

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS
DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS CONEXAS
DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II**

TITULACION POR EXAMEN PROFESIONAL

**Para optar el Título Profesional de :
INGENIERO CIVIL**

PAUL STEVE MAGUIÑA RODRIGUEZ

**Lima-Perú
2000**

DEDICATORIA

- A Dios, por ser mi guía y protector.
- A mis padres, Enoch y María, por todo el apoyo que supieron brindarme y la confianza depositada en mí.
- A mi esposa, Nelly, y a mi hija, Ilene, por todo su amor, cariño y comprensión para lograr mi más ansiada meta.

SUMARIO

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I FUNDAMENTO TEORICO

- 1.1 SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO DE ROCAS
- 1.2 FANEL STANDARD
- 1.3 CORDONES DETONANTES
- 1.4 MECHAS DE SEGURIDAD
- 1.5 SEMEXA 80, 65, 60 Y 45

CAPITULO II DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS

- 2.1 UBICACIÓN DE LAS OBRAS
- 2.2 CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LA ZONA
- 2.3 ACCESO AL LUGAR DE LAS OBRAS
- 2.4 ASPECTOS TÉCNICO ECONOMICOS
- 2.5 INFORMACION DEL PROYECTO
- 2.6 DESCRIPCION DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS CONEXAS Y CRONOGRAMA DE EJECUCION

CAPITULO III METODOLOGIA DE EJECUCION DEL TUNEL DE ADUCCION

- 3.1 DEFINICION
- 3.2 PERFORACION
- 3.3 CARGA Y DISPARO
- 3.4 VENTILACION
- 3.5 EXTRACCION DE DESMONTE
- 3.6 SOSTENIMIENTO
- 3.7 MEDIDAS DE SEGURIDAD
- 3.8 ESTABILIZACION DEL TUNEL DE ADUCCION
- 3.9 CHIMENEA DE EQUILIBRIO
- 3.10 INSTALACIONES INDUSTRIALES
- 3.11 SECUENCIA CONSTRUCTIVA

CAPITULO IV PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE OBRAS

- 4.1 MONTO DEL CONTRATO
- 4.2 PROGRAMACION DE OBRA
- 4.3 AMPLIACIONES DE PLAZO
- 4.4 ORDENES DE CAMBIO TRAMITADAS Y APROBADAS

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 5.1 CONCLUSIONES
- 5.2 RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO N° I	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
ANEXO N° II	CUADROS
ANEXO N° II	GRAFICOS
ANEXO N° IV	FOTOGRAFÍAS DE OBRA
ANEXO N° V	PLANOS

INTRODUCCION

El presente Informe por Experiencia Profesional describe en forma muy general las etapas de construcción de la Central Hidroeléctrica San Gabán II con una capacidad de 110 MW de generación de energía eléctrica, ubicada en el Departamento de Puno.

Las Obras Civiles de la Central Hidroeléctrica de San Gabán se dividieron en 03 Lotes: Lote N° 01 – Obras de Cabecera; Lote N° 02 – Túnel de Aducción y Lote N° 03 – Casa de Máquinas. Los tres Lotes se ejecutaron simultáneamente, lo que conllevó a que la Central Hidroeléctrica se ejecutara en aproximadamente 3 años y medio, y es considerada como una de las primeras obras de gran envergadura que se ejecutan en su tiempo programado. Dicha inversión ascendió alrededor de unos 180 millones de dólares americanos.

La experiencia adquirida en la construcción de la Central Hidroeléctrica de San Gabán II motivó la elaboración de dicho informe, y, debido a la participación casi directa, es que se desarrolla con mayor detenimiento la Construcción del Túnel de Aducción – Lote N° 02, a cargo de la Constructora Andrade Gutierrez.

El fin del presente informe es la descripción de los trabajos especiales ejecutados en la Construcción del Túnel de Aducción de 7 Km de longitud.

En el Capítulo I se dan los argumentos teóricos de las construcciones de túneles dando énfasis en los tipos de sostenimiento empleados.

En el Capítulo II se describe en forma general, las obras ejecutadas por lotes de la Central Hidroeléctrica San Gabán II, asimismo se describen las obras que comprenden el Lote N° 02.

En el Capítulo III se describe el proceso constructivo del Túnel de Aducción, desde sus etapas de Excavación, Sostenimiento y Revestimiento.

En el Capítulo IV se presenta en la Programación Propuesta por el Contratista en comparación con la realmente ejecutada dando énfasis a las causales de las ampliaciones de plazo aprobadas que se dieron por motivos de fuerza mayor. En el mismo se presenta el presupuesto de Obra así como el Monto Final Ejecutado.

Por último, se dan las Conclusiones y Recomendaciones a las cuales uno llega después de haber sido parte integrante de la Construcción de una Obra grande como es la Central Hidroeléctrica San Gabán II.

CAPITULO I FUNDAMENTO TEORICO

1.1 SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO DE ROCAS

Usualmente se denomina soporte de rocas a los procedimientos y materiales utilizados para mejorar la estabilidad y mantener la capacidad de resistir las cargas que producen las rocas cerca al perímetro de la excavación subterránea. Se puede clasificar a los diversos sistemas en dos grandes grupos:

- Los de Apoyo Activo, que viene a ser el refuerzo de roca donde los elementos de sostenimiento son una parte integral de la masa rocosa. Como ejemplo se puede mencionar a las barras de anclaje que son adheridas con mortero y que luego se tensan cuando se producen deformaciones en la roca, de manera similar a como funciona el concreto armado.
- Los de Apoyo Pasivo, donde los elementos de sostenimiento son externos a la roca y dependen del movimiento interno de la roca que está en contacto con el perímetro excavado. El sostenimiento con arcos metálicos, denominados también como cimbras o cerchas, es un ejemplo de Apoyo Pasivo ya que son externos a la masa de roca

y funcionan solo cuando se producen movimientos hacia adentro de la masa rocosa aflojada.

La opción a adoptar depende del grado de aflojamiento o fracturamiento de la roca en el sector excavado.

La tendencia actual en el mundo es de lograr el autosostenimiento de la roca, procurando conservar la resistencia natural de la roca, tratando de movilizar los esfuerzos hacia los bordes de la excavación. Generalmente la solución consiste en combinar varios de los tipos de sostenimiento indicados a continuación: barras de anclaje, pernos de roca tensados, cables, y otros sistemas complementarios como es el caso del concreto proyectado (shotcrete), mallas y arcos de acero que toman las cargas de los bloques individuales que se aflojan del macizo rocoso.

1.1.1 Sostenimiento Activo de Roca

Son dos los principales tipos de sostenimiento activo usados en excavaciones subterráneas: Pernos anclados y tensionados mecánicamente y barras de anclaje inyectadas con mortero o mediante anclajes de fricción. Con el objeto de conocer los diferentes modos en que estos sistemas trabajan se hace una ligera descripción a continuación.

El anclaje mecánico de los pernos para roca es tal vez la forma más utilizada últimamente, siempre que la roca sea lo suficientemente dura para proveer un sustento bueno para el anclaje.

Los pernos de roca tensados son más efectivos en bloques sueltos o cuñas de roca cercanas a la superficie de la excavación. Estos bloques pueden haber estado aflojados debido a planos de falla o creados por voladuras poco cuidadosas y por consiguiente deben anclarse para evitar peligros durante la construcción. Sucede con frecuencia que la cantidad de material aflojado no es muy profunda, por lo que se requiere sólo de un grado de apoyo que sostenga el peso de la roca. Cuando las piezas de roca son pequeñas, es recomendable que se añada mallas para proveer un apoyo efectivo.

Es deseable que la tensión de los pernos se haga hasta cerca del 70 % de su carga de rotura, de esta manera se podrá apretar los bloques sueltos de roca y las cuñas, permitiendo que estas queden

lo mas bloqueadas posible. De esta manera se evita un deterioro progresivo en la estabilidad de la roca.

Desafortunadamente, el anclaje mecánico de los pernos de roca tiene varios problemas. Hay una tendencia a que los anclajes resbalen progresivamente con el tiempo, quizás como resultado de vibraciones inducidas por voladuras cercanas. Se ve algunas veces a pernos antiguos de roca que han perdido toda su tensión. Otro problema es el de la oxidación en rocas agresivas en presencia de agua. Existe antecedentes que indican que en algunas oportunidades la vida de los pernos no protegidos fueron menores que un año, en tales circunstancias y, donde se requiera una vida de largo plazo, los pernos deberá ser inyectados in situ con mortero.

La necesidad de usar pernos de roca anclados mecánicamente se reduce significativamente cuando se efectúa un sistema cuidadoso de voladura y el desprendimiento correcto de las rocas sueltas. Estas técnicas reducen la cantidad de roca inestable que tiene necesidad de ser sostenida.

a) Anclajes mecánico mediante pernos de roca tensionados.

El anclaje formado por lámina metálica que se expande al interior de la perforación es uno de los tantos tipos, en este caso una cuña cónica incluida en el perno permite que la lámina de expansión quede presionada contra el hueco taladrado. Cuando se aplica un mortero (grout), se utiliza un collar de jebe para sellar el agujero contra pérdida de mortero. Una forma alternativa es utilizar una resina de endurecimiento rápido. El mortero es inyectado por el extremo del agujero y regresa por el tubo, la inyección se detiene cuando el aire ha sido desplazado y el flujo de mortero comienza a salir.

El perno puede ser tensionado inmediatamente después de la instalación utilizando un ajustador automático, y el mortero debe ser colocado en una etapa posterior, cuando el movimiento inicial de la roca haya cesado. Este sistema provee un anclaje muy confiable en roca buena y cuando se pueda aplicar fuertes cargas a los pernos. Para una correcta instalación se requiere trabajadores calificados y una estrecha supervisión.

b) Barras de anclaje inyectadas o a fricción

Una de las principales desventajas de los anclajes mecánicos de los pernos de roca es que, si el anclaje se desliza o el perno se rompe, la capacidad se reduce a cero y el soporte de la roca falla. Este problema es menos severo en el caso que estén totalmente inyectados o con barras de anclajes por fricción, debido a que aunque ocurra la falla de la plancha de anclaje, el resto de la longitud está anclada y continuará proveyendo apoyo.

El problema con mortero inyectado o barras de anclaje por fricción es que ellos no pueden ser tensionados y tienen que estar instalados antes de que se produzca movimientos significativos en la roca. En efecto, la experiencia ha demostrado que este problema aparente puede convertirse en una ventaja y que una combinación de voladura cuidadosa y la instalación de barras de anclaje lo más próximas a la cara de avance proporcionan una forma muy efectiva de soporte para un rango más amplio de condiciones de roca que el logrado con pernos de anclaje mecánico.

La instalación de las barras de anclaje cerca de la cara de avance asegura que aquellas piezas individuales de roca que han sido ligeramente movidas queden aseguradas.

c) Barras de anclaje no tensadas inyectadas con mortero

Estas barras se han desarrollado como soluciones baratas donde el uso de barras de anclaje no tensada es apropiada. Un mortero denso es bombeado en el hueco perforado por medio de una bomba de mano simple o una automática. La barra es empujada en el mortero. Para agujeros en la parte superior de la bóveda, la barra se mantiene en su sitio doblándola ligeramente durante inserción. Alternativamente se acostumbra a utilizar cartuchos de resina que permite anclar las barras a la roca. En algunas oportunidades esto puede resultar simple y barato, además de proporcionar un sistema anticorrosivo permanente.

Como no pueden estar tensadas tienen que estar instaladas antes que ocurran deformaciones significativas de la roca. Se debe tener mucho cuidado para asegurar que la resina o el mortero estén adecuadamente mezclados. Se debe verificar el tiempo límite de vida del producto.

d) Pernos de roca anclados por fricción “SWELLEX”

Han sido desarrollados por Atlas Copco, el tubo deformado Swellex es expandido por presión de agua dentro del hueco taladrado, de esta manera queda bien fijo contra deslizamientos dentro de la perforación. Permite alguna reducción en la longitud y la instalación es rápida y simple. Proporciona apoyo inmediatamente después de la instalación y puede ser utilizado en una gran variedad de condiciones de terreno. La instalación causa contracción en la longitud de cerrojo, lo que permite una compresión en la plancha de apoyo exterior contra la roca. La corrosión puede ser un problema en instalaciones a largo plazo. Requiere una bomba para instalación. Los pernos Swellex son comúnmente utilizados para soportes en situaciones medias.

e) Estabilizadores de roca por fricción “Split Set”

Desarrollado por Scott conjuntamente con la Compañía Ingersoll-Rand en los EE.UU., este dispositivo ha ganado considerable popularidad. Como el tubo cortado es forzado en el hueco perforado, la acción de instalación comprime el tubo generando una fuerza radial contra la roca, lo que genera una resistencia al deslizamiento entre la roca y el acero. Es simple y rápido para instalar y es más barato que las barras ancladas con mortero de similar capacidad. No se puede tensar y se activa por el movimiento de la roca, de manera similar al caso de barras ancladas con mortero. El diámetro de la perforación es crítico y la mayoría de las fallas durante la instalación ocurre debido a que el agujero es o demasiado pequeño o demasiado grande. En algunas oportunidades, donde se ha requerido un soporte por largo tiempo, se han presentado problemas por oxidación. El dispositivo no puede ser inyectado con mortero.

f) Barras fijadas con resinas

Este caso representa al sistema más sofisticado de pernos de roca y combina la mayor parte de las ventajas de otros sistemas de pernos. Se utilizan resinas y catalizadores, los que están contenidos en forma separada dentro de ampollas de plástico. Estas cápsulas son empujadas dentro del agujero mediante bastones, a continuación se introduce la barra aplicándole movimientos de rotación, esto provoca la rotura de las ampollas y la resina se mezcla con el catalizador. Las barras se anclan muy bien en toda la longitud y su instalación es muy fácil. Se debe tener mucho cuidado en respetar las indicaciones de los fabricantes. Las resinas son caras y muchas tienen un tiempo de vida limitado, particularmente en climas cálidos. En algunos proyectos a nivel mundial se viene utilizando cada vez más donde el costo es menos importante que la velocidad y confiabilidad.

g) Cables con mortero

Los pernos de roca y barras de anclaje pueden ser reemplazados en muchas aplicaciones por cables fijados con mortero. La ventaja principal de estos cables es que pueden estar instalados en túneles angostos. Los cables colocados sin tensar pueden ser tensados después de colocar el mortero. En los últimos años ha sido utilizado exitosamente en muchas obras de ingeniería civil.

Los cables pueden estar instalados con bastante efectividad en túneles muy estrechos, son baratos y tienen una gran capacidad para tomar cargas. Se puede usar en rocas de diversas condiciones y tiene muy buena resistencia a la corrosión cuando son colocados en obras permanentes.

Cuando se desea tensar el cable, y se utiliza cementos normales, se debe tener cuidado de esperar varios días para permitir que éste adquiera la resistencia requerida.

1.1.2 Sostenimiento Pasivo de rocas

Para complementar el esfuerzo logrado utilizando barras de anclaje, pernos o cables, con frecuencia se incluyen el uso de las mallas, grampas, shotcrete y arcos de acero.

a) Mallas

Una regla general que puede ser utilizada para el espaciamiento de los pernos de roca, es que la distancia entre placas de apoyo sea aproximadamente igual a tres veces el espaciamiento promedio de las separaciones entre fisuras en el macizo rocoso. Si un conjunto de juntas se interceptan formando cuñas o bloques con longitud de lado promedio entre 0 a 5 m, el espaciado ideal entre pernos debería estar cerca de 1.5 m y la longitud del perno debería ser dos veces el espaciado de los pernos, por ejemplo 3 m. Este ejemplo da longitudes y espaciamiento razonables de pernos pero si el espaciado de juntas está cerca de 10 cm, obviamente sería poco práctico colocar pernos a 30 cm entre centros y, bajo estas circunstancias, es conveniente el uso de mallas para soportar los pequeños bloques entre las planchas de apoyo superficial.

La malla puede ser trenzada o soldada. La malla trenza es flexible y tiene gran capacidad para tomar cargas. Sin embargo es más difícil de manipular durante su instalación y no es recomendable usarla con shotcrete, debido a la dificultad de eliminar las bolsas de aire atrapadas detrás de las uniones de la malla. Las mallas soldadas son más rígidas y son más fáciles de instalar, también son muy apropiadas para el uso de shotcrete. La malla de alambre soporta las piezas pequeñas de roca suelta que está a punto de caer. La malla es muy económica y de rápida instalación. La malla no puede soportar cargas excesivas de roca porque puede fallar. La malla soldada es usada tradicionalmente como esfuerzo del shotcrete, pero está siendo reemplazada por el uso de fibras metálicas aplicadas con el shotcrete.

b) Platinas metálicas

Cuando la masa de roca que rodea una abertura subterránea está formada por lajas, lo que significa que la mayoría de los

planos débiles están en una dirección, uno de los medios más efectivos para el apoyo de las mallas es el uso de platinas metálicas. Estas platinas están situadas entre pernos de rocas y cubren los planos débiles.

Estas platinas metálicas no puede ser usadas para evitar desmoronamiento de pequeños bloques de dimensiones pequeñas. Las platinas son dobladas siguiendo la forma de la superficie rocosa.

c) Shotcrete (Concreto proyectado)

El shotcrete actúa en gran medida de la misma manera que una malla que evita el desprendimiento de pequeñas piezas roca desde la superficie de la excavación, ayudando a soportarse a sí mismo y también a sostener a la roca. Debido a que el shotcrete es más fuerte que las mallas metálicas, sobretodo si se utiliza con fibras, y como es más resistente a la corrosión, es considerado como un sistema más eficiente que las mallas. Es particularmente usado en excavaciones donde requiere de sostenimiento por mucho tiempo.

El shotcrete está siendo utilizado como un sistema versátil de apoyo con la adición de microsílíce y refuerzo de fibras de acero agregados a la mezcla del mortero. La colocación compleja de capas delgadas de shotcrete, reforzadas con mallas electrosoldadas, pueden ser ahora reemplazadas por un sistema rápido y económico de reforzarlas con el uso de fibras metálicas y microsílíce. Se han desarrollado un número suficiente de investigaciones sobre el diseño de mezclas, con inclusión de fibras, por lo que se puede afirmar que la cantidad de este tipo de obras descansa casi totalmente en los operadores de los equipos.

La colocación del shotcrete requiere una atención constante para el control de la presión, el volumen de suministro de agua, mezclado y aire para garantizar que el material sea colocado de manera continua e ininterrumpida para lograr una colocación de buena calidad, bien compactada y con un mínimo porcentaje de rebotes del material lanzado.

Como el shotcrete desarrolla rápidamente esfuerzos al poco tiempo de su aplicación, podría ser aplicado inmediatamente después de la excavación. La mayoría de las mezclas incluyen hasta el 5 % de aditivo acelerador. Lo que permite que en un tiempo muy corto se esté alcanzando las resistencias necesarias para absorber cargas.

El uso de aditivo microsilíce actúa produciendo una reducción considerable del rebote, por consiguiente se puede aumentar el espesor del shotcrete permitiendo que las zonas débiles de roca con corrientes de agua queden cubiertas y ancladas de manera efectiva. El uso de sílice no afecta la resistencia a largo plazo del producto.

La adición de fibras metálicas aumenta la capacidad para tomar cargas una vez producido el agrietamiento, aunque no da mejora de manera importante la resistencia a la flexión inicial de las capas colocadas de shotcrete.

Existe básicamente dos tipos de shotcrete, el de mezcla seca y mezcla húmeda. En los casos que la roca se encuentra aflojada se está utilizando mucho el proceso de mezcla seca, por la flexibilidad del equipo y dosificación. El producto final es altamente dependiente de los operadores y especialmente del operador de la boquilla de lanzamiento.

d) Arcos metálicos

Los arcos metálicos, denominados también como cerchas o cimbras, es un sistema pasivo de sostenimiento debido al hecho que los arcos de acero no interactúan con la roca de la misma forma que como ocurre con los pernos de roca o las barras de anclaje. En este último caso, los elementos se hacen parte de la masa rocosa, de manera similar al caso del refuerzo en concreto armado.

Por otra parte, los sistemas de soporte pasivo, soportan cargas solo cuando existe un movimiento hacia dentro de la excavación de túneles, ya que están situados generalmente a alguna distancia detrás de la cara de avance. Como el mayor movimiento a corto plazo en la roca ha tenido lugar antes que

el arco metálico haya sido colocado, la única carga que toman es el peso propio de las rocas que se desprenden alrededor de la apertura. Estos soportes son altamente efectivos para resistir cargas pesadas, incluso después que se han producido fuertes deformaciones.

Si no están bien colocados, en contacto continuo con el medio rocoso, son ineficaces y propensos a torcerse bajo cargas excéntricas

1.2 FANEL STANDARD

1.2.1 *Descripción y usos*

FANEL cuyas siglas corresponden a FAMESA NO ELECTRICO, es un sistema integrado de accesorios para voladuras, tiene las ventajas de los sistemas tradicionales y ha desarrollado además otros conceptos modernos, pues es el resultado de innumerables y pacientes pruebas de campo y laboratorio, constituyéndose en un producto altamente eficiente y seguro de iniciación.

Representa un nuevo y eficaz sistema de iniciación para usos convencionales en voladuras subterráneas, sub acuáticas y superficiales, por lo que ofrece todos los beneficios de sincronización de la iniciación eléctrica sin sus peligros y permite una mejor maniobrabilidad en las operaciones de carguío, eliminando toda posibilidad de conexión errónea.

Consta básicamente de cuatro componentes, los cuales son los siguientes:

a) **Mangueras FANEL**

Está fabricada de un material termoplástico de alta resistencia mecánica e interiormente cubierta en toda su longitud con una sustancia explosiva uniforme que al ser activada conduce una onda de choque cuya presión y temperatura son suficientes para iniciar al detonador a través del elemento de retardo.

b) Fulminante de retardo

Este dispone de un elemento retardador que permite detonarlo en diferentes intervalos de tiempo. Las escalas disponibles son dos series completas; una de periodo corto y otra de período largo, con las cuales se pueden cubrir todas las necesidades de formación de caras libres según los casos específicos. Además la potencia del fulminante permite activar nitrocarbonitratos sin necesidad de cebarlo a un cartucho de dinamita, en taladros cuyos diámetros pueden variar hasta 2 1/2 pulgadas y en longitudes hasta de 12 pies, siempre que se usen prácticas adecuadas de cargado de taladros.

c) Etiquetas

Indica el número de serie y el tiempo de retardo de cada período

- Rojo para la escala de período corto
- Amarillo para la escala de período largo

d) Conector simple

Block de plástico especialmente diseñado para facilitar la conexión y el contacto apropiado entre la manguera FANEL y el cordón detonante de la línea troncal respectiva con la finalidad de conseguir una iniciación óptima del sistema. El color del conector permite identificar el período de retardo.

- Rojo para la escala de período corto
- Azul para la escala de período largo

La manguera FANEL se activa preferentemente con el cordón detonante 3P o 5P.

1.2.2 Principales Características Operativas

El FANEL tiene múltiples aplicaciones en minería subterránea, minería superficial, obras civiles y en movimientos de tierra en general porque sus características operativas son de primer orden; destacando entre ellas, las siguientes:

- Los diferentes tipos de retardo garantizan las secuencias de salida, de acuerdo a las caras libres planeadas.
- Los retardos se encuentran dentro de los fulminantes, por lo que después de cargados permanecerán dentro de los taladros. Una vez activado el sistema, el control de los impulsos de la salida de los tiros es realizado por los retardos. Esto garantiza que no existan daños de corte en las mangueras y, consecuentemente, que no existan "tiros cortados".
- La onda explosiva tiene una alta velocidad de propagación dentro de la manguera (2000 metros/segundo).
- Sumergido en agua o en lugares donde las condiciones de humedad son rigurosas, funcionan eficientemente.
- No existen problemas de iniciación por electricidad estática pues el FANEL está protegido contra el peligro de iniciación por electricidad estática y corrientes erráticas, existentes en cualquier operación minera. De acuerdo ensayos efectuados en laboratorios, el FANEL está en capacidad de resistir la descarga de 30,000 Voltios desde un condensador de 2500 picofaradios.
- Sustituye ventajosamente al fulminante eléctrico por su simplicidad de uso, por menores necesidades de entrenamiento al personal y, bajo las mismas condiciones de evaluación, proporciona mayores índices de productividad.
- Los esquemas de conexión, en lo posible, deben corresponder a los esquemas de iniciación de voladura, ya que por si alguna razón se produjera una falla, la voladura funcionaría normalmente hasta ese punto y la alteración que se produciría en el resto de la voladura sería menor.
- La manguera FANEL para ser iniciada necesita del, poder brizante de algún agente externo y la propagación de la onda explosiva a través de ella tendrá la misma dirección que la onda del agente externo.
- Las series de FANEL pueden utilizarse de una forma ilimitada si se les complementa adecuadamente con artificios de trabajo

("puentes"), los que permiten efectuar voladuras de un ilimitado número de taladros.

- La velocidad de la onda explosiva dentro de la manguera FANEL es de 2000 m/s, lo cual significa un retardo específico de 0.5 ms/m de manguera.
- El retardo efectivo, cuando se trata de taladros adyacentes en una serie, carece de importancia debido a que el tiempo adicional es despreciable.
- Para evitar riesgos de fallas a causa de un corte de una manguera FANEL, es necesario que todos los detonadores del circuito reciban el impulso de explosión antes de que comiencen los movimiento de la masa de rocas, sobretodo en trabajos subterráneos donde las rocas se desprenden en espacios limitados.
- Cuando sea necesario usar longitudes de manguera mayores a las estándar, es recomendable prestar bastante atención a los sistemas de conexión y asegurarse de que el tiempo de recorrido de la onda explosiva dentro de la manguera sea adecuado e inferior al FANEL con menor tiempo de retardo usado y para los cálculos deberá tomarse un retardo específico de 0.5 ms/m de manguera; por ejemplo: voladuras silenciosas.
- De acuerdo a lo expuesto, si parte de la manguera FANEL no se utiliza, debe deslizársela colocándola detrás del punto de iniciación, lo que permitirá reducir un retardo excesivo.

1.3 CORDONES DETONANTES

Son accesorios no eléctricos que se usan en voladuras ordinarias como líneas descendentes y troncales en disparos en minería a tajo abierto. Están constituidos por un núcleo de pentrita (PETN) de alto poder explosivo, el cual está cubierto de papel, tejidos con hilos de algodón y fibras sintéticas. La cobertura exterior es de plástico en unos tipos y, en otros, tiene un tejido de hilos de algodón y una cubierta parafinada, los que le dan mayor resistencia a la abrasión, tracción e impermeabilidad.

Dentro de la concepción de uso del FANEL TP, los cordones detonantes que recomendamos utilizar son el 3P, el 3PE y el SP, para cuya selección se sugiere lo siguiente:

TIPOS DE CORDON	SUGERENCIAS PARA SU SELECCIÓN
Cordón 3 P (De 3 g/m, SIMPLE)	Como línea troncal para activar el FANEL TP cuando no se usa retardos de superficie tipo "hueso". Como línea troncal cuando se usan retardos FANEL para cordón detonante (conector MS).
Cordón 3 PE (De 3 g/m, REFORZADO)	Como línea troncal para activar el FANEL TP cuando no se usa retardos de superficie tipo "hueso" y para condiciones rigurosas de manipuleo.
Cordón 5 P (De 5 g/m, SIMPLE)	Como línea troncal para activar el FANEL TP cuando por razones de diseño se usa retardos de superficie tipo "hueso".

1.4 MECHAS DE SEGURIDAD

1.4.1 Descripción y usos

La mecha de seguridad es un accesorio para voladura que posee nueve capas de diferentes materiales que cubren el reguero de pólvora. Sus múltiples coberturas, incluyendo el recubrimiento final con material plástico, aseguran una excelente impermeabilidad y resistencia a la abrasión, aún en las condiciones más exigentes, además de minimizar las chispas laterales.

Cuando la mecha de seguridad se está quemando, la potencia de la chispa del reguero de pólvora es considerablemente superior a la mínima necesaria para iniciar a un fulminante.

1.4.2 Tipos

Se fabrican tres tipos

- Mecha de seguridad color blanca
- Mecha de seguridad color naranja
- Mecha de seguridad color negra

Y su selección de uso, está dada por condiciones de rigurosidad del lugar donde se utilizarán (presencia de agua, abrasión, etc.).

1.5 FULMINANTE SIMPLE DETONADOR COMUN

1.5.1 Descripción y usos

Este fulminante consiste en una cápsula cilíndrica de aluminio cerrada a un extremo, en cuyo interior lleva una determinada

cantidad de explosivo primario muy sensible a la chispa de la mecha de seguridad y otro secundario de alto poder explosivo. El fulminante dada la calidad de los materiales utilizados en su fabricación, proporciona máxima seguridad y eficiencia en el uso.

Está diseñado para ser iniciado por la chispa de una mecha de seguridad y es usado para iniciar a la dinamita, el cordón detonante y otros explosivos sensibles a este accesorio; en todos los trabajos de voladuras en minas y obras civiles, donde por razones de costo y seguridad el fulminante eléctrico y otros accesorios no pueden ser utilizados. De acuerdo a su potencia se fabrica dos tipos de fulminantes simples: N° 6 y N° 8.

1.6 SEMEXSA 80, 65, 60 Y 45

Es una dinamita semigelatinosa muy versátil, de alto poder rompedor y muy buena resistencia al agua, para uso de rocas intermedias a duras.

Se suministra en cuatro tipos: 80, 65, 60 y 45, con variaciones en sus propiedades según se muestra en el cuadro comparativo adjunto.

Por su gran rendimiento, adaptabilidad y seguro manipuleo se usa ampliamente en minería subterránea, canteras, túneles, carreteras y muchas otras aplicaciones.

También se utiliza como iniciador para el agente de voladura Examón.

CAPITULO II DESCRIPCION GENERAL DE LAS OBRAS

2.1 UBICACIÓN DE LAS OBRAS

El área de la Central Hidroeléctrica San Gabán II, está ubicada entre los distritos de Ollachea, San Gabán y Ayapata, provincia de Carabaya, departamento de Puno, Región Moquegua – Tacna - Puno, al sur este del Perú (ver *Gráfico N° 01*).

2.1.1 Departamento de Puno

Descripción Geográfica

Puno se encuentra al sureste del Perú, en la meseta del Collao, resaltando nítidamente en la parte central de su territorio el lago Titicaca, (considerado el lago navegable mas alto del mundo). Su territorio ocupa por el norte parte de la selva y en su zona central y sur la región andina-altiplánica.

El clima es frio y semiseco, con una temperatura media anual del 8°C.

Su capital es la ciudad de Puno, situada a 70° 01' 45" de longitud oeste, y a 15°50'21" de latitud sur, a orillas del lago Titicaca, con una altitud 3,812 metros sobre el nivel del mar.

Area	:	72,382.44 km ²	(5.63 % del territorio nacional)
Población	:	997,400 Hab., Est. 1985	
Densidad	:	13.8 Hab/Km ²	
Capital	:	Puno (76,180 Hab., Est. 1985)	
N° de provincias	:	13	
N° de distritos	:	104	
Fecha de creación del departamento	:	26 de abril de 1822	

Provincia de Carabaya

La provincia de Carabaya es el área geográfica del departamento de Puno, donde se encuentra ubicado el proyecto de la Central Hidroeléctrica San Gabán II, siendo las coordenadas geográficas del área de las obras de Cabecera, las siguientes:

Latitud sur	:	13°43'
Latitud oeste	:	70°27'

2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA

2.2.1 *Clima*

El clima de la zona es templado y semiseco en los meses de otoño e invierno y semitropical en los meses de primavera y verano con una humedad relativa media de 82.5 %: la precipitación anual media varía de unos 850 mm a 1100 mm y la temperatura media es de 25°C.

El transcurso anual de la precipitación es del tipo de onda múltiple, con una sola época lluviosa a lo largo del año que se inicia en noviembre y termina a fines de marzo o mediados de abril. La época principal seca abarca los meses de mayo a octubre.

2.2.2 *Climatología, Hidrología y Sedimentología*

Durante el desarrollo de los estudios se realizaron dos campañas de aforos en el río San Gabán, en dos estaciones, a fin de obtener registros de caudales y de transporte de sólidos.

Asimismo se recopilaron los datos existentes de la información climatológica, meteorológica e hidrológica del SENAMHI, realizándose un análisis de consistencia, efectuándose la generación y extensión de datos de caudales sobre la base de procesos automatizados de computación

2.2.3 Condiciones Geológicas y Geotécnicas

Geología

Un resumen de las condiciones geológicas más importantes muestra lo siguiente:

El área donde se implantaron las obras está dentro del batolito San Gabán, constituido mayormente por roca granítica. La roca basal comprende roca ígnea y roca metamórfica.

Los depósitos cuaternarios incluyen material aluvial, coluvial y material proveniente de deslizamientos de detritus y suelo residual.

Condiciones Geotécnicas

Las condiciones y características geotécnicas se pueden resumir como sigue:

- La presa derivadora se ha cimentado en terreno aluvial, apoyándose el estribo izquierdo de dicha estructura en roca basal.
- El desarenador y el embalse regulador se construyeron sobre un potente depósito aluvial, en la terraza Tabinapampa, que ofrece la presencia de abundantes bloques y bolones de roca.
- El túnel de aducción, de 7270 m de longitud, se extiende en esquisto micáceo en los primeros 950 m; la longitud restante atraviesa granito – gneis granítico.
- La chimenea de equilibrio y el conducto forzado están totalmente en roca granítica.
- La casa de máquinas en caverna y sus obras conexas se ubican también en roca granítica

2.3 ACCESO AL LUGAR DE LAS OBRAS

2.3.1 Ruta Juliaca – San Gabán

La ruta de acceso a la zona de la Central Hidroeléctrica puede ser realizado por dos vías, la primera saliendo de Juliaca pasando por la localidad de Pucará, y luego Tirapata, donde se tiene una estación del Ferrocarril que viene del Terminal Marítimo de Matarani; luego se continúa hasta la localidad de Asillo, para después pasar por San Antón, Macusani, Ollachea y hasta Tunquini (ubicación de la Central hidroeléctrica). La otra vía es saliendo de Juliaca, Azángaro, Asillo, San Antón, Macusani, Ollachea y hasta Tunquini; a su vez, esta vía tiene su primer tramo Juliaca – Azángaro con acceso por Calapuja a Azángaro que forma parte de la Carretera Transoceánica o por el tramo en actual uso Caminaca – Arapa – Azángaro hasta el desvío de Asillo.

En términos de kilometraje se tiene la siguiente distribución:

a) Vía Pucará

Distancia entre localidades	Distancia (km)
Juliaca - Pucará	60 (asfaltado)
Pucará - Asillo	35
Asillo - Macusani	111
Macusani - Ollachea	58
Ollachea - Tunquini	28
Total	292 km

b) Vía Azángaro

Distancia entre localidades	Distancia (km)
Juliaca - Azángaro	81 (asfaltado)
Azángaro - Asillo	29
Asillo - Macusani	111
Macusani - Ollachea	58
Ollachea - Tunquini	28
Total	307 km

2.4 ASPECTOS TÉCNICO-ECONÓMICOS

El mercado eléctrico al que servirá la Construcción de la Central Hidroeléctrica San Gabán II comprende todo el ámbito geográfico que está bajo la influencia del Sistema Interconectado Sur (SIS), que comprende aproximadamente un tercio de la extensión territorial del Perú. Los estudios respectivos indicaron que la energía producida por San Gabán II sería íntegramente tomada pocos años después de su puesta en servicio, lo cual se confirma ya que la energía que genera la Central (etapa de prueba) ya está siendo comercializada debido al colapso de la Central Hidroeléctrica de Machu Picchu que dejó de aportar desde Febrero de 1998.

El análisis del sistema eléctrico muestra que la conexión San Gabán II al SIS permite una mayor confiabilidad del Sistema, que no exige un reforzamiento de las líneas de transmisión existentes a 138 KV, que se confirma la operatividad del sistema de transmisión San Gabán II – Azángaro y el comportamiento satisfactorio del SIS, y que las ventajas de las líneas Juliaca – Puno de 138 kV (en actual construcción) y Puno – Toquepala de 220 kV, considerando el afianzamiento hídrico del río San Gabán (presa Macusani) y el futuro aprovechamiento de San Gabán I, se traducen en un mejor flujo de potencia y una entrega segura de energía al sistema de la SPCC y de las otras importantes cargas mineras,, industriales, domésticas de la zona Sur, asegurando plenamente la adecuada factibilidad económica – financiera del desarrollo hidroeléctrico San Gabán.

2.5 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

2.5.1 *Obras Ejecutadas*

Las obras de la Central Hidroeléctrica San Gabán II se agruparon para los efectos de su construcción y ejecución en 5 lotes:

Lote N° 01	Obras de Cabecera	Asociación Cosapi (Perú) – Dragados (España)
Lote N° 02	Túnel de Aducción y Obras Conexas	Construtora Andrade Gutierrez (Brasil)
Lote N° 03	Casa de Máquinas y Obras Conexas	Construtora. Norberto Odebrecht (Brasil)
Lote N° 04	Suministro y montaje de equipos hidro y electromecánicos	Asociación. CEGELEC (Francia) – Mecánica Pesada (Brasil)
Lote N° 05 A	Suministro de Materiales Eléctricos para la Línea de Transmisión San Gabán – Azángaro	Proveedores Varios
Lote N° 05 B	Línea de Transmisión San Gabán – Azángaro	Ingenieros Consultores y Ejecutores (ICE) (Bolivia)

La supervisión del Proyecto estuvo a cargo de la Asociación ELECTROWATT (Suiza) – INGENDESA (Chile) – VCHI (Perú)

Se efectuaron trabajos de mantenimiento de la carretera Macusani – Tunquini a cargo de la Asociación Prodevi – Villarrica (Perú). Se ejecutó el Afianzamiento Hídrico de la Central con el Embalsamiento de 5 lagunas en la cuenca alta de los ríos Macusani y Corani y estuvo a cargo su ejecución la Asociación China Electric Technology Import & Export Corporation (China) – Consorcio Hidroeléctrico S.A. (Perú) – Montes Hermanos (Perú) (Asociación CETIC – COHISA - Montes).

Terminadas las obras civiles existía la necesidad de realizar Obras Complementarias denominada Lote 6ª cuya ejecución está a cargo de CETIC.

2.5.2 Características Generales del Proyecto

El aprovechamiento hidroeléctrico San Gabán II corresponde a una Central de alta caída, con un esquema convencional de conducción íntegramente a presión desde el inicio del túnel de aducción.

Aparte de la Central el Proyecto también incluye la Línea de transmisión San Gabán II – Azángaro de 138 KV con longitud de 160 Km y las Subestaciones asociadas.

A continuación se agrega una somera descripción de las obras civiles, las que están incluidas en los tres primeros lotes.

Obras Civiles del Lote 1 – Obras de Cabecera

a) Presa Derivadora

Esta obra está sobre el río San Gabán, a una altitud de 2,090 m.s.n.m. Hacia la margen izquierda está el barraje fijo, de concreto, con 10 m de longitud. En el centro y hacia la margen derecha está el barraje móvil compuesto por cuatro compuertas radiales de 8 m de ancho y 5.5 m de alto, sostenida en pilares de concreto armado. Estuvo previsto que las compuertas tengan clapetas en la parte superior.

Casi toda la obra descansa sobre una potente capa de aluvión, lo que obligó a una cimentación bastante profunda. Para el desvío de las aguas del río San Gabán, se previó la excavación de un túnel de desvío de 167 m de longitud al que precede un canal de acceso de 90 m.

b) Toma y desgravador

La toma está en la margen derecha del río San Gabán, unida estructuralmente a la presa derivadora. Consiste en cuatro ventanas de captación de 4.0 m de ancho por 1.50 m de alto, provistas de compuertas planas y precedidas por una rejilla común a lo largo de las cuatro ventanas.

Debajo de la toma se tiene el desgravador que lleva el material grueso de fondo hacia aguas a bajo del barraje móvil, evitando que entre a la toma. Está controlado por dos compuertas planas deslizantes.

c) Desarenador

El desarenador es alimentado desde la toma por cuatro canales de aproximación que sirven a otras tantas naves conformantes del desarenador propiamente dicho.

Cada nave tiene 61.70 m de longitud, 6.00 m de ancho y 4.85 m de altura de agua, estando diseñadas para retener partículas mayores de 0.2 mm de diámetro.

Al final de cada nave se tiene la respectiva compuerta de purga que da salida del agua cargada de sedimentos hacia el conducto de purga, el que, a su vez, descarga en el río San Gabán.

La estructura es de concreto armado y se previó que su funcionamiento sea intermitente.

d) Embalse regulador, “by pass” y conducto cubierto

El embalse regulador tiene un volumen útil de 140,000 m³ y consiste en un estanque parcialmente en excavación y el resto conformado con un dique perimetral de relleno homogéneo, con material local.

El interior del embalse está totalmente revestido con una losa de concreto armado de 0.15 m de espesor; por debajo se previó una red de drenaje para evacuar eventuales aguas subterráneas o alguna filtración desde el embalse.

La máxima fluctuación diaria de niveles en el embalse será de 6.00 m, lo que ocurrirá en los períodos de estiaje. Cuando el caudal disponible en el río sea igual o mayor que 19 m³/s, el embalse estará siempre en su máximo nivel.

El embalse está provisto de una descarga de fondo para vaciarlo totalmente y eliminar los sedimentos depositados, cuando esto sea necesario.

También tiene una rampa para acceder al fondo en las operaciones de limpieza de sedimentos.

En el extremo de aguas abajo está la estructura de toma que lleva el agua hacia el sistema de presión

El “by pass” es un conducto enterrado de concreto armado, de 3.20 m de diámetro, y de 428.45 m de longitud que bordea el embalse regulador por el costado izquierdo y sirve para alimentar el circuito de la central en los momentos en que se está haciendo limpieza de sedimentos en el embalse. La entrada a esta estructura está controlada por una compuerta plana deslizante.

El conducto cubierto, enteramente similar al “By pass”, conecta al embalse regulador con el túnel de aducción. Tiene 196 m de longitud.

Obras Civiles del Lote 2 – Túnel de Aducción y Obras Conexas

a) Túnel de Aducción

Este túnel tiene 7270 m de longitud y está previsto para funcionar a presión.

La sección es en forma de herradura, de 3.60 m de diámetro nominal, con cuatro secciones típicas correspondientes a los tipos de roca previstos en el estudio geológico, esto es, tipo I, tipo II, tipo III A y tipo III B.

La capacidad nominal del túnel es de 19.00 m³/s.

b) Chimenea de equilibrio

Esta estructura se encuentra al final del túnel de aducción. El diseño adoptado es de tipo convencional, íntegramente en subterráneo. Consiste en un pozo vertical de 3.60 m de diámetro, con dos cámaras alimentadoras y una cámara de expansión.

El acceso a las obras se hizo por dos frentes denominados Ventana Uruhuasi y ventana Casahuiri. La Ventana Uruhuasi sirvió para el avance de los tramos I y II mientras que la ventana Casahuiri el tramo III.

Obras Civiles del Lote N° 03 – Casa de Máquinas y Obras Conexas

a) Conducto forzado

El conducto forzado es una galería inclinada a 60° con la horizontal, que baja desde el punto terminal del túnel de aducción hasta el nivel de la casa de máquinas.

El diámetro nominal es de 3.35 m y el caudal de diseño 19 m³/s

La parte inferior del conducto forzado está constituida por un tramo horizontal. Parte del cual tiene un blindaje de acero e incluye la bifurcación que reparte el caudal para las dos turbinas de la casa de máquinas.

b) Casa de máquinas y obras conexas

La casa de máquinas es en caverna, dentro del macizo granítico de San Gabán.

La caverna alberga a las dos unidades generadoras, así como todo el equipo auxiliar, incluyendo los dos transformadores principales y las dos válvulas esféricas.

Como obras conexas se tiene la galería de acceso, cables y ventilación de 549.62 m de longitud, la galería de drenaje, la galería de construcción y la galería de descarga de 1001.36 m de longitud.

c) Patio de llaves y edificio de mantenimiento

Estos elementos están en una plataforma ubicada en la terraza aluvial de la quebrada Tunquini, cerca del portal de la galería de acceso.

2.6 DESCRIPCIÓN DEL TÚNEL DE ADUCCIÓN Y OBRAS CONEXAS Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

2.6.1 *Trabajos Preliminares y Temporales*

Consiste en la construcción de campamentos del Contratista, oficinas para el Contratista y para la Supervisión del Lote 2; las oficinas y talleres están ubicadas en el sector de Uruhuasi próximo a la ventana Uruhuasi. Los dormitorios, comedor y zonas de recreación se han construidos en la zona baja de Chuani.

También se hizo la demolición y luego la construcción en un lugar reubicado de la Escuela de Uruhuasi.

Movilización y desmovilización de maquinaria y equipo, los que han servido para la construcción de las obras civiles correspondientes.

2.6.2 *Accesos a los Frentes de Trabajo*

Aspectos Constructivos

a) **Acceso a la Ventana 1 - Uruhuasi**

Tiene una longitud de 508 m y 6 m de ancho, con pendientes variables de hasta 11.38 %; se tuvo que colocar sobre la rasante material granular.

Los trabajos en el acceso a la Ventana Uruhuasi se iniciaron el 01-Nov-96 y concluyeron el 25-Mar-97, en el que se encontró material suelto y roca, para lo que se tuvo que utilizar tractor D8N, 1 compresor 750 pcm Sullair, una motoniveladora Cat 120 y un rodillo Dynapac CC-43, con 1 capataz y 10 obreros.

b) **Acceso a la Ventana 2 - Casahuiri**

Se ha ejecutado una longitud de 5.38 km y 4.5 m de ancho, con pendientes variables de hasta 14.20 %; se tuvo que colocar sobre la rasante material granular.

Estos trabajos se iniciaron el 06-Ene-97 y concluyeron el 26-Set-97; durante el proceso de ejecución por las condiciones geológicas propias de la zona se ha tenido que atravesar zonas de terreno suelto con bolonerías de gran tamaño; la topografía agreste del acceso ha provocado derrumbes constantes, factores que han hecho que su ejecución fuera demorada más allá del tiempo programado.

Posteriormente inclusive, por efecto de las lluvias, se han producido derrumbes que han influido en el atraso de la ejecución de la Ventana Casahuri y en consecuencia, de la Chimenea de Equilibrio y del Túnel de Aducción - Tramo III.

Para su construcción se han utilizado 02 tractores Cat D8N, 1 retroexcavadora, 2 compresoras Sullair de 250 pcm y 04 martillos; 1 rodillo, 2 cargadores frontales y 3 volquetes para el lastrado de la rasante.

Entre las progresivas 5+132.108 y 5+208.024 se encuentra el Túnel Vehicular aprobado mediante la Orden de Cambio N° 02.

c) Acceso al botadero de la Ventana Casahuri

Por la modificación de las condiciones geométricas y de ubicación del portal de la ventana Casahuri, no fue necesario ejecutar este acceso.

2.6.3 Portales de las Ventanas 1 Y 2

Aspectos Constructivos

a) Portal de la Ventana Uruhuasi

Su ejecución se inició el 11-Dic-96 y se concluyó el 24-Feb-97, para lo que ha trabajado 1 compresora de 750 pcm y 04 martillos; se utilizó también un track drill y una retroexcavadora.

b) Portal de la Ventana Casahuiri

La excavación a cielo abierto se ejecutó entre el 27-Set-97 al 16-Dic-97 y su ejecución se hizo con un tractor D8L, un track drill, una compresora 750 pcm con 04 martillos.

2.6.4 Ventana 1 (Uruhuasi)

Aspectos Constructivos

Se *inicia* en el Portal de la Ventana Uruhuasi en una tangente que se divide en dos formando una “ Y ” en la unión con el Túnel de Aducción; la Ventana Uruhuasi tanto por la parte derecha e izquierda de la “ Y ” tiene una longitud total (incluido la tangente) de 188.48 m.

El lado derecho de la “Y” se une con el Túnel de Aducción y continúa al Tramo I; el lado izquierdo se comunica con el tramo II del túnel en la progresiva 1+622.368.

En el tramo de tangente alberga un tapón de concreto armado denominado Tapón Uruhuasi.

Las características geométricas de la ventana son:

- Sección tipo herradura
- Radio de la bóveda 1.80
- Radio en los hastiales 3.60 m
- Sostenimiento :
 - ✓ Shotcrete de sostenimiento
 - ✓ Pernos de anclaje
 - ✓ Cerchas metálicas
- Pendiente de la rasante hacia el portal 0.4 %

En el proceso de excavación al inicio de la ventana se ha encontrado roca tipo IIIB y IIIA, y a lo largo, hasta la intersección con el túnel, se ha encontrado roca tipo II y I mayormente.

Se utilizó una compresora con 04 martillos, cargador frontal y cargador de perfil bajo (scoop) para la evacuación del material de excavación, un ventilador y un grupo eléctrico de 350 kVA.

El período de ejecución fue entre el 24-Feb-97 y 16-Abr-97.

La estructura del Tapón Uruhuasi es de concreto armado y se ubica entre las progresivas 0+121.02 y 0+130.02 con largo de 9 m; interiormente tiene una compuerta metálica de 2.20 m de ancho que ha sido suministrado y colocado por el Contratista del Lote 4, el que sirve de acceso para inspecciones eventuales del Túnel de Aducción; embebido tiene una tubería de vaciado de 6" de diámetro con válvula correspondiente.

Para garantizar la fuga de agua del Túnel de Aducción, se han hecho inyecciones de contacto y de impermeabilización con cemento.

2.6.5 Ventana 2 (Casahuirí)

Aspectos Constructivos:

Se inicia en el portal en dirección del Túnel de Aducción. La construcción de la Ventana Casahuirí tiene una longitud de 501.23 m y que intersecta al Túnel de Aducción en la progresiva 7+004.34; alberga un tapón de concreto armado.

Las características geométricas de esta ventana son:

- Sección tipo herradura
- Radio de la bóveda 1.80 m
- Radio en los hastiales 3.60 m
- Sostenimiento :
 - ✓ . Shotcrete de sostenimiento
 - ✓ . Pernos de anclaje
 - ✓ . Cerchas metálicas
- Pendiente de la rasante hacia el portal 0.38 %

Su ejecución se inició el 17-Dic-97 y terminó el 02-Jun-98; su excavación se inició con un ventilador, un jumbo sobre ruedas, una compresora, un grupo electrógeno, un cargador frontal y un cargador de perfil bajo (scoop).

La estructura del Tapón Casahuri es de concreto armado ubicado entre las progresivas 0+476.39 y 0+486.89 de la ventana Casahuri; tiene una longitud de 10.50 m e interiormente tiene una compuerta metálica de 1.20 m de ancho que ha sido suministrado y colocado por el Contratista del Lote 4 el que sirve de acceso para inspecciones eventuales del Túnel de Aducción; embebido tiene una tubería de vaciado de 12" de diámetro con válvula correspondiente.

Para garantizar la no fuga de agua del Túnel de Aducción, se han hecho inyecciones de contacto y de impermeabilización con cemento.

2.6.6 *Tunel de Aducción*

El Túnel de Aducción tiene una longitud de 7037.191 m de los cuales corresponde a las obras de cabecera del Lote 1 una longitud de 30.00 m; es de sección tipo herradura de 3.60 m de diámetro y diseñado para un caudal de 19.00 m³/seg y pendiente 0.266 %.

Para efectos de Programas y Pagos el túnel se ha dividido en Tramo I, Tramo II y Tramo III.

Aspectos Constructivos:

a) Tramo I

Se inicia en la progresiva 0+030 que es límite con el Lote 1, tiene una longitud de 1,555.87 m; es decir termina en la progresiva 1+585.87

Gran parte de la excavación en este tramo se efectuó en roca tipo IIIB, por lo que fue necesario para el sostenimiento la utilización de cimbras metálicas; también se encontraron rocas tipo IIIA, II, y I en pequeña escala. Fue necesario la utilización, además, de pernos de anclaje de 1.5 m y 2.0 m, malla electrosoldada, perfiles canal y marchavantes de acero corrugado y algunas veces de perfil canal y rieles.

En la progresiva 0+103 a 0+117, se presentó un derrumbe geológico en la parte superior de la bóveda el que fue tratado previamente con pernos de anclaje, inyecciones y relleno con

concreto fluido, el que fue autorizado mediante una Orden de Cambio.

La excavación se inició por el lado de la Ventana Uruhuasi, es decir de la progresiva 1+585.87 hacia la 0+030, con una pendiente de 0.266 %.

El plazo que ha demandado su excavación fue del 13-Abr-97 al 08-May-98.

b) Tramo II

Para este tramo se inició su excavación por el lado de la Ventana Uruhuasi es decir de la progresiva 1+585.87 hacia la 5+248.00.

Durante su excavación se encontró roca tipo I en gran parte; también se encontraron rocas tipo IIIB, II, y IIIA en pequeña escala. Fue necesario la utilización cimbras metálicas, pernos de anclaje de 1.5 m y 2.0 m, malla electrosoldada, perfiles canal, marchavantes de acero corrugado y algunas veces de perfil canal.

A partir del 08-Feb-98 se ha presentado filtraciones superiores a los 100 l/s que estuvieron considerados dentro del estudio hidrogeológico, las que de alguna manera han influido en el avance normal de la obra.

El plazo que ha demandado su excavación fue del 08-Abr-97 al 28-Nov-98.

c) Tramo III

Se inicia en la progresiva 5+248 y termina en la progresiva 7+037.191.

La excavación en este tramo se efectuó en roca tipo I; también se encontraron rocas tipo II, IIIA y IIIB en pequeña escala. Fue necesario la utilización de medidas de sostenimiento como son cimbras metálicas, pernos de anclaje

de 1.5 m y 2.0 m, malla electrosoldada, perfiles canal y marchavantes de acero corrugado.

La excavación se inició por el lado de la Ventana Casahuiri en dos etapas: una de la 7+004.34 hacia la 7+037.19, luego de concluido este tramo se ha construido a partir de la progresiva 7+004.34 hacia la 5+248.

A partir del 09-Ago-98 desde la progresiva 6+417.40 se ha presentado filtraciones superiores a los 100 l/s que no estuvieron considerados dentro del estudio hidrogeológico, las que de alguna manera han influido en el avance normal de la obra.

El plazo que ha demandado su excavación fue del 02-Jun-98 al 28-Nov-98.

La fecha de encuentro de la excavación del Tramo II con el Tramo III fue el 28 de noviembre de 1998, en la progresiva 5+611.34.

En cuanto al revestimiento del túnel de aducción podemos mencionar los siguientes aspectos:

En las Especificaciones Técnicas Generales se indica que el diseño para el mencionado túnel considera un revestimiento en concreto, de 3.2 m de diámetro interior, dependiendo de la calidad geotécnica de la roca, de los estudios geotécnicos y de los análisis económicos pertinentes a ser efectuados durante la construcción de las obras. También se indicaba que el GERENTE decidirá sobre la conveniencia de mantener el revestimiento o detraerlo del Contrato.

El GERENTE en base a estudios realizados, recomienda a la EGESG que no revista el túnel con concreto.

La EGESG, coincidiendo con la recomendación del GERENTE comunica que el túnel no será revestido con concreto, decisión que fue comunicada al Contratista mediante cuaderno de obra.

En el Informe "Design Memorandum for the concrete linings of low pressure túnel - february 1998", emitido luego de haber concluido la excavación del túnel; se recomienda revestir el túnel de aducción con concreto armado, sólo en aquellas zonas de roca de mala calidad. Por lo que el GERENTE EIV propone que el revestimiento del túnel se efectúe con shotcrete, lo que a motivado la aprobación de la Orden de Cambio N° 04.

2.6.7 Chimenea de Equilibrio

Aspectos Constructivos:

La Chimenea de Equilibrio consta de lo siguiente:

Una chimenea vertical propiamente dicha de 54.59 m de altura, sección circular de 3.65 m de diámetro.

Una cámara de alimentación superior de 48.175 m de longitud, sección tipo baúl de 1.825 m de radio en la bóveda, con 3.825 m y 5.275 m de alturas en las partes final e inicial respectivamente; una pendiente en dirección de la chimenea de equilibrio de 1.34925 %, el que va revestido con concreto en el piso e = 15 cm.

Una cámara de alimentación inferior con características similares a la cámara de alimentación superior.

Una cámara de expansión con un total de 80.00 m de longitud (40.00 m a cada lado del eje del pique de la chimenea de equilibrio), de secciones variables tipo baúl de 3.60 m de radio, pendientes variables hacia la chimenea de equilibrio de 2.23684 % y 0.32520 % respectivamente en el lado norte y de 1.5956 % y 1.25 % respectivamente en el lado sur, el que va revestido con concreto en el piso de e = 15 cm. En el lado noreste se comunica con la cámara de ventilación que se comunica a la Ventana Casahuri en la progresiva 0+380. Tiene una capacidad de 400 m³.

Entre la cámara de alimentación superior y la Ventana Casahuri se ha construido un pozo inclinado que ha servido para excavar la

cámara de alimentación superior, el mismo que luego de su utilización fue taponado en su parte superior con concreto armado, después de haber sido relleno con material de excavación del túnel.

La parte norte de la cámara se une con el pozo de ventilación a través de un crucero de 3.45 m de largo. En la zona de unión de la cámara de expansión con el crucero se ha construido un muro de concreto armado de una altura de 3.76 m de ancho variable 0.40 y 1.00 m. Se ha aplicado medidas de sostenimiento consistentes en shotcrete, pernos y malla metálica.

En el pozo de ventilación va una escalera metálica hasta el nivel del crucero con la cámara de expansión.

La chimenea de equilibrio vertical y el pozo de ventilación fueron construidos con equipo Alimak y se ha iniciado la excavación de la chimenea en la bóveda del túnel de aducción en la progresiva 7+020.00.

Tanto las cámaras de expansión como de alimentación se han ejecutado con compresora y martillos neumáticos.

La excavación y aplicación de sostenimiento y el concretado del solado de piso se ejecutaron entre el 01-Jul-97 y 28-Ene-99.

CAPITULO III METODOLOGIA DE EJECUCION DEL TUNEL DE ADUCCION

3.1 DEFINICIÓN

La excavación de túneles está caracterizada por la repetición sistemática de ciclos que comprenden las siguientes actividades: perforación, carga, disparo, ventilación, desquinche y extracción de desmonte. Dependiendo de las condiciones de la roca, se deberá cumplir otras actividades tendientes a estabilizar el túnel, que son las de sostenimiento e inyecciones de lechada de cemento.

3.2 PERFORACION

Previamente al trabajo de perforación, el topógrafo marca el frente de acuerdo al tipo de roca encontrado y en base a los ejes y niveles de trabajo que irán ubicados en los hastiales del túnel, respectivamente con un teodolito y nivel. Una vez definido y pintado el trazo de la sección, se lleva hasta el frente de excavación, el jumbo e inmediatamente se realiza las conexiones eléctricas y de agua, procediéndose a la perforación. Se adjunta los diagramas de perforación y carga propuestos y ejecutados de acuerdo a los diferentes tipos de roca (tipo I, tipo II, tipo IIIA y tipo IIIB).

Para la confección de estos diagramas se ha tomado en cuenta la característica de la roca y la sección del túnel. Debemos indicar que estos

diagramas sufrieron modificaciones con la finalidad de llegar a un punto óptimo.

3.3 CARGA Y DISPARO

Una vez terminada la fase de perforación, se procedió a la carga con explosivos. La carga se preparó en un polvorín auxiliar que estuvo ubicado a una distancia prudente de los accesos de las ventanas del túnel; se dispuso de dos casetas: una exclusivamente para almacenar diferentes tipos de dinamita y la otra para accesorios de voladura y preparado de carga. Los accesorios se mantuvieron guardados en una caja de madera con llave. Se contó con dos personas expresamente autorizadas y con credencial especial de la empresa Contratista para el manejo de los explosivos; para este fin se utilizó explosivos marca EXSA y los accesorios de voladura fueron de marca FAMESA. Los fulminantes fueron del tipo Fanel. Se adjunta dichas fichas técnicas.

El transporte de los explosivos desde el polvorín auxiliar se realizó en un inicio con un vehículo adecuado y en perfecto estado de funcionamiento y posteriormente cuando se implementó el sistema ferroviario, el transporte desde el polvorín auxiliar hasta los frentes de trabajo se hizo en un carro acondicionado especialmente para el transporte de explosivos, el cual fué jalado por una locomotora. Los explosivos y accesorios se transportaron en recipientes independientes, los envases fueron originales y en buen estado de conservación, en cantidades estrictamente necesarias para el consumo diario.

Una vez concluida la operación de carga se procedió a la conexión de los fulminantes.

Antes de que se inicie la voladura, se tomaron todas las previsiones del caso, de acuerdo al Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.

3.4 VENTILACION

Después de realizado el disparo, se ventilaba el frente por un tiempo prudencial, hasta verificar que la contaminación ambiental estuviera dentro de los niveles establecidos, antes que ingrese el personal a ejecutar los trabajos de desatado (desquinche) de rocas sueltas y extracción de desmonte.

Inicialmente se trabajó con un ventilador eléctrico marca JOY AXIVANE de 60 HP y 1,0 m de diámetro interior del cual salían 2 mangas de ventilación

de 0.90 m de diámetro, en forma paralela, con la finalidad de ventilar cada frente de trabajo (Ventana Uruhuasi para los tramos I y II).

Posteriormente con la llegada de dos ventiladores eléctricos instalados en serie, marca ZITRON modelo GEL 9-63/2; estos fueron instalados en una torre metálica especialmente acondicionada en el patio de maniobras. La potencia de cada uno es de 63 Kw generando un caudal de aire aproximado de 11.33 m³/s. Las mangas de ventilación eran de polietileno de 0.90 m de diámetro y estaban aproximadamente a 30 metros del frente del túnel. De acuerdo a los planos se consideraron:

Ventilación Túnel Uruhuasi	3300 m
Ventilación Túnel Casahuiri	3600 m

Siendo la longitud del Túnel de Aducción de 7007.19 m, se consideró dichas distancias. Se adjunta especificaciones técnicas de los ventiladores.

Las mediciones de los niveles de concentración de gases y las evaluaciones de ventilación se hicieron semanalmente y cuando las condiciones de concentración y ventilación así lo exigían.

Los ventiladores estuvieron ubicados a una distancia suficiente del portal, con la finalidad de no recibir el aire contaminado que sale del túnel.

Los parámetros para el saneamiento ambiental eran los establecidos en el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.

3.5 EXTRACCION DE DESMONTE

Transcurrido el tiempo necesario de la ventilación del túnel se procedía a la inspección del disparo, se mojaba los escombros para eliminar los gases y la generación de polvo; inmediatamente se verificaba si era necesario desatar cualquier roca que hubiera quedado suelta. Paralelamente, el equipo de limpieza, integrado por un cargador frontal, se aproximaba al frontón, iniciando la extracción del material derruido hasta el botadero ubicado en cada frente de las ventanas Uruhuasi y Casahuiri respectivamente.

Posteriormente cuando se trabajó con el sistema ferroviario, se contaba con una pala eléctrica Haggloader 8 HR 2, la cual iniciaba la limpieza transportando el material por medio de una faja transportadora hacia el

primer Shuttletrain y así sucesivamente hasta cargar el último vagón en forma continua.

Completado el carguío, toda la composición era jalado por una locomotora EIMCO de 20 toneladas hasta el botadero de las ventanas. Se adjunta especificaciones de locomotora EIMCO, Haggloader 8HR2, Shuttletrain y Jumbo TAMROCK.

3.6 SOSTENIMIENTO

La clasificación del tipo de roca era determinada por el Gerente: en forma similar el tipo de sostenimiento dependía de la clase de roca y del método de excavación, habiéndose diferenciado un sostenimiento adecuado para cada caso.

Los tipos de roca de acuerdo a las especificaciones técnicas de la obra son:

- **Tipo I.-** Era aplicado para rocas de buena calidad, muy competentes, no intemperizadas, con amplio a muy amplio espaciamiento de discontinuidades.
- **Tipo II.-** Era aplicado para rocas de regular calidad, muy competentes, no intemperizadas a ligeramente intemperizadas, con discontinuidades de moderada a ampliamente espaciadas.
- **Tipo IIIA.-** Era aplicado a las áreas en donde la masa rocosa se presentaba cizallada, ligeramente intemperizada, con espaciamiento de discontinuidades de cercano a moderadamente espaciados.
- **Tipo IIIB.-** Era empleada cuando la roca presentaba zonas cizalladas, intemperizadas, débiles y espaciamiento de discontinuidades extremadamente cercanas.

3.6.1 Tipos de sostenimientos

a) Pernos de Anclaje

Estos eran de acuerdo a las Especificaciones Técnicas de la Obra, vale decir una barra de fierro corrugado de alto punto de fluencia del tipo A, de 1.5 m x 25 mm y de 2.0 m x 25 mm. El trabajo de asegurar la roca mediante el empleo de pernos de anclaje se realizaba paralelamente con las operaciones de

avance del túnel y particularmente durante la fase de perforación. Como era imperativo que todo tramo perforado quede convenientemente asegurado, mientras se esté perforando el frontón, también se iban colocando pernos de anclaje en donde la roca lo requería en la zona inmediata al frente. Se tenía mucho cuidado de realizar las perforaciones, tanto en diámetro como en longitud, según las dimensiones del perno por anclar, las que se determinaban de acuerdo al espesor de las cuñas o bloques por asegurar.

Las perforaciones se realizaban con perforadoras manuales. Cuando se requería se utilizaba una plataforma elevada para la bóveda del túnel.

Para asegurar éstos, se colocaban resinas y mortero de cemento en toda la longitud del perno. La colocación del perno de anclaje se hacía con una llave de impacto, hasta que la resina y el mortero estuvieran debidamente licuados; posteriormente se colocaba la platina y la cuña (si es que se requería), procediéndose a colocar la tuerca y su ajuste.

Se adjunta especificaciones técnicas de la resina utilizada.

b) **Shotcrete**

- Shotcrete Vía Seca

Durante la perforación, se encontraban tramos de túnel con cierta inestabilidad en la roca que se podía contener con la aplicación de concreto proyectado; la metodología empleada en este trabajo era la siguiente:

La mezcla se elaboraba con una mezcladora de concreto ubicada en superficie donde se dosificaba los agregados y cemento. La mezcla era transportada desde la plataforma hasta los frentes mediante un payloader, el cual alimentaba a la shotcretera a través de dos personas.

La máquina que se empleaba para el rociado era del tipo neumática: esta recibía la mezcla seca y la conducía por medio de una manguera hasta el pitón de aplicación (lancia), y en esta parte se mezclaba con la solución de

agua aditivo, que llegaba desde el Tanque Kissel por otra manguera que descargaba en el interior del pitón.

Es así como el concreto se proyectaba listo para empezar a fraguar. La superficie de la roca se limpiaba previamente con agua y aire a presión. La aplicación del shotcrete siempre se realizaba de abajo hacia arriba, pues de esta forma se eliminaba la posibilidad de revestir zonas con material de rebote. Para controlar el espesor de la aplicación se empleaban calibradores de alambre que se iban incorporando a medida que se producía el rociado; estos tenían doble finalidad porque, además de determinar el espesor de la capa de shotcrete también servían para amarrar las mallas que pudieran ser necesarias colocar antes de la aplicación de la segunda capa.

Cuando la roca presentaba filtraciones de agua, previamente al revestimiento se realizaban perforaciones de drenaje para captar el agua como posibles desfuegos; en los extremos de estas perforaciones se instalaban retazos de manguera o tubos plásticos y luego se revestía, teniendo cuidado de no obstruir los drenes.

- Shotcrete Vía Húmeda

En base a los resultados obtenidos de resistencia de acuerdo con los f_c requeridos para la aprobación, la mezcla de Shotcrete vía húmeda seguía el procedimiento anterior, con la diferencia que dicha mezcla era producida en un camión concretero, lo que significaba que llegaba al sitio de aplicación con todos sus componentes debidamente mezclados. El camión descargaba la mezcla en un vagón mixer, el cual transportaba al interior del túnel. Adelante se encontraba la shotcretera, el tanque de agua aditivo y la plataforma donde se ubicaba el shotcretero quien rociaba el shotcrete. Toda esta composición era transportada por una locomotora eléctrica hasta el lugar de su utilización.

Dentro de las consideraciones generales de aplicación in situ, la proyección ideal debía realizarse entre 0.60 m a 1.00 m y perpendicularmente a la superficie a ser

proyectada, con la finalidad de evitar poros superficiales causados por los materiales mas pesados (gravilla), por la velocidad de desprendimiento de la boquilla en relación a los finos.

Características del Shotcrete usado en obra.

Para tal efecto, dentro del proceso de revestimiento con shotcrete tenemos como primera capa de sostenimiento un shotcrete aplicado con fibra de acero, microsíllica, plastificante y acelerante de fragua y finalmente una capa especial de shotcrete lanzado con microsíllica, plastificante y acelerante; dependiendo el tipo de roca a sostenerse.

El shotcrete, después de su aplicación, no debe ser tocado, paleteado, suavizado o trabajado de ninguna forma.

El shotcrete se aplicó en una o más capas, hasta alcanzar el espesor total especificado en los planos del proyecto y en los lugares previstos y donde así lo indique la Supervisión.

Materiales e Insumos.

CEMENTO.- El cemento aprobado por el Departamento de Control de Calidad de la Supervisión, para su uso y de acuerdo con los diseños estudiados fue el Cemento Rumi Tipo I; cuya fabricación se ubica en la Planta de Caracoto en la Ciudad de Juliaca, Departamento de Puno.

AGUA.- El agua utilizada en la preparación de la mezcla, fue la procedente de la Quebrada Sayapilla, lado izquierdo, ubicada a 6.0 Km. aguas arriba de la Presa Derivadora Lote No 1. Los análisis bacteriológicos de la muestra de agua, fueron realizados en el Laboratorio de Control de Calidad de SEDA JULIACA - PUNO (fecha 24.04.97).

AGREGADOS.- Los agregados utilizados para la dosificación de shotcrete vía húmeda, son provenientes de la cantera de Sayapilla, ubicada a 6 Km. de la Presa Derivadora Lote No 1, aproximadamente Km. 64+000 a 64+500 del acceso, lado izquierdo – lecho del Río San Gabán.

Los agregados utilizados en la elaboración del shotcrete, han sido aprobados por Control de Calidad de la Supervisión, para ello han determinado la gradación en forma integral, partiendo como tamaño máximo 1/2", cumpliendo con su gradación No 02 de la Guía de Shotcrete ACI-506 GR-85, así como sus propiedades físicas determinadas en el Laboratorio.

MICROSILICA.- Para mejorar la resistencia del shotcrete, se previó el uso de microsíllica, la cual fue suministrada de una forma densificada, cumpliendo con indicado en la Norma SABS 1491 parte III.

En tal razón se ha determinado el uso de la SILICE FUME, producto de la FRITZ INDUSTRIES INC., para la aplicación del shotcrete vía húmeda como elemento de relleno y a la vez de darle un incremento de resistencia. Los ensayos de diseños, llevados a cabo a través de Control de Calidad de la Supervisión, determinó un 10% con respecto al peso del cemento por m³.

Las propiedades físicas y químicas de la microsíllica - SILICE FUME se compara según lo prescrito en las especificaciones técnicas y que se presentan a continuación:

CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES TECNICAS	PRODUCTO SILICE – FUME
- Finura	Mayor a 18,000 m ² /kg	22,000 a 30,000 m ² /kg
- Tamaño de partículas	0.2 micrones - max. 0.4 micrones.	0.02 – 0.3 micrones
- Contenido SiO ₂	No menor de 85%	85– 90%
- Contenido C	No mayor que 5%	1.75 – 2.25 %
- Contenido álcalis	No mayor que 1.5%	1.0 –1.5%

FIBRAS DE ACERO.- Para el presente caso se ha determinado el uso del producto DRAMIX STEEL FIBRES de la línea BEKAERI – TIPO RL-45/30-BN.

COMPOSICION QUIMICA

	%C	%MN	%SI	%P	%S
Mínima	-	-	-	-	-
Máxima	≤ 0.08	≤ 0.35	≤ 0.06	≤ 0.035	≤ 0.35

PROPIEDADES FISICAS

DIAMETRO D (mm)	TENSION Rm (N/mm²)	LONGITUD L (mm)
0.60 – 0.64	Mínimo 1,100	27.0 – 32.0

La Composición Química y las propiedades físicas están dentro del rango contemplado en las Especificaciones Técnicas.

ADITIVOS.- El uso de aditivos, tales como plastificantes, acelerantes de fragua, u otros, puede ser permitido en la fabricación de shotcrete si se adicionan en las proporciones y forma definidas por el Contratista y aprobadas por la Supervisión, con base en los ensayos realizados en el Laboratorio.

Considerando y de acuerdo a los requerimientos del diseño, la utilización de microsíllica y fibras de acero en las mezclas de shotcrete vía húmeda, permite la utilización de un super plastificante y fluidificante, debido a la gran absorción que requieren los componentes de las mezclas, lo que permiten dar sus influencias sobre las características del shotcrete.

Teniendo en consideración las bondades de los aditivos, se ha previsto el uso para:

Aplicación de aditivos en zonas normales

Se ha previsto usar un super plastificante denominado RHEOBUILD 716 y un acelerante de fragua MEYCO 430, ambos productos de MASTER BUILDERS.

RHEOBUILD 716

Descripción.- Es un aditivo reductor de agua de alto rango, para producir concreto plástico, que fluye fácilmente, manteniendo una plasticidad por un largo periodo de tiempo.

Características y beneficios

En el concreto fresco:

- Revenimiento de 200 a 280 mm.
- Plasticidad mantenida durante un tiempo mayor
- Tiempo de fraguado controlado
- Cohesivo y sin segregación
- Sangrado mínimo
- Control de temperatura en clima cálido.

En el concreto endurecido:

- Mayor resistencia a la compresión
- Mayor módulo de elasticidad
- Mayor adherencia al acero
- Baja permeabilidad y alta durabilidad
- Menores contracciones y fluencia
- Confiabilidad de la integridad estructural del elemento terminado.

Dosificación.- Normalmente se recomienda en un rango de 0.65 a 1.3 litros por cada 100 kg de cemento, dependiendo de su aplicación, de la aceleración de la obtención de resistencias adquiridas y del incremento en el revenimiento deseado.

MEYCO S.A. 430

Descripción.- Es un acelerador de alto desempeño, para usarse en el proceso de concreto lanzado vía húmeda, pero también puede usarse en el proceso de concreto lanzado vía seca. Es un aditivo líquido, cuya dosificación puede variar de acuerdo a los tiempos deseados de aplicación y de endurecimiento.

Campos de aplicación

Para todas las aplicaciones donde el grosor de recubrimiento y los valores de altas resistencias tempranas son decisivos.

Las principales aplicaciones son:

- Túneles
- Galerías

- Minas
- Taludes
- Reparaciones

Características y beneficios

- Aplicación rápida y altas resistencias tempranas, que con el concreto lanzado sin acelerantes.
- Posible incremento en el grosor de la capa
- Progreso seguro en la rapidez del trabajo
- Baja viscosidad.
- Facilidad al mezclado con el concreto, incluso a bajas temperaturas.
- Menor consumo
- Mayor durabilidad del concreto lanzado en comparación con los acelerantes tradicionales.

Consumo.- La dosificación del MEYCO S.A. 430, generalmente varía entre 3 – 8% del volumen del cemento. El tiempo de aplicación requerido y por lo tanto la dosificación necesaria, son determinados por el tipo de sustrato. La dosificación debe ajustarse a la temperatura del sustrato y del material lanzado, así como al periodo de reacción del cemento. Una sobredosis (>8%) puede causar un incremento en la reducción de la resistencia final.

DOSIFICACION SHOTCRETE EN ZONAS NORMALES

DISEÑO N° H 86

COMPONENTES	CANTIDAD EN Kg. Y/O LTS.		
	1.00 m ³	2.00 m ³	3.50 m ³
Cemento	467.00	934.00	1634.50
Agua	215.00	430.00	752.00
Agregado	1500.00	3000.00	5250.00
Microsilica fume	47.00	94.00	164.50
Rheobuild 716	6.07	12.14	21.50
Meyco SA 430 V	14.00	28.00	49.00
PESO TOTAL	2249.07	4498.14	7871.25

DISEÑO N° H 77

COMPONENTES	CANTIDAD EN Kg. Y/O LTS.		
	1.00 m ³	2.00 m ³	3.50 m ³
Cemento	467.00	934.00	1634.50
Agua	219.00	438.00	766.50
Agregado	1396.00	2792.00	4886.00
Fibra Dramix	50.00	100.00	175.00
Microsílica Fume	47.00	94.00	164.00
Rheobuild 716	6.07	12.14	21.25
Meyco S.A. 430 V	14.00	28.00	49.00
PESO TOTAL	2,199.07	4,398.14	7,696.75

Aplicación de aditivos en zonas húmedas.

Se ha previsto usar un aditivo superfluidificante denominado SIKAMENT FF – 86 y un acelerante líquido de fragua SIGUNIT L–22, ambos productos SIKA.

SIKAMENT FF - 86

Descripción.- Es un producto sintético que produce en el concreto, una consistencia superfluida o permite trabajar con una fuerte reducción de agua de amasado. No contiene cloruros, no es tóxico, cáustico ni inflamable, es un producto aniónico, que al ser absorbido por las partículas de cemento, les confiere una carga eléctrica negativa produciendo su separación permitiendo con esto una hidratación completa de los granos de cemento, sin efecto secundario.

Propiedades.-

- Consistencia fluida sin disminución de resistencias mecánicas.
- Calidad homogénea, es decir, mínima segregación y exudación.
- Incremento de la impermeabilidad, durabilidad y resistencias al ciclo Hielo – Deshielo.
- Confiere al concreto una superficie de excelente calidad.
- Mejora las características del concreto bombeado.
- Concreto de altas resistencias iniciales y finales debido a la fuerte reducción de agua (20 – 25%).

Campo de aplicación

- Reducción del tiempo de colocación del concreto.
- Rapidez en la colocación del concreto bombeado.
- Trabajos de vaciado de concreto bajo el agua mediante el sistema de tolva tubo.

Modo de empleo

Como Fluidificante: (dosis de 0.5% a 1.5% del peso del cemento).- Se puede agregar diluido en el agua o para obtener un mejor resultado, al final de amasado. El concreto debe tener inicialmente la cantidad de agua necesaria para obtener un asentamiento de cono de 6 a 8 cm. una vez agregado SIKAMENT FF-86 se obtiene un cono de 18 a 20 cm.

Para altas resistencias: (0.8% a 2% del peso del cemento).- Debe diluirse en el agua de amasado, al que debe reducirse entre un 10% y un 25%, según la dosis utilizada, hasta obtener la consistencia requerida.

SIGUNIT L - 22

Descripción.- Es un acelerante líquido, desarrollado para ser utilizado en concreto, proyectado tanto por vía húmeda como por vía seca. No contiene cloruros.

Propiedades

- Permite capas sucesivas rápidamente
- Disminuye el rebote
- Evita desprendimiento sobre cabeza
- Acelera el fraguado del cemento
- Permite obtener resistencias mecánicas en pocas horas

Tiempo de fraguado en Vicat en pasta de cemento:

<u>Dosis de SIGUNIT L – 22</u>	<u>Principio</u>	<u>Fin</u>
4%	60 segundos	30 minutos
6%	50 segundos	13 minutos

Campo de Aplicación

- Concretos y morteros proyectados en Túneles, Muros de Contención, Canales, Estanques y Reparaciones.
- Para impermeabilización y sellado de filtraciones.

- Estabilización de Taludes.

Modo de empleo

Se agrega junto con el aire comprimido en el sistema de mezcla húmeda y diluido en el agua, en el sistema de mezcla seca.

Se recomienda utilizar dosis de 4% a 6%, del peso del cemento. Es necesario considerar que el efecto acelerante de las mezclas de cemento depende de la temperatura de la dosificación del concreto y del tipo de cemento a emplear.

Shotcrete con microsilica.

El Shotcrete tendrá una resistencia a la compresión correspondiente a lo indicado en la norma ASTM C-39, de 100 kg/cm² a las 24 horas y 450 kg/cm² a los 28 días.

En general, los componentes correspondientes a la mezcla para el concreto lanzado deberán estar comprendidos en los siguientes rangos:

- Contenido de cemento (kg/m³) 330 - 450
- Microsilica (kg/m³) 30 - 50
- Fibra de acero (kg/m³) 30 - 60
- Proporción agregado/cemento 3 - 5
- Acelerante (% peso cemento) 2 - 3
- Relación agua/cemento (A/C) 0.35 - 0.45

DOSIFICACION SHOTCRETE EN ZONAS HUMEDAS

DISEÑO H 81

COMPONENTES	CANTIDAD EN Kg. Y/O LTS.		
	1.00 m ³	2.00 m ³	3.50 m ³
Cemento	467.00	934.00	1634.50
Agua	210.00	4.20	735.00
Agregado	1431.00	2862.00	5008.50
Fibra Dramix	50.00	100.00	175.00
Microsilica Fume	47.00	94.00	164.50
Sikament FF - 86	8.00	16.00	28.00
Sigunit L - 22	14.00	30.00	52.50
PESO TOTAL	2,228.00	4,456.00	7,798.00

DISEÑO H – 86A

COMPONENTES	CANTIDAD EN Kg. Y/O LTS.		
	1.00 m ³	2.00 m ³	3.50 m ³
Cemento	467.00	934.00	1634.50
Agua	210.00	420.00	735.00
Agregado	1510.00	3020.00	5285.00
Microsílica Fume	46.00	92.00	161.00
Sikament FF – 86	7.50	15.00	26.25
Sigunit L – 22	14.00	28.00	49.00
PESO TOTAL	2,254.50	4,509.00	7,890.75

Preparación de la superficie.- Previo a la aplicación del shotcrete, se efectuaba una verificación y corrección del perfil de la sección transversal excavada, para su ajuste a las líneas señaladas en los planos. Las superficies en las cuales sería aplicado el shotcrete eran desquinchadas, eliminando todo material suelto e inestable, limpiando el área con una mezcla de agua y de aire aplicado a alta presión, para eliminar los materiales sueltos.

En donde la filtración de agua subterránea humedecía en exceso la superficie de roca, como para realizar una aplicación normal del shotcrete, se procedía a perforar taladros de drenaje y a canalizar las filtraciones, con previo conocimiento y aprobación de la Supervisión.

Todas las superficies que iban a recibir el shotcrete estaban húmedas, pero libres de toda suciedad, lodo, petróleo, material de rebote u otro material suelto.

En donde el shotcrete era colocado sobre una capa previa, ésta primero debía alcanzar su fragua inicial, para luego ser limpiada de todo material de rebote o cualquier otro material suelto.

El shotcrete no debía ser aplicado a ninguna superficie sin la previa autorización y aprobación de la Supervisión.

Aplicación del shotcrete.- El shotcrete era aplicado por personal especializado de acuerdo con las prácticas óptimas

señaladas en las especificaciones ACI – 506R-85, excepto en el caso en que por la adición de microsilica era posible aplicar capas relativamente gruesas en una sola pasada.

No existía inclusiones de rebotes en los trabajos terminados, ni áreas huecas. Debía existir una buena adherencia a la roca y se debería tener una superficie terminada razonablemente suave. No podía ser aprovechada de ninguna forma el material de rebote y por el contrario era retirado hacia el área de deposición de escombros. Las pérdidas por rebote no excedían el 15% del volumen del shotcrete en los hastiales y 20% en la bóveda.

El espesor de la capa de diseño especificado era controlado, como se mencionó anteriormente, por clavos indicadores (calibradores), sujetos a la roca o a la capa anterior de shotcrete, así como en la cara exterior de la cimbra metálica.

Previo a la aplicación de una nueva capa, el trabajo existente deberá ser verificado, con el fin de inspeccionar áreas huecas o no adheridas, debiendo éstas ser cortadas y reemplazadas a satisfacción de la Supervisión.

De conformidad a los planos del proyecto se ha previó aplicar shotcrete de la siguiente manera:

- A). **ROCA TIPO I**
Shotcrete simple con espesor de 5 cm., según sea requerido.
- B). **ROCA TIPO II**
Shotcrete simple con espesor de 7.5 cm., según sea requerido.
- C). **ROCA TIPO IIIA**
Shotcrete con espesor de 10.0 cm:
 - Shotcrete fibra de acero con espesor de 7.0 cm.
 - Shotcrete simple con espesor de 3.0 cm.
- D). **ROCA TIPO IIIB**
Shotcrete con fibra de acero primario con espesor 5.0 cm.
Shotcrete con fibra de acero altura cercha e = 15.0 cm.
Shotcrete de revestimiento de 10.0 cm:

Shotcrete con fibra de acero con espesor de 7.0 cm.

Shotcrete simple con espesor de 3.0 cm.

Curado.- En general no se requiere aplicar métodos especiales para el curado en las obras subterráneas. El shotcrete era mantenido continuamente húmedo durante 7 días consecutivos, rociándolo con una fina neblina de agua a intervalos no mayores de 4 horas.

Verificación del shotcrete aplicado.- El espesor del shotcrete aplicado era verificado por la Supervisión, para lo cual solicitaba al Contratista la ejecución de taladros de prueba ubicados aleatoriamente. El contratista perforaba orificios adicionales, si así lo deseaba, en puntos ubicados en forma intermedia a aquellos ubicados por la Supervisión.

El criterio de aceptación consistía en que cualquier área de 50 m² cuya media aritmética de los espesores de todo los puntos verificados debía ser igual o mayor que el espesor especificado.

Además, considerando la variación en el perfil de la excavación, en ningún punto que haya sido verificado el espesor debía ser menor que lo siguiente:

I Frentes de excavación – 1/3 del especificado con perforación y voladura.

II Frentes de perforación – 2/3 del especificado en caso de empleo de TBM.

Si el espesor se encontraba por debajo de lo aceptable, la Supervisión ordenaba la aplicación de una capa adicional de shotcrete, sin pago adicional, efectuándose una nueva verificación del espesor, hasta que el espesor aplicado fuera aceptable.

Ensayos de rutina.- Para la aprobación de la Supervisión, el Contratista construía un panel de prueba por cada 50 m³ de shotcrete aplicado en cada Frente o por cada volumen producido en cada turno de trabajo, debiendo ser preparado por el operario a cargo de la boquilla de shotcrete en el frente respectivo.

Los paneles de ensayo se ejecutaban rociando dentro de moldes de 750 X 750 X 150 mm. de profundidad, con lados biselados hacia afuera a 45°, con el fin de prevenir el entrapamiento del rebote. Los paneles se hacían para cada mezcla y para cada posición rociada, es decir para shotcrete superior o vertical, fijando los moldes a la superficie que esté siendo rociada. Los paneles estaban claramente marcados en hora, número, lugar y fecha de ejecución.

Adicionalmente a estos ensayos, la Supervisión realizaba mediciones de dureza del shotcrete aplicado, usando un dispositivo del tipo “Martillo Schmidt” o similar, suministrado por el Contratista.

