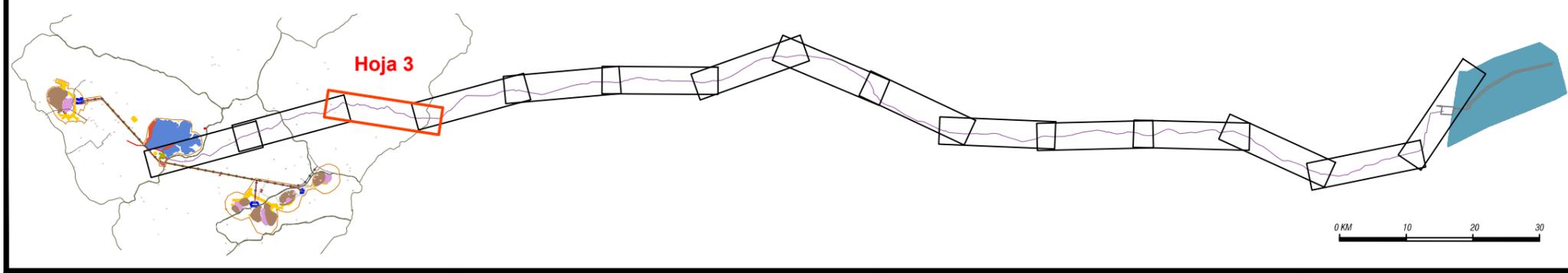
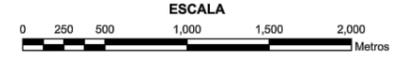
 MINERA ARATURI	RESPONSABLE TÉCNICO  Ing. Cyro Croce	PROYECTISTA OSD Pipelines	ESCALA INDICADAS FECHA OCTUBRE 2011 LAMINA N° <b>C.8_15B</b>
	DENOMINACIÓN <b>MINERODUCTO RUTA - HOJA 2 DE 15</b>		



**REFERENCIAS**

RUTA del MINERODUCTO	CAMINOS	Hidrografía	Vegetación
Corredor Internacional	Cuerpos de agua	Bosque Costero	Bosque Nativo
Ruta Primaria	Padrones	Eucaliptus	Montes de Abrigo Y Otros Eucaliptus
Ruta Secundaria		Parque	Pino
Ruta Terciaria			
Caminería Departamental			
Acceso Público			

Horizontal = 100 metros  
Vertical = 10 metros



**PROYECTO VALENTINES**  
EXTRACCION Y BENEFICIAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO MINERODUCTO Y TERMINAL PORTUARIA  
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

 MINERA ARATURI	RESPONSABLE TÉCNICO  Ing. Cyro Croce	PROYECTISTA OSD Pipelines	ESCALA INDICADAS FECHA OCTUBRE 2011 LAMINA N° <b>C.8_15C</b>
	DENOMINACIÓN <b>MINERODUCTO RUTA - HOJA 3 DE 15</b>		

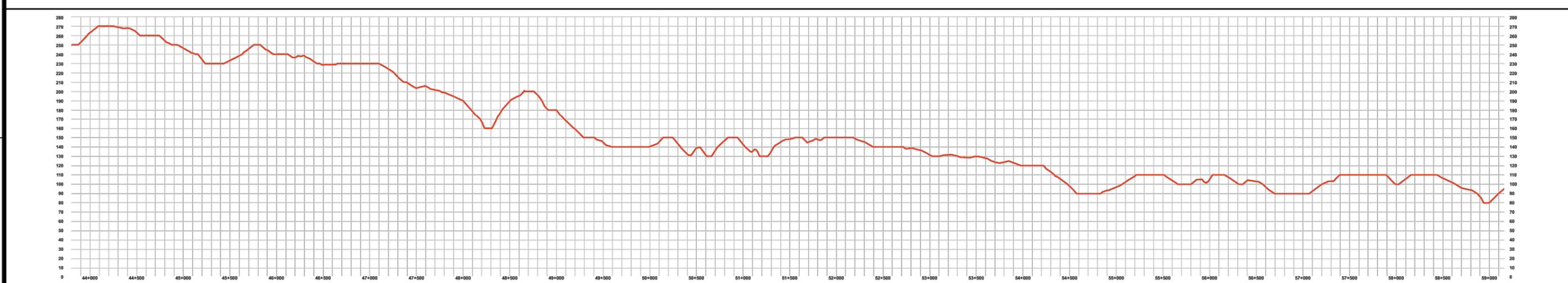
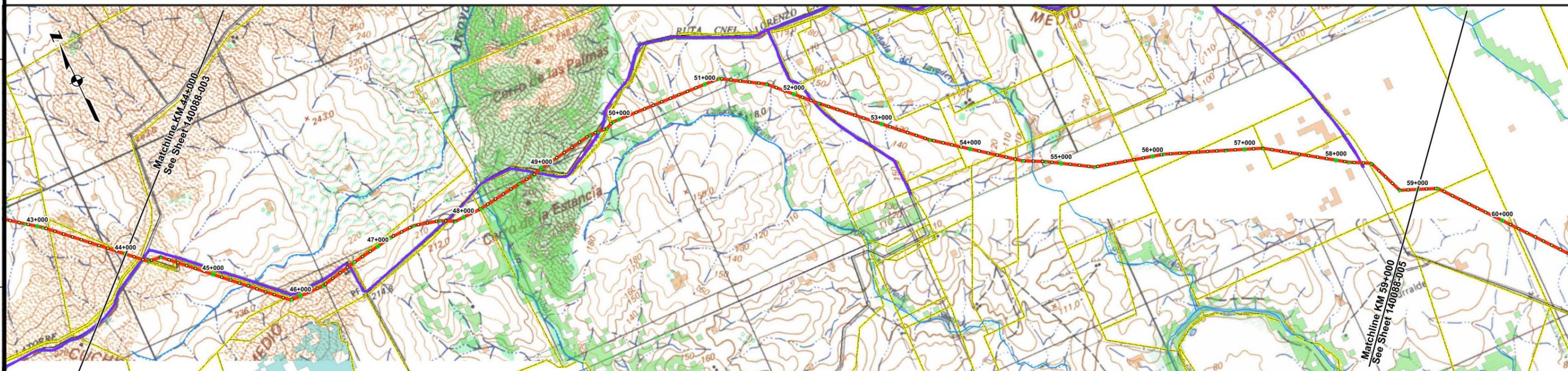
A

B

C

D

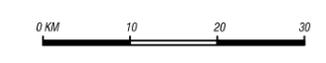
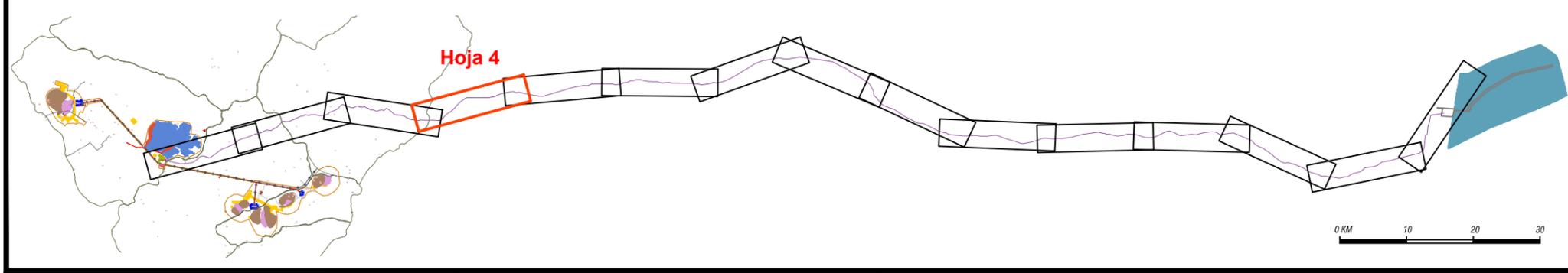
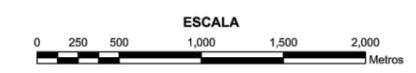
E