Ensayos de resistencia.- Los paneles eran curados en el campo en forma similar a la aplicada durante el proceso de construcción, después de lo cual el Contratista lo entregaba al Laboratorio, en donde eran curados con agua según lo especificado en la norma ASTM C – 39.

Para los ensayos iniciales y de rutina, el Contratista perforaba de los paneles de ensayo, núcleos de 100 mm. de diámetro, de una longitud comprendida entre 110 y 150 mm.

Se perforaban 3 núcleos, ensayándose a los 3, 7 y 28 días, según lo indicado por la Supervisión y en presencia de la misma. Los esfuerzos a la compresión eran corregidos según lo indicado en la norma ASTM C-39 cuando la longitud del núcleo es menor que el doble del diámetro del mismo.

En los lugares de la obra donde el espesor del shotcrete era tal que se podía perforar núcleos de ensayo de 100 mm. de diámetro; la Supervisión podía solicitar que tales núcleos sean perforados para su ensayo. Se requería un promedio de no mas de 2 núcleos de 100 mm de diámetro por cada 50 mts. de longitud del Túnel.

El Contratista suministraba todos los moldes para los paneles y el equipo para el muestreo de núcleos para los propósitos de muestreo y de ensayo del shotcrete. La máquina para el ensayo

de los cubos de concreto suministrada por el Contratista, era la adecuada para el ensayo de muestras de shotcrete.

Control de calidad.- Para fines de los ensayos de rutina de calidad del shotcrete, se consideraba satisfactorio si cada resultado de los ensayos era por lo menos el 75% de la resistencia especificada y si por lo menos los resultados de tres núcleos de un panel ensayado excedían el 0.85 f'c. Para el caso de muestras cúbicas, el promedio de tres de ellas tomadas de un panel tenía que ser igual o mayor que f'c.

Si los ensayos de las muestras del shotcrete no cumplían con la resistencia mínima especificada, la Supervisión ordenaba que se realicen ensayos adicionales por parte del Contratista, con el fin de determinar nuevas proporciones de mezcla, hasta alcanzar resultados satisfactorios.

Si la Supervisión consideraba que las bajas resistencias del shotcrete aplicado pudiesen reducir la seguridad de las obras y del personal o pudiesen disminuir la efectividad de soporte de la roca, podía ordenar que sean tomadas las siguientes acciones:

a) Eliminar el shotcrete con defectos en tiras o en paneles, de tal forma que la seguridad de las obras y del personal no sean puestas en peligro, reemplazando dicho material eliminado con shotcrete de calidad aceptable, ó

b) Aplicar un espesor adicional de shotcrete que no exceda al espesor originalmente requerido o tomar medidas de reforzamiento con otro sistema de soporte.

En ambos casos no se hacía ningún pago por el shotcrete con defectos ya aplicado, ni tampoco por el concepto de la eliminación de éste, ni por ningún trabajo de eliminación de los escombros resultantes del área de las obras subterráneas, ni su correspondiente traslado al botadero solo se reconocían pagos correspondientes a la aplicación de shotcrete aceptable.

c) Instalación de Mallas

En los lugares donde se requería, se instalaban mallas metálicas dentro del revestimiento de concreto rociado; la

técnica de instalación se reduce a adherir la malla lo mejor posible a la primera capa de shotcrete. Esta adherencia se hacía siguiendo la sinuosidad de la roca; por eso era necesario que, además de los anclajes de la malla, tener otros elementos que lograban esta adherencia, la cual se conseguía con los calibradores, que eran alambres que se instalaron en la primera capa de revestimiento, donde se preveía la instalación de malla se abundaba en la colocación de calibradores.

Después de instalada la malla, esta era cubierta con otra aplicación de shotcrete, cuyo espesor podía variar de acuerdo a las condiciones de la roca.

d) Cimbras

Las cimbras se fabricaban de acuerdo a lo especificado en los planos del proyecto.

Cuando las condiciones de la roca lo requería, se hacía necesario la colocación de cimbras metálicas. Este tipo de trabajo requería de mucha atención en su alineación y nivel, de tal forma que antes de su colocación se debía disponer de un cuidadoso control de ejes y niveles en las inmediaciones de la zona de trabajo. Estos elementos topográficos además de servir para colocar correctamente las cimbras, servían para controlar si la excavación era completa en su respectiva geometría.

El buen éxito del sostenimiento a través de cimbras dependía de su colocación, de la forma como se conectaba a las otras ya instaladas, a su anclaje a la misma roca, a su bloqueo y al entibado que se efectuaba.

La distancia adecuada entre cimbras se determinaba de acuerdo a la geología del macizo rocoso.

Cuando la cimbra estaba en posición definitiva, se procedía a anclarla a la roca de manera que impedía cualquier movimiento que tendía a reducir las dimensiones de la sección. Este anclaje se ejecutaba por medio de cáncamos de fierro corrugado de 1" de diámetro, doblados en la forma

necesaria para fijar la cimbra; asimismo, la unión entre cimbras se efectuaba mediante distanciadores de acero corrugado de 1" de diámetro.

Una vez que la cimbra estaba definitivamente colocada, se procedía a su bloqueo mediante la colocación de sacos de polipropileno (mezcla de arena y cemento) combinado con rocas de regular tamaño. Estos eran colocados en los espacios perimétricos cimbra-roca. La plasticidad de estos sacos permitían acomodarse a los espacios vacíos y lograr un bloqueo eficiente.

Para evitar el desprendimiento de rocas entre cimbras y como soporte del material de relleno (bolsacretos), se colocaban, según se requería, perfiles tipo C 4"x7.25. Se adjunta el diseño de las cimbras aprobadas por la Supervisión.

3.7 MEDIDAS DE SEGURIDAD

Se proporcionó al personal de obra de los medios de protección adecuados, según las condiciones de trabajo y de ambiente.

El Ingeniero de Seguridad del Contratista diariamente inspeccionaba los frentes, abarcando los siguientes aspectos:

- Vías de acceso y sus instalaciones
- Condiciones de ventilación
- Desatado de roca y sostenimiento
- Normas de perforación y voladuras de roca
- Uso de explosivos
- Transporte subterráneo de desmonte y otros
- Condiciones de iluminación
- Condiciones de drenaje
- Normas para trabajos auxiliares en subsuelo
- Implementos de seguridad del personal

El Ingeniero de Seguridad dictaba charlas de grupo mensualmente. Asimismo en sus visitas de inspección a los frentes, explicaba a los trabajadores en el mismo lugar de operación, el modo de eliminar las situaciones de riesgo.

También se entrenaba trimestralmente a la Brigada de Salvataje en prácticas de rescate de túnel; igualmente la propaganda de seguridad se utilizaba para mantener al personal informado y alerta a los riesgos más comunes, gráficamente a través de avisos y letreros.

Finalmente se cumplía las medidas establecidas en el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera, además de cumplir con las normas contempladas en las especificaciones técnicas de la obra y en el Programa Anual de Seguridad.

3.7.1 *Tubería de Aire comprimido*

Se suministraba aire para los servicios subterráneos a través de una tubería metálica tipo alvenius con un diámetro de 6", que permitía disponer de presión suficiente para el desarrollo de las operaciones de sostenimiento e instalaciones. En el túnel se ejecutó un nicho cada 250 m aproximadamente con la finalidad de instalar la compresora de aire de 1000 cfm, alimentada desde el transformador de 400 KVA que estuvo ubicada en el interior del túnel.

3.7.2 *Casa de Fuerza*

Inicialmente se trabajó con 02 grupos generadores DIESEL de 230 KVA, posteriormente se instalaron 04 grupos generadores DIESEL de 330 KVA de potencia y 380/220 voltios – 60 Hz, instalados para trabajar en paralelo simultáneamente según requerimientos de la carga. Cada generador tenía un panel individual para poder controlar amperaje, voltaje y frecuencia. Adicionalmente se instaló un panel de sincronización para enlazar a la línea, cualquiera de los generadores. La operación de los generadores y paneles era hecha por un electricista con amplios conocimientos sobre generación de energía. Se dispuso de un cerco de malla de tipo olímpica para impedir el acceso de personas no autorizadas a la central de generación.

Los cuatro grupos se alinearon en la misma dirección y la alimentación de combustible se realizaba mediante un tanque de almacenamiento, el cual tenía tuberías metálicas con llaves independientes y que abastecía a cada generador.

3.7.3 *Sub Estación Elevadora*

Adjunto a la casa de fuerza se instaló sobre una superficie de concreto un transformador de 750 KVA de potencia nominal y de entrada 280 voltios

3.8 ESTABILIZACION DEL TUNEL DE ADUCCION

3.8.1 *Inyecciones de Relleno*

La metodología de excavación en roca tipo IIIB previó, como medida de sostenimiento, la instalación de cerchas inmediatamente después del shotcrete primario y de la limpieza del frente. Para garantizar el contacto de la cercha al macizo rocoso se emplearon trozos de roca y bolsacretos, entre los cuales quedaron vacíos. Estos últimos necesitaron ser rellenados mediante inyecciones, para garantizar un contacto completo entre la cercha y la roca excavada.

Es absolutamente inaceptable dejar espacios vacíos entre el revestimiento de shotcrete y la roca, pues el macizo rocoso, sin la contención adecuada, sufre deformaciones con el tiempo, las cuales permiten el afloramiento de una porción de roca que pasa a ejercer su carga sobre el revestimiento.

Adicionalmente, en función del tipo de roca y de aspectos estructurales, las cargas que se desarrollan pueden ser excéntricas y laterales. Cargas puntuales indican esfuerzos dañinos para el revestimiento; por tanto, es importante que la transferencia de carga del macizo rocoso al revestimiento sea uniforme.

Generalidades a la Orden de Cambio N° 05

a.- Características Geológico – Geotécnicas del Macizo rocoso:

La ejecución del tramo I, se ha iniciado en la progresiva 1+585.87 y en dirección hacia aguas arriba; la excavación se comenzó en rocas ígneas: Diorita intruída en algunas zonas por diques de granodiorita y cuarzo.

Desde la progresiva 0+995, se ha presentado el contacto y cambio gradacional a roca metamórfica gneis granítico muy fracturado, fallado y alterado.

Entre las progresivas 1+585.87 a 1+017.30 , durante la fase de excavación se ha presentado una intercalación de roca I y II , con

algunos sectores esporádicos de roca IIIA ; la roca es de buena a regular calidad.

La mala calidad de la roca se ha iniciado desde la progresiva 1+017.30, que coincide con una proyección a superficie donde se ubica la quebrada Tucuri; y al continuar la excavación en dirección aguas arriba, la cobertura o encampane del macizo rocoso progresivamente fue descendiendo, y la calidad de la roca encontrada ha sido de regular hasta de muy mala calidad.

La roca se ha presentado muy fracturada y alterada, con sistemas de fracturamiento persistentes, presencia de diversas fallas geológicas y microfalamientos , con filtraciones de agua desde goteos discontinuos hasta chorreras con cierta presión en algunas áreas determinadas.

Los sistemas de fracturamiento al intersectarse entre sí y/o con las fallas geológicas, debilitan la estructura del macizo rocoso , formando cuñas potencialmente inestables.

Durante la fase de excavación se han producido desprendimientos de bloques de roca de diferentes tamaños, creando sobreexcavaciones en el perfil de excavación , principalmente en los tipos IIIA y IIIB.

En el proceso de excavación se ha observado que en la mayor parte de los sectores de roca IIIB, los desprendimientos de los bloques de roca, se producían en el frente y en el perfil de excavación, en el momento que se estaba perforando con el jumbo, a consecuencia del alto fracturamiento , alteración e inestabilidad del macizo rocoso.

En este tramo ha predominado la roca de mala a regular calidad , y donde se han producido sobre excavaciones y/o derrumbes geológicos en el perfil de excavación , por causa de las estructuras geológicas desfavorables y los otros factores que han incidido terminantemente en la inestabilidad del macizo rocoso , como son del alto grado de alteración de la roca , las filtraciones de agua , etc.

Dado que la roca IIIB por definición es de baja calidad , los vacíos producidos por derrumbes geológicos y sobreexcavaciones son absolutamente irregulares y de perfiles muy diversos originando

volúmenes importantes que no pueden medirse tal como una excavación de sección regular.

b.- Medidas de Sostenimiento:

Las medidas de sostenimiento instaladas en los diferentes tipos de roca , son los siguientes:

- Roca Tipo I : Shotcrete simple y pernos de anclaje puntuales.
- Roca Tipo II: Shotcrete simple en todo el perímetro de la sección y pernos de anclaje puntuales ó sistemáticos.
- Roca IIIA : Pernos de anclaje sistemáticos, shotcrete con fibra de acero $e= 0.07$ m. Y una capa final de shotcrete simple $e= 0.03$ m. En todo el perímetro de la sección.
- Roca IIIB : Shotcrete con fibra de acero primario $e= 0.05$ m. En todo el perímetro de la sección . Cerchas metálicas con perfiles canal C. El bloqueo de las cerchas se realizó con bolacretos + piedras ó cantos de roca.

Aplicación de shotcrete con fibra de acero $e= 0.15$ m, sobre las cerchas metálicas.

c.- Inyecciones de Relleno:

En el numeral 2.6.3.a)- Inyecciones de Relleno.- de las Especificaciones Técnicas Particulares está contemplado la ejecución de estas inyecciones en la zona de la clave en forma sistemática, si fuera revestido el túnel con concreto como inicialmente se consideró en la propuesta.

Asimismo en el numeral 2.6.3.5 de las Especificaciones Técnicas Particulares se indica el procedimiento de ejecución de estas inyecciones.

Las normas de medición y pago para las inyecciones de relleno de clave, indican que la unidad de medida para el pago es el metro lineal de túnel inyectado, independientemente de los volúmenes admitidos.

Dado que el revestimiento del túnel, no se efectuará con concreto como inicialmente estaba previsto, los trabajos descritos en las

especificaciones técnicas han sido modificados, por cuanto, el revestimiento se está efectuando con shotcrete , por lo que no existe espacios vacíos entre la roca y el shotcrete para las rocas tipo I , II y IIIA ; sin embargo en la roca Tipo IIIB el sostenimiento se realiza mediante cerchas (cimbras) metálicas con perfiles de acero , acuñadas a la roca mediante bolsacretos y bloques de roca suelta.

Los vacíos existentes entre los bolsacretos y los bloques de roca , delimitados entre el macizo rocoso excavado y el revestimiento con shotcrete , es necesario rellenar con Inyecciones de Relleno.

Causas que propiciaron la Orden de cambio N° 05

Como se indicó anteriormente el revestimiento con concreto no será ejecutado , en su lugar el revestimiento se está ejecutando con shotcrete ; y por tanto en roca tipo IIIB es necesario ejecutar los trabajos de Inyecciones de Relleno.

En el Formulario N° 05 que contiene el presupuesto ofertado por el contratista en las partidas 3.49, 3.80, 3.136 .- Inyecciones de Relleno .- la unidad de medida es el metro lineal; por las características distintas de los trabajos a ejecutar de estas inyecciones, su forma de medida será el metro cúbico, por tanto se tuvo que pactar nuevo precio unitario para las Inyecciones de Relleno cuya unidad de pago es por m³ inyectado.

En cuanto a los consumos de cemento, arena, bentonita se pagarán aparte porque los precios unitarios están incluidos en partidas similares del Formulario N° 05 y corresponden a la propuesta económica del Contratista ; el costo del agua se encuentra incluido en los precios unitarios de las inyecciones

Soluciones propuestas

La práctica internacional referente a la construcción de túneles, nos ha demostrado que es imprescindible el relleno de vacíos , ya que las cargas verticales pueden alcanzar valores correspondientes a una altura de 1 ó 2 veces el diámetro del túnel , dependiendo de la calidad del macizo rocoso.

Las cargas a desarrollarse pueden ser excéntricas y laterales , además de cargas puntuales que ejercen esfuerzos perjudiciales para las medidas de sostenimiento y revestimiento de shotcrete;

siendo muy importante que las transferencias de esfuerzos tales como los traspasos de cargas al macizo rocoso sean transmitidas como cargas uniformes.

En el bloqueo realizado sobre las cerchas en roca IIIB , siempre quedan espacios vacíos.

De acuerdo a la mala calidad del macizo rocoso que se ha encontrado durante la fase de excavación , la roca de regular hasta de muy mala calidad; los espacios vacíos tenían que rellenarse con inyecciones de cemento.

Conforme a las pruebas de sedimentación y fluidez ; es posible usar inyecciones de relleno con mortero 1:1:1 (agua, cemento, arena) más 0.50 % de Bentonita Aus-gel, los cuales dan como resultado de sedimentación con 2.5 % y fluidez 44" 407 s/qt.

Para el caso de la dosificación 1:1:2 (agua : cemento : arena) es recomendable usar 0.25% de Bentonita Aus - gel, ya que ésta presenta una fluidez de 56"58 s/qt.

Características Técnicas del Trabajo

1.- Las inyecciones de relleno serán aplicadas en secciones de túnel donde se tenga la presencia de roca tipo IIIB.

2.- Se procederá a la perforación y aplicación de inyecciones de relleno en roca tipo IIIB posteriormente a la ejecución de las primeras fases de aplicación de shotcrete estructural con fibra de acero y microsílca; es decir shotcrete primario de 5 cm de espesor, luego shotcrete estructural de 2da fase con 15 cm. de espesor quedando alineado a la cercha metálica.

3.- En cuanto a la perforación para este tipo de trabajo, se realizará utilizando como equipo el Pusher Leg Drill, a una profundidad de perforación que oscila entre 0.60 m. y 1.00 m. según sea el caso, pudiendo considerarse un promedio de 0.80 m.

4.- Para las inyecciones de relleno se realizará perforaciones a cada 2.50 ml. de túnel y en cada sección se ejecutará entre 6 y 8 taladros.

5.- El equipo inyector a utilizarse para la aplicación de inyecciones de relleno será el tipo Peroni o Similar, que sea capaz de soportar el paso del material friccionante, como es el caso de la arena.

6.- La relación cemento arena en peso debe encontrarse entre las siguientes relaciones: 1:1:1 , 1: 1 : 1.5 y 1: 1:2 , quiere decir, que para una unidad en peso de agua , el cemento tendrá un valor de 1 ; y la arena tendrá un valor que varía entre 1 , 1.5 y 2.

El peso de la Bentonita será el 0.5% del peso del cemento.

3.8.2 Inyecciones de Consolidación

También aquí se requiere manifestar que el tratamiento de consolidación del macizo, garantiza la seguridad de la obra durante el período de vida útil. Se sabe que en los tramos de macizo de calidad pobre, sea de roca blanda o descompuesta y fracturada, la roca suele incrementar progresivamente sus empujes verticales y horizontales sobre el revestimiento, el cual podría no resistir en algunos tramos y sufrir colapso.

El tratamiento de consolidación promueve el desarrollo de mejores características mecánicas de la roca alrededor del revestimiento, formando una zona con mas capacidad de soportar las cargas del terreno, que equivale a tener un revestimiento de mayor espesor y capacidad.

La reducción de cargas sobre el revestimiento, cuando se ejecuta el tratamiento de consolidación, alcanza el 35 % o hasta más en función del espesor de la zona tratada y de las relaciones de parámetros adoptados.

3.8.3 Equipos para los trabajos

a) Equipos de perforación

Los equipos de perforación fueron del tipo rotopercusivo y su accionamiento no fue mediante motores de combustión interna.

El fluido de perforación fue el agua, siendo el más recomendable ya que el aire produce el taponamiento y aglutinamiento de las partículas en las fracturas, siendo muy

difícil un lavado mediante agua y aire a presión que permitiría un eficiente proceso de inyección de dichas fracturas.

Las máquinas fueron del tipo, capacidad y condiciones necesarias y adecuadas para ejecutar los trabajos de acuerdo a lo indicado en las Especificaciones Técnicas y equipado con todas sus herramientas.

b) Equipo para lavado de los agujeros

Las perforaciones, que se ejecutaron mediante el sistema rotopercusivo, fue necesario el lavado de los agujeros mediante equipos diseñados para este fin, los cuales fueron aptos para inyectar aire y agua alternativamente o en conjunto, a una presión suficiente, por medio de una tubería introducida en el agujero y que permitía el lavado de las paredes de la perforación y de las fracturas que cruzaban.

c) Equipos de inyección

- Mezcladores

Los mezcladores fueron del tipo de alta turbulencia y con una velocidad de circulación no menor de 1,250 r.p.m., suficiente para poner los finos de la mezcla en estado semicoloidal y con bajo factor de sedimentación.

Tuvieron una capacidad para mezclar 100 litros de lechada y poseían válvulas adecuadas para direccionar la mezcla antes preparada hacia el agitador.

En el proceso de preparación de la mezcla, el volumen de agua a verter en el mezclador, según la dosificación establecida, se midió mediante un caudalímetro.

- Agitadores

Después de mezclada, la lechada fue descargada en el agitador. El agitador estuvo provisto de espas que giraban en no menos de 100 r.p.m. que mantenían las partículas sólidas en suspensión y prevenían cualquier afloramiento de agua debido a sedimentación de la mezcla.

Los agitadores tenían una capacidad de 150 litros de mezcla

Los volúmenes inyectados se medían con una regla calibrada introducida en el agitador estando la mezcla en reposo y a veces con un registrador automático de inyección.

- Bombas de Inyección

Las bombas de inyección estuvieron preparadas para ser capaces de desarrollar una presión de 50 kg/cm^2 para un gasto de 2 litros por minuto.

Estos equipos fueron accionados por motores eléctricos y tuvieron la capacidad de bombear mezclas con relación agua/cemento en peso entre 2:1 a 0.6:1, y morteros de hasta 1:1:2 relación en peso de agua/cemento/arena.

- Líneas de circulación

La tubería de inyección y los accesorios eran los adecuados para las presiones especificadas y aseguraron un flujo continuo de la mezcla y un cuidadoso control de la presión.

El diámetro interno de la tubería de aducción que conecta la bomba de inyección con la tubería de inyección tuvo 1" de diámetro nominal debido a que utilizó obturador.

El manómetro, utilizado para medir la presión de inyección, estuvo ubicado en la boca del taladro inyectado, para evitar influencia de la pérdida de carga por la tubería de aducción, de tal forma que la presión medida era la efectiva dentro del tramo en ejecución.

La línea de circulación estuvo provista de válvulas de acción rápida y paso directo, con vástago lubricado (tipo esfera) de 1" de diámetro.

3.9 CHIMENEA DE EQUILIBRIO

3.9.1 *Perforación y voladura*

La chimenea de equilibrio se excavó conforme a planos y Especificaciones Técnicas. Las excavaciones fueron hechas con métodos previamente determinados, con mano de obra con experiencia, utilizándose equipos modernos.

Se excavó de abajo hacia arriba utilizándose una plataforma tipo Alimak. Desde la Chimenea se excavó las cámaras, siendo este trabajo ejecutado en dos partes: primeramente se excava la bóveda y después se excavó el rebajo.

3.9.2 *Evacuación y transporte de escombros*

Los escombros producidos en las excavaciones fueron sacados por medio de un miniexcavador y vagones de descarga lateral y retro, dada las pequeñas dimensiones de las cámaras.

3.9.3 *Soportes e inyecciones*

Los soportes eran hechos a medida que se excavó la chimenea proporcionando una superficie de excavación segura.

3.10 INSTALACIONES INDUSTRIALES

Las instalaciones industriales fueron dimensionadas para atender al periodo de mayor producción en cada frente de trabajo, garantizando así la continuidad de las obras sin interrupciones. A continuación se describen cada una de las instalaciones industriales.

3.10.1 *Planta de concreto*

La planta que fue instalada en la obra fue dimensionada en función de los volúmenes máximos de concreto que serán producidos en la Obra. Su capacidad de producción es de 40 m³/h.

Los equipamientos principales son:

- Silo para agregados con dosificador y balanza
- 02 silos para cemento con capacidad de 150 tn
- Dosificador metálico para cemento
- Cabina de comando
- Depósito de bolsa de cemento

3.10.2 Planta Chancadora

La planta chancadora, con capacidad de producción de 100 tn/h, proveía a la obra de material triturado para concreto.

Se constituye de una unidad para producción de grava y arena. La piedra bruta procedente de las excavaciones de las estructuras es lanzada en un alimentador vibratorio, que lleva el material al triturador primario, dejando pasar por las mallas los materiales de granulometría menor.

De allí el material es llevado por una correa transportadora hasta un tamiz vibratorio, donde el material es clasificado y el que queda retenido es conducido a un retritador cónico donde, a través de otra correa, es nuevamente lanzado en el tamiz para una nueva clasificación.

Por debajo del acopio de material $3/16$ hay una zaranda sinfín que clasificará la arena. Los equipamientos principales son:

- Alimentador vibratorio
- Triturador primario
- Retriturador cónico
- Conjunto de correas transportadoras
- Zaranda sinfín

3.10.3 Depósito de Explosivos y Accesorios

Este depósito fue diseñado para abrigar, de forma segura, todos los explosivos y accesorios a ser utilizados en la obra. Será dividido en tres edificaciones, una para cada tipo de elemento que no pueda mezclarse con los otros, y que estarán a una distancia segura una de las otras.

3.10.4 Taller de Carpintería

El taller de carpintería estuvo compuesto por:

- Madera almacenada
- Madera elaborada en almacenamiento
- Galpón de elaboración
- Depósito de herramientas

Los encofrados de madera y metálicos utilizados en las obras serán preparados en la carpintería y montados en el local de aplicación. Serán medidos y diseñados, obedeciéndose a los padrones de seguridad, durabilidad y economía, con el propósito de atender al planeamiento ejecutivo de la obra.

3.10.5 Taller de Armadura

La planta de armadura sirvió para dar tratamiento industrial a todo acero de la obra. Recibido el acero para construcción, él mismo que era descargado en el patio de almacenamiento y separado de acuerdo por su tipo y diámetro.

Las barras de acero trabajadas fueron directamente para los frentes de trabajo y depositadas en áreas que facilitaban su identificación y utilización inmediata. Contaba con los siguiente:

- Una mesa de doblamiento de acero
- Una mesa de corte
- Un depósito de herramientas
- Area de almacenamiento
- Una máquina cortadora
- Una máquina dobladora

Además de las instalaciones descritas en el área de las instalaciones industriales existía un laboratorio de concreto y suelos, necesario para el seguimiento y control de los materiales.

3.11 SECUENCIA CONSTRUCTIVA

La secuencia constructiva prevista y que se ejecutó fue la construcción de los accesos a las ventanas Uruhuasi (ventana 1) y Casahuiri (ventana 2). Seguidamente se ejecutó los portales de ingreso a las respectivas Ventanas.

Las ventanas Uruhuasi y Casahuiri no fueron excavadas en los periodos previstos debido a encontrarse con ciertas dificultades sobretodo en la Ventana 2.

A partir de la Ventana Uruhuasi se excavó el tramo I y el tramo II del túnel de aducción; y a partir de la Ventana Casahuiri se excavó el tramo III del túnel de aducción y la Chimenea de Equilibrio.

3.11.1 Metodología de ejecución de los servicios

La metodología a ser usada en las excavaciones subterráneas está descrita más detalladamente en los gráficos adjuntos. A continuación se describe en forma general esta metodología, que fue elaborada basándose en las Especificaciones Técnicas, los planos y la experiencia de Andrade Gutiérrez en obras similares.

Primera etapa

Se perforan los taladros relativos a un avance, mientras se hacen los trabajos de contención (colocación de pernos de anclaje, colocación de cerchas metálicas y aplicación de shotcrete de la primera etapa) a menos de trece metros de la nueva perforación. También se fijan los pernos para prolongación de las redes de iluminación, energía eléctrica y ventilación. Terminadas las perforaciones se hace la carga del explosivo y la voladura.

Segunda etapa

Después que el túnel esté debidamente ventilado y libre de gases nocivos, se hace la limpieza inicial de los escombros con el equipo anteriormente citado, hasta tres metros del riel base. Se pone el elemento telescópico y entonces se limpian 3.35 metros más.

Tercera Etapa

Se retrocede un poco el Convoy y se añade al ferrocarril un elemento de avance además del elemento telescópico.

Cuarta etapa

Se desplaza el convoy hacia delante y se termina de sacar el material detonado. Una vez cargados los vagones, el convoy sale del túnel, dejando el cargador en un desvío existente dentro del túnel.

Quinta Etapa

Se repite el procedimiento de la primer, ahora con la prolongación del ducto de ventilación.

Sexta Etapa a Novena Etapa

Repiten lo hecho en las etapas segunda a cuarta, con la diferencia de que ahora el convoy trae consigo, unido al último vagón, un

conjunto tipo de línea, que es fijado temporalmente en el techo del túnel.

Décima Etapa

Se sacan los tres elementos de avance puestos y el elemento telescópico.

Undécima Etapa

Se baja el conjunto tipo línea y se fija a continuación de los rieles y fijados, volviendo así a la primera etapa.

CAPITULO IV PRESUPUESTO Y PROGRAMACION DE OBRA

4.1 MONTO DEL CONTRATO

El monto total del Contrato Principal ascendió a la suma de U.S. \$ 22'450,611.61, suma que no incluye IGV, de los cuales se han ejecutado dentro de este contrato con las mismas partidas U.S. \$ 14'033,005.01, es decir, sólo el 60.51 % del monto del contrato. Los adicionales de obra u ordenes de cambio como se denominaban en el Contrato ascendieron a 6'027,349.44 que equivale al 26.84 % del monto del contrato que sumados con el 60.51 % del ejecutado en el contrato principal asciende a 87.35 % del monto del contrato, esto se debe a las siguientes causas:

- El presupuesto original de obra contemplaba el revestimiento del túnel con concreto reforzado en toda su longitud, en vista de los avances tecnológicos y de la presencia de muy buena roca en la zona de obra, se optó por economizar sin dejar de la lado la calidad de la obra y se consultó con el contratista de la posibilidad de revestimiento del túnel de aducción con concreto proyectado (shotcrete). En vista de la aceptación por parte del Contratista el presupuesto sufrió una considerable reducción.

- Para la conclusión de las obras del túnel el contrato involucraba el Tapón en la ventana Casahuri una vez terminada las obras de concreto en solado, pero debido a que el Contratista del Lote N° 03 se encontraba ejecutando las inyecciones de consolidación en el Conducto Forzado y cuyo acceso a dicha estructura era por la ventana Casahuri. Por lo tanto después de sostener una reunión con los contratistas del Lote N° 02 y Lote N° 03, incluyendo la Supervisión se llegó a que dicho saldo de obra del Lote N° 02 lo ejecute el Lote N° 03. Dicho saldo comprendía principalmente lo siguiente: Ejecución del Tapón Casahuri, Revestimiento de la Chimenea de Equilibrio, y revestimiento de aproximadamente 300 ml de soldado de túnel. Estas dos últimas actividades no se pudieron realizar debido a las constantes interferencias que se venían ocasionando entre los dos Contratistas.

4.2 PROGRAMACION DE OBRA

El plazo de ejecución inicial comprendía un total de 822 días calendario, es decir si la fecha de inicio de la construcción del túnel fue el 03 de Setiembre de 1996 debía finalizar el 04 de diciembre de 1998.

La programación planteada involucran en resumen la experiencia en obras anteriores, puesto que es lógico la secuencia de construcción de túneles.

Las obras subterráneas son concebidas, generalmente, para ser trabajadas en turnos que cubran la jornada a plenitud, aún cuando las labores puedan ser ejecutadas en un frente, dos o varios de ellos como es el caso de la construcción del túnel de aducción de la Central Hidroeléctrica San Gabán II, que se fijaron 2 turnos diarios (turno día y turno noche).

La construcción de túneles por ser un trabajo secuencial y repetitivo todas y cada una de sus actividades conforman la ruta crítica, por ello que la construcción de túneles es necesario llevar a cabo un adecuado planeamiento de acuerdo con la experiencia. Por lo tanto, cada día de retraso en cualquier actividad conlleva a recuperar dicho día perdido, siempre en cuando sea responsabilidad del contratista.

Dado es el caso, por ejemplo de la construcción del Acceso a la Ventana Casahuri, cuya demora en su ejecución trajo consigo la demora en la construcción de la ventana Casahuri, este último acceso subterráneo

importante para la ejecución del Tramo III del Túnel de Aducción y la construcción de la chimenea de equilibrio, y que repercutió inclusive en el avance del Conducto Forzado perteneciente al Lote N° 03.

Por ello es importante recalcar que el planeamiento de obra es clave para el normal desenvolvimiento de las actividades, esto no lleva a decir que el Estudio previó a la ejecución de las obras tiene que ser lo mas cercana posible con las condiciones reales de la zona del Proyecto. Por ejemplo, la ubicación de la entrada en la ventana Casahuri trajo consigo un retraso irrecuperable, debido a que el Estudio especificaba el ingreso por un lugar que se encontraba con roca totalmente descompuesta, hasta se tuvieron que cambiar tres veces la ubicación del ingreso. Y por dar otro ejemplo, se estimó que el caudal máximo sería de 100 l/s cuando por efectos del fenómeno del niño se obtuvieron caudales cercanos a 300 l/s que motivo inundaciones en el Tramo II, tramo crítico porque se ejecutaba a favor de la pendiente, es decir, que el agua se estancaba en el frente de avance y para ello se tenía que bombear hacia la ventana Uruhuasi. Todas estas causales se presentaron para otorgar las ampliaciones de plazo respectivas.

4.3 AMPLIACIONES DE PLAZO

4.3.1 *Primera Ampliación de Plazo*

La Ampliación de Plazo N° 01, fue originado por causales de fuerza mayor en el Frente Casahuri por trabajos ejecutados en el Acceso a la Ventana, en el portal de la Ventana, la Ventana propiamente dicha; y en el frente del túnel de aducción por derrumbe en la progresiva 0+116.95, por inundación en la progresiva 4+343.60 y 5+225.90 y en el tramo III por las condiciones geológicas diferentes encontradas en relación al expediente original. Es por eso que se concedió la Primera Ampliación de Plazo por 117 días calendario lo que significa que la fecha de termino inicial que era el 04 de diciembre de 1998 se amplió hasta el 31 de marzo de 1999.

4.3.2 *Segunda Ampliación de Plazo*

Las causales de fuerza mayor para el otorgamiento de la Ampliación de Plazo N° 02, en el frente II y frente III, es la demora en la excavación del túnel de aducción, y en los frente I, II y III el vaciado del solado del piso del túnel, debido a la influencia de caudales de agua mayores a los 100 l/s que han influido en el rendimiento. Por lo

tanto se concedió dicha ampliación por 30 días calendario y cuya fecha de termino se desplazó hasta el 30 de abril de 1999.

4.4 ORDENES DE CAMBIO TRAMITADAS Y APROBADAS

4.4.1 ORDEN DE CAMBIO N° 01: Desvío de la Carretera Casahuiri – San Gabán, Sector Casahuiri El Carmen (Trabajo Adicional)

a - Descripción :

Como consecuencia de la construcción del Acceso a la Ventana 2 de Casahuiri , un tramo de la carretera Casahuiri – El Carmen , se ha visto afectado por los desmontes que caen a la carretera ubicada en la parte baja , restringiéndose el tránsito de peatones y de vehículos por dicha vía en el horario de 6:00 a 7:00 hs.

Al efectuarse la limpieza del desmonte caído durante la construcción del acceso a la ventana , normalmente queda material de escombros en el talud colindante a la carretera a el Carmen , constituyendo un peligro latente para el tránsito de peatones y vehículos , más aún considerando el período de lluvias intensas características de la zona.

Por lo señalado , se vio la necesidad de ejecutar un desvío de la carretera a San Gabán es este tramo.

Los trabajos consistieron en :

- Trazo, replanteo y desbroce del camino de desvío
- Corte y limpieza superficial del camino conforme a los perfiles
- Enrocado de protección del camino entre las progresivas al lado izquierdo de las progresivas 0+530 a 0+680
- Relleno con material granular sobre la subrasante.

Las características técnicas del desvío son:

Longitud	: 1,020 m
Ancho de la plataforma	: 4.00 m
Taludes laterales	: 1:1
Pendiente máxima	: 13.20 %
Características	: Trocha carrozable.

Se ha utilizado mano de obra y los siguientes equipos: Cargador frontal Cat 966, Cargador Frontal Fiat Allis, Rodillo autopropulsado, Tractor D8L

b - Presupuesto de Obra Ejecutado :

Su ejecución ha sido bajo la Modalidad de Costo Más Porcentaje y a Precio Unitario, conforme se muestra en el Presupuesto correspondiente.

- Trabajos en Base a Costo Más Porcentaje:

Costo Directo	US\$	9,278.26
Gastos Generales y Utilidad	US\$	1,391.74
Sub Total	US\$	10,670.00
IGV	US\$	1,920.60
Parcial 1	US\$	12,590.60

- Trabajos en Base a Precio Unitario:

Costo Directo	US\$	6,214.16
Gastos Generales	US\$	1,652.35
Utilidad	US\$	562.38
Sub Total	US\$	8,428.89
IGV	US\$	1,517.20
Parcial 2	US\$	9,946.09

- Presupuesto Total:

Sub Total 1 + 2	US\$	19,098.89
IGV	US\$	3,437.80
Total (1 + 2)	US\$	22,536.69

c - Plazo de Ejecución :

Plazo de ejecución	23 días calendario
Fecha de inicio	12 de febrero de 1997
Fecha de término	06 de marzo de 1997

4.4.2 ORDEN DE CAMBIO N° 02: Túnel en el Camino de Acceso a la Ventana Casahuari (Trabajo Imprevisto)

a - Descripción :

Durante la ejecución del Acceso a la Ventana Casahuari , en la progresiva 5+132 se encontró un farallón rocoso , no identificado en la etapa de elaboración del Proyecto Definitivo de la Central. En esta zona no se podía continuar con los trabajos mediante excavación simple y a cielo abierto , por lo que se decidió estudiar alternativas para solucionar el problema presentado.

Es así que luego de evaluar tres alternativas tanto técnica como económicamente , se decidió ejecutar un túnel , con las siguientes características técnicas:

Tipo de servicio que presta: Tránsito vehicular pesado.

Longitud del túnel : 75.916 m

Progresivas del camino de acceso:

Inicio : 5+132.108

Final : 5+208.024

Pendiente : 11.6 %

Sección del túnel : Tipo baúl

Ancho : 4.50 m

Alto : 4.80 m

Sostenimiento : Cerchas metálicas, perfil canal, pernos y shotcrete

b - Presupuesto de Obra Ejecutado :

Su ejecución ha sido bajo la Modalidad de Suma Alzada a Precio Unitario, conforme se muestra en el Presupuesto correspondiente:

Costo Directo	US\$	121,415.65
Gastos Generales	US\$	41,730.56
Utilidad	US\$	10,988.12
Sub Total	US\$	174,134.33
IGV	US\$	31,344.18
Total	US\$	205,478.51

c - Plazo de Ejecución :

Plazo de ejecución	20 días calendario
Fecha de inicio	10 de setiembre de 1997
Fecha de término	30 de setiembre de 1997

4.4.3 ORDEN DE CAMBIO N° 03: Bombeo de Agua en el Túnel de Aducción para 100 l/s \leq Q < 300 l/s (Trabajo Imprevisto)**a - Descripción :**

A partir del 08 de febrero de 1,998 , en el proceso de excavación del túnel en contrapendiente , se han presentado filtraciones de agua que superan los 100 l/s , caudal máximo que estaba previsto en el Formulario N° 05 de la propuesta económica del Contratista.

Tomando en cuenta que se trata de caudales no previstos , hubo la necesidad de que el Contratista instalara en todo lo largo del frente , un nuevo sistema de bombeo , muy superior a lo previsto inicialmente , lo que significaba adquirir y movilizar más bombas , tuberías metálicas de mayor diámetro , mangueras , cables y transformadores eléctricos , además de los trabajos de instalación de los mismos , etc.

Por lo que fue necesario la aprobación de la correspondiente Orden de Cambio , que consideraba el bombeo de agua de filtraciones dentro del túnel con las siguientes características técnicas:

Bombeo de agua desde el Frente II de excavación que requirió tuberías metálicas con diámetros de 15", 8" y 6" y bombas en cantidad y dimensiones compatibles al caudal y presión requeridos, además de los cables y transformadores eléctricos instalados para este objetivo; las tuberías estaban ubicadas al lado derecho del hastial en la parte inferior.

Se instalaron a lo largo del túnel estaciones de bombeo intermedias y los transformadores se instalaron en nichos.

Los volúmenes considerados en la Orden de Cambio se refieren al bombeo de agua de filtraciones en el Túnel de Aducción para tres rangos a saber:

Q < 150 l/s

Q < 200 l/s

Q < 300 l/s

b - Presupuesto de Obra :

Su ejecución está considerado por la modalidad a Precio Unitario, conforme se muestra en el Presupuesto correspondiente.

El presente presupuesto ejecutado incluye los montos aprobados en la orden de Cambio N° 09 :

Costo Directo	US\$	619,454.12
Gastos Generales	US\$	212,910.71
<u>Utilidad</u>	<u>US\$</u>	<u>56,060.60</u>
Sub Total	US\$	888,425.43
<u>IGV</u>	<u>US\$</u>	<u>159,916.57</u>
Total	US\$	1'048,342.00

c - Plazo de Ejecución :

Su plazo de ejecución es durante la excavación en contrapendiente del Tramo II del Túnel de Aducción.

Plazo de ejecución	285 días calendario
Fecha de inicio	08 de febrero de 1998
Fecha de término	19 de noviembre de 1998

4.4.4 ORDEN DE CAMBIO N° 04 : Revestimiento del Túnel de Aducción con Shotcrete (Trabajo Imprevisto)

a - Descripción :

Conforme se ha indicado anteriormente , al haberse definido que el revestimiento del túnel de aducción sea con shotcrete , se elaboró los planos correspondientes con sus características técnicas.

A continuación se describe los detalles de los trabajos ejecutados:

. En roca tipo I, por las mismas razones explicadas para la roca tipo II, se recomendó colocar un revestimiento de 5 cm de shotcrete simple, en lugar de 2.5 cm previstos.

. En roca tipo II se recomendó colocar una capa de shotcrete simple de 7.5 cm de espesor en lugar de la capa variable de 2.5 a 5 cm, con el objeto de asegurar la protección de los pernos de anclaje con una mejor capacidad para resistir la oscilación de presión en la chimenea de equilibrio y sobre todo durante la maniobra de vaciado del túnel.

. En roca tipo IIIA básicamente se mantuvo el diseño de 10 cm, colocando una capa de shotcrete de 7 cm con fibra de acero, más una capa de 3 cm de espesor de shotcrete simple como protección exterior del shotcrete con fibra.

. En roca tipo IIIB, además de cubrir las cerchas metálicas con una capa de shotcrete de 20 cm con fibra de acero, se colocó una capa adicional de 7 cm de shotcrete con fibra de acero cubriendo la cara exterior de las cerchas, en lugar de los 5 cm especificados, y una capa adicional de 3 cm de shotcrete simple, que cumple la misma finalidad anterior.

El shotcrete de revestimiento tiene una resistencia a la compresión de $f'c = 450 \text{ k/cm}^2$ y fue de dos tipos: uno shotcrete simple con microsíllica y otro con fibra de acero con dosificación de 50 kg/m^3 .

Los tramos en rocas tipo I y II llevan un refuerzo de fierro de 3/8" en el piso, espaciados a 15 cm transversal y longitudinalmente.

Los tramos en rocas tipo IIIA y IIIB llevan también un refuerzo de fierro de 3/8" de diámetro en el piso, espaciados a 15 cm transversal y longitudinalmente; los hastiales hasta una altura de 60 cm de la base también llevan un refuerzo de fierro de 3/8" espaciados a 15 cm transversalmente, y un refuerzo de fierro longitudinal de 3/8" ó 1/4" espaciados a 30 o 15 cm respectivamente; tal como se indica en los planos y los detalles hechos en las anotaciones del Cuaderno de Obra.

Es necesario recalcar que a partir del 26 de abril de 1998, el shotcrete primario tiene las características del revestimiento definitivo.

La aplicación del shotcrete de revestimiento comenzó a partir del 9 de mayo de 1998, es decir al día siguiente de la conclusión de la excavación del tramo I.

Las Características Técnicas de los trabajos fueron:

La regularización de la superficie se efectuó en aquellas zonas estrictamente necesarias, conforme a las órdenes dadas por el GERENTE - EIV al Contratista.

Por la ubicación de las zonas a ser rellenadas y la complejidad en sus mediciones durante la aplicación del shotcrete, tanto de los derrumbes geológicos o por las sobre excavaciones, se ha determinado una forma de medición con respecto al volumen total de material salido de planta y aplicado realmente, según las secciones realmente excavadas.

Se rellenó con shotcrete las oquedades más significativas resultantes de las sobreexcavaciones y derrumbes geológicos, para evitar choques bruscos del agua y en la entrada y salida de las zonas con cerchas y en aquellas zonas que indicó el GERENTE en el terreno.

El shotcrete simple y el otro con fibra, para cumplir con los requerimientos de revestimiento, se midieron por el volumen salido de planta, y para su pago, al volumen medido en planta, se descontó el rebote y pérdidas calculadas en el lugar donde se desarrollaron los trabajos.

b - Presupuesto de Obra Ejecutado :

Su ejecución ha sido bajo la Modalidad a Precio Unitario, conforme se muestra en el Presupuesto correspondiente :

El monto incluye la Orden de Cambio N° 12.

Costo Directo	US\$	1'853,257.96
Gastos Generales	US\$	636,964.76
Utilidad	US\$	167,719.85
Sub Total	US\$	2'657,942.57
IGV	US\$	478,429.66
Total	US\$	3'136,372.23

c - Plazo de Ejecución

Plazo de ejecución	388 días calendario
Fecha de inicio	26 de febrero de 1998
Fecha de término	20 de marzo de 1999

4.4.5 ORDEN DE CAMBIO Nº 05: Inyecciones de Relleno en Roca Tipo IIIB (Trabajo Imprevisto)

a - Descripción

Las características geológicas del macizo rocoso , encontradas durante la fase de excavación del túnel de aducción , han hecho que se produzcan desprendimientos de bloques de roca de diferentes tamaños , creando sobreexcavaciones en el perfil de excavación , principalmente en los tipos IIIA y IIIB.

Se ha observado que en la mayor parte de los sectores de roca IIIB , los desprendimientos de los bloques de roca , se producían en el frente y en el perfil de la excavación , a consecuencia del alto fracturamiento , alteración e inestabilidad del macizo rocoso.

La medida de sostenimiento colocado en roca IIIB , es con cerchas metálicas con perfiles canal C. El bloqueo de las cerchas contra la roca , se realizó con bolsacretos + piedras ó cantos de roca.

La práctica internacional referente a la construcción de túneles, nos ha demostrado que es imprescindible el relleno de los vacíos provenientes del bloqueo realizado sobre las cerchas, ya que las cargas verticales pueden alcanzar valores correspondientes a alturas de 1 ó 2 veces el diámetro del túnel, dependiendo de la calidad del macizo rocoso.

Las cargas a desarrollarse pueden ser excéntricas y laterales, además de cargas puntuales que ejercen esfuerzos perjudiciales para las medidas de sostenimiento y revestimiento de shotcrete; siendo muy importante que las transferencias de estos esfuerzos, de los macizos rocosos, sean transmitidas como cargas uniformes.

De acuerdo a la mala calidad del macizo rocoso que se ha encontrado durante la fase de excavación, o roca de regular hasta de muy mala calidad, los espacios vacíos tenían que rellenarse con inyecciones de cemento, de manera a garantizarse un solo bloque para resistir a los esfuerzos existentes

Conforme a las pruebas de sedimentación y fluidez, es posible usar inyecciones de relleno con mortero 1:1:1 (agua, cemento, arena) más 0.50 % de Bentonita Aus-gel, las cuales dan resultado de sedimentación con 2.5 % y fluidez 44” 407 s/qt.

Para el caso de la dosificación 1:1:2 (agua, cemento, arena) es recomendable usar 0.25% de Bentonita Aus - gel, ya que ésta presenta una fluidez de 56”58 s/qt.

Las características técnicas de los trabajos a ejecutar son:

- Las inyecciones de relleno fueron aplicadas en secciones de túnel donde se tenga la presencia de roca tipo IIIB.
- Se procedió a la perforación y aplicación de inyecciones de relleno en roca tipo IIIB posteriormente a la ejecución de la primera fase de aplicación de shotcrete estructural con fibra de acero y microsíllica; es decir shotcrete primario de 5 cm de espesor, luego shotcrete estructural de segunda fase con 15 cm de espesor quedando alineado a la cercha metálica.
- En cuanto a la perforación para este tipo de trabajo, se realizó utilizando como equipo el Pusher Leg Drill, a una profundidad de perforación que osciló entre 0.60 m y 1.00 m según sea el caso, pudiendo considerarse un promedio de 0.80 m.
- Para las inyecciones de relleno se realizaron perforaciones a cada 2.50 m de túnel y en cada sección se ejecutarán entre 6 y 8 taladros.

- El equipo inyector que se utilizó para la aplicación de las inyecciones de relleno fue del tipo Peroni o similar, que fue capaz de soportar el paso del material friccionante, como es el caso de la arena.

b - Presupuesto de Obra :

Su ejecución ha sido bajo la Modalidad a Precio Unitario, conforme se muestra en el Presupuesto correspondiente:

Costo Directo	US\$	194,826.24
Gastos Generales	US\$	66,961.78
Utilidad	US\$	17,631.77
Sub Total	US\$	279,419.79
IGV	US\$	50,295.56
Total	US\$	329,715.35

c - Plazo de Ejecución

Plazo de ejecución	107 días calendario
Fecha de inicio	10 de julio de 1998
Fecha de término	24 de octubre de 1998

4.4.6 ORDEN DE CAMBIO N° 06: Deductivos de Obra N° 01 y Mayores Metrados de Obra N° 01 del Contrato Principal

a - Descripción :

Con la finalidad de ir haciendo ajustes de presupuestos durante la ejecución de obras, y para enmarcarse dentro de la documentación contractual del Contrato de ejecución de obra y las Normas Legales Vigentes , se ha preparado el presente expediente , que comprende el Presupuesto Deductivo N° 01 y Mayor Metrado N° 01 del Contrato Principal , conforme a lo siguiente :

- Deductivo de Obra N° 01:

Los trabajos que no se iban a ejecutar básicamente se refieren al revestimiento con concreto en el Túnel de Aducción.

- Mayores Metrados N° 01:

En el proceso de ejecución de las obras, ha sido necesario recurrir a la ejecución de mayores metrados en algunas partidas del Presupuesto Contratado, para conseguir las metas del proyecto y para cumplir con las especificaciones técnicas y planos válidos para construir.

b - Presupuesto de Obra Ejecutado :**- Deductivos de Obra N° 01:**

Costo Directo	US\$	4'721,747.92
Gastos Generales	US\$	1'622,897.09
Utilidad	US\$	427,318.19
Sub Total	US\$	6'771,963.20
IGV	US\$	1'218,953.38
Total	US\$	7'990,916.58

- Mayores Metrados de Obra N° 01:

Costo Directo	US\$	2'154,412.69
Gastos Generales	US\$	740,486.39
Utilidad	US\$	194,974.35
Sub Total	US\$	3'089,873.43
IGV	US\$	556,177.22
Total	US\$	3'646,050.65

4.4.7 ORDEN DE CAMBIO N° 07: Trabajos Preliminares para Impermeabilización del Túnel de Aducción (Trabajo Imprevisto)**a - Descripción :**

Durante la fase de excavación del túnel de aducción, se han presentado filtraciones de agua desde goteos discontinuos hasta chorreras con fuerte presión, debido a los sistemas de fracturamiento persistente, presencia de diversas fallas geológicas y microfacturas.

Con la finalidad de lograr disminuir las filtraciones y evitar un mayor costo de bombeo de agua en el frente II del túnel de aducción, GERENTE decidió realizar inyecciones de impermeabilización en el túnel de aducción.

Previo a los trabajos de Inyecciones de Impermeabilización en el Túnel de Aducción, ha sido necesario ejecutar trabajos preliminares consistentes en captar las aguas de filtración, las cuales fueron derivadas hacia el piso del túnel por medio de mangueras, medios tubos, mallas y posterior aplicación de shotcrete. Los trabajos que tenían precio unitario en la Lista de Cantidades y Precios del Contrato, fueron utilizados para los trabajos a precio unitario y los que no contaban con precio unitario, han sido ejecutados bajo la modalidad de costo más porcentaje.

b - Presupuesto de Obra Ejecutado :

Su ejecución ha sido bajo la Modalidad de Costo Más Porcentaje y a Precio Unitario, conforme se muestra en el Presupuesto correspondiente:

- Trabajos en Base a Costo Más Porcentaje:

Costo Directo	US\$	33,719.76
<u>Gastos Generales y Utilidad</u>	<u>US\$</u>	<u>5,057.96</u>
Sub Total	US\$	38,777.72
<u>IGV</u>	<u>US\$</u>	<u>6,979.99</u>
Parcial 1	US\$	45,757.71

- Trabajos en Precio Unitario:

Costo Directo	US\$	73,364.71
Gastos Generales	US\$	25,215.45
<u>Utilidad</u>	<u>US\$</u>	<u>6,639.51</u>
Sub Total	US\$	105,219.67
<u>IGV</u>	<u>US\$</u>	<u>18,939.54</u>
Parcial 2	US\$	124,159.21

- Presupuesto Total:

Sub Total (1 + 2)	US\$	143,997.39
<u>IGV</u>	<u>US\$</u>	<u>25,919.53</u>
Total (1 + 2)	US\$	169,916.92

c - Plazo de Ejecución :

Plazo de ejecución	56 días calendario
Fecha de inicio	15 de agosto de 1998
Fecha de término	09 de octubre de 1998

4.4.8 ORDEN DE CAMBIO Nº 08: Derrumbe Geológico en el Túnel de Aducción – Relleno de Caverna (Trabajo Imprevisto)

a - Descripción :

El 16.03.98 , se produjo un derrumbe geológico de gran magnitud en el Frente I entre las progresivas 0+116.95 a 0+136.70 del túnel de aducción , para recuperar el frente afectado , el Contratista tuvo que realizar trabajos que a continuación se detallan :

- Trabajos a Precio Unitario :

Se efectuó una excavación cuidadosa en material suelto entre las progresivas 0+116.95 y 0+103.65 del tramo I del Túnel de Aducción; sostenimiento con pernos de 2.0 m de longitud y shotcrete, perforación rotatoria para la instalación de tubería galvanizada que permita conducir el concreto fluido a la caverna formada sobre la bóveda del túnel en estas progresivas; se colocaron también marchavantes de perfil canal C. Asimismo se ejecutaron trabajos preliminares que permitan efectuar las inyecciones de consolidación, para lo que se tuvo que desviar las aguas de filtración hacia el piso mediante la utilización de mangueras, calaminas, malla metálica y finalmente shotcrete.

-Trabajos a Costo Más Porcentaje:

Se realizaron trabajos tendientes a recuperar el frente de avance en la excavación del túnel en forma cuidadosa por las condiciones adversas del macizo rocoso en este frente.

Los trabajos que tenían precio unitario en la lista de cantidades y precios del Contrato, fueron utilizados para los trabajos a precio unitario y los que no contaban con un precio unitario, han sido ejecutados bajo la modalidad de costo más porcentaje.

b - Presupuesto de Obra Ejecutado :

Su ejecución ha sido bajo la Modalidad de Costo Más Porcentaje y a Precio Unitario, conforme se muestra en el Presupuesto correspondiente.

- Trabajos en Base a Costo Más Porcentaje:

Costo Directo	US\$	64,099.20
Gastos Generales y Utilidad	US\$	9,614.88
Sub Total	US\$	73,714.08
IGV	US\$	13,268.53
Parcial 1	US\$	86,982.61

- Trabajos en Precio Unitario:

Costo Directo	US\$	63,834.10
Gastos Generales	US\$	21,940.23
Utilidad	US\$	5,776.99
Sub Total	US\$	91,551.32
IGV	US\$	16,479.24
Parcial 2	US\$	108,030.56

- Presupuesto Total:

Sub Total (1 + 2)	US\$	165,265.40
IGV	US\$	29,747.77
Total (1 + 2)	US\$	195,013.17

c - Plazo de Ejecución :

- Para los trabajos a Costo Más Porcentaje:

Plazo de ejecución	53 días calendario
Fecha de inicio	08 de setiembre de 1998
Fecha de término	30 de octubre de 1998

- Para los trabajos a Precio Unitario:

Plazo de ejecución	31 días calendario
Fecha de inicio	16 de marzo de 1998
Fecha de término	15 de abril de 1998

4.4.9 ORDEN DE CAMBIO N° 09: Bombeo Complementario por Ampliación de Plazo – Mayores Metrados N° 01 y Deductivos de Obra N° 01 de la Orden de Cambio N° 03 (Trabajo Imprevisto)

a - Descripción :

Conforme se ha ido ejecutando la excavación del Túnel de Aducción en el Tramo II, fue necesario continuar bombeando las aguas de filtración superiores a 100 l/s, conforme a los rangos de volúmenes entre los 100 l/s y 300 l/s. En algunos casos los metrados considerados en la Orden de Cambio N° 03 han sido sobrepasados y otros no han cubierto los metrados considerados en la referida Orden de Cambio, por lo que ha sido necesario elaborar la presente Orden de Cambio N° 09 que cubra la diferencia de metrados programados inicialmente.

b - Presupuesto de Obra Ejecutado :

- Deductivos de Obra N° 01 de la Orden de Cambio N° 03:

Costo Directo	US\$	1,961.70
Gastos Generales	US\$	674.25
Utilidad	US\$	177.53
Sub Total	US\$	2,813.48
IGV	US\$	506.43
Total	US\$	3,319.91

- Mayores Metrados de Obra N° 01 de la Orden de Cambio N° 03 :

El monto de esta Orden de Cambio , se ha incluido en la Orden de Cambio N° 03 , como referencia se muestra a continuación el presupuesto aprobado :

Costo Directo	US\$	115,511.42
Gastos Generales	US\$	39,702.08
Utilidad	US\$	10,453.78
Sub Total	US\$	165,667.28
IGV	US\$	29,820.11
Total	US\$	195,487.39

c - Plazo de Ejecución :

- Para los Mayores Metrados de Obra N° 01:

Plazo de ejecución	20 días calendario
Fecha de inicio	31 de octubre de 1998
Fecha de término	19 de noviembre de 1998

4.4.10 ORDEN DE CAMBIO N° 10: Suministro, Fabricación y Colocación de Escalera en Galería de Ventilación de la Chimenea de Equilibrio (Trabajo Adicional)

a – Descripción :

A continuación se describe los detalles de los trabajos ejecutados:

. La escalera de tubo galvanizado de 1 ¼" de diámetro, longitudinalmente de 40 cm de ancho y con peldaños de tubería de 1" de diámetro cada 30 cm; con canastillas de protección.

. Esta contiene dos plataformas intermedias en los niveles 2070.70 y 2087.80, de malla metálica cuadrada, apoyada en perfiles C de 4".

. Está anclada en la roca adyacente mediante anclajes que irán fijados con resina epóxica.

. Está pintada con pintura anticorrosiva epóxica y pintura esmalte epóxica de acabado.

b - Presupuesto de Obra Ejecutado :

Su ejecución ha sido bajo la Modalidad a Precio Unitario, conforme se muestra en el Presupuesto correspondiente.

Costo Directo	US\$	21,438.59
Gastos Generales	US\$	7,368.59
Utilidad	US\$	1,940.19
Sub Total	US\$	30,747.37
IGV	US\$	5,534.53
Total	US\$	36,281.90

c - Plazo de Ejecución :

Plazo de ejecución	22 días calendario
Fecha de inicio	01 de marzo de 1999
Fecha de término	22 de marzo de 1999

4.4.11 ORDEN DE CAMBIO N° 11: Captación de Filtraciones, Sistema de Drenaje en el Piso y Bombeo durante la ejecución del piso del Túnel de Aducción (Trabajos Imprevistos)

a - Descripción :

Considerando que existen filtraciones a lo largo del túnel de aducción y que las mismas no serían impermeabilizadas, se ha dispuesto que éstas sean captadas y conducidas por encima del piso terminado para su utilización en la generación de energía en la CC.HH.; para lo que se tuvo que ejecutar los siguientes trabajos :

- Sistema de Drenaje en el Piso:

Se ha tenido que efectuar excavaciones para el sistema de drenaje diseñado en el piso, el que ha consistido en una zanja que albergara tuberías de PVC de 4" de diámetro para evacuar las aguas hacia la parte superior del concreto de solado, para lo que se tuvo que construir cajas de concreto de 0.60 x 0.60 x 0.40 m, distanciadas aproximadamente a cada 50 m; estas zanjas fueron rellenas con material granular chancado, el mismo que servía de dren que conducía el agua de filtraciones hacia las tuberías de PVC.

- Captación de Aguas hacia el piso:

Debido a las filtraciones permanentes en algunas zonas del Túnel de Aducción, tanto en la bóveda como en los hastiales, y para permitir el vaciado del piso del túnel, se ha tenido que efectuar labores de captación de filtraciones de estas aguas, mediante la utilización de mangueras de 1" de diámetro, malla exagonal y plástico grueso engrapadas en la roca.

- Bombeo de Agua para el vaciado del piso del túnel:

Para efectuar la construcción del solado del piso del túnel en los tres tramos que se encontraban inundados por las aguas de filtración que discurren por el piso, ha sido necesario la utilización de tuberías de 6" y 8" y bombas de agua; lo que ha permitido ejecutar la limpieza de la roca de fondo, el tendido de la malla de acero, el drenaje bajo el solado, así como el vaciado del piso con concreto, evitando finalmente el deterioro de la calidad del concreto.

b - Presupuesto de Obra Ejecutado :

Su ejecución ha sido bajo la Modalidad a Precio Unitario, conforme se muestra en el Presupuesto correspondiente.

Costo Directo	US\$	398,323.04
Gastos Generales	US\$	136,906.42
Utilidad	US\$	36,048.24
Sub Total	US\$	571,277.70
IGV	US\$	102,829.99
Total	US\$	674,107.69

c - Plazo de Ejecución :

- Captación de Filtraciones y Sistema de Drenaje:

Plazo de ejecución	22 días calendario
Fecha de inicio	01 de noviembre de 1998
Fecha de término	20 de marzo de 1999

- Bombeo de agua:

. Tramo I - Plazo de ejecución	42 días calendario
. Tramo II - Plazo de ejecución	79 días calendario
. Tramo III - Plazo de ejecución	48 días calendario

4.4.12 ORDEN DE CAMBIO N° 12: Trabajos Complementarios de Revestimiento con Shotcrete en el Túnel de Aducción – Mayores Metrados N° 01 de la Orden de Cambio N° 04 y Deductivos de Obra N° 02 del Contrato Principal (Trabajo Imprevisto)

a - Descripción :

Los metrados considerados en el presupuesto de la Orden de Cambio N° 04 al mes de marzo de 1999 han sido superados en algunos casos y otros no, por lo que ha sido necesario la elaboración de la presente Orden de Cambio, la cual contempla los Mayores Metrados de Obra N° 01 de la Orden de Cambio N° 04, los Deductivos de Obra N° 01 de la Orden de Cambio N° 04, así como los Deductivos de Obra N° 02 del Contrato Principal.

En lo que se refiere a la descripción de los trabajos ejecutados y las características técnicas de los trabajos, son las mismas que las de la Orden de Cambio N° 04.

b - Presupuesto de Obra Ejecutado :

- Mayores Metrados N° 01 de la Orden de Cambio N° 04:

El monto de esta Orden de Cambio , se ha incluido en la Orden de Cambio N° 04 , sin embargo a manera de referencia se muestra el presupuesto aprobado :

Costo Directo	US\$	693,900.35
Gastos Generales	US\$	238,493.55
Utilidad	US\$	62,797.98
Sub Total	US\$	995,191.88
IGV	US\$	179,134.54
Total	US\$	1'174,326.42

- Deductivo de Obra N° 01 de la Orden de Cambio N° 04:

Costo Directo	US\$	193,549.50
Gastos Generales	US\$	66,522.96
Utilidad	US\$	<u>17,516.23</u>
Sub Total	US\$	277,588.69
IGV	US\$	<u>49,965.96</u>
Total	US\$	327,554.65

- Deductivos de Obra N° 02 del Contrato Principal:

Costo Directo	US\$	342,898.40
Gastos Generales	US\$	117,854.18
Utilidad	US\$	<u>31,032.31</u>
Sub Total	US\$	491,784.89
IGV	US\$	<u>88,521.28</u>
Total	US\$	580,306.17

c - Plazo de Ejecución :

Conforme al Programa Maestro N° 01, el plazo de ejecución está programado de la siguiente forma:

- Tramo I

Plazo de ejecución	125 días calendario
Fecha de inicio	26 de noviembre de 1998
Fecha de término	30 de junio de 1998

- Tramo II

Plazo de ejecución	123 días calendario
Fecha de inicio	20 de noviembre de 1998
Fecha de término	22 de marzo de 1998

- Tramo III

Plazo de ejecución	95 días calendario
Fecha de inicio	20 de noviembre de 1998
Fecha de término	22 de febrero de 1998

4.4.13 ORDEN DE CAMBIO N° 13: Trabajos en la Zona Terminal del Túnel de Aducción - Deductivos de Obra N° 03 del Contrato Principal (Trabajo Imprevisto)

a - Descripción :

Se refiere a que el Contratista del Lote 2 no ejecutó trabajos que están ubicados en la parte terminal del Túnel de Aducción, los mismos que fueron ejecutados por el Contratista del Lote 3, conforme al Acta de Acuerdo del 16-Mar-99.

Los trabajos a deducidos fueron:

Túnel de Aducción:

Entre las progresivas 6+980 y 7+037.191 se había previsto ejecutar los siguientes trabajos:

- Revestimiento de hastiales y bóveda del túnel de Aducción:

Su ejecución estaba definida por las características y especificaciones técnicas aprobadas en la Orden de Cambio N° 04 del Lote 2,

- Solado del Piso del Túnel de Aducción:

Originalmente se debía ejecutar a todo el ancho del piso excavado en el Túnel de Aducción con concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en espesor 15 cm.

El piso embebido en el concreto debía llevar un refuerzo de fierros de 3/8" de diámetro espaciados a 15 cm transversal y longitudinalmente.

- Trampa de Rocas:

Consistía en la excavación en el piso del túnel, la colocación de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de $e = 0.20 \text{ m}$, malla de acero de 5/8" a 0.25 m y encofrado.

Chimenea de Equilibrio:

Los trabajos consistieron en la aplicación de shotcrete en la Chimenea de Equilibrio en la parte vertical, conforme a los Planos Válidos para Construir y lo dispuesto por el Gerente; las especificaciones técnicas de los trabajos son los mismos considerados en las especificaciones técnicas particulares, pero considerando que el shotcrete contenía microsilica y 50 kg de fibra de acero, el que alcanzaba resistencias a la compresión de 450 kg/cm² aproximadamente.

Tapón Casahuri:

Se refiere a las partidas de excavación en roca tipo I, shotcrete con microsilica y fibra de acero (tiene las mismas características técnicas del expediente original, es decir fibra de acero 30 kg/m³), concretado con f'c= 210 kg/cm², encofrado y desencofrado, acero de refuerzo; además de las inyecciones de impermeabilización y de consolidación.

Es de indicar que parte de la excavación del tapón ha sido realizado por el Contratista del Lote 2 y el faltante fue concluido por el Contratista del Lote 3.

c - Presupuesto de Obra :

- Deductivos de Obra N° 03 del Contrato Principal

Costo Directo	US\$	54,674.18
Gastos Generales	US\$	18,791.89
Utilidad	US\$	4,948.01
Sub Total	US\$	78,414.08
IGV	US\$	14,114.53
Total	US\$	92,528.61

4.4.14 ORDEN DE CAMBIO N° 14: Enrocado de Protección aguas arriba de la Presa Derivadora (Trabajo Adicional)

a - Descripción :

El río San Gabán , en la zona de la presa derivadora en tiempo de lluvias por el caudal que discurre así como el material de sedimento que transporta en esta época , pone en peligro de socavación y/o erosión de los taludes de la margen derecha que están conformados por material de relleno coluvial ubicados inmediatamente aguas arriba y abajo de la presa , por lo que se ha visto por conveniente ejecutar los trabajos de enrocado de protección.

La ejecución de los trabajos en el talud derecho de la Presa Derivadora consistió en un enrocado de piedras de diámetro medio 0.60 m para lo que se ha definido la granulometría indicada en el Plano; la altura del enrocado a partir del lecho del río varía de 7 a 8.5 m, con una longitud estimada de 50 m.

La cimentación del enrocado consistía de una uña debajo del lecho del río y tiene una sección de 2.00 de ancho por 2.50 m de altura.

b - Presupuesto de Obra Ejecutado :

Su ejecución ha sido bajo la Modalidad de Costo Más Porcentaje, conforme se muestra en el Presupuesto correspondiente.

Costo Directo	US\$	42,395.24
Gastos Generales y utilidad	US\$	6,359.29
Sub Total	US\$	48,754.53
IGV	US\$	8,775.82
Total	US\$	57,530.35

c - Plazo de Ejecución :

Plazo de ejecución	15 días calendario
Fecha de inicio	22 de mayo de 1999
Fecha de término	16 de junio de 1999

4.4.15 ORDEN DE CAMBIO N° 15: Trabajos Varios en el Túnel de Aducción, Ventanas Uruhuasi y Casahuiri, y Desvio Carretera Casahuiri-San Gabán (Trabajos Imprevistos)

a - Descripción :

- Suministro, Fabricación y Colocación de Puerta de Malla Metálica en las Ventanas Uruhuasi y Casahuiri:

Para evitar el ingreso de personas extrañas a la ventanas Uruhuasi y Casahuiri, y manipulen la válvula colocada en el tapón Uruhuasi y Casahuiri, se decidió colocar puertas con malla metálica.

Se colocaron puertas metálicas al ingreso de los portales de las ventanas Uruhuasi y Casahuiri, las que son de tubos galvanizados de 1 ½” de diámetro y malla metálica. conforme a lo mostrado en los Planos Válidos para Construir.

- Ejecución de Muro y Lomo de Buey en la intersección del Túnel de Aducción y la Ventana Uruhuasi:

El muro que sirve para dar continuidad al flujo de agua que circulará por el túnel, consiste en una pantalla en el lado derecho de la “Y” de la ventana Uruhuasi, el que es de concreto armado de 2.4 m de altura y un ancho en la corona de 0.30 m y en la parte baja de 0.60 m; debidamente cimentado de un ancho de 0.80 m, el que va a todo el ancho de la “Y”.

El Lomo de Buey, que evitará que los flujos de agua pequeños que circulen por el tramo I del túnel, no salga por la ventana Uruhuasi y no dañe la plataforma exterior cuando en algún momento de la operación de la central requiera; es de concreto armado de una altura total de 0.35 m, el mismo que va a todo el ancho del ramal de la “Y” en la parte izquierda.

- Refacción del Piso de Concreto entre progresivas 0+057 y 0+094 del Túnel de Aducción por Causal de Fuerza Mayor:

Entre las progresivas 0+070 y 0+086 del Túnel de Aducción, el revestimiento del piso ha colapsado, levantándose hasta en unos 5 cm, por problemas de subpresión.

La solución encontrada por el Gerente fue demoler el concreto de la zona afectada y retirar la armadura para luego restituir la losa del piso con concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sobre un lecho filtrante de grava, colocación de tubos de drenaje, además de dejarse taladros de alivio.

- Shotcrete simple en Ventana Casahuiri:

El Gerente se decidió por la aplicación de un shotcrete simple de revestimiento en la ventana para proteger los elementos metálicos de la acción intempérica.

- Mejoramiento del Desvío de la Carretera Casahuiri - San Gabán, Sector Casahuiri - El Carmen:

Los trabajos a ejecutar consistieron en mejorar la rasante del desvío, para lo que se efectuó el corte y relleno en la rasante actual. Lastrado con material de cantera para la carpeta de rodadura, que fue colocado sobre el relleno.

Se realizó el enrocado de protección al costado izquierdo del desvío, entre las progresivas 0+530 a 0+750.

Para estos trabajos se utilizó un tractor D8N, motoniveladora, rodillo compactador, cargador frontal, volquetes y mano de obra.

- Picado de concreto en puerta del Tapón Uruhuasi:

Para permitir la apertura de la puerta del tapón Uruhuasi en toda su amplitud, lo que permita acceder al Túnel de Aducción sin ninguna restricción; ha sido necesario ejecutar los trabajos de picado del concreto en el hastial derecho del tapón.

b - Presupuesto de Obra Ejecutado :

- En Base a Precio Unitario

Costo Directo	US\$	56,950.59
Gastos Generales	US\$	19,574.32
<u>Utilidad</u>	<u>US\$</u>	<u>5,154.03</u>
Sub Total	US\$	81,678.94
<u>IGV</u>	<u>US\$</u>	<u>14,702.21</u>
<u>Sub Total (1)</u>	<u>US\$</u>	<u>96,381.15</u>

- En Base a Costo Más Porcentaje.

Costo Directo	US\$	45,445.16
<u>Gastos Generales y Utilidad</u>	<u>US\$</u>	<u>6,816.77</u>
Sub Total	US\$	52,261.93
<u>IGV</u>	<u>US\$</u>	<u>9,407.15</u>
<u>Sub Total (2)</u>	<u>US\$</u>	<u>61,669.08</u>

- Presupuesto Total.

Sub Total (1 + 2)	US\$	133,940.87
<u>IGV</u>	<u>US\$</u>	<u>24,109.36</u>
<u>Total (1 + 2)</u>	<u>US\$</u>	<u>158,050.23</u>

c - Plazo de Ejecución :

Se ha considerado los siguientes plazos de ejecución :

- Suministro, Fabricación y Colocación de Puerta de Malla Metálica en las Ventanas Uruhuasi y Casahuiri:

Plazo de ejecución	10 días calendario
Fecha de inicio	01 de junio de 1999
Fecha de término	30 de junio de 1999

- Muro y Lomo de Buey en la intersección del Túnel de Aducción y Ventana Uruhuasi:

Plazo de ejecución	12 días calendario
Fecha de inicio	25 de marzo de 1999
Fecha de término	05 de abril de 1999

- Refacción del Piso de Concreto entre las progresivas 0+057 y 0+094 del Túnel de Aducción por Causal de Fuerza Mayor:

Plazo de ejecución	12 días calendario
Fecha de inicio	08 de abril de 1999
Fecha de término	19 de abril de 1999

- Shotcrete Simple en Ventana Casahuri:

Plazo de ejecución	15 días calendario
Fecha de inicio	15 de junio de 1999
Fecha de término	30 de junio de 1999

- Mejoramiento del Desvío de la Carretera Casahuri - San Gabán, Sector Casahuri - El Carmen:

Plazo de ejecución	19 días calendario
Fecha de inicio	25 de mayo de 1999
Fecha de término	12 de junio de 1999

- Picado de concreto en puerta del Tapón Uruhuasi:

Plazo de ejecución	11 días calendario
Fecha de inicio	08 de junio de 1999
Fecha de término	18 de junio de 1999

4.4.16 ORDEN DE CAMBIO N° 16: Entibado de Cerchas con Bolsacretos y Trozos de Roca en Zona de Derrumbe Geológico Fuera de la Línea "B", y Eliminación de Derrumbes Geológicos (Trabajos Imprevistos)

a - Descripción :

Durante la etapa de excavación del Túnel de Aducción en roca tipo III B fue necesario la instalación de cerchas metálicas, y debido a las malas condiciones geológicas del macizo rocoso, en algunos tramos se ha presentado derrumbes geológicos fuera de la línea B, que ha obligado a que los vacíos producidos sean rellenados con bolsacretos y trozos de roca, de manera de garantizar una distribución uniforme de los esfuerzos transmitidos desde la roca a las cerchas.

Asimismo, es necesario la eliminación de los derrumbes geológicos presentados en el Túnel de Aducción fuera de la línea B, hacia los botaderos definidos.

b - Presupuesto de Obra Ejecutado :

Costo Directo	US\$	32,023.22
Gastos Generales	US\$	11,006.60
Utilidad	US\$	2,898.10
Sub Total	US\$	45,927.92
IGV	US\$	8,267.03
Total	US\$	54,194.95

c - Plazo de Ejecución :

El plazo de ejecución es durante toda la etapa de excavación del Túnel de Aducción, en el momento en que estos trabajos eran necesarios; es decir desde el 08-Abr-97 al 28-Nov-98.

4.4.17 ORDEN DE CAMBIO N° 17: Reclamos sobre Mayores Costos (Trabajos Imprevistos)

a - Descripción :

La presente Orden de Cambio se refiere a Los Reclamos sobre Mayores Costos formulados por el Contratista durante el proceso de ejecución de la obra dentro las que se encuentran :

a.- La Construcción de una parte del Alojamiento del Gerente , ejecutados en el sector norte de la Villa de Residentes.

. La construcción de los ambientes del campamento para el GERENTE , es similar al modelo adoptado de su propuesta con un área total efectiva de 128.60 m² y área techada de 159.52 m² , el mismo que fue recepcionado mediante Acta de Entrega y Recepción de Obra del 15.Ene.97 ,

b.- El Transporte de arena para shotcrete de Revestimiento del túnel de Aducción y otros trabajos desde la localidad de Macusani.

. La planta trituradora, movilizada e instalada en el sector de Sayapilla para producir grava y arena para el concreto estructural y shotcrete de sostenimiento fue desmovilizada el 16.06.97 debido a la eliminación del revestimiento del túnel de Aducción , y por haber producido arena suficiente para atender al shotcrete de sostenimiento y concreto estructural previstos en los metrados , conforme fue ratificado por el Gerente en el mismo folio 225.

. La desmovilización de la Planta Trituradora fue autorizada por el Gerente, reconociendo que conforme se demuestra en las cantidades acopiadas en Sayapilla y los volúmenes a ejecutar , el Contratista puede retirar su planta trituradora de 3 etapas . La producción de agregado faltante hoy (aprox. 1,500 m³ de grava) no producirá costos adicionales . Su producción está prevista para fines de año.

. El Gerente ordena la ejecución del revestimiento del túnel de aducción con shotcrete estructural y de terminación , lo que requerirá un volumen adicional de arena para su preparación.

Por las características del volumen adicional del material a utilizar y la calidad de la arena a utilizar (M.F 2.6) , era la de explotar una cantera de material fino (zarandeado mecánicamente en la localidad de Macusani , la cual ha sido utilizado anteriormente por el Contratista del Lote N° 01 , pero que quedaba distante 60.5 km del sector de Sayapilla , donde se ubicaba la planta dosificadora de shotcrete y concreto del Contratista.

Del análisis de los Certificados de Pago se verificó que la cantidad total de shotcrete aplicada en la obra fue de 8,492.52 m³ , mientras que el volumen previsto era de 4,150 m³ (junio 97) , lo que ha obligado a que el Contratista transportara arena suficiente (incluyendo pérdidas) , para producir este incremento del volumen de shotcrete.

De la misma manera , el Contratista tuvo que transportar arena para producir concretos para trabajos no previstos a la fecha de desmovilización de su equipo , los que suman 89.43 m³ , además de arena para inyecciones de relleno en roca tipo IIIB (orden de Cambio N° 05) , cuyo volumen valorizado es de 316.97 m³.

c.- Reconocimiento de pago de equipos y mano de obra inactivos por paralizaciones en el túnel de aducción por causas de fuerza mayor, durante la suspensión de los trabajos en el tramo II, el que ocurrió durante dos períodos de fuertes inundaciones.

Conforme se aprecia en los Certificados de Constancia N° 06 y 08 emitidos por el Gerente en fechas 29.05.98 y 12.09.98 , respectivamente, y posteriormente ratificado por la Ampliación de Plazo N° 01 aprobado por el Gerente ; los trabajos de excavación del Túnel estuvieron paralizados por **48 días** en la **progresiva 4+337.50** ; y por **19 días** en la progresiva **5+225.90** por **causales de Fuerza Mayor**; es decir , fueron obstáculos imprevistos e inevitables que impidieron proseguir con dichos trabajos , conllevando que casi la totalidad de los recursos (mano de obra y equipos) asignados a este frente se quedara inactiva por el lapso de **67 días calendario** , además de exigir que determinados equipos continuaran en funcionamiento sin el correspondiente avance de la excavación , tales como ventiladores , generadores y locomotoras.

. Es importante considerar que durante las paralizaciones no hubo, de ninguna manera, forma de definir o simplemente estimar los tiempos de las mismas, sea por parte del Contratista o del Gerente, porque eran causas ajenas (netamente geológicas, no previstas) que escapaban al control del Contratista y del Gerente; lo que ha significado que todos los recursos involucrados se quedaran en disponibilidad, aguardando condiciones mejores para reanudar los trabajos de excavación, los que pudieron ocurrir en cualquier momento.

b - Presupuesto de Obra Ejecutado :

- **La Construcción de una parte del Alojamiento del Gerente es :**

Costo Directo		US\$	5,796.00
Gastos Generales	34.3707 %	US\$	1,992.13
Utilidad	9.05 %	US\$	524.54
Sub Total		US\$	8,312.67
IGV	18.00 %	US\$	1,496.28
Parcial (A)		US\$	9,808.95

- El presupuesto del **Transporte de arena para Shotcrete de Revestimiento y Otros Trabajos** es :

Costo Directo		US\$	80,935.42
Gastos Generales y Utilidad	15.00 %	US\$	12,140.31
Sub Total		US\$	93,075.73
IGV	18.00 %	US\$	16,753.63
Parcial (B)		US\$	109,829.36

- El presupuesto del **los Gastos asumidos por el Contratista durante la Suspensión de los Trabajos en el Tramo II del Túnel de Aducción** asciende a :

Sub Total		US\$	152,522.73
IGV	18.00 %	US\$	27,454.09
Parcial (C)		US\$	179,976.82

- **El resumen** del presupuesto total ejecutado de la Orden de Cambio N° 17 es :

Parcial (A + B +C)		US\$	253,911.13
<u>IGV</u>	18.00 %	<u>US\$</u>	<u>45,704.00</u>
Costo Total O.C N° 17		US\$	299,615.13

c - Plazo de Ejecución :

- La construcción del Campamento del GERENTE , se realizó de Oct.96 a Diciembre de 1,996.

- El Transporte de arena para Shotcrete de Revestimiento y Otros , se efectuó durante el proceso de ejecución del revestimiento del túnel de aducción , en los periodos del 20.Nov.98 al 22.Mar.99.

- Para el Reconocimiento de pago de Equipos y Mano de Obra inactivos en el túnel de aducción por Causas de Fuerza Mayor , durante la Suspensión de los Trabajos en el Tramo II del Túnel de Aducción , se considera los siguientes periodos :

. Primera Paralización Del 12 de Abril al 01 de Mayo de 1,999.

. Segunda Paralización Del 30 de Agosto al 07 de Setiembre de 1,999.

4.4.18 ORDEN DE CAMBIO N° 18: Partidas no incluidas en la estructura del Presupuesto Original , Deductivos de Obra , mayores Metrados del Contrato Principal y de las Ordenes de Cambio.

A DESCRIPCIÓN

1.- Partidas No Incluidas en el Presupuesto del Contrato Principal :

a.- Partidas pagadas por el Sistema de Precios Unitarios :

Se refieren a partidas cuya ejecución fue necesaria para dar cumplimiento al Contrato :

- Se ha suministrado y colocado marchavantes de acero que han sido necesarios durante la excavación de las ventanas de Uruhuasi y Casahuiri y en los tramos I, II y III del túnel de aducción, se han ejecutado perforaciones para sondeo en la Ventana 2 y el túnel de aducción, se ha ejecutado excavación en material suelto en el portal de la Ventana 2, se colocó shotcrete simple con microsilica en la chimenea de Equilibrio; estas partidas **no cuentan con precios unitarios** dentro de la estructura del presupuesto del Contrato Principal; por lo que ha sido necesario pactar con el Contratista Precios Unitarios Nuevos tomando en cuenta los precios de los insumos existentes en los precios unitarios del Contrato de Ejecución Obra, los mismos que cuentan con la aprobación de la Unidad Ejecutora.

- Para las otras partidas dentro las que se encuentran la colocación de pernos de anclaje de 6.00 x 25 mm en el portal de la Ventana 1, pernos de anclaje de 1.5 x 25 mm en el portal de la Ventana 2, la colocación de malla de alambre electrosoldada en la Ventana 2 y chimenea de equilibrio; la remoción de derrumbes en la carretera Ollachea – Tabinapampa; inyecciones de Impermeabilización e inyecciones de contacto en el tapón de la Ventana 1; el shotcrete sin fibra ni microsilica y shotcrete con fibra de 50 k/m³ en la Ventana 1 y acero de piso en la Ventana 1; **existen precios unitarios** ya sea en el Presupuesto del Contrato Principal ó en las Ordenes de Cambio aprobadas para partidas similares, los mismos que han sido considerados para la elaboración del presupuesto correspondiente.

b.- Trabajos Bajo el Sistema de Costo Mas Porcentaje :

- El 17.11.99, al haberse efectuado una Inspección, después de realizada las pruebas en el túnel de aducción, se ha detectado que por la presencia de agua en el tramo I (progresivas 0+199 a 0+209 y 0+795.5 a 0+805) y tramo III (progresiva 6+095 a 6+100) del túnel; se ha presentado subpresiones, los que han ocasionado fisuras en el concreto del piso; motivo por el cual la Supervisión ha dispuesto su reparación.

Estos trabajos en el tramo I se han ejecutado entre el 09.Nov.99 al 22.Nov.99 y en el tramo III entre 18.Nov.99 al 25.Nov.99, los

mismos que han consistido en la colocación de un sistema de drenaje , captación de filtraciones y bombeo , lo que ha provocado el reemplazo del concreto afectado , colocación de grava y tubos de PVC, así como perforaciones verticales en el concreto del piso para alivio de las subpresiones .

Es necesario indicar que los trabajos en las progresivas 0+199 a 0+209 y 6+095 a 6+100 están comprendidos dentro de los trabajos ejecutados en la Orden de Cambio N° 11 , por lo que su reparación es responsabilidad del Contratista.

El Gerente en la presente Orden de Cambio únicamente reconoció los trabajos ejecutados en la progresiva 0+795.5 a 0+805 del tramo I, por cuanto esa zona no fue considerada en la Orden Cambio N° 11.

B MAYORES METRADOS:

En el proceso de ejecución de las obras los Mayores Metrados se han pagado de acuerdo a los establecido en el Numeral 7.1.- Aumento o Disminución en los Metrados; de las Condiciones Generales del Contrato.

En el Numeral 12.5 de las Especificaciones Administrativas se establece que " Las diferencias en los Metrados ejecutados quedarán automáticamente aprobadas al aprobar el GERENTE las planillas de mediciones y el Certificado de Pago", lo que quiere decir que los Mayores Metrados no requieren autorización expresa de la Máxima Autoridad de la Entidad Contratante.