**REFERENCIAS**

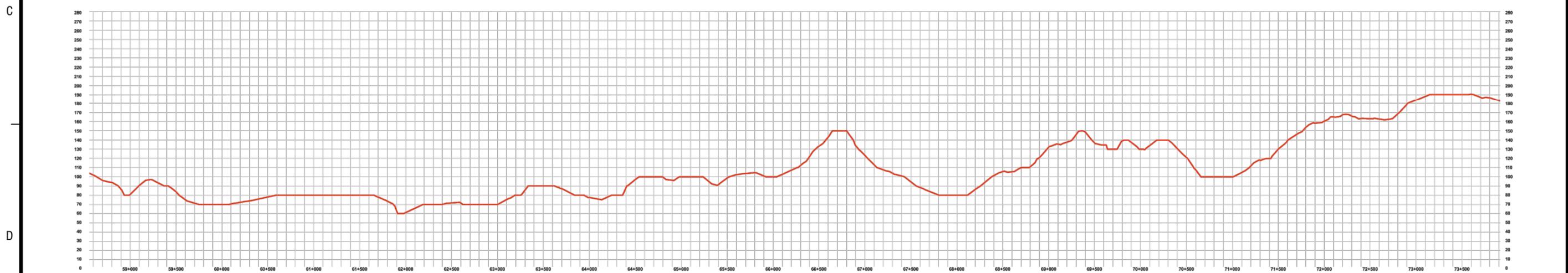
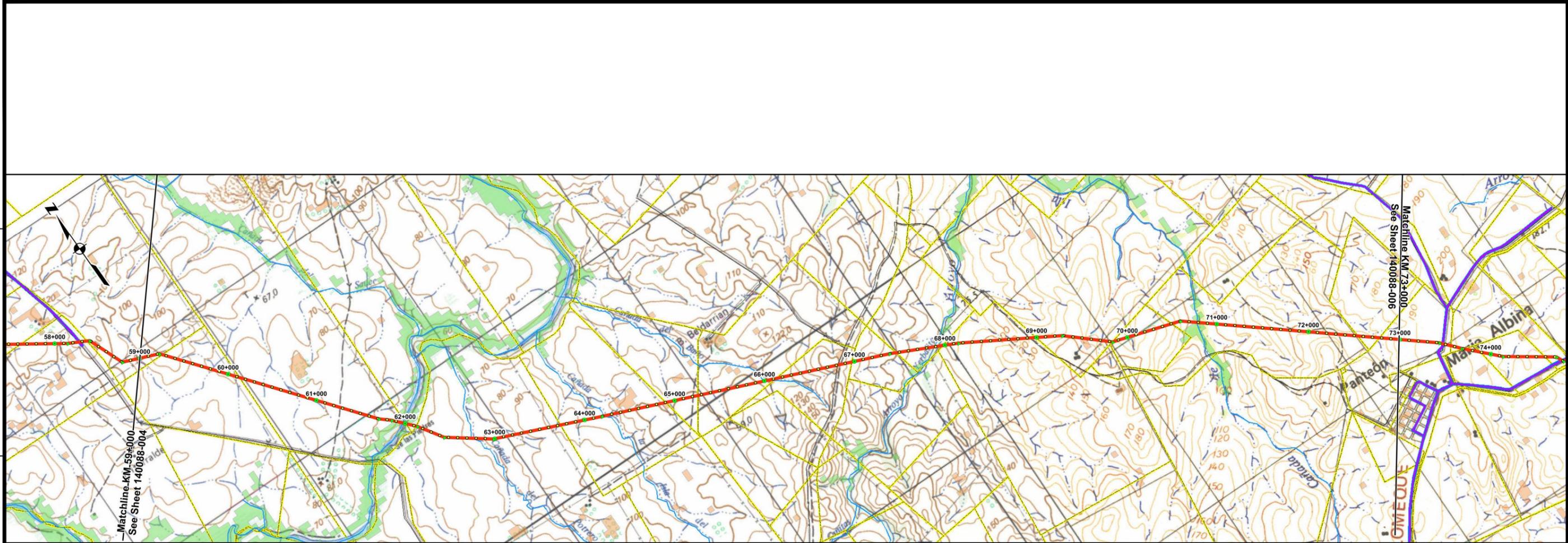
RUTA del MINERODUCTO	CAMINOS	Hidrografia	Vegetación
Corredor Internacional	Cuerpos de agua	Padrones	Bosque Costero
Ruta Primaria	Eucaliptus	Montes de Abrigo Y Otros Eucaliptus	Bosque Nativo
Ruta Secundaria	Parque	Pino	
Ruta Tercia			
Caminería Departamental			
Acceso Público			

Horizontal = 100 metros  
Vertical = 10 metros



**PROYECTO VALENTINES**  
EXTRACCION Y BENEFICIAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO MINERODUCTO Y TERMINAL PORTUARIA  
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

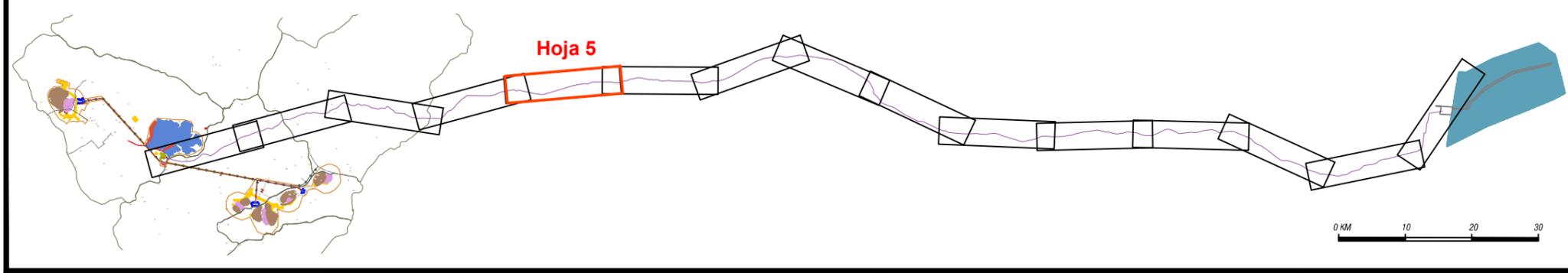
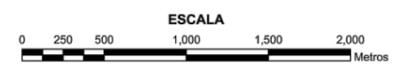
 MINERA ARATURI	RESPONSABLE TÉCNICO  Ing. Cyro Croce	PROYECTISTA OSD Pipelines	ESCALA INDICADAS FECHA OCTUBRE 2011 LAMINA N° <b>C.8_15D</b>
	DENOMINACIÓN <b>MINERODUCTO RUTA - HOJA 4 DE 15</b>		



**REFERENCIAS**

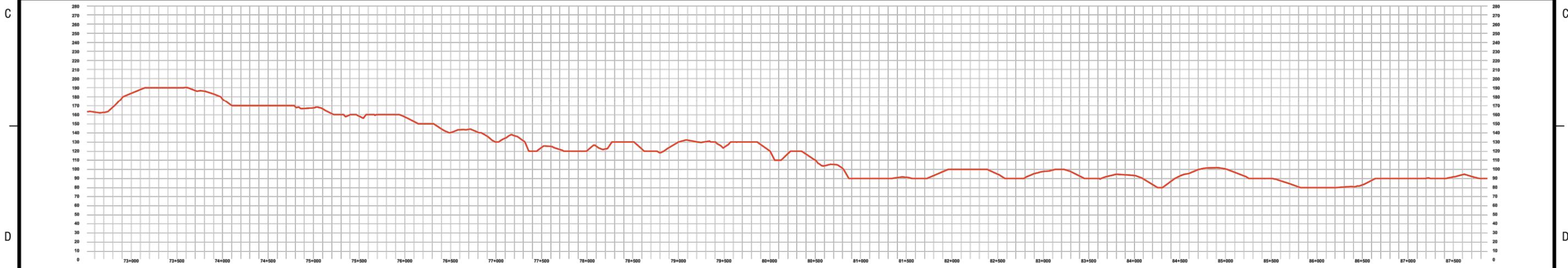
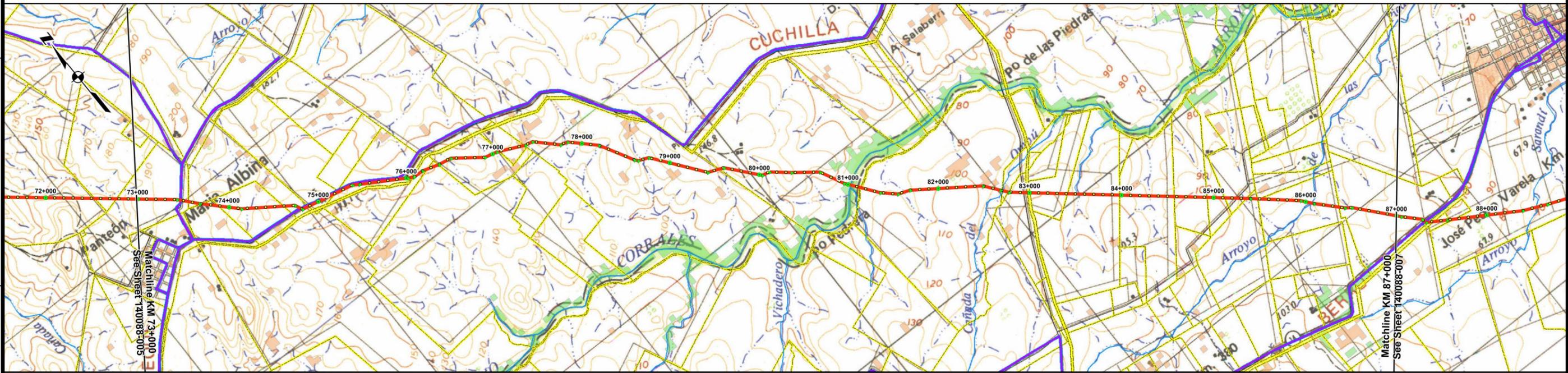
RUTA del MINERODUCTO	CAMINOS	Hidrografia	Vegetación
Corredor Internacional	Cuerpos de agua	Bosque Costero	Bosque Nativo
Ruta Primaria	Padrones	Eucaliptus	Montes de Abrigo Y Otros Eucaliptus
Ruta Secundaria		Parque	Pino
Ruta Terciaria			
Camineria Departamental			
Acceso Público			

Horizontal = 100 metros  
Vertical = 10 metros



**PROYECTO VALENTINES**  
EXTRACCION Y BENEFICIAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO MINERODUCTO Y TERMINAL PORTUARIA  
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

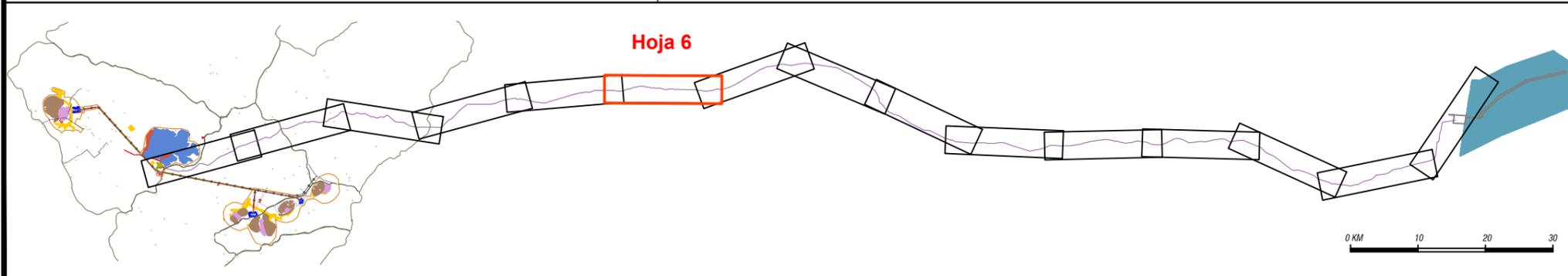
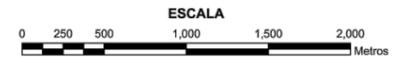
 MINERA ARATIRI	RESPONSABLE TÉCNICO  Ing. Cyro Croce	PROYECTISTA OSD Pipelines	ESCALA INDICADAS FECHA OCTUBRE 2011 LAMINA N° <b>C.8_15E</b>
	DENOMINACIÓN <b>MINERODUCTO RUTA - HOJA 5 DE 15</b>		



**REFERENCIAS**

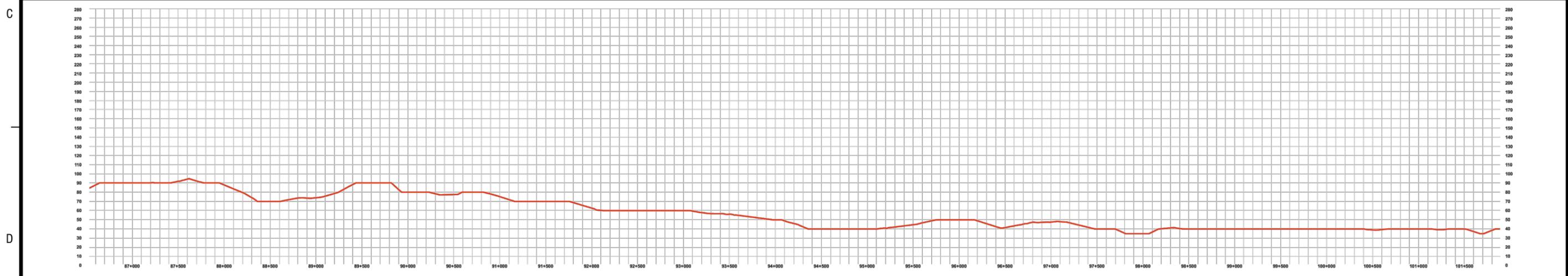
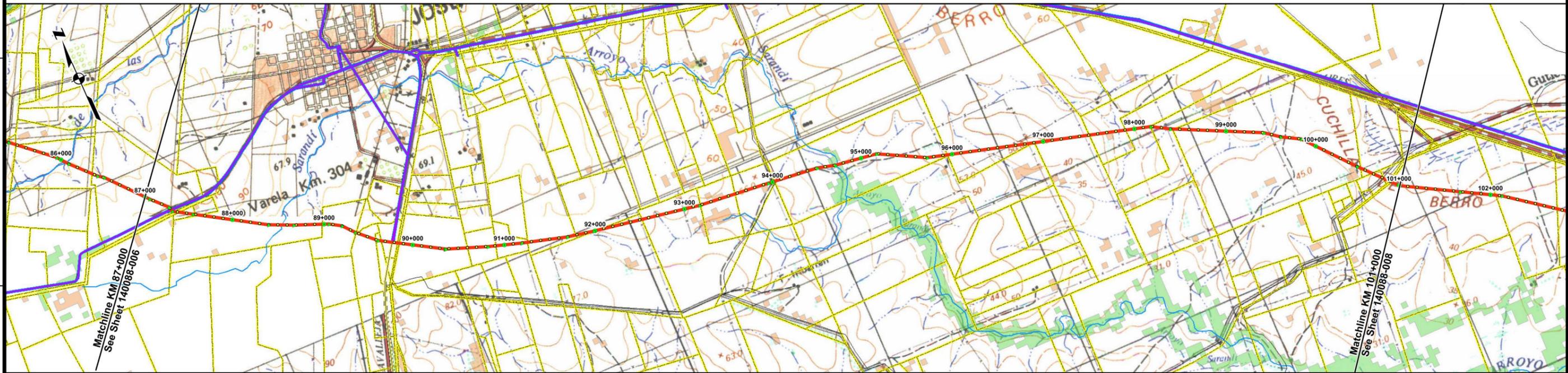
RUTA del MINERODUCTO	CAMINOS	Hidrografía	Vegetación
Corredor Internacional	Ruta Primaria	Cuerpos de agua	Bosque Costero
Ruta Secundaria	Ruta Terciaria	Padrones	Bosque Nativo
Caminería Departamental	Acceso Público		Eucaliptus
			Montes de Abrigo Y Otros Eucaliptus
			Parque
			Pino

Horizontal = 100 metros  
Vertical = 10 metros



**PROYECTO VALENTINES**  
EXTRACCION Y BENEFICIAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO MINERODUCTO Y TERMINAL PORTUARIA  
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

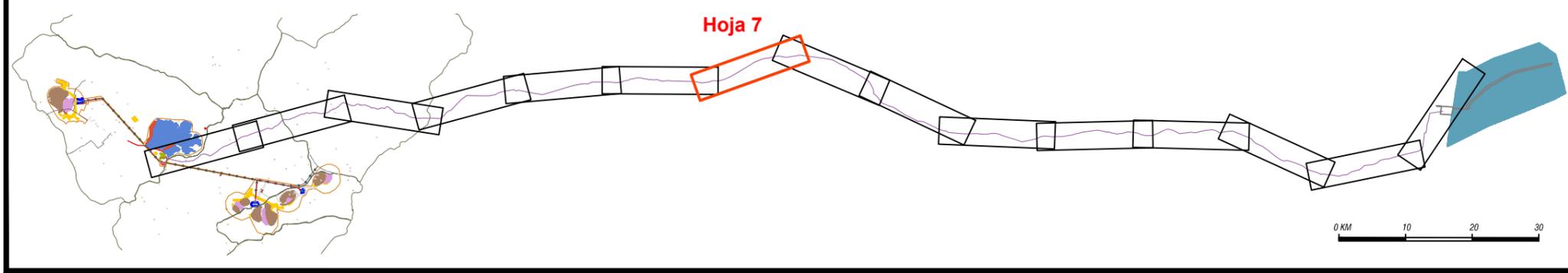
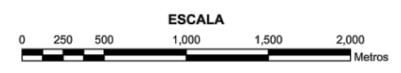
 MINERA ARATIRI	RESPONSABLE TÉCNICO  Ing. Cyro Croce	PROYECTISTA OSD Pipelines	ESCALA INDICADAS FECHA OCTUBRE 2011 LAMINA N° <b>C.8_15F</b>
	DENOMINACIÓN <b>MINERODUCTO RUTA - HOJA 6 DE 15</b>		



**REFERENCIAS**

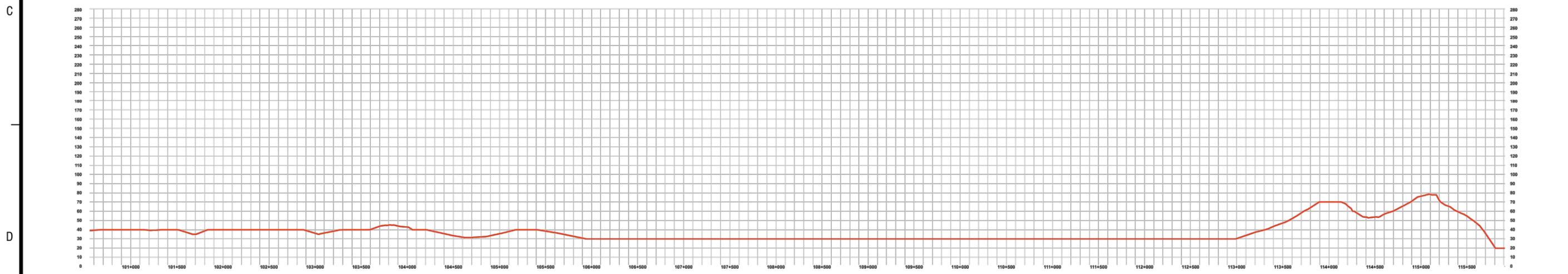
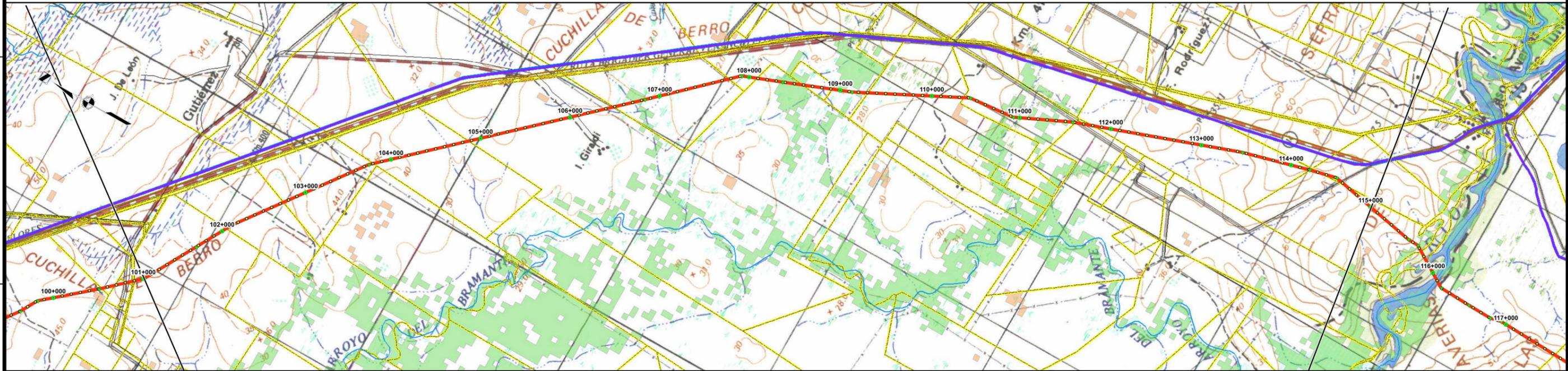
RUTA del MINERODUCTO	CAMINOS	Hidrografia	Vegetación
Corredor Internacional	Cuerpos de agua	Bosque Costero	Bosque Nativo
Ruta Primaria	Padrones	Eucaliptus	Montes de Abrigo Y Otros Eucaliptus
Ruta Secundaria		Parque	Pino
Ruta Terciaria			
Camineria Departamental			
Acceso Público			