Se está considerando los siguientes presupuestos de Mayores Metrados :

a.- Contrato Principal:	Mayor Metrado N° 02.
b.- Orden de Cambio N° 04:	Mayor Metrado N° 02.
c.- Orden de Cambio N° 05:	Mayor Metrado N° 01.
d.- Orden de Cambio N° 14:	Mayor Metrado N° 01.
e.- Orden de Cambio N° 15:	Mayor Metrado N° 01.

C DEDUCTIVOS DE OBRA:

Al haberse concluido la obra , existen algunas partidas en las que comparando los Metrados ejecutados con los Metrados del presupuesto de obra , existen saldos que no se ejecutarán. Estos Deductivos de Obra se han presentado en :

a.- Contrato Principal:	Deductivo de Obra N° 04.
b.- Orden de Cambio N° 02:	Deductivo de Obra N° 01.
c.- Orden de Cambio N° 04:	Deductivo de Obra N° 02.
d.- Orden de Cambio N° 05:	Deductivo de Obra N° 01.
e.- Orden de Cambio N° 06:	Deductivo de Obra N° 01.
f.- Orden de Cambio N° 11:	Deductivo de Obra N° 01.
g.- Orden de Cambio N° 14:	Deductivo de Obra N° 01.
h.- Orden de Cambio N° 15:	Deductivo de Obra N° 01.

D Presupuestos de Obra Ejecutados :

1.- PRESUPUESTOS DE LAS PARTIDAS NO INCLUIDAS EN LA ESTRUCTURA DEL CONTRATO PRINCIPAL :

A.- Contrato Principal :

a.- A Precios Unitarios

Costo Directo	US\$	426,951.62
Gastos Generales 34.3707 %	US\$	146,746.20
Utilidad	US\$	38,639.12
9.05 %		
Parcial (A)	US\$	612,336.94

b.- A Costo Mas Porcentaje

Costo Directo	US\$	1,886.24
Gast. Gener. y Utilid. 15.00 %	US\$	282.94
Parcial (B)	US\$	2,169.18

c.- Resumen

Parcial (A) + (B)	US\$	614,506.12
IGV 18.00 %	US\$	110,611.10
Costo Total	US\$	725,117.22

2.- PRESUPUESTOS DEDUCTIVOS:

A continuación mostramos en resumen los presupuestos Deductivos de Obra.

	Sub Total	IGV	Costo Total
a.- Contrato Principal	(4,477,152.48)	(805,887.45)	(5,283,039.93)
b.- Orden De Cambio N° 02	(699.33)	(125.88)	(825.21)
c.- Orden De Cambio N° 04	(9,031.46)	(1,625.67)	(10,657.13)
d.- Orden De Cambio N° 05	(79,367.63)	(14,286.17)	(93,653.80)
e.- Orden de Cambio N° 06	(563,203.12)	(101,376.56)	(664,579.68)
f.- Orden De Cambio N° 11	(97,220.41)	(17,499.67)	(114,720.08)
g.- Orden De Cambio N° 14	(18,605.16)	(3,348.93)	(21,954.09)
h.- Orden De Cambio N° 15	(16,599.04)	(2,987.83)	(19,586.87)
Total	(5,261,878.63)	(947,138.16)	(6,209,016.79)

3.- PRESUPUESTO DE MAYORES METRADOS :

El siguiente cuadro muestra en resumen los Presupuestos de los Mayores Metrados.

	Sub Total	IGV	Costo Total
a.- Contrato Principal	311,834.62	56,130.23	367,964.85
b.- Orden De Cambio N° 04	218.30	39.29	257.59
c.- Orden De Cambio N° 05	547.35	98.52	645.87
d.- Orden De Cambio N° 14	4,930.26	887.45	5,817.71
e.- Orden De Cambio N° 15	<u>1,037.20</u>	<u>186.70</u>	<u>1,223.90</u>
Total	318,567.73	57,342.19	375,909.92

4.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA ORDEN DE CAMBIO N° 18 :

	Sub Total	IGV	Costo Total
a.- Partida No Incluidas en el Contrato Principal.	614,506.12	110,611.10	725,117.22
b.- Mayores Metrados	318,567.73	57,342.19	375,909.92
Parcial (1)	<u>933,073.85</u>	<u>167,953.29</u>	<u>1'101,027.14</u>
c.- Deductivos de obra	(5'261,878.63)	(947,138.16)	(6'209,016.79)
Resumen Total	(4'328,804.78)	(779,184.87)	(5'107,989.65)

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La construcción de obras hidráulicas en el Perú como es el caso de la Central Hidroeléctrica de San Gabán II, tienen vital importancia en el desarrollo de nuestro país. Actualmente existen dos sistemas, que son el interconectado Centro Norte y el Interconectado del Sur, que quedarán enlazados a través de la Línea de Transmisión Mantaro-Socabaya.

Después de asimilar la presencia en una obra de gran envergadura en nuestro país me motiva llegar a las siguientes conclusiones:

- 5.1.1 La importancia que se debe dar a los Estudios de Ingeniería, previos a la construcción de cualquier obra civil, puesto que ello motiva a tener una mejor idea de los costos en que se puedan incurrir en su etapa de construcción. La construcción de la Central Hidroeléctrica San Gabán II era una obra muy importante para el desarrollo del sur peruano, pero el costo era demasiado alto, gracias al financiamiento externo se pudo concretar. Pero analizando, la construcción se pudo economizar teniendo un buen Estudio de Ingeniería. Por ejemplo, la

construcción del camino de acceso al frente Casahuiri, costo mucho más de lo que se pensaba, debido a que su diseño no había sido a un nivel de Ingeniería de Detalle. A consecuencia existe el detalle de que no sólo fue muy costoso sino también trajo como consecuencia la demora en la construcción del Tramo III y de la Chimenea de Equilibrio, así como la Construcción del Conducto Forzado del Lote N° 03. Eso no quiere decir que la obra tiene buena calidad, sino que si una obra está programada para funcionar en una fecha determinada, se estaría perdiendo días de producción de energía eléctrica, que significa una pérdida mucho mayor.

- 5.1.2 Una obra de la dimensión como San Gabán debido a la complejidad de partidas que involucraron, se debe tener una programación muy detallada y coordinada. En vista a la forma como se planteó su construcción por Lotes en simultáneo, se debía hacer un seguimiento prácticamente diario, con reuniones de coordinación semanales entre los Jefes de Lote de la Supervisión, los Residentes de Obra de los Contratistas de cada lote y la Entidad Empresa de Generación Eléctrica San Gabán, a fin de llevar adelante su culminación.
- 5.1.3 La excavación en túneles consiste en actividades repetitivas en las cuales se puede obtener un ritmo de avance constante y óptimo siempre en cuando las condiciones geológicas lo permitan. La excavación del Túnel de Aducción, se llegó a obtener un avance de 7.20 ml por turno o sea 14.40 ml por día, es decir se alcanzó a realizar 4 disparos en un día con volumen de avance de 158.52 m³, esto en las mejores condiciones geológicas (roca tipo I). Mientras que para Roca tipo IIIB se tuvo un promedio equivalente al 25 % de lo que se obtuvo en Roca tipo I
- 5.1.4 El revestimiento con shotcrete es nuevo en el Perú para obras hidráulicas. Se optó por este revestimiento por considerarse mas económico. Las resistencias de diseño (450 kg/cm²) garantizan la vida útil del revestimiento. Es cierto que la sección del túnel es en forma de herradura, pero su superficie es rugosa. Debido a que el shotcrete ha tomado la forma tal como se realizó la excavación. A raíz de estos es que existe una ligera duda a que las presiones hidráulicas que actúan en las protuberancias del shotcrete. En las pruebas hidráulicas estáticas, es decir, se llenó el túnel 1 m de altura

por día hasta llenarlo y luego se procedió a vaciarlo. Se procedió con su inspección y se encontraron con desprendimientos de shotcrete en algunos sectores. Esto no es de preocupar ya que fueron casos puntuales. Lamentablemente una vez que entró en funcionamiento la Central no se volverá a vaciar el Túnel sino hasta que se encuentren desperfectos y se tenga que parar la producción de energía, lo cual será por buen tiempo.

- 5.1.5 El fenómeno del niño alcanzó también la construcción de la Central y se vio reflejado por las lluvias anormales en la zona. Esto motivo al incremento del nivel freático a un nivel no considerado en el Proyecto y en consecuencia los caudales de filtración en plena excavación que se produjeron en el año 1998 aumentaron considerablemente produciendo inundaciones en el frente de trabajo y por ende su atraso. En este caso este es un fenómeno considerado imprevisible.
- 5.1.6 La construcción del Túnel de aducción fue hecha con tecnología de última generación respetando los estándares internacionales de calidad y con un buen estudio de impacto ambiental. En cuanto a su record de accidentes fue el mínimo.
- 5.1.7 La logística encontrada en la construcción del túnel fue precisa, a pesar de encontrarse en un lugar no muy accesible. Las comunicaciones jugaron un papel importante.
- 5.1.8 El presente informe tiene como objeto el describir la secuencia constructiva del Túnel de aducción de la Central Hidroeléctrica San Gabán II, por ende que estamos seguros que servirá como fuente histórica de las Obras de mayor envergadura que se construyeron en el Perú

5.2. RECOMENDACIONES

Con respecto a la experiencia tenida en esta obra se tienen las siguientes recomendaciones:

- 5.2.1 Se tiene que poseer de suficiente experiencia para la ejecución de una obra grande y esto fue con lo que contó la construcción de la Central Hidroeléctrica San Gabán II, la manera como se resolvieron

los problemas en obra fue muy importante y evitó muchas paralizaciones de obra. Lo que se recomienda es aligerar el proceso de aprobación de adicionales ya sea por cambio de proyecto o por mayores o menores metrados, esto dificulta el avance de la obra. Se deberían tener leyes mas sencillas y menos burocráticas.

- 5.2.2 El proceso constructivo de la ejecución del Túnel de aducción precisaba que se comenzaría con la excavación del tramo I, para después hacer en forma simultánea el Tramo II. Desde el punto de vista constructivo y de importancia se debió dar mayor énfasis a la ejecución de la ventana Casahuiri único acceso para la excavación del Tramo III, Chimenea de equilibrio y Conducto forzado.
- 5.2.3 Los cuadros presentados en el Anexo II sirven como referencia de lo que fue la Construcción del Lote N° 02. Se tiene la seguridad que servirán como consulta en obras similares.
- 5.2.4 Lo interesante de esta experiencia es poder haber seguido paso a paso la construcción de casi toda la Central Hidroeléctrica de San Gabán II, las Obras Civiles, electromecánicas y distribución primaria de energía. Se recomienda la complementación de los otros lotes no descritos en este informe.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- TESIS "SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO EN EXCAVACIONES DE TUNELES"
Meza Peña, Mauro Juvenal
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA – 1989 - 90 pág.
- 2.- TESIS "PROCESOS DE EXCAVACIÓN EN TUNELES DE PEQUEÑA SECCION CON USO DE LA DINAMITA"
Rosell de Almeida, Carlos Alberto
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA – 1993 - 279 pág.
- 3.- TESIS "METODOLOGIA Y DISEÑO DEL SOSTENIMIENTO DE TUNELES EN PROCESOS DE EXCAVACIÓN MEDIANTE CIMBRAS METALICAS"
Romero Aguirre, Fernando Miguel
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA – 1995 - 229 pág.
- 4.- TESIS "METODOLOGIA DE LA EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO DEL TUNEL ICHOCRUZ- CHIARA, FRENTE DE ENTRADA, PROYECTO RIO CACHI"
Huaranca Rojas, Félix Adolfo
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA – 1995 - 256 pág.
- 5.- TESIS "EXCAVACION DE TUNELES EN ROCA"
Cartolin Espinoza, Mario Alberto
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA – 1996 - 291 pág.
- 6.- DISEÑO DE TUNELES
Autores Varios
AMERICAN CONCRETE INSTITUTE – 152 pág.

ANEXO I
ESPECIFICACIONES TECNICAS

ESPECIFICACIONES TECNICAS

2.2.2 Excavaciones Subterráneas

2.2.2.1 Generalidades

Las Especificaciones Técnicas contienen las indicaciones que se aplicarán en los trabajos de Excavación, sostenimiento y eliminación de escombros en las obras subterráneas previstas en los planos y/u ordenadas por el Gerente. Asimismo, incluye perforaciones para drenaje y alivio de presión y la instalación de instrumentación para el monitoreo de la excavación.

El Proyecto y las Especificaciones Técnicas están orientadas a la ejecución de la totalidad de las excavaciones subterráneas por el método de perforación y voladura. No obstante, en este capítulo se incluyen algunas normas específicas para la excavación de túneles mediante máquina perforadora (Tunnel Boring Machine, TBM), para el eventual caso que se pudiera recibir del contratista una propuesta alternativa que evidencie ventaja técnica y económica por la aplicación de esa metodología. Todo lo estipulado en estas Especificaciones se aplicará indistintamente a *ambos* métodos, excepto en el caso de las normas específicas para uno u otro de estos métodos.

2.2.2.2 Definiciones

Area de Avance

Se denomina "área de avance" o fase de avance" (FA) a la zona de trabajo dentro de la cual el sostenimiento especificado debe ser colocado antes de iniciar la actividad de perforación del nuevo ciclo, con el consiguiente aumento de la duración del ciclo de perforación.

Los trabajos subterráneos que se efectúen fuera de esta área de avance y que, por lo tanto, no afectan las operaciones de trabajo en el frente de avance, se denominan genéricamente como "detrás del frente" (DF).

Sostenimiento inicial

Cualesquiera de los tipos de sostenimiento que debe ser colocados con el propósito primario de asegurar la estabilidad inmediata del terreno excavado, por lo que se deberá ejecutar en Fase de Avance, antes de proseguir con la excavación del frente. El sostenimiento inicial podrá estar constituido por parte o por la totalidad del sostenimiento permanente diseñado para cada tipo de roca, de acuerdo con los requerimientos del frente.

Línea de excavación: Línea "A"

Se denomina línea "A" al perfil o contorno de diseño de una excavación subterránea como se muestra en los planos, que delimita el área libre dentro de la cual no deberá haber ningún tipo de material no excavado o elementos no previstos en el diseño. Los puntos aislados de roca que no excedan de 0.03 m² en superficie y que sobresalgan de la línea podrán dejarse en sitio siempre que:

- El extremo más protuberante no sobresalga más de 50 mm.
- La distancia libre entre dos salientes sea superior a dos metros.

Línea de Pago: Línea "B"

Es una línea teórica, conforme se indica en los planos, hasta la cual serán reconocidos los pagos por los trabajos de excavación subterránea. La línea "B" se ubica por fuera de la línea "A" y la distancia entre ellas, en las paredes y bóveda de las excavaciones subterráneas, será de 0.15 m. El fondo de la excavación solera será horizontal y las líneas "A" y "B" serán coincidentes.

2.2.2.3 Control topográfico

Las excavaciones subterráneas serán ejecutadas siguiendo los ejes, perfiles y niveles indicados en los planos o según ordene el Gerente. No se permitirán desviaciones mayores de ± 50 mm en los alineamientos y de ± 100 mm en las cotas o gradientes de los ejes de las excavaciones.

Previo al encuentro de los dos frentes del túnel de aducción, cuando estos se encuentren a una distancia teórica mayor o igual a 15 m, el Contratista del Lote 2 deberá perforar un sondaje en avance desde uno de los dos frentes, para corregir, en caso de ser necesario, los rumbos de avance. En una excavación subterránea cualquiera, una vez efectuada la conexión de los dos frentes de excavación, cualquier inexactitud en el alineamiento o la gradiente deberá ser subsanada a no menos de 1:20. En caso de requerirse voladuras, la superficie será rebajada empleando un método que previamente propondrá el Contratista y someterá a la aprobación del Gerente.

A menos que se indique de otro modo en los planos, la divisoria entre la excavación en superficie y la excavación para el túnel de aducción será la cara de roca a partir de la cual se requiere excavación por métodos de tunelería.

El Contratista mantendrá informado al Gerente, con suficiente anticipación, de la programación de las actividades subterráneas, de modo que se puedan verificar con precisión, a intervalos no mayores a 10 m, las dimensiones efectivas excavadas sometiendo los respectivos registros a revisión del Gerente en formulario aprobado.

Las secciones excavadas, con referencia a la sección de diseño mostrada en los planos, podrán determinarse por medición directa o bien por otro método adecuado por el Gerente.

2.2.2.4 Clasificación de la roca y del sostenimiento.

a) Criterios de clasificación

La lista de metrados incluye ítems separados correspondientes a las diferentes clases de roca, de forma tal que se considere e incluya a todos los factores relativos de cada tipo de excavación en particular. La clasificación de los tipos de roca será determinada por el Gerente.

En forma similar, la clase de sostenimiento de roca depende, además de la clase de roca, del método de excavación, habiéndose diferenciado las diversas clases de roca según los requerimientos de sostenimiento para cada caso, como de los tipos I, II, IIIA y IIIB, en conformidad con el Sistema Nuevo Método Austriaco para excavación de Túneles (NMAT) que se ha adoptado; en los planos se detallan las especificaciones de estos tipos de roca. Conforme se indica en los planos, el Gerente podrá modificar los soportes de diseño para adecuarse a las condiciones reales encontradas en el macizo rocoso durante la construcción.

Si el Contratista decidiera unilateralmente colocar un sostenimiento mayor que el indicado en los planos para el tipo de roca que corresponda, el mayor costo será de cuenta del Contratista.

b) Clases de roca y sostenimiento para túneles y piques

La clase de roca se determinará considerando los espaciamientos promedio de las discontinuidades estructurales en la bóveda, paredes y frente de las excavaciones subterráneas y la clasificación de la masa rocosa (RMR). La clasificación que se indica a continuación se utilizará para todas las excavaciones subterráneas. Los sostenimientos están definidos en los planos.

EL tipo I será aplicado para rocas de "buena" calidad, muy competentes, no intemperizadas, con amplio o muy amplio espaciamiento de discontinuidades, mayor a 600 mm, con un RMR (valoración del macizo rocoso, rock mass rating, según Bieniawski, 1989) de 60 o más.

EL tipo II será aplicado para roca de "regular" calidad, muy competente, "no intemperizada" a "ligeramente intemperizada", con discontinuidades de moderada a ampliamente espaciadas, entre 200 y 600 mm, con un RMR comprendido entre 40 y 60.

El tipo III o IIIA será aplicado a las áreas en donde la masa rocosa se presente cizallada, ligeramente intemperizada, con espaciamiento de discontinuidades de "cercano" a "moderadamente espaciadas" entre 60 y 200 mm, pero que esté todavía lo suficientemente interconectada, de tal forma que tenga un tiempo de autosostenimiento que permita la aplicación del sostenimiento diseñado. Dadas estas condiciones, inmediatamente después de la voladura se aplicará una capa de shotcrete de 100 mm de espesor e instalándose los pernos de anclaje después de la aplicación del shotcrete. Los valores de RMR estarán comprendidos en el rango de 30 a 40.

El sostenimiento del tipo IIIB será empleado cuando la roca presente zonas cizalladas, intemperizadas, débiles y espaciamiento de discontinuidades "extremadamente cercano", menor a 60 mm, con más zonas brechadas y fragmentadas y con valores RMR comprendidos en el rango menor a 30. Se deberá emplear un soporte inmediato, en la forma de shotcrete seguido por cerchas de acero. Estas a su vez podrán ser las cerchas normales de postes y sombreros o las cerchas a sección completa que se cierran en su base con un puntal o cercha invertida. Debido al limitado tiempo de autosostenimiento, no se puede especificar un método exacto de excavación. Sin embargo, se debe resaltar lo siguiente:

- En caso de abundante filtración de agua, que no permita controlar fácilmente la estabilidad de la excavación, se efectuarán perforaciones de avance en el frente, una combinación de cerchas y marchavantes para proteger y permitir la ejecución del diagrama de taladros en el frente e incluso la ejecución de perforaciones e inyecciones a presión para estabilizar el macizo rocoso y poder continuar la excavación.
- Si la excavación colapsara debido a la alta presión hidrostática y filtraciones, se requerirá una pantalla de impermeabilización de lechada de concreto inyectado, a fin de estabilizar las condiciones subterráneas. Una vez que la fuente de agua haya sido controlada, la excavación podrá continuar, usándose cerchas y marchavantes.
- En los soportes de la roca tipo IIIB las cerchas podrán colocarse a sección completa o aproximarse hasta una distancia de 0.75 m entre ejes, si las condiciones subterráneas lo requieren. En estos casos, el espaciamiento entre pernos de anclaje indicado en los planos se podrá disminuir a 0.75 X 0.75 m. a fin de adecuarse al cambio de espaciamiento de las cerchas.

El diseño final del sostenimiento de roca para cada una de estas clases será definido por el Gerente.

En general, salvo indicación en contrario del Gerente, los primeros 10 m de todo túnel o galería, medidos desde el exterior del macizo rocoso, tendrán un sostenimiento tipo IIIA y el resto, el sostenimiento según sea requerido. En las intersecciones se deberán instalar pernos de anclaje no tensados, de 2 m de longitud, en cuadrícula de 1 x 1 m. aplicándoles 50 mm de shotcrete alrededor de la bóveda.

c) Mapeo Geológico

Mapeo de rutina

El Gerente realizará en forma sistemática el mapeo geológico completo de todas las excavaciones subterráneas, para lo cual el Contratista deberá facilitar los medios necesarios correspondientes, sin que ello resulte en obligación de pago alguno.

El mapeo será realizado después de cada disparo. En el método TBM el mapeo se hará en las paredes detrás de la cabeza cortadora.

No se prevé que el mapeo de rutina retrase el ciclo de excavación, aunque el Gerente en todo momento mantendrá cualquier demora forzosa a un nivel mínimo. En lugares donde se requieran mediciones detalladas de las juntas, se podrá producir un pequeño retraso de menos de una hora hasta dos veces a la semana en cada frente de trabajo, sin costo para la EGESG.

Previamente al inicio de este trabajo y cuando así lo indique el Gerente, el Contratista lavará el área a ser mapeada, utilizando una manguera con agua o, en algunos casos, con aire a presión.

El Contratista deberá suministrar, a su propio costo, las facilidades necesarias para el mapeo, tales como iluminación, ventilación, accesos (incluyendo escaleras, canastas hidráulicas o andamios) y limpieza de roca.

Mapeo extraordinario

En caso de efectuarse las excavaciones del túnel de aducción mediante una máquina perforadora de túneles (TBM), el Gerente podrá, bajo ciertas circunstancias, comunicar al Contratista que se va a realizar un mapeo u otras investigaciones en el frente de excavación. En estos casos el Contratista deberá retirar la cabeza cortadora del frente para proporcionar un acceso *suficiente*.

d) Ensayos in situ y de laboratorio

Se podrá requerir la ejecución de ensayos in situ o de laboratorio bajo las instrucciones del Gerente durante el tiempo del contrato. Con el objeto de realizar estos ensayos, el Contratista deberá ejecutar las perforaciones convencionales y proporcionar la asistencia que le sea requerida. Estos ensayos se realizarán en nichos y durante períodos en los que no se produzcan interrupciones significativas en el avance de la excavación.

El Gerente podrá dar instrucciones al Contratista relativas a la perforación de núcleos para muestreo y ensayos de laboratorio de cualquier ubicación en el perfil de los túneles o galerías.

2.2.2.5 Excavación subterránea

Métodos de Excavación

Treinta (30) días antes del inicio de los trabajos subterráneos, el Contratista deberá someter a la aprobación del Gerente un plan detallado y la metodología que va a emplear en las diferentes excavaciones de las obras o partes de obra, con los detalles completos de los métodos y secuencias de excavación que se propone emplear, incluyendo el programa de uso de explosivos. Si durante la ejecución de los trabajos el Contratista deberá modificar el método aprobado, con la anticipación suficiente someterá la nueva solución a la aprobación del Gerente.

Dentro de los catorce (14) días de la recepción de los procedimientos propuestos para las respectivas excavaciones subterráneas, el Gerente indicará su aceptación parcial o total al Contratista. EL Gerente podrá rechazar las propuestas si, en su opinión, con el método propuesto se pudiera producir daños indeseables a las superficies rocosas en forma permanente o a estructuras existentes. En caso de no haber aprobación del Gerente, el Contratista propondrá otros procedimientos, con modificaciones parciales o totales. No se realizarán labores de perforación o voladura en áreas en las cuales el procedimiento no ha sido aceptado por el Gerente.

Si durante la excavación el Gerente juzga como no adecuado el método escogido por el Contratista, sea en lo que se refiere a los tipos de construcción o calidad del trabajo realizado, podrá requerir una modificación del método de excavación. En este caso el Contratista tomará inmediatamente todas las medidas necesarias para tal modificación o para complementar los equipos e instalaciones, siendo de su cargo todos los gastos adicionales y sin corresponderle mayor plazo en la ejecución de la obra si se produjeran atrasos por esta situación. Estos requisitos son específicos para el procedimiento de perforación y voladura.

De estimarlo necesario el Gerente, se efectuarán perforaciones de avance por delante del frente de excavación del túnel, para determinar las condiciones del terreno y prever de antemano las medidas pertinentes. El equipo utilizado deberá ser capaz de extraer testigos de roca con perforaciones en la dirección del avance y hacia arriba o abajo, con inclinaciones de hasta 45° con respecto al eje del túnel. El diámetro de la perforación de avance será del tipo NX y la longitud máxima de 20 m.

2.2.2.6 Dimensiones de las excavaciones

La excavación se efectuará hasta las líneas y niveles indicados en los planos o según lo indicado por el Gerente.

En caso de excavar en exceso sobre las dimensiones límite (línea B) no se reconocerá para el pago, debiendo el Contratista rellenar el exceso con shotcrete o concreto de la clase correcta, o con cualquier otro material aprobado por el Gerente, sin ningún pago adicional por parte del propietario.

En caso de producirse sobreexcavaciones en el piso del túnel de aducción se admitirá la colocación de concreto $f_c=100$ kg/cm² hasta alcanzar la línea A, que en la solera coincide con la línea B.

2.2.2.7 Ventilación

a) Generalidades

No se permitirá que se efectúen trabajos de excavación en túneles que hayan alcanzado una longitud mayor que 40 m, hasta que el Contratista instale un adecuado sistema de ventilación. Los sistemas de ventilación de las obras subterráneas se ajustarán a los requerimientos estándar de saneamiento ambiental, establecidos en el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera (D.S. N° 023-92-EM), referido al Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería, aprobado por D.S. 014-92-EM del 2 de junio de 1992.

El sistema de ventilación, usado durante la ejecución de trabajos subterráneos, garantizará que se disponga de un contenido mínimo de oxígeno de veinte por ciento (20 %), en volumen, en todo momento en cualquier sector de la obra. Los requisitos indicados se refieren a las condiciones mínimas de ventilación requeridas, debiéndose disponer de una provisión adicional de aire fresco que tome en cuenta la eventualidad de cualquier tipo de pérdida, por ejemplo, debido a fugas en los ductos. Ello deberá ser previsto por el Contratista cuando realice los cálculos relativos a los sistemas de ventilación.

El Contratista suministrará y mantendrá a disposición del Gerente los equipos e instrumentos para registrar gases tóxicos, los cuales deberán estar en óptimas condiciones de funcionamiento.

El Contratista será el único responsable de la operación de los sistemas de ventilación, tanto de sus obras como de las de sus subcontratistas, hasta la finalización de la construcción de las obras, incluyendo los montajes y pintura de los equipos hidro y electromecánicos.

b) Cantidad de ventilación y temperatura en las zonas de trabajo

El sistema de ventilación, cuyo diseño deberá ser aprobado por el Gerente, deberá garantizar el suministro permanente de las siguientes dotaciones mínimas de aire:

- 4.2 m²/min para cada persona o trabajador en la zona de las obras subterráneas.
- 3.0 m²/min por cada HP desarrollado por equipo o planta diesel que esté operando en el área de las obras subterráneas.
- La velocidad promedio del aire en todas las áreas de excavación no deberá ser menor que 15 m/min.
- No se permitirá el uso de ANFO.

No se permitirán en el interior de las obras subterráneas temperaturas mayores de 32° C. Si esto ocurre, el Contratista deberá rebajar dicha temperatura por medio de inyecciones de aire refrigerado o por cualquier otro método previamente aprobado por el Gerente.

c) Ventilación en excavaciones por el método de perforación y voladura

Se deberá proporcionar un sistema de ventilación que provoque la evacuación de los gases tóxicos en las excavaciones que se realicen por el método de perforación y voladura.

Este sistema será tal que permita que los gases provenientes de la voladura sean removidos. El extremo final del sistema de ventilación en ningún momento se situará a una distancia mayor de 30 m del frente de excavación. Los gases tóxicos provenientes de la voladura deberán eliminarse en forma tal que no puedan ingresar en ningún otro ambiente de trabajo ni ser recirculados en el sistema de abastecimiento de aire fresco.

d) Gases peligrosos

Al menos semanalmente el Contratista verificará la presencia y concentraciones de gases tóxicos o peligrosos en cualquier parte de las obras subterráneas. En caso de ser necesario, el Gerente podrá requerir al Contratista controles más frecuentes.

Las concentraciones de gases tóxicos o peligrosos no podrán exceder los siguientes límites volumétricos:

Anhidrido carbónico	máximo 0.5 %
Metano	máximo 0.5 %
Monóxido de carbono	máximo 0.005 %
Hidrógeno sulfurado	máximo 0.002 %
Gases nitrosos	máximo 0.0005 %
Anhidrido sulfuroso	máximo 0.0005 %
Aldehídos	máximo 0.0005 %
Hidrógeno	máximo 0.5 %

Estos valores se refieren a concentraciones promedio durante una jornada de trabajo de 8 horas. Cualquier otro contaminante no mencionado deberá mantenerse dentro de límites que no sean perjudiciales para la vida o la salud de los trabajadores. Una vez detectada la presencia de gases nocivos, se aplicarán estrictas medidas de control, de modo que su concentración no exceda el 90 % de su límite inferior de toxicidad o explosión.

e) Uso de motores de combustión interna

En el ámbito de las obras subterráneas no se usarán motores de combustión interna diferentes a los del tipo Diesel.

No se permitirá el empleo de equipo diesel en los trabajos subterráneos si los gases de escape contienen más de 2,000 partes por millón de monóxido de carbono o 1,000 partes por millón de óxido de nitrógeno en volumen.

Los motores de los equipos Diesel empleados en las obras subterráneas no deberán mantenerse marchando en vacío, excepto en los casos que sean aprobados o durante breves paradas en su uso. Ningún equipo será reabastecido de combustible en el área de las obras subterráneas, a menos que se adopten las precauciones apropiadas.

f) Mantenimiento de los sistemas de ventilación

Todos los equipos y ductos deberá ser mantenidos permanentemente en perfecto estado operativo. Cualquier daño que se produzca en los ductos de ventilación deberá ser reparado inmediatamente.

El incumplimiento por parte del Contratista de los requisitos indicados o de las normas prescritas relativas a la ventilación, motivará al Gerente a ordenar la interrupción temporal de todo trabajo en el área afectada, hasta que se subsane la deficiencia, sin que ello sea causal de ampliación de los plazos de construcción o pagos adicionales.

2.2.2.8 Sobreexcavaciones y fallas de la masa rocosa

a) Sobreexcavaciones

El Contratista deberá tomar las precauciones y usar los métodos de excavación adecuados para evitar el fracturamiento excesivo de la roca y su eventual desplazamiento fuera de las líneas de excavación. Las rocas sueltas, fracturadas o inestables, a criterio del Gerente, deberán removerse sin pago adicional alguno.

Para facilitar sus operaciones de excavación, previa aprobación del Gerente, el Contratista podrá ejecutar ampliaciones locales, situadas fuera del perfil de la sección teórica, tales como nichos, vías de paso, espacios de carga, áreas de almacenamiento de equipos, etc.

Las excavaciones en exceso respecto a los límites indicados en los planos serán rellenadas según las disposiciones del Gerente y por cuenta del Contratista, sin prórroga de plazo por dichos trabajos. Estas disposiciones no regirán para las excavaciones ordenadas por el Gerente mas allá de los límites indicados en los planos, tales como nichos o galerías de ensayos u otros.

b) Fallas de la masa rocosa

Los derrumbes de masas de material que ocurran fuera de la línea de pago "B", debido a las condiciones del terreno y/o accidentes geológicos en general y que no sean imputables al Contratista, serán removidos y los vacíos correspondientes rellenados con concreto según las indicaciones del Gerente.

Si el Contratista demuestra que la sobreexcavación se ha producido por condiciones geológicas o geotécnicas del macizo rocoso y este argumento es aceptado y aprobado por el Gerente, éste autoriza el pago por separado por concepto de remoción de los materiales resultantes del derrumbe geológico y por sanear el vacío producido.

Cuando la sobreexcavación o falla de la masa rocosa ocurre en una zona destinada a estar en contacto con un concreto dado, los espacios vacíos deberá rellenarse con concreto de la misma calidad. La única excepción a esta norma la constituyen las sobreexcavaciones de la solera o piso de la excavación, en el túnel de aducción, galería de acceso a la caverna de máquinas y galería de descarga, en las que se aceptará rellenar los vacíos mediante concreto $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$.

Las cavidades resultantes de la falla de masas rocosas deberán ser aseguradas instalando un sostenimiento adecuado, según lo especificado en capítulo 2.5. Sostenimiento de excavaciones subterráneas.

c) Tratamiento de grietas, zonas de cizalladura y fallas menores

Durante la ejecución de las excavaciones subterráneas se encontrarán grietas, zonas de cizalladura y fallas pequeñas, con espesores menores de un metro, que normalmente no requerirán soporte por medio de cerchas metálicas y se tratarán como se describe a continuación o como lo determine el Gerente. En las grietas o zonas falladas de mas de un metro de espesor el Gerente indicará el procedimiento a seguir.

Se deberá retirar el material deleznable hasta una profundidad igual al doble del ancho de la falla y rellenar la cavidad con concreto.

El tratamiento de las grietas y fallas menores deberá hacerse tan pronto se retiren los materiales provenientes de la voladura, previa o simultáneamente con la actividad de perforación del próximo ciclo.

En caso de encontrarse fallas mayores a las antes indicadas, se utilizarán cerchas o los sostenimientos que determine el Gerente. El revestimiento definitivo de esas zonas será establecido por el Gerente.

2.2.2.9 Trabajos de voladura

a) Generalidades

Los explosivos, detonadores y mechas deberán transportarse y almacenarse por separado por cuenta del Contratista en lugares apropiados y de manera que estén protegidos contra accidentes, daños y robo.

El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para proteger a toda persona, obra, equipo y propiedad, durante el almacenamiento, transporte y uso de explosivos. Cualquier obra, propiedad o equipo que resulte dañado durante el almacenamiento, transporte y uso de explosivos por parte del Contratista será de su responsabilidad y cargo.

La operación de carga de taladros será ejecutada solamente por personal especializado y no se admitirá la presencia de personal no autorizado. No se podrá iniciar la labor de carga mientras no se haya perforado el último taladro. Antes de iniciar las operaciones de excavación con explosivos, el Contratista deberá someter a aprobación del Gerente las técnicas de perforación y voladura y las medidas de precaución previstas en dichas operaciones.

b) Voladura controlada

La voladura controlada consiste en la perforación de cierta cantidad de taladros paralelos, cercanamente espaciados, a lo largo del contorno de la superficie de excavación, cargado todos los taladros ligeramente con cargas uniformes continuas de explosivos de reducido diámetro y disparando todas estas cargas simultáneamente, después de la detonación de la voladura de producción principal.

Todas las cargas deberán ser preparadas e introducidas con precisión en los taladros, con un espaciamiento, atacado (con tacos) y secuencia de conexión correctamente ejecutados.

El peso de los explosivos detonados instantáneamente estará limitado a una cantidad que no cause daños a las superficies de excavación y a las obras adyacentes.

Si en cualquier momento los métodos de perforación y voladura controlada no produjeran los resultados deseados, de un perfil uniforme y de una superficie de corte sin sobreexcavación dentro de las tolerancias especificadas, el Gerente podrá pedir al Contratista que realice pruebas posteriores, según lo especificado en el literal f del numeral 2.2.2.9, hasta alcanzar los resultados deseados.

En todas las voladuras controladas el Contratista deberá tener especial cuidado en la ejecución de los taladros, para lo cual deberá emplear equipo de perforación con control de brazos paralelos u otro método de control aceptable por el Gerente. Los taladros perimetrales deberán ser replanteados en forma precisa y no se podrán desviar más de 100 mm hacia fuera del perfil de excavación. Si la desviación de estos taladros fuera mayor, no se cargarán y serán reemplazados por nuevas perforaciones. Los taladros perimetrales no podrán cortar el perfil teórico de la excavación.

Los taladros sobreexcavados deberán ser rellenados hasta la profundidad requerida antes que se realice la carga de éstos.

El diagrama de voladura se determinará en función a los límites de concentración de la carga explosiva, según se determine en los ensayos in situ.

c) Transporte y depósitos de explosivos

El Contratista será el único responsable de la adquisición de los explosivos y de su adecuado transporte y almacenamiento en un polvorín. Asimismo, el Contratista también será responsable de la correcta tenencia y uso de los explosivos.

Los polvorines o depósitos de explosivos deberán ser instalados a suficiente distancia de las zonas de trabajo, deberán estar bien ventilados, libres de humedad, no se admitirán polvorines en el interior del túnel.

El Gerente podrá inspeccionar los polvorines y registros de los explosivos guardados en éstos en lo relativo al almacenamiento, recepción y entrega de los explosivos.

El contratista deberá mostrar en sus oficinas de obra y en todos los polvorines, una copia de las disposiciones vigentes relacionadas a explosivos y de las secciones pertinentes del Reglamento de Seguridad e Higiene Minera citado en el literal a del numeral 2.2.2.7.

Antes de la ejecución de los trabajos de voladura, el Contratista proporcionará al Gerente una copia de todos los certificados de los trabajadores calificados para efectuar voladuras y de los documentos de autorización para realizar la compra, almacenamiento y transporte de los explosivos.

d) Medidas de Seguridad e Higiene

El Contratista presentará, para la aprobación por el Gerente, las medidas de seguridad e higiene que haya previsto para el desarrollo de todos los trabajos de excavación y demás actividades de la obra, siendo en todo caso el único responsable de la seguridad del personal y de las obras que se construyen.

El Contratista proveerá al personal de obra de los medios de protección adecuados, según las condiciones de los trabajos y de ambiente, tales como cascos, botas de jebe, guantes de cuero, capas y pantalones impermeables, respiradores antipolvo u otros.

Asimismo, proveerá de reglamentos apropiados de seguridad, emergencia e incendio. En cada frente de trabajo el Contratista deberá disponer botiquines de primeros auxilios y camillas. Además instalará una posta de primeros auxilios, con una ambulancia para evacuación rápida.

El Contratista tomará particulares precauciones con respecto a la incidencia de descargas eléctricas, para lo cual adoptará medidas tales como el uso de detonadores no eléctricos o detonadores eléctricos especialmente fabricados para su uso en tales circunstancias, conjuntamente con el uso de equipo de protección contra descargas eléctricas.

Cuando existan condiciones atmosféricas con la posibilidad de descargas eléctricas, las actividades relacionadas con el manejo de explosivos serán prohibidas. Será responsabilidad única del Contratista obtener la información sobre las condiciones atmosféricas pertinentes al respecto.

De ser utilizado el circuito de energía para la instalación eléctrica, entro del túnel será colgado en soportes distintos y distantes de aquellos empleados para la línea de alimentación eléctrica o las líneas de comunicación, al lado opuesto del túnel. El control de este circuito se realizará mediante un interruptor de cerradura con un llave.

El Contratista se asegurará que su personal tenga pleno conocimiento de los reglamentos e impondrá la aplicación estricta de los mismos. Se considerará falta muy grave, con causa de despido inmediato sin readmisión, cualquier inobservancia negligente de las normas de seguridad previamente publicadas.

El Contratista se ceñirá a las Normas del Reglamento de Seguridad e Higiene Minera (D.S. N° 023-92-EM), referido al Texto Unico Concordado de la Ley General de Minería, aprobado por D.S.

Nº 014-92-EM del 2 de junio de 1992, con referencia a la prevención, higiene y seguridad de los trabajos en subterráneo y las normas específicas que establezca el Gerente para la ejecución del Proyecto.

e) Uso de explosivos

Las voladuras deberá ser diseñadas para respetar las secciones de proyecto (línea A), reduciendo a un mínimo las sobreexcavaciones y el debilitamiento de la roca remanente en las paredes y bóveda.

Dos (02) días antes de efectuar las perforaciones para alojar los explosivos, el Contratista deberá tener aprobados por el Gerente, los detalles completos del diagrama de disparo. Con tal objeto, remitirá al Gerente la siguiente información: ubicación, profundidad y área de los taladros de voladura; el tipo, resistencia, cantidad, carga y distribución de la columna de explosivos a ser usados por taladro, por retardo y por voladura; la secuencia y patrones de retardos, pruebas a realizar y la descripción y propósito de todos los métodos a ser adoptados por el Contratista.

La aprobación por parte del Gerente de cualquiera de las propuestas de voladura no eximirá al Contratista de sus responsabilidades contractuales.

Se podrán emplear explosivos de cartucho, de emulsión a granel u otro tipo apropiado.

En la voladura controlada, el tipo, tamaño, desacoplamiento y concentración de las cargas de contorno y masivas estarán comprendidos dentro de los parámetros establecidos, a menos que el Gerente considere aceptable otros rangos, de acuerdo a los resultados de los ensayos in situ.

Los taladros de voladura de producción, totalmente cargados, estará los suficientemente separados del perfil final, a fin de prevenir daños. Los taladros más cercanos a la superficie final tendrá cargas reducidas, a fin de minimizar daños a dicha superficie.

f) Calidad de la superficie excavada y pruebas de voladura

A menos que se detalle en forma diferente en los planos o por parte del Gerente, en todos los trabajos subterráneos se aplicará voladura controlada,, de modo que el daño al perfil final sea mínimo.

Se deberán emplear explosivos que minimicen las fracturas inducidas por la explosión o las perturbaciones en las caras de la roca situadas en la parte exterior de la línea de excavación, a fin de preservar las características de la roca primitiva.

El contorno después de la voladura deberá mostrar una superficie regular, fracturada entre taladros, con un mínimo de sobre rotura y con la media caña de los taladros visibles sobre la mayor parte de la superficie. La superficie será desquinchada, eliminando todo material suelto y roca con sonido hueco a fin de dejar una superficie sólida intacta. Se emplearán cargas reducidas para ampliar o corregir el perfil excavado y también para excavar cunetas.

El Contratista deberá realizar un serie de pruebas en sus operaciones iniciales de voladura, a fin de verificar sus métodos propuestos. Los detalles de todas las pruebas y procedimientos, al igual que los resultados obtenidos, serán remitidos al Gerente, para su correspondiente revisión y aprobación.

Si en opinión del Gerente los métodos de voladura causaran en algún momento alteraciones excesivas o indeseables de la masa rocosa alrededor del espacio excavado, aquél podrá ordenar al contratista que cambie sus métodos de voladura y/o que realice pruebas posteriores, hasta lograr los resultados deseados. No se realizará pago adicional por cualquier cambio o por pruebas adicionales ordenadas por el Gerente o por cualquier demora provenientes de éstas.

g) **Monitoreo de las voladuras**

El Contratista deberá llevar registros de las voladuras realizadas, indicando el tiempo y la ubicación de cada una, el tipo y la cantidad de explosivos usados, así como cualquier otro dato relevante. Dentro de los dos días siguientes a la voladura el Contratista deberá remitir dos copias de dichos registros al Gerente.

El Contratista deberá notificar al Gerente sus horarios de ejecución de voladuras por lo menos con 48 horas de anticipación.

2.2.2.10 Verificación y corrección del perfil excavado

El perfil excavado será verificado en los relativo a su alineamiento, niveles, secciones y sobreexcavaciones utilizando el procedimiento aprobado por el Gerente. Inmediatamente después de cada operación de avance en la excavación del túnel, el Contratista efectuará el control de la sección mediante el uso de un perfil tipo según la línea "A", suministrado por el mismo, de acuerdo con el procedimiento aprobado por el Gerente.

Las tolerancias aceptadas para la excavación son las indicadas en los numerales 2.2.2.2 y 2.2.2.3.

Todo trabajo ejecutado que a criterio del Gerente necesite ser rectificado debido a la deficiente excavación, será regularizado para luego reinstalar el sostenimiento, sin pago adicional y sin extensión de tiempo.

2.2.2.11 Eliminación del material excavado

Después de cada disparo se extraerán los escombros provenientes de la excavación subterránea, para ser descargados en las áreas señaladas en los planos o por la Supervisión. Estos materiales serán colocados en dichas áreas en forma tal que queden firmes, estables y suficientemente drenados.

2.2.2.12 Utilización de los materiales excavados

El Contratista podrá utilizar los escombros del túnel para rellenos, terraplenes, agregados para concreto y otros empleos en obras permanentes, siempre que el Gerente lo apruebe. Esta aprobación podrá ser revocada en caso que los materiales no reúnan las características satisfactorias para el empleo requerido.

2.2.2.13 Presencia de agua en las excavaciones

a) Generalidades

Durante el curso de las excavaciones, el contratista tomará las medidas necesarias para mantener los frentes de excavación libres de agua fluyente o depositada. Los medios de evacuación consistirán en canaletas, drenajes, bombeo u otros medios y en cada caso serán sometidos a la aprobación del Gerente. En lo posible, el desagüe se efectuará por escurrimiento por gravedad. En el caso de las bombas, estas tendrán amplia capacidad para mantener un nivel mínimo de agua. El sumidero y los drenajes deberán estar dispuestos de tal manera que permitan secar totalmente el fondo de las excavaciones.

En los frentes de trabajo donde se pague el bombeo, el Contratista deberá disponer de equipos de bombeo completos, de las capacidades indicadas en la Lista de Cantidades y Precios del formulario de la Propuesta. Además, dispondrá de sistemas de aforo para efectuar mediciones puntuales del caudal bombeado por cada equipo, las que se realizarán en presencia del Gerente. El Contratista también deberá disponer de elementos para controlar las horas efectivas de bombeo las que deberán ser autorizadas previamente por el Gerente. Por lo menos con 30 días de anticipación a la instalación de cada sistema de bombeo y equipos de medición, el Contratista someterá a la aprobación del Gerente las características de los aparatos y los sitios donde los piensa usar.

Todas las instalaciones de aforo y su operación serán por cuenta del contratista y estarán implícitas en los precios de bombeo correspondientes.

b) Evacuación del agua subterránea

Normalmente los drenajes serán construidos inmediatamente detrás del frente de excavación y a la mínima distancia que permita la operación de los equipos de excavación. En caso que no se hayan previsto drenajes en los planos, éstos podrán ser ordenados posteriormente por el Gerente, según las necesidades.

Las dimensiones de las cunetas o canales para el desagüe de las aguas de filtración serán las que se indiquen en los planos o las que ordene el Gerente.

c) Taladros de drenaje

En donde se requiera se perforarán taladros de drenaje, de los diámetros indicados en los planos o los que indique el Gerente, para instalar mangueras y canalizar la presencia de agua en las excavaciones. Cuando el shotcrete se aplique con posterioridad a la ejecución de los taladros de drenaje, dichos taladros de drenaje deberán extenderse a través del shotcrete por medio de mangueras o con algún método similar aprobado. Las características de estas perforaciones se definen en la cláusula 2.6.2.3.

2.2.2.14 Instrumentación

a) Generalidades

Esta sección comprende los trabajos relativos a los posibles monitoreos geotécnicos que se efectuarían en la caverna de máquinas para verificar el diseño del sostenimiento de las excavaciones.

La instrumentación incluirá: estaciones de convergencia y extensómetros de taladro de posición múltiple (MPBx), conforme se indica en los planos.

En caso que el monitoreo detectara signos de inestabilidad en las excavaciones, se efectuará una evaluación teniendo en cuenta los resultados de las lecturas tomadas. El Contratista debería instalar instrumentación adicional cuando así lo indique el Gerente, con el objeto de obtener mayor información, que permita tomar las medidas correctivas pertinentes.

b) Instalación y registro de datos de la instrumentación

La instalación y registro de datos de los instrumentos deberá ser realizada por personal especializado.

Toda la instrumentación para el monitoreo sería instalada y estaría operativa tan pronto como sea posible, después de producida la excavación del frente. No se permitirían excavaciones posteriores de avance hasta que se haya satisfecho este requisito.

El Contratista proporcionará todo el personal y equipos necesarios para la instalación y registro de datos de los instrumentos y dispondrá que los elementos de medida y control sean instalados en las ubicaciones mostradas en los planos o según lo indique el Gerente.

El Contratista notificará al Gerente con la suficiente anticipación respecto a su propósito de realizar la lectura de los instrumentos, a fin de permitir al Gerente ser testigo o participar en la toma de lecturas. Los procedimientos relativos a la instalación, lectura de instrumentos y formas de presentación de resultados deberán ser aprobados por el Gerente, previamente a la realización de cualquier trabajo.

Los resultados de todas las mediciones serán proporcionados inmediatamente al Gerente, para luego procesarlos en gráficos como apruebe el Gerente, enviándosele una copia de éstos durante las veinticuatro (24) horas inmediatamente posteriores a la toma de cada conjunto de mediciones.

El Gerente deberá ubicar los instrumentos de acuerdo con los requisitos de diseño, coordinado con el Contratista respecto a los emplazamientos que causen las mínimas interrupciones en los trabajos del Contratista.

Todas las estaciones de instrumentación deberán estar claramente marcadas con un número de identificación o código de referencia.

c) Sistemas de monitoreo

Estaciones de convergencia

Los puntos de convergencia consistirán en pernos de acero de 200 mm de longitud o barras de refuerzo ancladas en la roca teniendo soldado en uno de sus extremos un cabezal de acero inoxidable a fin de adecuarse al extensómetro de cinta para las mediciones de convergencia.

Los anclajes de convergencia de 200 mm serán fijados completamente a la roca mediante resina o cemento, en taladros de 38 mm de diámetro, tal como está indicado en los planos.

Las estaciones de convergencia se ubicarán en las posiciones de la caverna de máquinas mostradas en los planos, o donde lo indique el Gerente, y se instalarán lo más próximo posible al frente de avance de la excavación. Las lecturas iniciales se establecerán antes del avance del frontón.

Las lecturas se tomarán en todas las estaciones, a menos que el Gerente indique algo diferente. Las mediciones de convergencia deberán ejecutarse con extensómetros de cinta, que tengan una aproximación de por lo menos 0.1 mm.

Las lecturas se realizarán diariamente durante el período de excavación, debiendo continuar posteriormente a intervalos mayores, los cuales serán acordados con el Gerente, dependiendo del comportamiento de la excavación.

En la casa de máquinas se deberán fijar escaleras temporales firmemente a las paredes, a fin de permitir la lectura manual de las estaciones de convergencia y de los extensómetros de taladro de posición múltiple. Las escaleras deberán tener anillos protectores u otro dispositivo adecuado para garantizar la seguridad del personal.

Estaciones de extensómetros de taladros de posición múltiple (MPBx)

Cada estación consistirá en extensómetros de taladros de posición múltiple, situados en la parte superior de la bóveda y en las paredes de la caverna conforme se indica en los planos. Los taladros correspondientes se perforarán con recuperación de núcleos o testigos.

La frecuencia de las lecturas será la misma que aquellas correspondientes a las estaciones de convergencia.

Los extensómetros se leerán empleando un medidor de dial mecánico, con una resolución mínima de lectura de 0.01 mm y una aproximación de 0.1 mm, debiendo tener un rango no menor a 100 mm. Cuando sea posible, las cajas terminales se ubicarán en zonas accesibles o en lugares indicados por el Gerente y protegidos de daños debido a voladuras.

Suministro de instrumentos

El Contratista deberá obtener cotizaciones de fabricantes de la instrumentación programada para la aprobación del Gerente. Este aprobará sólo aquellos instrumentos de compañías con

comprobado historial de suministro de instrumentos de calidad y de servicio de repuestos completo.

Se aceptará sólo un proveedor para el suministro de la instrumentación, el cual deberá dar asistencia técnica in situ por dos periodos de por lo menos diez (10) días cada uno; el primero al inicio de los trabajos a fin de supervisar la instalación inicial de la instrumentación de las galerías y el otro al comienzo de la instalación de los extensómetros de taladro de posición múltiple en la casa de máquinas.

Protección de los instrumentos

El Contratista proporcionará cubiertas de acero firmemente fijadas a la superficie de roca/shotcrete a fin de proteger todos los cabezales de los instrumentos contra los daños que se pudiesen producir durante los trabajos posteriores.

En el caso que se dañen los instrumentos, el Contratista deberá reemplazarlos inmediatamente y establecer nuevas lecturas "cero" sin costo adicional.

2.2.2.15 Registros de la excavación subterránea

Durante la excavación de las obras subterráneas el Contratista remitirá diariamente al Gerente los registros de las labores culminadas durante el día anterior, en un formato aprobado que refleje la información siguiente, sin carácter limitativo:

- a) Avance de la excavación, por cada sección de trabajo.
- b) Sostenimiento de roca instalado, en sus varias clases.
- c) Observaciones y mediciones de las emisiones tóxicas y flujo de agua, tanto en el frente de excavación como en los taladros de avance.
- d) Retrasos registrados en las excavaciones y sus razones.
- e) Personal y equipo usado en las diferentes partes de la obra.
- f) Registro e la perforación de taladros de avance detallando las rocas encontradas.
- g) Observaciones

2.2.2.16 Iluminación y energía eléctrica temporal

En las obras subterráneas el Contratista deberá instalar, mantener y operar un sistema de iluminación y de suministro de energía eléctrica hasta la culminación de las obras, para atender sus propias necesidades.

Para el tránsito por el interior de los túneles, galerías y ventanas de trabajo se deberá disponer, como mínimo, un tubo fluorescente de 20 w cada 45 m. En los 200 m vecinos al frente de excavación se deberá mantener como mínimo un tubo fluorescente de 20 w cada 15 m.

Adicionalmente deberá proveerse de iluminación especial a los siguientes frentes de trabajos: perforación, vaciado de concreto, inyecciones de cemento o en ubicaciones donde deben hacerse inspecciones especiales. Salvo indicación en contrario del Gerente, en estas zonas deben tenerse una iluminación superior a 30 luxes. En situaciones especiales y específicamente en los trabajos de aplicación de shotcrete, cada frente de trabajo estará totalmente iluminado con no menos de 50 luxes, mediante una o más lámparas adicionales portátiles de alta intensidad. Las lámparas rotas de alta intensidad serán reemplazadas inmediatamente, debiéndose contar para ello con stock de reserva, el cual deberá ubicarse tan cerca como sea posible del frente de trabajo.

El Contratista también deberá proporcionar adecuadas lámparas portátiles de alta intensidad a fin de iluminar cualquier zona del túnel en donde el Gerente lo solicite, para inspecciones mapeo de condiciones geológicas u otros motivos,

El sistema de iluminación especificado no excluye la necesidad de tener lámparas portátiles, de batería o pilas, en número suficiente para cada sector y sitio de trabajo.

Todos los cables eléctricos para iluminación y energía serán instalados y mantenidos en condiciones óptimas. Los circuitos de iluminación serán independientes de los circuitos de fuerza. Las líneas eléctricas para ambos circuitos se instalarán en lados opuestos de túnel y tan lejos como sea posible de los cables para voladuras, cables telefónicos o sistemas de comunicación. No se admitirá en ningún caso voltaje que exceda los 220 v dentro de una distancia de 50 m del frente de trabajo, salvo casos especiales aprobados por el Gerente. Todos los equipos eléctricos deberán ser adecuadamente puestos a tierra, bajo la aprobación del Gerente, debiéndose cumplir totalmente con las normativas oficiales.

Los cables deberán ser del tipo externo, con suficiente aislamiento, y deberán ser debidamente asegurados a las paredes de la excavación subterránea e instalados de manera que no sufran daños durante la construcción.

2.2.2.17 Aire comprimido

Los tanques para aire comprimido o para la condensación de la humedad serán instalados al exterior, en la proximidad de las compresoras y deberán ser revisados antes de su uso. Los depósitos que queden al exterior, expuestos al sol, deben ser protegidos de los rayos solares.

La tubería de distribución del aire comprimido no deberá estar corroida y su espesor mínimo será de 3 mm. Los acoplamientos de los tubos estarán siempre en óptimas condiciones y la tubería en suspensión deberá estar fijada o anclada en forma tal que el peso de los tubos no tenga que ser soportado por los acoplamientos; los anclajes serán puestos cerca de éstos.

2.2.2.18 Comunicaciones

El Contratista instalará un sistema de comunicación, mediante teléfono, que interconecte el frente de trabajo de las obras subterráneas a los portales de los túneles, a la posta de primeros auxilios y a las oficinas de las jefaturas administrativa y técnica, debiendo asegurarse que este sistema se encuentre permanentemente en óptimas condiciones de funcionamiento. En el caso del Lote 1, no será necesario que el sistema telefónico alcance al frente de trabajo del túnel de desvío.

No se permitirá la labor de un nuevo turno de trabajo si el sistema de comunicaciones telefónico se encuentra malogrado, a menos que se ponga en funcionamiento un efectivo sistema de comunicación desde el frente de trabajo.

2.2.2.19 Control de acceso

El Contratista deberá establecer y mantener un sistema efectivo de control de acceso de todo el personal que ingresa a las obras subterráneas. El sistema de control usado por el Contratista será previamente aprobado por el Gerente, el cual se reserva el derecho a desaprobar dicho control si considera que éste no es el adecuado o no se aplica apropiadamente.

2.2.3 Excavación por medio de fresadora

2.2.3.1 Equipo

La máquina fresadora deberá tener la capacidad para excavar roca dura, del tipo en que se emplazará el túnel de aducción. Además deberá estar provista de facilidades para colocar pernos inmediatamente atrás de la cabeza cortadora y para instalar cerchas metálicas en el espacio de la máquina propiamente dicha. La máquina deberá tener por lo menos las siguientes características y facilidades:

- Ajuste direccional durante el proceso de excavación propiamente dicho, o por el método de fijación de la dirección de avance, al comienzo de cada ciclo.
- Equipo de perforación neumático, para huecos de prueba o para inyecciones, que se efectuaran detrás de la cabeza.
- Control de velocidad variable de la cabeza cortadora
- Tipo de montaje de los discos cortadores que permita un cambio fácil de los mismos.

- Sistema de control direccional por medio de rayo láser

Adicionalmente, deberá contarse con facilidades en el tren de equipos auxiliares, para colocación de shotcrete, malla metálica y pernos, a una distancia no mayor de 25 m desde la cabeza.

El Contratista deberá presentar al Gerente, información suficiente que contenga la descripción y características detalladas de la máquina fresadora y su tren auxiliar, dentro de los cuatro meses siguientes a la orden de iniciación de los trabajos. Dentro de esta información, el Contratista deberá explicar, con suficiente detalle, de qué forma la máquina ofrecida se ajusta a las características que se requieren para ejecutar el trabajo de acuerdo con las especificaciones y el programa de trabajo. El Gerente le hará al Contratista las observaciones que considere pertinentes, pero este último será el responsable de la correcta y oportuna ejecución del trabajo de excavación y soporte temporal del túnel de aducción.

El Contratista deberá garantizar que mantendrá en el sitio un inventario suficiente de partes y repuestos, para evitar retrasos excesivos en el trabajo. El fabricante o suministrador de la máquina fresadora deberá proponer la lista mínima de repuestos para mantener en la obra. Esta lista comprenderá entre otras cosas, el cojinete de la cabeza rotatoria, motores y partes de los sistemas hidráulicos de avance y apoyo. Preferiblemente, la máquina deberá tener un sistema relativamente simple y rápido para el cambio de los discos cortadores, incluyendo también la posibilidad de un mantenimiento directo de los discos en la cabeza cortadora.

El suministrador de la máquina deberá utilizar discos adecuados para las características de dureza, resistencia y abrasividad e la roca, con duración suficiente.

2.2.3.2 Procedimiento de trabajo

El Contratista podrá instalar la fresadora y el tren de los servicios auxiliares dentro de un tramo de la ventana de construcción, que se excavaria previamente por el método de voladuras.

Con el objeto de garantizar el avance programado de la máquina, deberán colocarse segmentos de concreto prefabricados o de otro tipo aceptable, sobre la solera del túnel, para fijación de los rieles, de forma de garantizar el movimiento requerido de los trenes, sin dificultades y demoras. Los segmentos deberán tener conformada una cuneta de capacidad suficiente para evacuación del agua. Los segmentos deberán instalarse inmediatamente detrás de la máquina propiamente dicha. En caso de colocar segmentos de concreto, el Contratista podrá dejarlos como revestimiento permanente de la solera del túnel, asegurándolos con pernos inyectados con mortero.

El Contratista deberá diseñar el sistema de transporte de escombros, compatible con la tasa de avance de la máquina, ya que no se permitirán almacenamientos intermedios dentro del túnel, excepto en casos de emergencia.

El Contratista deberá estimar los requerimientos del sistema de ventilación, de acuerdo con la temperatura de la roca y la capacidad de los motores de la máquina excavadora, tren auxiliar y sistema de transporte. Podrá ser necesario instalar sistemas de enfriamiento del aire, para prevenir temperaturas excesivas.

La ventilación será diseñada para evitar la contaminación por partículas de polvo de roca. Complementariamente se podrá contar con un sistema de riego con agua de las superficies rocosas, durante el corte.

El Contratista deberá tener máximo cuidado para prevenir el descarrilamiento del tren auxiliar y, en caso necesario, tomar provisiones para retirar la arena y partículas rocosas que se acumulen sobre la carrilera y dificulten el paso del tren.

La máquina fresadora deberá tener facilidades para retirarse por el mismo túnel una vez que haya concluido la construcción de la obra.

2.4 CONCRETO

2.4.1 Generalidades

Este capítulo se refiere a las prescripciones técnicas requeridas para las construcciones de concreto, mortero y shotcrete. Los trabajos incluyen el suministro de equipos, materiales y mano de obra necesario para la dosificación, mezclado, transporte, colocación, acabado y curado del concreto; encofrados, suministro y colocación del acero de refuerzo y accesorios especificados.

2.4.2 Requisitos del concreto

Los trabajos de concreto se ejecutarán conforme a las especificaciones establecidas por los siguientes códigos y normas:

- ACI 318 Building Code Requirements
- Concrete Manual – Bureau of Reclamation (8va Edición)
- ASTM
- Reglamento Nacional de Construcciones

La calidad del concreto cumplirá con los requisitos de resistencia a la rotura a los 28 días (f'c) especificada en los planos o en estas especificaciones.

La resistencia especificada a la rotura por compresión, en kg/cm², se determinará por medio de ensayos de cilindros estándar de 15 x 30 cm, fabricados y ensayados de acuerdo con la norma ASTM C39, siendo los resultados de rotura interpretados según las recomendaciones del ACI 214, a los 28 días de edad. EL número de muestras deberá ser como mínimo de 2 probetas para cada edad de control de la resistencia a la rotura (f'c) especificada en los planos o en estas especificaciones.

2.4.3 Materiales

El concreto fabricado para estos trabajos consistirá de cemento Portland, agregados pétreos, agua y aditivos.

2.4.3.1 Cemento

El cemento Portland para los concretos, morteros y shotcrete debe cumplir con los requisitos de las especificaciones ASTM C-150 Tipo I.

En caso de constatarse la presencia de sulfatos en concentraciones tales que puedan atacar al concreto, se deberá utilizar cemento Portland Tipo V.

Se efectuarán pruebas de falsa fragua, de acuerdo don las especificaciones ASTM – C – 451.

El cemento será probado en cuanto a fineza, tiempo de fragua, pérdida de ignición, resistencia a la compresión, falsa fragua y análisis químico, incluyendo álcalis y composición. Para el caso en que los agregados presenten características relativas al ser ensayados de acuerdo con las normas ASTM-C-114 el porcentaje de álcalis del cemento no será mayor del 0.6 %, en peso. Igualmente, su expansividad en el ensayo estipulado en la norma ASTM-C-227 deberá ser inferior a 0.1 % a 6 meses.

Cada lote de cemento en bolsa deberá ser almacenado para permitir el acceso necesario para su inspección o identificación y deberá estar adecuadamente protegido de la humedad. Si el cemento es suministrado a granel, el Contratista deberá disponer de silos adecuados para su almacenamiento y los correspondientes equipos de succión de polvo. El cemento deberá estar libre de grumos o endurecimientos debidos a un almacenaje prolongado. En caso que se encuentre que el cemento contiene grumos por haberse alargado el tiempo de almacenaje o

contenga materiales extraños, el cemento será tamizado por una malla N° 100 estándar o ser rechazado para su uso en obra.

Cualquier volumen de cemento mantenido en almacenaje por el Contratista por períodos superiores a los 90 días deberá ser retirado de la obra por cuenta del Contratista.

El Gerente podrá solicitar los certificados de prueba del cemento de la fábrica durante el desarrollo de la obra, e indicar su conformidad o no de lo que se está recibiendo. Sin embargo, la aceptación del cemento en planta no elimina el derecho del Gerente, de probarlo en cualquier momento durante la ejecución de la obra.

2.4.3.2 Agregados

El despeje de la vegetación y de los materiales orgánicos que imprescindiblemente sea necesario ejecutar para la explotación de los yacimientos, deberá contar con la autorización del Gerente. El Contratista deberá presentar un plan o metodología de trabajo para la explotación de las canteras, donde deberá considerar el adecuado manejo de los yacimientos, para evitar la contaminación de zonas explotables con materiales de escarpe, estériles, de rechazo u otros.

El porcentaje de sustancias dañinas contenidas en los agregados finos y gruesos no excederá los valores siguientes:

<u>Material dañino</u>	<u>% peso</u>
• Material que pasa el tamiz N° 200 (ASTM-C-110)	0.5
• Materiales ligeros (ASTM-C-330)	2.0
• Grumos de arcilla (ASTM-C-142)	0.5
• Total de otras sustancias dañinas (como álcali, mica, granos recubiertos, partículas blandas y limo.	1.0

Los agregados deben estar formados por partículas duras, resistentes, densas, estables y limpias. De encontrarse que los agregados finos o gruesos provenientes de las canteras disponibles no cumplen con las especificaciones descritas en este acápite pero, a través de la ejecución de pruebas especiales el Contratista demuestra que son aptos para producir concretos o morteros o shotcrete de la resistencia y durabilidad requeridas, podrán ser utilizados en las obras, previa autorización del Gerente.

a) Agregado fino (arena)

La arena para la mezcla del concreto y para sus usos en mortero o shotcrete, cumplirá con lo indicado en la norma ASTM C-33. La arena será obtenida de depósitos naturales o procesada en el sitio de la obra o como una combinación de ambos.

Dentro de los 30 días calendario posteriores a la notificación para iniciar la obra, el Contratista presentará al Gerente planos detallados del sistema para cargar, descargar, transportar, transportar y almacenar estos agregados.

El Gerente podrá someter la arena utilizada en los concretos a las pruebas determinadas por la ASTM, tales como:

Prueba de color, para detectar impurezas orgánicas (ASTM – C - 40)

El color del líquido de la muestra no será más oscuro del color estándar de referencia.

Gravedad específica (ASTM – C - 128)

La gravedad específica no será menor de 2.40 t/m³

Prueba de sulfato de sodio (ASTM – C - 88)

Las partes retenidas en la malla N° 50 después de 5 ciclos, no mostrará una pérdida promedio de mas del 10% del peso.

Prueba de arena equivalente (prueba de la división de caminos de California N° 217)

El valor equivalente de arena no será menor de 80.

La arena utilizada para la mezcla del concreto será bien gradada y al probarse pro medio de mallas estándar (ASTM – C - 136) deberá cumplir con los límites siguientes:

MALLA	PORCENTAJE DE PESO QUE PASA LA MALLA			
	LÍMITES TOTALES %	GRUESO %	MEDIO %	FINO %
9.50 mm (3/8")	100	100	100	100
4.75 mm (N° 4)	89 – 100	95 – 100	85 – 100	89 – 100
2.36 mm (N° 8)	65 – 100	80 – 100	65 – 100	80 – 100
1.18 mm (N° 16)	45 – 100	50 – 85	45 – 100	70 – 100
600 µm (N° 30)	25 – 100	25 – 60	25 – 80	55 – 100
300 µm (N° 50)	5 – 70	10 – 30	5 – 48	5 – 70
150 µm (N° 100)	0 -12	2 - 10	0 - 12	0 – 12 *

* Incrementar a 15% para agregado fino triturado

El módulo de finura de la arena estará entre los valores de 2.40 a 2.90. sin embargo, el módulo de finura no excederá de 3 y el promedio de quince pruebas consecutivas no presentará un cambio mayor de 0.20.

El contratista hará pruebas a la arena empleada en la obra. La arena será considerada apta por el Gerente, si cumple con las especificaciones.

b) Agregado Grueso

El agregado grueso para la mezcla del concreto estará constituido por grava natural, grava partida, piedra chancada o una combinación de ellas. Con dimensiones mínimas y máximas de 3/16" y 1 ½" respectivamente.

El agregado proveniente del chancado de piedras o rocas será manteniendo en proporciones uniformes con el material no chancado el agregado será lavado en mallas por rociado de agua antes de ser clasificado en mallas finales en la planta de agregados.

Los agregados gruesos deberán cumplir los requisitos de las pruebas siguientes, que pueden ser solicitadas por el Gerente al Contratista cuando lo considere necesario:

Prueba en Máquina Los Ángeles (ASTM – C - 131)

La pérdida en peso, usando una granulometría representativa del agregado grueso, no debe superar al 10% en peso para 1000 revoluciones ó 40% en peso a 500 revoluciones.

Prueba de sulfato de sodio (ASTM – C - 88)

Las pérdidas promedio, pesadas después de 5 ciclos no deberán exceder el 14% en peso.

Peso específico (ASTM – C - 127)

El peso específico no será menor de 2.6 t/m³

Los agregados gruesos para concretos deben ser separados en las siguientes clases:

CLASE	INTERVALO DE DIMENSIONES	% EN PESO MÍNIMO RETENIDO EN LOS TAMICES INDICADOS
¾"	3/16" – ¾"	56 % al 3/8"
1"	¾" – 1"	50 % al 7/8"
1 ½"	1" – 1 ½"	25 % al 1 1/4"

La granulometría del agregado grueso, para cada tamaño máximo especificado, cumplirá con la norma ASTM-C-33

Los agregados gruesos de los tamaños especificados, luego de pasar por las mallas designadas en el cuadro siguiente, los materiales que pasen las mallas de prueba de tamaño mínimo no excederán el 25% en peso y todo el material deberá pasar la malla de prueba de tamaño máximo.

TAMAÑO NOMINAL	PARA PRUEBA TAMAÑO MÍNIMO	PARA PRUEBA TAMAÑO MÁXIMO
¾"	N° 5	1"
1 ½"	5/8"	2"

2.4.3.3 Agua

El agua se empleará para la mezcla y el curado del concreto estará limpia, y libre de cantidades dañinas de sales, aceites, ácidos, álcalis, materia orgánica o mineral y otras impurezas que puedan reducir la resistencia, durabilidad o calidad del concreto. El agua para la mezcla y el curado del concreto deberá tener un pH comprendido entre los 5.5 y 8.5.

El agua no contendrá más de 300 ppm de sales de sulfato, expresados como SO₄ el concreto como mezcla, no contendrá más de 500mg. de ión cloro por litro de agua, incluyendo todos los componentes de la mezcla, ni más de 500 mg. de sulfatos, expresados como SO₄ incluyendo todos los componentes de la mezcla con excepción de los sulfatos de cemento.

La cantidad total de sales solubles de agua no excederá de 1,500 ppm. Los sólidos en suspensión no excederán de 1,000 ppm y las sales de magnesio, expresadas como MG, no excederán de los 150 ppm.

2.4.3.4 Aditivos

El uso de aditivos, tales como incorporadores de aire, plastificantes, retardadores, acelerantes de fragua, endurecedores u otros, puede ser permitido en la fabricación de concretos si se adicionan en las proporciones y forma definidas por el contratista y aprobadas por el Gerente, con base en los ensayos realizados en el laboratorio.

Cuando se permita el uso de aditivos, estos cumplirán con las normas apropiadas señaladas:

- Aditivos incorporadores de aire ASTM 260
- Aditivos como aceleradores, retardadores, plastificante o reductores de agua ASTM 494

Los aditivos tendrán la misma composición y se emplearán con las proporciones señaladas en el diseño de mezclas. No se permitirá el empleo de aditivos que contengan cloruro de calcio en zonas en donde se embeban elementos galvanizados o de aluminio.

2.4.3.5 Mortero antirretracción

El mortero sin retracción será el que contenga un aditivo expansivo, a fin de evitar los efectos de retracción. El mortero sin retracción será utilizado en aquellas partes del proyecto en las cuales se requiera que no haya retracción. El aditivo antirretracción será Embeco, Sika Grout 212, Groutoc o similar.

El Contratista usará mortero sin retracción para el montaje de pernos de anclaje, artefactos embebidos, o artefactos de equipo y maquinaria dentro o sobre concreto endurecido y en todas aquellas partes indicadas en los planos o por el Gerente.

El aditivo antirretractivo podrá consistir en una mezcla de un agregado ferroso y de agentes químicos que promuevan la oxidación de dicho agregado o de cemento sulfoluminoso con otros agentes antirretractivos.

El Contratista someterá a la aprobación del Gerente, antes de usarlo, los antecedentes técnicos correspondientes. El Contratista no podrá utilizar ningún aditivo que produzca efectos antirretractivos hasta que se haya recibido la autorización del Gerente por escrito.

El Contratista colocará el mortero sin retracción para sujeción de piezas hayan sido armadas, alineadas y aseguradas.

Previamente a la instalación de las partes embebidas o ancladas, se limpiará y humedecerá la zona de anclaje.

El uso, mezcla y curado del mortero sin retracción se regirá por los requisitos de las últimas especificaciones del American Concrete Institute (ACI), relativas a aditivos antirretractivos.

El Contratista deberá procurar que, antes del vaciado del mortero sin retracción, la estructura sobre la cual se vaya a vaciar este último tenga la superficie de concreto endurecida libre de lechadas, grasa o aceite. A la superficie sobre la cual se vaciará el mortero sin retracción deberá ser rugosa. Cuando sea necesario se usarán encofrados para contener el mortero.

Las superficies expuestas a la intemperie, en las cuales se haya fraguado el mortero, serán corregidas a satisfacción del Gerente.

El contratista no podrá aplicar ninguna carga sobre los anclajes, barras, guías, tuberías u otros, sobre los cuales se haya vaciado mortero sin retracción, y hasta que éste haya alcanzado por lo menos una resistencia a la rotura por compresión de 210 Kg/cm^2 , determinada mediante ensayos en probetas cilíndricas. El contratista determinará en el laboratorio el número de horas necesarias para que se cumpla lo antes mencionado, pero en ningún caso el tiempo permitido para la aplicación de cargas sobre el mortero sin retracción será menor de 72 horas.

El Contratista deberá tener cuidado al aplicar una carga sobre el mortero sin retracción usado en cualquier parte del proyecto. El contratista será responsable de cualquier daño que sufra el mortero sin retracción por la aplicación de cualquier carga dinámica o de impacto, durante o a consecuencia de la instalación de piezas o equipos sobre el mismo.

2.4.4 Diseño y Proporción de Mezclas

El contenido de cemento requerido, así como las proporciones más adecuadas de agregado fino y grueso de la mezcla, serán determinadas por pruebas de laboratorio, durante las cuales se prestará especial atención a buscar una mezcla que, cumpliendo los requisitos de durabilidad, impermeabilidad y resistencia, genere el menor calor de hidratación, para evitar fisuras en el concreto.

El Contratista diseñará las mezclas de concreto por peso, de tal forma que permita producir concreto de óptima densidad y plasticidad, facilite su vaciado y manipuleo y sea compatible con el procedimiento constructivo a aplicar. Es decir, deberá procurar que pueda ser colocado sin producir una segregación de los agregados o vacíos en el concreto por exceso de mortero cuando se consolide y que pueda fraguar con la mínima cantidad de contracción y rajaduras. Los métodos que se empleen deberán ajustarse a las especificaciones AASTM-C94. El diseño se hará sobre la base de las siguientes consideraciones:

Fe (Kg./cm ²)	RELACIÓN A/C* MAX	ASENTA- MIENTO	TAM. MÁX AGREGADO	USO
100	0.70	7.5 cm.	1 ½"	Solados/ cim
140	0.65	7.5 cm.	¾"	Revest./solados
210	0.50	7.5 cm.	1 ½"	Revest./Estructuras

* A/C = relación / cemento

el concreto pobre tendrá un $f'c = 100 \text{ Kg./cm}^2$ y el concreto ciclópeo un $f'c = 140 \text{ Kg./cm}^2$.

Para rellenar o regularizar la sobre excavación de la solera de los túneles, galerías, cámaras de la chimenea de equilibrio y caverna de máquinas en exceso de la línea "B", se utilizará concreto $f'c = 100 \text{ Kg./cm}^2$, que se colocará y distribuirá uniformemente en los espacios a rellenar de la solera, a cuenta del contratista. El revestimiento del túnel, ya sea del piso o de las paredes y bóveda, se efectuará con concreto $f'c = 210 \text{ Kg./cm}^2$.

Los ensayos se harán con suficiente anticipación, con el fin de disponer de resultados completos y confiables antes de comenzar la construcción de las obras de concreto.

Las proporciones de mezcla podrán ser modificadas de acuerdo con los requerimientos de la calidad de la obra y en función a los resultados de resistencia obtenidos. Los materiales propuestos para la fabricación de concreto serán seleccionados por el contratista con suficiente anticipación al tiempo en que serán requeridos en la obra. Ello con el objeto de presentar al Gerente, por lo menos con treinta (30) días de anticipación al tiempo que serán utilizados, muestras o información adecuada en relación a los materiales propuestos. En caso de proporcionar muestras, ellas serán en suficiente cantidad para permitir efectuar el número necesario de pruebas, de acuerdo a lo que señale el gerente.

La determinación de la resistencia a la compresión, en Kg./cm^2 , se efectuará en cilindros de prueba de 6 x 12", de acuerdo con la Norma AASTM-C-39. Las pruebas y análisis de concreto serán hechas por el Contratista a intervalo frecuentes, en número de seis (6) a los siete (7) y veintiocho (28) días y las razones economía, facilidad de trabajo, densidad, impermeabilidad, acabado de la superficie, resistencia o compatibilidad del tamaño máximo del agregado grueso con el tipo de estructura que será vaciada.

El Contratista podrá utilizar proporciones de mezcla que produzcan concreto de la misma calidad que las proporciones hasta entonces determinadas por él y aprobadas por el Gerente, que reemplazarán a las del diseño original, siempre y cuando se compruebe su calidad con el requerimiento del proyecto y que cualquier resultado de aumento o reducción de costo, proveniente de estos cambios, sea pro cuenta del Contratista.

El contratista proporcionará facilidades para el muestreo del concreto, poniendo a disposición del Gerente, el laboratorio correspondiente, completamente equipado.

2.4.5 Preparación, Transporte, y colocación del Concreto

2.4.5.1 Preparación

El concreto para las obras tendrá, las siguientes características:

- Tamaño máximo 19 mm.(¾") para elementos menores de 0.15 m. de espesor y 38 mm. (1 ½") para elementos de espesor igual o superior a los 0.15 m. salvo en aquellos casos de estructuras muy armadas, en cuyo caso el tamaño máximo deberá ser sometido a la aprobación del Gerente.
- El asentamiento del cono (abrams), medido en el sitio de vaciado del concreto será el siguiente: $5 \pm 1 \text{ cm}$. Para concretos de fundaciones, estructuras con armaduras normales; $8 \pm 1 \text{ cm}$. Para concretos de estructuras muy armadas y casos especiales aprobados por

el Gerente; 12 ± 1 cm. Para concretos de revestimiento de túneles colocados con bombas. El Gerente podrá modificar los valores anteriores. El asentamiento de cono medirá cada diez amasadas elaboradas, con un mínimo de cuatro por día o cuando se observe un asentamiento sensiblemente superior al previsto.

El contratista proveerá e instalará una planta de dosificación y mezclado, la misma que proporcionará las facilidades adecuadas para la medición y control de cada uno de los materiales que componen la mezcla. No se permitirá preparar concretos fuera de la planta. El contratista deberá considerar el equipamiento adecuado para la eliminación de la materia orgánica contenida en la arena. El Gerente exigirá una demostración de que estos dispositivos funcionan adecuadamente con el mayor nivel de contenido de materia orgánica que exista en la arena.

Se emplearán equipos que pesen el cemento y los agregados que intervienen en la mezcla, así como los aditivos, cuando sea necesario. El cemento será pesado con una precisión de $\pm 1\%$ pro peso. En caso de usarse bolsas, éstas serán de 42.5 Kg. Netos y las tandas serán proporcionadas para contener un número entero de bolsas. Todos los agregados serán incluidos en la mezcla con una precisión de $\pm 2\%$ del peso, haciendo la debida compensación para la humedad libre y absorbida que contienen los agregados.

El agua será mezclada por peso, medio con una precisión de $\pm 1\%$.

Los aditivos serán incluidos en la mezcla según procedimientos establecidos, de acuerdo con los ensayos realizados en obra y/o recomendaciones del fabricante, medidos con una precisión de $\pm 0.5\%$ pro peso.

La relación agua – cemento no deberá variar durante las operaciones de mezcla por más de ± 0.02 de los valores obtenidos a través de la corrección de la humedad y absorción.

Antes de utilizar materiales de mezcla para el concreto, el Contratista hará por su propia cuenta, las pruebas necesarias de los implementos de medición y pesado sobre toda la amplitud de medidas que involucran las operaciones de mezclado y efectuará pruebas periódicas, de allí en adelante hasta la finalización de la obra. Las pruebas serán efectuadas en presencia del gerente, siendo suficientemente adecuadas para demostrar la precisión de los aditamentos de medida. A menos que se requiera, las pruebas del equipo en operación serán efectuadas una vez al mes. El Contratista efectuará los ajustes, reparaciones o reemplazos que sean necesarios para cumplir con los requisitos de precisión de medida especificados.

Los mecanismos de operación en los aditamentos de medida para el agua y aditivo serán de modo que no se presenten filtraciones cuando las válvulas estén cerradas.

Cuando sea necesario cargar aditivos en la mezcla, estos serán cargados como solución, y dispersados automáticamente o pro algún aditamento de medida.

Los recipientes interiores de los equipos de mezcla y pesado se mantendrán limpios y libres de acumulaciones de concreto endurecido o mortero. Todos los equipos de mezcla y de pesado automático, serán interconectados, de modo que no pueda iniciarse un nuevo ciclo de pesadas hasta que todas las tolvas estén en las tolvas de mezcla. Asimismo, las compuertas de descarga no podrán cerrarse hasta que todos los materiales sean completamente descargados de la tolva. Las válvulas de agua estarán interconectadas entre sí, de forma tal que la válvula de descarga del agua no pueda abrirse hasta que la válvula de llenado esté cerrada.

El tiempo mínimo de mezcla para cada tanda de concreto, después de que todos los materiales, incluyendo el agua, se encuentren en el tambor, será:

- Para mezcladora con una capacidad de 1.5 m^3 o menos, como mínimo 1.5 minutos.
- Para mezcladora con una capacidad de 1.5 m^3 se aumentará 15 segundos por cada metro cúbico adicional o fracción.

El tiempo de mezcla será aumentado si la operación de carguio de mezcla deja de producir una tanda uniforme. Las mezcladoras no serán cargadas en exceso de su capacidad indicada.

El tiempo de mezclado podrá prolongarse más allá del periodo mínimo especificado, siempre y cuando el concreto no se convierta en una sustancia muy rígida para su colocación efectiva y consolidación, o no adquiera un exceso de finos, debido a la acción moledora entre los materiales en la mezcladora. Está totalmente prohibida la variación de las mezclas con el aumento de agua adicional, cemento, arena o una combinación de estos materiales.

Cualquier mezcla que, por haberse mantenido durante mucho tiempo en la mezcladora, se haya convertido en muy densa para su colocación efectiva y consolidación, será eliminada.

El contratista deberá ajustar la secuencia y tiempo de mezclado y en general, hacer todos los cambios que sean necesarios para obtener concreto de la calidad especificada.

El Gerente normará y realizará el control de la dosificación de los concretos.

2.4.5.2 Transporte

El concreto será transportado lo más rápido posible, desde la planta mezcladora al lugar de la obra, en estado plástico, por métodos que impidan la segregación o pérdida de ingredientes y en una manera que asegure la obtención de la calidad requerida para el concreto.

El equipo de transporte será de un tamaño y diseño tal que asegure el flujo adecuado de concreto en el punto de entrega. El equipo de conducción y las operaciones cumplirán con las siguientes especificaciones:

a) Mezcladoras portátiles, agitadoras y unidades no agitadoras y su forma de operación, cumplirá con los requisitos aplicables de las "Especificaciones para Concreto Pre - Mezclado" (ASTM - C - 94). Cuando se usen camiones mezcladores (mixers), estos deberán ser aptos para descargar concretos con mezclas pobres y bajo contenido de agua. Los dispositivos de abertura deberán ser tales que puedan regular o interrumpir la descarga del concreto con suficiente facilidad.

b) Los transportadores de faja serán horizontales o tendrán una pendiente tal que , no cause la segregación o pérdidas. Se utilizará un arreglo especial en el extremo de descarga para impedir la separación.

c) Las canaletas o "chutes " tendrán una pendiente que no produzca la segregación del concreto. Las canaletas o conductos de más de 6 m. de longitud y los ductos que no cumplan con los requisitos de pendientes, podrán empelarse, siempre que descarguen a una tolva antes de su distribución.

d) Los equipos de bombero tendrán una adecuada capacidad para los fines requeridos. El equipo deberá limpiarse al término de cada operación. Las tuberías tendrán un diámetro compatible con el equipo de bombeo; las líneas se tenderán con el menor número de curvas posible. Salvo en los casos estrictamente necesarios, los cambios de dirección se harán con curvas de 45° ó menos.

La conducción neumática será controlada para evitar la segregación en el concreto descargado.

2.4.5.3 Colocación

Antes de vaciar concreto, los encofrados de acero de refuerzo deberán ser inspeccionados por el Gerente en cuanto a la posición, estabilidad y limpieza. El concreto endurecido y los materiales extraños deberán ser removidos de las superficies interiores de los equipos de transporte. El encofrado deberá estar terminado y deberán haberse asegurado en su sitio a los anclajes, material para juntas de dilatación y otros materiales empotrados. Los elementos metálicos embebidos, empotrados o anclados en el concreto, ara la fijación de equipos eléctricos y mecánicos, serán

suministrados y montados por el contratista del Lote 4. antes del vaciado del concreto, la preparación completa de todos los elementos deberá haber sido verificada y aprobada por el Gerente.

No será permitido añadir agua a la mezcla de concreto después de la descarga desde la mezcladora, sea durante la carga de bomba o a la salida de la tubería de transporte de concreto.

Las superficies de roca contra las que sea colocado el concreto serán limpiadas a chorro de aire y/o agua y estarán libres de aceites, desmorte, viruta, arena, grava y fragmentos sueltos de roca y otros materiales o capas dañinas al concreto.

El concreto deberá ser depositado lo más cerca posible de su posición final. Los "chutes" y canaletas se utilizarán para caídas mayores de 1.50 m. El concreto será vaciado al ritmo, tal que toda la tanda sea depositada sobre concretos plástico, que no haya tomado aún su fragua inicial. El concreto será manipulado en forma adecuada hasta la terminación del vaciado y en capas de un espesor tal que ningún concreto sea depositado sobre concreto que haya endurecido suficientemente como para causar la formación de vetas o planos de debilidad dentro de la sección. Si la sección, requiere vaciarse en forma no continua, se dispondrán de juntas de construcción en la ubicación que sea aprobada por el Gerente. El concreto aún no vaciado, que se haya endurecido parcialmente o haya sido contaminado por sustancias extrañas, no será depositado.

Ningún concreto se colocará dentro o a través de agua, salvo en casos muy excepcionales y previa aprobación del Gerente, en cuyo caso, el colocado se efectuará usando tubos trompa y todas las filtraciones que aparezcan en los frentes contra los que se vaciará el concreto, serán controladas antes de iniciar el vaciado.

Todos los vaciados de concreto serán compactados en su lugar por medio de vibradores del tipo de inmersión, de 1 ½" de diámetro mínimo, complementado por la distribución hecha por los albañiles con herramientas de mano, tales como esparcimiento, enrasado y apisonado, conforme sea necesario.

Los vibradores serán del tipo de inmersión, excepto en los casos de los concretos de revestimiento de túneles, en que se utilizarán vibradores de molde y en la compactación de elementos horizontales, que se podrán utilizar reglas vibratoras. Los 2 primeros tipos de vibradores tendrán una frecuencia mínima de 6,000 vpm., mientras que las reglas vibratoras, tendrán una vibración mínima de 3,000 vpm.

Los vibradores serán del tipo de inmersión, serán insertados y retirados en varios puntos, a distancias variables de acuerdo con su diámetro. La duración de la vibración estará limitada al mínimo necesario para producir la consolidación satisfactoria, pues tiempos mayores producen segregación. Los vibradores no serán empleados para lograr el desplazamiento horizontal del concreto dentro de los encofrados. El propósito de la vibración es exclusivo para asegurar la consolidación del concreto.

Los vibradores mecánicos deberán ser compatibles con las dimensiones de las estructuras en ejecución y de los encofrados y deberán ser operados por trabajadores competentes. Se mantendrá un vibrador de repuesto en la obra durante todas las operaciones de concretado.

No se podrá iniciar el vaciado de una nueva capa antes que la capa inferior haya sido completamente vibrada.

El Contratista someterá periódicamente los vibradores a pruebas de control.

2.4.6 Temperatura

Durante el vaciado, la temperatura del concreto no deberá ser inferior a 5° C ni mayor de 32° C.

En los casos que la temperatura del concreto, al salir de la mezcladora, fuese inferior a los 5° C el Contratista deberá prever y adoptar sistemas adecuados y aprobados pro el Gerente para el calentamiento de los agregados, agua de mezcla o de ambos, a fin de lograr que la temperatura del concreto sea superior a los 5° c. en este caso, la temperatura del agua de mezcla, al momento de ser añadida en la mezcladora, no deberá superar los 70° C. la temperatura de los agregados no deberá superar los 90° C.

En los casos que la temperatura del concreto sea mayor de los 32° C, se ceñirá a las recomendaciones de las normas ASTM – C – 94 y ACI – 207.

2.5 SOPORTE PARA EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS

2.5.1 Generalidades

Este capitulo comprende los aspectos relacionado con el suministro e instalación del sistema de sostenimiento de la roca, a usarse en la excavación subterránea. El sostenimiento se ha previsto para prevenir el aflojamiento del macizo rocoso circundante y mantener estable el perfil de la excavación. En general, el sostenimiento de roca se instalará de acuerdo a lo mostrado en los planos o lo indicado por el Gerente.

Para el caso de los perfiles de excavación definitivos, las medidas técnicas a emplearse en cada caso serán determinadas por el Contratista y aprobadas por el Gerente. En casos urgentes e imprevistos, las medidas de protección serán determinadas por el Contratista, quien deberá informar inmediatamente al Gerente.

Inmediatamente después de cada excavación, el Contratista aplicará las medidas de sostenimiento de la roca en la forma que está previsto, haciendo los ajustes necesarios de acuerdo con los tipos de roca y condiciones encontrados en el tramo excavado, lo que pondrá en conocimiento del Gerente par los fines del caso.

En todos los casos, para decidir sobre las distintas medidas a adoptar se tomarán en consideración las siguientes factores, según orden de prioridad: Seguridad del personal y del material, conveniencia económica y técnica y plazos de construcción.

Las instalaciones necesarias para la colocación de anclajes y shotcrete se mantendrán listas para su empleo, en la proximidad del frente de excavación el Gerente podrá ordenar al Contratista tener en sus almacenes de obra, cantidad suficiente de materiales para protección del perfil evitando así demoras en la excavación.

La instalación y prueba del sostenimiento de roca para las obras subterráneas será realizada sólo por operadores con suficiente experiencia en las diversas técnicas especificadas, a juicio del Gerente.

2.5.2 Medidas Relativas a sostenimiento de Roca

El Contratista deberá registrar los detalles relativos al sostenimiento de roca instalado según las normas especificadas. Dichos registros deberán ser consignados en formato aprobado, debiendo ser remitidos diariamente al Gerente para su control.

2.5.2.1 Determinación de medidas a aplicarse

a) Sostenimiento

Previamente a la excavación, el contratista deberá someter a la aprobación del Gerente el sistema de sostenimiento inicial más adecuado.

El gerente podrá ordenar al contratista la instalación de sostenimiento adicional, por razones técnicas o de seguridad, en cualquier lugar de las obras subterráneas, sin que aquello exima al contratista de su responsabilidad según los términos del Contrato.

Cuando se prevé que los trabajos de excavación serán interrumpidos por más de 48 horas, el Contratista instalará en los frentes excavados todo el sostenimiento que resulte necesario según planos y especificaciones o que ordene el gerente antes de que comience la interrupción. Similarmente, el sostenimiento inicial deberá completarse hasta el frente de excavación cuando ocurran otras interrupciones que puedan detener el avance por más de 24 horas.

b) Ajuste del sostenimiento

El sostenimiento instalado conforme se indica en planos, constituirá la totalidad del sostenimiento requerido, excepto en los casos que lo indique el Gerente.

2.5.2.2 Mantenimiento del sostenimiento

El Contratista será responsable de la verificación del sostenimiento de la roca, debiendo realizar esta labor periódicamente en intervalos acordados con el Gerente, manteniendo el sistema de sostenimiento en condiciones óptimas.

El mantenimiento incluye la remoción de cualquier concreto rociado que presente fracturas o defectos y de cualquier material suelto retenido y la posterior reinstalación de dicho sostenimiento. Se verificará el correcto asentamiento de las placas de fijación y el ajuste de las tuercas en los pernos de anclaje.

2.5.3 Tipos de Sostenimiento de Rocas

Según los sistemas de clasificación de macizos rocosos para el sostenimiento de rocas, se deberá aplicar uno de los siguientes elementos o combinación de los mismos:

- pernos de anclaje
- refuerzos de malla electrosoldada
- shotcrete sin o con fibras de acero
- Cerchas de acero
- perfil canal

2.5.4 Pernos de Anclaje y Pernos de Sujeción

2.5.4.1 Generalidades

El diámetro, la orientación y las longitudes de los taladros a perforarse para los pernos de anclaje y para los pernos de sujeción, los métodos de perforación, la limpieza, etc. Serán tales que aseguren su correcta instalación a satisfacción del Gerente.

Los pernos de anclaje de sujeción para los propósitos de esta especificación serán definidos de la siguiente manera:

a) Perno Tipo A

Consiste en una barra de acero corrugado, de lato punto de fluencia, de un diámetro de 25 mm. Y de longitud con resina o con mortero de cemento. Todos los pernos tipo A, estarán equipados con

una placa superficial, una arandela y una tuerca, y una carga mínima aplicada a la platina a fin de asegurarla firmemente a la superficie de excavación.

b) Perno Tipo B

Consiste en una barra de acero corrugado de alto punto de fluencia, de un diámetro de 25 mm. De longitud variable, anclada en uno de sus extremos con resina de fragua rápida o con un mecanismo de expansión tipo mariposa u otros y completamente cubierta en toda su longitud con resina o con mortero de cemento, equipada con placa superficial, arandela y tuerca y tensada a una carga especificada. El uso de resina o de mortero de cemento, equipada con placa superficial, arandela y tuerca y tensada a una carga específica. El uso de resina o de mortero de cemento dependerá del tipo de anclaje utilizado. Asimismo, el suministro de los pernos incluirá acoples, con el fin de considerar la extensión de los pernos hasta un máximo de 12 m.

No se utilizarán pernos con características diferentes a las señaladas, a menos que así lo apruebe el Gerente.

2.5.4.2 Materiales

Los pernos de anclaje deberán ser fabricados con base en barras de acero corrugado, laminadas en caliente, de $4,280\text{Kg/cm}^2$ de esfuerzo de fluencia, de acuerdo con la norma ASTM A 615 y con una carga máxima de tensión garantizada de 25 t.

Las placas superficiales, las arandelas y las tuercas de los pernos de anclaje, deberán ser fabricadas de acuerdo con los requisitos de carga de dicho perno.

La resina será un material comercialmente reconocido, fabricado con base en elementos epóxicos y envasado en forma de cápsulas, con tiempo de fragua rápido o lento para su uso con pernos tensados o sin tensar, respectivamente y transportada, almacenada y utilizada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El mortero de cemento consistirá en un producto presentado comercialmente en forma de cápsulas, especialmente producido para su uso con pernos de anclaje. El producto no deberá contener ningún material que pueda corroer los pernos de anclaje.

2.5.4.3 Fabricación de los pernos de anclaje

Los pernos de anclaje serán fabricados en diversas longitudes y diámetros, según lo especificado. La longitud de la barra especificada será igual a la longitud requerida para su inserción en la roca, más la longitud de la porción roscada que sobresalga de la roca según se requiera para la instalación. Uno de los extremos deberá estar enroscado en no menos de 150 mm. Con un roscado de hilo corriente, el cual no deberá reducir el diámetro global especificado en más de 3 mm. El otro extremo será biselado, con el fin de facilitar la instalación.

Se suministrarán algunas barras con un extremo roscado o con ambos extremos roscados, con el fin de permitir su extensión hasta una longitud máxima de 12 m. Los acoplamientos para las extensiones de las barras serán compatibles con las propiedades del material de los pernos de anclaje y capaces de soportar las cargas máximas de tensión de la barra.

Las placas superficiales serán cuadradas, de 150 mm de arista (u como lo recomiende el fabricante), de 10 mm de espesor y se ajustarán con una arandela biselada o semiesférica con el fin de permitir su fijación a inclinaciones hasta de 30° con respecto a la normal del perno ajustar los pernos firmemente a la superficie de la excavación aplicándoles una carga correspondiente hasta del 50% de la carga máxima de tensión garantizada

2.5.4.4 Ensayo de los pernos de anclaje

Previamente a la instalación de los pernos de anclaje en la obra, el Contratista desarrollará una serie de ensayos según lo ordenado por el Gerente, a fin de verificar la capacidad del Contratista de instalar y de pensionar correctamente los pernos de anclaje.

Estos ensayos deberán demostrar

- a) El número de cartuchos de resma requeridas a fin de proporcionar al extremo del anclaje la capacidad de soportar una carga aplicada igual al esfuerzo característico de a barra, tomando en consideración las variaciones de las longitudes extras de los taladros.
- b) El número de cartuchos de resma o de cemento necesarios para rellenar la parte anular situada alrededor de] perno de anclaje en una longitud del taladro comprendida entre el anclaje y el collar del taladro.
- c) La resistencia del relleno de resma necesaria para anclar las barras totalmente hasta alcanzar la resistencia característica de los pernos de anclaje
- d) La capacidad del equipo necesario, a fin de instalar los pernos de anclaje totalmente rellenos hasta una longitud máxima de 6 m.
- e) La capacidad de instalar pernos de anclaje totalmente rellenos con mortero de cemento, con un extremo de anclaje mecánico de expansión y acoplamiento de longitudes comprendidas entre 6 m. a un máximo de 12 m. en los taladros inclinados hacia arriba.
- f) Las características carga-deformación típicas de los pernos de anclaje, de tal forma que se pueda considerar una tolerancia para pérdidas debido a la fricción o al aflojamiento durante el tensado.
- g) El equipo necesario para tensar los pernos hasta alcanzar las cargas especificadas.
- h) La capacidad de cada cuadrilla para instalar y tensar correctamente los pernos de anclaje.

El Contratista deberá realizar estos ensayos con los equipos que se emplearán en las obras, debiendo instalar los pernos de ensayo en una cara apropiada de la roca, situada en una dirección inclinada ascendente.

El Contratista proporcionará un adecuado dispositivo de tensión directa calibrado y/o una celda de carga con capacidades mayores a la resistencia característica de los pernos de anclaje. Se deberán registrar las cargas y las deformaciones durante los ensayos según aquellas aprobadas por el Gerente. En los lugares donde se vaya a usar torquímetro para tensar los pernos tipo 'B', las cargas aplicadas a los pernos deberán ser verificadas empleando un dispositivo de tensión directa, de forma tal que durante el proceso de tensado se pueda aplicar el torque adecuado

2.5.4.5 Instalación de los pernos de anclaje

El método de instalación de tensado generalmente deberá concordar con las instrucciones del fabricante relativas al uso de sus panes componentes

A menos que las pruebas realizadas o situ demuestren lo contrario, los pernos de anclaje serán instalados en taladros de diámetro de 10 mm. a 15 mm. más que el diámetro máximo de los pernos, excepto en los casos en donde se usen anclajes mecánicos de expansión En ese caso el diámetro del taladro será ajustado según las dimensiones del acoplamiento del anclaje mecánico de expansión. Los taladros no deberán exceder en más de 100 mm a la longitud rellena de los pernos de anclaje, a menos que los ensayos in situ demuestren lo contrario. Se deberá emplear una cantidad adecuada de cartuchos de resma de fragua rápida, a fin de asegurar que esté completamente relleno a lo largo de la longitud adecuada de anclaje del taladro para el tensado de

los pernos. La máxima longitud del perno de anclaje a ser considerada para su instalación con cartuchos de resina es de 6 m.

Para pernos de anclaje mayores de 6 m de longitud, éstos constarán con anclajes mecánicos de expansión en su extremo y con acoplamiento, según sean requeridos

Donde los pernos de anclaje se instalen usando cartuchos de resma para anclarlos en su extremo, los cartuchos correspondientes a la zona de anclaje deberán contener resma de fraguado rápido, mientras que el resto de la columna será rellenada con cartuchos de resma o de cemento de fragua lenta. La diferencia en los tiempos de fragua entre las dos resinas no será menos de quince minutos. El proceso de tensado será cuidadosamente controlado a fin de garantizar que éste se realice posteriormente a la fragua de los cartuchos de resina rápida, situados en el extremo de anclaje, antes de comenzar el fijado del resto de la columna.

La efectividad del procedimiento de instalación deberá ser verificada realizando ensayos en por lo menos un perno por cada 50 instalados, aplicándole una tensión de hasta 12.5 t y para pernos de 25 mm de diámetro), debiéndose precisar este valor mediante ensayos de campo, para ajustarse a las condiciones de la roca. En caso que se produzcan fallas a tensiones menores que la resistencia característica del perno, el Contratista deberá investigar la causa y deberá formular las medidas a adoptar para mejorar el procedimiento de instalación según sea necesario.

El tensado de los pernos de anclaje tipo B en los túneles se hará con llaves de tuercas o torquímetro.

Independientemente de los ensayos, si fuera el caso que se presenten indicios que sugieran que los procedimientos de instalación no son completamente efectivos, el Gerente ordenará al Contratista revisar sus procedimientos de instalación.

El proceso regular de calibración de los dispositivos de tensado será desarrollado por el Contratista en presencia del Gerente.

2.5.4.6 Documentación

El Contratista proporcionará detalles relativos a los materiales, tipos de resinas y morteros, equipos, ubicación y procedimiento de instalación y ensayos para los pernos de anclaje, debiendo entregar dicha información al Gerente por lo menos 21 días antes del inicio de los ensayos. Estos serán aprobados por la Supervisión dentro de los 14 días previos al inicio de los ensayos.

2.5.5 Refuerzo con Malla Electrosoldada

El reforzamiento con malla electrosoldada, conformada por alambres galvanizados N^o 8 (4.1 mm), con cuadrados de 100 x 100 mm, se usará según lo detallado en los planos o instrucciones del Gerente (ver ASTM A 185 o A 497).

La malla electrosoldada estará fijada en forma segura mediante anclajes con un distanciamiento máximo entre centros de 1.50 m en ambos sentidos. La malla deberá estar dispuesta a una distancia nominal de 15 mm de la cara de la roca los traslapes deberán abarcar dos cuadrados completos de la malla

La malla de refuerzo será fijada a la roca por debajo de la platina superficial del perno, empleado pernos intermedios de sujeción.

2.5.6 Shotcrete

2.5.6.1 Generalidades

El shotcrete será aplicado mediante proceso húmedo, para reducir el rebote y los problemas de polvo y siguiendo las normas ASTM C1116-89 y ACI 506W 85 (guía para el shotcrete), según lo indicado en los planos o donde ordene el Gerente.

Para aplicaciones menores a 20 ms podrá utilizarse el proceso seco.

El shotcrete, después de su aplicación, no será tocado, paleteado, suavizado o trabajado de ninguna forma, a menos que el Gerente lo disponga de otra manera.

El Gerente podrá ordenar que el shotcrete sea aplicado a la superficie de la roca tan pronto como sea posible después de la excavación y de la remoción de los escombros. Se deberá acordar con el Gerente las áreas a ser tratadas antes de su aplicación.

En caso que el Gerente lo considere necesario, el shotcrete podrá ser aplicado inmediatamente después de producida la voladura y antes de la remoción de los escombros.

Se permitirán irregularidades en grandes radios, debiéndose sin embargo cubrir las rugosidades locales y los ángulos reentrantes, según sea requerido, con el fin de proporcionar un perfil suave.

El shotcrete será aplicado en una o más capas, hasta alcanzar el espesor total especificado en los planos y en los lugares previstos o donde así lo indique el Gerente

2.5.6.2 Materiales e insumos

a) Cemento, aditivos de cemento y agua.

El cemento, los aditivos para cemento y el agua cumpliría con los requisitos que se especifican para los concretos en el numeral.

b) Microsilica

Para mejorar la resistencia del shotcrete se ha previsto el uso de microsilica, la cual será suministrada de una forma densificada, cumpliendo con los siguientes requerimientos, además de los indicados en la norma SABS 1491 Parte III.

- Finura: El área superficial no deberá ser menor que 18,000 m².kg
- Tamaño de partículas: 0.2 micrones en promedio, 0.4 micrones como máximo
- Contenido de SiO₂: No menor que 85%
- Contenido de C No mayor que el 5 %
- Contenido total de los álcalis Na₂O+K₂O: No mayor que 1.5%. Cuando esté combinado con cemento, el contenido total de álcalis no deberá ser mayor que el 0.6 %.

c) Fibras de acero

El shotcrete se fabricará sin o con fibras de acero, a solicitud del Gerente.

Las fibras de acero deberán cumplir con la norma ASTM 820 u Otras normas aceptables por el Gerente.

Las fibras para el refuerzo del shotcrete serán trefiladas, con los extremos ondulados de 25-30 mm de longitud y su dosificación por peso deberá estar entre el rango de 30 a 60 kg/m³,

d) Agregados

Los agregados deberán cumplir con los requerimientos para obras de concreto (ASTM-C-33). La gradación de los agregados finos y gruesos combinados será la siguiente:

TAMAÑO DE LOS TAMICES		PORCENTAJE QUE PASA (%)
1/2	(12.50 mm)	100
3/8"	(9.50 mm)	90-100
N ^o 4	(4.75 mm)	70 - 85
N ^o 8	(236 mm)	50 - 70
N ^o 16	(118 mm)	35 - 55
N ^o 30	(600 ~tm)	20 - 35
N ^o 50	(300 ~m>	8 - 20
N ^o 100	(150 pm)	2 - 10

e) Acelerantes

No se permitirá el uso de acelerantes en la mezcla de shotcrete reforzado con fibras de acero y microsilica, a menos que se requieran condiciones especiales para su uso. Dichas condiciones pueden darse cuando las filtraciones de agua requieran de un fraguado muy rápido. La inclusión de un acelerante se realizará sólo con la aprobación del Gerente y conforme a lo indicado en la guía para shotcrete, 506R-85 del ACI.

f) Aire comprimido

El aire comprimido será de capacidad suficiente para garantizar una satisfactoria y continua operación de colocación del shotcrete.

El aire comprimido empleado en el proceso de construcción será limpio, seco y deberá estar libre de todo aceite.

2.5.6.3 Shotcrete con microsilica

El shotcrete tendrá una resistencia a la compresión correspondiente a lo indicado en la norma ASTM C39, de 100 kg/cm² a las 24 horas y de 450 kg/cm² a los 28 días.

En general, los componentes correspondientes a la mezcla para el concreto lanzado deberán estar comprendidos en los siguientes rangos

Contenido de cemento (kg/m ³)	330 - 450
Microsilica (kg/m ³)	30 - 50
Fibra de acero (kg/m ³)	30 - 60
Proporción agregado/cemento	3 - 5
Acelerante (% peso cemento)	2 - 3
Relación agua/cemento (A/C)	0.35 - 0.45

A solicitud del Gerente el shotcrete podrá fabricarse sin fibras de acero.

Al utilizar acelerantes de fragua, la proporción de éstos deberá estar comprendida entre los límites recomendados por el fabricante, no debiendo exceder en 3 % (en peso) del contenido total de cemento.

Antes de solicitar la aprobación por parte del Gerente del uso del acelerante de fragua, se deberá solicitar el asesoramiento del fabricante del aditivo y del fabricante del cemento, en caso de ser necesario. Se empleará una cantidad mínima de aditivos, a fin de obtener una suficiente resistencia inicial, apropiada para las condiciones requeridas. El Gerente podrá, en cualquier momento durante el avance de las obras, dar instrucciones al Contratista a fin de variar la proporción de los componentes de la mezcla del shotcrete u ordenar la ejecución de ensayos posteriores, a fin de garantizar la obtención de las resistencias iniciales.

Los ensayos para determinar el índice de tenacidad, la absorción de vapor, el tiempo de fragua y el volumen de vacíos permeables, deberán concordar con lo indicado en las normas ASTM 642 y ASTM C1018-89. Se realizará un mínimo de cinco ensayos para el diseño de la mezcla final por

cada uno de los ensayos especificados. Se determinará el índice de tenacidad a los 7 días, de 3.5 y 6.0 para 15 e 1.. respectivamente. El volumen de yacios permeables no deberá exceder el 15 %. La absorción de vapor no excederá al 7%. En caso que algunos de los 5 ensayos mencionados no satisfagan los límites especificados, el Contratista ejecutará ensayos adicionales hasta obtener un adecuado diseño de mezcla con la aprobación del Gerente.

2.5.6.4 Shotcrete sin fibra de acero y sin microsilica

Para su uso en caso particulares, donde no se requiera shotcrete de alta resistencia, el Contratista podrá colocar, previa autorización del Gerente, shotcrete simple, sin usar en la mezcla fibras de acero ni la microsilica especificadas

En este caso el Contratista presentará al Gerente, para su aprobación, con la anticipación suficiente, el diseño de mezcla a emplear y la resistencia a la compresión $f'c$ a obtener con base en ensayos efectuados en laboratorio.

2.5.6.5 Ensayos necesarios para la aceptación del shotcrete

Previamente al inicio de la aplicación del shotcrete se realizarán, por parte del Contratista y con la presencia del Gerente, los siguientes ensayos:

a) Construcción de paneles de ensayo según lo especificados en el numeral 2.5.6.11 para cada diseño de mezcla y para cada posición requerida en las obras, tales como: en las posiciones inclinada hacia abajo, vertical y superior abovedada.

Perforación y extracción de núcleos provenientes de dichos paneles, debiéndose ensayar 3 núcleos para cada resistencia específica requerida.

El promedio de los 3 resultados ensayados no deberá ser inferior a las resistencias especificadas. Además, el valor de cada núcleo ensayado deberá estar comprendido dentro del $\pm 20\%$ del valor promedio.

b) Realización de suficiente cantidad de ensayos a fin de comprobar la idoneidad del shotcrete para satisfacer los requisitos relativos a:

- i índice de tenacidad
- ii tiempo de fragua

2.5.6.6 Equipo

Todo el equipo empleado para el mezclado de los materiales y para la aplicación de shotcrete será de un diseño aprobado, debiendo estar en óptimo estado operativo. La pistola de aplicación del shotcrete y su equipo auxiliar deberán ser de una adecuada capacidad, acorde con los volúmenes a ser aplicados. Por lo menos una planta deberá tener una producción de 5 m³/hora, para su uso en el frente de trabajo de las excavaciones subterráneas. El equipo deberá ser capaz de manipular y de aplicar un agregado de tamaño máximo de 19 mm. Se deberá disponer permanentemente de una pistola y equipo auxiliar de reserva. El aire que se emplee para este equipo deberá ser limpio, seco y libre de aceite, debiendo llegar al equipo a la presión especificada por el fabricante.

No se permitirá la dosificación manual de los aditivos. El equipo para la dosificación de los aditivos deberá ser ajustable para diferentes cantidades, debiendo suministrar un flujo uniformemente mezclado con los otros ingredientes de dicha mezcla. El equipo deberá ser capaz de suministrar el aditivo con el fin de garantizar la proporción de dosificación aprobada con una precisión de $\pm 5\%$.

El área de trabajo deberá estar bien iluminada con una intensidad mínima de 50 luxes. No se aceptarán lámparas de baterías sujetas a los cascos de seguridad.

Si en algún momento el Gerente considera que las condiciones ambientales del área donde se aplica el shotcrete presentan peligro para la salud del personal o para la calidad de los trabajos

terminados, por deficiencia de ventilación o iluminación, podrá ordenar al Contratista suspender las obras de shotcrete en tal área, hasta que se hayan tomado las medidas correctivas con el fin de subsanar las deficiencias. No se realizarán pagos adicionales por tales medidas correctivas, ni por cualquier demora resultante de la suspensión de los trabajos.

2.5.6.7 Mezclado

Los materiales serán medidos por peso y el cemento no será añadido antes de una hora del instante previsto para la aplicación del shotcrete. Se eliminará todo material cuya fecha de uso haya expirado.

Los sistemas de alimentación de todos los materiales deberán estar interconectados, de tal forma que se mantengan las proporciones correctas, independientemente de la velocidad de suministro. En caso que alguno de los suministros se detuviera, la totalidad de la planta también se detendrá.

Los equipos de mezclado se lavarán limpiarán por lo menos una vez por turno de trabajo, con el fin de prevenir la acumulación de material endurecido.

2.5.6.8 Preparación de las superficies

Previo a la aplicación del shotcrete se efectuará una verificación y corrección del perfil de la sección transversal excavada, para su ajuste a las líneas señaladas en los planos. Las superficies en las cuales será aplicado el shotcrete serán desquinchadas, eliminando todo material suelto e inestable, limpiando el área con una mezcla de agua y de aire aplicado a alta presión, para eliminar los materiales sueltos.

En donde la filtración de agua subterránea humedezca en exceso la superficie de roca como para realizar una aplicación normal del shotcrete, se procederá a perforar taladros de drenaje y a canalizar las filtraciones, con previo conocimiento y aprobación del Gerente.

Todas las superficies que van a recibir el shotcrete estarán húmedas, pero libres de toda suciedad, lodo, petróleo, material de rebote u otro material suelto.

En donde el shotcrete sea colocado sobre una capa previa, ésta deberá primero alcanzar su fragua inicial, debiendo ser luego limpiada de todo material de rebote o cualquier otro material suelto.

El shotcrete no deberá ser aplicado a ninguna superficie sin la previa inspección y aprobación del Gerente.

Donde sea necesario, se colocará la malla de refuerzo debidamente anclada al conjunto roca/shotcrete, para luego aplicar las siguientes capas de shotcrete,

2.5.6.9 Aplicación del shotcrete

El shotcrete será aplicado por obreros especializados entrenados especialmente y de acuerdo con las prácticas óptimas señaladas en la especificación ACI 506R-85, excepto en el caso en que por la adición de microsilica sea posible aplicar capas relativamente gruesas en una sola pasada.

No deberá haber inclusiones de rebotes en los trabajos terminados, ni áreas huecas. Deberá haber una buena adherencia a la roca y se deberá tener una superficie terminada razonablemente suave. No podrá ser aprovechado de ninguna forma el material de rebote y más bien será retirado hacia el área de disposición de escombros. Las pérdidas por rebote no excederán el 1 5/4 del volumen del shotcrete en los hastiales y 20 % en la bóveda.

El espesor de la capa de diseño especificado será controlado por clases indicadores, sujetos a la roca o a la anterior capa de shotcrete

Previo a la aplicación de una nueva capa, el trabajo existente deberá ser verificado, con el fin de inspeccionar áreas huecas o no adheridas, debiendo éstas ser cortadas y reemplazadas a satisfacción del Gerente.

2.5.6.10 Curado

En general no se requiere aplicar métodos especiales para el curado en las obras subterráneas. El shotcrete será mantenido continuamente húmedo durante los 7 días consecutivos, rociándolo con una fina neblina de agua a intervalos no mayores de 4 horas.

2.5.6.11 Verificación del shotcrete aplicado

El espesor del shotcrete aplicado podrá ser verificado por el Gerente, para lo cual solicitará al Contratista la ejecución de taladros de prueba ubicados aleatoriamente. El Contratista podrá perforar orificios adicionales, si así lo desea, en puntos ubicados en forma intermedia a aquellos ubicados por el Gerente.

El criterio de aceptación consistirá en que en cualquier área de 50 m la media aritmética de los espesores de todos los puntos verificados deberá ser igual o mayor que el espesor especificado.

Además, considerando la variación en el perfil de la excavación, en ningún punto que haya sido verificado el espesor deberá ser menor que lo siguiente:

- Frentes de excavación - 1/3 del especificado con perforación y voladura
- Frentes de perforación - 2/3 del especificado en caso de empleo de TBM

En donde el espesor esté por debajo de lo aceptable, el Gerente podrá ordenar la aplicación de una capa adicional de shotcrete, sin pago adicional, efectuándose una nueva verificación del espesor, hasta que el espesor aplicado sea aceptable.

2.5.6.12 Ensayos de rutina

Para la aprobación del Gerente, el Contratista construirá en promedio un panel de prueba por cada 50 m³ de shotcrete aplicado en cada frente o por cada volumen producido en cada turno de trabajo, debiendo ser preparado por el operario a cargo de la boquilla de shotcrete en el frente respectivo. Para los primeros 50 m³ del shotcrete aplicado en cada frente se preparan paneles de ensayo, debiendo éstos ser ensayados por cada 25 m³ aplicados.

Los paneles de ensayo se ejecutarán rociando dentro de moldes de 750 x 750 x 150 mm de profundidad, con lados biselados hacia afuera a **45°**, con el fin de prevenir el entrapamiento del rebote. Los paneles se harán para cada mezcla y para cada posición rociada, es decir para shotcrete superior o vertical, fijando los moldes a la superficie que esté siendo rociada. Los paneles estarán claramente marcados en hora, número, lugar y fecha de ejecución.

Adicionalmente a estos ensayos, el Gerente podrá realizar mediciones de dureza del shotcrete aplicado usando un dispositivo del tipo "martillo Schmidt" o similar, suministrado por el Contratista. En este caso, el esfuerzo a la compresión equivalente se tomará como el promedio de 10 mediciones individuales realizadas en una área de no más de 2 m² de la superficie de shotcrete

La frecuencia de los ensayos podrá ser reducida a discreción del Gerente, dependiendo de que los resultados de los ensayos sean satisfactorios.

2.5.6.13 Ensayos de resistencia

Los paneles serán curados en el campo en forma similar a la aplicada durante el proceso de construcción, después de lo cual el Contratista los entregan al laboratorio, en donde serán curados con agua según lo especificado en la norma ASTM C-39.

Para los ensayos iniciales y de rutina, el Contratista perforará de los paneles de ensayo, núcleos de >100 mm de diámetro, de una longitud comprendida entre 110 y 150 mm (longitud neta, después del recorte y de la preparación de los núcleos).

Se perforarán 3 núcleos, ensayándose a los 3, 7 y 28 días, según lo indicado por el Gerente y en presencia del mismo. Los esfuerzos a la compresión serán corregidos según lo indicado en la norma ASTM C-39 cuando la longitud del núcleo es menor que el doble del diámetro del mismo.

En los lugares de la obra donde el espesor del shotcrete sea tal que se puedan perforar núcleos de ensayo de 100 mm de diámetro, el Gerente podrá solicitar que tales núcleos sean perforados para su ensayo. Se requerirá un promedio de no más de 2 núcleos de 100 mm de diámetro por cada 50 m de longitud del túnel.

El Contratista suministrará todos los moldes para los paneles y el equipo para el muestreo de núcleos para los propósitos de muestreo y de ensayo del shotcrete. La máquina para el ensayo de los cubos de concreto suministrada por el Contratista, también deberá ser adecuada para el ensayo de muestras de shotcrete.

2.5.6.14 Control de calidad

Para fines de los ensayos de rutina de la calidad del shotcrete, se considerará satisfactorio si cada resultado de los ensayos es por lo menos el 75 % de la resistencia especificada y si por lo menos los resultados de tres núcleos de un panel ensayado exceden al 0.85 fc. Para el caso de muestras cúbicas, el promedio de tres de ellas tomadas de un panel será igual o mayor que fc.

Si los ensayos de las muestras del shotcrete no cumplen con la resistencia mínima especificada, el Gerente ordenará que se realicen ensayos adicionales por parte del Contratista, con el fin de determinar nuevas proporciones de mezcla, hasta alcanzar resultados satisfactorios.

Si el Gerente considera que las bajas resistencias del shotcrete aplicado pudiesen reducir la seguridad de las obras y del personal o pudiesen disminuir la efectividad de soporte de la roca, podrá ordenar que sean tomadas las siguientes acciones:

- a) Eliminar el shotcrete con defectos en tiras o en paneles, de tal forma que la seguridad de las obras y del personal no sea puesta en peligro, reemplazando dicho material eliminado con shotcrete de calidad aceptable, o
- b) Aplicar un espesor adicional de shotcrete que no exceda al espesor originalmente requerido o tomar medidas de reforzamiento con otro sistema de soporte.

En ambos casos no se hará ningún pago por el shotcrete con defectos ya aplicado, ni tampoco por el concepto de la eliminación de éste, ni por ningún trabajo de eliminación de los escombros resultantes del área de las obras subterráneas, ni su correspondiente traslado al botadero. Sólo se reconocerán pagos correspondientes a la aplicación de shotcrete aceptable.

2.5.6.15 Documentación

El Contratista proporcionará todos los detalles relativos a los materiales, diseños de mezclas, equipos, ubicación y procedimientos de ensayos que pretenda realizar, entregando dicha información al Gerente por lo menos 21 días antes del inicio de los ensayos.

El Gerente será notificado de la fecha de inicio de los trabajos, con una anticipación de por lo menos 7 días.

Se deberá remitir al Gerente, para su aprobación, con una anticipación de por lo menos siete (7) días al inicio de cualquier obra, un conjunto total de registros de todos los ensayos a realizarse. El Gerente indicará su aprobación o rechazo a más tardar 3 días antes del inicio de la construcción. Si el informe no es aceptable, el Contratista modificará parte o la totalidad de sus procedimientos.

devolviendo de inmediato esta información modificada al Gerente para su aprobación antes del inicio de la construcción.

2.5.7 Cerchas de Acero

Normalmente las cerchas de acero se colocarán después de la excavación total del perfil. La forma de las cerchas será tal que su cara exterior corresponda con la línea de pago (línea "B") de los perfiles correspondientes a la roca Tipo IIIB.

Para las cerchas de acero se utilizarán perfiles normales AISC, IPE o DIN, en los tipos mostrados en los planos. El Contratista elaborará el diseño de las cerchas, el que junto con las características del acero y su modo de fabricación será sometido a la aprobación del Gerente, quien podrá exigir pruebas del material empleado. Si bien es cierto que no se especifica una protección para las cerchas metálicas, el Contratista deberá tomar las debidas precauciones para evitar que mientras estos elementos estén en bodega, queden en contacto con barro u otros elementos que apresurarían su oxidación.

Las cerchas terminarán en bases metálicas de tamaño y espesor suficientes para su asiento adecuado y uniforme en el piso del túnel. Las juntas entre las diversas partes de una cercha deberán estar conectadas, de tal manera que se asegure la continuidad del elemento metálico a lo largo del perímetro. Se colocarán topes provisionales de madera máximo cada 1 50 m.

Inmediatamente después se efectuará la unión de las cerchas al perfil de la roca mediante bloques de concreto, bolsacretos o la combinación de éstos con trozos de roca a todo lo largo del perímetro. Las cuñas de madera deberán removerse antes de esta última operación. Inmediatamente después de tajadas las cerchas a la roca, la unión entre ellas se efectuará mediante tirantes distanciadores traccionados de acero, de calidad similar y con piezas de unión y fijación adecuadas. Todas las cerchas de acero así como los tirantes de unión quedarán empotrados en el shotcrete. Los topes de madera serán removidos antes de la aplicación de shotcrete. Las cerchas colocadas en forma no satisfactoria serán reemplazadas según las instrucciones del Gerente, por cuenta del Contratista.

El costo de la excavación adicional eventual para la colocación de las cerchas se considera incluido en los precios unitarios de las excavaciones en subterráneo.

El Contratista deberá tener permanentemente disponibles, para su uso inmediato, el número de cerchas siguientes:

- Túnel de desvío (Lote 1): 8 cerchas
- Ventanas y túnel de aducción Lote 2: 10 cerchas
- Túnel de acceso a la casa de máquinas Lote 3: 10 cerchas
- Galería de descarga Lote 3: 5 cerchas

2.5.8 Perfil Canal

Para evitar el desprendimiento de rocas entre cercha y cercha y como soporte del material de relleno (bolsacretos, bloques de concreto u Otro material), se colocarán, según lo indicado en los planos o por acuerdo entre el Gerente y el Contratista, perfiles canal U tipo C4 x 7 25 x 5.4~ (AISC) para formar un encostillado metálico. En el caso de roca tipo IIIB, podrá ser necesario el uso de marchiavantes para estabilizar el frente de avance.

2.6 **PERFORACIONES, INYECCIONES, PRUEBAS Y ENSAYOS**

2.6.1 Generalidades

Esta sección comprende los requisitos mínimos relativos a las perforaciones, inyecciones, pruebas y ensayos a ser ejecutadas por el Contratista en las obras subterráneas e incluye, sin carácter limitativo, las siguientes actividades:

- Perforación de taladros para trabajos de inyección
- Perforación a través de concretos o blindajes
- Perforación de taladros para drenaje. alivio de presión
- Perforación exploratoria
- Inyección de relleno
- Inyección de contacto blindaje-Concreto
- Inyección de consolidación
- Inyección de impermeabilización
- Reparación y limpieza después de las inyecciones
- Realización de ensayos Lugeón
- Realización de pruebas de fractura hidráulica

En relación a los taladros, el Gerente aprobará el número, la ubicación, el espaciamiento, la dirección, la inclinación, el diámetro, la profundidad y otras características, tales como el orden de perforación de los taladros y la conveniencia de extraer núcleos.

Los trabajos de inyección cubiertos por estas especificaciones deberán ejecutarse bajo la supervisión estricta del Gerente. Esta supervisión será aplicada a los procedimientos que se emplearán, los ensayos de los materiales para inyecciones y sus mezclas y a todas las modificaciones que se puedan hacer en todos los aspectos de los procedimientos de inyección. En relación a las inyecciones, el Gerente aprobará, además de las materias relativas a los taladros, la metodología a seguir, las mezclas y presiones a ser usadas, las profundidades a las cuales se inyectará el material de relleno, la secuencia de inyección de los taladros, registros que llevará con los resultados obtenidos de las inyecciones realizadas y otras características de interés.

El Contratista utilizará personal competente, que tenga experiencia en perforación e inyecciones. Esto lo deberá acreditar con currículos y certificados ad-hoc.

No se permitirá que el Contratista comience las perforaciones y las inyecciones de una sección de la obra sin que se hayan realizado pruebas de inyección con resultados aprobados por el Gerente.

Con un plazo no menor de 30 días antes de iniciar cualquier trabajo de perforación o de inyección, el Contratista someterá a la aprobación del Gerente la totalidad de detalles del equipo, métodos y procedimientos a ser empleados durante las operaciones de perforación y de inyección y trabajos Conexos.

El Contratista tomará las providencias del caso para la adecuada disposición de toda el agua de lavado y de los residuos provenientes de todas las operaciones de inyección. El Contratista tomará las precauciones necesarias para prevenir el sobrecalentamiento del material de inyección, a fin de reducir la posibilidad de una fragua inicial prematura.

Todas las zonas de tránsito y de trabajo deberán ser iluminadas a satisfacción del Gerente.

El Contratista deberá asegurar que todos los lugares de los trabajos se mantengan libres de agua, lechada, barro, aceite o cualquier desperdicio y que ninguno de estos materiales escurra sobre alguna parte de otras estructuras o superficies de roca limpia.

Se requerirá un control cuidadoso de las presiones durante la inyección y los ensayos de presión de agua, debido a que las presiones locales excesivas pueden agrietar o pandear los revestimientos de concreto, los blindajes de acero o hidrofracturar la roca. Las presiones de inyección concordarán con aquellas especificadas, no debiendo exceder en ningún lugar a la cantidad menor de 15 kg/cm o 1.3 veces la carga hidráulica desde la línea central del túnel o conducto hasta la superficie del terreno situada verticalmente por encima del punto de inyección.

El Contratista suministrará el equipo de perforación, de inyección y los requeridos para las pruebas y ensayos. Además, proveerá los dispositivos, equipos y herramientas auxiliares, andamiajes y otros accesorios necesarios para ejecutar los diversos trabajos requeridos. Todos estos elementos serán del tipo y capacidades aceptables al Gerente y serán mantenidos en todo momento en óptimas condiciones operativas.

2.6.2 Perforaciones

Las perforaciones en roca no deberán desviarse de la dirección requerida en más de un 3 %. Cuando la desviación sea mayor, el Gerente podrá exigir al Contratista rellenarlas con lechada gruesa y rehacerlas.

Según lo requiera el Gerente, se numerarán los taladros para inyección o exploraciones, para permitir en todo momento su identificación, hasta completada la inyección o la exploración de la zona.

2.6.2.1 Perforaciones para inyecciones

Las perforaciones para las inyecciones deberán ejecutarse de acuerdo al tipo de inyección especificado y de acuerdo a lo indicado en los planos o lo que indique el Gerente. Ningún taladro deberá ser profundizado o perforado dentro de los 5 m de los taladros recién inyectados, hasta que el material haya fraguado suficientemente, a fin de prevenir que éste sea lavado

Si durante la perforación el agua para la ejecución de esta se pierde o surge agua artesiana en cantidad apreciable, el Gerente podrá ordenar que se suspenda la perforación, que sea lavada ~ que se haga una prueba de agua (para medir el gasto x la presión) o se inyecte para cortar o disminuir el aporte de agua, o bien, para disminuir la pérdida de ella.

A menos que el Gerente lo determine de otra forma; después de terminada la perforación, en roca o en hormigón, ésta deberá ser lavada desde el fondo hasta que el agua de retomo salga clara y sin contener residuos de la perforación, fragmentos de roca ni otros materiales.

Al término de la perforación y del lavado, el Contratista deberá tapar inmediatamente las perforaciones, de modo de impedir la entrada de cualquier material.

Las perforaciones podrán ser hechas con equipo a roto-percusión o rotación. Si los diámetros de las perforaciones no estuvieran indicados, se entenderá que éstos serán de 1 como mínimo. En caso que se requiera perforación con extracción de testigos, el diámetro deberá ser HQ, salvo autorización expresa en contrario

La longitud máxima de las perforaciones podrá alcanzar a 15m.

No se permitirá usar grasa, aditivos, suavizantes ni Otros lubricantes como ayuda a la perforación de los taladros.

2.6.2.2 Perforaciones a través de revestimientos de concreto o blindajes

En donde se requieren taladros a través del concreto, al Contratista se le permitirá perforar los concretos o empotrar tuberías en el concreto, a través de las cuales pueda perforar la roca que se encuentra detrás. Las tuberías empotradas serán de PVC o tuberías de fibrocemento, a menos que el Gerente indique algo diferente.

No se realizarán perforaciones en concreto de menos de siete 7 días de vaciados. Antes de perforar taladros de inyección a través de blindajes de acero, el Contratista removerá almacenará los tapones roscados de los huecos dispuestos en dichos blindajes y deberá entornillar en ellos los tubitos protectores, a través de los cuales se realizarán todas las perforaciones. Si algún taladro situado detrás de los blindajes de acero intercepta parte de dicho blindaje de acero, el acero será cortado con una perforadora diamantina rotatoria del mismo diámetro que el taladro de inyección. El Contratista será responsable por cualquier daño a las roscas ~ pérdidas de tapones, debiendo reparar y reemplazar éstas en caso necesario, asumiendo los gastos de acuerdo con las instrucciones dadas por el Gerente.

2.6.2.3 Perforaciones para drenaje o alivio de presiones

Las perforaciones de drenaje, o alivio de presiones, serán de un diámetro mínimo de 1 '2 Para longitudes superiores a 5 m estas perforaciones podrán requerirse de diámetros de hasta 50 mm, en una longitud máxima de 20 m Para proteger estos taladros, si se aplicara shotcrete, se les colocarán mangueras para extenderlas a través de éste.

Un día después de haberse aplicado el shotcrete, se perforarán taladros de alivio de presión de 38 mm de diámetro, hasta 300 mm de profundidad, de acuerdo con la ubicación en los planos o las instrucciones del Gerente

2.6.2.4 Perforaciones exploratorias

Las perforaciones exploratorias podrán realizarse con o sin extracción de núcleo, hasta en una longitud máxima de 20 m.

Las perforaciones sin extracción de testigos serán de un diámetro mínimo de 1 ½.

Toda perforación con extracción de testigo deberá ejecutarse con equipo estándar de perforación, con sacanúcleos dobles giratorios, que produzcan testigos de diámetro especificado. En los sitios en donde se requiera la perforación rotatoria más allá del frente de avance del túnel, el tamaño del núcleo será determinado por el Contratista, de tal forma que los retrasos e interrupciones que se produzcan en el frente de avance sean lo más reducidos posible, pero en ningún momento el tamaño del núcleo será inferior al diámetro de 38 mm a una profundidad de 20 m.

Los núcleos serán instalados en cajas de madera, en la se cuenta correcta, marcándola claramente con espaciadores de madera, indicando las profundidades en todos los puntos de interés y señalando todos los puntos en los cuales se haya extraído núcleos para ensayos de laboratorio. El diseño y dimensiones de las cajas de madera serán aprobadas por el Gerente, para lo cual se remitirá una caja de muestra.

Las cajas de madera para los núcleos serán convenientemente marcadas internamente con indicaciones del sector de obra, el número del taladro de perforación y el rango de profundidades de los núcleos extraídos. Ninguna caja contendrá núcleos provenientes de más de un taladro. Externamente, en 2 caras verticales en el largo y ancho se marcará el número del sondaje y de la caja, para su fácil identificación en el lugar de acopio establecido por el Gerente.

El Contratista suministrará diariamente al Gerente, o antes si fuese necesario, la siguiente información:

- Nombre de la obra y lugar específico de perforación del taladro.
- Esquema gráfico del taladro, con profundidades, diámetros, tipo de roca y nivel freático.
- Número y coordenadas del taladro perforado, ángulo con la vertical (zenital) y dirección (azimut).
- Nombre del perforista y tipo de máquina.
- Fecha de instalación y de desmontaje.
- Profundidad del agua en el taladro antes de que la perforación comience cada día.
- Fecha de cada avance.
- Cálculo de la profundidad de cada avance/corrida.
- Tipo y número de broca para cada avance/corrida.
- Presión y velocidad de rotación de la broca.
- Tiempos de inicio y de finalización de cada avance/corrida (aproximado a los 5 minutos más cercanos): duración de cualquier demora y número de veces que el portabrocas ha sido quitado en el caso de ser aplicable.
- Causas de posibles pérdidas de núcleos que se hayan dejado en el taladro.
- Notas respecto a caídas de las varillas debido a las cavidades.
- Ubicación de todas las capas excepcionalmente débiles o excepcionalmente duras.

- Pérdidas estimadas de agua o del fluido de perforación o infiltraciones, con ubicación de ocurrencias.
- Registro fotográfico de cada una de las cajas guardatestigos (entrega final). Se remitirá negativo de las fotos y dos copias de las mismas, en álbum fotográfico con identificación.
- Cualquier otro dato que pueda ser de importancia para la interpretación de los núcleos.

2.6.3 Inyecciones

Se considera la ejecución de los siguientes trabajos de inyección:

a) Inyecciones de relleno

- Túnel de aducción: en la zona de la clave, en forma sistemática, si es revestido con concreto.
- Ventanas: en la clave de las zonas revestidas con concreto, en la zona de encuentro con el túnel de aducción.
- Conducto forzado en la clave de los codos superior e inferior, si éste es revestido con concreto.
- Túnel de presión (conducto forzado): en la clave del túnel de presión, si éste es revestido con concreto y en la clave del tramo blindado.

b) Inyecciones de contacto blindaje-concreto

- Túnel de presión, tramo blindado: A lo largo del todo el tramo blindado.

c) Inyecciones de consolidación

Se ejecutarán a los 28 días de concluidos los concretos o cuando lo requiera

- Túnel de aducción, en forma eventual
- Conducto forzado: a lo largo de todo el conducto, incluyendo los codos superior e inferior.

d) Inyecciones de impermeabilización

Se ejecutarán cortinas de inyección en las siguientes obras:

- Ventanas: en la zona de los tapones, a los 7 días de haberse concluido las inyecciones de relleno de clave, o cuando lo ordene el Gerente.
- Túnel de presión: al inicio del tramo blindado, a los 7 días de haberse concluido las inyecciones de consolidación en los piques, o cuando lo ordene el Gerente.

Eventualmente en el túnel de aducción sería necesario efectuar inyecciones de impermeabilización en las zonas con fuerte presencia de agua.

2.6.3.1 Materiales de inyección

Las lechadas que se utilicen en las inyecciones deberán estar compuestas por cemento y agua: cemento, arcilla ~ agua; cemento, bentonita ~ agua o cemento, arena y agua. Ocasionalmente se especificará el uso de aditivos.

El Contratista deberá suministrar, almacenar y manipular los materiales de inyección, protegiéndolos de todo daño o alteración.

El cemento Portland normal, tipo 1, y el agua para la inyección cumplirán lo especificado para las obras de concreto. En caso de usarse cemento a granel, el Contratista deberá disponer de silos adecuados para su almacenamiento y un sistema de pesaje automático para la dosificación.

La arena para inyecciones deberá estar formada por partículas duras, resistentes, estables, limpias de forma generalmente redondeada o cúbica.

La arena deberá ser bien adecuada y el 100 % de sus partículas menor que la malla U.S. Standard N° 6, del 20 y al 50 % en peso deberá pasar por la malla U.S. Standard N° 50 y no más de un 5 % pasar por la malla N° 200.

La arcilla deberá cumplir con lo siguiente: porcentaje de arena en peso inferior a 5%; límite líquido superior a 500%; índice de plasticidad superior a 30% y porcentaje de decantación máximo 5 % para una concentración en peso (arcilla/agua) = 0.10.

La bentonita deberá cumplir con las siguientes características, límite líquido mayor que 300 %, índice de plasticidad mayor que 250 %, para una concentración de 5 % en peso (empleando filtro prensa Baroid

- espesor del cake menor que 1.5 mm
- agua libre menor que 23 cc
- viscosidad mayor que 35 s

El Gerente podrá determinar variaciones de estos límites, considerando todas las propiedades en conjunto

El Gerente determinará si es necesario utilizar aditivos en ciertos casos, los que serán propuestos por el Contratista y sometidos a la aprobación del Gerente.

2.6.3.2 Dosificación de la mezcla de inyección

Las características generales de las dosificaciones serán las que se indican a continuación, las que podrán ser modificadas por las indicadas en los planos o por el Gerente.

El Contratista deberá controlar periódicamente que se cumpla con la dosificación especificada.

a) Morteros de inyección

Los morteros de inyección estarán constituidos por una mezcla de arena, cemento, agua y bentonita o arcilla.

El Contratista deberá confeccionar diagramas triangulares: arena, cemento, agua, incluyendo los distintos porcentajes de bentonita o arcilla con la arena. Este diagrama deberá incluir:

- Las curvas de igual viscosidad, medidas en el cono de Marsh de 1cm.
- Las curvas de igual resistencia a 28 días, medidas en probeta ISO.
- La curva de decantación límite, definida como un 5% a las 2 horas, medidas en una probeta de 1 litro de 6 cm de diámetro.
- Las curvas de igual peso específico.

El Contratista propondrá al Gerente para su aprobación las dosificaciones que cumplan con la condición de ser bombeables, estables y cuya resistencia corresponda a la del hormigón que se pretende reemplazar.

b) Lechadas de agua cemento

La inyección se comenzará con una lechada delgada, que será espesada de acuerdo a las condiciones de terreno. La secuencia deberá ser la siguiente:

Tipo de lechada	Cemento	Agua	Razón cemento/agua (en peso)
I	1 saco	85 litros	1:2
II	2sacos	85 litros	1:1
III	3 sacos	85 litros	3:2
IV	4 sacos	85 litros	2:1

c) Lechadas de arcilla o bentonita con cemento

Sólo se deberán utilizar lechadas estables de arcilla o bentonita con cemento, para las cuales el porcentaje de agua aflorada en una probeta de 1,000 cc de capacidad y 6 cm de diámetro no debe ser superior a un 5 % de la altura de la columna de la lechada a las 2 horas de preparada.

Una vez elegidos los materiales y aceptados por el Gerente, el Contratista deberá confeccionar un diagrama triangular que permita elegir las dosificaciones a usar, de acuerdo a las propiedades reológicas de las lechadas estudiadas.

A partir del diagrama triangular se elegirán cinco tipos de lechadas que, además de ser estables, deberán cumplir con las siguientes condiciones:

Tipo de lechada	Viscosidad (s)	R7 días	Dosificación	Uso de la lechada
0	28 - 28.5	0	E-A	lubricación
I	32 - 35	10 - 15	E.A-C	inyección
II	40- 43	10 - 15	E.A-C	inyección
III	50 - 53	10 - 15	E.A-C	inyección
IV	60	10 - 15	E-A-C	inyección

En la tabla anterior, la viscosidad corresponde a la medida en cono de Marsh de 4.75 mm; la resistencia 'R7' es la mínima a la compresión simple, medida en probetas 150; en la dosificación E corresponde al agua. A la arcilla o a la bentonita y C al cemento.

Para la preparación de lechada de cemento con bentonita, ésta se hidratará inicialmente por un plazo mínimo de una hora, añadiendo después el agua.

d) Lechadas de inyección detrás de blindajes

Se utilizará en principio una lechada a base de agua, cemento, bentonita o arcilla y un plastificante o expansor.

El Contratista propondrá al Gerente una dosificación para su aprobación, que cumpla con las siguientes condiciones: viscosidad comprendida entre 35 y 40 segundos; decantación nula; retracción nula y resistencia a los 28 días superior a 120 kg/cm². El Gerente podrá modificar esta dosificación para ajustarla a los materiales que se utilicen y a las condiciones particulares de cada caso.

2.6.3.3 Equipos de inyección

Las inyecciones se harán con el sistema de línea directa y todos los componentes del circuito deberán ser capaces de soportar las presiones requeridas.

Todos los equipos de inyección deberán contar con unidades de reserva que permitan reemplazar, en cualquier momento, a una unidad defectuosa. Se suministrarán los circuitos de tal forma que las bombas de reserva puedan entrar en operación en 10 minutos.

En cada circuito deberá contarse a lo menos, con los siguientes equipos: un mezclador, un agitador, una bomba de inyección, un medidor de agua, manómetros en las cañerías, válvulas de control y una batería de control.

Cuando los diversos elementos de la planta de inyección estén situados en posiciones tales que no haya una satisfactoria comunicación oral con voz normal, entre el sitio de ubicación del taladro que esté siendo inyectado y la planta de mezclado y agitado, el Contratista instalará un medio efectivo de clara comunicación oral, tal como un sistema de teléfono o de radio, el cual deberá satisfacer al Gerente. Si no se dispone de sistemas aceptables de comunicación, el Gerente detendrá las obras hasta que tal sistema de comunicación se instale.

Los mezcladores deberán tener una capacidad mínima de 100 litros y ser capaces de preparar las lechadas especificadas. No se permitirán mezcladores verticales u horizontales que operen a velocidades inferiores a 1,250 rpm., ni aquellos que operen por descarga de chorros de aire comprimido.

Los agitadores deberán tener una capacidad mínima de 150 litros y ser capaces de mantener la lechada en agitación durante un tiempo suficiente, para prevenir cualquier señal de afloramiento de agua en su superficie. Los tanques para almacenamiento de la mezcla de inyección serán del tipo de tambor doble y su alimentación deberá estar equipada con tamices adecuadamente dimensionados, para remover todo material endurecido o extraño, mayor de 1 mm, de la lechada que entre a los tanques desde las mezcladoras y desde las líneas de retorno de lechada.

Las bombas de inyección deberán ser capaces de desarrollar una presión de 50 kg/cm² para un gasto de 2 litros por minuto. El requisito de presión podrá ser modificado si el Contratista demuestra, a satisfacción del Gerente, que sus procedimientos de inyección lo permiten.

Las bombas deberán tener controles que permitan variar el gasto suavemente entre 2 y 30 litros por minuto y enclavar la presión y gasto máximos.

Los medidores de agua deberán ser del tipo de disco, de diámetro no menor que 15 cm, con lectura de litro en litro. Aguas arriba del medidor se deberá colocar un filtro con válvula de descarga, para impedir que pase arena y partículas abrasivas por el medidor.

Las cañerías de inyección serán de 1 pulgada de diámetro nominal y deberán conectarse a la bomba por medio de una válvula de descarga y un manómetro de control, ubicados en el extremo de aguas arriba. En el extremo de aguas abajo la cañería se conectará directamente a la hatería de control.

La batería de control deberá contar con válvulas de paso y de descarga, un medidor de gasto, un manómetro, un inscriptor automático de presión y una manguera de unión a la cañería o niple de inyección.

El medidor de gasto deberá estar equipado con totalizador y tener una precisión de ± 1 litro.

Todas las válvulas en el circuito de inyección deberán ser de accionamiento rápido y paso directo con vástago lubricado (tipo esfera) de 1" de diámetro.

El manómetro ubicado a la salida de la bomba y el de la hatería de control serán iguales, del tipo Bourdon para servicio pesado. Deberán conectarse a través de una protección de membrana y ser llenados con glicerina.

Se deberán emplear manómetros en que la presión de inyección especificada esté comprendida entre un 20% y un 80 % del rango completo de la escala del manómetro. La precisión de ellos deberá ser ± 1 % de la escala completa.

El Contratista deberá proporcionar un manómetro patrón estándar calibrado, que deberá ocuparse para controlar regularmente la precisión y estado de los manómetros.

El inscriptor automático y continuo de presión deberá tener los rangos y precisión especificados para los manómetros. El Contratista deberá justificar que sus equipos de inyección le permitirán trabajar permanentemente con las presiones máximas requeridas. No obstante lo anterior, podrá

aceptarse el sistema de inyección con retorno. En este caso, la cañería deberá tener un diámetro mínimo de 1½". La batería de control deberá contar, además de lo ya indicado, con un dispositivo regulable que permita controlar en forma segura la presión y el gasto de inyección. Este dispositivo no podrá basarse en pérdidas de carga de un orificio o de una válvula.

El Contratista deberá, además, disponer de una cantidad adecuada de obturadores para utilizarlos cuando su empleo sea indicado en las especificaciones o por el Gerente. Su diseño deberá ser aprobado por este último. Los obturadores o tapones anulares deberán poder sellar los taladros en las profundidades especificadas y a una presión efectiva máxima de 0.1 kg/cm², sin sufrir filtraciones, manteniendo las presiones de agua iguales a la máxima de inyección que tienen que soportar.

En las áreas en las cuales el concreto está blindado en acero en las que se deben realizar inyecciones de contacto entre concreto-roca y entre blindaje concreto, se requerirá que los niples se atornillen dentro de los taladros de inyección previstos en el revestimiento de acero, en el cual puedan ser instalados los tapones anulares o en el cual puedan ser fijadas las conexiones de inyección. La longitud de la rosca de los niples deberá estar limitada para prevenir que éstos se atornillen excesivamente dentro de los taladros se bloqueen la interfase acero/concreto. Se deberá disponer de un adecuado stock de niples, a fin de posibilitar que las inyecciones se apliquen por detrás de la plancha de acero.

2.6.3.4 Procedimientos de inyección

a) Generalidades

Las secuencias detalladas de inyección, la ubicación de los obturadores la secuencia de las conexiones, los tipos básicos de jechadas a utilizar en cualquier momento y otras informaciones que puedan ser necesarias, serán entregadas por el Contratista al Gerente para su aprobación a medida que avanza el trabajo.

La programación de las operaciones de inyección deberá someterse a la aprobación del Gerente. Este podrá determinar la suspensión parcial o total de los trabajos de inyección si éstos provocan trastornos o daños al resto de los trabajos.

En caso que las inyecciones puedan introducir solicitaciones importantes en estructuras de concreto o roca adyacentes, los planos, estas especificaciones o el Gerente determinarán los plazos mínimos requeridos antes de ejecutarse las inyecciones

No se realizará ninguna inyección dentro de los 20 m del extremo de una sección incompleta de los trabajos de concreto ni dentro de los 20 m de cualquier concreto de menos de veintiocho 28 días de vaciado.

El Contratista deberá controlar constantemente todas las superficies de blindajes, concreto y roca ubicados en las zonas donde se realicen inyecciones. En caso de producirse desplazamientos o fisuras en ellos, el Contratista deberá reducir la presión y notificar inmediatamente al Gerente. El Contratista deberá tomar las medidas de precaución que determine el Gerente, tales como engrosar o cambiar la lechada a detener la inyección.

El Contratista deberá observar cuidadosamente la salida de la lechada en las perforaciones abiertas y cañerías o en cualquier grieta o fisura en la superficie del concreto o roca. Si ocurren tales afloramientos, el Contratista informará inmediatamente al Gerente y deberá adoptar de inmediato las medidas que se requieran, contando con el visto bueno del Gerente.

Al terminar la inyección de una etapa de una perforación, el Contratista deberá cerrar la válvula de la tubería por un mínimo de 2 horas antes de desarmar el conjunto, si el Gerente no lo determina en otra forma.

Las perforaciones adyacentes a la que se está inyectando deberán ser obturadas, para evitar que la presión pueda subir en estas perforaciones, en el caso de comunicación,

Si se temieran desplazamientos debidos a la inyección, el Contratista instalará dispositivos sonoros o luminosos que permitan detectarlos, con una precisión de ± 1.5 mm. cuando el desplazamiento afecte estructuras y ± 5 xmo si no las hay. Asimismo, deberá instalar puntos de referencia fijos a lo largo de toda la superficie de trabajo. que deberá controlar topográficamente. El Gerente aprobará u ordenará su colocación y fijará las exigencias correspondientes.

b) Presiones de inyección

El rango de las presiones a utilizar es el indicado en los planos. en las especificaciones técnicas o el dado por el Gerente

Las presiones que se usarán deberán ser aprobadas por el Gerente en cada caso específico. Todas las presiones de inyección deberán medirse en el manómetro ubicado en la batería de control.

Bajo ninguna circunstancia se deberá aumentar en forma brusca la presión o el gasto de inyección. lo que podría provocar obstrucciones. fisuras en el concreto. grietas en la roca o desplazamiento de las estructuras de concreto

En general. para el caso de inyecciones de consolidación y de impermeabilización, la relación entre presión máxima y gasto de inyección deberá regirse por la siguiente regla empírica:

$$p \leq A + (25 - Q) \cdot H/R$$

p	=	presión máxima de inyección, en kg/cm^2 , medida en la batería de control.
Q	=	gasto de inyección, en litros/minuto
H	=	distancia del tramo inyectado a la superficie libre más próxima en metros
A y R	=	constantes definidas para distintos casos

Se considerará que se ha alcanzado la presión de rechazo cuando, de acuerdo a la regla de presiones, el gasto se hace igual al mínimo permitido, de 5 litros/minuto.

Para el caso de inyecciones de relleno, las presiones máximas a utilizar serán las indicadas en los planos, en estas especificaciones o las dadas por el Gerente.

c) Volúmenes de inyección

Para el caso de inyecciones que se realizan en distintos ciclos de perforación e inyección, tanto para lechadas de agua-cemento como de bentonita o arcilla-cemento, se comenzará inyectando lechada 1 y si levanta presión se seguirá hasta el rechazo. Si no levanta presión cuando se han inyectado 200 litros, será necesario ir cambiando la lechada hasta obtener el rechazo o enterar un volumen total de 500 litros por metro de perforación. Si no se ha logrado el rechazo, no se podrá reanudar la perforación sino hasta 24 horas después de terminada la inyección.

Si la inyección de una perforación debe detenerse antes de su colmatación. sea por discontinuidad de turnos o por fallas del equipo, deberá seguirse tratando posteriormente. por lo cual deberá lavarse inmediatamente después de la detención. Si al reiniciarse la inyección la perforación no admite lechada, el Contratista estará obligado a ejecutar otra para completar la inyección.

La cañería con la válvula se retirará a lo menos 2 horas después de terminada la inyección. Si al retirarla se produce escurrimiento de lechada, la perforación deberá obturarse.

En caso que se produzcan comunicaciones de lechada con perforaciones adyacentes. se deberá engrosar la lechada. Si no se produce la colmatación. deberá sellarse dicha perforación. El Gerente determinará si esta perforación se da por inyectada o es necesario inyectarla de nuevo.

d) Gasto de inyección

Cualesquiera sea el equipo utilizando y la lechada empleada, el gasto de inyección no podrá ser superior a 25 litros por minuto ni inferior a 5 litros por minuto.

Cuando la admisión es franca, el costo medio recomendado es 13 litros por minuto

e) Criterio para dar por terminada la inyección

A menos que el Gerente lo determine de otra forma, la inyección de una perforación se dará por terminada si la admisión de lechada es igual o inferior a 5 litros minuto durante 5 minutos a la presión de rechazo "p" especificada en el numeral b anterior o si se ha inyectado más de 500 l. tres por metro de perforación.

f) Registro de inyecciones

El Contratista deberá llevar un registro detallado de las inyecciones realizadas, en que aparezca identificado el tramo de inyección, el tipo de dosificación empleada, la cantidad de mortero o de lechada inyectada y las comunicaciones obtenidas. También deberá indicar el espesor del concreto atravesado, longitud del tramo vacío, además del costo y presión del amia filtrante, si la hubiere. Estos antecedentes deberán entregarse diariamente al Gerente. Este podrá solicitar al Contratista que incluya otra información que a su juicio sea de interés.

2.6.3.5 Inyecciones de relleno

Esta cláusula se refiere fundamentalmente a las inyecciones de relleno de bóvedas de túneles. Al término de esta cláusula también se indica cómo proceder en el caso de inyecciones de relleno de sobre excavaciones en túneles.

Las perforaciones para inyecciones de relleno de bóveda deberán hacerse de acuerdo a lo indicado en los planos, estas especificaciones o a lo que el Gerente establezca. Estas perforaciones deberán atravesar el concreto y penetrar 0.20 m en la roca. Su diámetro mínimo será de 1/2" En el caso de túneles blindados, estas perforaciones corresponderán con las incorporadas en el palastro, con este objeto.

Para los efectos de la inyección de relleno de bóveda de túneles, la zona a inyectar se supondrá dividida en tramos de aproximadamente 20 m.

No se podrá ninguna inyección sin tener un avance de las perforaciones correspondientes por lo menos en 40 m ni antes de 28 días de concretada la bóveda, salvo indicaciones en contrario del Gerente. La inyección se realizará con mortero, cuya dosificación haya sido aprobada por el Gerente, según la cláusula 2.6.3.2 a

En el caso que se presente el relleno de un gran (hueco o catedral), el Gerente podrá determinar la colocación de un tubo de aireación por una perforación vecina a la inyección.

La inyección se iniciará por la primera perforación no del tramo de 20 m. Cuando salga mortero por la perforación vecina, se dejará escurrir hasta que salga de la misma consistencia que la inyectada ~ en ese momento se obturará

Se continuará la inyección, a partir de la misma perforación, hasta que se logre el rechazo o se comunique con la primera perforación del tramo siguiente. En este caso se dará por terminada la inyección del tramo. En caso de rechazo, la inyección deberá recomenzarse por una perforación libre vecina.

La inyección del tramo contiguo no podrá iniciarse antes de 24 horas, salvo que el Gerente lo determine de otra forma.

Deberá inyectarse utilizando solamente bombas de inyección.

La presión mínima de inyección será de 4 kg/cm^2 , medidos en la hatería de control. Sin embargo el Gerente podrá modificar dicha presión en zonas en que a su juicio así convenga.

En el caso de relleno de sobre excavaciones que hayan debido dejarse pendientes durante la construcción del res revestimiento de concreto del túnel, el Contratista estará obligado a proporcionar al Gerente todos los antecedentes necesarios. Entre éstos deberá anotarse el kilometraje y posición de la zona, el gasto y la presión aproximada del agua, si la hubiere, información sobre los elementos adoptados para desviar el agua durante el concretado y, en general, todos aquellos, antecedentes que permitan al Gerente calificar las dificultades que se tendrán durante la ejecución de las inyecciones.

De acuerdo a estos antecedentes, el Contratista deberá proporcionar al Gerente un procedimiento de relleno adecuado para cada circunstancia.

2.6.3.6 Inyecciones de contacto blindaje - concreto

Esta cláusula se refiere fundamentalmente a las inyecciones de relleno entre los blindajes metálicos y el concreto de confinamiento.

Estas inyecciones se efectuarán a través de las perforaciones que se dejarán en los blindajes para estos efectos. En el caso que dichas perforaciones sean insuficientes, el Gerente fijará los criterios para realizar directamente en el terreno las perforaciones faltantes. Estas deberán ser como mínimo dos por cada zona delimitada que debe ser inyectada.

El diámetro de las perforaciones será de $\frac{1}{4}$ ". Deberá soldarse una copla de I sobre la perforación, para la conexión del equipo de inyección.

Utilizando las perforaciones existentes en el blindaje, se deberán hacer ensayos de agua, con el fin de ver si se establece comunicación con alguna perforación vecina.

Estas pruebas se harán en tramos de una longitud máxima de 20 m, procediendo a inyectar agua sistemáticamente en cada una de las perforaciones, con una presión máxima de 2 kg/cm^2 , medidos en la batería de control. Sin embargo, el Gerente podrá modificar dicha presión en zonas en que a su juicio así convenga. El Contratista deberá llevar un registro en que se anote la ubicación de la perforación, las comunicaciones producidas, los volúmenes aproximados de huecos y la presión necesaria para establecer la comunicación. Copia de este registro deberá hacerse llegar diariamente al Gerente.

Si lo estima necesario para complementar las pruebas de agua, el Gerente hará un reconocimiento sónico, mediante golpe de martillo, que permita reconocer las zonas huecas existentes. Estas zonas serán delimitadas e identificadas convenientemente.

Las inyecciones deberán iniciarse en las zonas de cotas inferiores, tanto en el sentido longitudinal del blindaje.

Si la separación entre palastros y concreto fuere superior a 10 cm, se deberá realizar una inyección primaria, con mortero de inyección, de acuerdo a la cláusula 2.6.3.2 a. y luego de 24 horas se podrá completar la inyección con lechada, de acuerdo a la cláusula 2.6.3.2 d.

La presión máxima de inyección será de 2 kg/cm^2 . El Gerente podrá modificar dicha presión en zonas en que a su juicio así convenga.

Para iniciar la inyección se deberá colocar un niple o conector, con válvula de paso en la copla u orificio de inyección.

El proceso de inyección requiere que, una vez establecida la comunicación se espere hasta que la lechada que sale sea de la misma consistencia que la lechada que entra. En este momento se obturará la salida con un tapón y se mantendrá la presión máxima por 5 minutos. A continuación

Se cerrará la válvula de paso y se dará por terminada la inyección de esa zona. No podrá retirarse el niple o conector antes de 2 horas.

2.6.3.7 Inyecciones de consolidación

Las perforaciones para las inyecciones de consolidación serán de un diámetro mínimo de 1 ½ y el rango de sus longitudes y separaciones serán indicados en los planos o por el Gerente.

Cuando se trate de áreas localizadas, no definidas en los planos, el Gerente definirá la ubicación y orden de ejecución de las perforaciones.

En cada aureola o línea de inyección se numerarán las perforaciones en orden correlativo.

Se comenzará perforando o inyectando primeramente las perforaciones impares. Después de 8 horas de terminada la inyección de éstas se podrá continuar con la perforación e inyección de las perforaciones pares. Normalmente no deberá iniciarse la perforación de la aureola o línea siguiente sin haber terminado totalmente la inyección de la primera. Sin embargo, el Gerente podrá autorizar la perforación previa de varias aureolas o líneas si a su juicio esto le parece conveniente.

2.6.3.8 Inyecciones de impermeabilización

a) Condiciones generales

Se ejecutarán perforaciones para efectuar posteriormente inyecciones de impermeabilización donde se indique en los planos, en las especificaciones o donde sea ordenado por el Gerente.

Para definir la necesidad de inyectar una perforación o un tramo de ella, el Gerente solicitará la ejecución de controles o de ensayos, de acuerdo a lo que se indica a continuación:

En el caso que por la perforación aparezcan filtraciones, se medirá el gasto de ellos y en caso necesario, la presión mediante un manómetro unido a la perforación con un obturador ubicado por lo menos a 1 m de profundidad.

Para ejecutar las cortinas impermeables, cuyo detalle aparece definido en los planos, en las especificaciones o por el Gerente, se deberán seguir las pautas que se indican a continuación.

Se contempla la ejecución de tres tipos de perforaciones: primarias, secundarias (entre dos primarias) y terciarias (entre primaria y secundaria). La longitud de las perforaciones será fijada en los planos, en las especificaciones o por el Gerente. Esta longitud podrá ser modificada por el Gerente, de acuerdo a los resultados de admisiones obtenidas en el terreno.

Se deberán seguir las siguientes secuencias de perforación de inyección:

- Primero se realizarán todas las perforaciones primarias a modo de reconocimiento, inyectándose a continuación todas las correspondientes a un tramo de la longitud mínima establecida en los planos o por el Gerente.

La perforación e inyección se hará por tramos descendentes y con pruebas de infiltración en cada tramo, en la forma establecida en la cláusula 2.6.4..

- Una vez terminada la inyección de las perforaciones primarias correspondientes a un tramo, se procederá a perforar e inyectar todas las perforaciones secundarias del mismo tramo, prosiguiéndose a continuación con las terciarias en forma similar.
- No se podrá comenzar la perforación e inyección de ninguna de ellas si no se encuentran perfectamente inyectadas las perforaciones adyacentes.

Las perforaciones primarias se perforarán por tramos descendentes de 3 metros. Cada tramo deberá someterse, a modo de reconocimiento, a un ensayo de permeabilidad tipo Lugeón clásico, vale decir, con una presión máxima de 10 kg/cm² durante 10 minutos, sin efectuar incrementos y decrementos de presión.

Si la permeabilidad medida es igual o inferior a 3 Lugeón, se podrá continuar de inmediato la perforación de un nuevo tramo. En caso contrario, deberá inyectarse, aislándolo con un obturador simple y procediendo como se indica más adelante en relación a las lechadas, presiones y volúmenes de inyección.

Si a juicio del Gerente las admisiones obtenidas en las perforaciones primarias fueran importantes, las perforaciones secundarias deberán ser ejecutadas en forma similar a las primarias, pudiendo en estos casos suprimir-se los ensayos Lugeón. Se perforarán e inyectarán en forma inmediata las perforaciones secundarias, por tramos descendentes de 3 metros. Igual cosa se hará con las perforaciones terciarias, en caso que las secundarias registren admisiones importantes.

Si las admisiones obtenidas en las perforaciones primarias no fueran importantes, entonces las perforaciones secundarias y terciarias se perforarán sin detenciones en toda su extensión. Después de terminada, cada perforación deberá lavar-se con agua y aire a presión, a fin de extraer todas las partículas de sedimentos de las paredes. Concluido el lavado, se colocará el obturador simple a 5 m del fondo y se procederá a inyectar-la de acuerdo a lo que se indica a continuación en relación a las lechadas, presiones y volúmenes de inyección.

En cuanto a las perforaciones secundarias y terciarias, cada vez que se inicie el proceso de inyección de un nuevo tramo, se comenzará inyectando 150 litros de lechada tipo O, a fin de lubricar las paredes de la tubería, sondaje y grietas.

El proceso seguirá igual que para las perforaciones primarias, tratando de llegar al rechazo o limitando la inyección por volumen si éste no se logra.

En caso de producirse el rechazo, podría continuarse inmediatamente la inyección del tramo siguiente, teniendo cuidado de sacar el obturador de la perforación y lavarlo adecuadamente, con el fin de asegurar el inicio de la inyección del tramo siguiente con lechada tipo O sin contaminación.

Si no se ha logrado el rechazo, siguiente no podrá ser inyectado antes de 24 horas.

b) Inyecciones de impermeabilización en túneles y piques

Para detectar eventuales filtraciones en túneles, el Gerente podrá ordenar la ejecución de hasta 4 perforaciones piloto delante del frente de excavación, buscados en los extremos de dos diámetros perpendiculares entre sí.

Estas perforaciones se iniciarán en las proximidades del perímetro de la excavación siguiendo la generatriz de un cono que tendrá un ángulo levemente divergente, para terminar como máximo a una distancia de 1.5 m. por el exterior del perímetro de la excavación. Estas perforaciones se ejecutarán por tramos parciales de 5 m. tendrán un diámetro mínimo de 1 1/2" y podrán ejecutar se herramienta de rotoperusión. La longitud total de perforación la fijará el Contratista, pero se deberá reconocer. Como mínimo una longitud igual a la del tramo por excavar aumentada en 5 m, debiéndose reconocer en este caso, 20 m. como mínimo.

En caso de estimarlo necesario, el Gerente podrá ordenar perforaciones de exploración adicional o la extracción de testigos.

Al constatar filtraciones importantes en una de las perforaciones de un tramo de 5 m. de las perforaciones piloto. El Gerente podrá ordenar la inyección inmediata de dicha perforación, antes de continuar avanzando con las otras perforaciones.

En otros casos, el Gerente podrá ordenar que se ejecute la inyección de las perforaciones piloto de un tramo, antes de continuar con las perforaciones del tramo siguiente.

Durante la ejecución de las perforaciones piloto, se deberán registrar las distancias a las cuales se detecta agua, apreciar su magnitud y, en general, informar al Gerente de toda falla. Filtración, vacío o anomalía que aparezca. También se deberá informar si las filtraciones llevan arrastre sólido en suspensión.

Dependiendo del volumen de las filtraciones que aparezcan en las perforaciones piloto, el Gerente podrá ordenar inyecciones de impermeabilización de la roca, alrededor del túnel, del tipo arcilla o bentonita-cemento. En algunos casos, el Gerente podrá ordenar la inyección sistemática inmediata de la roca en torno del túnel, sin ejecutar los controles previos mencionados anteriormente.

Las perforación para la inyección de impermeabilización se deberán ejecutar siguiendo una disposición cónica, del tipo paraguas o aureolas distribuidas uniformemente alrededor del eje de simetría del túnel o pique, con una inclinación variable entre 0° y 90° , según sea el objetivo y las de exigencias de impermeabilización en el proyecto.