Horizontal = 100 metros  
Vertical = 10 metros



**PROYECTO VALENTINES**  
EXTRACCION Y BENEFICIAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO MINERODUCTO Y TERMINAL PORTUARIA  
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

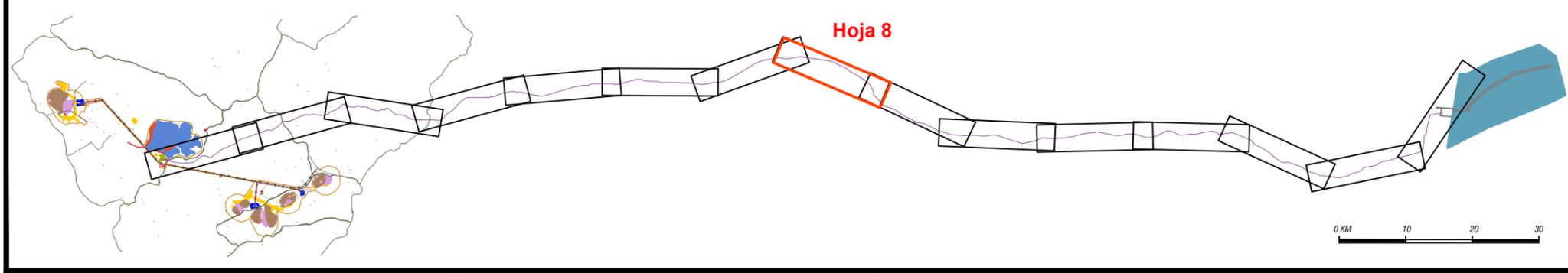
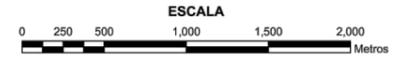
 MINERA ARATURI	RESPONSABLE TÉCNICO  Ing. Cyro Croce	PROYECTISTA OSD Pipelines	ESCALA INDICADAS FECHA OCTUBRE 2011 LAMINA N° <b>C.8_15G</b>
	DENOMINACIÓN <b>MINERODUCTO RUTA - HOJA 7 DE 15</b>		



**REFERENCIAS**

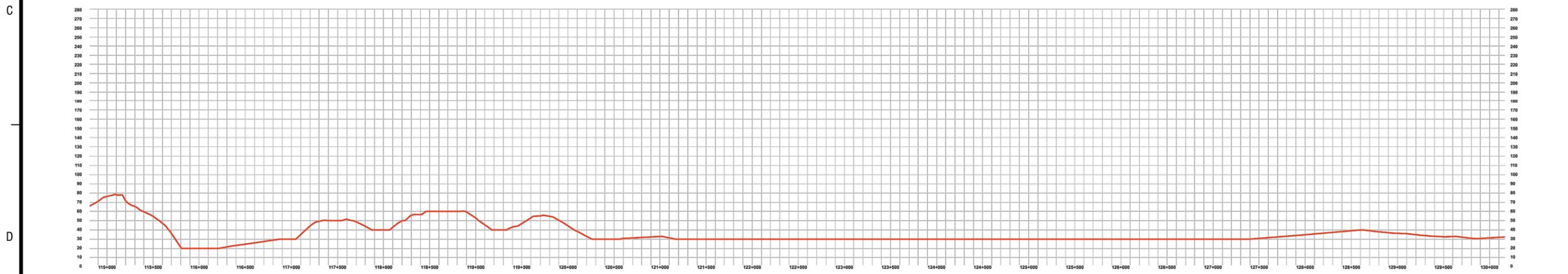
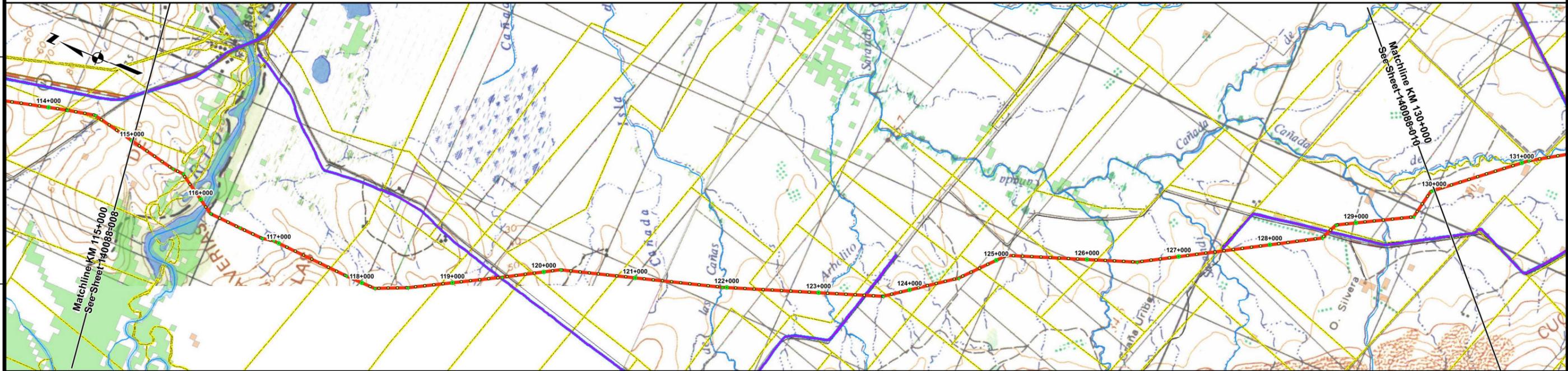
RUTA del MINERODUCTO	Corredor Internacional	Hidrografia	Vegetación
Ruta Primaria	Ruta Secundaria	Cuerpos de agua	Bosque Costero
Ruta Terciaria	Caminería Departamental	Padrones	Bosque Nativo
Acceso Público			Eucaliptus
			Montes de Abrigo Y Otros Eucaliptus
			Parque
			Pino

Horizontal = 100 metros  
Vertical = 10 metros



**PROYECTO VALENTINES**  
EXTRACCION Y BENEFICIAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO MINERODUCTO Y TERMINAL PORTUARIA  
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

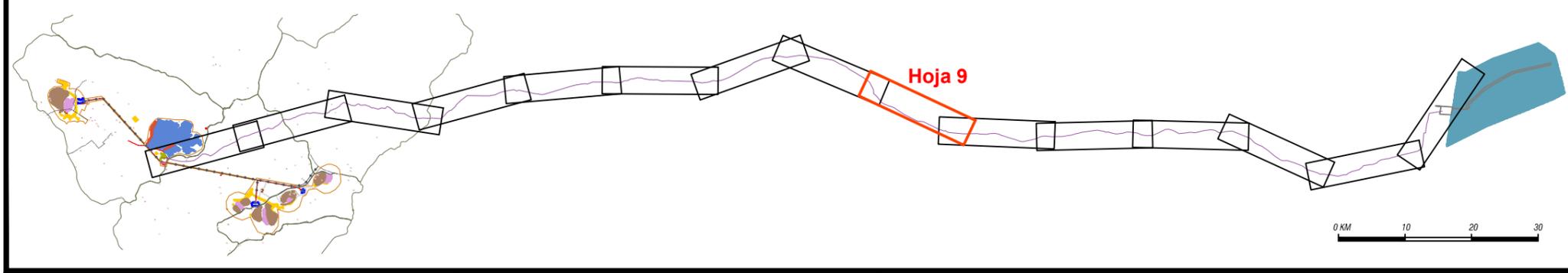
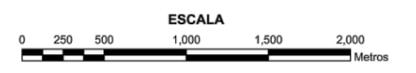
 MINERA ARATURI	RESPONSABLE TÉCNICO  Ing. Cyro Croce	PROYECTISTA OSD Pipelines	ESCALA INDICADAS FECHA OCTUBRE 2011 LAMINA N° <b>C.8_15H</b>
	DENOMINACIÓN <b>MINERODUCTO RUTA - HOJA 8 DE 15</b>		