ANEXO II
CUADROS

RELACION DE CUADROS

CUADRO N°	1	DISTRIBUCION DE CARGA ROCA TIPO I
CUADRO N°	2	DISTRIBUCION DE CARGA ROCA TIPO II
CUADRO N°	3	DISTRIBUCION DE CARGA ROCA TIPO IIIA
CUADRO N°	4	DISTRIBUCION DE CARGA ROCA TIPO IIIB
CUADRO N°	5	PRESUPUESTO DE OBRA
CUADRO N°	6	PROGRAMA CONTRACTUAL VS EJECUCION REA/
CUADRO N°	7	METRADOS DE EXCAVACION REALES POR TRAI
CUADRO N°	8	MONTO EJECUTADOS REALES
CUADRO N°	9	METRADOS REALMENTE EJECUTADOS
CUADRO N°	10	ANALISIS DE RENDIMIENTO DIARIO PROMEDIO
CUADRO N°	11	ANALISIS DE RENDIMIENTO DIARIO PROMEDIO

CUADRO N° 01 - DISTRIBUCION DE CARGA - ROCA TIPO I

DESCRIPCION	FULMINANTE FANEL	N° DE TALADROS	CARGA UNITARIA			CARGA TOTAL			PESO		
			1 1/2"x12"x65%	1 1/2"x12"x80%	7/8"x8"x45%	1 1/2"x12"x65%	1 1/2"x12"x80%	7/8"x8"x45%	Kg/cartucho	Total (kg)	
ARRANQUE	1R	2		10			20		0 416	8 320	
	3R	2		9			18		0 416	7 488	
	5R	2		9			18		0 416	7 488	
AYUDA DE ARRANQUE	1B	2		9			18		0 416	7 488	
	3B	2		9			18		0 416	7 488	
	5B	2	7			14			0 390	5 460	
	7B	2	7			14			0 390	5 460	
	9B	2	7			14			0 390	5 460	
AYUDA DE CUADRADORES	12B	8	7			56			0 390	21 840	
AYUDA DE ARRASTRES	13B	4	7			28			0 390	10 920	
CUADRADORES	14B	19	1		9	19		171	0 390	0 081	21 261
ARRASTRES	16B	5	7		2	35		10	0 390	0 081	14 460
TOTAL		52				180	92	181			123.133

Longitud de Perforación 3.6000 m
 Peso Total de carga 123.1330 kg
 Area de sección 11.0071 m²
 Volúmen 39.6256 m³

Carga Especifica	3.1074	kg/m³
-------------------------	---------------	-------------------------

CUADRO N° 02 - DISTRIBUCION DE CARGA - ROCA TIPO II

DESCRIPCION	FULMINANTE FANEL	N° DE TALADROS	CARGA UNITARIA			CARGA TOTAL			PESO		
			1 1/2"x12"x65%	1 1/2"x12"x80%	7/8"x8"x45%	1 1/2"x12"x65%	1 1/2"x12"x80%	7/8"x8"x45%	Kg/cartucho	Total (kg)	
ARRANQUE	1R	2		8			16		0.416	6.656	
	3R	2		7			14		0.416	5.824	
	5R	2		7			14		0.416	5.824	
AYUDA DE ARRANQUE	1B	2		6			12		0.416	4.992	
	3B	2		6			12		0.416	4.992	
	5B	2	5			10			0.390	3.900	
	7B	2	5			10			0.390	3.900	
AYUDA DE CUADRADORES	12B	9	5			45			0.390	17.550	
AYUDA DE ARRASTRES	13B	4	5			20			0.390	7.800	
CUADRADORES	14B	19			7			133	0.390	0.081	10.773
ARRASTRES	16B	5	5		1		25	5	0.390	0.081	10.155
TOTAL		51				110	68	138			82.366

Longitud de Perforación 3.000 m
 Peso Total de carga 82.3660 kg
 Area de sección 11.0071 m²
 Volúmen 33.0213 m³

Carga Especifica	2.4943	kg/m³
-------------------------	---------------	-------------------------

CUADRO N° 03 - DISTRIBUCION DE CARGA - ROCA TIPO IIIA

DESCRIPCION	FULMINANTE FANEL	N° DE TALADROS	CARGA UNITARIA			CARGA TOTAL			PESO		
			1 1/2"x12"x65%	1 1/2"x12"x80%	7/8"x8"x45%	1 1/2"x12"x65%	1 1/2"x12"x80%	7/8"x8"x45%	Kg/cartucho	Total (kg)	
ARRANQUE	1R	2		5			10		0.416	4.160	
	3R	2		5			10		0.416	4.160	
AYUDA DE ARRANQUE	1B	2		4			8		0.416	3.328	
	3B	2		4			8		0.416	3.328	
	5B	2	3			6			0.390	2.340	
	7B	2	3			6			0.390	2.340	
AYUDA DE CUADRADORES	12B	8	3			24			0.390	9.360	
AYUDA DE ARRASTRES	13B	4	3			12			0.390	4.680	
CUADRADORES	14B	15			5			75	0.390	0.081	6.075
ARRASTRES	16B	5	3		1	15		5	0.390	0.081	6.255
TOTAL		44				63	36	80		46.026	

Longitud de Perforación	1 8000	m
Peso Total de carga	46 0260	kg
Area de sección	11 0071	m2
Volúmen	19 8128	m3

Carga Especifica	2.3230	kg/m3
-------------------------	---------------	--------------

CUADRO N° 04 - DISTRIBUCION DE CARGA - ROCA TIPO IIIB

DESCRIPCION	FULMINANTE FANEL	N° DE TALADROS	CARGA UNITARIA			CARGA TOTAL			PESO	
			1 1/2"x12"x65%	1 1/2"x12"x80%	7/8"x8"x45%	1 1/2"x12"x65%	1 1/2"x12"x80%	7/8"x8"x45%	Kg/cartucho	Total (kg)
ARRANQUE	1R	2	3			6			0.390	2.340
	3R	2	3			6			0.390	2.340
AYUDA DE ARRANQUE	1B	2	3			6			0.390	2.340
	3B	2	3			6			0.390	2.340
	5B	2	3			6			0.390	2.340
	7B	2	3			6			0.390	2.340
AYUDA DE CUADRADORES	12B	8	3			24			0.390	9.360
AYUDA DE ARRASTRES	13B	4	3			12			0.390	4.680
CUADRADORES	14B	12			8		96		0.081	7.776
ARRASTRES	16B	5	4			20			0.390	7.800
TOTAL		41				92		96		43.656

Longitud de Perforación 1.5000 m
 Peso Total de carga 43.6560 kg
 Area de sección 13.4924 m²
 Volúmen 20.2386 m³

Carga Especifica	2.1571	kg/m³
-------------------------	---------------	-------------------------

CUADRO N° 05 - PRESUPUESTO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UND	MONTO OFERTADO		
			CANTIDAD	P.U. \$	PARCIAL \$
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES Y TEMPORALES				794,028.90
1 01	Campamentos (Anexo A 2)	gl	1 00	442 000 00	442 000 00
1 02	Oficinas del Gerente en el terreno	gl	1 00	13 184 00	13 184 00
1 03	Demolición de escuela	gl	1 00	4 525 90	4 525 90
1 04	Construcción escuela	gl	1 00	26 400 00	26 400 00
1 05	Movilización y desmovilización	gl	1 00	307 919 00	307 919 00
2.00	ACCESOS A LOS FRENTE DE TRABAJO				811,398.70
2 01	Accesos a Ventanas 1 y 2 Uruhuasi y Casahuiri (Anexo D)	gl	1 00	801 698 70	801 698 70
2 02	Remoción de derrumbes (accesos a ventanas)	m²	5 000 00	1 94	9 700 00
3.00	TUNEL DE ADUCCION				13,348,825.32
	PORTALES DE VENTANAS 1 y 2				
3 01	Excavación en roca	m³	2 720 00	6 46	17 571 20
3 02	Relleno con material granular	m³	1 170 00	13 44	15 724 80
3 03	Concreto estructural f'c=210 kg/cm²	m³	160 00	91 24	14 598 40
3 04	Acero de refuerzo	kg	13,900 00	0 87	12 093 00
3 05	Encofrado plano vertical (E2)	m²	70 00	23 60	1 652 00
3 06	Encofrado curvo (sección túnel) (E3)	m²	420 00	42 46	17 833 20
	PORTAL VENTANA 1				
3 07	Pernos de Anclaje (3 0 m x 25mm) F A "A"	un	660 00	47 12	31 099 20
3 08	Malla de alambre electrosoldada	m²	370 00	3 51	1 298 70
3 09	Shotcrete sin fibra ni microsilica	m²	40 00	144 69	5 787 60
3 10	Perforaciones para alivio de presión D = 38 mm	m	475 00	6 14	2 916 50
	PORTAL VENTANA 2				
3 11	Pernos de Anclaje (3 0 m x 25mm) F A "A"	un	70 00	47 12	3 298 40
3 12	Pernos de Anclaje (6 0 m x 25mm) F A "B"	un	60 00	100 33	6 019 80
3 13	Malla de alambre electrosoldada	m²	170 00	3 51	596 70
3 14	Shotcrete sin fibra ni microsilica	m²	20 00	144 69	2 893 80
3 15	Perforaciones para alivio de presión D = 38 mm	m	150 00	6 14	921 00
	VENTANA 1				
3 16	Excavación en roca tipo I	m³	1 300 00	51 73	67 249 00
3 17	Excavación en roca tipo II	m³	1 100 00	52 52	57 772 00
3 18	Excavación en roca tipo III A	m³	800 00	46 40	37 120 00
3 19	Excavación en roca tipo III B	m³	520 00	52 91	27 513 20
3 20	Pernos de Anclaje (1 5 m x 25mm) F A "A"	un	420 00	30 63	12 864 60
3 21	Pernos de Anclaje (2 0 m x 25mm) F A "A"	un	1 200 00	36 37	43 644 00
3 22	Shotcrete con fibra de acero F A	m²	35 00	317 63	11 117 05
3 23	Shotcrete con fibra de acero D F	m²	110 00	317 63	34 939 30
3 24	Cerchas de acero tipo W 6x20				
3 24A	-Suministro	kg	4 000 00	1 64	6 560 00
3 24B	-Instalación	kg	3 600 00	1 53	5 508 00
3 25	Perforación para alivio de presión Ø 38 mm	m	50 00	6 14	307 00
3 26	Concreto estructural f'c=210 kg/cm² tapón	m³	90 00	91 24	8 211 60
3 27	Acero de refuerzo tapón	kg	7,800 00	0 87	6 786 00
3 28	Encofrado tapón	m²	72 00	23 60	1 699 20
3 29	Perforación para inyecciones de impermeabilización	m	180 00	8 71	1 567 80
3 30	Cemento para inyecciones	t	80 00	158 28	12 662 40
3 31	Bentonita	kg	5,000 00	0 29	1 450 00
	TRAMO I				
3 33	Concreto estructural f'c=210 kg/cm² para solado	m³	350 00	91 24	31 934 00
3 34	Excavación en roca tipo I	m³	8,000 00	48 07	384 560 00
3 35	Excavación en roca tipo II	m³	8,000 00	49 12	392 960 00
3 36	Excavación en roca tipo III A	m³	5,000 00	51 99	259,950 00
3 37	Excavación en roca tipo III B	m³	3,500 00	60 45	211 575 00
3 38	Pernos de Anclaje (1 5 m x 25mm) F A "A"	un	350 00	30 63	10 720 50
3 39	Pernos de Anclaje (1 5 m x 25mm) D F "A"	un	180 00	30 63	5 513 40
3 40	Pernos de Anclaje (2 0 m x 25mm) F A "A"	un	1,900 00	36 37	69 103 00
3 41	Pernos de Anclaje (2 0 m x 25mm) D F "A"	un	100 00	36 37	3 637 00
3 42	Shotcrete con fibra de acero F A	m²	680 00	317 63	215 988 40
3 43	Shotcrete con fibra de acero D F	m²	120 00	317 63	38 115 60
3 44	Shotcrete sin fibra de acero D F	m²	200 00	147 63	29 526 00
3 45	Malla electrosoldada Ø 4 1 mm	m²	500 00	3 51	1 755 00
3 46	Cerchas de acero tipo W 6x20				
3 46A	-Suministro	kg	67,500 00	1 64	110 700 00
3 46B	-Instalación	kg	62,000 00	1 53	94 860 00
3 47	Tratamiento de fallas menores				
3 47A	- Menores de 0 20 m	m	100 00	6 72	672 00
3 47B	- Entre 0 20 y 1 00 m	m	100 00	19 99	1 999 00
3 48	Perforación para alivio de presión Ø 38 mm	m	100 00	6 14	614 00
3 49	Inyecciones de relleno	m	1,725 00	75 93	130,979 25

CUADRO N° 05 - PRESUPUESTO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UND	MONTO OFERTADO		
			CANTIDAD	P.U. \$	PARCIAL \$
350	Perforación de 3 m para inyecciones de consolidación	m	900 00	8 71	7 839 00
351	Inyecciones de consolidación	m³	60 00	140 47	8 428 20
352	Cemento para inyecciones	t	45 00	159 84	7 192 80
353	Bentonita	kg	900 00	0 29	261 00
354	Arena fina para inyecciones	m³	30 00	13 07	392 10
355	Perforación de prueba F A desde el frontón (rotatoria)	m	55 00	366 59	20 162 45
356	Perfil canal C 4x7 25x5 4"	kg	12 000 00	1 05	12 600 00
357	Eliminación de escombros (d>2 km)	m²-km	200 00	1 16	232 00
	REVESTIMIENTO DE CONCRETO				
358	Encofrado circular	m²	17 050 00	16 60	283 030 00
359	Concreto estructural f'c=210 kg/cm²	m³	7 500 00	96 97	727 275 00
360	Acero de refuerzo	kg	20 000 00	0 99	19 800 00
	TRAMO II				
361	Concreto estructural f'c=210 kg/cm² para solado	m³	700 00	91 24	63 868 00
362	Excavación en roca tipo I	m³	25 000 00	48 90	1 222 500 00
363	Excavación en roca tipo II	m³	17 000 00	49 14	835 380 00
364	Excavación en roca tipo III A	m³	3 800 00	52 75	200 450 00
365	Excavación en roca tipo III B	m³	2 920 00	60 59	176 922 80
366	Bombeo Q<25 l/s	h	7 500 00	3 33	24 975 00
367	Bombeo Q<50 l/s	h	2 000 00	5 20	10 400 00
368	Bombeo Q<100 l/s	h	500 00	9 74	4 870 00
369	Pernos de Anclaje (1 5 m x 25mm) F A "A"	un	6 500 00	30 63	199 095 00
370	Pernos de Anclaje (1 5 m x 25mm) D F "A"	un	350 00	30 63	10 720 50
371	Pernos de Anclaje (2 0 m x 25mm) F A "A"	un	3 800 00	36 37	138 206 00
372	Pernos de Anclaje (2 0 m x 25mm) D F "A"	un	200 00	36 37	7 274 00
373	Shotcrete con fibra de acero F A	m²	1 000 00	317 63	317 630 00
374	Shotcrete con fibra de acero D F	m²	200 00	317 63	63 526 00
375	Shotcrete sin fibra de acero D F	m²	440 00	184 54	81 197 60
376	Malla electrosoldada Ø 4 1 mm	m²	2 000 00	3 51	7 020 00
377	Cerchas de acero tipo W 6x20				
377A	-Suministro	kg	68 000 00	1 64	111 520 00
377B	-Instalación	kg	60 000 00	1 53	91 800 00
378	Tratamiento de fallas menores				
378A	- Menores de 0 20 m	m	100 00	6 72	672 00
378B	- Entre 0 20 y 1 00 m	m	100 00	19 99	1 999 00
379	Perforación para alivio de presión Ø 38 mm	m	100 00	6 14	614 00
380	Inyecciones de relleno	m	2 500 00	75 93	189 825 00
381	Perforación de 3 m para inyecciones de consolidación	m	1 800 00	8 71	15 678 00
382	Inyecciones de consolidación	m³	120 00	140 47	16 856 40
383	Cemento para inyecciones	t	90 00	159 84	14 385 60
384	Arena fina para inyecciones	m³	60 00	13 07	784 20
385	Bentonita	kg	1 800 00	0 29	522 00
386	Perforación de prueba F A desde el frontón (rotatoria)	m	110 00	366 59	40 324 90
387	Perfil canal C 4x7 25x5 4"	kg	10 000 00	1 05	10 500 00
388	Eliminación de escombros (d>2 km)	m²-km	200 00	1 16	232 00
	REVESTIMIENTO DE CONCRETO				
389	Encofrado circular	m²	35 300 00	16 60	585 980 00
390	Concreto estructural f'c=210 kg/cm²	m³	15,600 00	96 97	1 512 732 00
391	Acero de refuerzo	kg	10,000 00	0 99	9 900 00
	VENTANA 2				
3100	Excavación en roca tipo I	m³	2 600 00	50 44	131 144 00
3101	Excavación en roca tipo II	m³	2,000 00	52 02	104 040 00
3102	Excavación en roca tipo III A	m³	1,500 00	46 86	70 290 00
3103	Excavación en roca tipo III B	m³	1,000 00	52 91	52 910 00
3104	Pernos de Anclaje (1 5 m x 25mm) F A "A"	un	900 00	30 63	27 567 00
3105	Pernos de Anclaje (2 0 m x 25mm) F A "A"	un	2,100 00	36 37	76 377 00
3106	Shotcrete con fibra de acero F A	m²	70 00	317 63	22 234 10
3107	Shotcrete con fibra de acero D F	m²	260 00	317 63	82 583 80
3108	Cerchas de acero tipo W 6x20				
108A	-Suministro	kg	5,000 00	1 64	8,200 00
108B	-Instalación	kg	4,500 00	1 53	6 885 00
3109	Perforación para alivio de presión Ø 38 mm	m	100 00	6 14	614 00
3110	Concreto estructural f'c=210 kg/cm² tapón	m³	90 00	91 24	8 211 60
3111	Acero de refuerzo tapón	kg	8,000 00	0 87	6 960 00
3112	Encofrado tapón	m²	75 00	23 60	1 770 00
3113	Concreto estructural f'c=210 kg/cm² para solado	m³	250 00	91 24	22 810 00
3114	Tratamiento de fallas menores				
114A	- Menores de 0 20 m	m	100 00	7 82	782 00
114B	- Entre 0 20 y 1 00 m	m	100 00	19 89	1 989 00
3115	Eliminación de derrumbes por causas geológicas	m³	80 00	2 99	239 20
3116	Perforación para inyecciones de impermeabilización	m	180 00	8 71	1 567 80
3117	Cemento para inyecciones	t	80 00	158 28	12 662 40
3118	Inyecciones de impermeabilización	m³	15 00	140 47	2 107 05
3119	Bentonita	kg	5,000 00	0 29	1 450 00

CUADRO N° 05 - PRESUPUESTO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	UND	MONTO OFERTADO		
			CANTIDAD	P.U. \$	PARCIAL \$
	TRAMO III				
3 120	Concreto estructural f'c=210 kg/cm ² para solado	m ²	370 00	91 24	33,758 80
3 121	Excavación en roca tipo I	m ²	12,500 00	48 93	611,625 00
3 122	Excavación en roca tipo II	m ²	9,000 00	50 29	452,610 00
3 123	Excavación en roca tipo III A	m ²	2,000 00	53 97	107,940 00
3 124	Excavación en roca tipo III B	m ²	1,600 00	61 32	98,112 00
3 125	Pernos de Anclaje (1 5 m x 25mm) F A "A"	un	3,300 00	30 63	101,079 00
3 126	Pernos de Anclaje (1 5 m x 25mm) D F "A"	un	180 00	30 63	5,513 40
3 127	Pernos de Anclaje (2 0 m x 25mm) F A "A"	un	1,900 00	36 37	69,103 00
3 128	Pernos de Anclaje (2 0 m x 25mm) D F "A"	un	100 00	36 37	3,637 00
3 129	Shotcrete con fibra de acero F A	m ²	450 00	317 63	142,933 50
3 130	Shotcrete con fibra de acero D F	m ²	150 00	317 63	47,644 50
3 131	Shotcrete sin fibra de acero D F	m ²	220 00	147 63	32,478 60
3 132	Malla electrosoldada Ø 4 1 mm	m ²	1 000 00	3 51	3,510 00
3 133	Cerchas de acero tipo W 6x20				
3 133A	-Suministro	kg	34,000 00	1 64	55,760 00
3 133B	-Instalación	kg	34 000 00	1 53	52,020 00
3 134	Tratamiento de fallas menores				
3 134A	- Menores de 0 20 m	m	100 00	6 72	672 00
3 134B	- Entre 0 20 y 1 00 m	m	100 00	19 99	1,999 00
3 135	Perforación para alivio de presión Ø 38 mm	m	80 00	6 14	491 20
3 136	Inyecciones de relleno	m	2,819 00	75 93	214,046 67
3 137	Perforación de 3 m para inyecciones de consolidación	m	900 00	8 71	7,839 00
3 138	Cemento para inyecciones	t	45 00	159 84	7,192 80
3 139	Inyecciones de consolidación	m ²	60 00	140 47	8,428 20
3 140	Arena fina para inyecciones	m ³	30 00	13 07	392 10
3 141	Bentonita	kg	900 00	0 29	261 00
3 142	Perforación de prueba F A desde el frontón (rotatoria)	m	55 00	366 59	20,162 45
3 143	Perfil canal C 4x7 25x5 4"	kg	6,000 00	1 05	6,300 00
3 144	Eliminación de escombros (d>2 km)	m ² -km	200 00	1 16	232 00
	REVESTIMIENTO DE CONCRETO				
3 145	Encofrado circular	m ²	18,200 00	16 60	302,120 00
3 146	Concreto estructural f'c=210 kg/cm ²	m ²	8 000 00	96 97	775,760 00
3 147	Acero de refuerzo	kg	20 000 00	0 99	19,800 00
4.00	CHIMENEA DE EQUILIBRIO				667,368.69
	CAMARAS Y PIQUES 1 y 2				
4 01	Excavación cámara en roca tipo I	m ²	1 600 00	64 57	103,312 00
4 02	Excavación cámara en roca tipo II	m ²	1 200 00	71 05	85,260 00
4 03	Excavación cámara en roca tipo III A	m ²	350 00	76 57	26,799 50
4 04	Excavación cámara en roca tipo III B	m ²	200 00	98 54	19,708 00
4 05	Excavación en pique en roca tipo I	m ²	1 000 00	140 41	140,410 00
4 06	Excavación en pique en roca tipo II	m ²	250 00	140 19	35,047 50
4 07	Excavación en pique en roca tipo III	m ²	100 00	143 40	14,340 00
4 08	Pernos de Anclaje (1 5 m x 25mm) F A "A"	un	450 00	39 12	17,604 00
4 09	Pernos de Anclaje (1 5 m x 25mm) D F "A"	un	50 00	39 12	1,956 00
4 10	Pernos de Anclaje (2 0 m x 25mm) F A "A"	un	280 00	47 69	13,353 20
4 11	Pernos de Anclaje (2 0 m x 25mm) D F "A"	un	15 00	47 69	715 35
4 12	Shotcrete con fibra de acero F A	m ²	320 00	338 86	108,435 20
4 13	Shotcrete con fibra de acero D F	m ²	20 00	338 86	6,777 20
4 14	Cerchas de acero tipo W 6x20 en cámaras				
4 14A	-Suministro	kg	4 500 00	1 64	7,380 00
4 14B	-Instalación	kg	4 500 00	1 53	6,885 00
4 15	Perfil canal C 4x7 25x5 4"	kg	500 00	1 05	525 00
4 16	Perforación para alivio de presión Ø 38 mm	m	200 00	7 67	1,534 00
4 17	Perforación de 3 m para inyecciones de consolidación	m	1 100 00	13 70	15,070 00
4 18	Cemento para inyecciones	t	55 00	159 84	8,791 20
4 19	Inyecciones de consolidación	m ²	75 00	140 47	10,535 25
4 20	Bentonita	kg	1 100 00	0 29	319 00
4 21	Arena fina para inyecciones	m ³	37 00	13 07	483 59
4 22	Concreto estructural f'c=210 kg/cm ²	m ²	110 00	119 14	13,105 40
4 23	Concreto simple f'c=210 kg/cm ² solado	m ²	230 00	113 41	26,084 30
4 24	Encofrado	m ²	50 00	30 92	1,546 00
4 25	Acero de refuerzo	kg	1 600 00	0 87	1,392 00
5.00	ENSAYOS, PRUEBAS Y PERFORACIONES				32,056.00
5 01	Ensayos in situ y laboratorio	gl	1 00	10 000 00	10,000 00
5 02	Pruebas de agua tipo Lugeon	un	6 00	635 60	3,813 60
5 03	Perforaciones rotatorias para investigación con recuperación de testigos Ø38mm hasta 10 m de profundidad	m	40 00	456 06	18,242 40
TOTAL COSTO DIRECTO					15,653,677 61
GASTOS GENERALES					5,380,276 18
UTILIDAD					1,416,657 82
TOTAL					22,450,611.61

CUADRO N° 06 - PROGRAMA CONTRACTUAL VS EJECUCION REAL

PROGRAMA MAESTRO CONTRACTUAL
PROGRAMA DE EJECUCION REAL



ITEM	PARTIDAS	FECHA		DURACION	1996												1997												1998												1999											
		INICIO	FIN		A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M														
A	INICIO DEL CONTRATO	03-Sep-96	03-Sep-96		■																																															
1.00.00	OBRAS PRELIMINARES																																																			
1 01 00	CAMPAMENTO	02-Oct-96 08-Oct-96	29-Ene-97 31-Jul-97	120 297	▨																																															
1 02 00	OFICINA DEL GERENTE EN TERRENO	02-Oct-96 03-Oct-96	01-Dic-96 02-Dic-96	61 61	▨																																															
1 03 00	DEMOLICION DE ESCUELA	01-Nov-96 01-Nov-96	01-Dic-96 30-Nov-96	31 30	▨																																															
1 04 00	CONSTRUCCION DE ESCUELA	01-Nov-96 01-Dic-96	31-Dic-96 16-Feb-97	61 78	▨																																															
1 05 00	MOVILIZACION	03-Sep-96 03-Sep-96	01-Mar-97 15-Nov-98	180 804	▨																																															
1 06 00	DESMOVILIZACION	31-Dic-98 20-Feb-99	30-Abr-99 30-Abr-99	121 70	▨																																															
2.00.00	FRENTE URUHUASI																																																			
2.01.00	ACCESO A VENTANA																																																			
2 01 01	EXCAVACION CIELO ABIERTO - ACCESO URUHUASI	02-Nov-96 01-Nov-96	12-Dic-96 25-Abr-97	41 176	▨																																															
2 01 02	EXCAVACION OBRAS DE ARTE MENORES - ACCESO URUHUASI	12-Nov-96 28-Feb-97	12-Dic-96 22-Abr-97	31 54	▨																																															
2.02.00	PORTAL																																																			
2 02 01	EXCAVACION CIELO ABIERTO - PORTAL URUHUASI	13-Dic-96 11-Dic-96	16-Dic-96 24-Feb-97	4 76	▨																																															
2 02 02	CONTENCION - PORTAL URUHUASI	17-Dic-96 11-Ene-97	15-Ene-97 24-Ene-97	30 14	▨																																															
2.03.00	VENTANA																																																			
2 03 01	EXCAVACION SUBTERRANEA - VENTANA URUHUASI	02-Mar-97 24-Feb-97	30-Abr-97 16-Abr-97	60 52	▨																																															
2 03 02	PREPARACION DE AREA - VENTANA URUHUASI	16-Ene-97 24-Feb-97	01-Mar-97 27-Feb-97	45 4	▨																																															
2 03 03	CONTENCION - VENTANA URUHUASI	02-Mar-97 24-Feb-97	27-Abr-97 13-Abr-97	57 49	▨																																															
2.04.00	TUNEL DE ADUCCION - TRAMOT																																																			
2 04 01	EXCAVACION SUBTERRANEA - TRAMO I	01-May-97 13-Abr-97	25-Feb-98 08-May-98	301 381	▨																																															
2 04 02	SHOTCRETE - TRAMO I	26-Feb-98 26-Feb-98	30-Jun-98 30-Jun-98	125 125	▨																																															
2 04 03	TRAMO II				▨																																															

CONTRATISTA : CONSTRUTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A.
OBRA : CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II
LOTE 2 - TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS CONEXAS
CONTRATISTA : CONSTRUTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A.
PROYECTISTA : ASOCIACION ELECTROWATT - INGENDESA - VCHI

O I	408.09	226.78	338.80	582.20	5.213.49	2.983.12	4.675.25	9.052.34	254.9	217.2	256.7	1.197.3	92.4	128.6	166.6	398.7	4.958.6	2.765.9	4.418.6	7.855.0
O II	2.836.25	673.90	75.23	76.75	35.282.53	8.515.62	977.55	1.182.25	1.207.0	388.3	26.8	146.8	216.4	150.7	13.0	85.9	34.075.5	8.127.3	950.8	1.035.5
MO II	1.461.08	235.40	55.30	37.40	19.044.66	3.161.64	702.23	556.08	1.150.2	275.8	20.9	51.4	49.4	47.4	3.4	9.1	17.894.5	2.885.8	681.3	504.7

TALES

PORCENTAJE FINAL REAL	4.39%	6.01%	4.79%	12.93%	0.60%	2.23%	2.88%	4.57%
------------------------------	--------------	--------------	--------------	---------------	--------------	--------------	--------------	--------------

CUADRO N° 08 - MONTOS EJECUTADOS TOTALES

Item	Descripción	Parcial	IGV	Total
I	CONTRATO PRINCIPAL	14,033,005.01	2,525,940.90	16,558,945.91
1	Contrato Principal	10,631,296.96	1,913,633.45	12,544,930.41
2	Mayor Metrado N° 1 -OC N° 06	3,089,873.43	556,177.22	3,646,050.65
3	Mayor Metrado N° 2 -OC N° 18	311,834.62	56,130.23	367,964.85
II	ORDENES DE CAMBIO	6,027,349.44	1,084,922.90	7,112,272.34
1	Orden de Cambio N° 01	19,098.89	3,437.80	22,536.69
2	Orden de Cambio N° 02	174,134.33	31,344.18	205,478.51
3	Orden de Cambio N° 03	888,425.43	159,916.57	1,048,342.00
4	Orden de Cambio N° 04	2,657,942.57	478,429.66	3,136,372.23
5	Orden de Cambio N° 05	279,419.79	50,295.56	329,715.35
6	Orden de Cambio N° 06	Incluido en el Contrato Principal		
7	Orden de Cambio N° 07	143,997.39	25,919.53	169,916.92
8	Orden de Cambio N° 08	165,265.40	29,747.77	195,013.17
9	Orden de Cambio N° 09	Incluido en la Orden de Cambio N° 03		
10	Orden de Cambio N° 10	30,747.37	5,534.53	36,281.90
11	Orden de Cambio N° 11	571,277.70	102,829.99	674,107.69
12	Orden de Cambio N° 12	Incluido en la Orden de Cambio N° 04		
13	Orden de Cambio N° 13	Deductivo de Obra 03 del C.P		
14	Orden de Cambio N° 14	48,754.53	8,775.82	57,530.35
15	Orden de Cambio N° 15	133,940.87	24,109.36	158,050.23
16	Orden de Cambio N° 16	45,927.92	8,267.03	54,194.95
17	Orden de Cambio N° 17	253,911.13	45,704.00	299,615.13
18	Oronde Cambio N° 18 (*)	614,506.12	110,611.10	725,117.22
	(*) Considera solo Partidas No incluidas en la Estr. del Contrato Principal. El Mayor Metrado N° 02 del C.P , se considera dentro del Contrato Principal. Los Mayores Metrados están incluidos en los presupuestos ejecutados de cada Orden de Car			
	TOTAL GENERAL US\$	20,060,354.45	3,610,863.80	23,671,218.25

CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II
LOTE 2 - TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS CONEXAS
CUADRO N° 09 - METRADOS REALMENTE EJECUTADOS

Centralista : Constructora ANDRADE GUTIERREZ S.A

Supervision : ASOCIACION ELECTROWATT INGENIEROS A.V.CHI

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES Y TEMPORALES						
1.01	Campamentos	gib	1.00	1.00			100.00
1.02	Oficinas del Gerente en Terreno	gib	1.00	1.00			100.00
1.03	Demolicion de Escuela	gib	1.00	1.00			100.00
1.04	Construccion de Escuela	gib	1.00	1.00			100.00
1.05	Movilizacion y Desmovilizacion	gib	1.00	1.00			100.00
2.00	ACCESO A FRENTES DE TRABAJO						
2.01	Acceso Ventanas I y II (Uruhuasi y Casahuiri)	gib	1.00	1.00			100.00
2.02	Remocion de derrumbes (Acceso a ventana)	m3	5 000.00	52 128.80	47 128.80		1 042.58
3.00	TUNEL DE ADUCCION						
	PORTALES DE VENTANAS I y II						
3.01	Excavacion en roca	m3	2 720.00	34 745.50	32 025.50		1 277.41
3.02	Relleno con material granular	m3	1 170.00			1 170.00	
3.03	Concreto estructural $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	m3	160.00			160.00	
3.04	Acero de refuerzo	kg	13 900.00			13 900.00	
3.05	Encofrado plano vertical (E2)	m2	70.00			70.00	
3.06	Encofrado curvo (Seccion Tunel) (E3)	m2	420.00			420.00	
	PORTAL VENTANA I						
3.07	Pernos de anclaje (3.0 m x 25 mm) "A"	und	660.00	202.00		458.00	30.61
3.08	Mallo de alambre electrosoldada	m2	370.00			370.00	
3.09	Shotcrete sin fibra ni microsilica	m3	40.00	72.10	32.10		180.25
3.10	Perforacion para alivio de presion D = 38 mm	m	475.00	21.00		454.00	4.42
	PORTAL VENTANA II						
3.11	Pernos de anclaje (3.0 m x 25 mm) F.A. "A"	und	70.00	81.00	11.00		115.71
3.12	Pernos de anclaje (6.0 m x 25 mm) F.A. "B"	und	60.00			60.00	
3.13	Mallo de alambre electrosoldada	m2	170.00	250.50	80.50		147.35
3.14	Shotcrete sin fibra ni microsilica	m3	20.00	99.90	79.90		499.50
3.15	Perforacion para alivio de presion D = 38 mm	m	150.00	54.00		96.00	36.00
	VENTANA I						
3.16	Excavacion en roca Tipo I	m3	1 300.00	2 055.50	755.50		158.12
3.17	Excavacion en roca Tipo II	m3	1 100.00	568.50		531.50	51.68
3.18	Excavacion en roca Tipo III A	m3	800.00	118.00		682.00	14.75
3.19	Excavacion en roca Tipo III B	m3	520.00	117.10		402.90	22.52
3.20	Pernos de anclaje (1.5 m x 25 mm) F.A. "A"	und	420.00	89.00		331.00	21.19
3.21	Pernos de anclaje (2.0 m x 25 mm) F.A. "A"	und	1 200.00	36.00		1 164.00	3.00
3.22	Shotcrete con fibra de acero F.A.	m3	35.00			35.00	
3.23	Shotcrete con fibra de acero D.F.	m3	110.00			110.00	
3.24	Cerchas de acero W 6x20						
3.24A	Suministro	kg	4 000.00	3 072.00		928.00	76.80
3.24B	Instalacion	kg	3 600.00	3 072.00		528.00	85.33
3.25	Perforacion para alivio de presion D = 38 mm	m	50.00	14.40		35.60	28.80
3.26	Concreto estructural $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Tapon)	m3	90.00	138.80	48.80		154.22
3.27	Acero de refuerzo Tapon	kg	7 800.00	5 250.10		2 549.90	67.31
3.28	Encofrado Tapon	m2	72.00	99.20	27.20		137.78
3.29	Perforacion para Inyecciones de Impermeabilizante	m	180.00	60.00		120.00	33.33
3.30	Cemento para Inyecciones	ton	80.00	0.85		79.15	1.06
3.31	Bentonita	kg	5 000.00			5 000.00	
	TRAMO I						
3.33	Concreto estructural $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ soldado	m3	350.00	669.70	319.70		191.34
3.34	Excavacion en roca Tipo I	m3	8 000.00	4 958.60		3 041.40	61.98
3.35	Excavacion en roca Tipo II	m3	8 000.00	2 765.90		5 234.10	34.57
3.36	Excavacion en roca Tipo III A	m3	5 000.00	4 418.10		581.90	88.36
3.37	Excavacion en roca Tipo III B	m3	3 500.00	7 855.00	4 355.00		224.43
3.38	Pernos de anclaje (1.5 m x 25 mm) F.A. "A"	und	350.00	299.00	-51.00		85.43
3.39	Pernos de anclaje (1.5 m x 25 mm) D.F. "A"	und	180.00	15.00		165.00	8.33
3.40	Pernos de anclaje (2.0 m x 25 mm) F.A. "A"	und	1 900.00	1 458.00		442.00	76.74
3.41	Pernos de anclaje (2.0 m x 25 mm) D.F. "A"	und	100.00	14.00		86.00	14.00
3.42	Shotcrete con fibra de acero F.A.	m3	680.00	680.00			100.00
3.43	Shotcrete con fibra de acero D.F.	m3	120.00	120.00			100.00
3.44	Shotcrete sin fibra de acero D.F.	m3	200.00	200.00			100.00
3.45	Mallo electrosoldado D = 4.1 mm	m2	500.00	455.80		44.20	91.16
3.47	Cerchas de acero W 6x20						
3.47A	Suministro	kg	67 500.00	148 315.90	80 815.90		219.73
3.47B	Instalacion	kg	62 000.00	148 315.90	86 315.90		239.22
3.48	Tratamiento de fallas menores						

CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II
LOTE 2 - TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS CONEXAS
CUADRO N° 09 - METRADOS REALMENTE EJECUTADOS

Contratista: Constructora ANDRADE GUTIERREZ S.A

Supervision: ASOCIACION ELECTROWATT INGENIEROS A.V.C.H.I

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
3.48A	Menores de 0.20 m	m	100.00			100.00	
3.48B	Entre 0.20 y 1.00 m	m	100.00			100.00	
3.48.1	Perforación para alivio de presión D= 38 mm	m	100.00	49.30		50.70	49.30
3.49	Inyección de relleno	m	1.725.00			1.725.00	
3.50	Perforación 3 m/ para inyecciones de consolidación	m	900.00	4.074.00	3.174.00		452.67
3.51	Inyecciones de consolidación	m3	60.00	143.10	83.10		238.50
3.52	Cemento para inyecciones	ton	45.00	160.89	115.89		357.53
3.53	Bentonita	kg	900.00			900.00	
3.54	Arena fina para inyecciones	m3	30.00			30.00	
3.55	Perf. de prueba F A desde el frontón (rotatorio)	m	55.00	18.00		37.00	32.73
3.56	Perfil canal C 4x7 25x5.4"	kg	12.000.00	166.112.60	154.112.60		1.384.27
3.57	Eliminación de escombros (D > 2 kms)	m3-km	200.00			200.00	
	Revestimiento de concreto						
3.58	Encofrado circular	m2	17.050.00			17.050.00	
3.59	Concreto estructural f'c = 210 kg/cm2	m3	7.500.00			7.500.00	
3.60	Acero de refuerzo	kg	20.000.00	20.000.00			100.00
	TRAMO II						
3.61	Concreto estructural f'c = 210 kg/cm2 soldado	m3	700.00	1.612.90	912.90		230.41
3.62	Excavación en roca Tipo I	m3	25.000.00	34.075.50	9.075.50		136.30
3.63	Excavación en roca Tipo II	m3	17.000.00	8.127.30		8.872.70	47.81
3.64	Excavación en roca Tipo III A	m3	3.800.00	950.80		2.849.20	25.02
3.65	Excavación en roca Tipo III B	m3	2.920.00	1.035.50		1.884.50	35.46
3.66	Bombeo Q < 25 l/s	hr	7.500.00	50.00		7.450.00	0.67
3.67	Bombeo Q < 50 l/s	hr	2.000.00	70.00		1.930.00	3.50
3.68	Bombeo Q < 100 l/s	hr	500.00	9.096.00	8.596.00		1.819.20
3.69	Pernos de anclaje (1.5 m x 25 mm) F A "A"	und	6.500.00	3.567.00		2.933.00	54.88
3.70	Pernos de anclaje (1.5 m x 25 mm) D F "A"	und	350.00	1.049.00	699.00		299.71
3.71	Pernos de anclaje (2.0 m x 25 mm) F A "A"	und	3.800.00	1.976.00		1.824.00	52.00
3.72	Pernos de anclaje (2.0 m x 25 mm) D F "A"	und	200.00	187.00		13.00	93.50
3.73	Shotcrete con fibra de acero F A	m3	1.000.00	565.50		434.50	56.55
3.74	Shotcrete con fibra de acero D.F.	m3	200.00	75.80		124.20	37.90
3.75	Shotcrete sin fibra de acero D.F.	m3	440.00	440.00			100.00
3.76	Malla electrosoldada D = 4.1 mm	m2	2.000.00			2.000.00	
3.77	Cerchos de acero W 6x20						
3.77A	Suministro	kg	68.000.00	19.958.40		48.041.60	29.35
3.77B	Instalación	kg	60.000.00	16.632.00		43.368.00	27.72
3.78	Tratamiento de fallas menores						
3.78A	Menores de 0.20 m	m	100.00			100.00	
3.78B	Entre 0.20 y 1.00 m	m	100.00			100.00	
3.79	Perforación para alivio de presión D = 38 mm	m	100.00	82.90		17.10	82.90
3.80	Inyección de relleno	m	2.500.00			2.500.00	
3.81	Perforación 3 m/ para inyecciones de consolidación	m	1.800.00	486.00		1.314.00	27.00
3.82	Inyecciones de consolidación	m3	120.00	4.40		115.60	3.67
3.83	Cemento para inyecciones	ton	90.00	4.845		85.155	5.38
3.84	Arena fina para inyecciones	m3	60.00			60.00	
3.85	Bentonita	kg	1.800.00			1.800.00	
3.86	Perf. de prueba F A desde el frontón (rotatorio)	m	110.00	107.60	2.40		97.82
3.87	Perfil canal C 4x7 25x5.4"	kg	10.000.00	18.387.30	8.387.30		183.87
3.88	Eliminación de escombros (D > 2 kms)	m3-km	200.00			200.00	
	Revestimiento de concreto						
3.89	Encofrado circular	m2	35.300.00			35.300.00	
3.90	Concreto estructural f'c = 210 kg/cm2	m3	15.600.00			15.600.00	
3.91	Acero de refuerzo	kg	10.000.00	10.000.00			100.00
	VENTANA II						
3.100	Excavación en roca Tipo I	m3	2.600.00	1.449.50		1.150.50	55.75
3.101	Excavación en roca Tipo II	m3	2.000.00	1.532.20		467.80	76.61
3.102	Excavación en roca Tipo III A	m3	1.500.00	1.552.80	52.80		103.52
3.103	Excavación en roca Tipo III B	m3	1.000.00	2.155.80	1.155.80		215.58
3.104	Pernos de anclaje (1.5 m x 25 mm) F A "A"	und	900.00	28.00		872.00	3.11
3.105	Pernos de anclaje (2.0 m x 25 mm) F A "A"	und	2.100.00	398.00		1.702.00	18.95
3.106	Shotcrete con fibra de acero F A	m3	70.00	286.70	216.70		409.57
3.107	Shotcrete con fibra de acero D.F.	m3	260.00			260.00	
3.108	Cerchos de acero W 6x20						
3.108A	Suministro	kg	5.000.00	39.525.90	34.525.90		790.52
3.108B	Instalación	kg	4.500.00	39.525.90	35.025.90		878.35
3.109	Perforación para alivio de presión D = 38 mm	m	100.00	8.50		91.50	8.50
3.110	Concreto estructural f'c = 210 kg/cm2 (Tapón)	m3	90.00			90.00	
3.111	Acero de refuerzo Tapón	kg	8.000.00			8.000.00	
3.112	Encofrado Tapón	m2	75.00			75.00	
3.113	Concreto estructural f'c = 210 kg/cm2 soldado	m3	250.00			250.00	

CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II
LOTE 2 - TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS CONEXAS
CUADRO N° 09 - METRADOS REALMENTE EJECUTADOS

Contratista: Constructora ANDRADE GUTIERREZ S.A.

Supervisión: ASOCIACION ELECTROWATT INGENIEROS Y CHI

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
3.114	Tratamiento de fallas menores						
3.114A	Menores de 0.20 m	m	100.00			100.00	
3.114B	Entre 0.20 y 1.00 m	m	100.00			100.00	
3.115	Eliminación de derrumbes por causas geológicas	m ³ -km	80.00	402.30	322.30		502.88
3.13.1	Perforación para inyecciones de Impermeabilización	m	180.00			180.00	
3.14.1	Cemento para inyecciones	ton	80.00			80.00	
3.15.1	Inyecciones de Impermeabilización	m ³	15.00	2.00		13.00	13.33
3.16.1	Bentonita	kg	5 000.00			5 000.00	
TRAMO III							
3.120	Concreto estructural f _c = 210 kg/cm ² solado	m ³	370.00	763.20	393.20		206.27
3.121	Excavación en roca Tipo I	m ³	12 500.00	17 894.50	5 394.50		143.16
3.122	Excavación en roca Tipo II	m ³	9 000.00	2 885.80		6 114.20	32.06
3.123	Excavación en roca Tipo III A	m ³	2 000.00	681.30		1 318.70	34.07
3.124	Excavación en roca Tipo III B	m ³	1 600.00	504.70		1 095.30	31.54
3.125	Pernos de anclaje (1.5 m x 25 mm) F.A. "A"	und	3 300.00	2 375.00		925.00	71.97
3.126	Pernos de anclaje (1.5 m x 25 mm) D.F. "A"	und	180.00	469.00	289.00		260.56
3.127	Pernos de anclaje (2.0 m x 25 mm) F.A. "A"	und	1 900.00	350.00		1 550.00	18.42
3.128	Pernos de anclaje (2.0 m x 25 mm) D.F. "A"	und	100.00	70.00		30.00	70.00
3.129	Shotcrete con fibra de acero F.A.	m ³	450.00	180.90		269.10	40.20
3.130	Shotcrete con fibra de acero D.F.	m ³	130.00			150.00	
3.131	Shotcrete sin fibra de acero D.F.	m ³	220.00			220.00	
3.132	Malla electrosoldada D = 4.1 mm	m ²	1 000.00			1 000.00	
3.133	Cerchas de acero W 6x20						
3.133A	Suministro	kg	34 000.00	9 676.80		24 323.20	28.46
3.133B	Instalación	kg	34 000.00	9 676.80		24 323.20	28.46
3.134	Tratamiento de fallas menores						
3.134A	Menores de 0.20 m	m	100.00			100.00	
3.134B	Entre 0.20 y 1.00 m	m	100.00			100.00	
3.134.1	Perforación para alivio de presión D = 38 mm	m	80.00	64.80		15.20	81.00
3.135	Inyección de relleno	m	2 819.00			2 819.00	
3.136	Perforación 3 m/ para inyecciones de consolidación	m	900.00	180.00		720.00	20.00
3.137	Cemento para inyecciones	ton	45.00	0.468		44.532	1.04
3.138	Inyecciones de consolidación	m ³	60.00	0.40		59.60	0.67
3.139	Arena fina para inyecciones	m ³	30.00			30.00	
3.140	Bentonita	kg	900.00			900.00	
3.141	Perf. de prueba F.A. desde el frontón (rotal)	m	55.00			55.00	
3.142	Perfil canal C 4x7.25x5.4"	kg	6 000.00	13 211.30	7 211.30		220.19
3.143	Eliminación de escombros (D > 2 kms)	m ³ -km	200.00			200.00	
Revestimiento de concreto							
3.143.1	Encofrado circular	m ²	18 200.00			18 200.00	
3.144	Concreto estructural f _c = 210 kg/cm ²	m ³	8 000.00			8 000.00	
3.145	Acero de refuerzo	kg	20 000.00	20 000.00			100.00
4.00	CHIMENEA DE EQUILIBRIO						
CAMARAS Y PIQUES 1 y 2							
4.01	Excavación cámara en roca Tipo I	m ³	1 600.00	1 680.60	80.60		105.04
4.02	Excavación cámara en roca Tipo II	m ³	1 200.00	1 491.80	291.80		124.32
4.03	Excavación cámara en roca Tipo III A	m ³	350.00	219.60		130.40	62.74
4.04	Excavación cámara en roca Tipo III B	m ³	200.00			200.00	
4.05	Excavación en pique en roca Tipo I	m ³	1 000.00	780.00		220.00	78.00
4.06	Excavación en pique en roca Tipo II	m ³	250.00	19.80		230.20	7.92
4.07	Excavación en pique en roca Tipo III	m ³	100.00			100.00	
4.08	Pernos de anclaje (1.5 m x 25 mm) F.A. "A"	und	450.00	524.00	74.00		116.44
4.09	Pernos de anclaje (1.5 m x 25 mm) D.F. "A"	und	50.00	20.00		30.00	40.00
4.10	Pernos de anclaje (2.0 m x 25 mm) F.A. "A"	und	280.00	101.00		179.00	36.07
4.11	Pernos de anclaje (2.0 m x 25 mm) D.F. "A"	und	15.00			15.00	
4.12	Shotcrete con fibra de acero F.A.	m ³	320.00			320.00	
4.13	Shotcrete con fibra de acero D.F.	m ³	20.00			20.00	
4.14	Cerchas de acero W 6x20						
4.14A	Suministro	kg	4 500.00			4 500.00	
4.14B	Instalación	kg	4 500.00			4 500.00	
4.15	Perfil canal C 4x7.25x5.4"	kg	500.00			500.00	
4.16	Perforación para alivio de presión D = 38 mm	m	200.00	26.20		173.80	13.10
4.17	Perforación 3 m/ para inyecciones de consolidación	m	1 100.00			1 100.00	
4.18	Cemento para inyecciones	ton	55.00			55.00	
4.19	Inyecciones de consolidación	m ³	75.00			75.00	
4.20	Bentonita	kg	1 100.00			1 100.00	
4.21	Arena fina para inyecciones	m ³	37.00			37.00	
4.22	Concreto estructural f _c = 210 kg/cm ²	m ³	110.00	117.20	7.20		106.55
4.23	Concreto simple f _c = 210 kg/cm ² solados	m ³	230.00			230.00	
4.24	Encofrado	m ²	50.00	25.90		24.10	51.80

CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II
LOTE 2 - TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS CONEXAS
CUADRO N° 09 - METRADOS REALMENTE EJECUTADOS

Contratista : Constructora ANDRADE GUTIERREZ S.A.

Supervisión : ASOCIACION ELECTROWATT INGENDESA VCHI

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
4.25	Acero de refuerzo	kg	1.600,00	5.002,30	3.402,30		312,64
5.00	ENSAYOS, PRUEBAS Y PERFORACIONES						
5.01	Ensayos In situ y laboratorio	glb	1,00			1,00	
5.02	Prueba de agua Lugeon	un	6,00			6,00	
5.03	Perforaciones rotatorias para Investigaciones con recuperación de testigos D=38 mm hasta 10 m de profundidad	m	40,00			40,00	

CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II
LOTE 2 - TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS CONEXAS
CUADRO N° 09 - METRADOS RELAMENTE EJECUTADOS

Contratista: Constructora ANDRADE GUTIERREZ S.A

Supervision: ASOCIACION ELECTROWATT INGENIEROS A.VCH

ORDEN DE CAMBIO N° 1 - CAMINO DE DESVIO CARRETERA CASAHURI-SAN GABAN - PRECIOS UNITARIOS

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1.01	Relleno compactada con material comun	m3	1 412.31	1 412.31			100.00

ORDEN DE CAMBIO N° 1 - CAMINO DE DESVIO CARRETERA CASAHURI-SAN GABAN - COSTO + PORCENTAJE

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1 Mano de Obra							
1.01	Capataz	hh	89.00	89.00			100.00
1.02	Operador de tractor	hh	58.00	58.00			100.00
1.03	Operador de cargador	hh	8.00	8.00			100.00
1.04	Ayudante		770.00	770.00			100.00
2 Equipo							
2.01	Tractor de Orugas D8L	hm	108.46	108.46			100.00
2.02	Cargador frontal 966 CT	hm	8.00	8.00			100.00

ORDEN DE CAMBIO N° 2 - TUNEL EN EL CAMINO DE ACCESO A VENTANA CASAHURI

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1.01	Tunel en el camino de acceso a Casahuri	gib	1.00	0.996		0.004	99.60

ORDEN DE CAMBIO N° 3 - BOMBEO ADICIONAL EN TUNEL DE ADUCCION TRAMO II

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1	Bombeo adicional de 101 a 150 lps	hr	1 440.00	1 440.00			100.00
2	Bombeo adicional de 151 a 200 lps	hr	2 520.00	2 520.00			100.00
3	Bombeo adicional de 201 a 300 lps	hr	1 440.00	1 425.50		14.50	98.99

ORDEN DE CAMBIO N° 4 - REVESTIMIENTO TUNEL DE ADUCCION CON SHOTCRETE

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
I Shotcrete con fibra de acero							
I.01	Costo adicional al precio del contrato	m3	1 918.20	940.90		977.30	49.05
I.02	Volumen adicional	m3	148.58	148.58			100.00
II Shotcrete sin fibra de acero Tramos I y III							
II.01	Volumen adicional	m3	880.02	880.02			100.00
3.44	Mayor metrado Shotcrete Especificacion Original	m3	196.14	196.14			100.00
III Shotcrete sin fibra de acero Tramo II							
III.01	Costo adicional al precio del contrato	m3	326.73	326.70		0.03	99.99
III.02	Volumen adicional	m3	2 053.96	1 681.00		372.96	81.84
IV Acero de refuerzo							
IV.01	Acero de refuerzo adicional	kg	116 956.48	116 956.48			100.00

CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II
LOTE 2 - TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS CONEXAS
CUADRO N° 09 - METRADOS RELAMENTE EJECUTADOS

Contratista : Constructora ANDRADE GUTIERREZ S.A.

Supervisión : ASOCIACION ELECTROWATT INGENDESA VCHI

ORDEN DE CAMBIO N° 5 - INYECCIONES DE RELLENO EN ROCA TIPO IIIIB

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1.00	TRAMO I						
1.01	Perforación para Inyecciones de relleno	m	1 390.00	1 297.50		92.50	93.35
1.02	Inyecciones de relleno	m3	610.00	594.80		15.20	97.51
1.03	Cemento para inyecciones	ton	320.00	314.29		5.71	98.22
1.04	Bentonita	kg	1 600.00	1 567.40		32.60	97.96
1.05	Arena fina para inyecciones	m3	300.00	329.20	29.20		109.73
2.00	TRAMO II						
2.01	Perforación para Inyecciones de relleno	m	290.00	69.60		220.40	24.00
2.02	Inyecciones de relleno	m3	130.00	35.70		94.30	27.46
2.03	Cemento para inyecciones	ton	70.00	18.90		51.10	27.00
2.04	Bentonita	kg	350.00	93.30		256.70	26.66
2.05	Arena fina para inyecciones	m3	65.00	19.60		45.40	30.15
3.00	TRAMO III						
3.01	Perforación para inyecciones de relleno	m	180.00	35.40		144.60	19.67
3.02	Inyecciones de relleno	m3	80.00	9.60		70.40	12.00
3.03	Cemento para inyecciones	ton	45.00	5.10		39.90	11.33
3.04	Bentonita	kg	225.00	25.20		199.80	11.20
3.05	Arena fina para inyecciones	m3	40.00	5.20		34.80	13.00

ORDEN DE CAMBIO N° 7 - TRABAJOS PRELIMINARES DE IMPERMEABILIZACION - A PRECIOS UNITARIOS

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
	TRAMO I						
3.48	Perforación para alivio de presión D=38 mm	m	152.00	152.00			100.00
3.50	Perforaciones de 3 m para inyecciones de c	m	183.30	183.30			100.00
3.56	Perfil canal C 4x7.25x5.4"	kg	900.97	900.97			100.00
	TRAMO II						
3.69	Pernos de anclaje 1.5m x 25mm F.A. "A"	und	6.00	6.00			100.00
3.71	Pernos de anclaje 2.0m x 25mm F.A. "A"	und	47.00	47.00			100.00
1.02	Shotcrete con fibra de acero F.A. (50 kg/m3)	m3	153.50	153.50			100.00
3.79	Perforación para alivio de presión D=38 mm	m	126.90	126.90			100.00
3.81	Perforaciones de 3 m para inyecciones de c	m	452.75	452.75			100.00
3.87	Perfil canal C 4x7.25x5.4"	kg	4 240.47	4 240.47			100.00
3.90	Concreto estructural f c=210 kg/cm2	m3	5.55	5.55			100.00

ORDEN DE CAMBIO N° 7 - TRABAJOS PRELIMINARES DE IMPERMEABILIZACION - COSTO + PORCENTAJE

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1	FRENTE I						
1.01	Mano de Obra	gib	1.00	1.00			100.00
1.02	Equipos	gib	1.00	1.00			100.00
1.03	Materiales	gib	1.00	1.00			100.00
2	FRENTE II						
2.01	Mano de Obra	gib	1.00	1.00			100.00
2.02	Equipos	gib	1.00	1.00			100.00
2.03	Materiales	gib	1.00	1.00			100.00

ORDEN DE CAMBIO N° 8 - TRABAJOS IMP DERRUMBE GEOLOGICO EN TUNEL DE ADUCCION - A P. U.

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1	Excavación cuidadosa en material descom	m3	192.13	192.13			100.00
2	Pernos sistemáticos 2.0 m de longitud	und	101.00	101.00			100.00
3	Shotcrete con fibra de acero (50 kg/m3)	m3	23.00	23.00			100.00
4	Shotcrete simple con microsilica	m3	20.50	20.50			100.00
5	Concreto fluido f c=140 kg/cm2	m3	31.50	31.50			100.00
6	Perforaciones rotatorias sin recuperac. festig	m3	110.80	110.80			100.00
7	Perforación para alivio de presión D=38 mm	m3	8.50	8.50			100.00
8	Perforaciones de 3 m para inyecciones de c	m3	111.00	111.00			100.00
9	Inyecciones de consolidación	m3	2.90	2.90			100.00
12	Cemento para inyecciones	ton	3.20	3.20			100.00
15	Instalación de tubería galvanizada	ton	110.80	110.80			100.00

CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II
LOTE 2 - TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS CONEXAS
CUADRO N° 09 - METRADOS RELAMENTE EJECUTADOS

Contratista : Constructora ANDRADE GUTIERREZ S.A.

Supervision : ASOCIACION ELECTROWATT INGENIEROS A.VCHI

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
16	Instalación de malla olímpica	m2	18.20	18.20			100.00
17	Instalación de calamina	und	11.50	11.50			100.00
18	Instalación de mangera de 1"	m	10.00	10.00			100.00
19	Instalación de mangera de 2"	m	3.00	3.00			100.00
20	Perfil canal C 4x7.25x5.4"	kg	534.30	534.30			100.00

ORDEN DE CAMBIO N° 8 - TRAB IMP DERRUMBE GEOLOGICO EN TUNEL DE ADUCCION - COSTO + PORCENTAJE

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1	Equipos						
1.01	Haggloader	hm	41.37	41.37			100.00
1.02	Locomotoras	hm	129.20	129.20			100.00
1.03	Shuttletrain	hm	225.48	225.48			100.00
1.04	Vagones de apoyo	hm	225.48	225.48			100.00
1.05	Perforadoras manuales Atlas Copco BBC 17V	hm	98.00	98.00			100.00
1.06	Ventilador de 60 kW	hm	360.00	360.00			100.00
1.07	Compresora 1000 pcm	hm	336.00	336.00			100.00
1.08	Generador de 250 kVA	hm	360.00	360.00			100.00
1.09	Transformador de 350 kVA	hm	360.00	360.00			100.00
2	Mano de Obra						
2.01	Capataz	hh	328.00	328.00			100.00
2.02	Operadores (4)	hh	984.00	984.00			100.00
2.03	Perforistas (2)	hh	696.00	696.00			100.00
2.04	Ayudante de Túnel (4)	hh	1.312.00	1.312.00			100.00
2.05	Soldador	hh	322.80	322.80			100.00
2.06	Electricista	hh	328.00	328.00			100.00
2.07	Preparador de carga	hh	328.00	328.00			100.00

ORDEN DE CAMBIO N° 9 - BOMBEO COMPLEMENTARIO EN TUNEL DE ADUCCION TRAMO II

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1	Bombeo adicional de 101 a 150 ips	hr	462.00	462.00			100.00
2	Bombeo adicional de 151 a 200 ips	hr	993.00	992.50		0.50	99.95

ORDEN DE CAMBIO N° 10 - ESCALERA EN GALERIA DE VENTILACION CHIMENEA DE EQUILIBRIO

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1	Suministro e Instalación de escalera	glb	1.00	1.00			100.00

ORDEN DE CAMBIO N° 11 - CAPTACION DE FILTRACIONES, SISTEMAS DE DRENAJE EN EL PISO Y BOMBEO DURANTE LA EJECUCION DEL PISO DEL TUNEL DE ADUCCION

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1	Sistema de drenaje en el piso	m	4.038.00	3.408.70		629.30	
2	Captación de filtraciones	m	2.132.00	992.00		1.140.00	46.53
3	Bombeo durante la ejecución del piso	glb	1.00	1.00			100.00

CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II
LOTE 2 - TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS CONEXAS
CUADRO N° 09 - METRADOS RELAMENTE EJECUTADOS

Contratista : Constructora ANDRADE GUTIERREZ S.A.

Supervision : ASOCIACION ELECTROWATT INGENDESA VCHI

ORDEN DE CAMBIO N° 12 - TRAB COMPLEM DE REVESTIMIENTO DEL TUNEL DE ADUCCION CON SHOTCRETE

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
I Shotcrete con fibra de acero							
I.02	Volumen adicional	m3	1 074.92	1 074.92			100.00
II Shotcrete sin fibra de acero Tramos I y III							
II.01	Volumen adicional	3m	861.78	861.78			100.00
3.44	Mayor metrado Shotcrete Especificación Or	m3	219.96	219.96			100.00
IV Acero de refuerzo							
IV.01	Acero de refuerzo adicional	kg	4 894.82	4 894.82			100.00

ORDEN DE CAMBIO N° 14 - ENROCADO DE PROTECCION AGUAS ARRIBA DE LA PRESA DERIVADORA - C + P

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1 Equipos							
1.01	Cargador Frontal 966C (1)	hm	150.00	52.00		98.00	34.67
1.02	Retroexcavadora (1)	hm	150.00	176.50	26.50		117.67
1.03	Volquete (2)	hm	300.00	179.00		121.00	59.67
1.04	Camión plataforma baja (1)	hm	8.00	10.70	2.70		133.75
1.05	Camión lubricador y abastecedor de cambi	hm	30.00	20.00		10.00	66.67
2 Mano de Obra							
2.01	Capataz (1)	hh	150.00	232.00	82.00		154.67
2.02	Peones (6)	hh	900.00	1 092.00	192.00		121.33
2.03	Operador de Cargador Frontal	hh	150.00	52.00		98.00	34.67
2.04	Operador Retroexcavadora	hh	150.00	176.50	26.50		117.67
2.05	Chofer Volquete (2)	hh	300.00	179.00		121.00	59.67
2.06	Chofer Camión lubricador	hh	30.00	20.00		10.00	66.67

ORDEN DE CAMBIO N° 15 - TRABAJOS VARIOS EN EL TUNEL DE ADUCCION, VENTANAS URUHUASI Y CASAHUIRI DESVIO CASAHUIRI - SAN GABAN - A PRECIOS UNITARIOS

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1.00 Ventanas de Uruhuasi y Casahuiri							
1.01	Suministro e instalación de puerta de malla	und	2.00	2.00			100.00
2.00 Intersección Túnel - Vent Uruhuasi							
a) Muro de concreto							
2.01	Concreto estructural f'c=210 kg/cm2	m3	6.33	6.33			100.00
2.02	Acero de refuerzo	kg	208.87	208.87			100.00
2.03	Encofrado	m2	17.42	17.42			100.00
b) Lomo de buey							
2.04	Concreto estructural f'c=210 kg/cm2	m3	0.45	0.45			100.00
2.05	Acero de refuerzo	kg	99.00	99.00			100.00
3.00 Ventana Casahuiri							
3.01	Shotcrete simple	m3	250.00	194.40		55.60	77.76

ORDEN DE CAMBIO N° 15 - TRABAJOS VARIOS EN EL TUNEL DE ADUCCION, VENTANAS URUHUASI Y CASAHUIRI DESVIO CASAHUIRI - SAN GABAN - COSTO + PORCENTAJE

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1.00 Túnel de Aducción							
1.01	Retacción del piso progresivas 0+057 a 0+09	glb	1.00	1.000			100.00
2.00 Desvío carretera Casahuiri-San Gabán							
2.01	Mejoramiento	glb	1.00	0.992		0.008	99.20
3.00 Tapón Uruhuasi							
3.01	Picado de concreto en puerta de tapón	glb	1.00	1.232	0.232		123.20

CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II
LOTE 2 - TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS CONEXAS
CUADRO N° 09 - METRADOS RELAMENTE EJECUTADOS

Contratista : Constructora ANDRADE GUTIERREZ S.A.

Supervision : ASOCIACION ELECTROWATT INGENIEROS Y CHI

ORDEN DE CAMBIO N° 16 - ENTIBADO DE CERCHAS CON BOLSACRETO Y TROZOS DE ROCA EN ZONA DE DERRUMBE GEOLOGICO FUERA DE LA LINEA "B" Y ELIMINACION DE DERRUMBES GEOLOGICOS

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1.01	Eliminación de derrumbes geológicos	m3	1.361,45	1.361,45			100,00
1.02	Entibado de cerchas con bolsacreto y roca	m3	493,67	493,67			100,00

ORDEN DE CAMBIO N° 17 - RECLAMOS SOBRE MAYORES COSTOS

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
1.00	Construcción de Alojamiento Gerente (PU)	glb	1,00	1,00			100,00
2.00	Transporte de arena para shotcrete revest (C)	glb	1,00	1,00			100,00
3.00	Gastos por suspensión temporal de obra	glb	1,00	1,00			100,00

ORDEN DE CAMBIO N° 18 - PARTIDAS NO INCLUIDAS EN EL PRESUPUESTO ORIGINAL

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD PRESUPUESTO BASE	CANTIDAD REALMENTE EJECUTADA	MAYOR METRADO	DEDUCTIVO	%
A	TRABAJOS A PRECIOS UNITARIOS						
1.00	Carretera Ollachea-Tabinapampa						
1.01	Remoción de derrumbes	m3	311,90	311,90			100,00
2.00	Túnel de Aducción						
2.01	<i>Portales de Ventanas 1 y 2</i>						
2.01.01	Excavación en material suelto	m3	10.981,80	10.981,80			100,00
2.02	<i>Portal de Ventana 1</i>						
2.02.01	Pernos de anclaje (6,0 m x 25 mm) F.A "B"	und	57,00	57,00			100,00
2.03	<i>Portal de Ventana 2</i>						
2.03.01	Pernos de anclaje (1,5 m x 25 mm) F.A.	und	2,00	2,00			100,00
2.04	<i>Ventana 1</i>						
2.04.01	Perfil canal C4 x 7 25 x 5 4"	kg	1.149,10	1.149,10			100,00
2.04.02	Shotcrete sin fibra ni microsilica	m3	34,60	34,60			100,00
2.04.03	Marchavantes de acero	kg	256,90	256,90			100,00
2.04.04	Shotcrete con fibra - 50 kg	m3	24,30	24,30			100,00
2.04.05	Inyecciones de Impermeabilización en tapón	m3	0,30	0,30			100,00
2.04.06	Inyecciones de contacto en tapón	m3	1,70	1,70			100,00
2.04.07	Perforaciones para inyecciones de contacto	m3	32,70	32,70			100,00
2.04.08	Acero de refuerzo para solado	kg	2.201,20	2.201,20			100,00
2.04.09	Concreto estructural f c=210 kg/cm2 para solado	m3	45,60	45,60			100,00
2.05	<i>Tramo I</i>						
2.05.01	Marchavantes de acero	kg	23.532,60	23.532,60			100,00
2.06	<i>Tramo II</i>						
2.06.01	Marchavantes de acero	kg	3.894,30	3.894,30			100,00
2.06.02	Perforación especial para sondeo exploratorio	m3	96,30	96,30			100,00
2.06.03	Revestimiento de perforación para sondeo	m3	27,90	27,90			100,00
2.07	<i>Ventana 2</i>						
2.07.01	Marchavantes de acero	kg	26.019,20	26.019,20			100,00
2.07.02	Perfil canal C4 x 7 25 x 5 4"	kg	27.588,20	27.588,20			100,00
2.07.03	Malla de alambre electrosoldada	m2	47,60	47,60			100,00
2.07.04	Pernos de anclaje (3,0 m x 25 mm) F.A.	und	13,00	13,00			100,00
2.07.05	Perforación especial para sondeo exploratorio	m	26,40	26,40			100,00
2.08	<i>Tramo III</i>						
2.08.01	Marchavantes de acero	kg	89,30	89,30			100,00
2.08.02	Perforación especial para sondeo exploratorio	m	154,60	154,60			100,00
2.09	<i>Chimenea de Equilibrio</i>						
2.09.01	Shotcrete simple con microsilica	m3	227,90	227,90			100,00
2.09.02	Malla electrosoldada D=4,1 mm	m2	191,30	191,30			100,00
B	TRABAJOS A COSTO + PORCENTAJE						
3.00	<i>Retención de solado Tramo I</i>						
3.01.01	Progresiva 0+795 a 0+805	glb	1,00	1,00			100,00

CUADRO N° 10 - ANALISIS DEL RENDIMIENTO DIARIO PROMEDIO

EXCAVACION SISTEMA RODOVIARIO

DESCRIPCION	UNIDAD	TIPO DE ROCA			
		I	II	IIIA	IIIB
AVANCE PREVISTO		3.38	3.38	3.38	1.05
CICLO DE AVANCE					
TOPOGRAFIA	MIN	20.00	20.00	20.00	5.00
PERFORACION	MIN	369.00	369.00	369.00	95.00
CARGA EXPLOSIVO	MIN	46.00	46.00	46.00	25.00
DETONACION Y VENTILACION	MIN	30.00	30.00	30.00	20.00
LIMPIEZA	MIN	65.00	65.00	65.00	21.00
ESTABILIZACION	MIN			120.00	180.00
EVENTUALES	MIN	45.00	45.00	55.00	25.00
TOTAL CICLO (PARA UN FRENTE)	MIN	575.00	575.00	705.00	371.00
NUMERO DE CICLOS DIA (01 FRENTE)		2.50	2.50	2.04	3.88
EFICIENCIA PARA 01 FRENTE	0.75				
AVANCE DIARIO (PARA 01 FRENTE)	M	6.34	6.34	5.17	3.06
AVANCE MENSUAL (CONSID. 30DIAS TRAB / MES 01 FRENTE)	M	190.20	190.20	155.10	91.80

EXCAVACION SISTEMA FERROVIARIO

DESCRIPCION	UNIDAD	TIPO DE ROCA			
		I	II	IIIA	IIIB
AVANCE PREVISTO		3.57	3.57	2.70	1.08
CICLO DE AVANCE			3.00		
TOPOGRAFIA	MIN	10.00	10.00	10.00	10.00
PERFORACION	MIN	113.00	113.00	85.00	34.00
CARGA EXPLOSIVO	MIN	48.00	48.00	36.00	14.00
DETONACION Y VENTILACION	MIN	30.00	30.00	30.00	30.00
LIMPIEZA	MIN	65.00	65.00	65.00	43.00
ESTABILIZACION	MIN	22.00	97.00	116.00	87.00
EVENTUALES	MIN	10.00	20.00	20.00	40.00
TOTAL CICLO (PARA UN FRENTE)	MIN	298.00	383.00	362.00	258.00
NUMERO DE CICLOS DIA (01 FRENTE)		4.83	3.76	3.98	5.58
NUMERO DE CICLOS DIA (02 FRENTE)		9.66	7.52	7.96	11.16
EFICIENCIA PARA 01 FRENTE	0.8				
EFICIENCIA PARA 02 FRENTE	0.64				
AVANCE DIARIO (PARA 01 FRENTE)	M	13.79	10.74	8.60	4.82
AVANCE DIARIO (PARA 02 FRENTE)	M	17.66	13.75	11.00	6.17
AVANCE MENSUAL (CONSID. 30DIAS TRAB / MES 01 FRENTE)	M	413.70	322.20	258.00	144.60
AVANCE MENSUAL (CONSID. 30DIAS TRAB / MES 02 FRENTE)	M	529.80	412.50	330.00	185.10

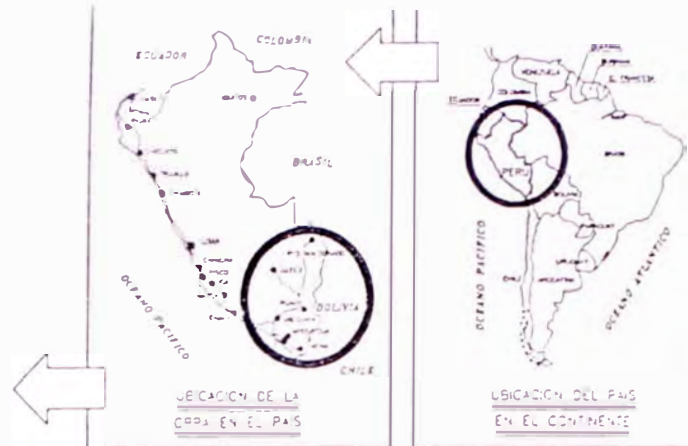
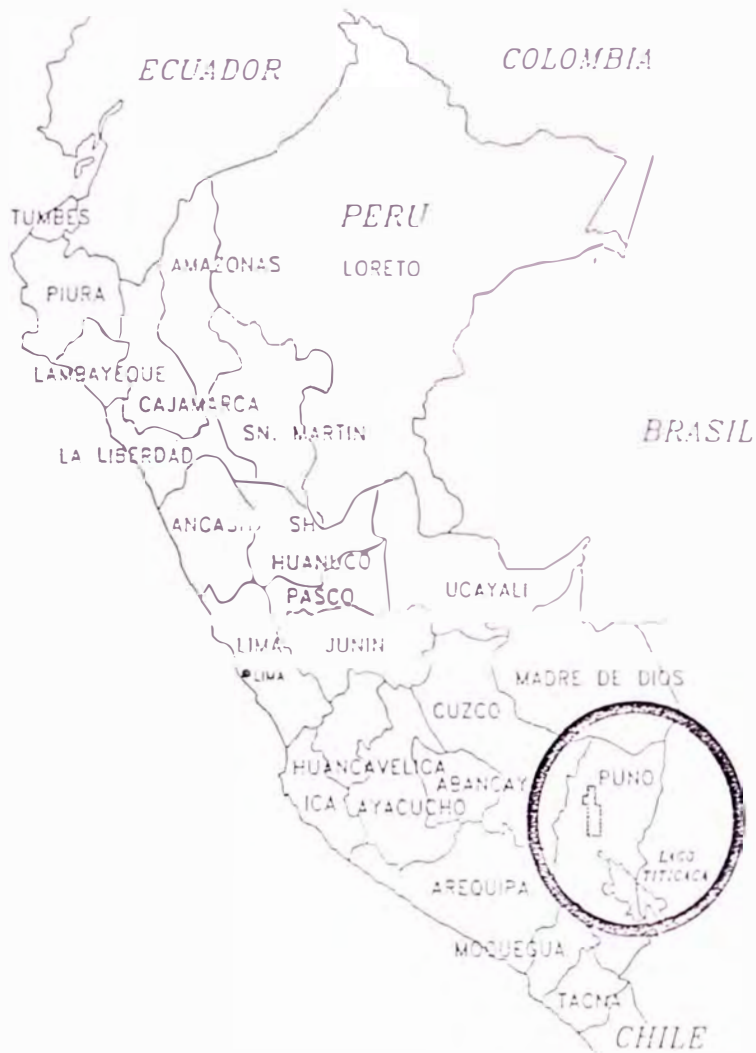
ANEXO III
GRAFICOS

RELACION DE GRAFICOS

GRAFICO N° 1	UBICACIÓN DE LA OBRA
GRAFICO N° 2	DISPOSICION GENERAL DE LAS OBRAS
GRAFICO N° 3	UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES
GRAFICO N° 4	CAMPAMENTO FRENTE URUHUASI
GRAFICO N° 5	CAMPAMENTO FRENTE CASAHUIRI
GRAFICO N° 6	PLANTA DE CONCRETO
GRAFICO N° 7	PLANTA DE CHANCADORA
GRAFICO N° 8	DEPOSITO DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS
GRAFICO N° 9	EJECUCION DEL TUNEL DE ADUCCION / PORTAL
GRAFICO N° 10	EXCAVACION DEL TUNEL DE ADUCCION CON JUMBO
GRAFICO N° 11	SISTEMA FERROVIARIO / NICHES PARA DESVIO
GRAFICO N° 12	SISTEMA FERROVIARIO - NICHES PARA TRAFOS Y COMPRESORA
GRAFICO N° 13	SISTEMA RODOVIARIO / MONTAJE DE CERCHAS
GRAFICO N° 14	SISTEMA FERROVIARIO / MONTAJE DE CERCHAS
GRAFICO N° 15	LIMPIEZA Y REVESTIMIENTO DEL PISO
GRAFICO N° 16	EJECUCION DE LA CHIMENEA DE EQUILIBRIO
GRAFICO N° 17	FRENTES DE TRABAJO
GRAFICO N° 18	DIAGRAMA DE PERFORACION Y VOLADURA - ROCA TIPO I
GRAFICO N° 19	DIAGRAMA DE PERFORACION Y VOLADURA - ROCA TIPO II
GRAFICO N° 20	DIAGRAMA DE PERFORACION Y VOLADURA - ROCA TIPO III-A
GRAFICO N° 21	DIAGRAMA DE PERFORACION Y VOLADURA - ROCA TIPO III-B
GRAFICO N° 22	SISTEMA DE INICIACION NO ELECTRICO FANEL
GRAFICO N° 23	METODO DE CONEXIÓN DEL FANEL CON EL CONECTADOR SIMPL
GRAFICO N° 24	METODO DE CONEXIÓN DE LOS CIRCUITOS DEL SISTEMA FANEL
GRAFICO N° 25	DETALLE DE LOCOMOTORA
GRAFICO N° 26	DETALLE HAGGLOADER 8 HR2
GRAFICO N° 27	DETALLE SHUTTLETRAIN
GRAFICO N° 28	DETALLE MINIMATIC H 205 D



OCEANO PACIFICO



LEYENDA



ZONA DEL PROYECTO, CENTRAL
HIDROELECTRICA Y LINEA
DE TRANSMISION

GRAFICO N° 01

UBICACIÓN DE LA OBRA

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

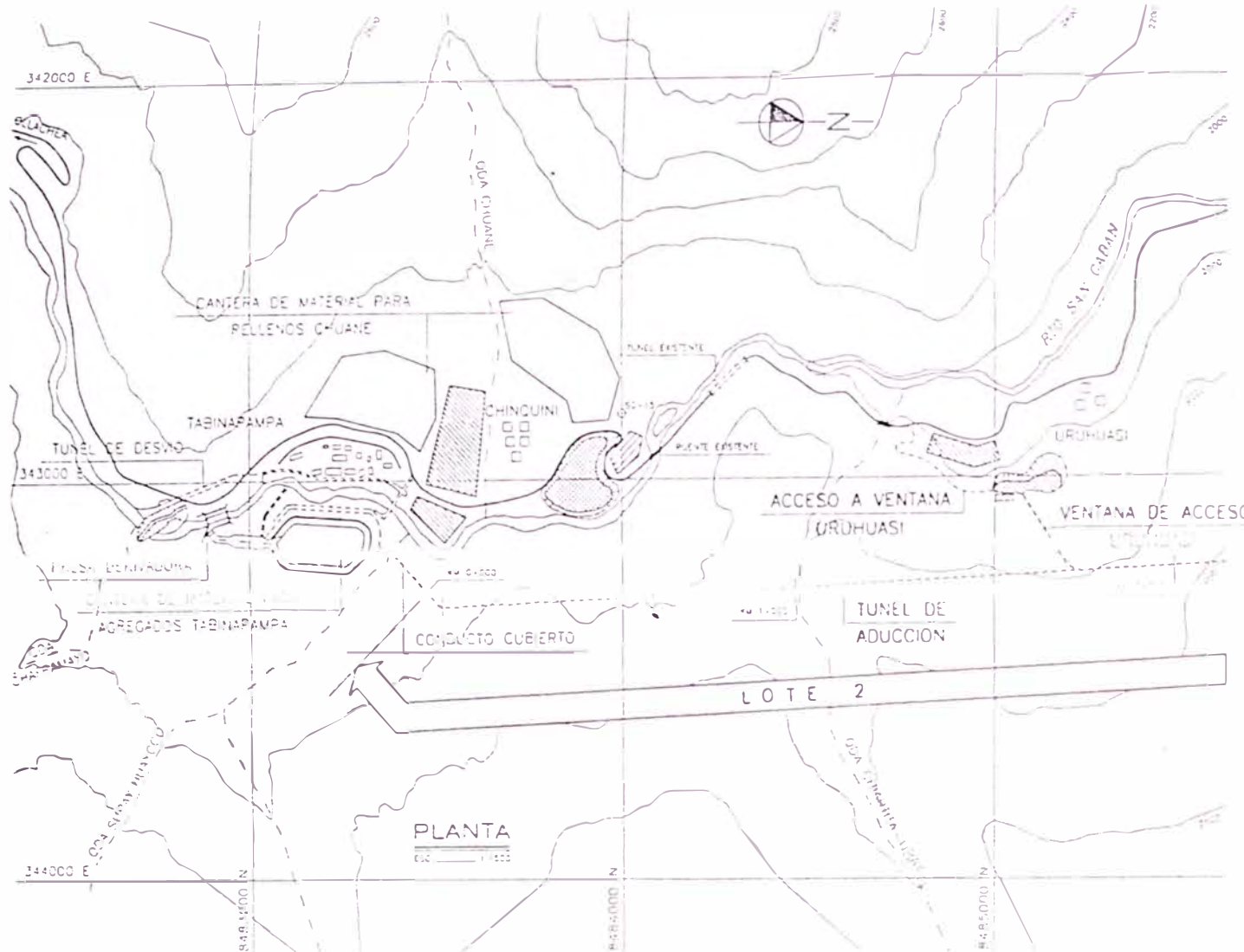
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodríguez

FECHA

Octubre-2000



LEYENDA

-  CAMPAMENTOS
-  DEPOSITOS DE DESMONTE
-  CANTERAS
- CARRETERA
- CAMINO DE ACCESO
- QUEBRADAS
- RIO SAN GABAN

GRAFICO N° 02

DISPOSICION GENERAL DE LAS OBRAS (1/2)

TEMA: PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

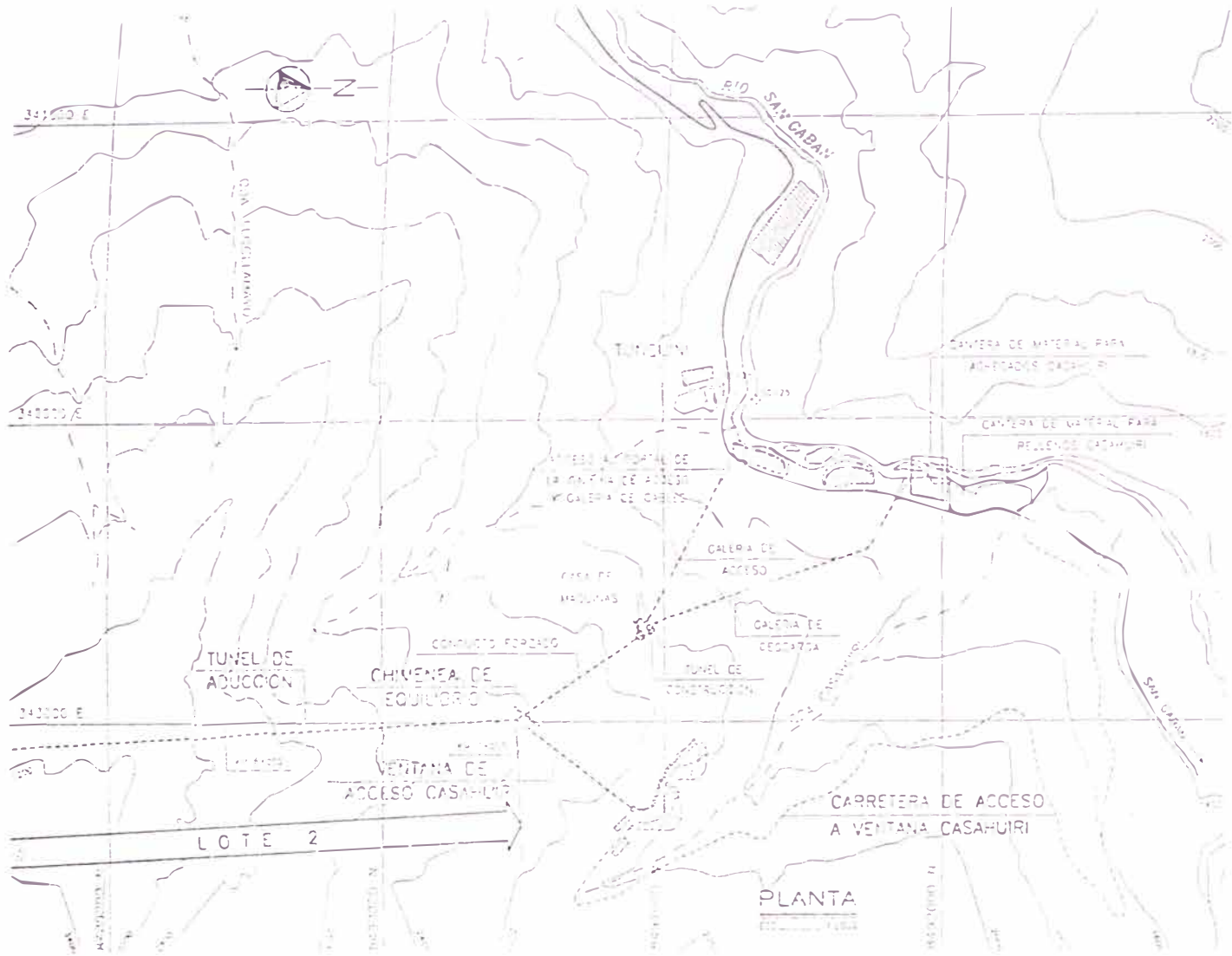
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach Paul Steve Maguina Rodriguez

FECHA

Octubre-2000



LEYENDA








-  CAMPAMENTOS
-  DEPOSITOS DE DESMORTE
-  CANTERAS
-  CARRIERA
-  CAMINO DE ACCESO
-  QUEBRADAS
-  RIO SAN GABAN

GRAFICO N° 02

DISPOSICION GENERAL DE LAS OBRAS (2/2)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingenieria Civil

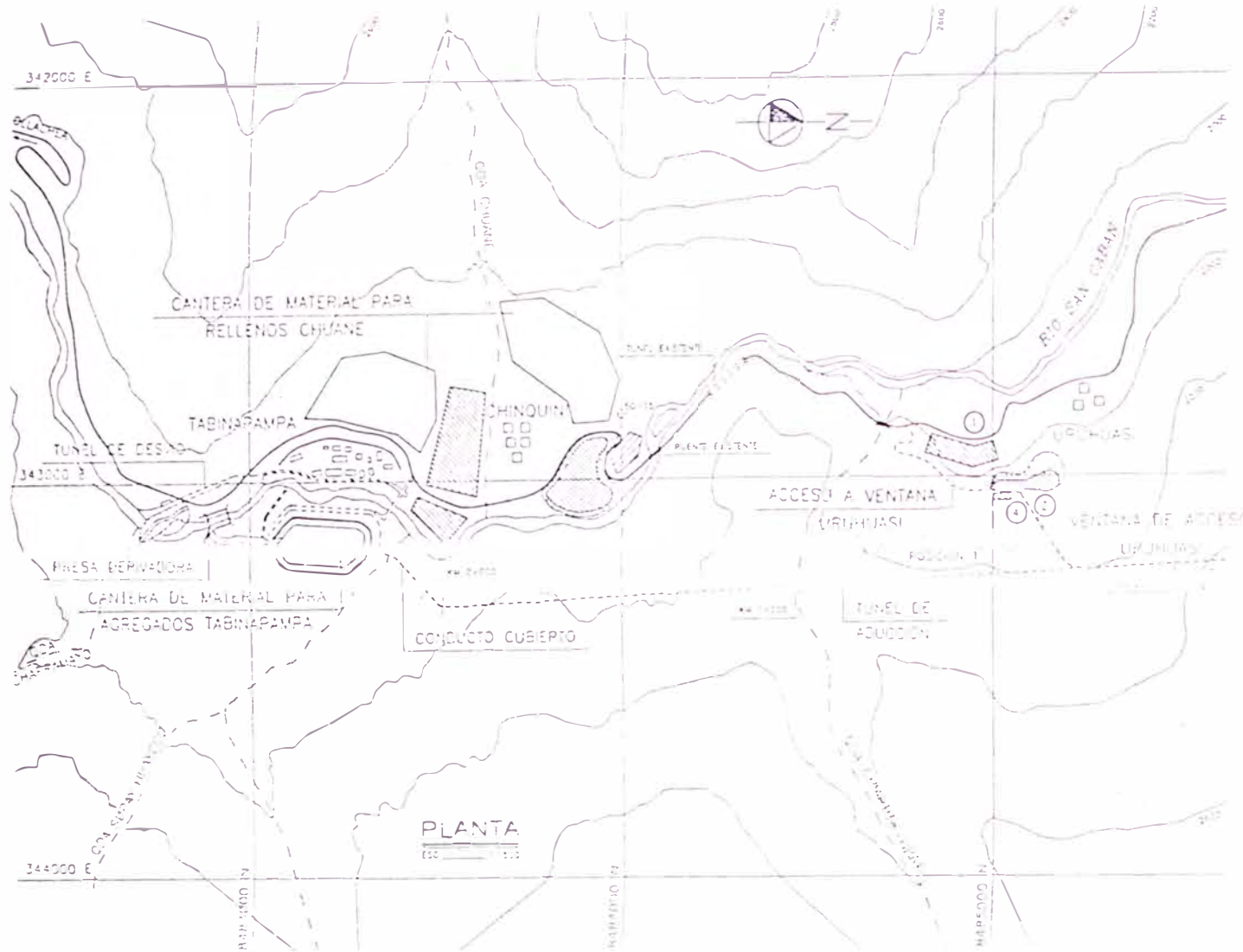
Titulación por Exámen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodríguez

FECHA

Octubre-2000



LEYENDA

- ① CAMPAMENTO PRINCIPAL
- ② CAMPAMENTO DE FRENTE URPINIAS
- ③ CAMPAMENTO DE FRENTE CASAHUAY
- ④ INSTALACIONES INDUSTRIALES
- ▭ CAMPAMENTOS
- ▭ DEPÓSITOS DE FERTILIZANTE
- ▭ CANTERAS
- CARRETERA
- CAMINO DE ACCESO
- QUEBRACHO
- ~ RÍO SAN GABAN

GRAFICO N° 03

UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES (1/2)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

COMEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

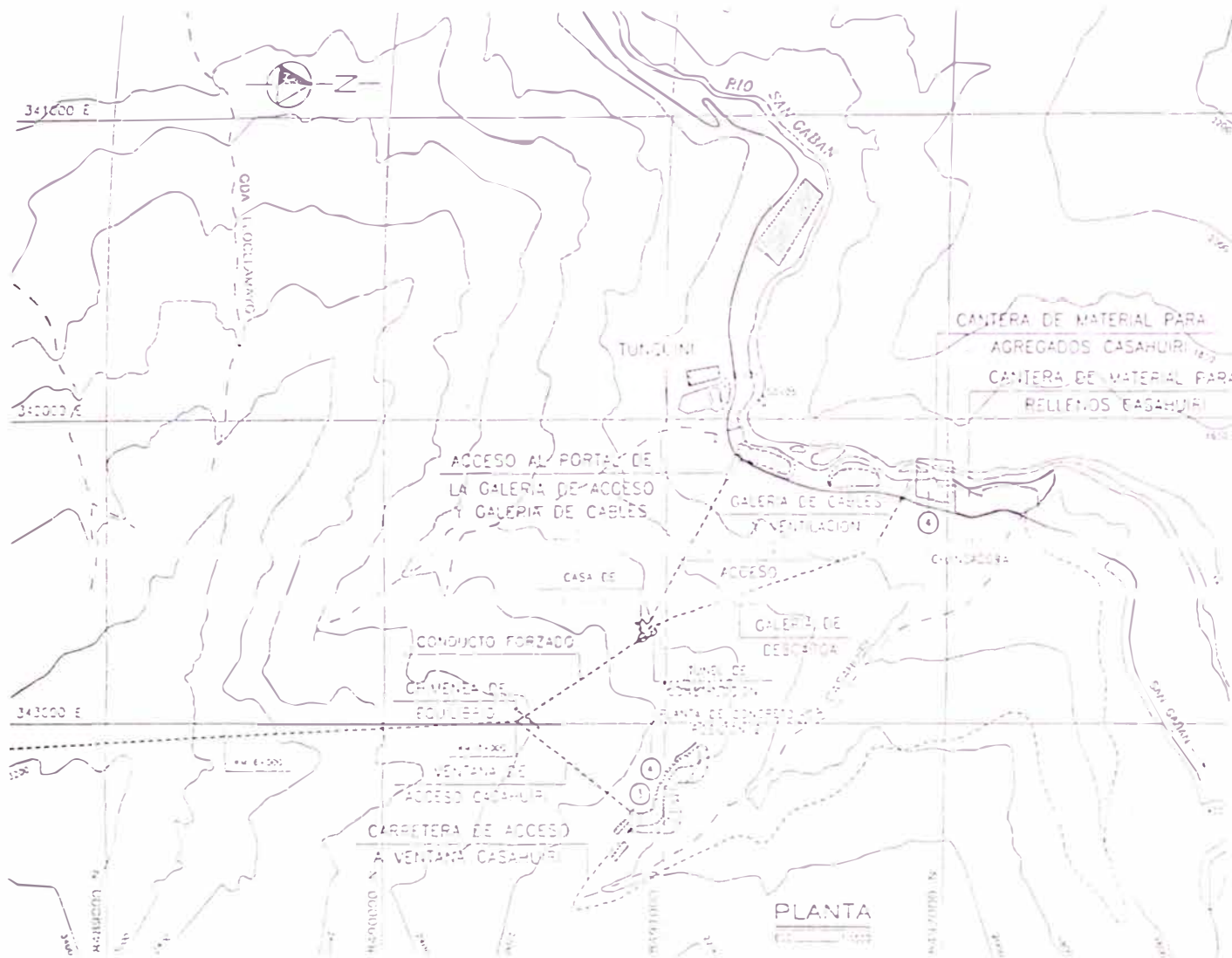
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodriguez

FECHA

Octubre-2000



LEYENDA

- ① CAMPAMENTO PRINCIPAL
- ② CAMPAMENTO DE FRENTE URMUQUI
- ③ CAMPAMENTO DE FRENTE CASAHUI
- ④ INSTALACIONES INDUSTRIALES
- ▭ CAMPAMENTOS
- ▭ DEPOSITOS DE DESMONTE
- ▭ CANTERAS
- CARRETERA
- - - CAMINO DE ACCESO
- - - CERRADO
- ~ RIO SAN GABAN

GRAFICO N° 03

UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES (2/2)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingenieria Civil
 Titulación por Examen Profesional

ELABORADO:

Bach Paul Steve Maguña Rodriguez

FECHA

Octubre-2000

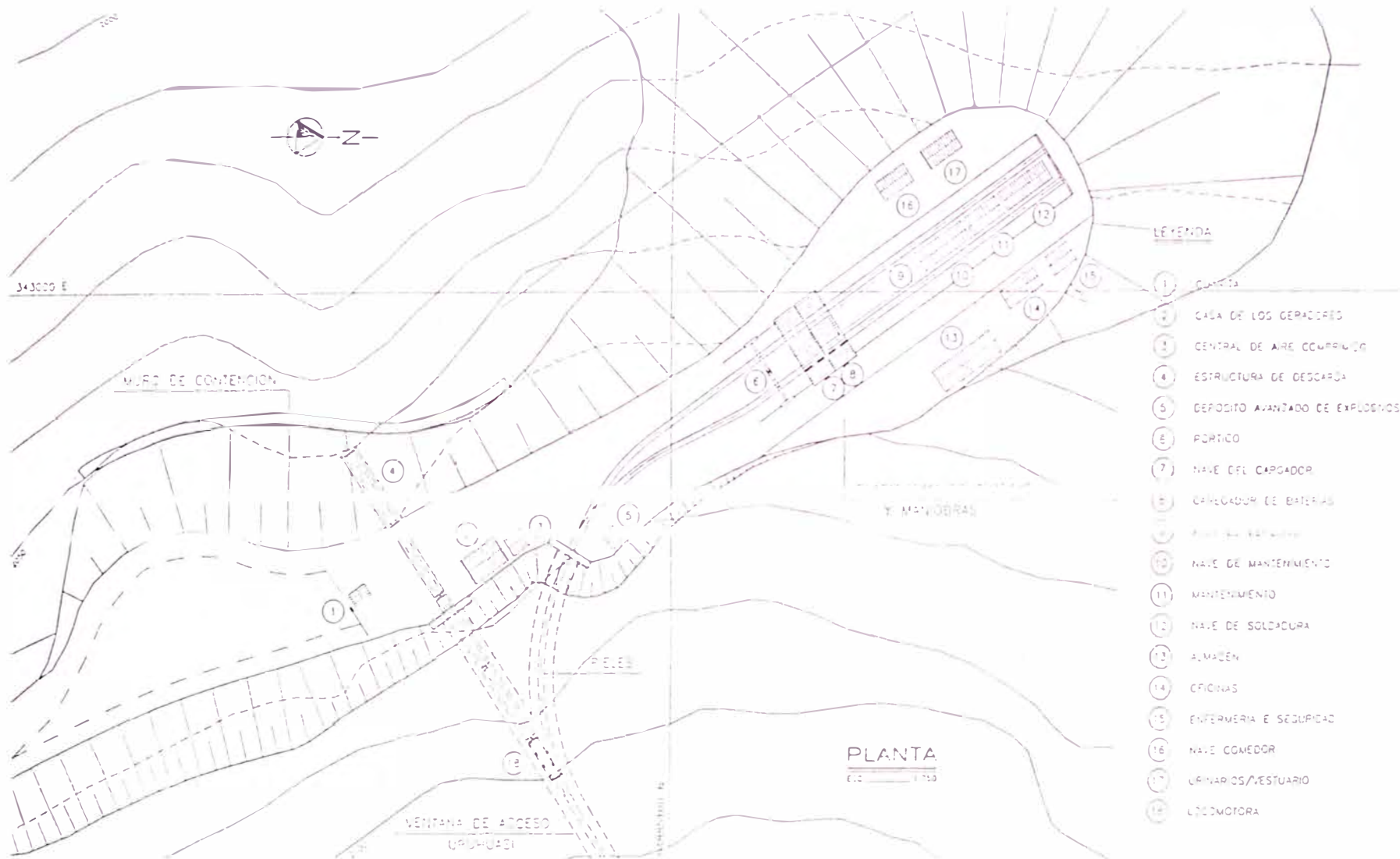


GRAFICO N° 04

CAMPAMENTO FRENTE URUHUASI

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingenieria Civil

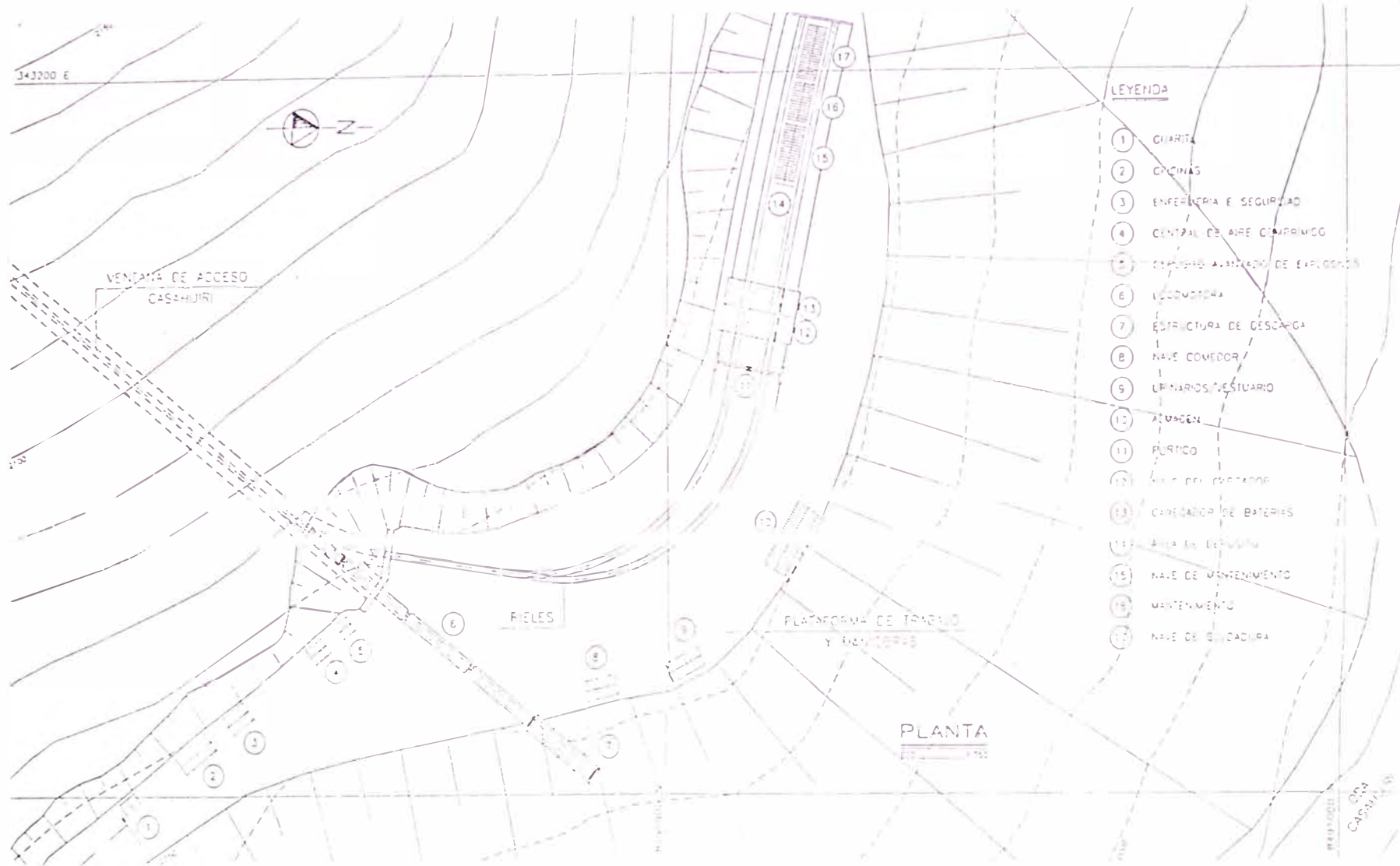
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach Paul Steve Maguiña Rodriguez

FECHA

Octubre-2000



- LEYENDA**
- 1 CHARITA
 - 2 COCINAS
 - 3 ENFERMERIA E SEGURIDAD
 - 4 CENTRAL DE AIRE COMPRIMIDO
 - 5 CAMBIO A APTADO DE EXPLOSION
 - 6 LECOMOTORA
 - 7 ESTRUCTURA DE DESCARGA
 - 8 NAVE COMEDOR
 - 9 LANTARNO ESTUARIO
 - 10 ALMACEN
 - 11 PUERTO
 - 12 NAVE DEL CONTACTOR
 - 13 CAPACIDAD DE BATERIAS
 - 14 AREA DE DESGASTE
 - 15 NAVE DE MANTENIMIENTO
 - 16 MANTENIMIENTO
 - 17 NAVE DE ENCADENA

GRAFICO N° 05

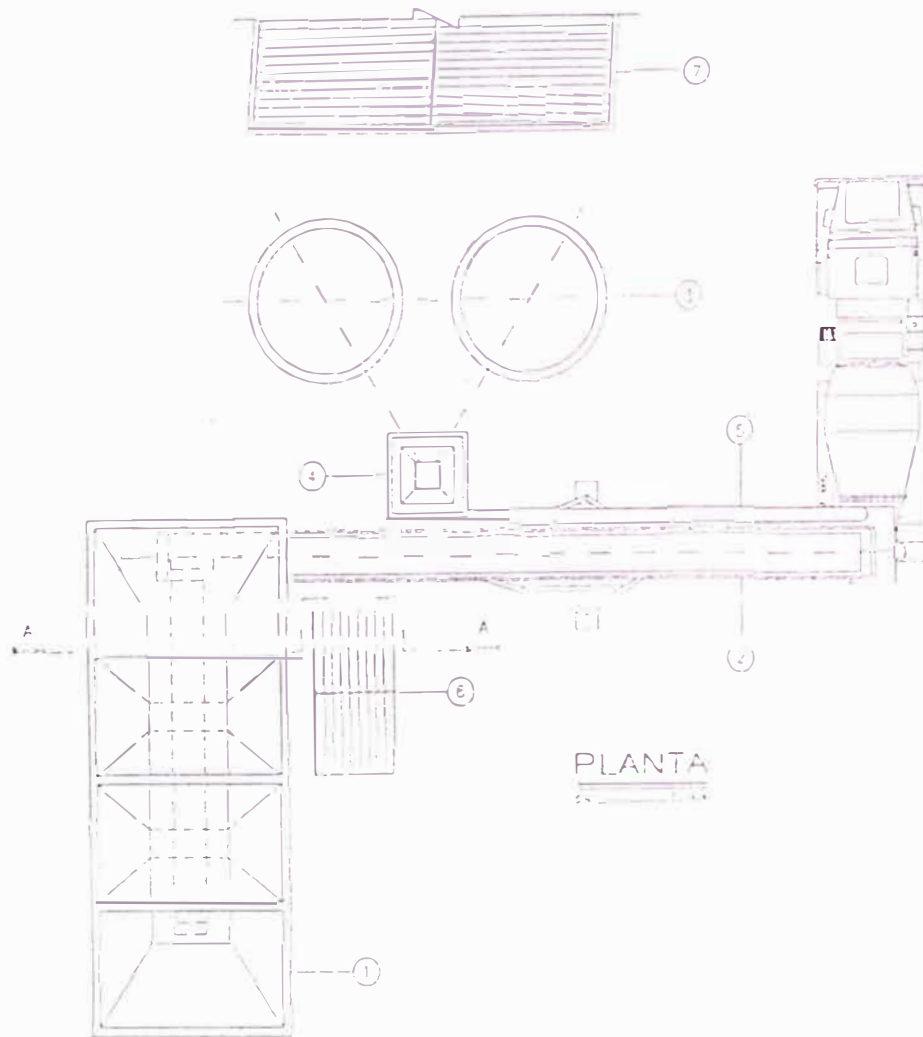
CAMPAMENTO FRENTE CASAHUURI

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingenieria Civil
 Titulación por Examen Profesional

ELABORADO
 Bach Paul Steve Maguñá Rodriguez

FECHA
 Octubre-2000



LEYENDA

- ① SILO PARA 4 ACREGADOS CAP = 50 m³ CON DOSIFICADOR METÁLICO PARA 8 m³ Y BALANZA DE 10.000 kg
- ② CINTA DE ALIMENTACIÓN DE ACREGADOS DOSIFICADOS CON ANCHURA DE 600 mm
- ③ SILO PARA CEMENTO CAPA CON CAPACIDAD DE 10 m³
- ④ DOSIFICADOR METÁLICO PARA CEMENTO CON CAPACIDAD DE 45 m³ Y BALANZA DE 5.000 kg
- ⑤ TRANSPORTADOR HELICOIDAL TUBULAR DE ALIMENTACIÓN DE CEMENTO DIÁMETRO 193 mm
- ⑥ CABINA DE COMANDO
- ⑦ DEPÓSITO PARA BOLSAS DE CEMENTO (600 m x 600 m)

ESPECIFICACIONES

- MARCA - CE
- TRD - PLANTA DOSIFICADORA DE CEMENTO SEMIAUTOMÁTICA
- MODELO - PERSONAL 4
- CAPACIDAD - 40 m³/h
- POTENCIA - 40 HP

PLANTA
500000

GRAFICO N° 06

PLANTA DE CONCRETO (1/2)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS
CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN CABAN II

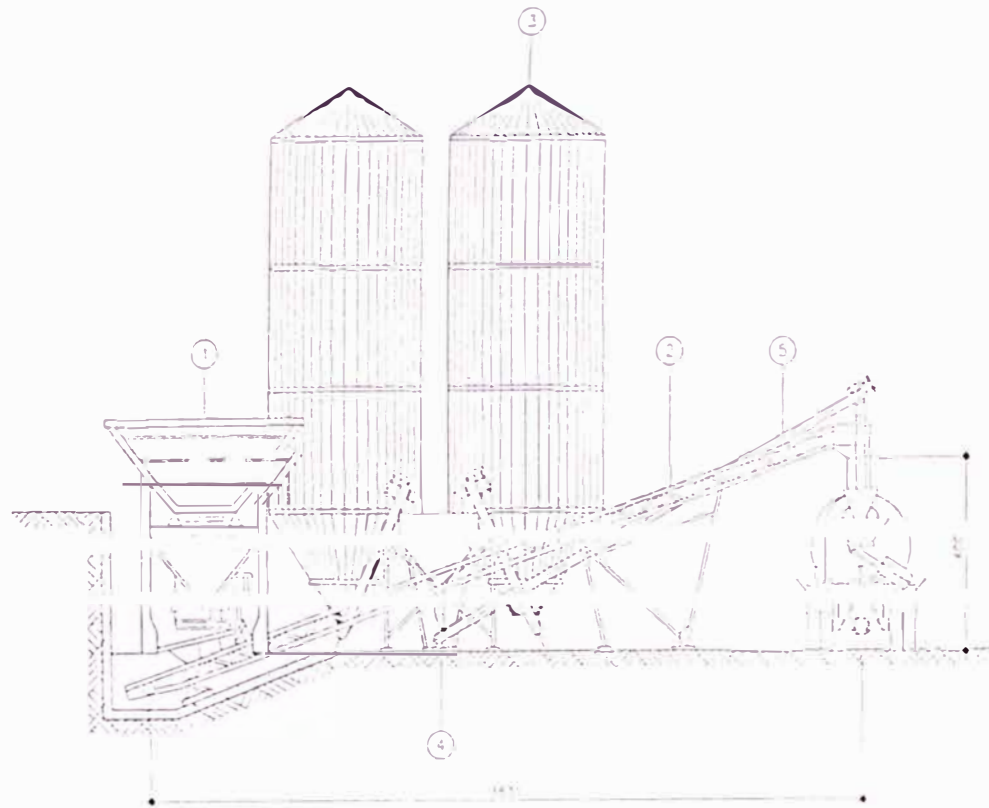
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodriguez

FECHA

Octubre-2000



SECAO A-A

LEYENDA

- ① SILO PARA 4 AGREGADOS CAP = 50 m³ CON DOSIFICADOR METÁLICO PARA 8 m³ Y BALANZA 10.000 kg
- ② CINTA DE ALIMENTACIÓN DE AGREGADOS DOSIFICADOS CON ANCHURA DE 800 mm
- ③ SILO PARA CEMENTO C-50 CON CAPACIDAD DE 150 t
- ④ DOSIFICADOR METÁLICO PARA CEMENTO CON CAPACIDAD DE 4,5 m³ Y BALANZA DE 5.000 kg
- ⑤ TRANSPORTADOR HELICOIDAL TUBULAR DE ALIMENTACIÓN DE CEMENTO DIÁMETRO 193 mm

ESPECIFICACIONES

USFIDA = CRI

TPD = PLANTA DOSIFICADORA DE COMANDO SEMI-AUTOMÁTICA

MOTORES = PERSONAL 4

CAPACIDAD = 40 m³ h

POTENCIA = 40 HP

GRAFICO N° 05

PLANTA DE CONCRETO (2/2)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingenieria Civil

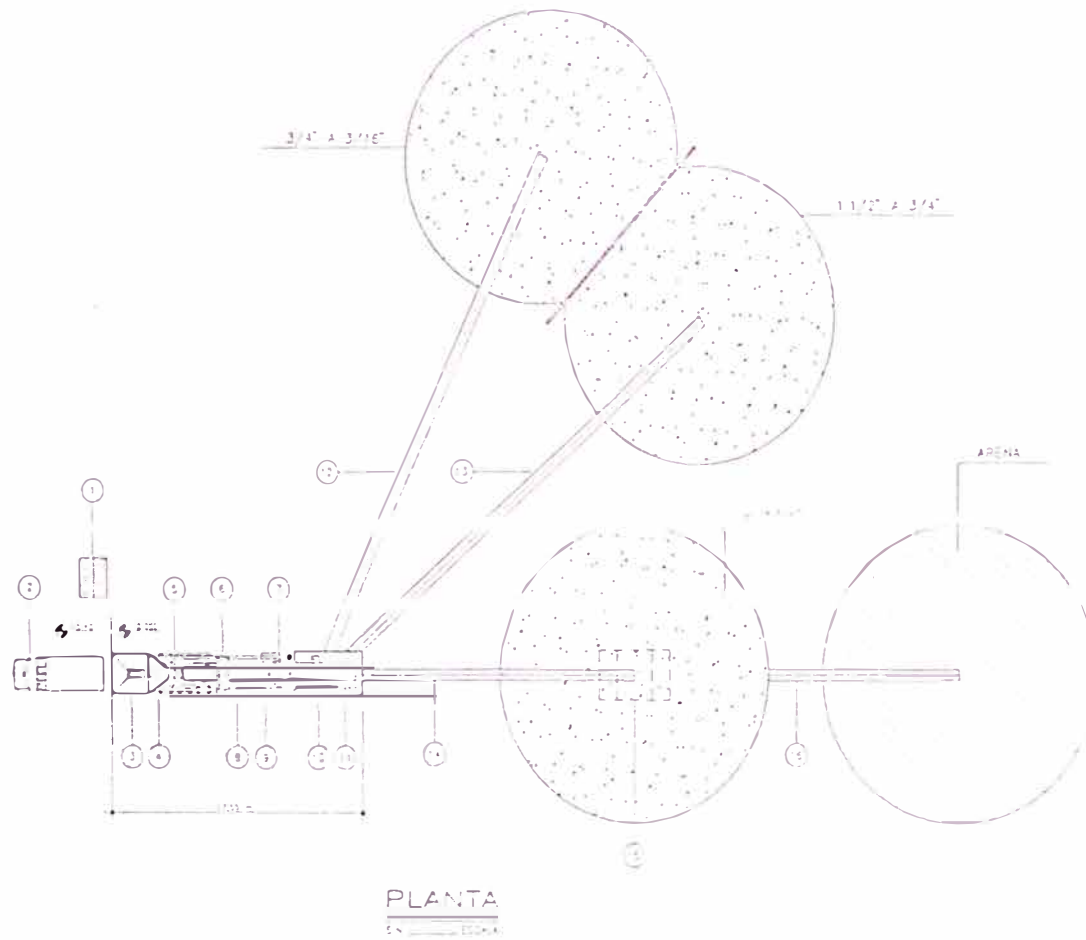
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguña Rodríguez

FECHA

Octubre-2000



LEYENDA

- ① CABINA DE COMANDO
- ② CAMION DE VOLTEO
- ③ TOLVA DE CARGA
- ④ ALIMENTADOR VIBRATORIO
- ⑤ CHANCADOR DE MANDIBULA
- ⑥ ELEVADOR ROTATIVO
- ⑦ CHANCADOR CROSFERICO
- ⑧ CINTA TRANSPORTADORA T1
- ⑨ CINTA TRANSPORTADORA T2
- ⑩ PLATAFORMA DE SERVICIO
- ⑪ ZARANDA
- ⑫ CINTA TRANSPORTADORA T3
- ⑬ CINTA TRANSPORTADORA T4
- ⑭ CINTA TRANSPORTADORA T5
- ⑮ ZARANDA CILINDRICA
- ⑯ CINTA TRANSPORTADORA T6

ESPECIFICACIONES

MARCA - BARBER GREENE DO BRASIL
 TPO - CHANCADOR PORTATIL
 MODELO - IEP 752
 PRODUCCION - 100 t/h

GRAFICO N° 07

PLANTA DE CHANCADORA (1/2)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ABOUCION Y OBRAS

COMEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

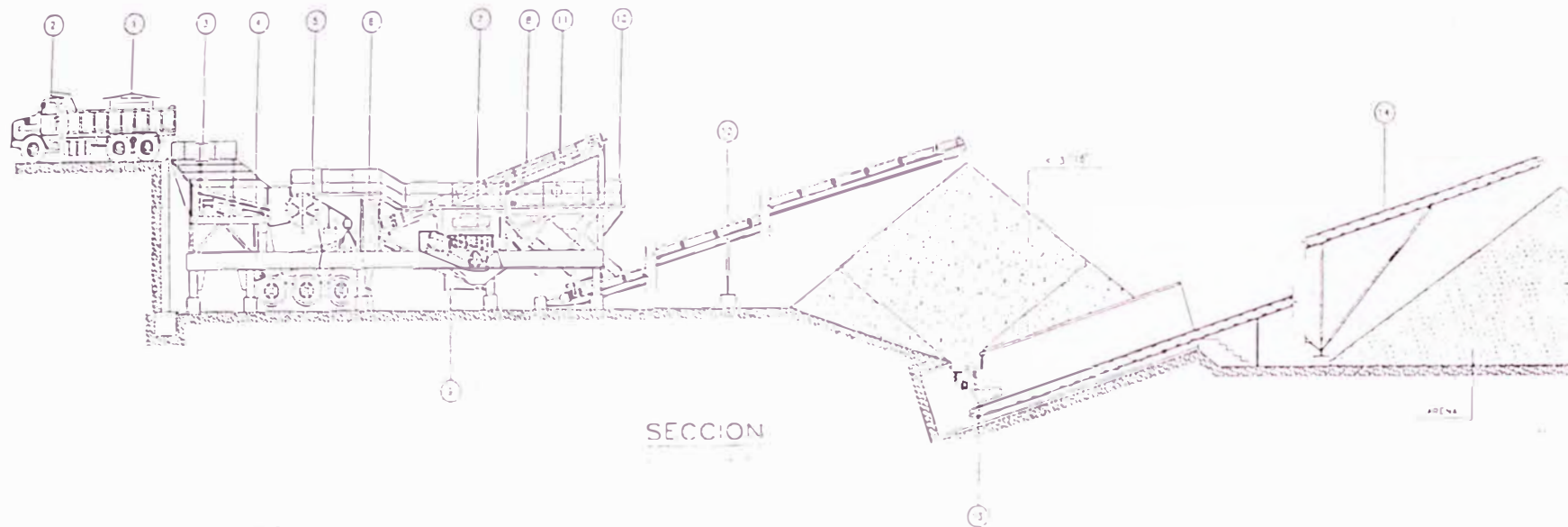
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodriguez

FECHA

Octubre-2000



LEYENDA

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1 CABINA DE COMANDO | 8 CINTA TRANSPORTADORA T8 |
| 2 CAMION DE VOLTEO | 9 CINTA TRANSPORTADORA T9 |
| 3 TOLVA DE CARGA | 10 PLATAFORMA DE SERVIDOS |
| 4 ALIMENTADOR VIBRATORIO | 11 ZARANDA |
| 5 CHANCADOR DE MANDIBULA | 12 CINTA TRANSPORTADORA T5 |
| 6 ELEVADOR ROTATIVO | 13 ZARANDA CON SIFON |
| 7 CHANCADOR CIRCULAR | 14 CINTA TRANSPORTADORA T4 |

ESPECIFICACIONES

- MARCA - BARBER GREENE OJ BRADY
- T40 - CHANCADOR PORTATIL
- MODELO - IEP 752
- PRODUCCION - 100 T/H

GRAFICO N° 07

PLANTA DE CHANCADORA (2/2)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN CABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingenieria Civil

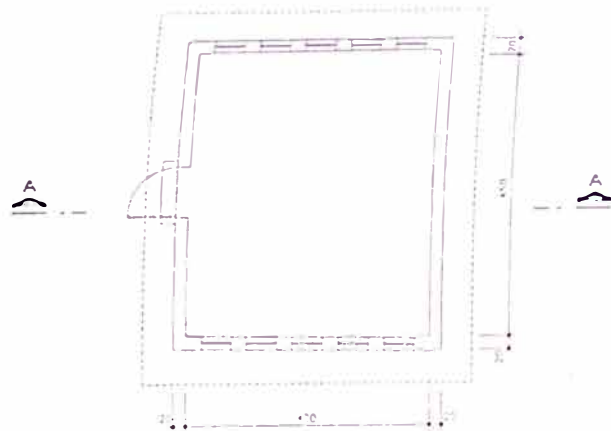
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

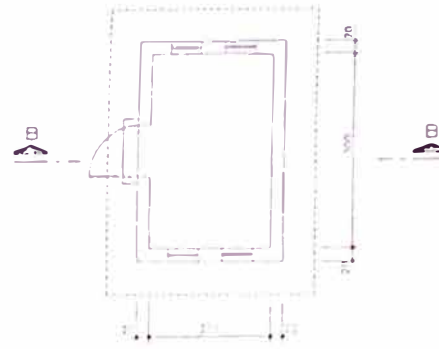
Bach Paul Steve Maguña Rodríguez

FECHA

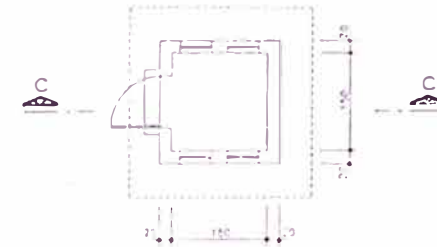
Octubre-2000



PLANTA
 DEPÓSITO DE EXPLOSIVOS
 AREA UTL. = 21.35 m²



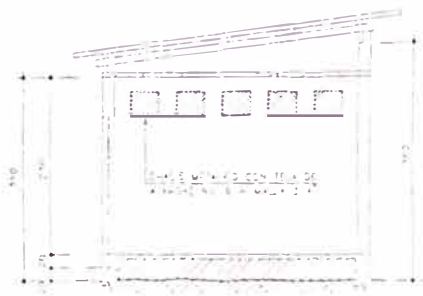
PLANTA
 DEPÓSITO DE ACCESORIOS No 1
 AREA UTL. = 8.15 m²



PLANTA
 DEPÓSITO DE ACCESORIOS No 2
 AREA UTL. = 2.51 m²

NOTAS

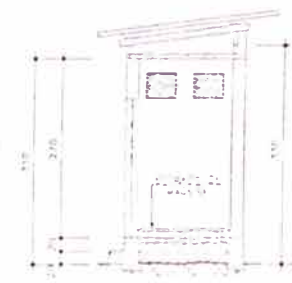
- PROYECTO CONFORME ESPECIFICACIONES DEL EJERCICIO
- PARED DE LADRILLO DE CONCRETO 20x20x40 cm
- TEJAS DE CEMENTO APARATO DE 6.0 mm



CORTE A - A



CORTE B - B



CORTE C - C

GRÁFICO N° 08

DEPOSITO DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

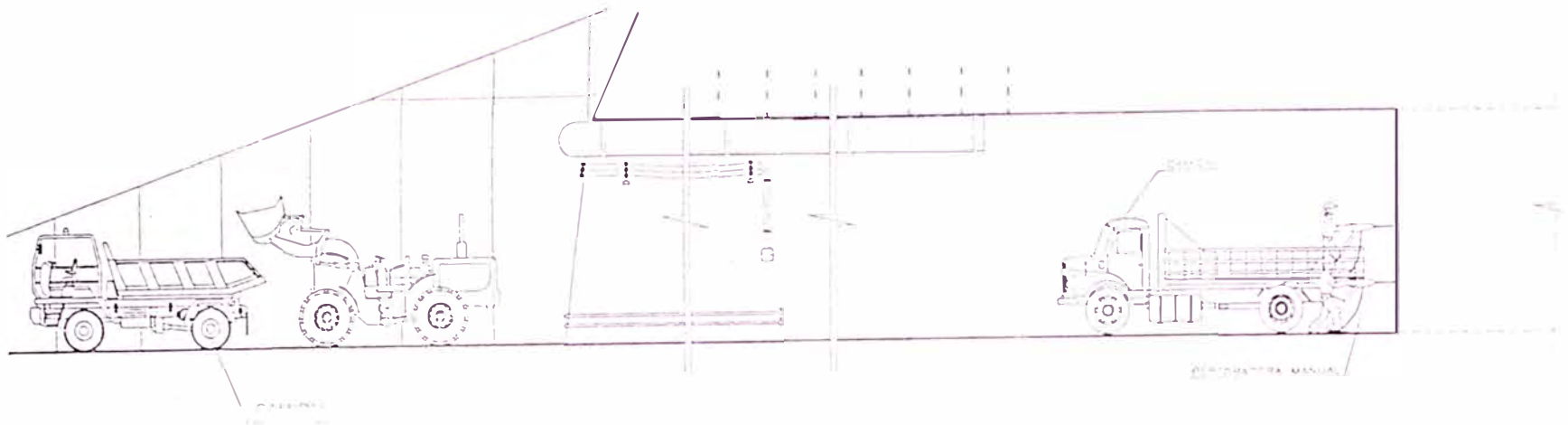
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodríguez

FECHA

Octubre-2000



PERFORACION

GRAFICO N° 09

EJECUCION DEL TUNEL DE ADUCCION / PORTAL (1/2)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

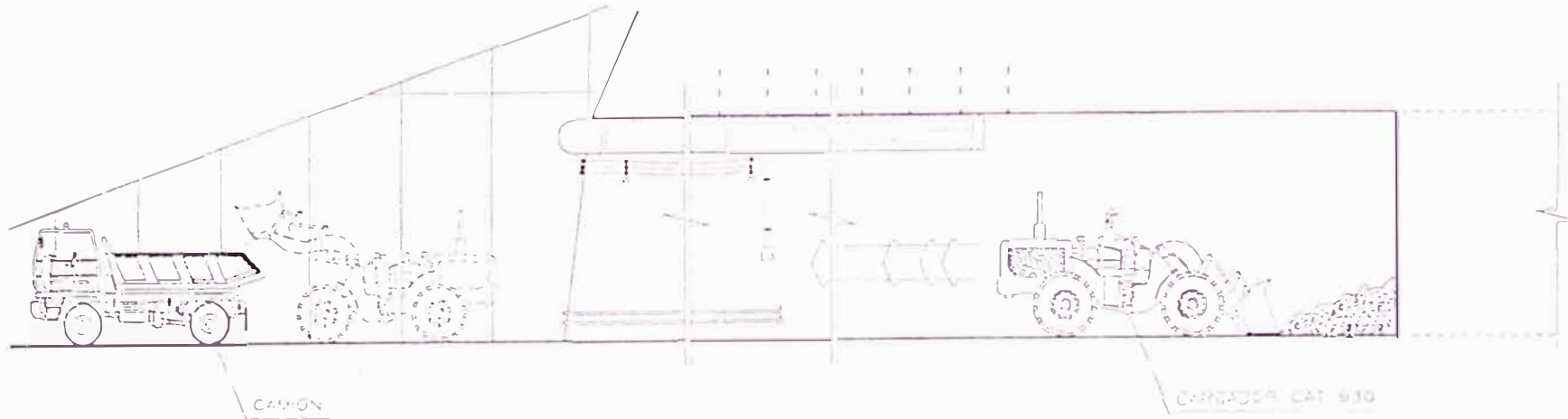
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingenieria Civil
 Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodriguez

FECHA

Octubre-2000



LIMPIEZA

GRAFICO N° 09

EJECUCION DEL TUNEL DE ADUCCION / PORTAL (2/2)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingenieria Civil

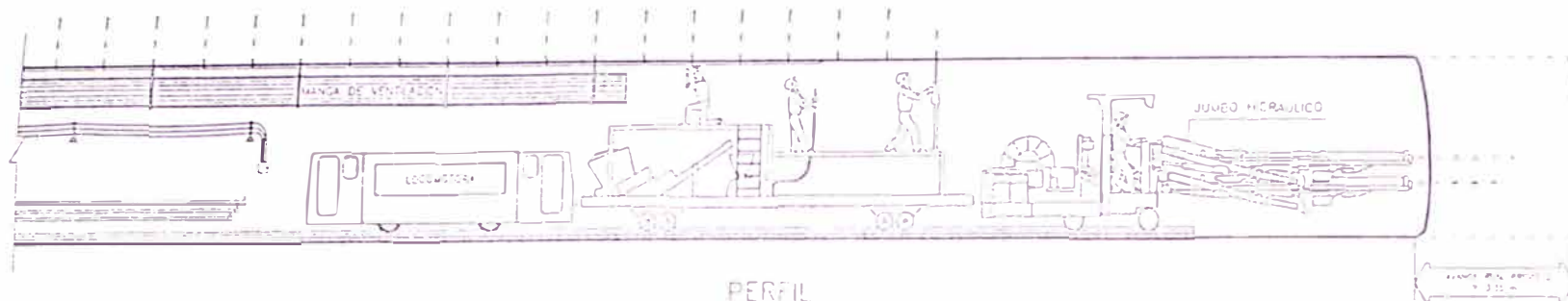
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodríguez

FECHA

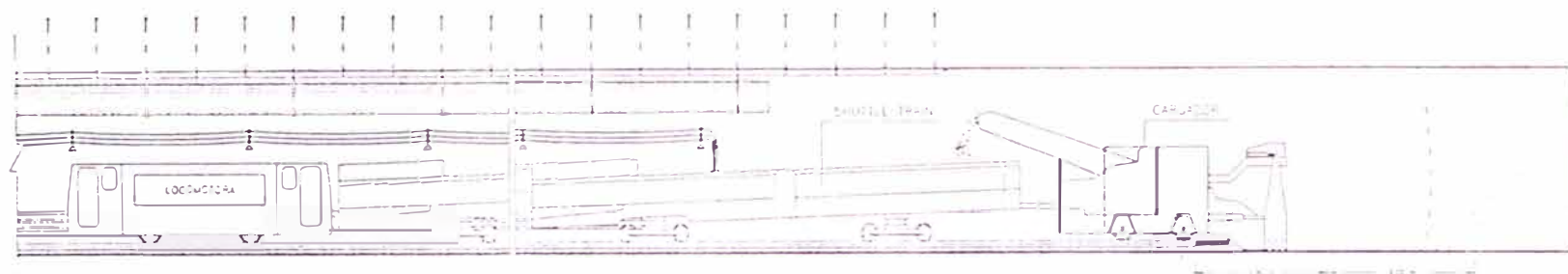
Octubre-2000



PERFIL

1ª ETAPA

- PERFORACION DE UN AVANCE
- COLOCACION DE PERNOS DE ANCLAJE A MENOS DE 12m DE LA NUEVA PERFORACION
- APLICACION DE SHOTCRETE
- COLOCACION DE PERNOS DE ANCLAJE PARA ILUMINACION, ENERGIA TUBO DE VENTILACION Y POLIPASTO
- CARGA Y FLESO DEL AVANCE



PERFIL

2ª ETAPA

- LLEGADA DEL CARAJON SHUTTLETRAIN Y LOCOMOTORA
- LIMPIEZA INICIAL
- LIMPIEZA DE 3 m DEL RIEL BASE O DEL AVANCE
- COLOCACION DEL ELEMENTO TELESCOPICO
- LIMPIEZA DE 3 m + 3,05 m DEL RIEL BASE O DEL AVANCE

GRAFICO N° 10

EXCAVACION DEL TUNEL DE ADOCCION CON JUMBO (1/5)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADOCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIROELECTRICA SAN GABAN II

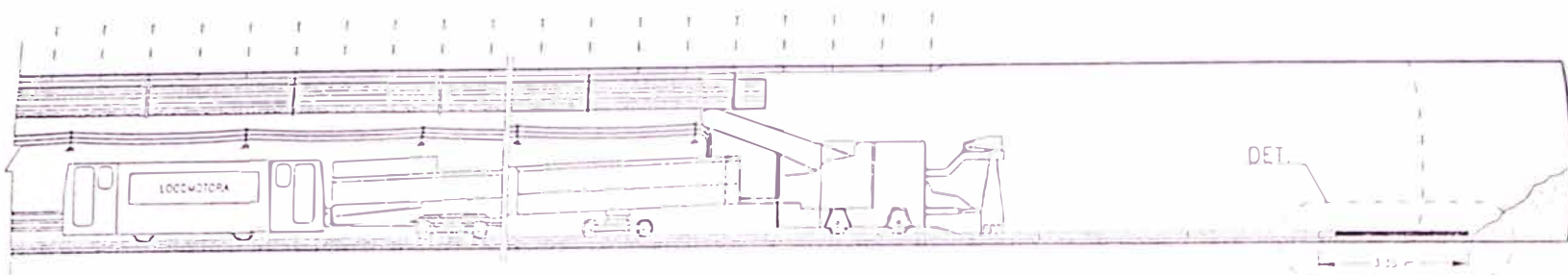
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingenieria Civil
 Titulacion por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguina Rodriguez

FECHA

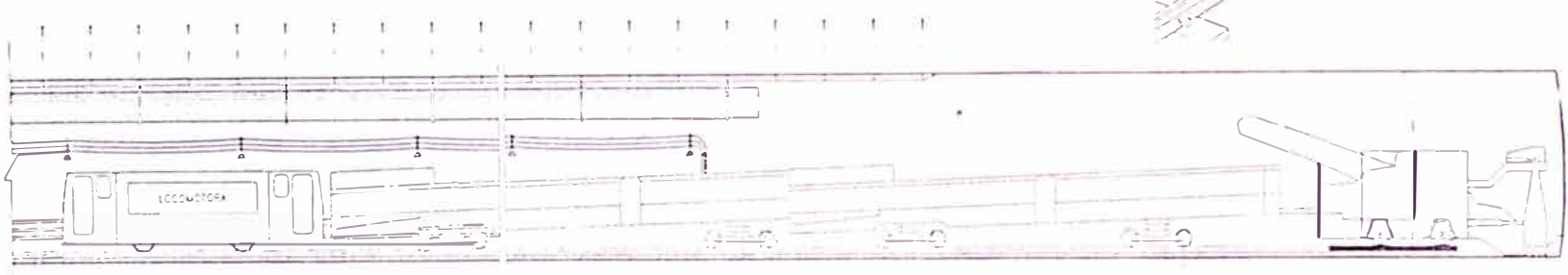
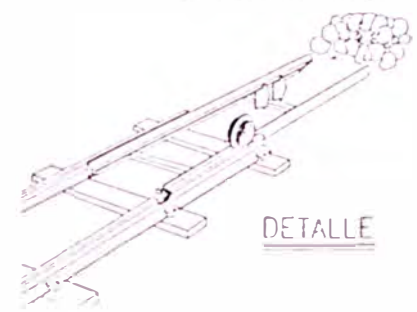
Octubre-2000



PERFIL

3ª ETAPA

- DESPLAZAMIENTO DE LA COMPOSICIÓN HASTA SALIR DEL AREA DE CAMBIO DE CARRIL
- COORDINACION DE UN ELEMENTO DE AVANTE
- COORDINACION DEL ELEMENTO TELESCOPICO



PERFIL

4ª ETAPA

- DESPLAZAMIENTO DE COMPOSICIÓN AL LOGRO DE CARGA AVANZADO
- LIMPIEZA DEL MATERIAL HASTA AL FINAL
- SALIDA DE LA COMPOSICIÓN PARA DESMONTAR DEJANDO EL CARGADOR EN EL DESMÓ

GRAFICO N° 10

EXCAVACION DEL TUNEL DE ADUCCION CON JUMBO (2/5)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

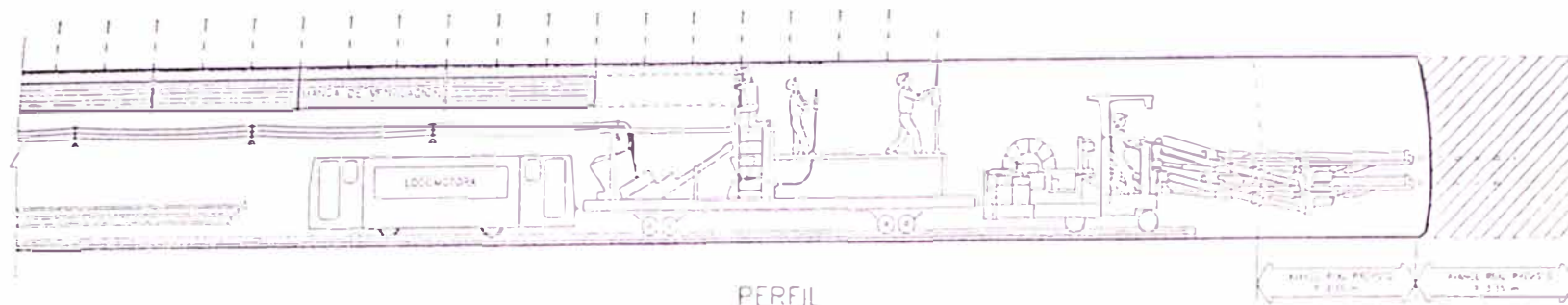
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil
 Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodríguez

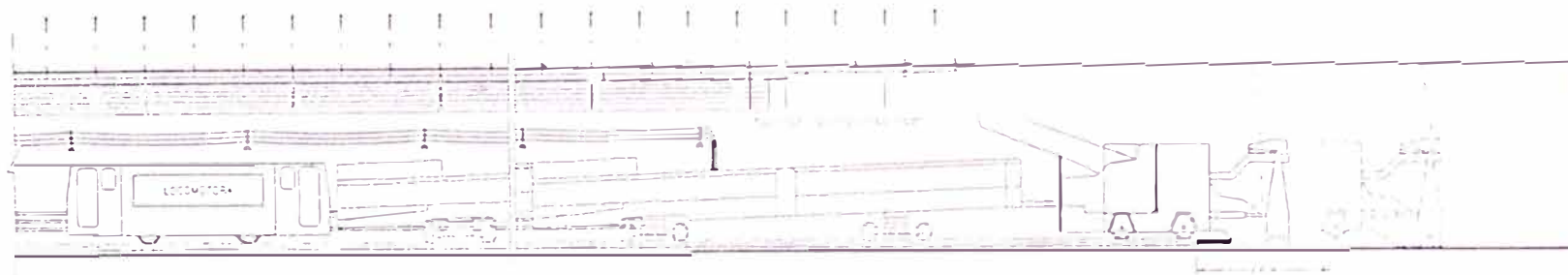
FECHA

Octubre-2000



5ª ETAPA

- LLEGADA DE LA COMPOSICIÓN DE PERFORACIÓN Y CONSTRUCCIÓN
- PERFORACIÓN DE UN AVANCE
- COLOCACIÓN DE PERNOS DE ANCLAJE A MENOS DE 13 m DE LA NUEVA PERFORACIÓN
- AVANCE DEL TIPO DE VENTILACIÓN
- COLOCACIÓN DE PERNOS DE ANCLAJE PARA ILUMINACIÓN, ENERGÍA, TUBO DE VENTILACIÓN Y POLIPASTO
- CARGA Y FIJADO CON AVANCE PERFORADO



6ª ETAPA

- LLEGADA DEL CARGADOR SIMETRIZADO Y LOCOMOTORA CON UN CONJUNTO TIPO EN EL ÚLTIMO VAGON
- ÍTALO CON AUXILIO DE 2 POLIPASTO DE 1 ton CAPACIDAD DEL CONJUNTO TIPO DE LÍNEA
- UNPEZA INICIAL
- UNPEZA DE 3 m DEL PIEL BASE O DEL AVANCE
- COLOCACIÓN DEL ELEMENTO TELESCÓPICO
- UNPEZA DE 3 m 335 m DEL REL BASE O DEL AVANCE

GRAFICO N° 10

EXCAVACION DEL TUNEL DE ADUCCION CON JUMBO (3/5)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingenieria Civil

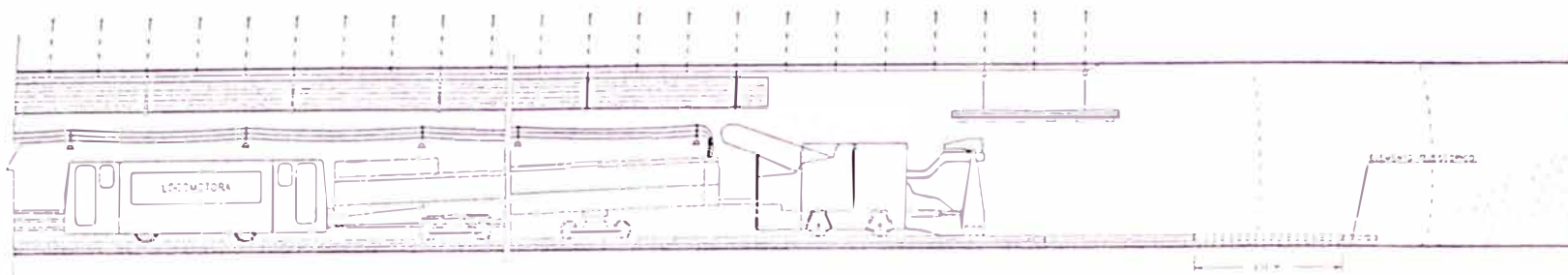
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach Paul Steve Maguiña Rodríguez

FECHA

Octubre-2000



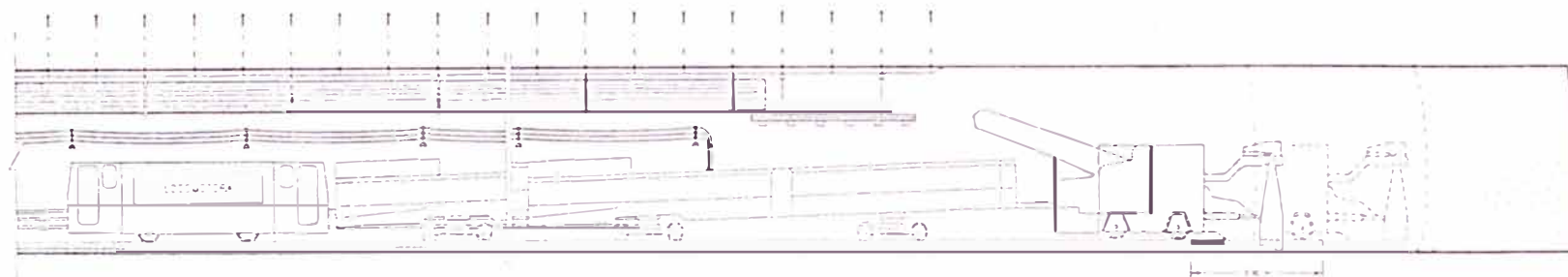
PERFIL

7ª ETAPA

- DESPLAZAMIENTO DE LA COMPOSICIÓN HASTA SALIR DEL ÁREA DE CAMBIO DE CARRIL

COLOCACIÓN DEL ELEMENTO DE AVANCE

- COLOCACIÓN DEL ELEMENTO TELESCÓPICO



PERFIL

7ª ETAPA

- DESPLAZAMIENTO DE LA COMPOSICIÓN HASTA EL NIVEL DE CARGA AVANZADO

- LIMPIEZA DEL MATERIAL HASTA EL FINAL

- SALIDA DE LA COMPOSICIÓN PARA DESCARGA DEJANDO EL CARGADOR EN EL DESVÍO

GRAFICO N° 10

EXCAVACION DEL TUNEL DE ADUCCION CON JUMBO (4/5)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN CABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

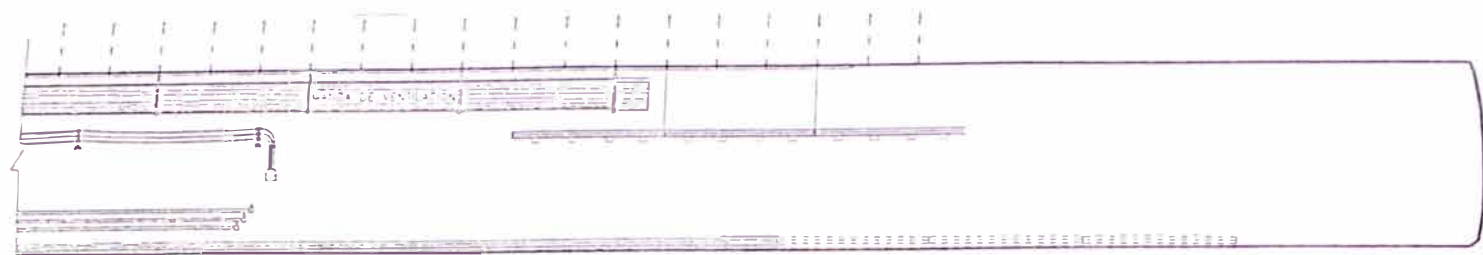
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodríguez

FECHA:

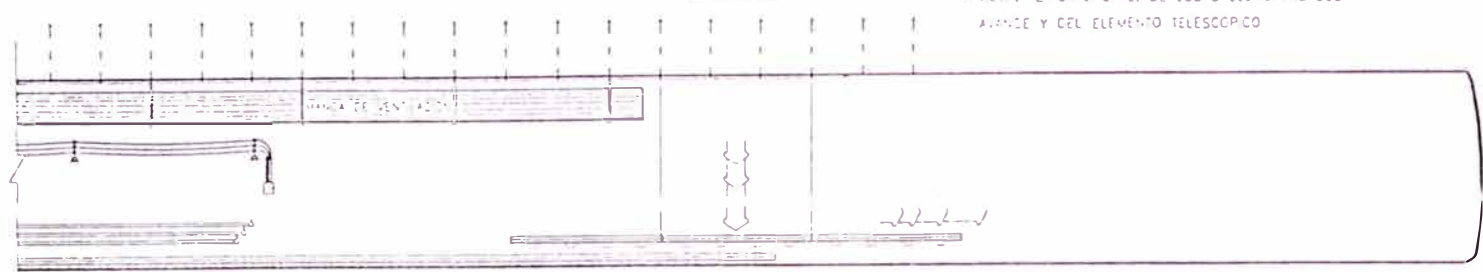
Octubre-2000



PERFIL

9ª ETAPA

- RETIRA LATERALMENTE DE LOS 3 ELEMENTOS DEL AVANCE Y DEL ELEMENTO TELESCÓPICO

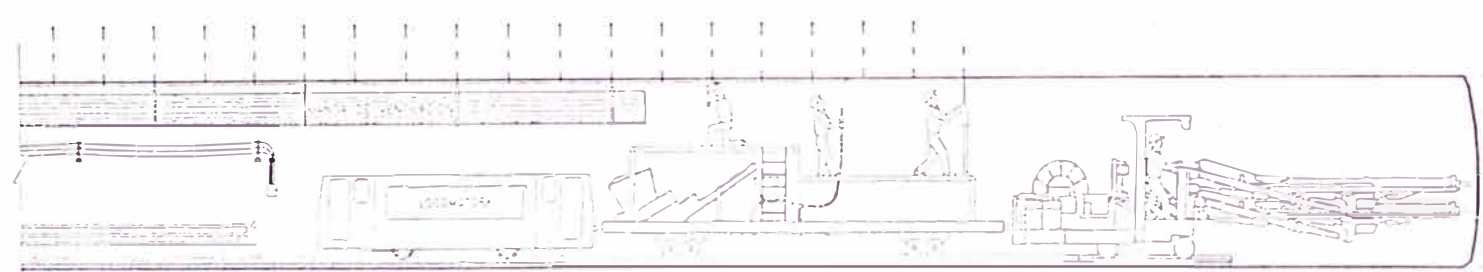


PERFIL

10ª ETAPA

- BAJADA DEL CONJUNTO TIPO DE LINEA

- DESPLAZAMIENTO DEL CONJUNTO TIPO DE LINEA HASTA SU POSICIÓN DEBIDA CON EL AUXILIO DE UN POLIPASTO Y PALANCA



PERFIL

11ª ETAPA

- INICIO DE LA ETAPA 1

GRAFICO N° 10

EXCAVACION DEL TUNEL DE ADUCCION CON JUMBO (5/5)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

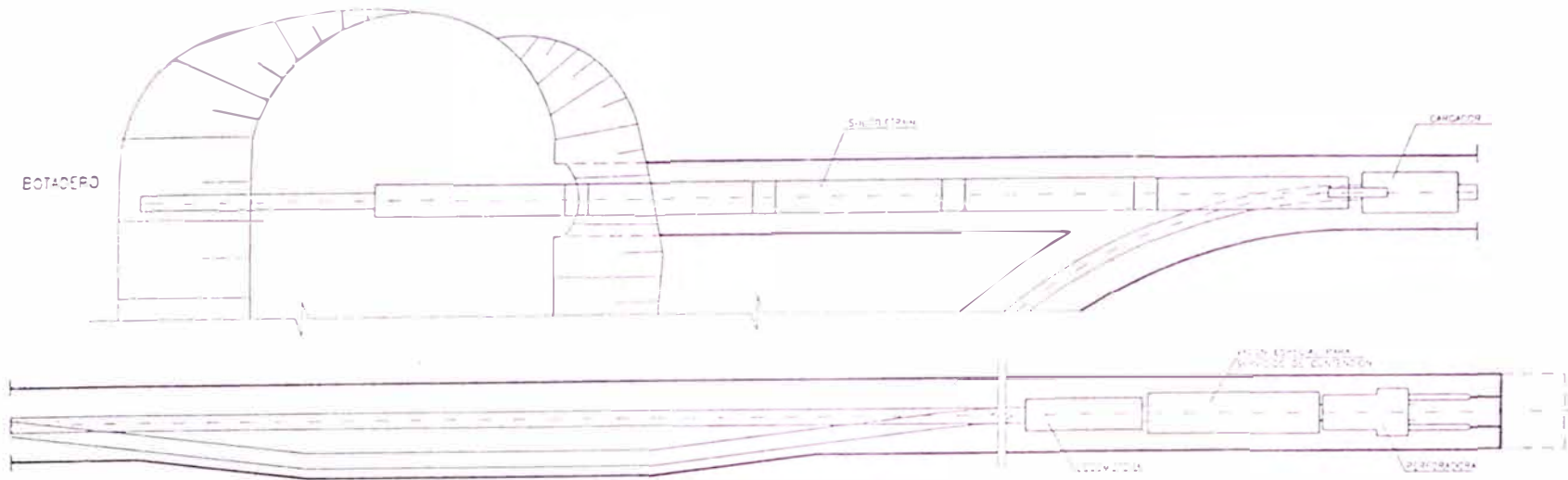
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil
 Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodriguez

FECHA

Octubre-2000



- ESPERA DE LA COMPOSICION DE TRANSPORTE EN EL DESVIO
- RECIBIDA DE LA PERFORADORA Y EL LOS TRABAJOS DE CONTENCION Y AVANCE

PLANTA



- SALIDA DE LA COMPOSICION PERFORADORA + VAGON ESPECIAL + LOCOMOTORA PARA EL DESVIO

- ENTRADA DE LA COMPOSICION CARGADORA + SHUTTLETRAM + LOCOMOTORA
- CARGAMENTO DEL MATERIAL VOLADO Y COLOCACION EN EL CARIL DE AVANCE

GRAFICO N° 11

SISTEMA FERROVIARIO / NICHES PARA DESVIO (1/2)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL MICROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingenieria Civil

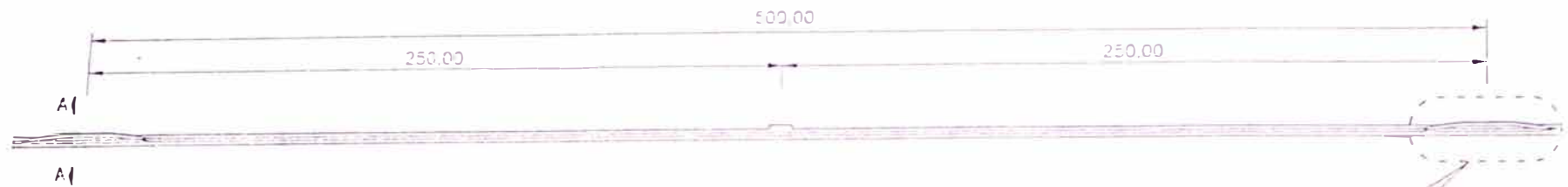
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

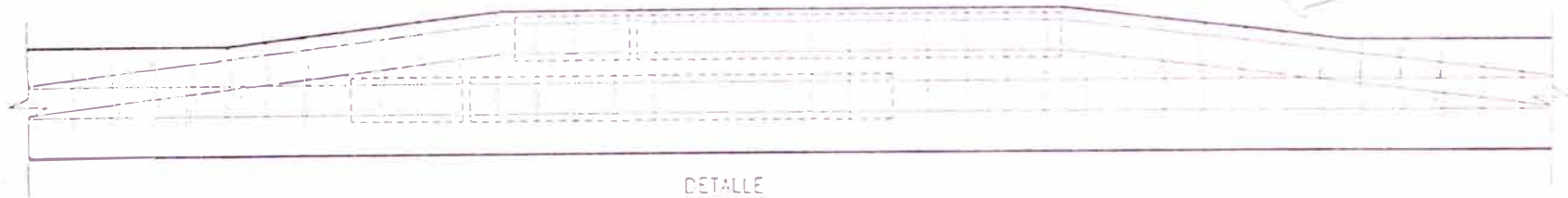
Bach Paul Steve Maguiña Rodríguez

FECHA

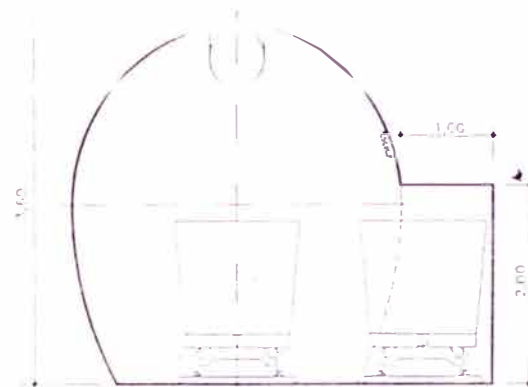
Octubre-2000



PLANTA



DETALLE



SECCION A-A

GRAFICO N° 11

SISTEMA FERROVIARIO / NICHES PARA DESVIO (2/2)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguña Rodríguez

FECHA

Octubre-2000

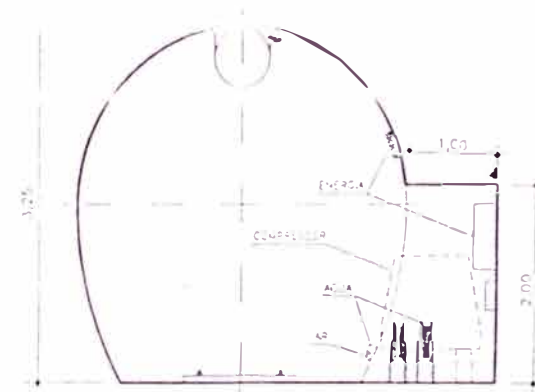
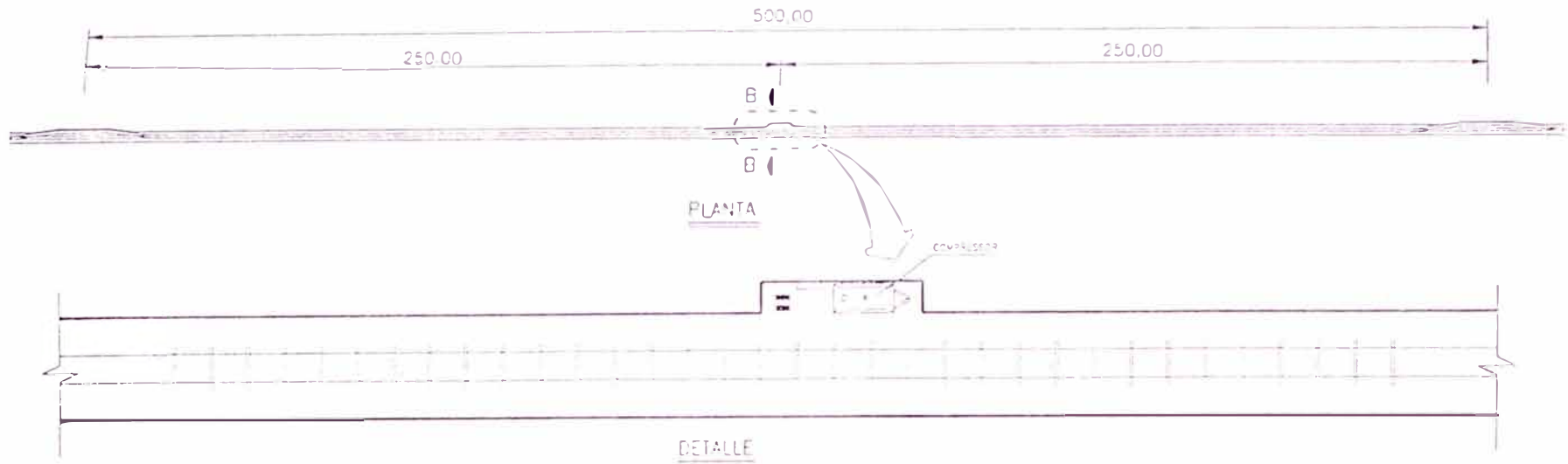


GRAFICO N° 12

SISTEMA FERROVIARIO - NICHES PARA TRAFOS Y COMPRESORA

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach Paul Steve Maguiña Rodriguez

FECHA

Octubre-2000

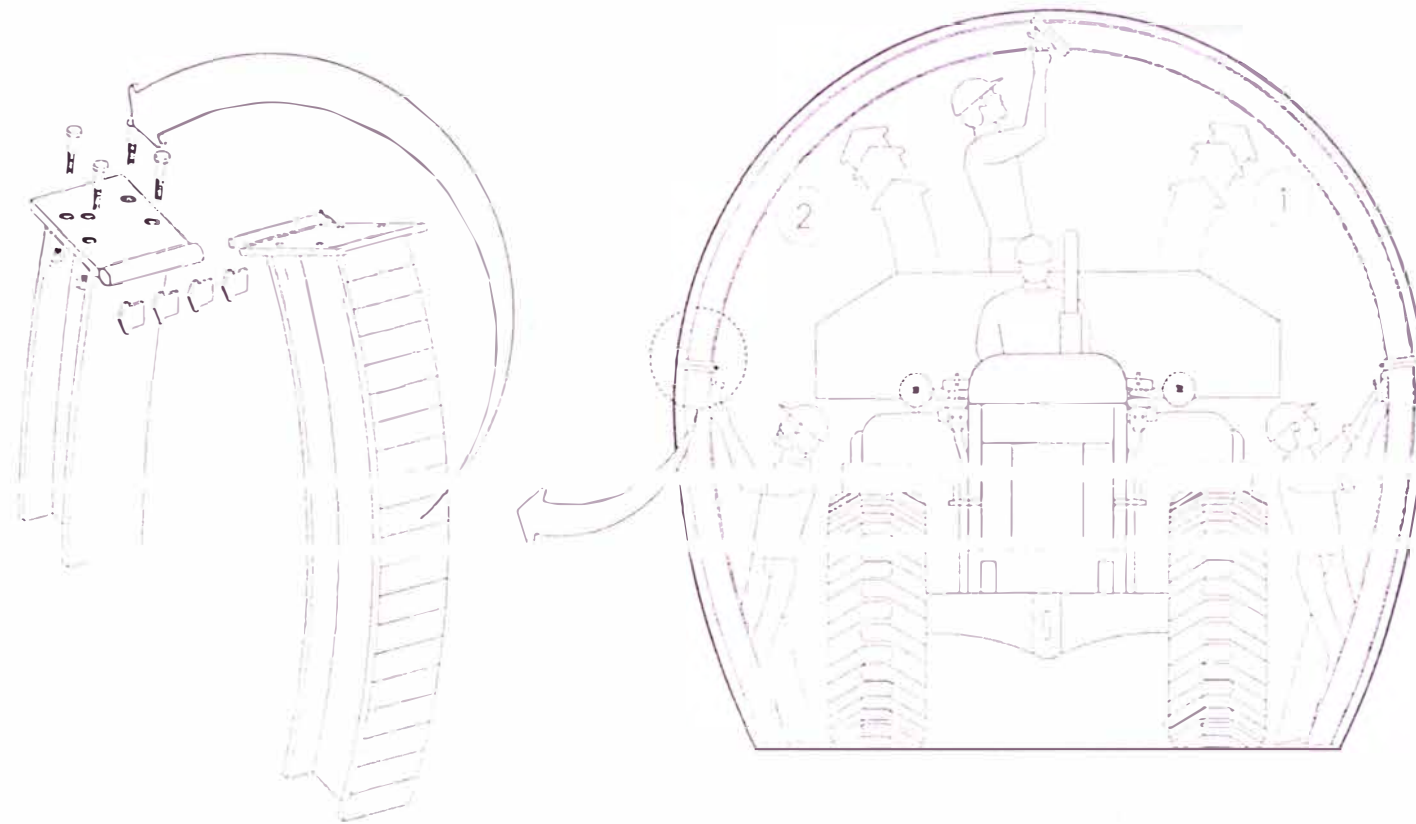


GRAFICO N° 13

SISTEMA RODVIARIO / MONTAJE DE CERCHAS

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingenieria Civil

Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodriguez

FECHA

Octubre-2000

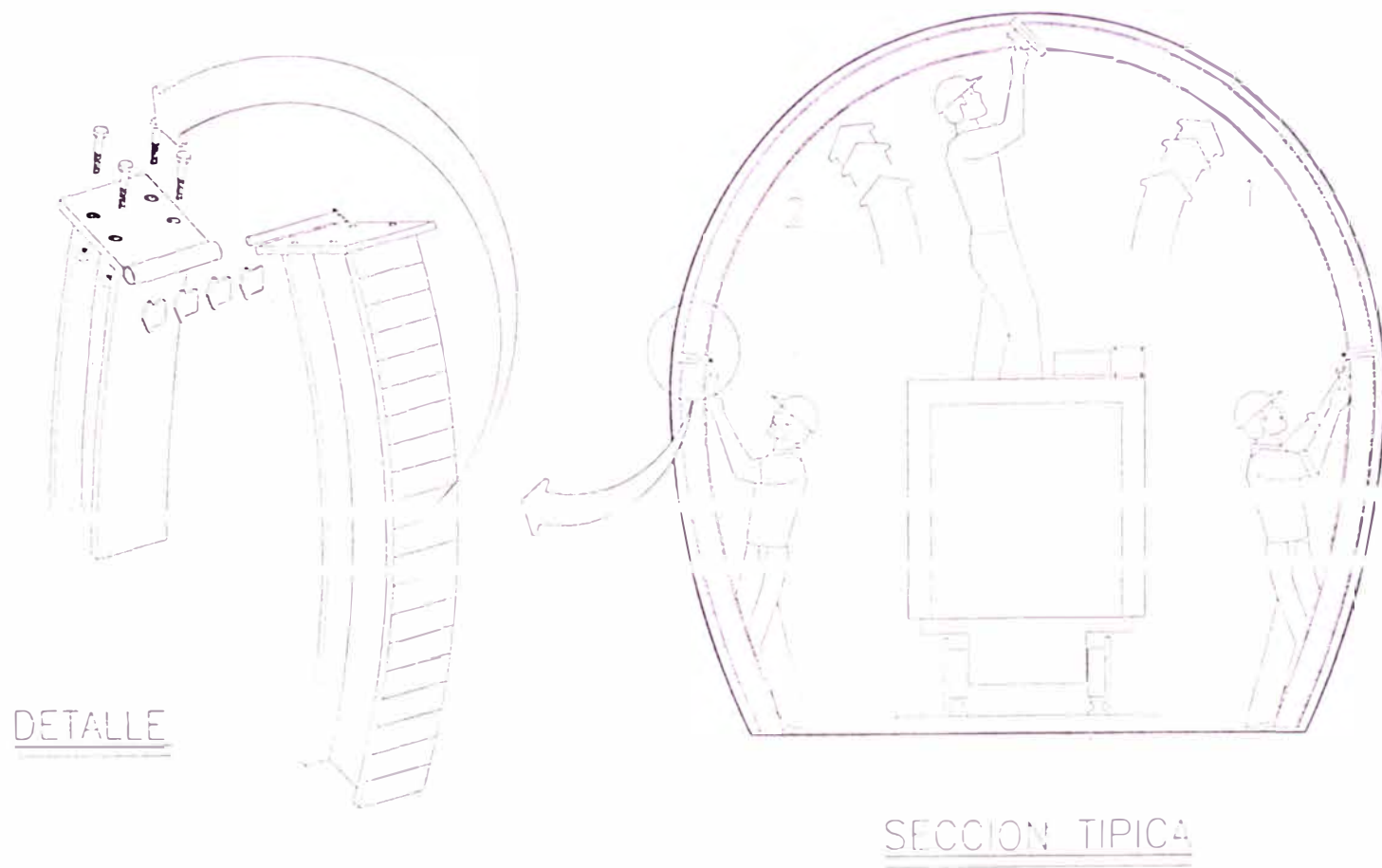


GRAFICO N° 14

SISTEMA FERROVIARIO / MONTAJE DE CERCHAS

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingenieria Civil

Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodriguez

FECHA

Octubre-2000

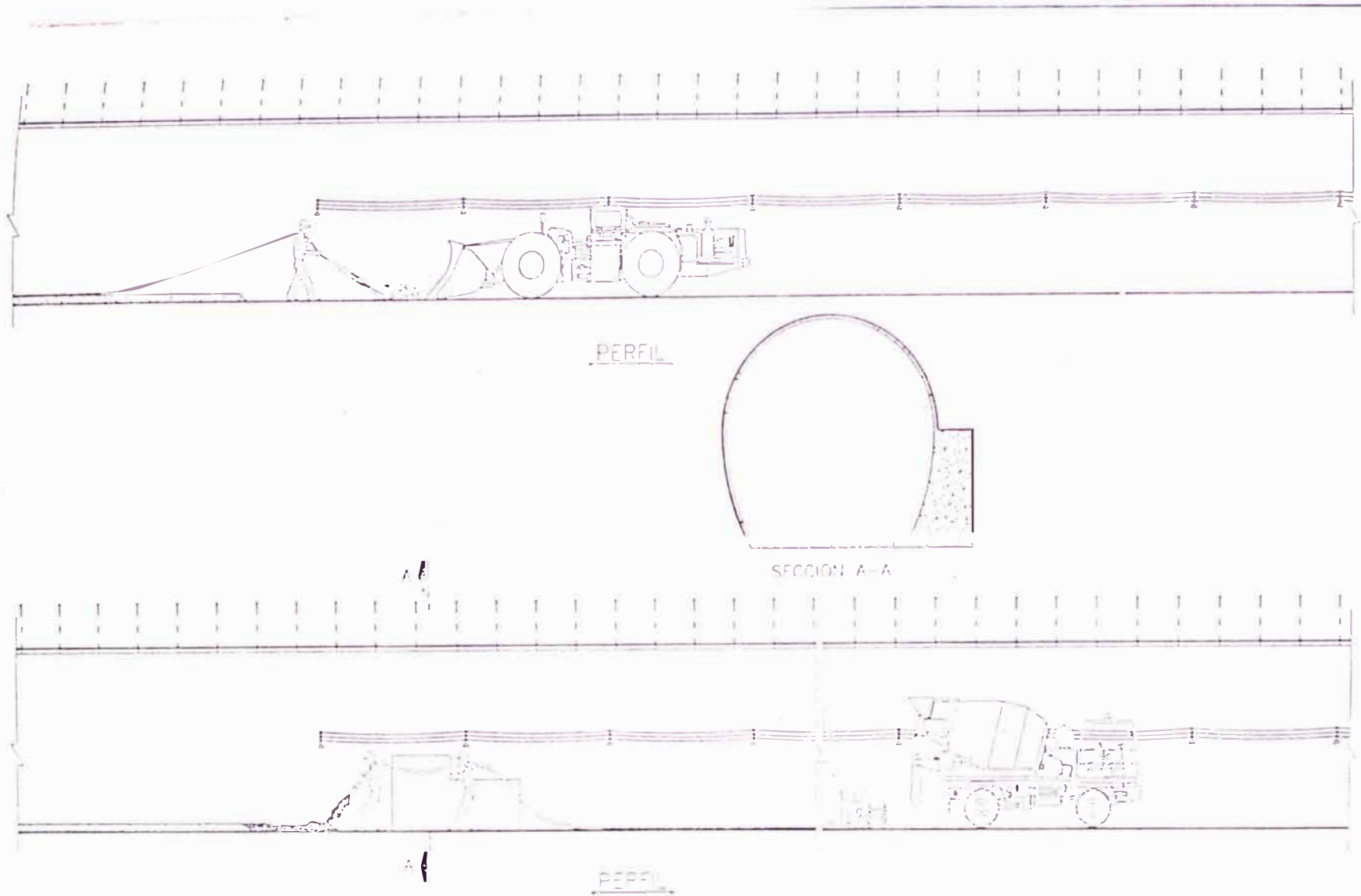


GRAFICO N° 15

LIMPIEZA Y REVESTIMIENTO DEL PISO

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingenieria Civil

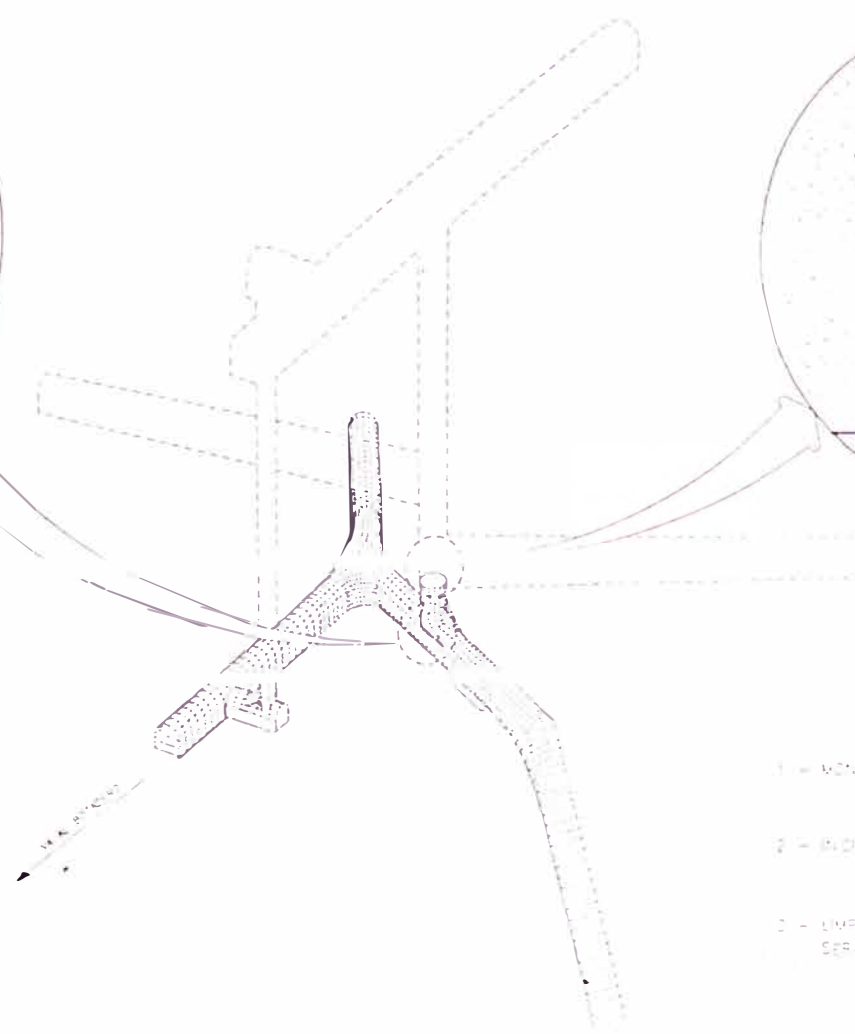
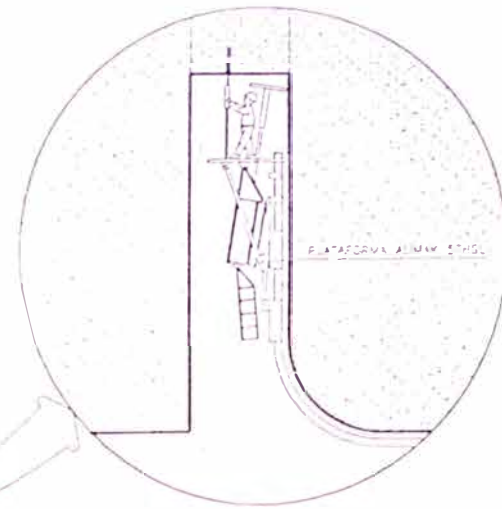
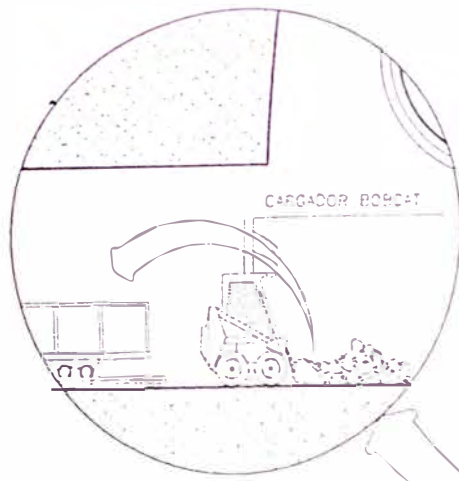
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodriguez

FECHA

Octubre-2000



EXCAVACION:

- 1 - MONTE DE LA ALMACEN EN LA CHIMENEA DE EQUILIBIO
- 2 - FONDO DE LA EXCAVACION
- 3 - LIMPIEZA CON BOBCAT Y VAGÓN, QUE SERA TRANSPORTADO AL BOTADERO

GRAFICO N° 16

EJECUCION DE LA CHIMENEA DE EQUILIBRIO (1/7)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Civil
 Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodríguez

FECHA

Octubre-2000

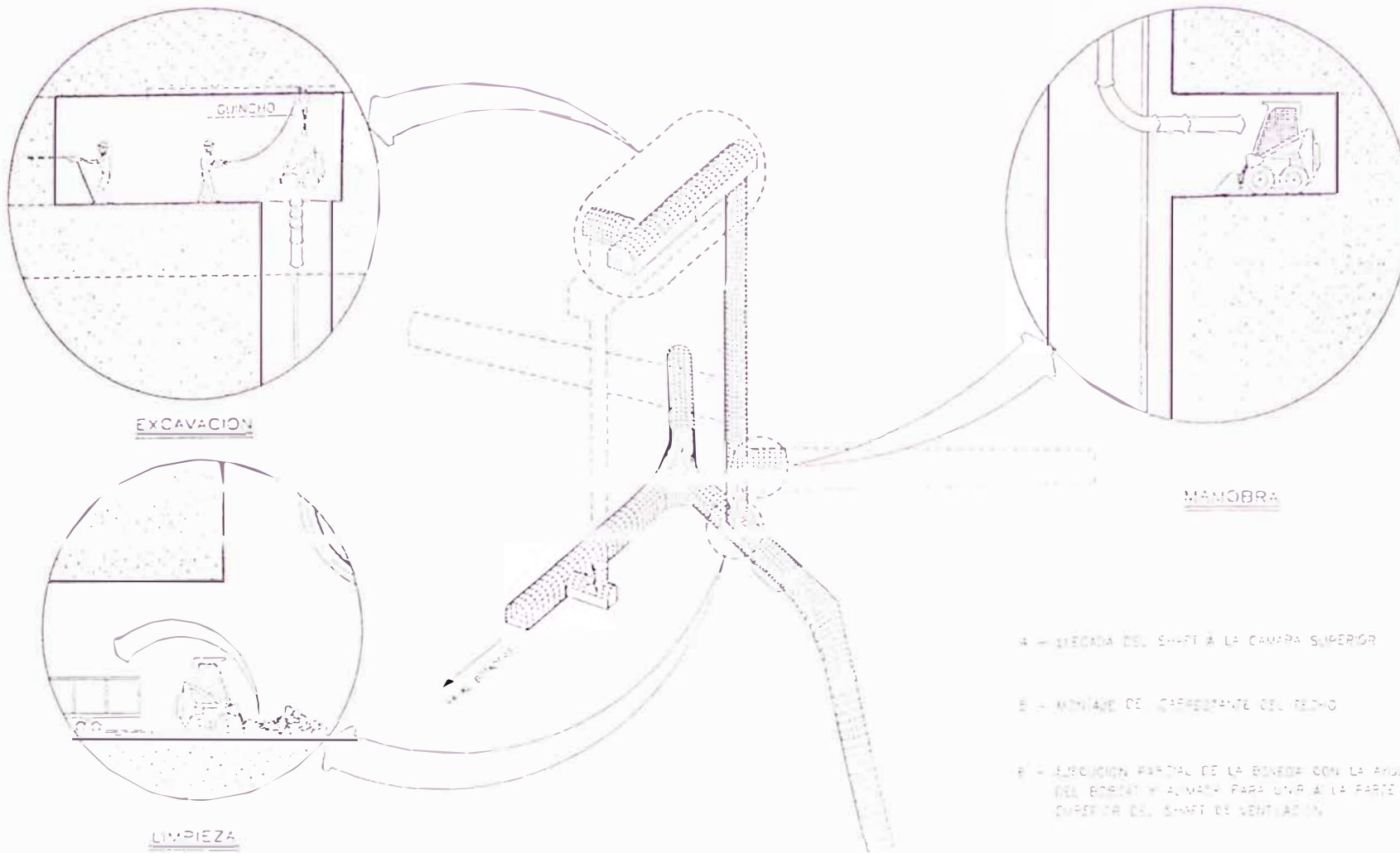


GRAFICO N° 16

EJECUCION DE LA CHIMENEA DE EQUILIBRIO (2/7)

TEMA: PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

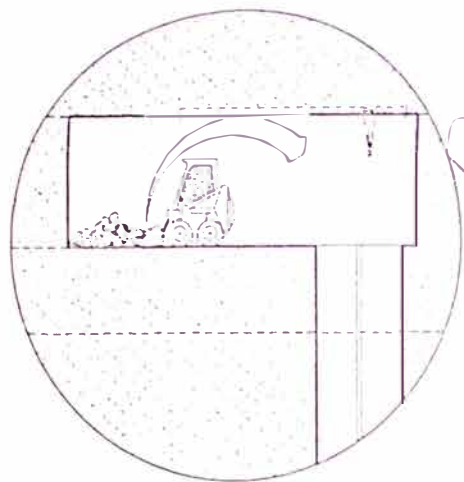
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingenieria Civil
 Titulacion por Examen Profesional

ELABORADO

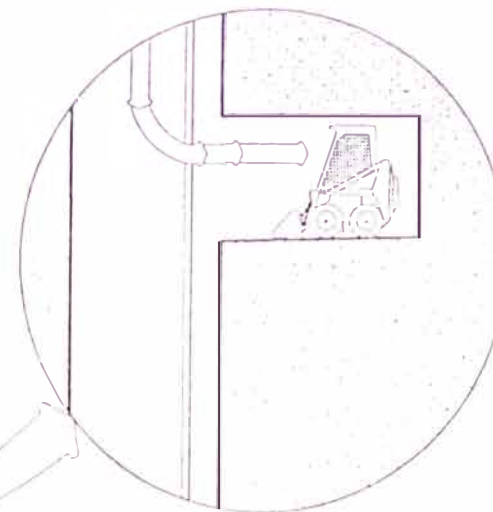
Bach. Paul Steve Maguina Rodriguez

FECHA

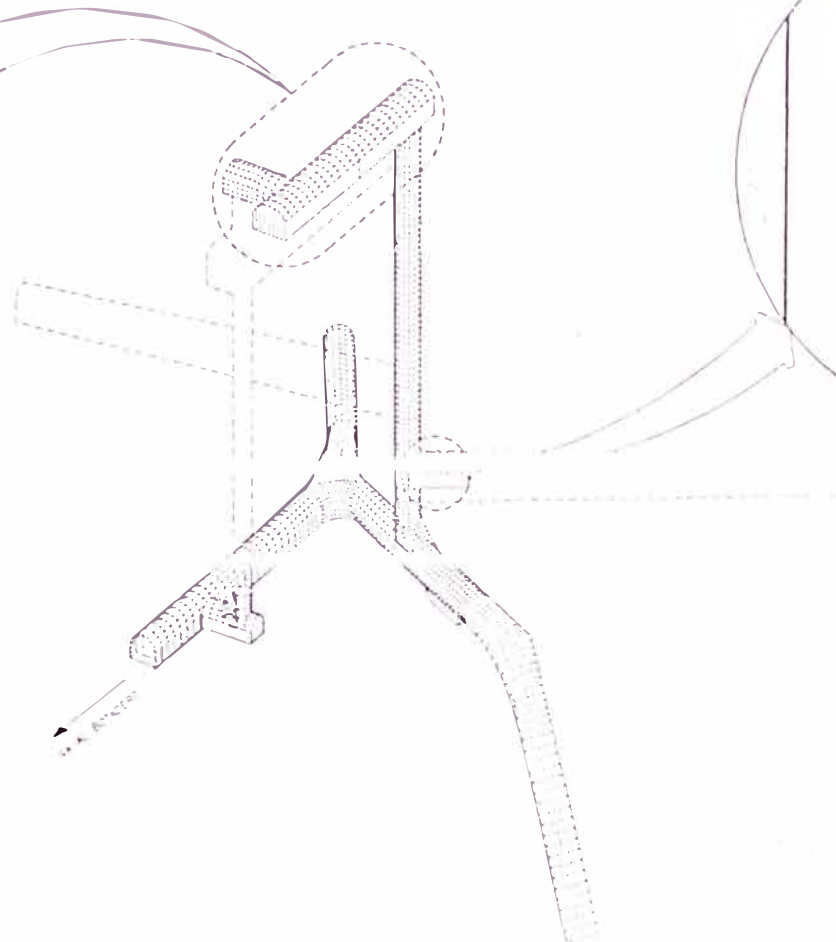
Octubre-2000



LIMPIEZA



MANOBRA



EA - EJECUCION DE LA LIMPIEZA DE LA BOMBA
CON EL AUXILIO DEL BOBCAT Y ALMACO

GRAFICO N° 16

EJECUCION DE LA CHIMENEA DE EQUILIBRIO (3/7)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

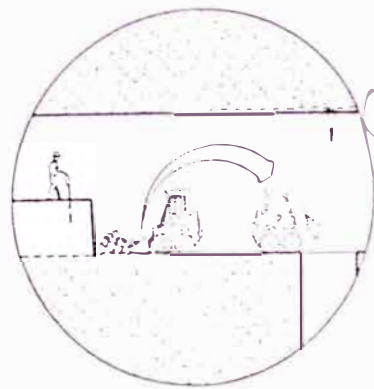
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

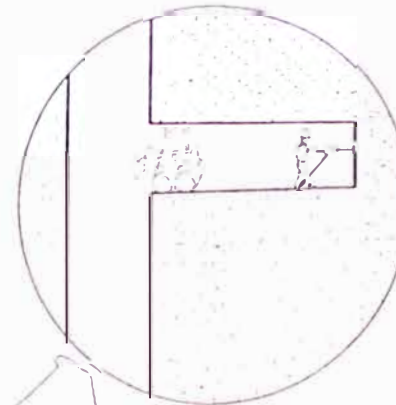
Bach Paul Steve Maguiña Rodríguez

FECHA

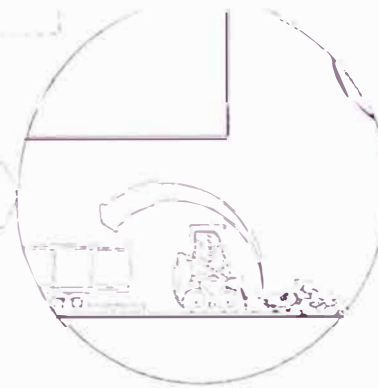
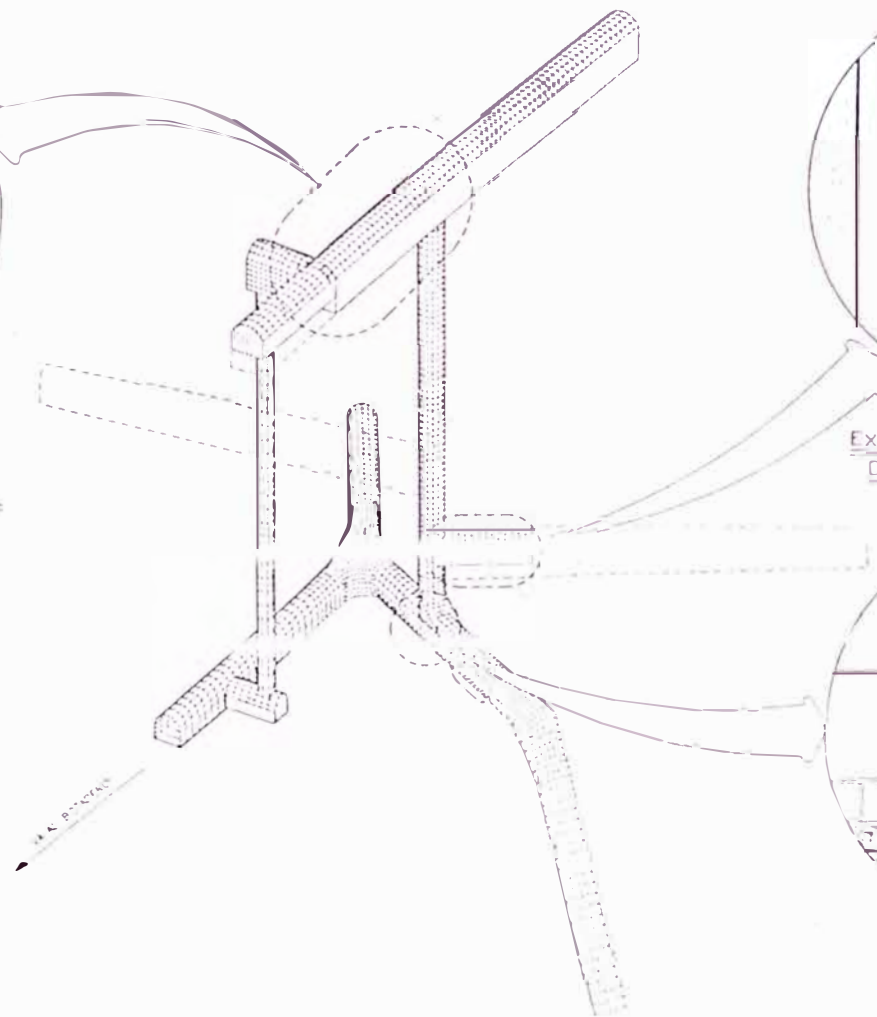
Octubre-2000



EXCAVACION DEL REBAJO



EXCAVACION DE LA BOVEDA DE LA CAMARA INFERIOR



LIMPIEZA

10 - REBAJO DE LA CAMARA SUPERIOR

11 - EXCAVACION DE LA BOVEDA DE LA CAMARA INFERIOR

GRAFICO N° 16

EJECUCION DE LA CHIMENEA DE EQUILIBRIO (5/7)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

COMEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

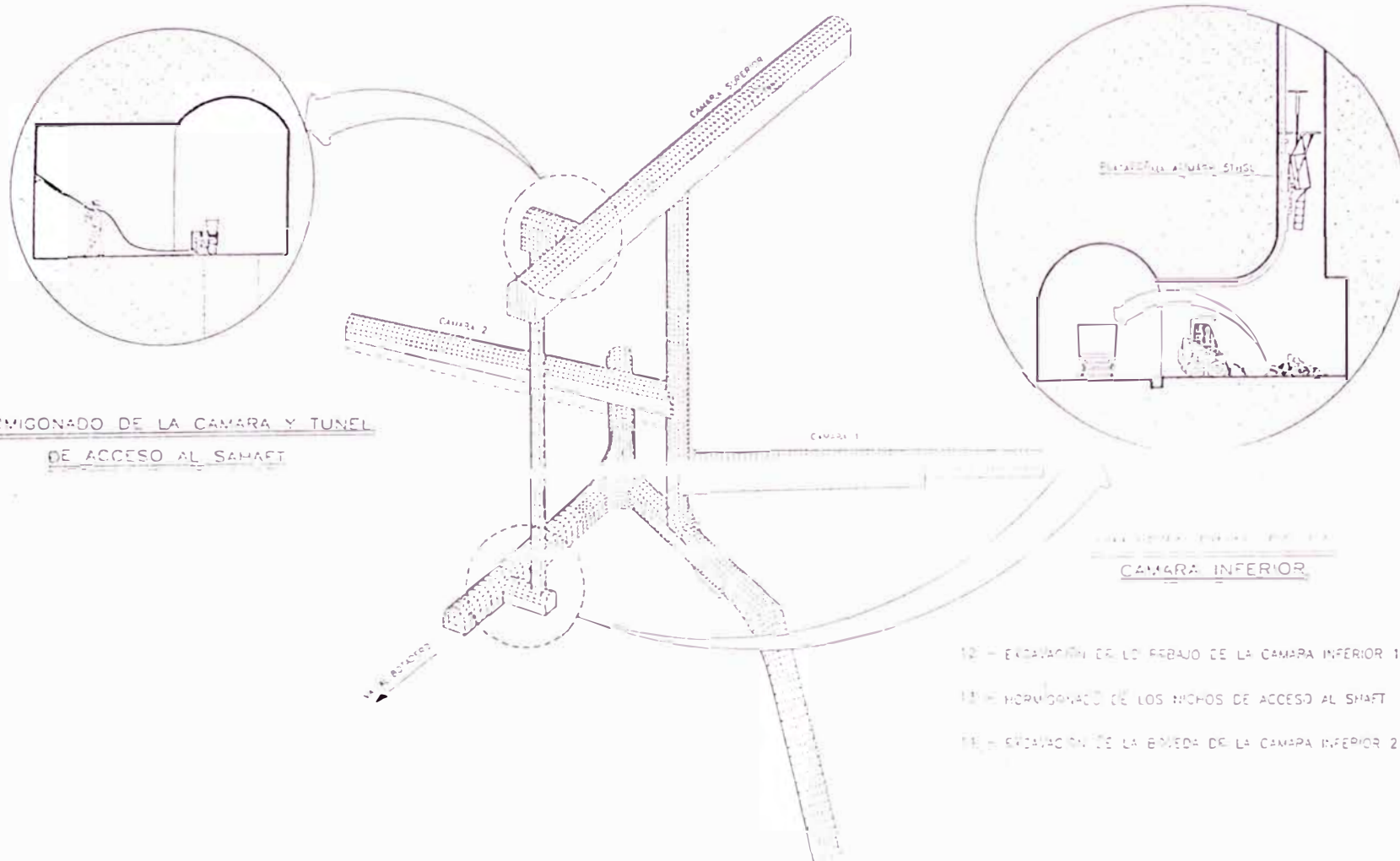
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodriguez

FECHA:

Octubre-2000



HORMIGONADO DE LA CAMARA Y TUNEL
DE ACCESO AL SHAFT

CAMARA INFERIOR

- 10 - EXCAVACIÓN DE LO FRENTE DE LA CAMARA INFERIOR 1
- 11 - HORMIGONADO DE LOS NICHOS DE ACCESO AL SHAFT
- 12 - EXCAVACIÓN DE LA BUNEDA DE LA CAMARA INFERIOR 2

GRAFICO N° 16

EJECUCION DE LA CHIMENEA DE EQUILIBRIO (6/7)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN CABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

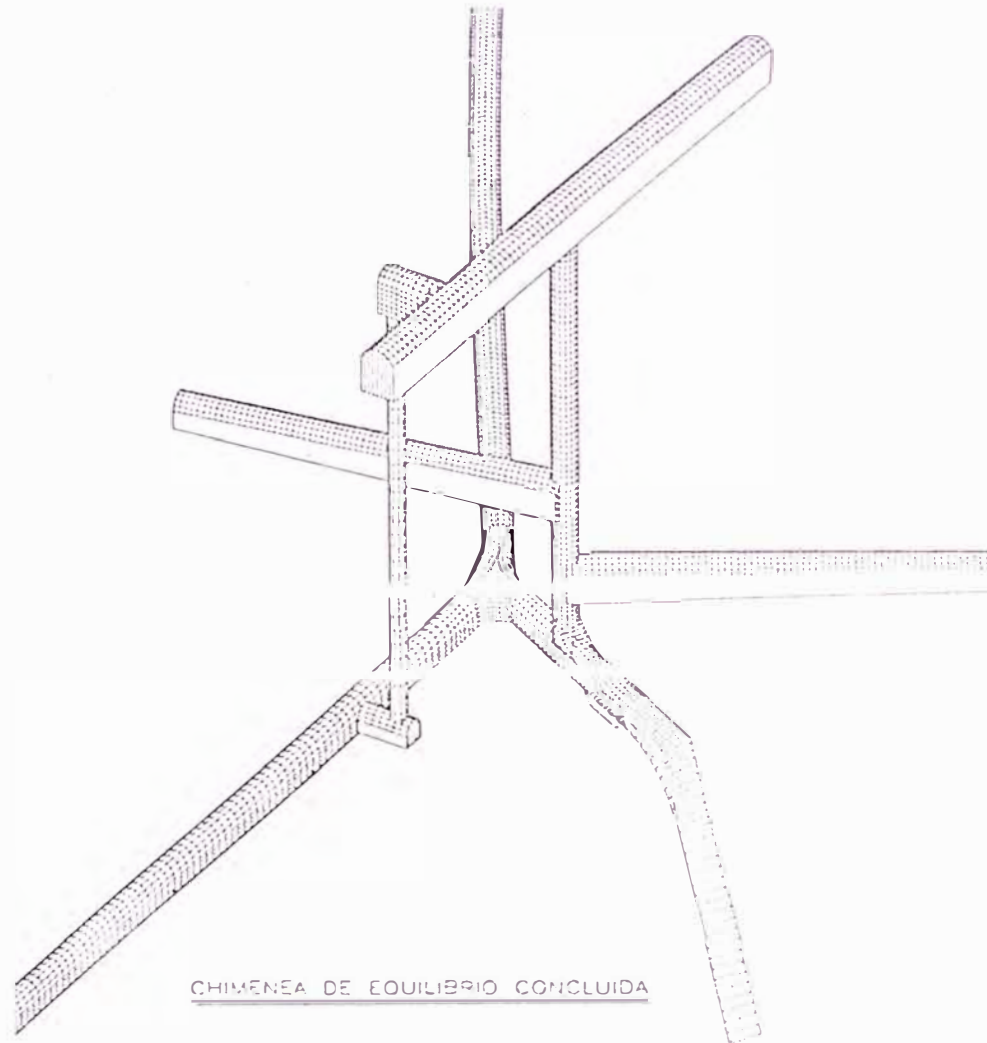
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach Paul Steve Maguñá Rodríguez

FECHA

Octubre-2000



CHIMENEA DE EQUILIBRIO CONCLUIDA

15 - ENTALAMADO DEL PERIJO DE LA CAMERA INFERIOR 2

NOTA 2

- DURANTE LAS EXCAVACIONES SE REALIZARAN TODOS LOS TRABAJOS DE CONTENCION.
- HABRA SISTEMAS DE AIRE, AGUA Y ENERGIA APOYADO POR LA BUNACK

GRAFICO N° 16

EJECUCION DE LA CHIMENEA DE EQUILIBRIO (7/7)

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

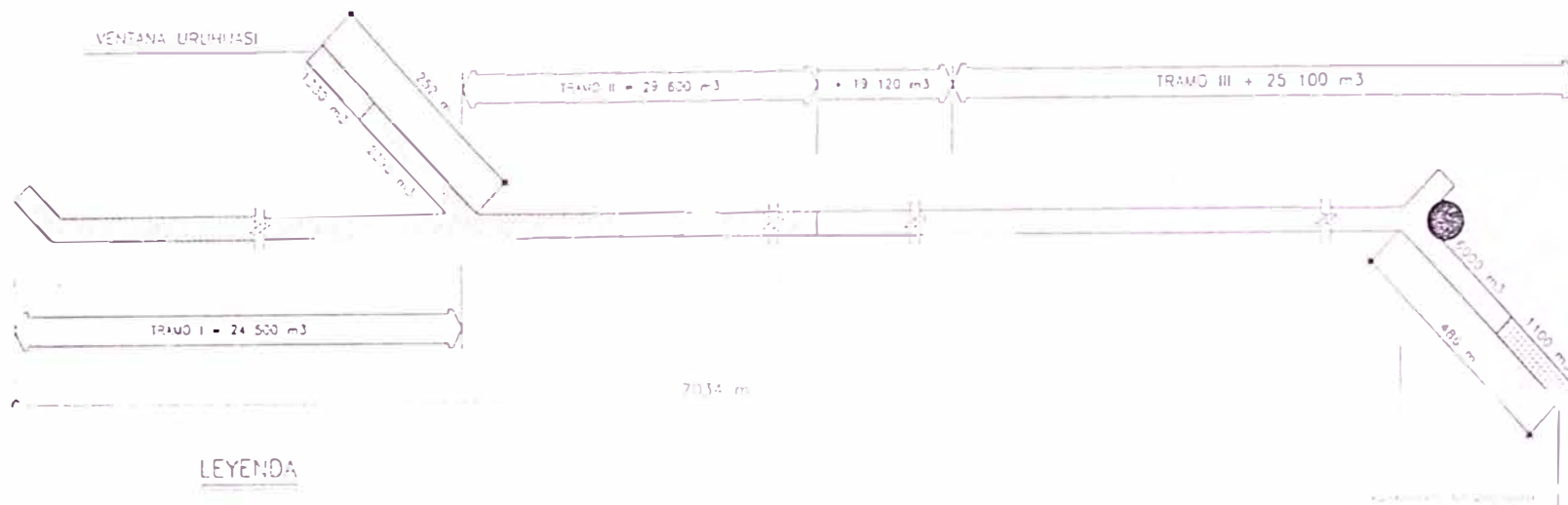
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodríguez

FECHA

Octubre-2000



LEYENDA






-  EQUIPO 1F EXCAVACION MECANIZADA (FERROVIARIO)
-  EQUIPO 2F EXCAVACION MECANIZADA (FERROVIARIO)
-  EQUIPO 1R EXCAVACION CONVENCIONAL (RICOVARIAS)
-  EQUIPO 2R EXCAVACION CONVENCIONAL (RICOVARIAS)
-  EQUIPO CHA EXCAVACION CHIMENEA

GRAFICO N° 17

FRENTES DE TRABAJO

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

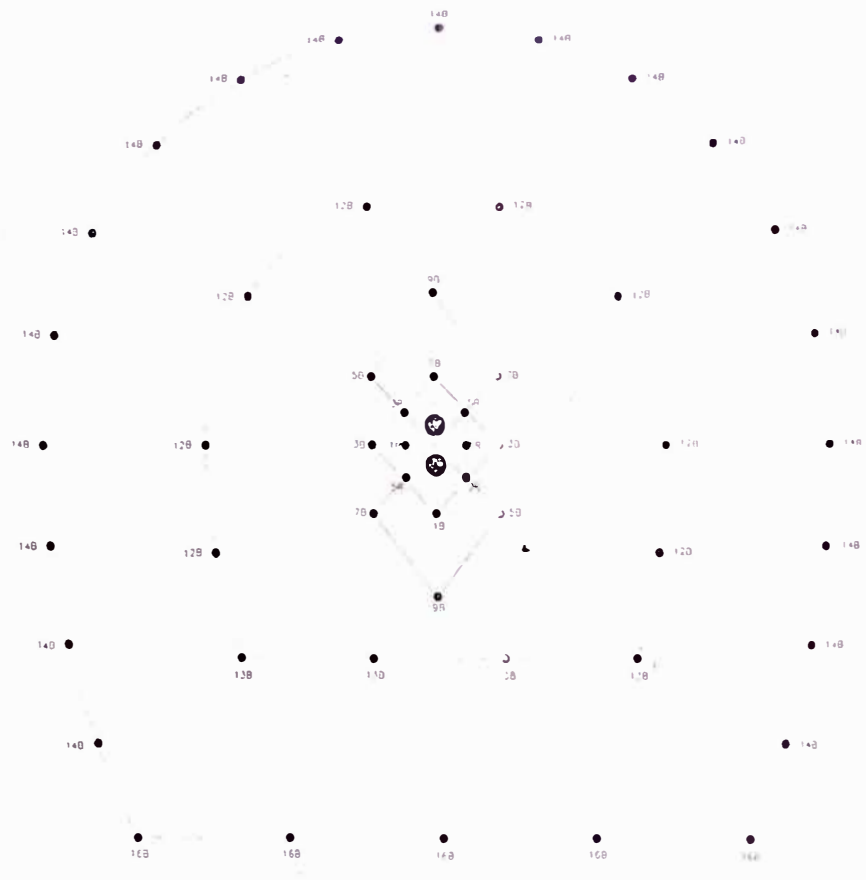
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil
 Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach Paul Steve Maguiña Rodriguez

FECHA

Octubre-2000



Diámetro = 4"
 Diámetro = 1 3/4"



GRAFICO N° 18

DIAGRAMA DE PERFORACION Y VOLADURA - ROCA TIPO I
TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS
CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil
 Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodríguez

FECHA

Octubre-2000

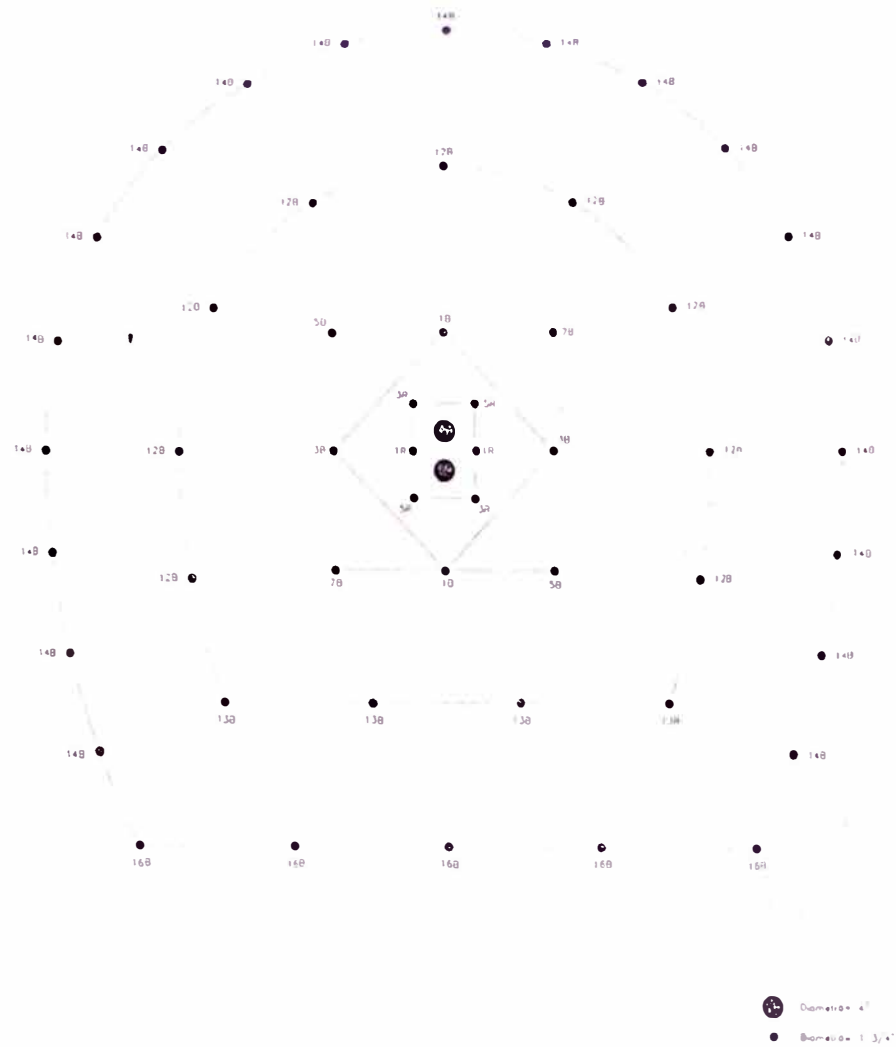
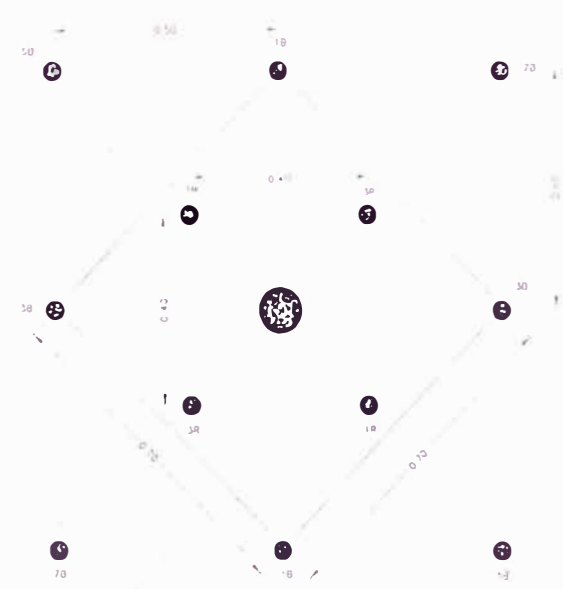
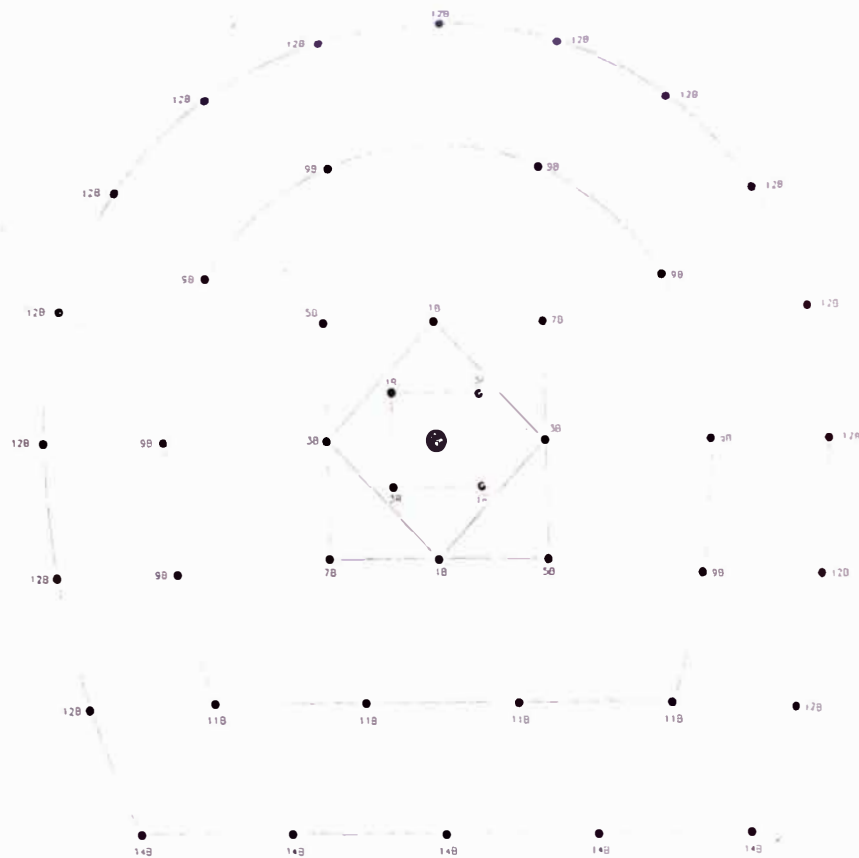


GRAFICO N° 19

DIAGRAMA DE PERFORACION Y VOLADURA - ROCA TIPO II
 TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS
 CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Civil
 Titulación por Examen Profesional

ELABORADO
 Bach. Paul Steve Maguiña Rodríguez
 FECHA
 Octubre-2000



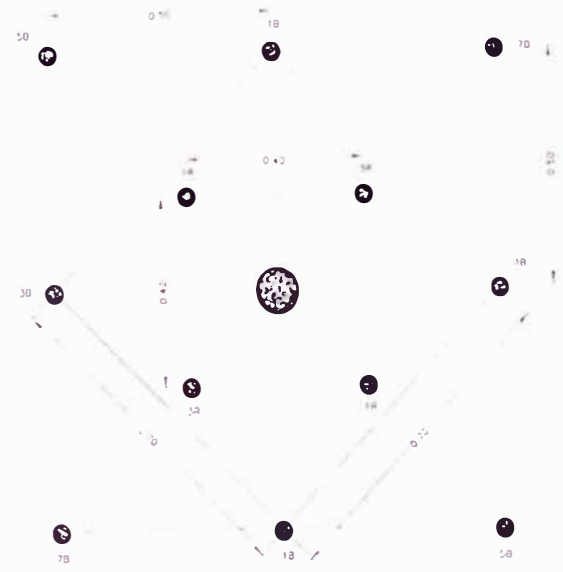
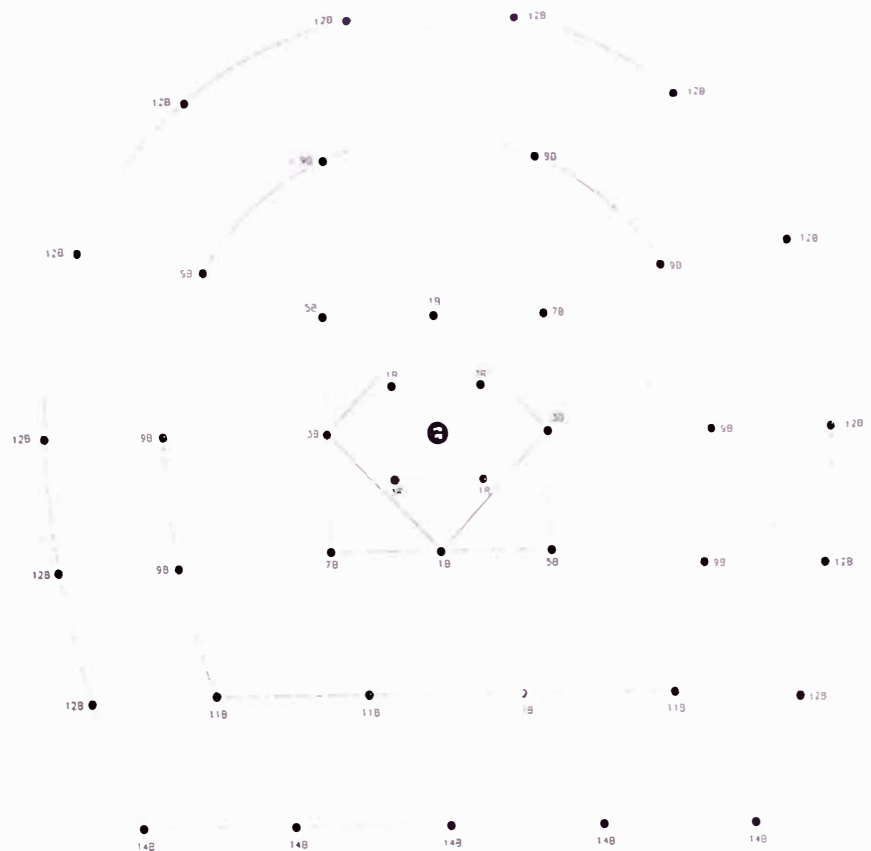
 Diámetro = 4"

 Diámetro = 1 3/4"

GRAFICO N° 20
DIAGRAMA DE PERFORACION Y VOLADURA - ROCA TIPO III-A
 TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS
 CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN CABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Civil
 Titulación por Examen Profesional

ELABORADO
 Bach. Paul Steve Maguñá Rodríguez
 FECHA
 Octubre-2000



 Diámetro = 4"
 Diámetro = 1 3/4"

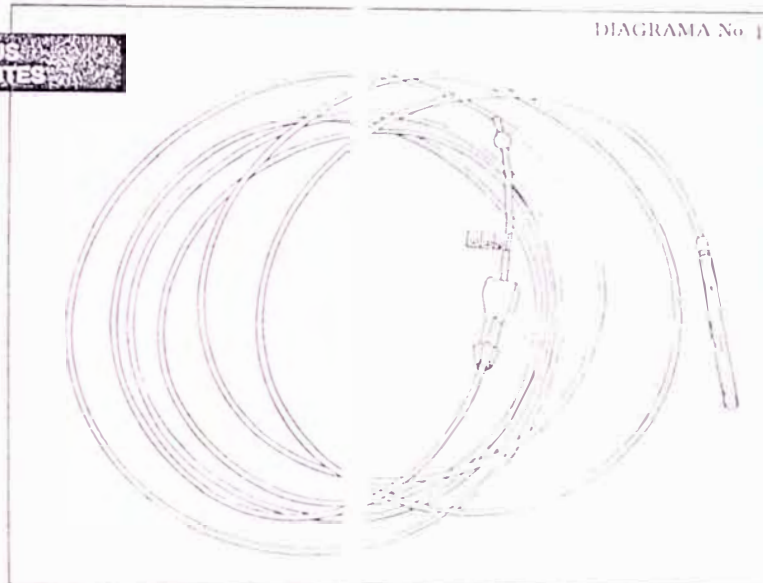
GRAFICO N° 21
DIAGRAMA DE PERFORACION Y VOLADURA - ROCA TIPO III-B
 TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS
 CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingeniería Civil
 Titulación por Examen Profesional

ELABORADO
 Bach. Paul Steve Maguiña Rodríguez
 FECHA
 Octubre-2000

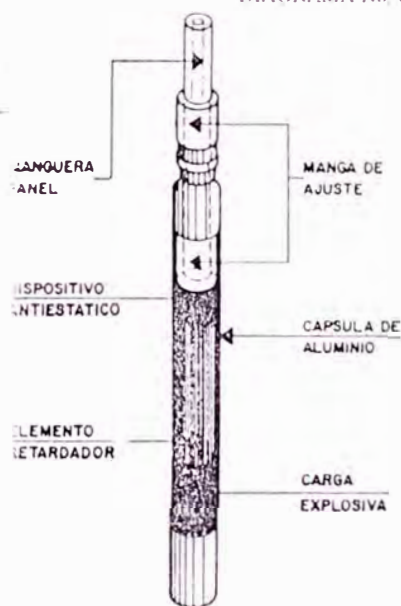
FANEL Y SUS COMPONENTES

DIAGRAMA No. 1



ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL FULMINANTE DE RETARDO

DIAGRAMA No. 3

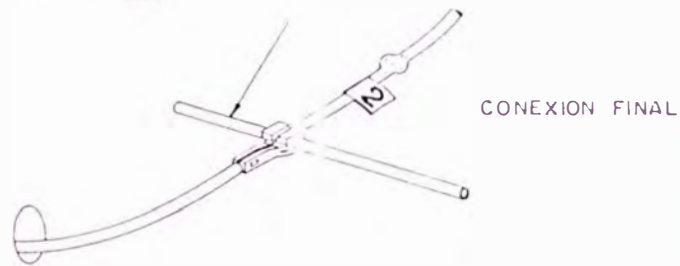
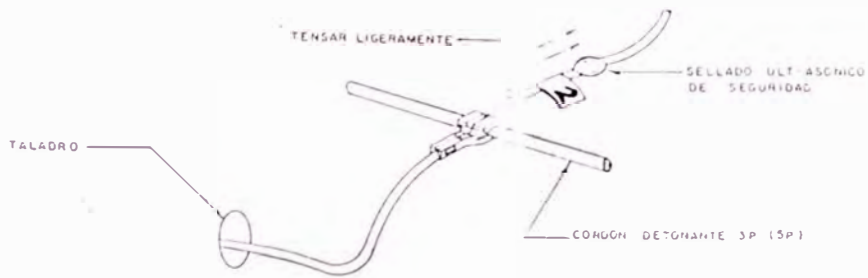
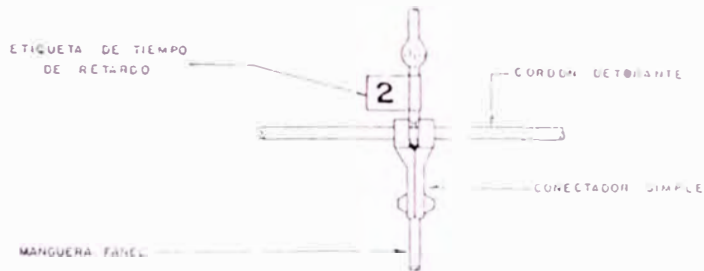


**METODO DE CONEXION DEL
FANEL CON EL
CONECTADOR SIMPLE**

DIAGRAMA No. 4



CONECTADOR SIMPLE



La conexión entre la manguera y el cordón detonante 3P ó 5P debe formar ángulos aproximadamente rectos y sin cruzarse entre ellos, debiendo estar ambos ligeramente tensos.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil
Titulación por Examen Profesional

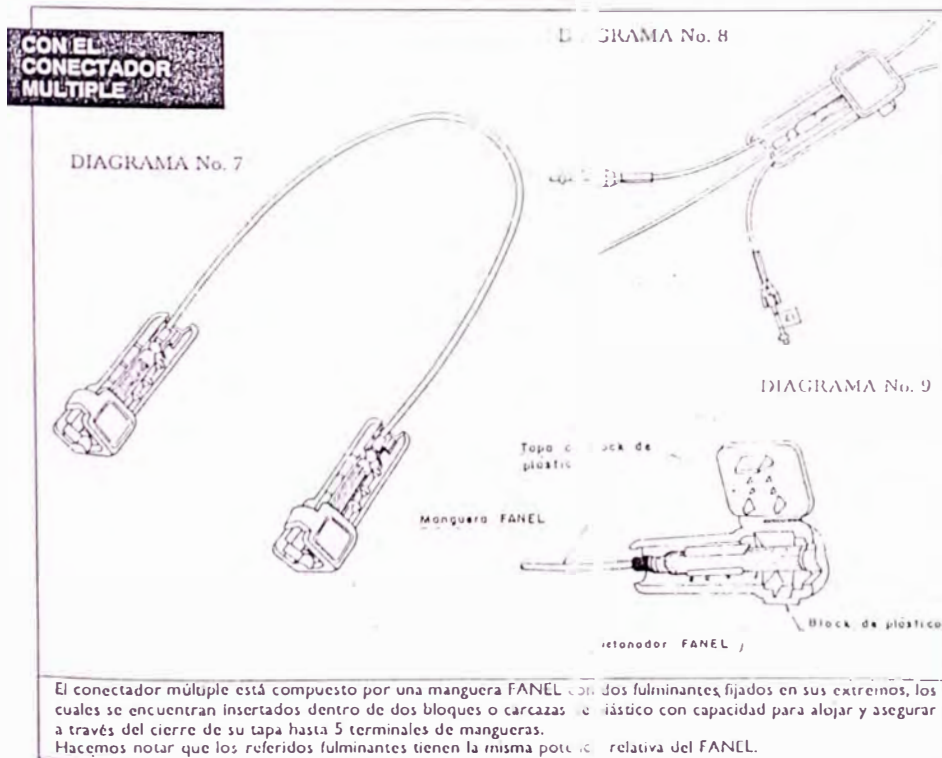
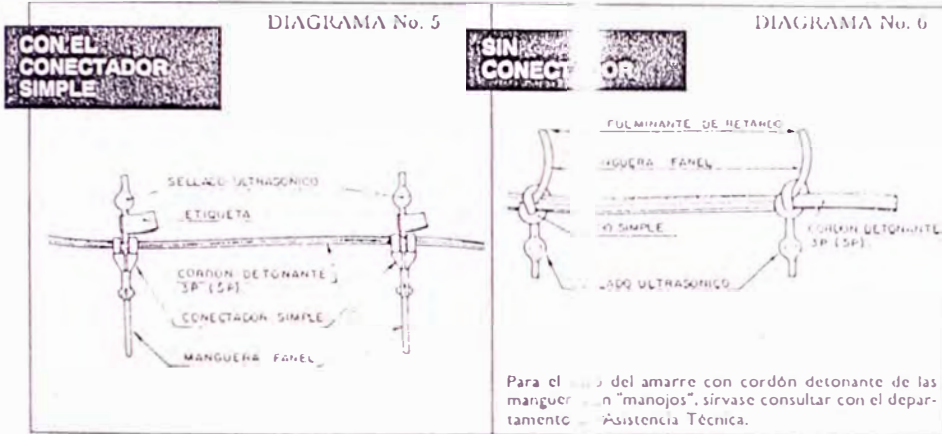
MA: PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS
CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

ELABORADO
Bach. Paul Steve Maguiña Rodríguez

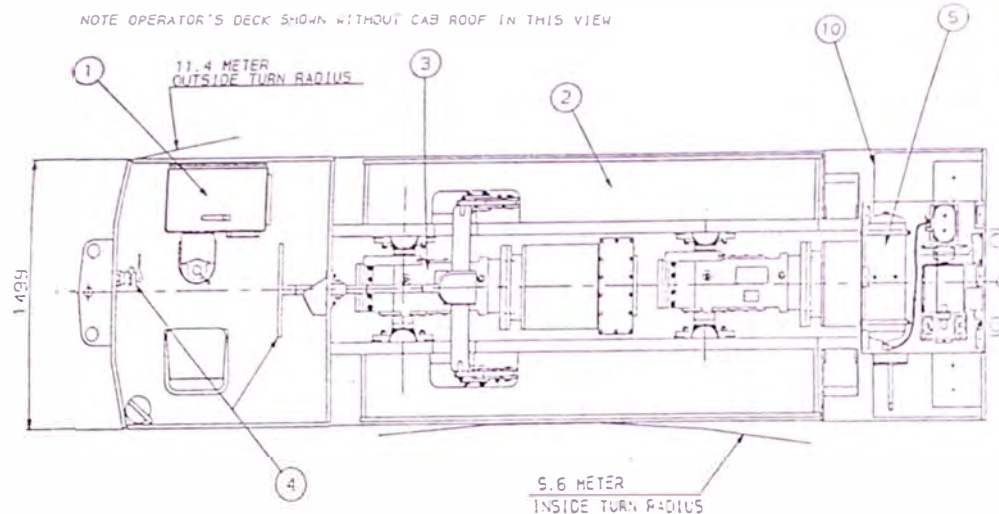
FECHA Octubre-2000

ICO N° 23

METODO DE CONEXION DEL FANEL CON EL CONECTADOR SIMPLE



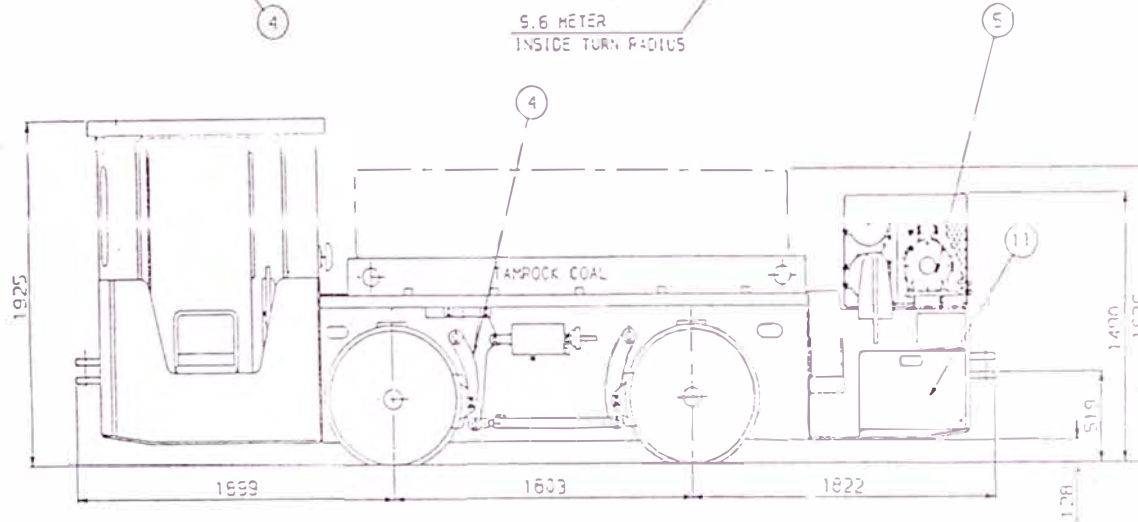
NOTE OPERATOR'S DECK SHOWN WITHOUT CAB ROOF IN THIS VIEW



BILL OF MATERIALS 6192314

QTY	PART NO.	QTY	UOM	DESCRIPTION	ENT	UNIT
1	8710260	1	EA	ELECTRICAL SYSTEM	X	C
2	3252364	1	EA	FRAME ASSEMBLY	X	C
3	8451119	1	EA	DRIVELINE ASSEMBLY	X	C
4	8451117	1	EA	BRAKE SYSTEM	X	C
5	8451120	1	EA	COMMON PARTS	X	C
6	8450973	1	EA	SAFETY EQUIPMENT	X	C
7	8451122	1	EA	AIR SYSTEM	X	C
8	99024704	1	EA	PAINT PACKAGE	X	C
9	8451124	1	EA	TAGS AND LABELS	X	C
10	8451125	1	EA	RESISTOR PACKAGE, RH	X	C
11	8451126	1	EA	RESISTOR PACKAGE, LH	X	C
12	58771703	4	EA	AIR OPERATED SANCBOX	X	C
13	58305501	6	EA	PARTS BOOK	X	C

1170523 1800 AH, 126 VOLT BATTERY AND
1170523 BATTERY CHARGER, NOT SHOWN



REV	DATE	BY	CHKD	DESCRIPTION

NOTICE:
TO ALL READERS: BE FOREWARNED THAT THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ENCO. IT IS TO BE USED ONLY FOR THE PROJECT AND UNDER THE CONDITIONS SPECIFIED HEREIN. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING, OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF ENCO.

Enco Machinery Incorporated
A Tenneco Company
Bluff, Utah 84301

ALL DIMENSIONS IN MM UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

DATE: 10/10/00
DRAWN BY: [Signature]
CHECKED BY: [Signature]
APPROVED BY: [Signature]

GRAFICO N° 25

DETALLE DE LOCOMOTORA

TEMA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS

CONEXAS DE LA CENTRAL HIROELECTRICA SAN GABAN II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingenieria Civil

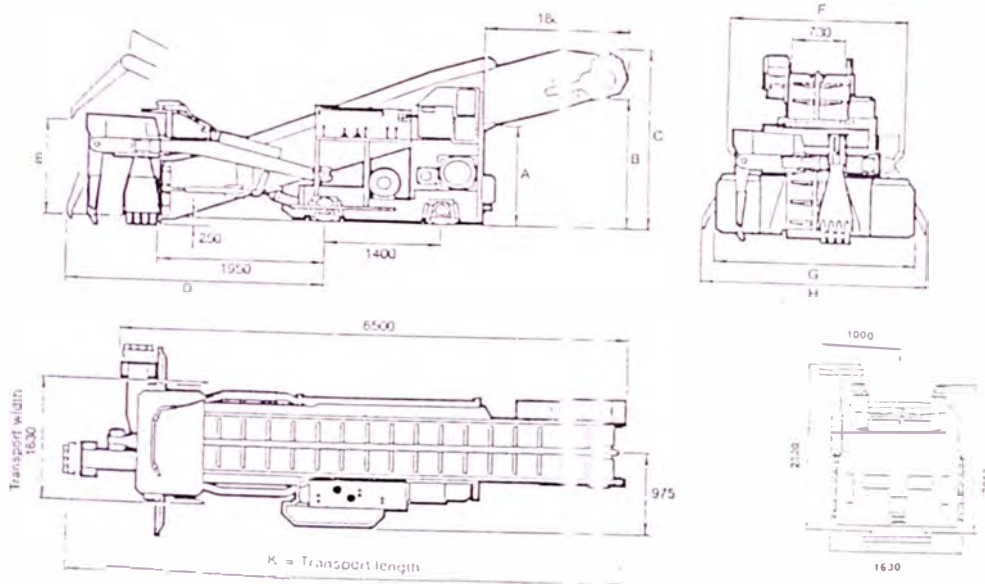
Titulación por Examen Profesional

ELABORADO

Bach. Paul Steve Maguiña Rodriguez

FECHA

Octubre-2000



Profile in transport with protective roof

FEATURES.

- Hydraulic pump unit powered by air motors (8HR 2A) or electric motors (8HR 2E)
- Via dozer blades, the Häggloader sweeps clean the sole and eliminates the need for manual follow-up cleaning
- Digging arms sweep up the material onto the conveyor, which fills up the haulage vehicles in a constant flow.
- The digging arms can also be used for lifting, scaling and track-laying.
- Through being able to raise or lower the conveyor, it is simple to adapt the Häggloader to suit different haulage vehicles.
- An electro-hydraulic driven system (8HR 2E) provides low installation and energy costs.
- Continuous loading direct at the face makes forward and reverse travel superfluous.
- The operator's position is well protected and gives good overall vision.
- A built-in sprinkler system controls dust effectively
- The digging components, which are subject to heavy wear, can be repaired with standard sheet metal.

STANDARD VERSIONS

Häggloader 8HR 2A (Air Powered)	Product No.
Digging width 2850 mm	8511 2100 00
Häggloader 8HR 2E (Electric Powered)	8511 2105 05
Digging width 2850 mm	

DIMENSIONS (MM)

	A	B	C
Max.	1625	2220	2770
Min.	1160	1565	2115
Transport	1100	1440	2050

DIGGING WIDTH 2850 MM

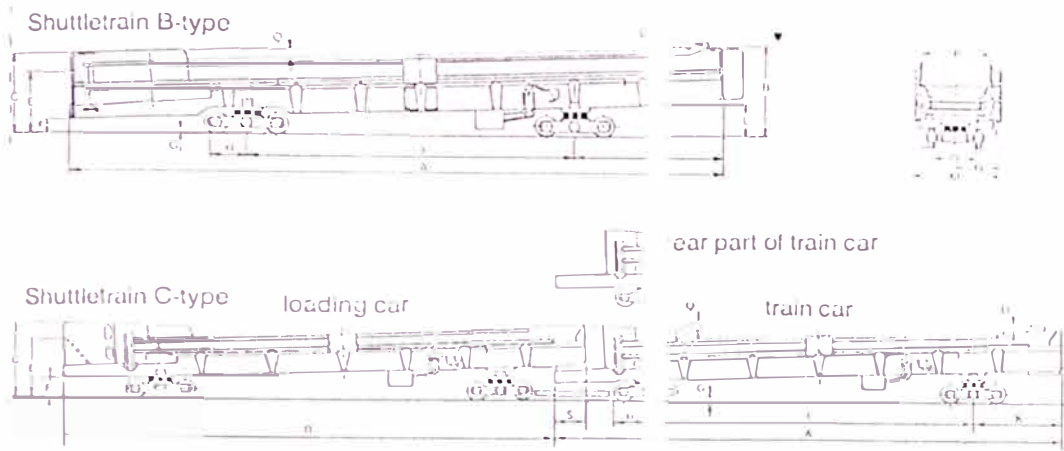
	E	F	G	H	K
Max.	1600	2270	2520	2850	7250
Min.	1200	-	-	-	-

DIGGING WIDTH 3400 MM

	E	F	G	H	K
Max.	1550	2715	3100	3400	7500
Min.	1150	-	-	-	-

DIGGING WIDTH 4000 MM

	E	F	G	H	K
Max.	1500	3100	3700	4000	7650
Min.	1100	-	-	-	-



Calculation of C-train length: number of cars · R + S

Dimensions

Car type	90B	115B	90C	115C	140C
A Max length of car	11200	11200	11200	11200	11200
B Max height of car	1080	1880	1850	2050	2250
C Max height of loading hopper	1650	1850	1850	2050	2050
D Height of stop plate hook	75	75	75	75	75
E Height to loading tip	1200	1400	1200	1400	1400
F Distance body — rail	305	305	425	425	425
G Height to tow hook	85	85	85	85	85
H Distance to tow hook	600	600	500	500	500
I Distance between bogies	5600	5600	7200	7200	7200
K Distance bogie — front end	2600	2600	1950	1950	1950
L Distance body — rail	670	670	840	840	840
M Max width of car	1640	1640	1600	1600	1600
N Max distance from centre	820	820	800	800	800
O Standard track gauges *	600/750	600/750	600/750	600/750	750
P Inside width	1216	1216	1216	1216	1216
Q Height of wasteplates	280	280	340	340	340
R Length of car reduced by overlapping	—	—	10200	10200	10200
S Length of overlapping	—	—	1000	1000	1000

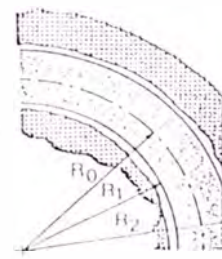
* Other gauges to special order

Curve radius

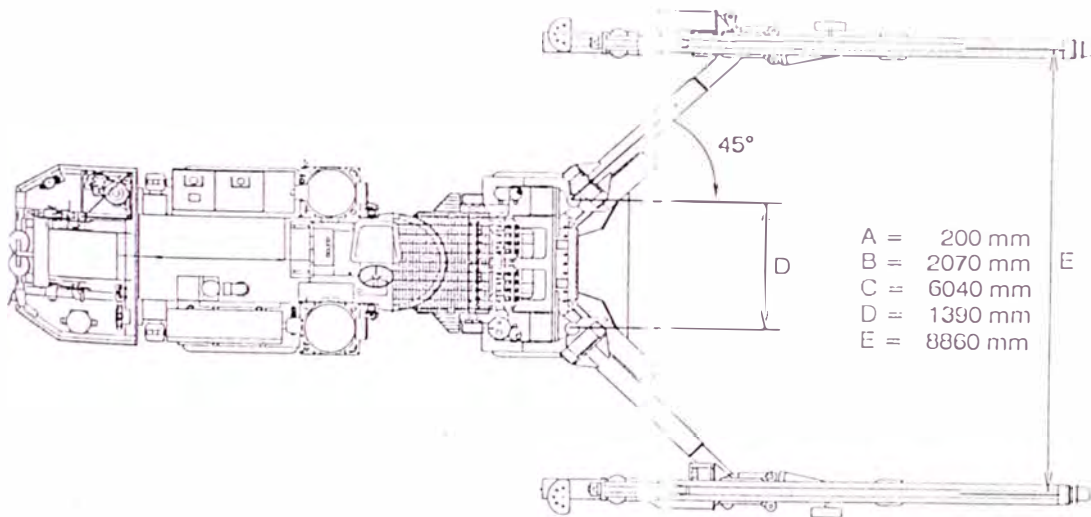
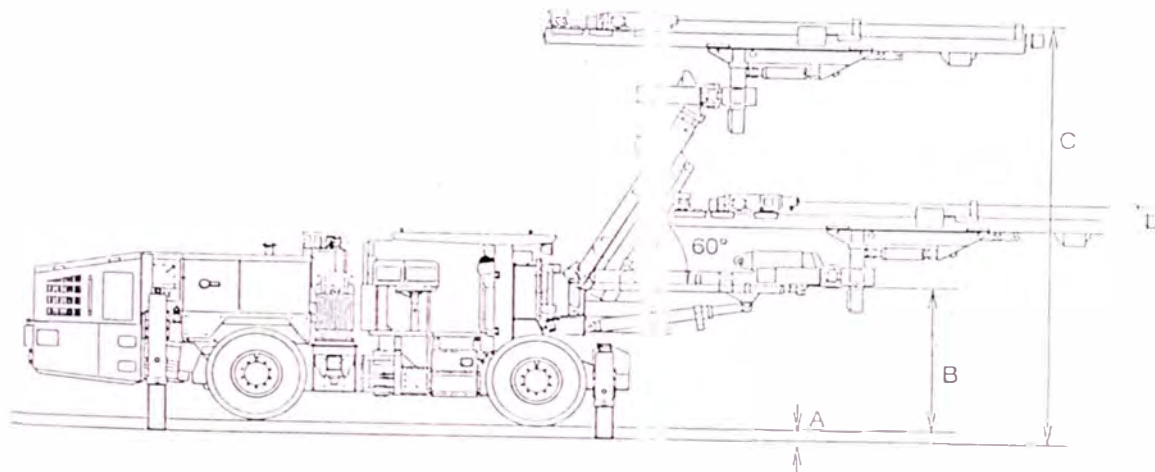
Type	R ₀ m	R ₁ m	R ₂ m
90B	120	109	13
115B	150	140	16
90C	—	—	—
115C	300	290	31
140C	—	—	—

Data

Car type	90B	115B	90C	115C	140C
Volume capacity m ³	9,0	11,5	9,0	5	14,0
Weight capacity ton	22	22	22	—	24
Tare weight ton	11,3	11,7	11,3	7	12
Max hauling speed km/h	20	20	15	—	15
Approx. unloading time min.	2	2	2	—	2
Max air consumption l/s	283	283	283	3	—
Recommended air pressure bar	6,3	6,3	6,3	—	—
Air motors no.	2	2	2	—	—
Output at 6,3 kg/cm ² hp/rpm	20/750	20/750	20/750	17/50	—
Electrically powered 380V/50Hz	—	—	2 x 11 kW	—	2 x 15 kW
Min curve radius m	12	12	30	—	30



Clearance tunnel wall-c



- A = 200 mm
- B = 2070 mm
- C = 6040 mm
- D = 1390 mm
- E = 8860 mm

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingenieria Civil
 Titulación por Examen Profesional

MA : PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS
 CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

ELABORADO
 Bach. Paul Steve Maguiña Rodriguez

FECHA Octubre-2000

N° 226

DETALLE MINIMATIC H 205 D (1/2)

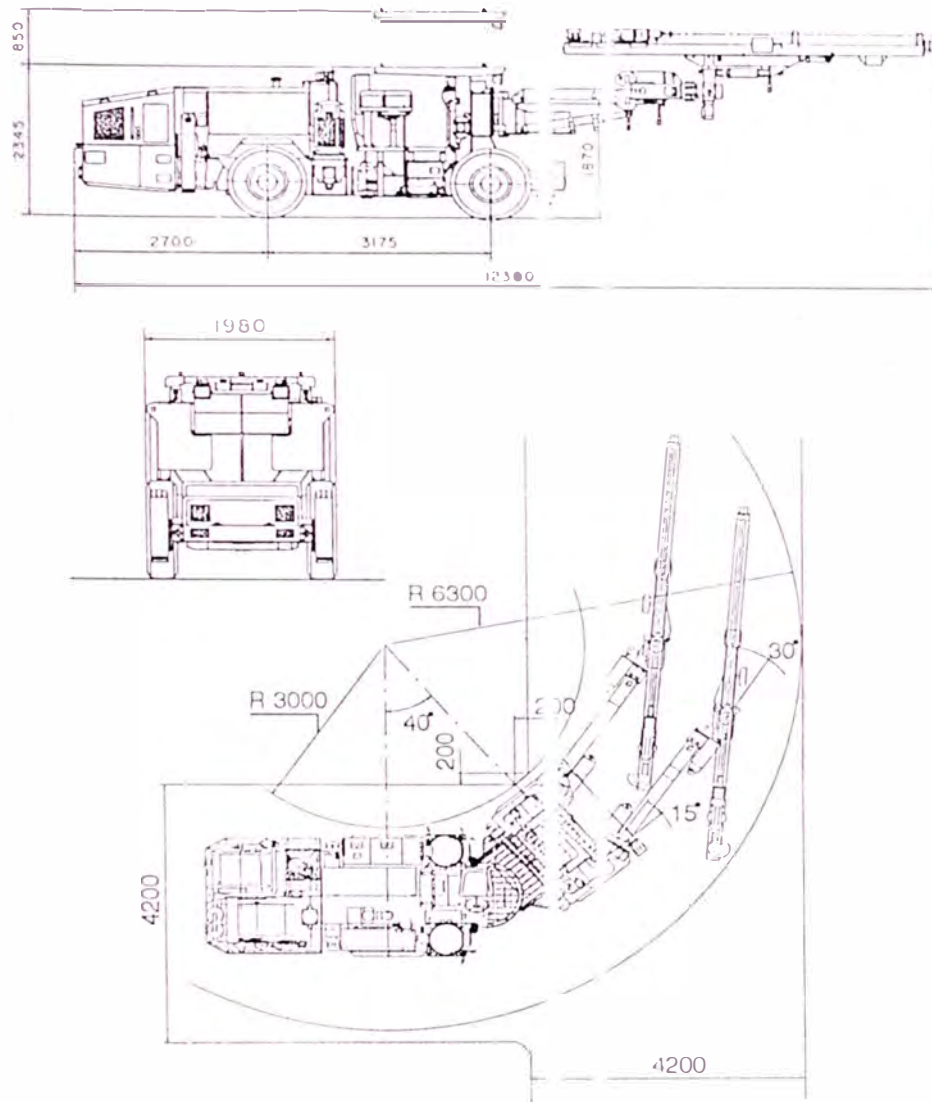


Fig. 1. Dimensiones de transporte y radio de giro

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Facultad de Ingenieria Civil
 Titulación por Examen Profesional

TEMA: PROGRAMACION Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TUNEL DE ADUCCION Y OBRAS
 CONEXAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN CABAN II

ELABORADO
 Bach. Paul Steve Maguiña Rodriguez

FECHA Octubre-2000

CO N° 28

DETALLE MINIMATIC H 205 D (2/2)

ANEXO IV
FOTOGRAFIAS DE OBRA

RELACION DE FOTOGRAFIAS

FOTO N° 1	INGRESO VENTANA CASAHUIRI
FOTO N° 2	PERFORACIONES DE ALIVIO
FOTO N° 3	PERFORACIONES DE DRENAJE
FOTO N° 4	CONCRETADO PISO TUNEL DE ADUCCION
FOTO N° 5	CONCRETADO PISO TUNEL DE ADUCCION
FOTO N° 6	ACCESO VENTANA URUHUASI
FOTO N° 7	ACCESO VENTANA CASAHUIRI
FOTO N° 8	PORTAL VENTANA URUHUASI
FOTO N° 9	PLATAFORMA VENTANA CASAHUIRI
FOTO N° 10	PLATAFORMA VENTANA URUHUASI
FOTO N° 11	TUNEL DE ACCESO VENTANA CASAHUIRI
FOTO N° 12	VENTANA URUHUASI
FOTO N° 13	TUNEL TRAMO I Y VENTANA URUHUASI
FOTO N° 14	TUNEL TRAMO II
FOTO N° 15	TUNEL TRAMO III
FOTO N° 16	EJECUCION DEL TAPON URUHUASI
FOTO N° 17	EJECUCION DEL TAPON URUHUASI
FOTO N° 18	EJECUCION DEL TAPON URUHUASI
FOTO N° 19	EJECUCION DEL TAPON URUHUASI
FOTO N° 20	ARMADURA EN PANTALLA
FOTO N° 21	COLOCACION ARMADURA SOLADO TUNEL
FOTO N° 22	EJECUCION DE PANTALLA
FOTO N° 23	VAGON MIXER Y BOMBA SHOTCRETERA
FOTO N° 24	TRABAJOS PREVIOS PARA EL SOLADO DEL TUN
FOTO N° 25	PREPARACION DE AREA PARA SOLADO DE TUN
FOTO N° 26	CERCHA PARA ENCOFRADO DE TAPON URUHU,
FOTO N° 27	POZO DE VENTILACION
FOTO N° 28	ELIMINACION DE DERRUMBES ACCESO CASAHU
FOTO N° 29	ELIMINACION DE DERRUMBES ACCESO CASAHU
FOTO N° 30	RELLENOS DE PERNOS DE ANCLAJE CON LECH
FOTO N° 31	RELLENO DE NICHOS CON CONCRETO
FOTO N° 32	LIMPIEZA PREVIA AL VACEADO

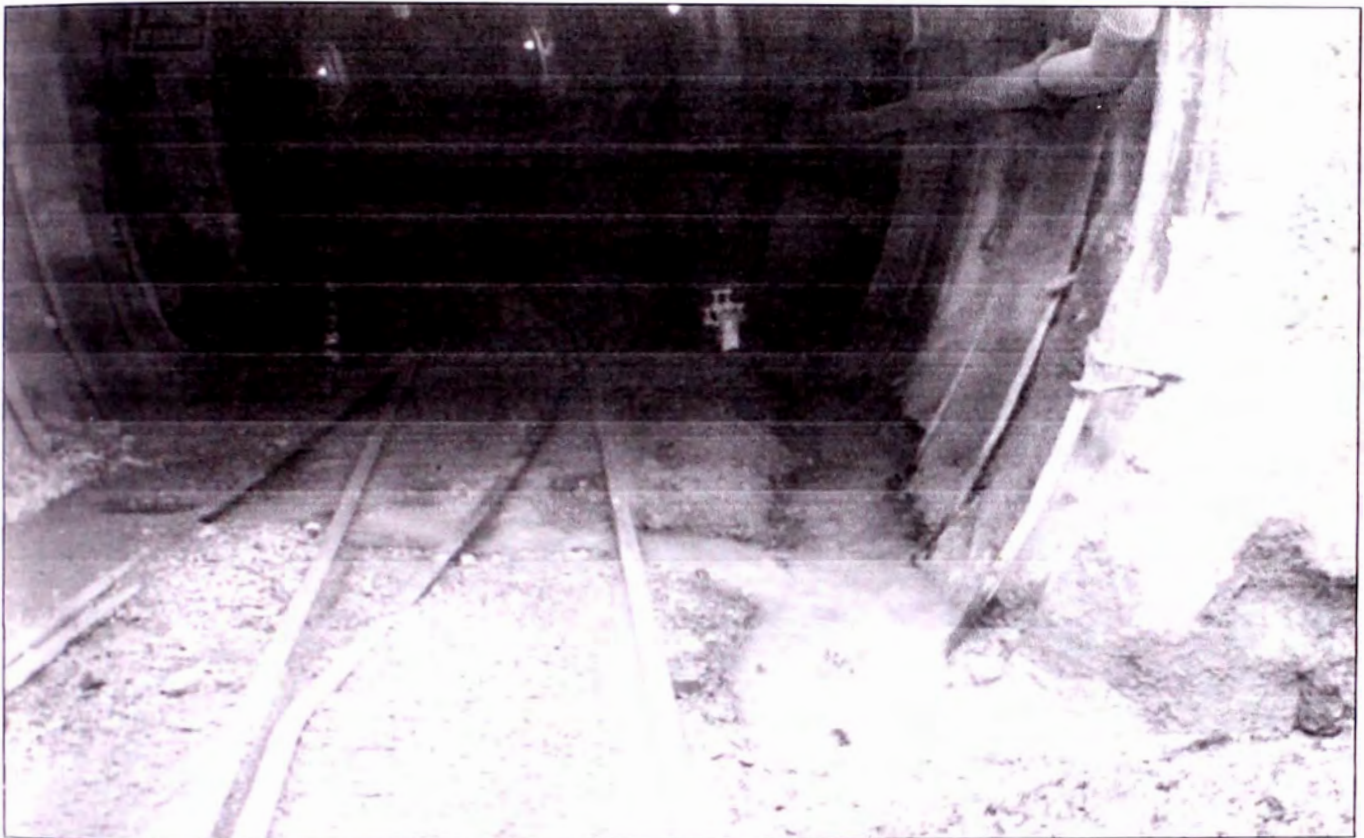


FOTO N° 01 - INGRESO VENTANA CASAHUIRI



FOTO N° 02 - PERFORACIONES DE ALIVIO



FOTO N° 03 - PERFORACIONES DE DRENAJE



FOTO N° 04 - CONCRETADO PISO TUNEL DE ADUCCION



FOTO N° 05 - CONCRETADO PISO TUNEL DE ADUCCION



FOTO N° 06 - ACCESO VENTANA URUHUASI



FOTO N° 07 - ACCESO VENTANA CASAHUIRI



FOTO N° 08 - PORTAL VENTANA URUHUASI



FOTO N° 09 - PLATAFORMA VENTANA CASAHUIRI



FOTO N° 10 - PLATAFORMA VENTANA CASAHUIRI



FOTO N° 11 - TUNEL DE ACCESO VENTANA CASAHUIRI



FOTO N° 12 - VENTANA URUHUASI



FOTO N° 13 - TUNEL TRAMO I Y VENTANA URUHUASI

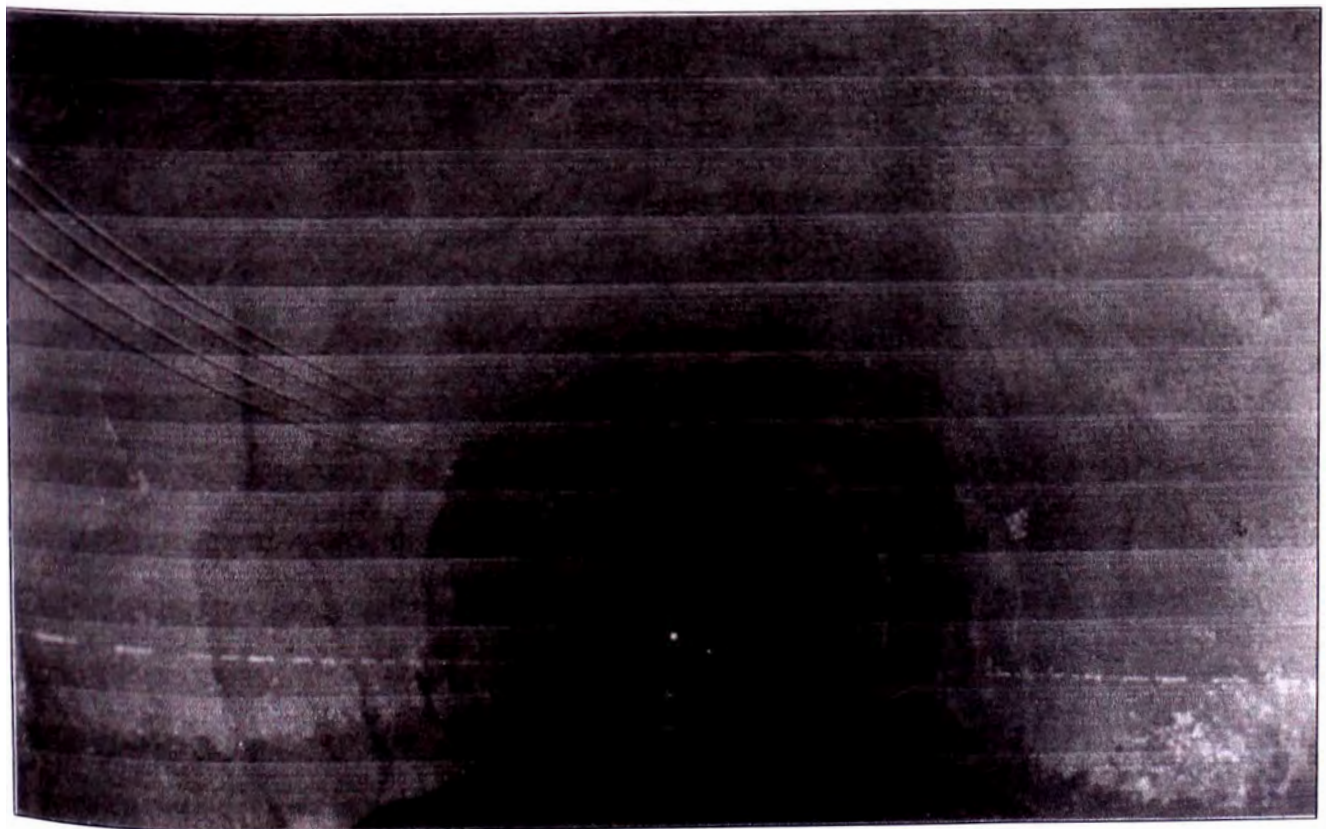


FOTO N° 14 - TUNEL TRAMO II



FOTO N° 15 - TUNEL TRAMO III

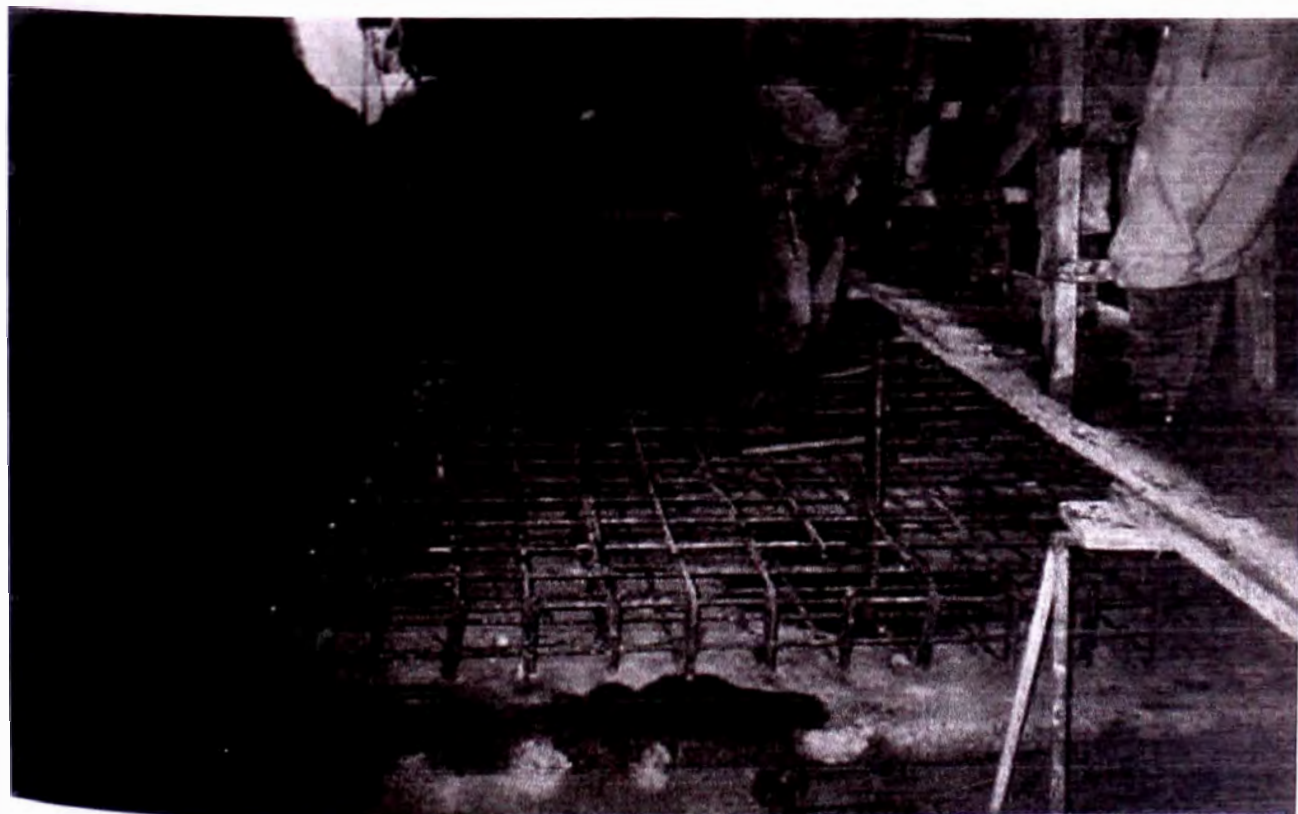


FOTO N° 16 - EJECUCION DEL TAPON URUHUASI

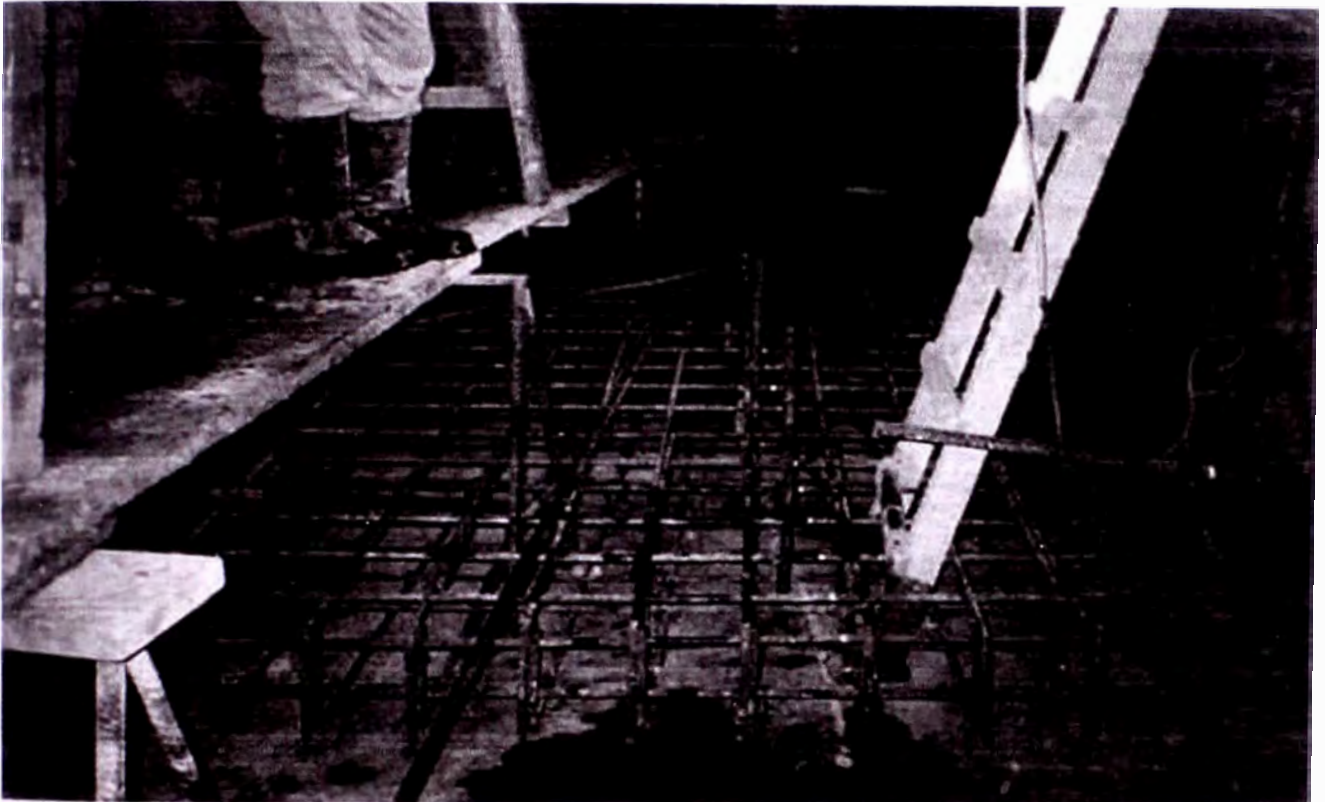


FOTO N° 17 - EJECUCION DEL TAPON URUHUASI

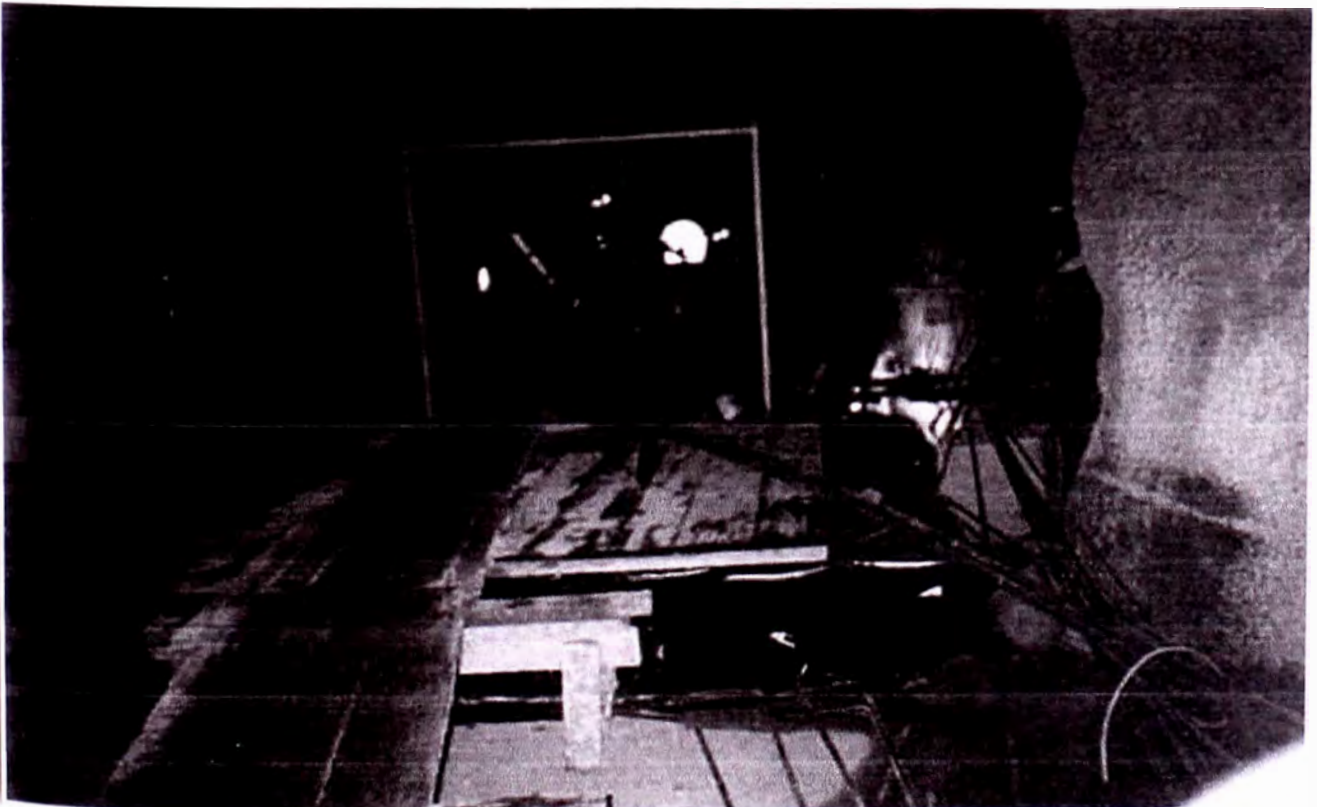


FOTO N° 18 - EJECUCION DEL TAPON URUHUASI

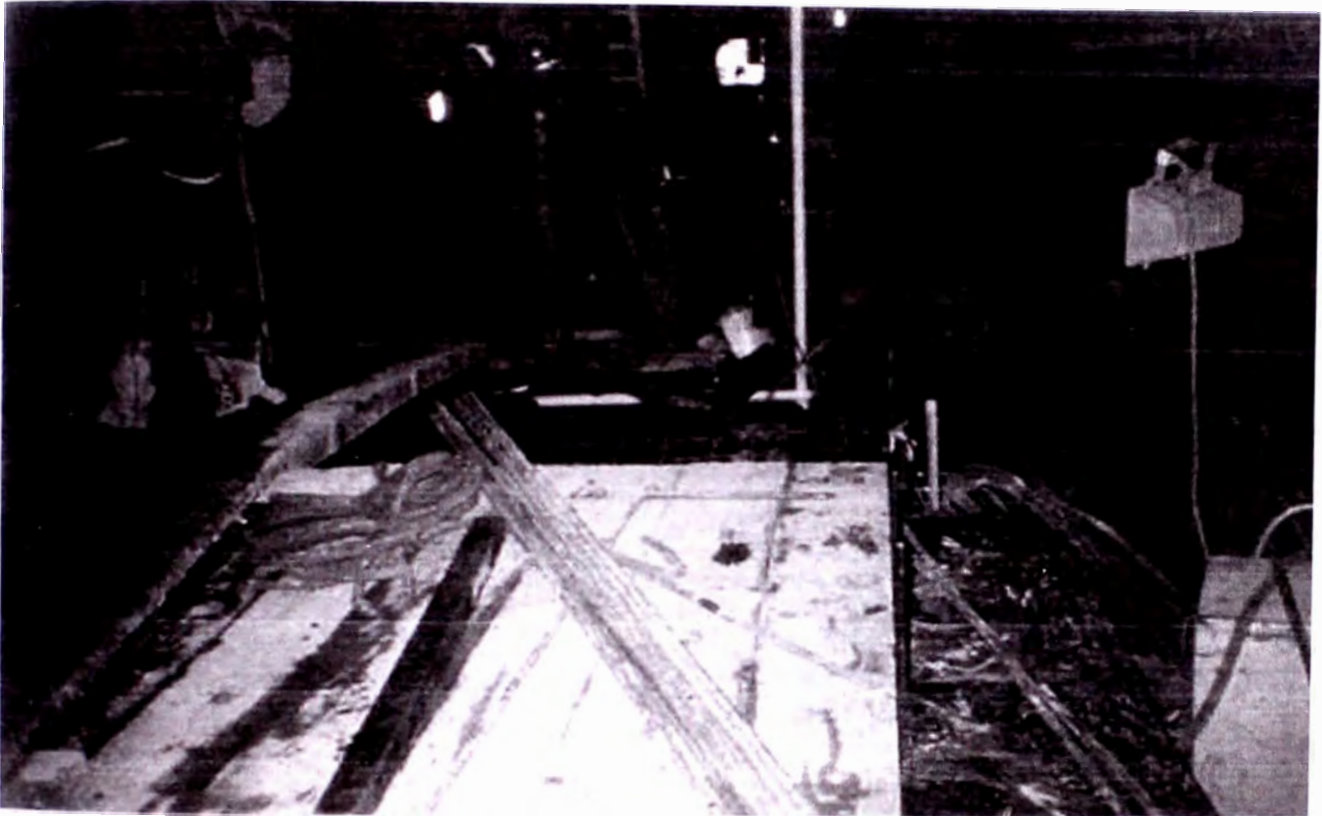


FOTO N° 19 - EJECUCION DEL TAPON URUHUASI

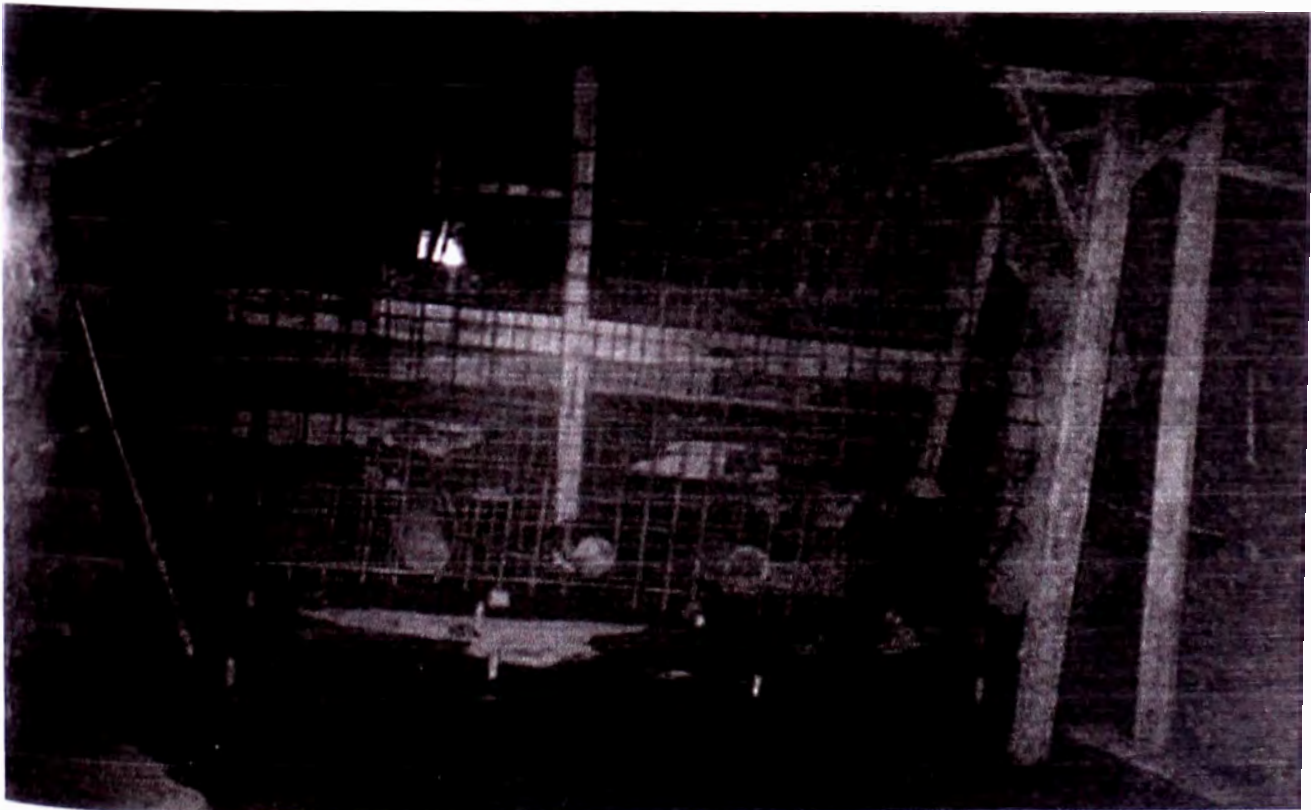


FOTO N° 20 - ARMADURA EN PANTALLA



FOTO N° 21 - COLOCACION ARMADURA SOLADO TUNEL



FOTO N° 22 - EJECUCION DE PANTALLA



FOTO N° 23 - VAGON MIXER Y BOMBA SHOTCRETERA



FOTO N° 24 - TRABAJOS PREVIOS PARA EL SOLADO DEL TUNEL



FOTO N° 25 - PREPARACION DE AREA PARA SOLADO DE TUNEL



FOTO N° 26 - CERCHA PARA ENCOFRADO DE TAPON URUHUASI



FOTO N° 27 - POZO DE VENTILACION



FOTO N° 28 - ELIMINACION DE DERRUMBES ACCESO CASAHUIRI



FOTO N° 29 - ELIMINACION DE DERRUMBES ACCESO CASAHUIRI



FOTO N° 30 - RELLENO DE PERNOS DE ANCLAJE CON LECHADA



FOTO N° 31 - RELLENO DE NICHOS CON CONCRETO

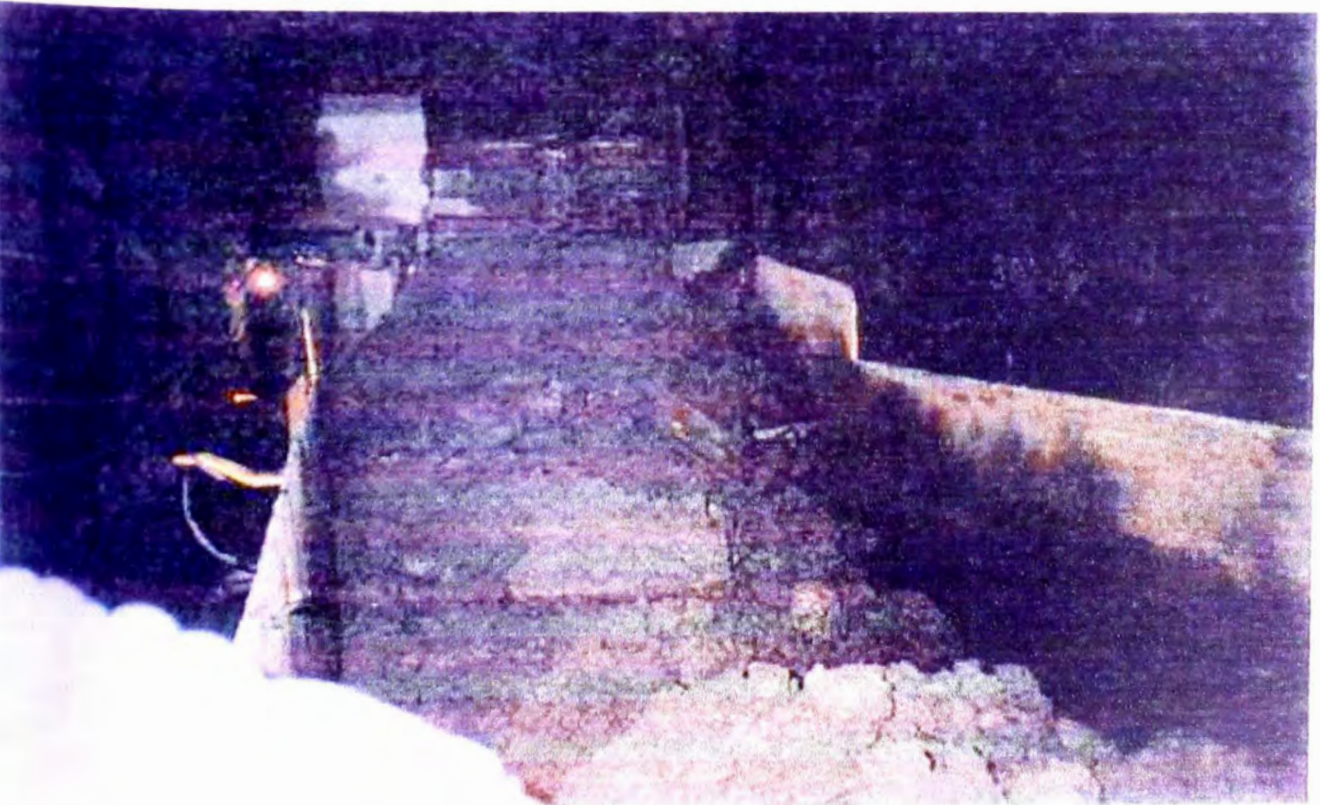
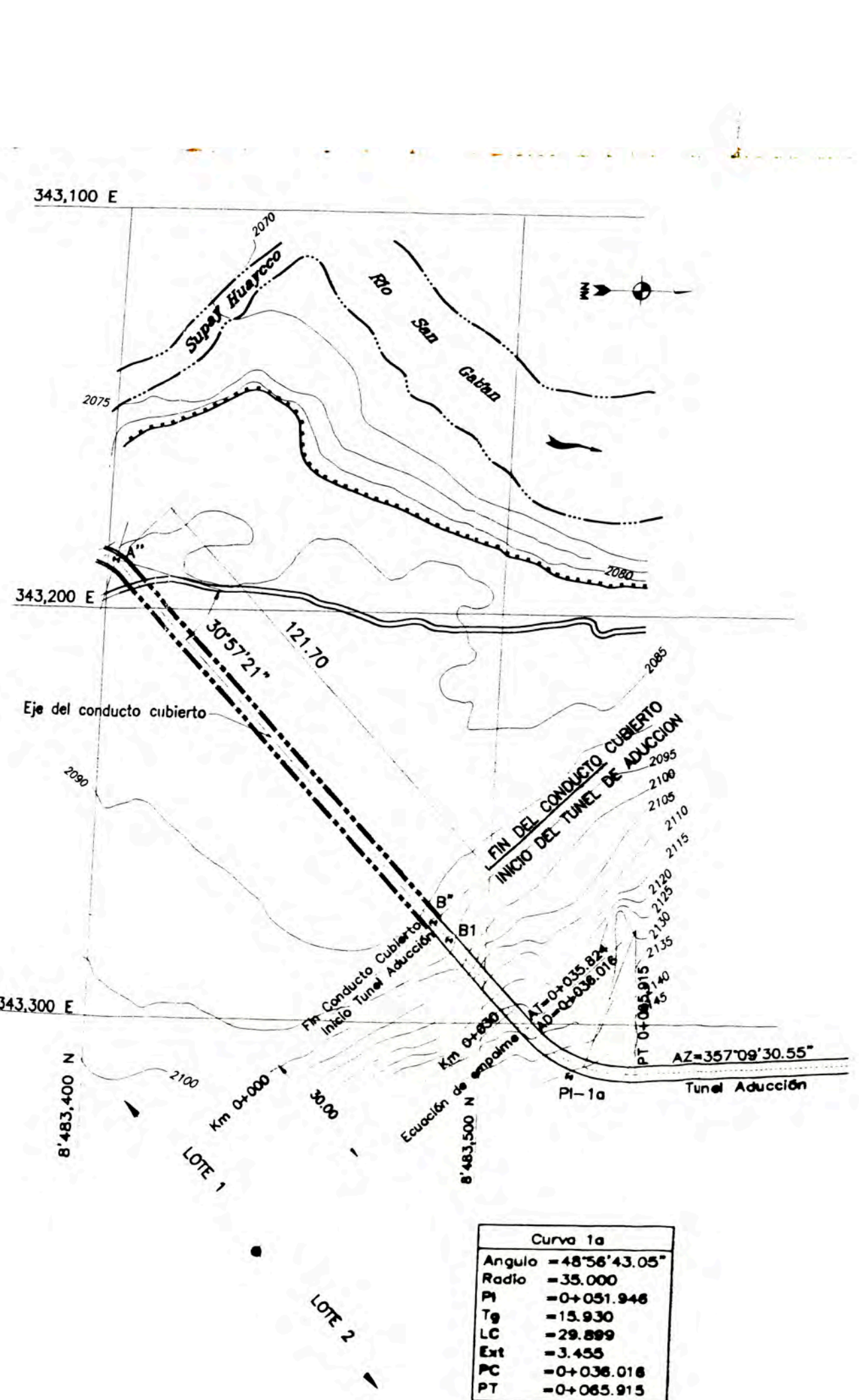
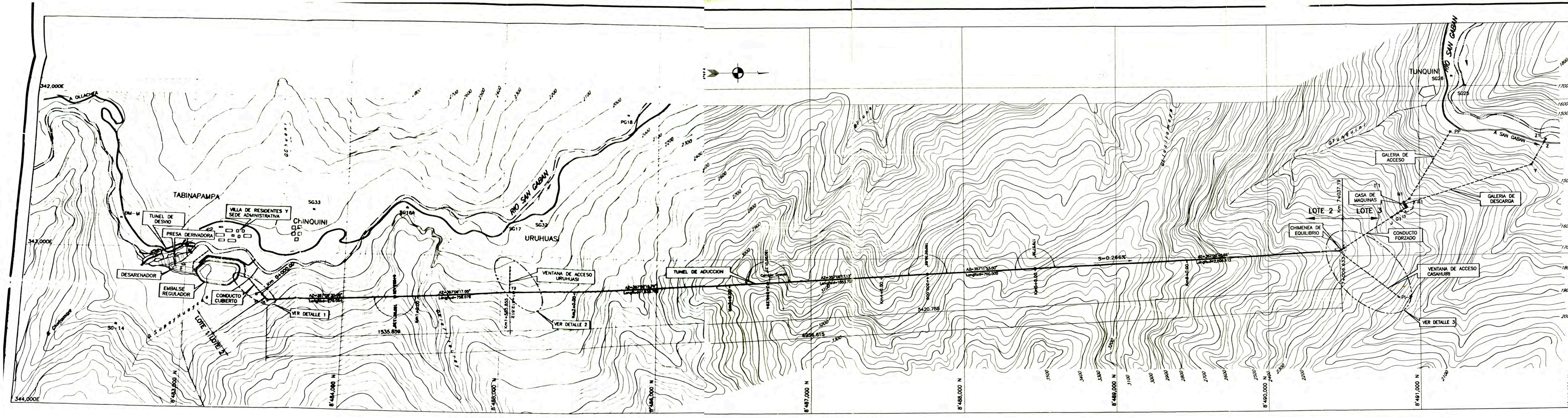