**REFERENCIAS**

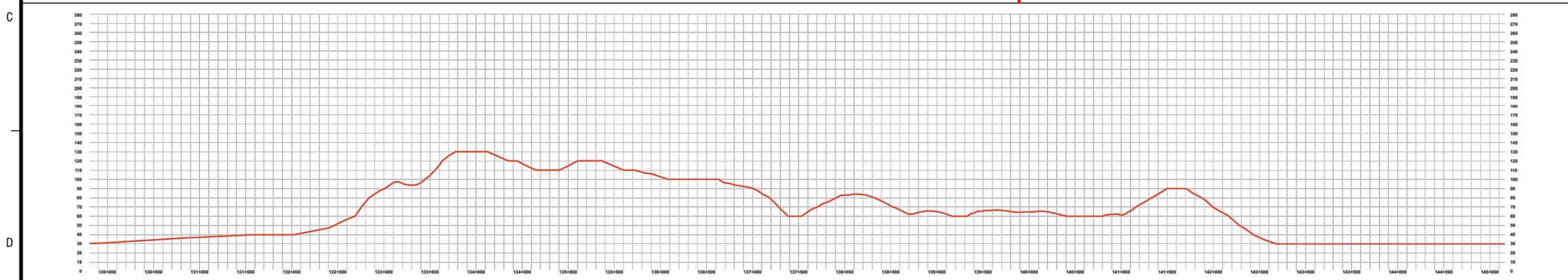
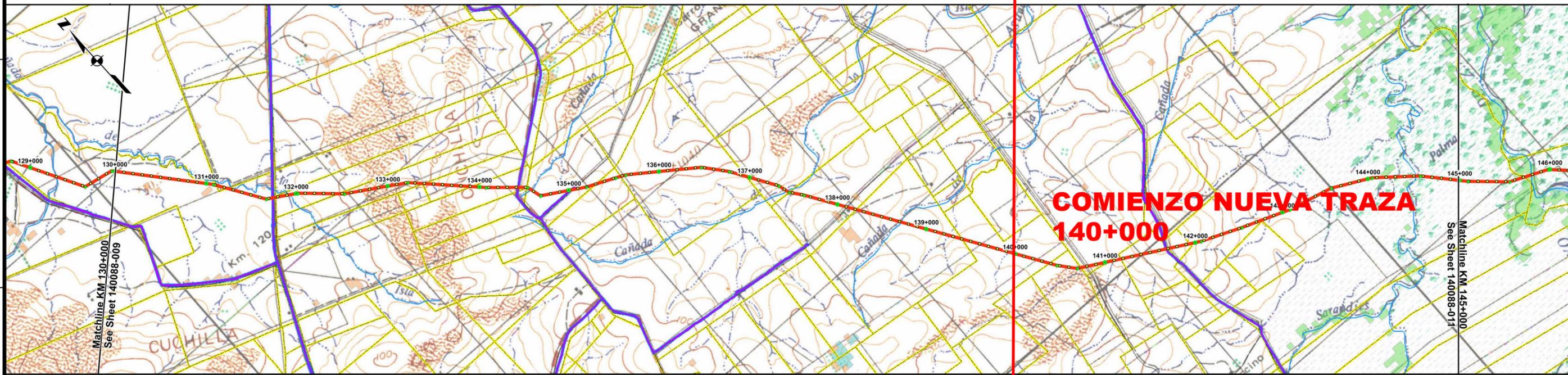
RUTA del MINERODUCTO	CAMINOS	Hidrografia	Vegetación
Corredor Internacional	Cuerpos de agua	Bosque Costero	Bosque Nativo
Ruta Primaria	Padrones	Eucaliptus	Montes de Abrigo Y Otros Eucaliptus
Ruta Secundaria		Parque	Pino
Ruta Terciaia			
Camineria Departamental			
Acceso Público			

Horizontal = 100 metros  
Vertical = 10 metros



**PROYECTO VALENTINES**  
EXTRACCION Y BENEFICIAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO MINERODUCTO Y TERMINAL PORTUARIA  
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

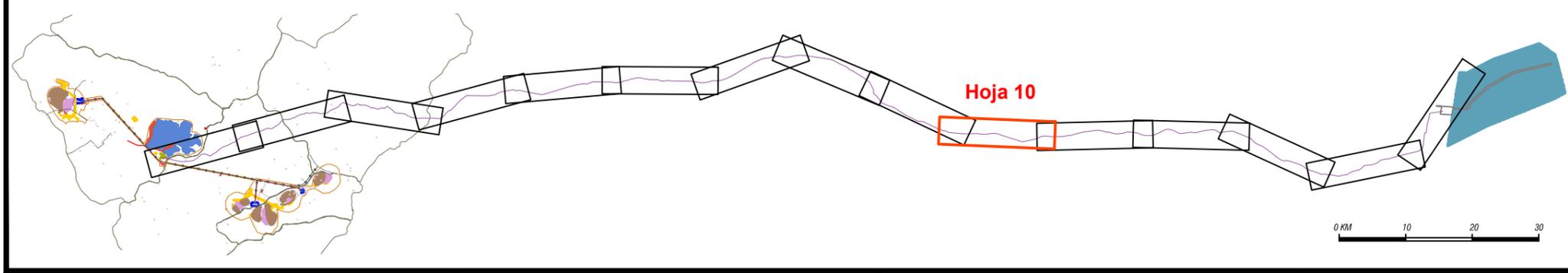
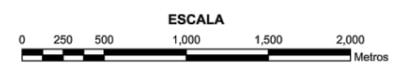
 MINERA ARATURI	RESPONSABLE TÉCNICO	PROYECTISTA	ESCALA INDICADAS
		OSD Pipelines	FECHA OCTUBRE 2011 LAMINA N° <b>C.8_151</b>



**REFERENCIAS**

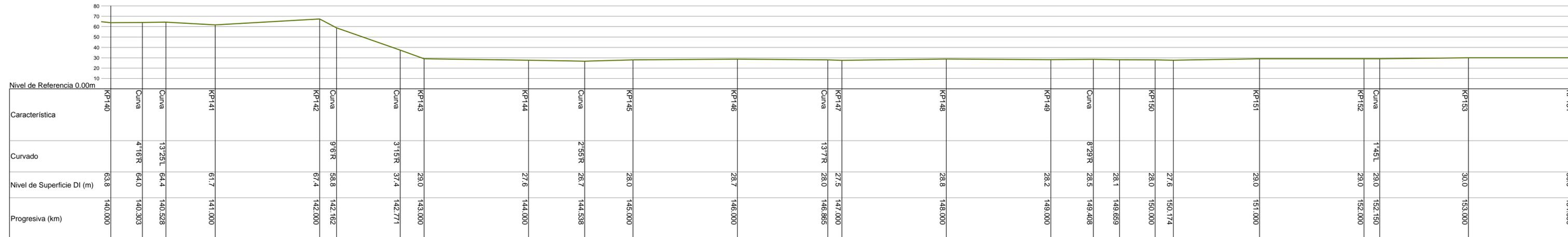
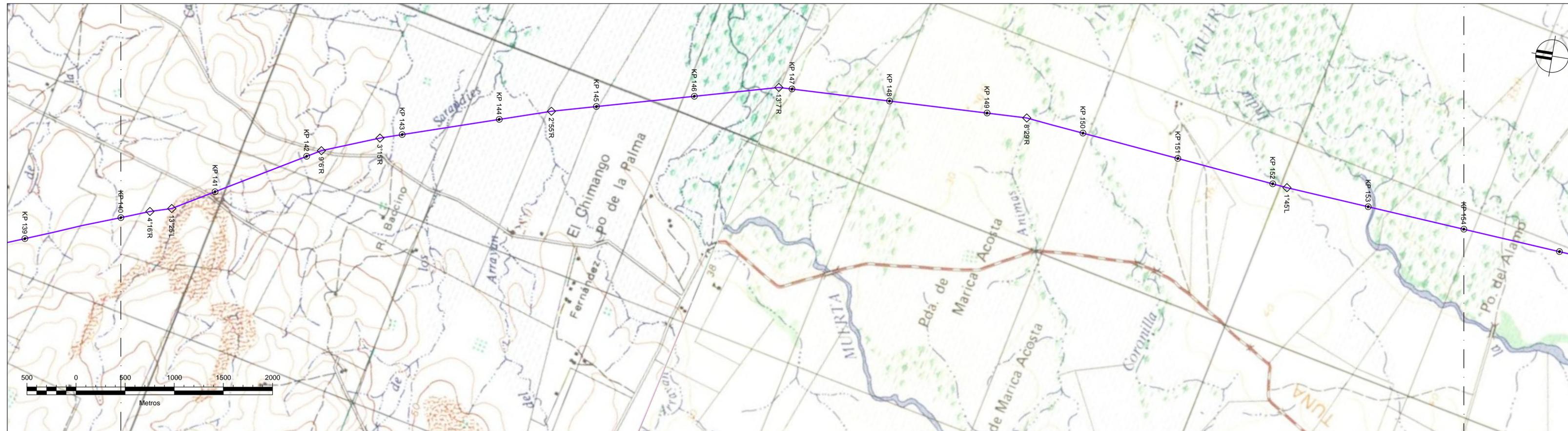
RUTA del MINERODUCTO	CAMINOS	Hidrografía	Vegetación
Ruta Primaria	Corredor Internacional	Cuerpos de agua	Bosque Costero
Ruta Secundaria	Ruta Terciaria	Padrones	Eucaliptus
Caminería Departamental	Acceso Público		Montes de Abrigo Y Otros Eucaliptus
			Parque
			Pino

Horizontal = 100 metros  
Vertical = 10 metros



**PROYECTO VALENTINES**  
EXTRACCION Y BENEFICIAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO MINERODUCTO Y TERMINAL PORTUARIA  
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

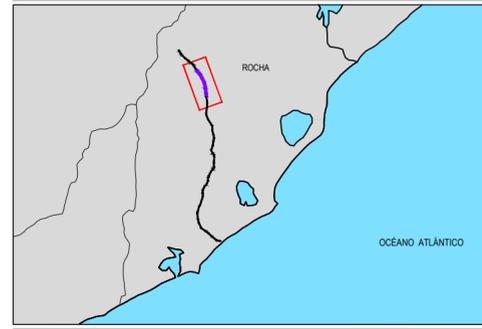
 MINERA ARATIRI	RESPONSABLE TÉCNICO  Ing. Cyro Croce	PROYECTISTA OSD Pipelines	ESCALA INDICADAS FECHA OCTUBRE 2011 LAMINA N° <b>C.8_15J</b>
	DENOMINACIÓN <b>MINERODUCTO RUTA - HOJA 10 DE 15</b>		



Datos de perfiles extraídos del MDT SRTM de NASA



MAPA DE UBICACIÓN



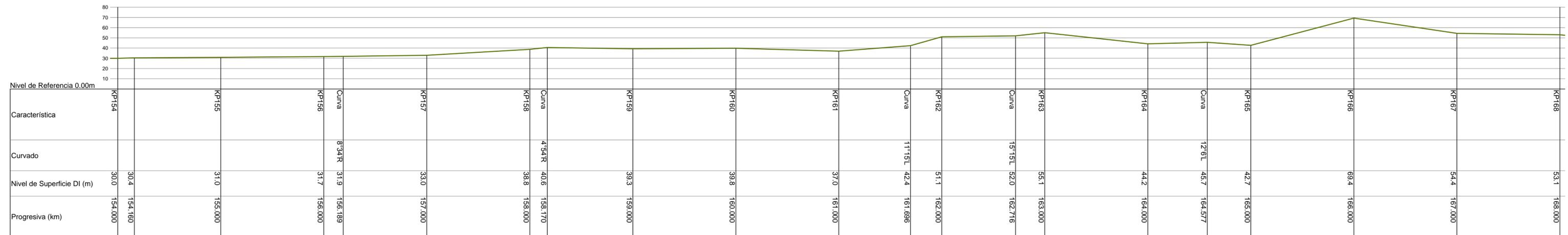
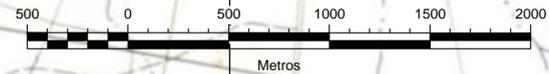
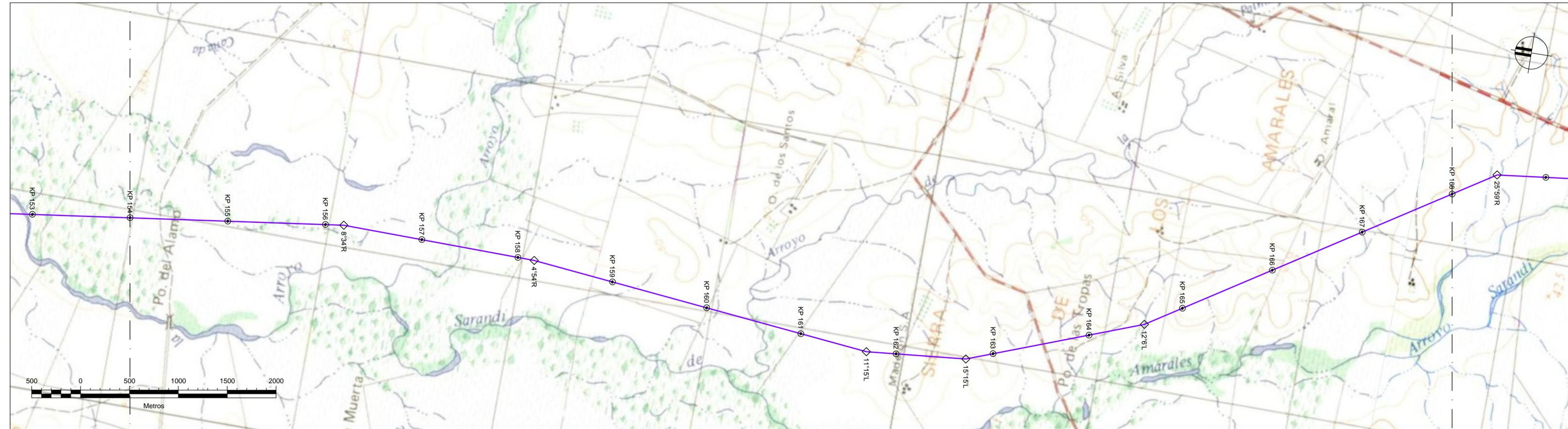
REFERENCIAS

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	Traza de Mineroducto
	Marcador de Progresiva (1km)
	Punto de curvado

**PROYECTO VALENTINES**  
ACTUALIZACIÓN DE SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

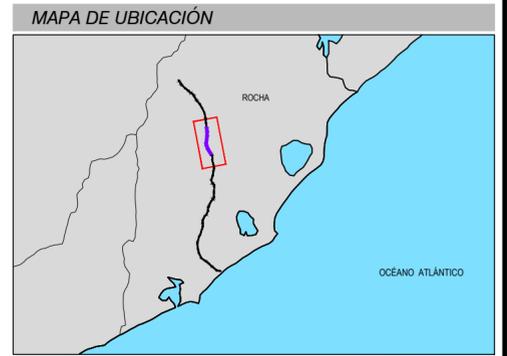
**TRAZA DE MINERODUCTO**  
1 de 7

	TÉCNICO RESPONSABLE: Ing. Marcos Bigatti	DIBUJANTE: ESCALA: 1/25000	A3 NUMERO INT.
	COORDINADOR DE PROYECTO: MSc. Lic. Sandra Castro Scaroni	FECHA: Agosto 2014	REVISIÓN: ARCHIVO MAGNETICO: 0000.DWG
	PROYECTISTA:		



Datos de perfiles extraídos del MDT SRTM de NASA

Exageración Vertical x 10



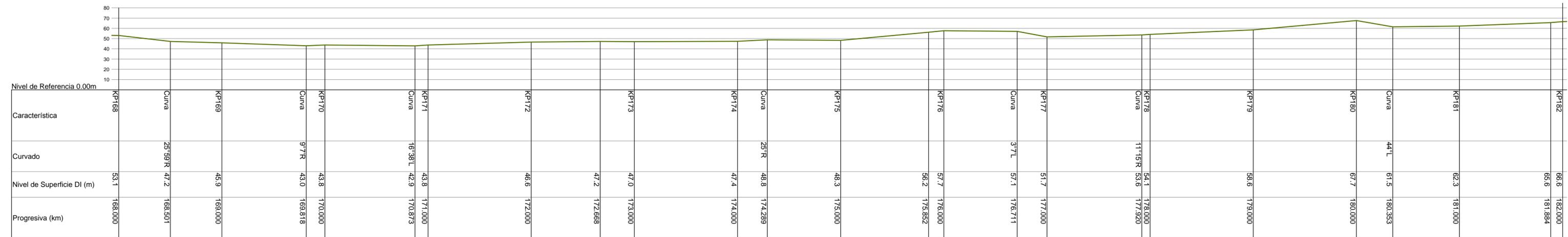
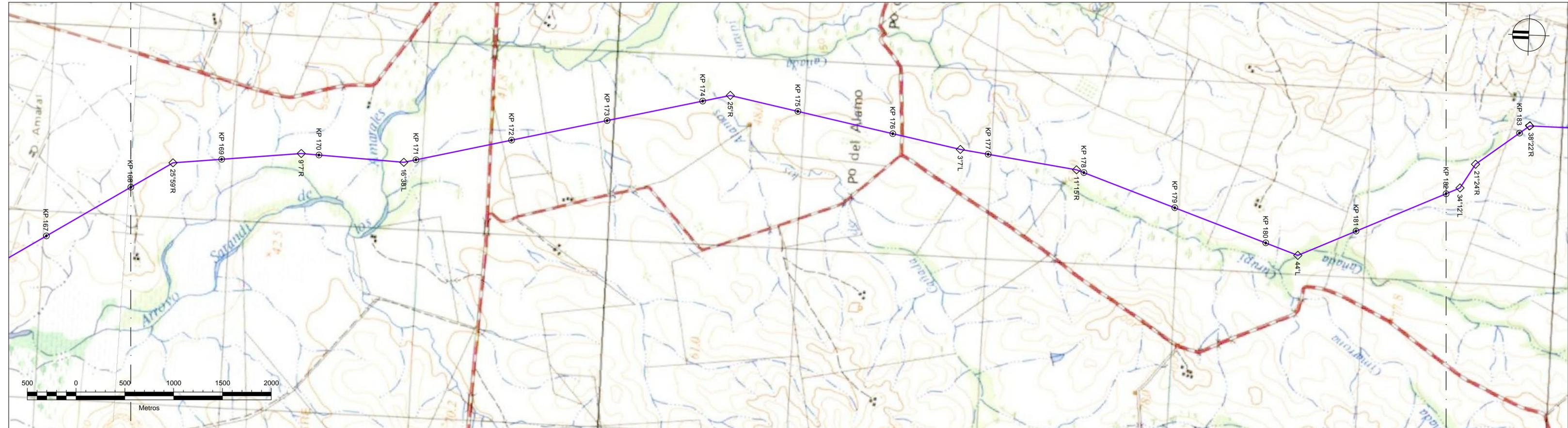
**REFERENCIAS**

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	Traza de Mineroducto
	Marcador de Progresiva (1km)
	Punto de curvado

**PROYECTO VALENTINES**  
ACTUALIZACIÓN DE SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

**TRAZA DE MINERODUCTO**  
2 de 7

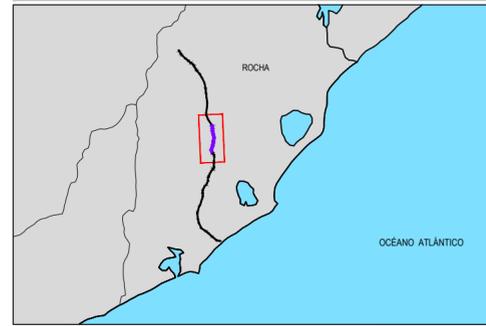
	TÉCNICO RESPONSABLE: Ing. Marcos Biagini	DIBUJANTE:	<b>A3</b> NUMERO INT.
	COORDINADOR DE PROYECTO: MSc. Lic. Sandra Castro Scarone	ESCALA: 1/25000	
	PROYECTISTA:	REVISIÓN: ARCHIVO MAGNETICO 0000.DWG	LAMINA N°: <b>2/7</b>



Datos de perfiles extraídos del MDT SRTM de NASA



MAPA DE UBICACIÓN



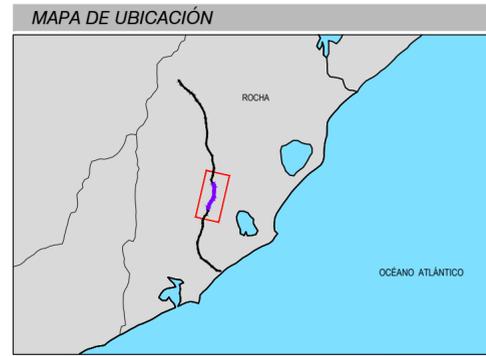
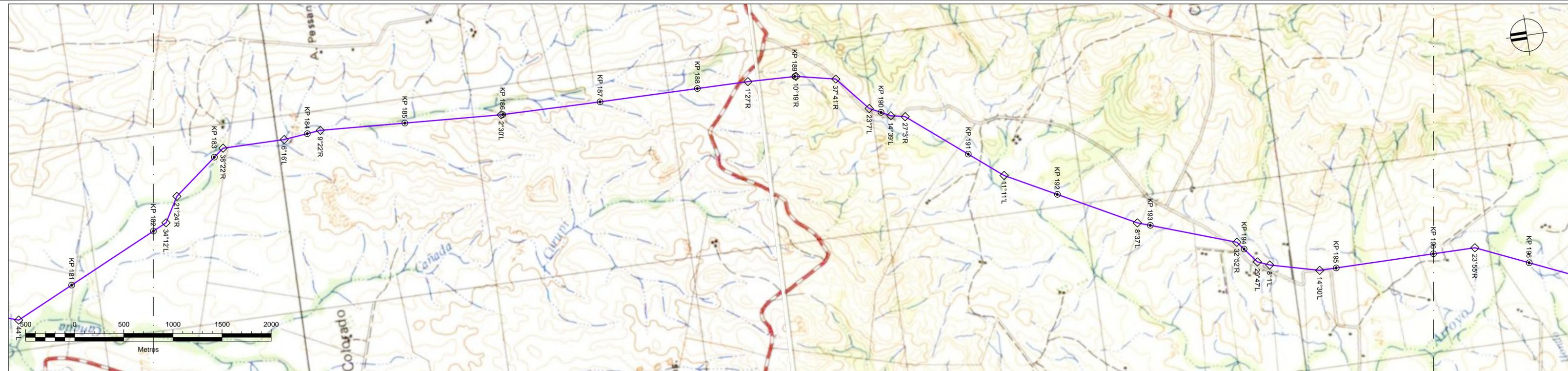
REFERENCIAS

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	Traza de Mineroducto
	Marcador de Progresiva (1km)
	Punto de curvado

PROYECTO VALENTINES  
ACTUALIZACIÓN DE SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

TRAZA DE MINERODUCTO  
3 de 7

	TÉCNICO RESPONSABLE: <i>Ing. Marcos Bignotti</i>	DIBUJANTE: _____	<b>A3</b> NUMERO INT.
	COORDINADOR DE PROYECTO: <i>MSc. Lic. Sandra Castro Scarone</i>	FECHA: Agosto 2014	REVISIÓN: _____
PROYECTISTA: _____	ARCHIVO MAGNETICO: 0000.DWG		



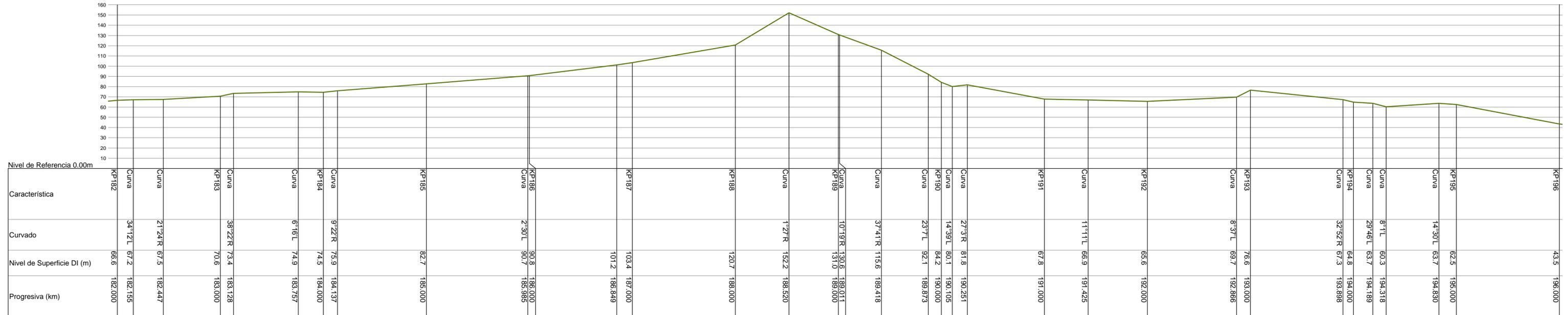
**REFERENCIAS**

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	Traza de Mineroducto Propuesta
	Marcador de Progresiva (1km)
	Punto de curvado

**PROYECTO VALENTINES**  
ACTUALIZACIÓN DE SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

**TRAZA DE MINERODUCTO**  
4 de 7

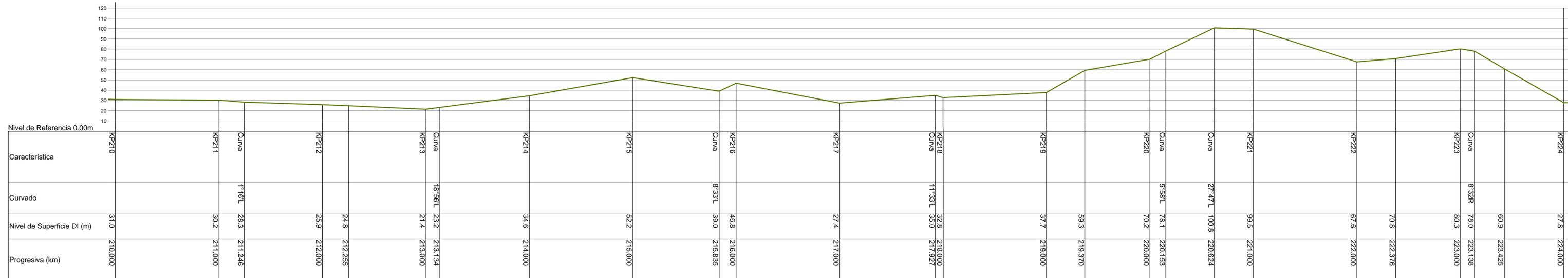
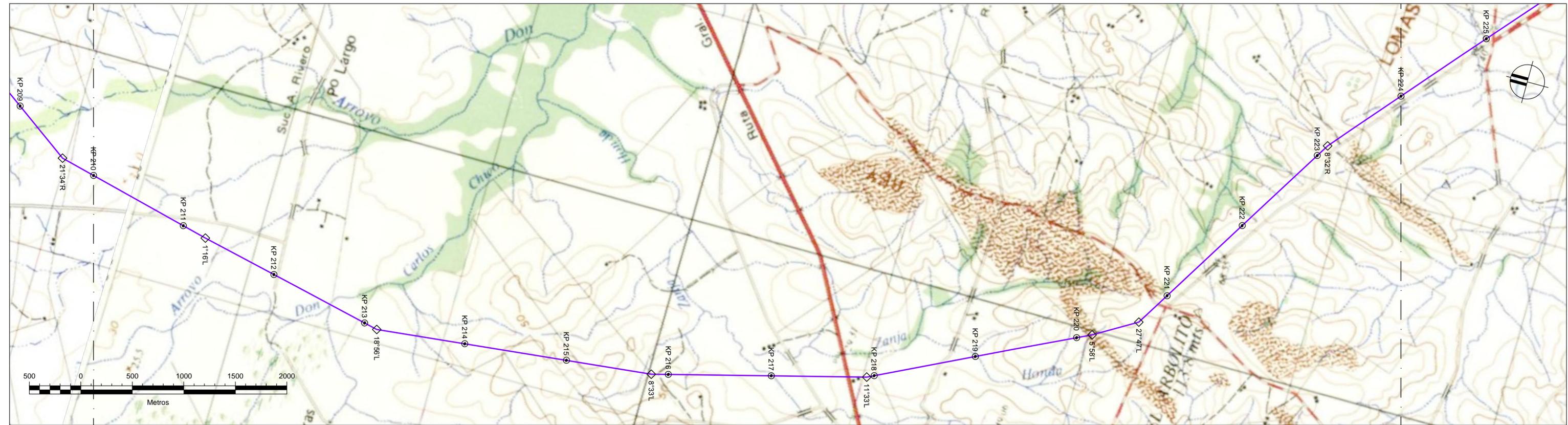
	TÉCNICO RESPONSABLE: <i>Ing. Marcos Bigatti</i>	DIBUJANTE: _____	<b>A3</b> NUMERO INT.
	COORDINADOR DE PROYECTO: <i>MSc. Lic. Sandra Castro Scaroni</i>	FECHA: Agosto 2014	REVISIÓN: _____
PROYECTISTA: 	ARCHIVO: MAGNETICO 0000.DWG		



Característica	Curvado	Nivel de Superficie DI (m)	Progresiva (km)
KP182	Curva 34°12L	67.2	182.155
Curva	21°24R	67.5	182.447
Curva	38°22R	73.4	183.128
KP183	Curva	70.6	183.000
Curva	6°16L	74.9	183.757
KP184	Curva 9°22R	75.9	184.137
Curva	KP184	74.5	184.000
KP185	Curva	82.7	185.000
Curva	KP186	90.8	186.000
Curva	Curva	90.7	185.985
KP187	Curva	103.4	187.000
Curva	Curva	101.2	186.849
KP188	Curva	120.7	188.000
Curva	Curva	152.2	188.520
Curva	KP189	131.0	189.000
Curva	Curva	130.6	189.011
Curva	Curva	115.6	189.418
Curva	Curva	92.1	189.873
Curva	Curva	84.2	190.105
Curva	Curva	80.1	190.105
Curva	Curva	81.8	190.251
Curva	Curva	27°3R	190.251
Curva	Curva	14°39L	190.105
Curva	Curva	84.2	190.000
Curva	Curva	23°7L	189.873
Curva	Curva	92.1	189.873
Curva	Curva	67.8	191.000
Curva	Curva	68.9	191.425
Curva	Curva	69.7	192.866
Curva	Curva	76.6	193.000
Curva	Curva	8°37L	192.866
Curva	Curva	8°1L	194.318
Curva	Curva	60.3	194.318
Curva	Curva	29°46L	194.189
Curva	Curva	63.7	194.189
Curva	Curva	64.8	194.000
Curva	Curva	32°52R	193.898
Curva	Curva	67.3	193.898
Curva	Curva	14°30L	194.830
Curva	Curva	62.5	195.000
Curva	Curva	62.5	195.000
Curva	Curva	43.5	196.000

Datos de perfiles extraídos del MDT SRTM de NASA

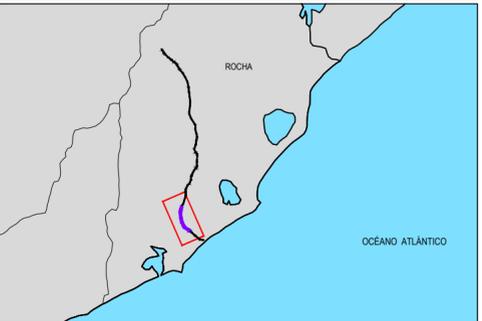




Datos de perfiles extraídos del MDT SRTM de NASA



MAPA DE UBICACIÓN



REFERENCIAS

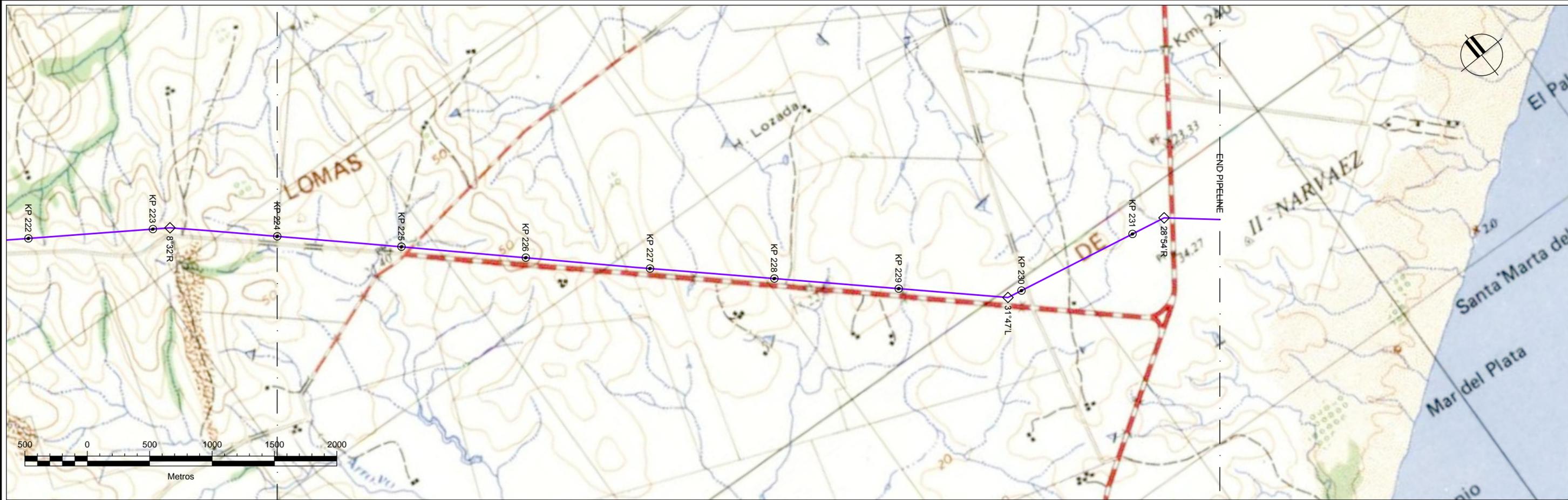
SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	Traza de Mineroducto Propuesta
	Marcador de Progresiva (1km)
	Punto de curvado

PROYECTO VALENTINES  
ACTUALIZACIÓN DE SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

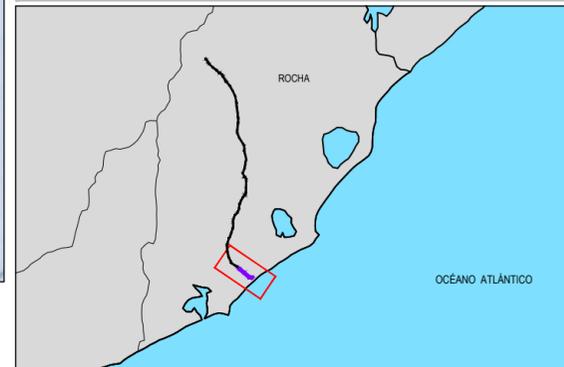


TRAZA DE MINERODUCTO  
6 de 7

TÉCNICO RESPONSABLE: <i>Ing. Marcos Biagetti</i>	DIBUJANTE: ESCALA: 1/25000	A3 NUMERO INT.
COORDINADOR DE PROYECTO: <i>M.Sc. Lic. Sndra Castro Scarone</i>	FECHA: Agosto 2014	LAMINA N° <b>6/7</b>
PROYECTISTA:	REVISIÓN:	ARCHIVO: MAGNETICO 0000.DWG

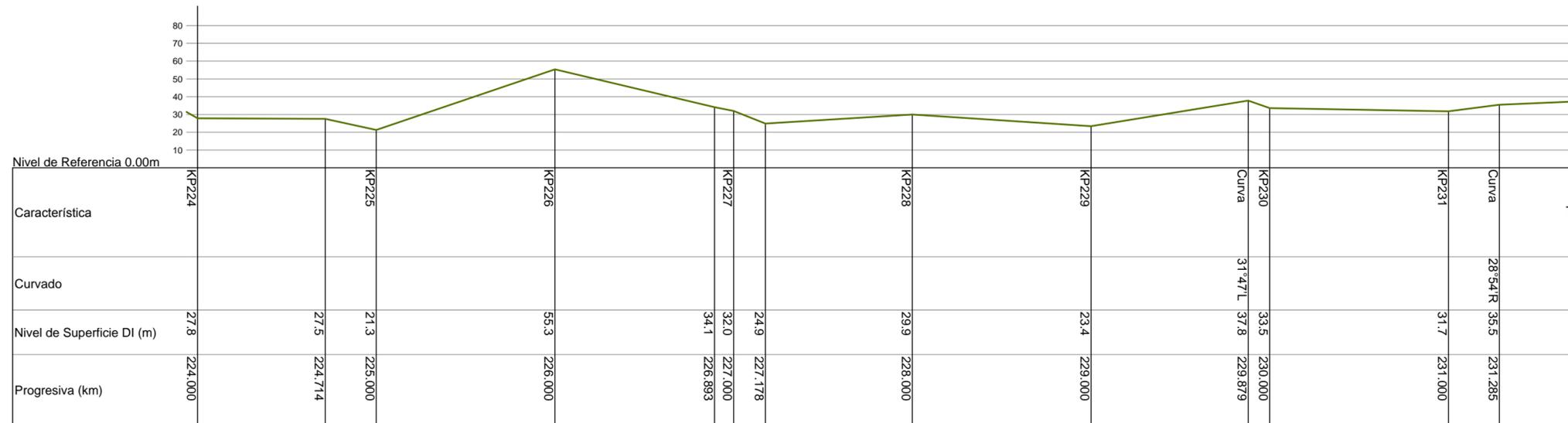


MAPA DE UBICACIÓN



REFERENCIAS

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	Traza de Mineroducto Propuesta
	Marcador de Progresiva (1km)
	Punto de curvado



Exageración Vertical x 10

Datos de perfiles extraídos del MDT SRTM de NASA

PROYECTO VALENTINES  
ACTUALIZACIÓN DE SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA

TRAZA DE MINERODUCTO  
7 de 7

	TÉCNICO RESPONSABLE <i>Ing. Marcos Bigatti</i>	DIBUJANTE ESCALA 1/25000	A3 NUMERO INT.
	COORDINADOR DE PROYECTO <i>MSc. Lic. Sandra Castro Scarone</i>	FECHA Agosto 2014	REVISIÓN LAMINA N° <b>7/7</b>
PROYECTISTA	ARCHIVO MAGNETICO 0000.DWG		