FOTO N° 32 - LIMPIEZA PREVIA AL VACEADO

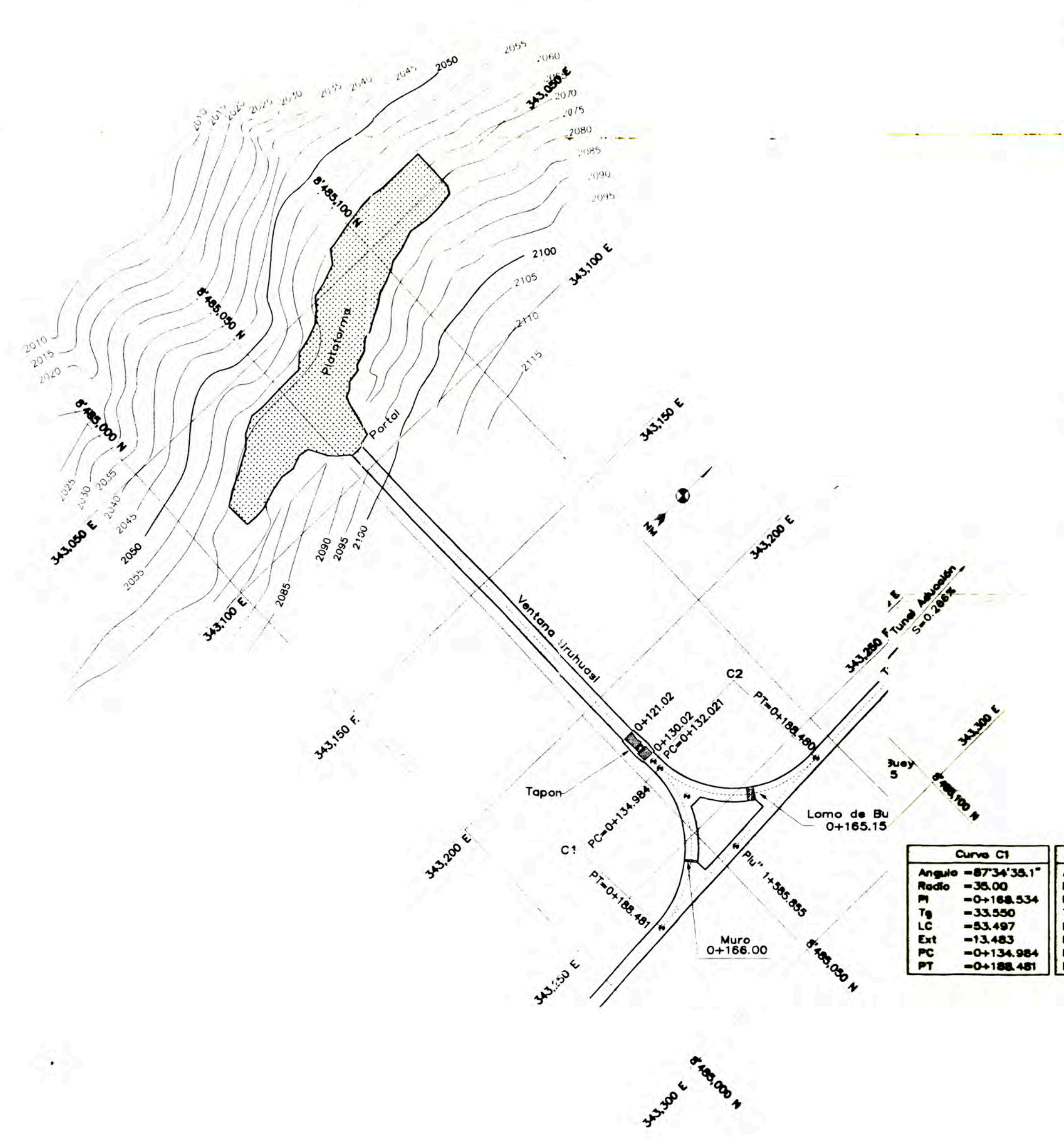
ANEXO V
PLANOS DE OBRA

RELACION DE PLANOS

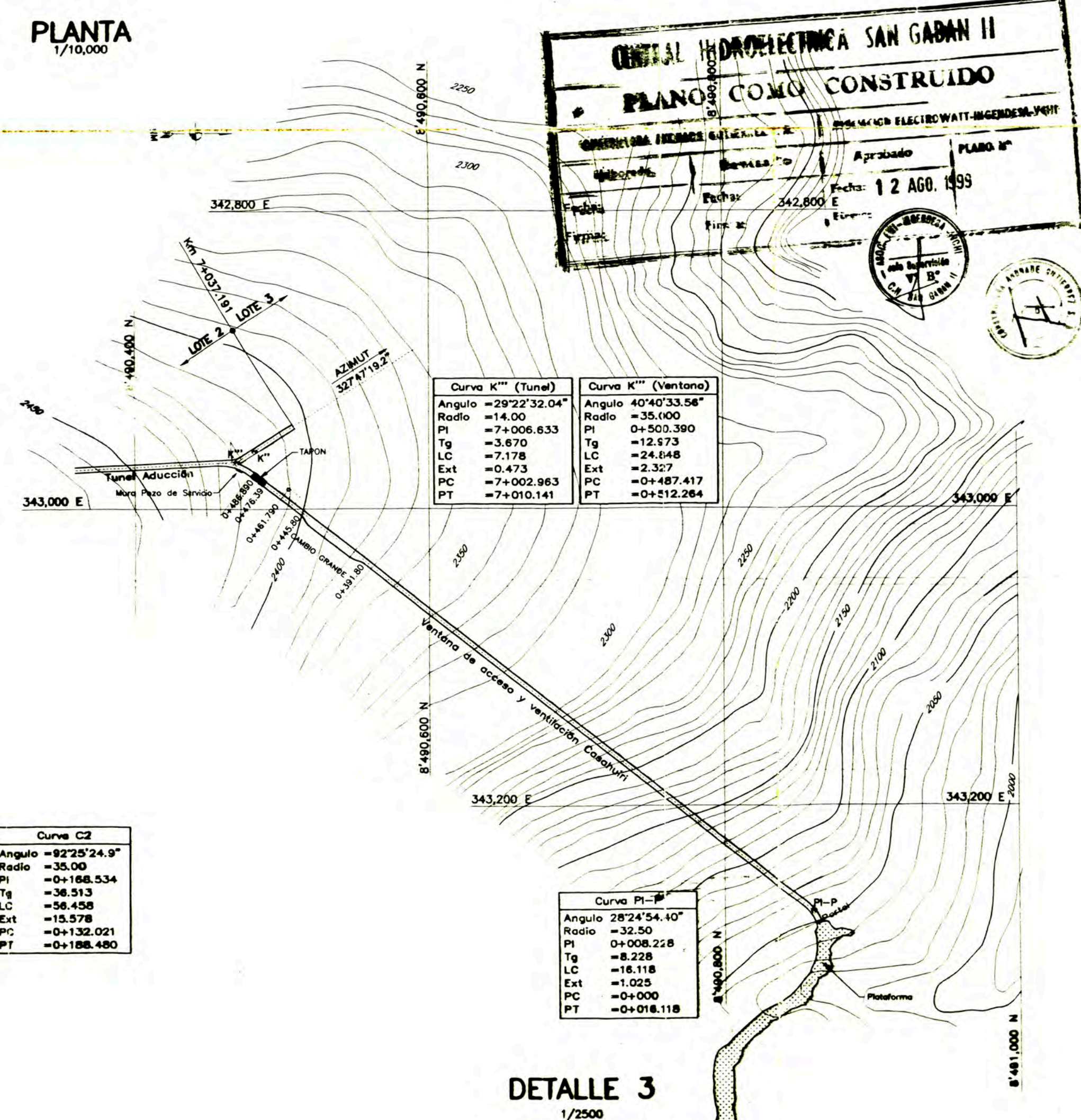
1	330-GE-001		PLANIMETRIA GENERAL PLANTA Y DETALLES 1, 2 Y 3
2	140-GE-001	140-GE-004	PERFIL LONGITUDINAL KM 0+030 - KM 7+037.19
3	PP-AC-001	PP-AC-005	ACCESO CASAHUIRI PLANTA Y PERFIL KM 0+000 - KM 5+380
4	PP-AU-001		ACCESO URUHUASI PLANTA Y PERFIL
5	PPS-VU-001		PLANTA, PERFIL Y SECCIONES TIPICAS VENTANA URUHUASI
6	320-RE-011A		INTERSECCION VENTANA CON TUNEL VENTANA URUHUASI
7	320-EX-007		TAPON - PLANTA Y SECCIONES VENTANA URUHUASI PLANO EXCAVACION
8	320-RE-009		TAPON - PLANTA Y SECCIONES VENTANA URUHUASI PLANO DE REFUERZO
9	320-EN-008		TAPON - PLANTA Y SECCIONES VENTANA URUHUASI PLANO DE ENCOFRADO
10	320-AC-010		PUERTA DE MALLA METALICA SECCIONES Y DETALLES VENTANA URUHUASI
11	PPS-VC-001		PLANTA, PERFIL Y SECCIONES TIPICAS VENTANA CASAHUIRI
12	320-VC-010		PUERTA DE MALLA METALICA SECCIONES Y DETALLES VENTANA CASAHUIRI
13	PPS-CH-001		PLANTA, PERFIL Y SECCIONES CHIMENEA DE EQUILIBRIO
14	340-EN-004		MURO DE CONCRETO PLANTA Y SECCIONES CHIMENEA DE EQUILIBRIO
15	360-AC-001		POZO DE VENTILACION ESCALERA METALICA CHIMENEA DE EQUILIBRIO
16	360-AC-002		ESCALERAS METALICAS UBICACIÓN Y DETALLES CHIMENEA DE EQUILIBRIO
17	310-EX-001 (E)		SOSTENIMIENTO Y SECCIONES TIPICAS TUNEL DE ADUCCION
18	UD-TA-001		UBICACIÓN SISTEMA DE DRENAJE TUNEL DE ADUCCION
19	ZC-TA-001		PERFIL LONGITUDINAL ZONA CRITICA 0+103/0+116 TUNEL DE ADUCCION
20	ZC-TA-001		SECCIONES TRANSVERSALES ZONA CRITICA 0+103/0+116 TUNEL DE ADUCCION



DETALLE 1
1/1250



DETALLE 2
1/1250



DETALLE 3
1/2500

PLANTA
1/10,000

CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II
PLANO COMO CONSTRUIDO

CONSTRUCCION INGENIERIA S.A. INGENIERIA ELECTRICIDAD-INGENIERIA-POH

Fecha: 12 AGO. 1999

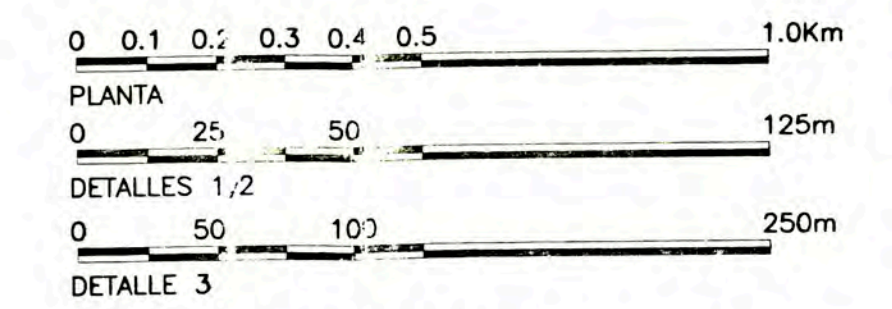
Plano N°

Escala: 1:10,000

Proy. N°

Auto. N°

NOMENCLATURA	PUNTOS	PROGRESIVA	COORDENADAS		COTA Pteo (firmado) en eje de Tunnel (m.s.n.m.)	COTA en eje de Tunnel (m.s.n.m.)
			NORTE	EESTE		
PRIMERA CURVA	PI-1a		8'483,522.264	343,312.944		
VENTANA URUHUASI	PI-1	1+585.855	8'485,056.243	343,236.758	2,067.46	2,069.11
SEGUNDA CURVA	K'''		8'490,470.378	342,988.497		
INTERSECCION CON EJE DE LA CHIMENEA DE EQUILIBRIO	K'''	7+020.68	8'490,482.393	342,980.934	2,053.00	2,054.65
FIN DEL TUNEL E INICIO D.L CONDUCTO FORZADO	K	7+044.79	8'490,502.807	342,948.097		2,054.59



PLANOS DE REFERENCIA :
PLANO N° 23-C-HD-01-C(110-GE-008-C) DISPOSICION GENERAL-PLANTA

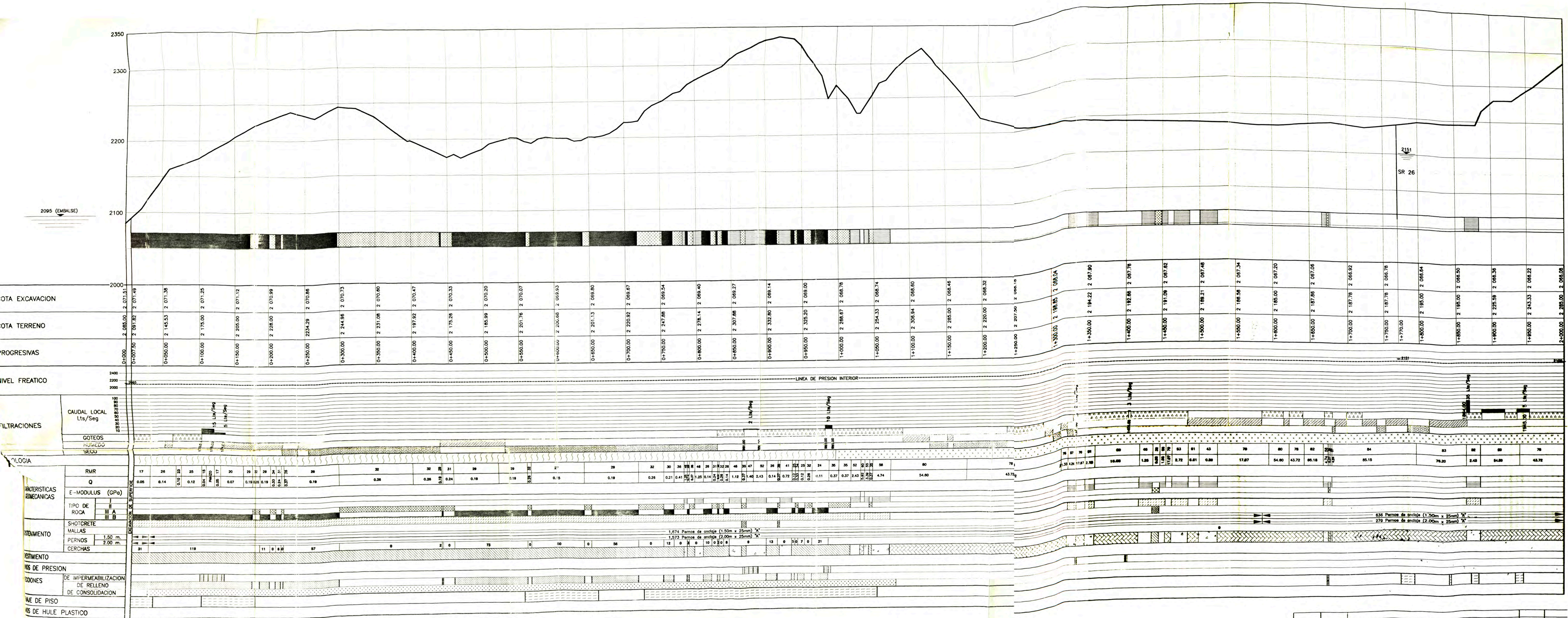
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.

INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II

SAN GABAN II LOTE 2

PROYECTO EJECUTIVO - PLANO GENERAL
TUNEL DE ADUCCION
PLANIMETRIA GENERAL
PLANTA Y DETALLES 1, 2 Y 3

ELABORADO: B.F.Y. REVISADO: A. BAUR
DISEÑADO: CAD/AV.L. APROBADO: P.B.B.
CONSTRUCCION ANDRADE GUTIERREZ S.A. 5-12-87



OTA EXCAVACION	OTA TERRENO	PROGRESIVAS
2095	2095	0+000
		0+007.50
		0+050.00
		0+100.00
		0+150.00
		0+200.00
		0+250.00
		0+300.00
		0+350.00
		0+400.00
		0+450.00
		0+500.00
		0+550.00
		0+600.00
		0+650.00
		0+700.00
		0+750.00
		0+800.00
		0+850.00
		0+900.00
		0+950.00
		1+000.00
		1+050.00
		1+100.00
		1+150.00
		1+200.00
		1+250.00
		1+300.00
		1+350.00
		1+400.00
		1+450.00
		1+500.00
		1+550.00
		1+600.00
		1+650.00
		1+700.00
		1+750.00
		1+800.00
		1+850.00
		1+900.00
		1+950.00
		2+000.00

CAUDAL LOCAL Lts/Seg	GOTEOS HUMEDO	GOTEOS SECO	RMR	E-MODULUS (GPa)	TIPO DE ROCA	SHOTCRETE	MALLAS	PERNOS	CERCHAS
288.68	15	5	17	0.05	I	7.0cm	1.50m	31	119
288.68	15	5	26	0.14	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	31	0.19	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	25	0.12	I	7.0cm	1.50m	11	0
288.68	15	5	30	0.18	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	29	0.17	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	28	0.16	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	34	0.24	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	35	0.27	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	36	0.19	I	7.0cm	1.50m	57	0
288.68	15	5	32	0.26	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	31	0.24	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	29	0.19	I	7.0cm	1.50m	75	0
288.68	15	5	29	0.19	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	32	0.26	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	30	0.21	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	36	0.41	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	48	1.25	II	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	28	0.14	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	31	0.18	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	32	0.26	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	46	1.12	II	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	35	0.47	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	52	2.43	II	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	28	0.14	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	41	0.72	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	32	0.26	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	34	0.24	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	35	0.27	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	36	0.19	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	37	0.27	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	38	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	39	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	40	0.43	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	41	0.72	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	42	0.12	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	43	0.15	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	44	0.11	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	45	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	46	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	47	0.43	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	48	1.12	II	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	49	0.72	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	50	0.12	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	51	0.15	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	52	0.11	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	53	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	54	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	55	0.43	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	56	1.12	II	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	57	0.72	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	58	0.12	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	59	0.15	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	60	0.11	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	61	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	62	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	63	0.43	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	64	1.12	II	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	65	0.72	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	66	0.12	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	67	0.15	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	68	0.11	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	69	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	70	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	71	0.43	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	72	1.12	II	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	73	0.72	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	74	0.12	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	75	0.15	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	76	0.11	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	77	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	78	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	79	0.43	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	80	1.12	II	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	81	0.72	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	82	0.12	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	83	0.15	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	84	0.11	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	85	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	86	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	87	0.43	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	88	1.12	II	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	89	0.72	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	90	0.12	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	91	0.15	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	92	0.11	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	93	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	94	0.37	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	95	0.43	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	96	1.12	II	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	97	0.72	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	98	0.12	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	99	0.15	I	7.0cm	1.50m	0	0
288.68	15	5	100	0.11	I	7.0cm	1.50m	0	0

LEYENDA

	ROCA I
	ROCA II
	ROCA III A
	ROCA III B

FILTRACIONES

	GOTEOS
	HUMEDO
	SECO
	ENTRADA DE AGUA LOCAL
	DRENAJE DE PISO
	LITOLOGIA
	GRANODIORITA

SOSTENIMIENTO

	SHOTCRETE
	MALLAS
	NUMERO DE CERCHAS USADAS EN EL TRAMO

REVESTIMIENTO CON SHOTCRETE

	7.0cm CON FIBRAS (50kg/m³)
	3.0cm SIMPLE
	7.5cm SIMPLE
	5.0cm SIMPLE

INYECCIONES

	IMPERMEABILIZACION
	RELLENO
	CONSOLIDACION

ESCALA
0 25 50 75 100 200m

REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISO	APROBADO
B	21-12-98	TRAMO II		E.H.
A	11-05-98	ACTUALIZACION		E.H.

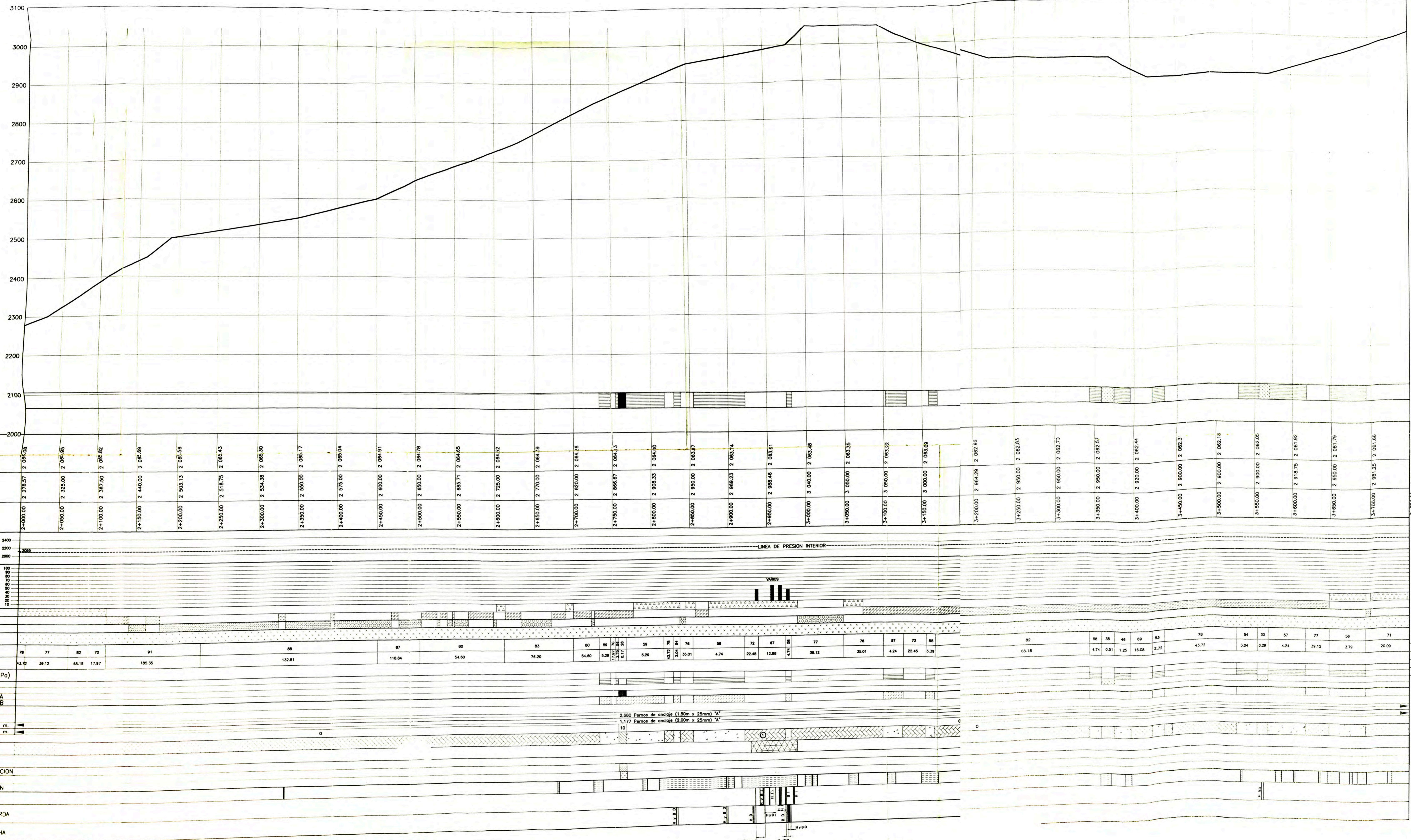
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.
 INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II
 SAN GABAN II LOTE 2

PROYECTO EJECUTIVO - TUNEL DE ADUCCION
 GEOLOGIA - GEOTECNICA / SOSTENIMIENTO Y REVESTIMIENTO

PERFIL LONGITUDINAL
 KM. 0+030 - KM. 2+000

LABORADO: R.A.G.	REVISADO: R.A.G.	ESCALA: 1:2000	ARCHIVO:
DISEÑADO: CAD/V.L.	APROBADO: R.A.G.	FECHA: 12-97	PLANO N°: 140-GE-001

CONSTRUCTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A.



- LEYENDA**
- TIPOS DE ROCA**
- ROCA I
 - ROCA II
 - ROCA III A
 - ROCA III B
- FILTRACIONES**
- GOTEO
 - HUMEDO
 - SECO
 - Lts/Seg
 - ENTRADA DE AGUA LOCAL
 - DRENAJE PERMANENTE
 - DRENAJE DE PISO
- SOSTENIMIENTO**
- SHOTCRETE
 - MALLAS
 - Nº NUMERO DE CERCHAS USADAS EN EL TRAMO
- REVESTIMIENTO CON SHOTCRETE**
- 7.0cm CON FIBRAS (50kg/m³)
 - 3.0cm SIMPLE
 - 7.5cm SIMPLE
 - 5.0cm SIMPLE
- LITOLOGIA**
- GRANDIORITA
 - GNEIS GRANITICO
- INYECCIONES**
- IMPERMEABILIZACION
 - RELLENO
 - CONSOLIDACION

NOIA

H y B I = Hostial y Boveda Izquierda
 H I = Hostial Izquierda
 B I = Boveda Izquierda
 H y B D = Hostial y Boveda Derecha
 H D = Hostial Derecha
 B D = Boveda Derecha

CENTRAL HIDROELECTRICA SAN GABAN II

PLANO COMO CONSTRUIDO

CONSTRUIDA POR ANDRADE GUTIERREZ S.A. ASESORADO POR INGENIEROS ANDRADE GUTIERREZ S.A. INGENIERIA DE DETALLE

Revisado: _____ Aprobado: _____ PLANO Nº _____

Fecha: 12 Ago. 1995

Firma: _____

REV. Nº FECHA DESCRIPCION REVISO APROB

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.

INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II

SAN GABAN II LOTE 2

PROYECTO EJECUTIVO - TUNEL DE ADUCCION

GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA / SOSTENIMIENTO Y REVESTIMIENTO

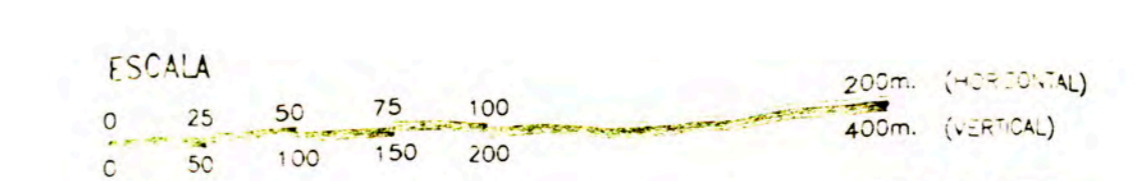
PERFIL LONGITUDINAL

KM. 2+000 - KM. 3+750

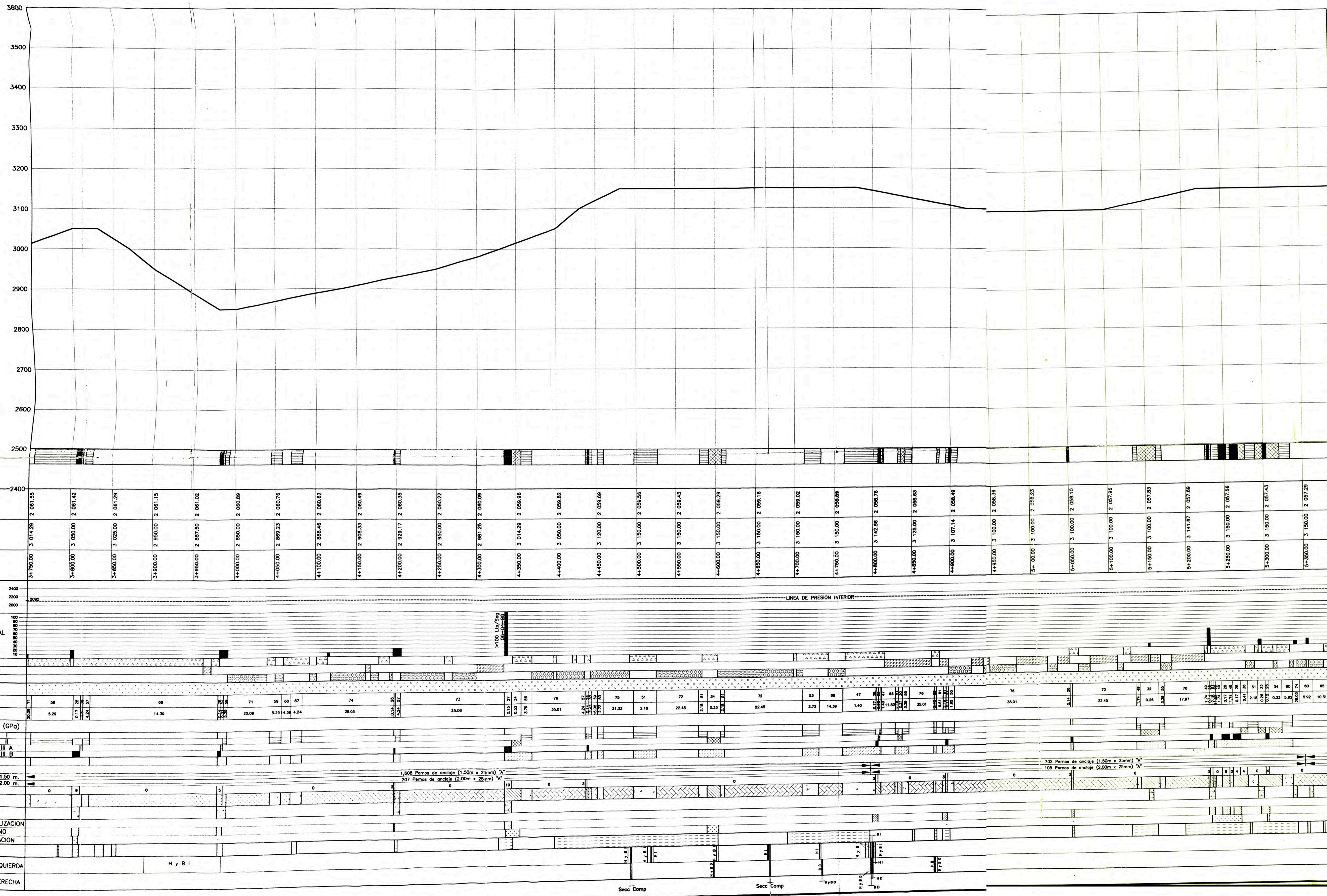
ELABORADO: R.A.G. REVISADO: R.A.G. ESCALA: H=1:2000 V=1:4000

CONSTRUIDA POR ANDRADE GUTIERREZ S.A.

FECHA: 5-12-97



20cm DE ESPESOR EN LA ZONA DEL DRENAJE CON PLASTICO



LEYENDA

TIPOS DE ROCA

- ROCA I
- ROCA II
- ROCA III A
- ROCA III B

SOSTENIMIENTO

- SHOTCRETE
- MALLAS
- N° NUMERO DE CERCHAS USADAS EN EL TRAMO

LITOLOGIA

- GRANODIORITA
- GNEIS GRANITICO

FILTRACIONES

- GOTEO
- HUMEDO
- SECO
- Lts/Seg ENTRADA DE AGUA LOCAL
- DRENAJE PERMANENTE
- DRENAJE DE PISO

REVESTIMIENTO CON SHOTCRETE

- 7.0cm CON FIBRAS (50kg/m³)
- 3.0cm SIMPLE
- 7.5cm SIMPLE
- 5.0cm SIMPLE

INYECCIONES

- IMPERMEABILIZACION
- RELLENO
- CONSOLIDACION

NOTA
 H y B I = Hastial y Boveda Izquierda
 H I = Hastial Izquierda
 B I = Boveda Izquierda
 H y B D = Hastial y Boveda Derecha
 H D = Hastial Derecha
 B D = Boveda Derecha

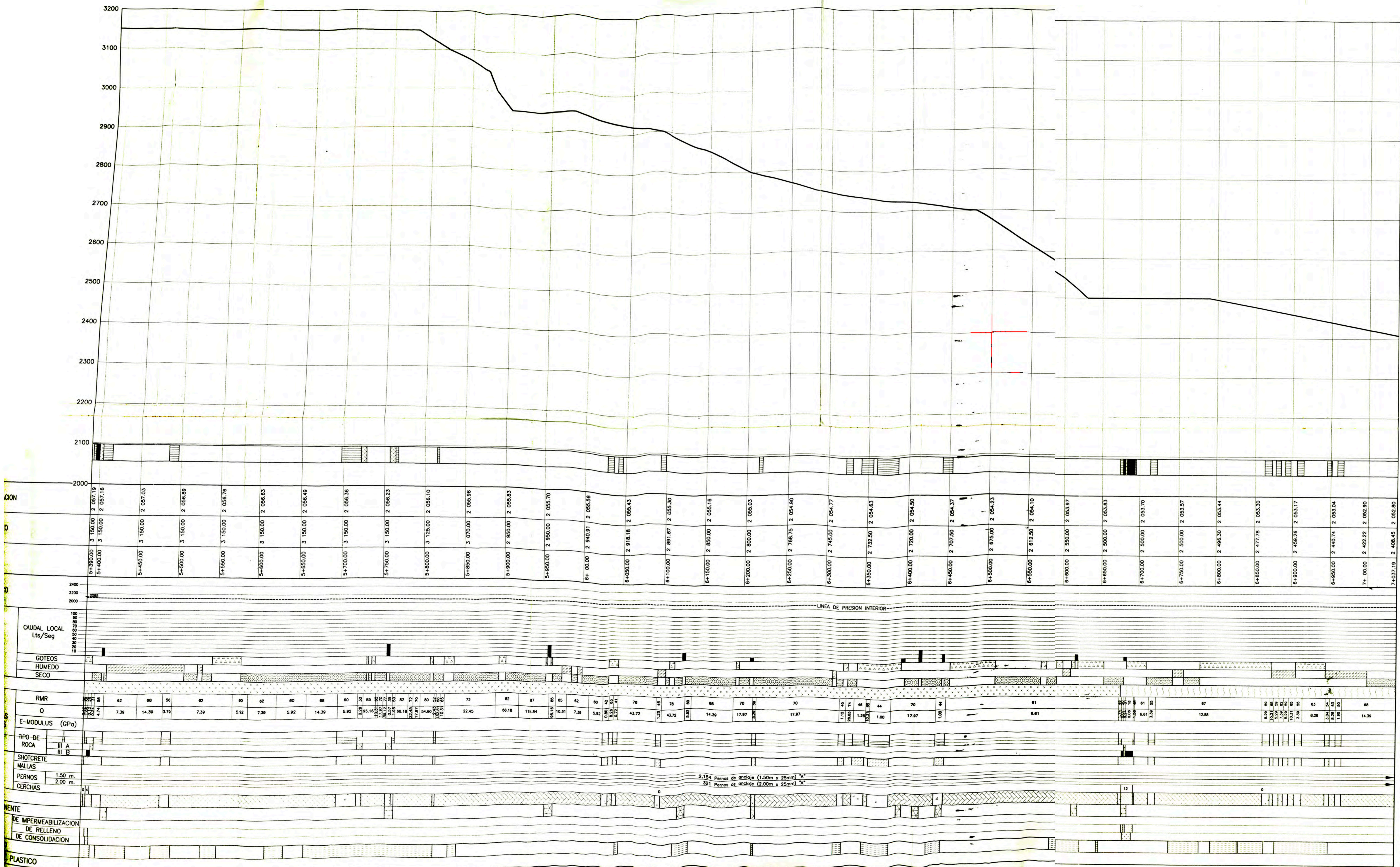


REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISO	APROBO

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.
 INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II
 SAN GABAN II LOTE 2
 PROYECTO EJECUTIVO - TUNEL DE ADUCCION
 GEOLOGIA - GEOTECNICA / SOSTENIMIENTO Y REVESTIMIENTO
PERFIL LONGITUDINAL
KM. 3+750 - KM. 5+390

ELABORADO: R.A.G.	REVISADO: R.A.G.	ESCALA: H=1:2000 V=1:4000	ARCHIVO:
DIBUJO: CAD/A.V.L.	APROBADO: R.A.G.	FECHA: 5-12-97	PLANO N°: 140-GE-003

ANDRADE GUTIERREZ S.A. CONSTRUCTORA



LEYENDA

TIPOS DE ROCA	FILTRACIONES
ROCA I	GOTEO
ROCA II	HUMEDO
ROCA III A	SECO
ROCA III B	Lts/Seg ENTRADA DE AGUA LOCAL
	DRENAJE PERMANENTE
	DRENAJE DE PISO
SOSTENIMIENTO	REVESTIMIENTO CON SHOTCRETE
SHOTCRETE	7.0cm CON FIBRAS (50Kg/m ³)
MALLAS	3.0cm SIMPLE
N°	7.5cm SIMPLE
	5.0cm SIMPLE
LITOLOGIA	INYECCIONES
GRANODIORITA	IMPERMEABILIZACION
GNEIS GRANITICO	RELLENO
	CONSOLIDACION



REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISO	APROBO

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.
 INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II
 SAN GABAN II LOTE 2

PROYECTO EJECUTIVO - TUNEL DE ADUCCION
 GEOLOGIA - GEOTECNICA / SOSTENIMIENTO Y REVESTIMIENTO

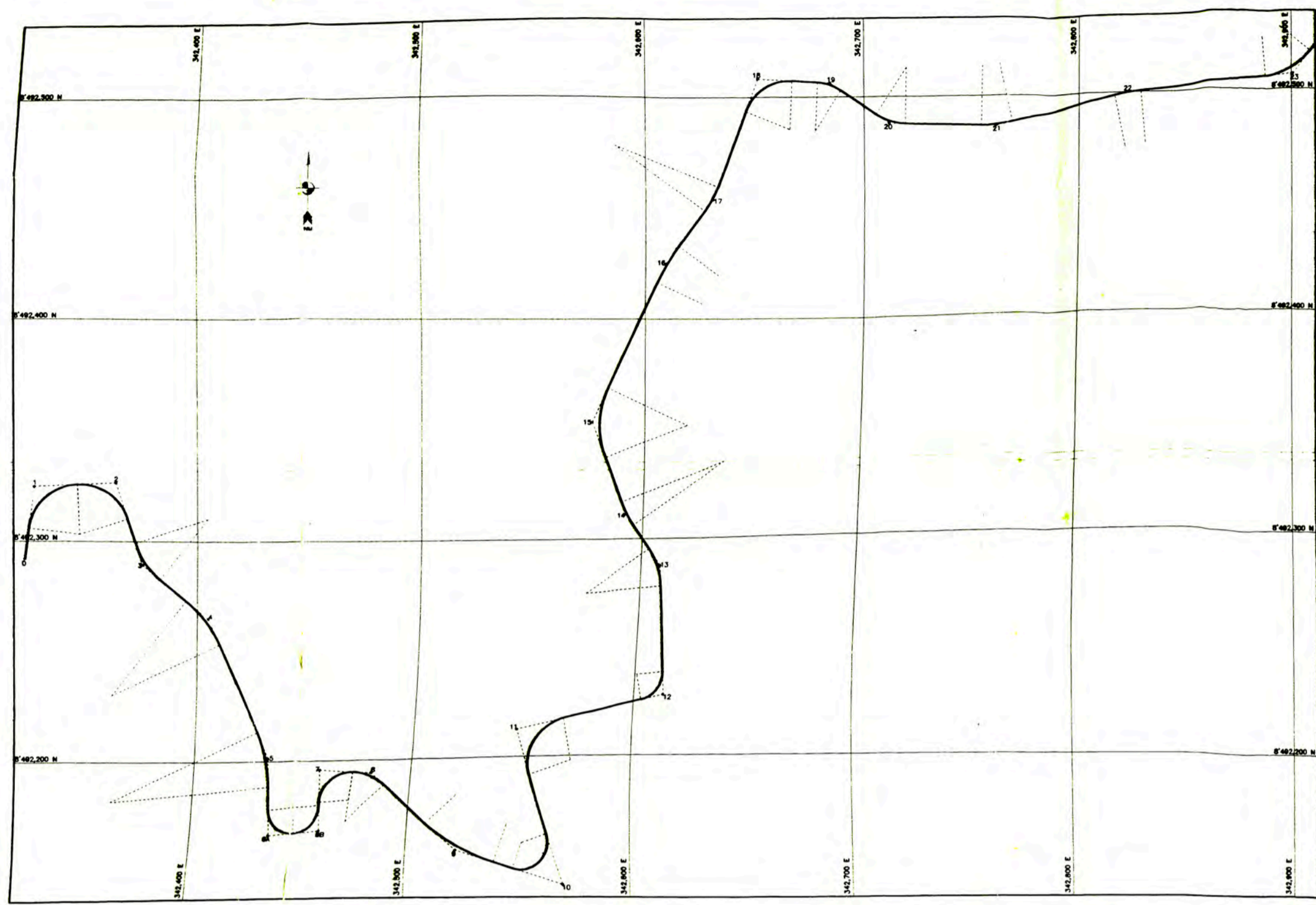
PERFIL LONGITUDINAL
KM. 5+390 - KM. 7+037.19

ELABORADO: R.A.G.	REVISADO: R.A.G.	ESCALA: H=1:2000 V=1:2000	ARCHIVO:
DIBUJO: CAD/A.V.L.	APROBADO: R.A.G.	FECHA: 5-12-97	PLANO N°: 140-GE-004

CONSTRUTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A.

CAUDAL LOCAL Lts/Seg	GOTEOS HUMEDO	GOTEOS SECO	RMR	Q	E-MODULUS (GPa)	TIPO DE ROCA	SHOTCRETE	MALLAS	PERNOS	CERCHAS
5+390.00 2 057.19			62	7.39	62	III A			1.50 m.	
5+400.00 2 057.16			62	14.39	62	III A			2.00 m.	
5+450.00 3 150.00 2 057.03			68	3.79	66	III B				
5+500.00 3 150.00 2 056.89			66	7.39	66	III B				
5+550.00 3 150.00 2 056.76			60	5.92	60	III B				
5+600.00 3 150.00 2 056.63			60	14.39	60	III B				
5+650.00 3 150.00 2 056.49			60	5.92	60	III B				
5+700.00 3 150.00 2 056.36			60	7.39	60	III B				
5+750.00 3 150.00 2 056.23			60	5.92	60	III B				
5+800.00 3 125.00 2 056.10			60	22.45	60	III B				
5+850.00 3 070.00 2 055.96			60	66.18	60	III B				
5+900.00 2 950.00 2 055.83			60	118.84	60	III B				
5+950.00 2 950.00 2 055.70			60	10.31	60	III B				
6+00.00 2 940.91 2 055.56			60	5.92	60	III B				
6+050.00 2 918.18 2 055.43			60	43.72	60	III B				
6+100.00 2 891.87 2 055.30			60	17.97	60	III B				
6+150.00 2 850.00 2 055.16			60	14.39	60	III B				
6+200.00 2 800.00 2 055.03			60	17.97	60	III B				
6+250.00 2 788.75 2 054.90			60	17.97	60	III B				
6+300.00 2 745.00 2 054.77			60	1.12	60	III B				
6+350.00 2 732.50 2 054.63			60	1.36	60	III B				
6+400.00 2 720.00 2 054.50			60	1.00	60	III B				
6+450.00 2 707.50 2 054.37			60	17.97	60	III B				
6+500.00 2 675.00 2 054.23			60	1.00	60	III B				
6+550.00 2 612.50 2 054.10			60	8.61	60	III B				
6+600.00 2 550.00 2 053.97			60	12.86	60	III B				
6+650.00 2 500.00 2 053.83			60	5.92	60	III B				
6+700.00 2 500.00 2 053.70			60	10.31	60	III B				
6+750.00 2 500.00 2 053.57			60	3.39	60	III B				
6+800.00 2 496.30 2 053.44			60	8.26	60	III B				
6+850.00 2 477.78 2 053.30			60	3.39	60	III B				
6+900.00 2 458.26 2 053.17			60	3.39	60	III B				
6+950.00 2 440.74 2 053.04			60	3.39	60	III B				
7+00.00 2 422.22 2 052.90			60	14.39	60	III B				
7+037.19 2 408.45 2 052.80			60		60	III B				

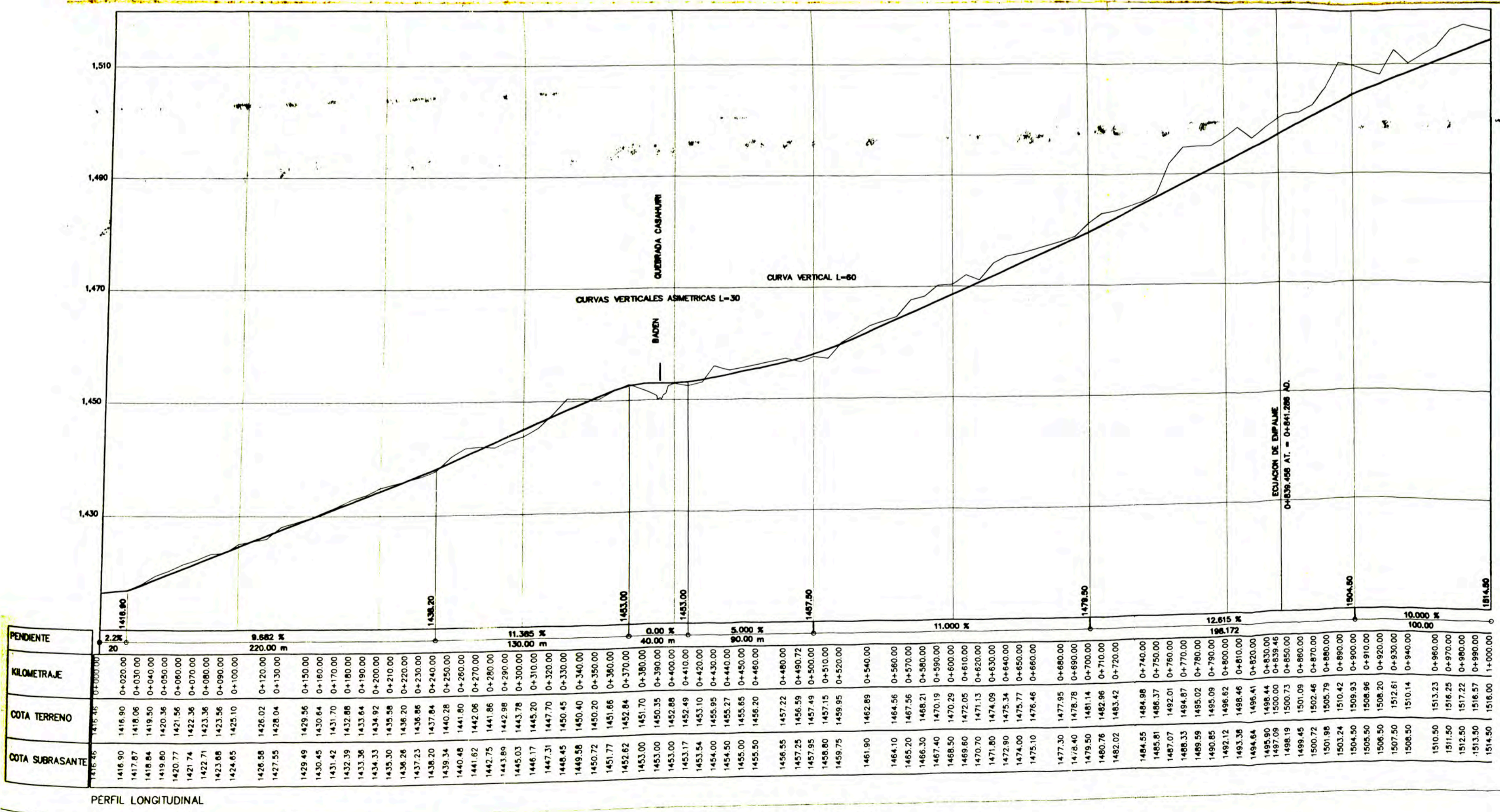
2,154 Pernos de anclaje (1.50m x 25mm) "A"
 321 Pernos de anclaje (2.00m x 25mm) "A"



PLANIMETRIA
Esc=1:2000

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

PI	SENT	ANGULO	RADIO	TG	LC	EXT.	PC	PI	PT	DIST=PI	NORTE	ESTE
0												
1	Der.	80°5'2"	22.50	18.908	31.449	6.890	0+013.932	0+032.840	0+045.361	32.840	8,492,324.747	342,326.450
2	Der.	74°16'31"	22.50	17.040	29.166	5.724	0+045.563	0+062.803	0+074.731	36.130	8,492,326.418	342,362.541
3	Izq.	32°54'29"	35.00	10.337	20.102	1.495	0+086.419	0+096.756	0+106.521	39.065	8,492,289.345	342,374.856
4	Der.	26°26'51"	55.00	12.924	25.388	1.498	0+121.900	0+134.824	0+147.288	36.640	8,492,265.177	342,405.005
5	Der.	20°5'1"	75.00	13.281	26.289	1.167	0+191.423	0+204.704	0+217.712	70.340	8,492,201.343	342,434.550
6A	Izq.	89°29'58"	12.00	11.896	18.745	4.897	0+228.237	0+240.133	0+246.982	35.702	8,492,165.784	342,437.508
6B	Izq.	89°30'3"	12.00	11.896	18.745	4.897	0+246.982	0+258.876	0+265.727	23.792	8,492,167.528	342,461.234
7	Der.	98°2'26"	13.00	14.965	22.245	6.823	0+267.082	0+282.047	0+289.327	28.216	8,492,195.683	342,459.388
8	Der.	38°53'52"	23.00	8.122	15.615	1.392	0+289.480	0+297.582	0+305.075	23.220	8,492,193.947	342,482.543
9	Izq.	25°30'54"	80.00	18.113	35.626	2.025	0+332.002	0+350.115	0+367.828	53.162	8,492,157.565	342,521.305
10	Izq.	126°9'39"	12.00	23.633	26.423	14.505	0+376.827	0+400.480	0+403.250	50.945	8,492,142.101	342,569.847
11	Der.	95°58'58"	20.00	22.206	33.504	9.885	0+431.710	0+453.916	0+465.214	74.299	8,492,212.564	342,546.283
12	Izq.	82°2'1"	20.00	17.396	28.635	6.507	0+494.597	0+511.993	0+523.232	68.985	8,492,227.504	342,613.631
13	Izq.	30°36'21"	35.00	9.577	18.696	1.287	0+558.874	0+568.451	0+577.570	62.615	8,492,289.923	342,608.673
14	Der.	13°55'53"	50.00	6.109	12.157	0.372	0+590.880	0+597.089	0+603.137	29.096	8,492,313.714	342,591.923
15	Der.	46°19'10"	40.00	17.111	32.337	3.506	0+625.018	0+642.129	0+657.355	45.101	8,492,355.758	342,575.602
16	Der.	10°58'1"	100.00	9.600	19.141	0.460	0+710.031	0+718.631	0+729.172	79.387	8,492,427.646	342,609.283
17	Izq.	14°28'36"	50.00	6.350	12.633	0.402	0+749.077	0+755.427	0+761.710	35.855	8,492,456.628	342,630.394
18	Der.	71°42'27"	21.50	15.537	26.908	5.026	0+797.853	0+813.390	0+824.761	58.030	8,492,510.585	342,851.751
19	Der.	30°41'53"	21.50	5.902	11.519	0.795	0+836.302	0+842.204	0+847.821	32.980	8,492,508.685	342,884.676
20	Izq.	32°23'42"	25.00	7.262	14.135	1.033	0+867.014	0+874.276	0+881.149	32.357	8,492,490.592	342,711.501
21	Izq.	13°46'24"	60.00	7.247	14.423	0.436	0+916.267	0+923.514	0+930.890	49.627	8,492,489.202	342,761.109
22	Der.	7°11'15"	100.00	6.281	12.545	0.197	0+980.268	0+986.549	0+992.813	63.106	8,492,502.504	342,822.797
23	Izq.	46°45'45"	30.00	12.971	24.485	2.684	1+051.577	1+064.548	1+076.062	78.016	8,492,509.278	342,900.518



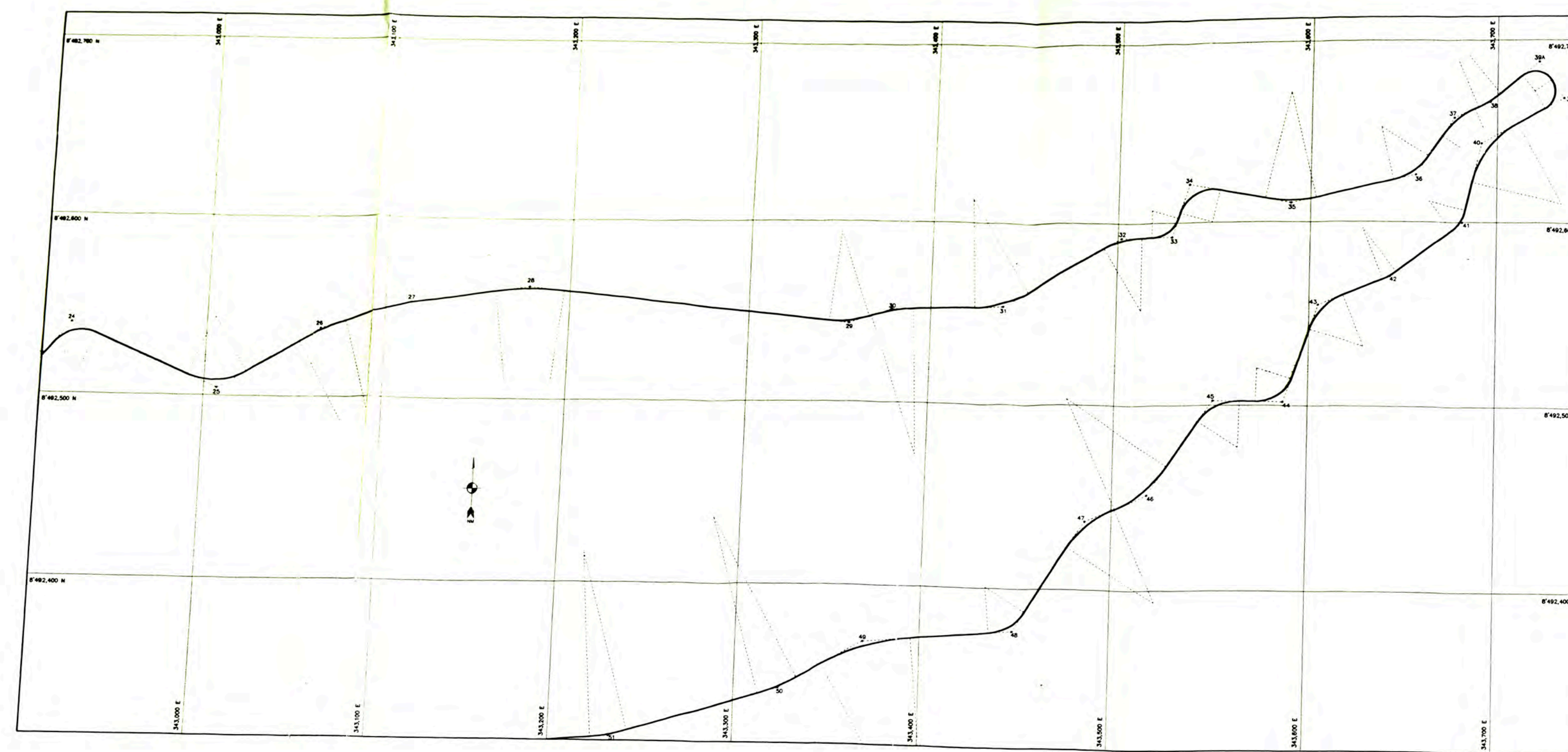
PERFIL LONGITUDINAL
H= 1:2000 V= 1:500

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.
INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II
SAN GABAN II LOTE 2
PROYECTO EJECUTIVO - ACCESO CASAHUIRI

PLANTA Y PERFIL
0+000 - 1+000

ELABORADO: B.F.Y.	REVISADO: A. BAUR	ESCALA: INDICADA	ARCHIVO:
DIBUJO: CAD/A.V.L.	APROBADO: P.B.B.	FECHA: 5-12-97	PLANO N°: PP-AC-001

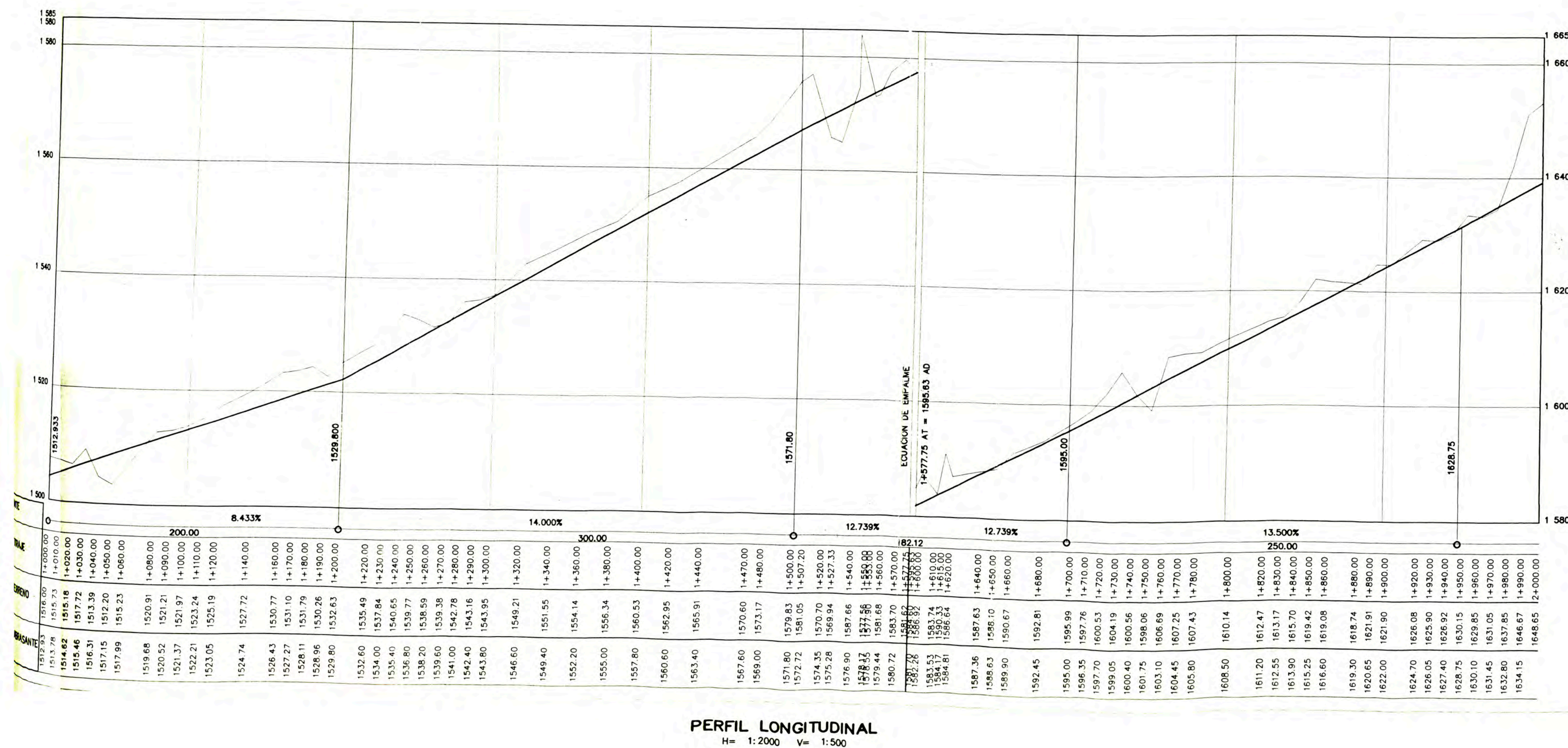
CONSTRUCTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A.



PLANIMETRIA
ESC=1:2000

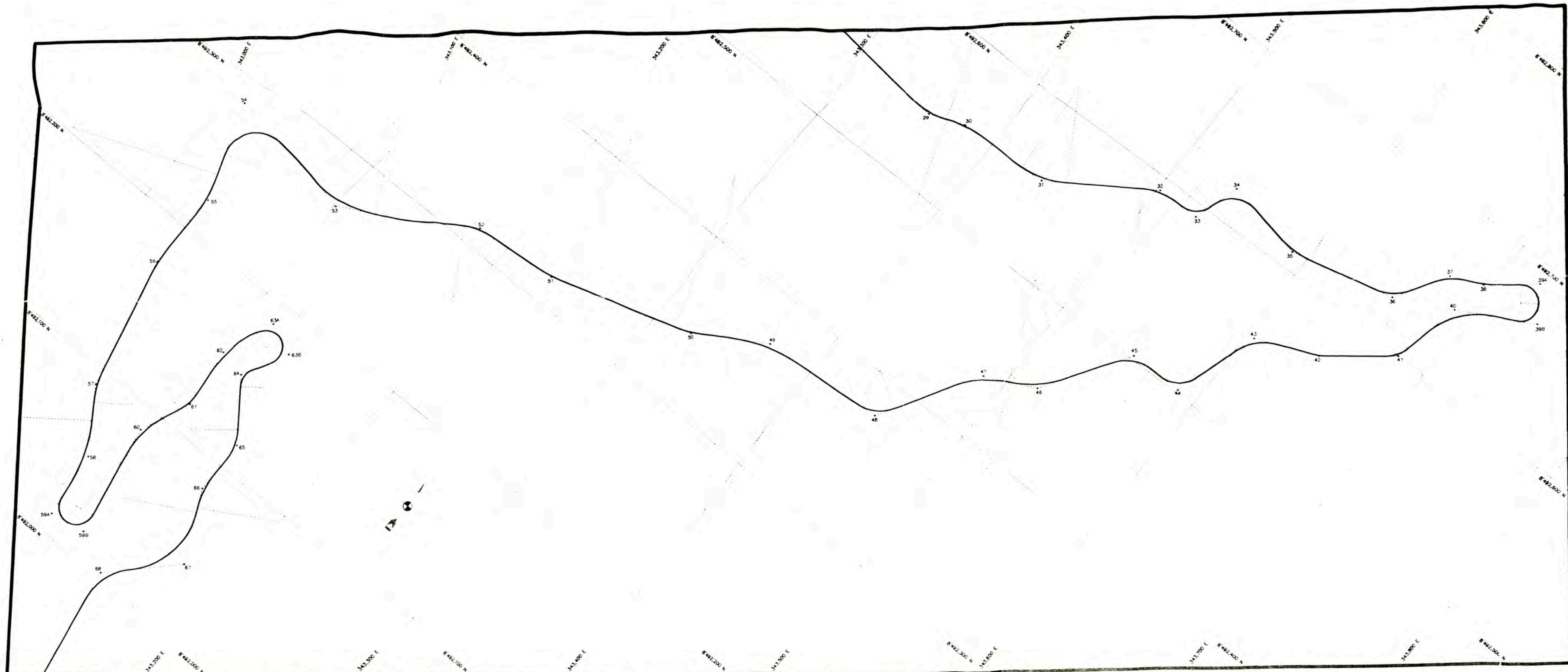
CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

PI	SENT	ANGULO	RADIO	TG	LC	EXT.	PC	PI	PT	DIST=PI	NORTE	ESTE
23	Izq.	46°45'45"	30.00	12.971	24.485	2.684	1+051.577	1+064.548	1+076.062	78.016	8,492,509.278	342,900.518
24	Der.	75°17'39"	20.00	15.428	26.283	5.259	1+089.152	1+104.580	1+115.435	41.489	8,492,541.857	342,926.207
25	Izq.	54°14'15"	35.00	17.925	33.132	4.323	1+169.967	1+187.892	1+203.099	87.885	8,492,506.742	343,006.772
26	Der.	13°38'20"	120.00	14.350	28.565	0.855	1+236.565	1+250.915	1+265.130	65.741	8,492,540.293	343,063.308
27	Der.	8°48'43"	1.50	0.115	0.230	0.004	1+302.533	1+302.648	1+302.763	51.868	8,492,555.499	343,112.896
28	Der.	14°25'51"	150.00	18.990	37.780	1.197	1+349.217	1+368.207	1+386.997	65.559	8,492,564.928	343,177.774
29	Izq.	25°19'2"	50.00	11.230	22.093	1.246	1+536.032	1+547.262	1+558.125	179.255	8,492,545.689	343,355.993
30	Der.	16°48'15"	80.00	11.816	23.463	0.868	1+559.400	1+571.216	1+582.863	24.321	8,492,553.670	343,378.968
31	Izq.	28°59'31"	60.00	15.513	30.360	1.973	1+615.650	1+631.163	1+646.010	60.116	8,492,556.137	343,439.033
32	Der.	30°43'14"	40.00	10.988	21.447	1.482	1+692.953	1+703.941	1+714.400	73.444	8,492,594.340	343,501.759
33	Izq.	72°20'4"	15.00	10.965	18.937	3.580	1+719.928	1+730.893	1+738.865	27.481	8,492,594.638	343,529.238
34	Der.	84°32'13"	18.00	16.361	26.558	6.324	1+741.849	1+758.210	1+768.407	30.310	8,492,623.618	343,538.121
35	Izq.	24°35'11"	60.00	13.075	25.747	1.408	1+791.792	1+804.867	1+817.539	52.821	8,492,613.015	343,589.867
36	Izq.	44°12'33"	30.00	12.185	23.148	2.380	1+860.058	1+872.243	1+883.206	67.779	8,492,628.270	343,655.907
37	Der.	33°35'25"	40.00	12.073	23.450	1.782	1+896.611	1+908.684	1+920.061	37.663	8,492,659.934	343,676.301
38	Izq.	16°20'19"	50.00	7.178	14.258	0.513	1+922.254	1+929.432	1+936.512	21.444	8,492,668.528	343,695.947
39A	Der.	95°30'7"	11.00	12.110	18.335	5.360	1+951.459	1+963.569	1+969.794	34.235	8,492,690.518	343,722.187
39B	Der.	95°29'58"	11.00	12.110	18.335	5.360	1+969.794	1+981.904	1+988.129	24.220	8,492,670.549	343,735.892
40	Izq.	47°46'7"	50.00	22.141	41.686	4.683	2+004.941	2+027.082	2+046.627	51.063	8,492,645.821	343,691.215



PERFIL LONGITUDINAL
H= 1:2000 V= 1:500

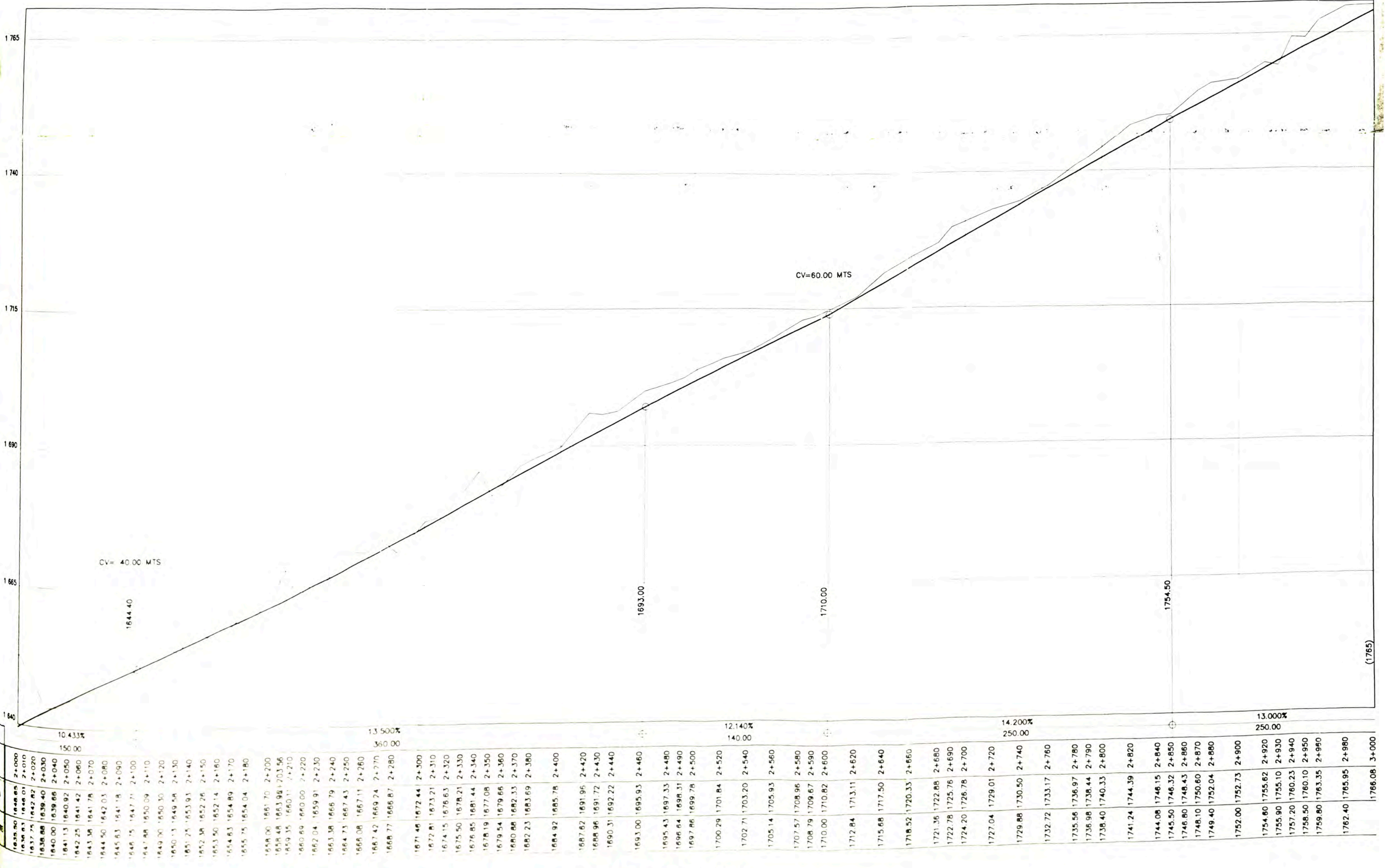
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A. INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II			
SAN GABAN II		LOTE 2	
PROYECTO EJECUTIVO - ACCESO CASAHUIRI PLANTA Y PERFIL 1+000 - 2+000			
ELABORADO:	REVISADO:	ESCALA:	ARCHIVO:
B.F.Y.	A. BAUR	INDICADA	



PLANIMETRIA
ESC=1:2000

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

PI	SENT	ANGULO	RADIO	TG	LC	EXT.	PC	PI	PT	DIST=PI	NORTE	ESTE
40	Izq.	47°46'7"	50.00	22.141	41.686	4.683	2+004.941	2+027.082	2+046.827	51.063	8,492,645.821	343,691.215
41	Der.	39°6'42"	20.00	7.104	13.653	1.224	2+062.134	2+069.236	2+075.787	44.752	8,492,602.264	343,680.944
42	Der.	15°29'38"	30.00	4.081	8.113	0.276	2+112.882	2+116.963	2+120.995	48.280	8,492,572.793	343,642.703
43	Izq.	50°7'18"	30.00	14.028	26.244	3.118	2+144.223	2+158.251	2+170.467	41.337	8,492,557.233	343,604.410
44	Der.	7°3'10'22"	18.00	13.361	22.988	4.417	2+198.590	2+211.951	2+221.578	55.512	8,492,504.355	343,587.484
45	Izq.	57°0'31"	25.00	13.576	24.875	3.448	2+229.346	2+242.922	2+254.221	34.705	8,492,504.915	343,552.784
46	Der.	31°55'56"	65.00	18.597	36.226	2.608	2+283.334	2+301.931	2+319.560	61.286	8,492,454.057	343,518.587
47	Izq.	34°0'9"	55.00	16.816	32.640	2.513	2+316.924	2+333.740	2+349.564	32.777	8,492,440.646	343,488.879
48	Der.	52°44'54"	25.00	12.396	23.016	2.905	2+394.824	2+407.220	2+417.840	74.472	8,492,377.384	343,449.385
49	Izq.	24°5'28"	120.00	25.607	50.456	2.702	2+458.352	2+483.959	2+508.808	78.515	8,492,369.988	343,371.219
50	Der.	13°4'34"	100.00	11.461	22.822	0.655	2+524.075	2+535.536	2+546.897	52.335	8,492,344.219	343,325.668
	Izq.	26°8'2"	45.00	10.444	20.526	1.196	2+673.812	2+684.256	2+694.338	54.246	8,492,313.279	343,180.794
	Der.	41°9'40"	60.00	22.529	43.104	4.090	2+752.194	2+774.723	2+795.298	90.829	8,492,267.101	343,102.579
	Izq.	120°47'56"	20.00	35.206	42.167	20.490	2+829.589	2+864.795	2+871.756	92.026	8,492,284.034	343,012.125
	Der.	19°9'2"	100.00	16.869	33.424	1.413	2+885.269	2+902.138	2+918.893	65.588	8,492,222.479	343,034.767
	Izq.	13°16'35"	100.00	11.638	23.172	0.675	2+939.653	2+951.291	2+962.825	49.467	8,492,173.020	343,035.670
	Izq.	21°37'44"	60.00	11.461	22.650	1.035	3+025.046	3+036.507	3+047.696	85.320	8,492,090.351	343,056.775



PERFIL LONGITUDINAL
H=1:2000 / V=1:500

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.
 INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II
 SAN GABAN II LOTE 2
 PROYECTO EJECUTIVO - ACCESO CASAHUIRI
PLANTA Y PERFIL
2+000 - 3+000

ELABORADO: B.F.Y. REVISADO: A. BAUR ESCALA: INDICADA ARCHIVO:
 DIBUJO: CAD/A.V.L. APROBADO: P.B.B. FECHA: 5-12-97 PLANO N°: PP-AC-003

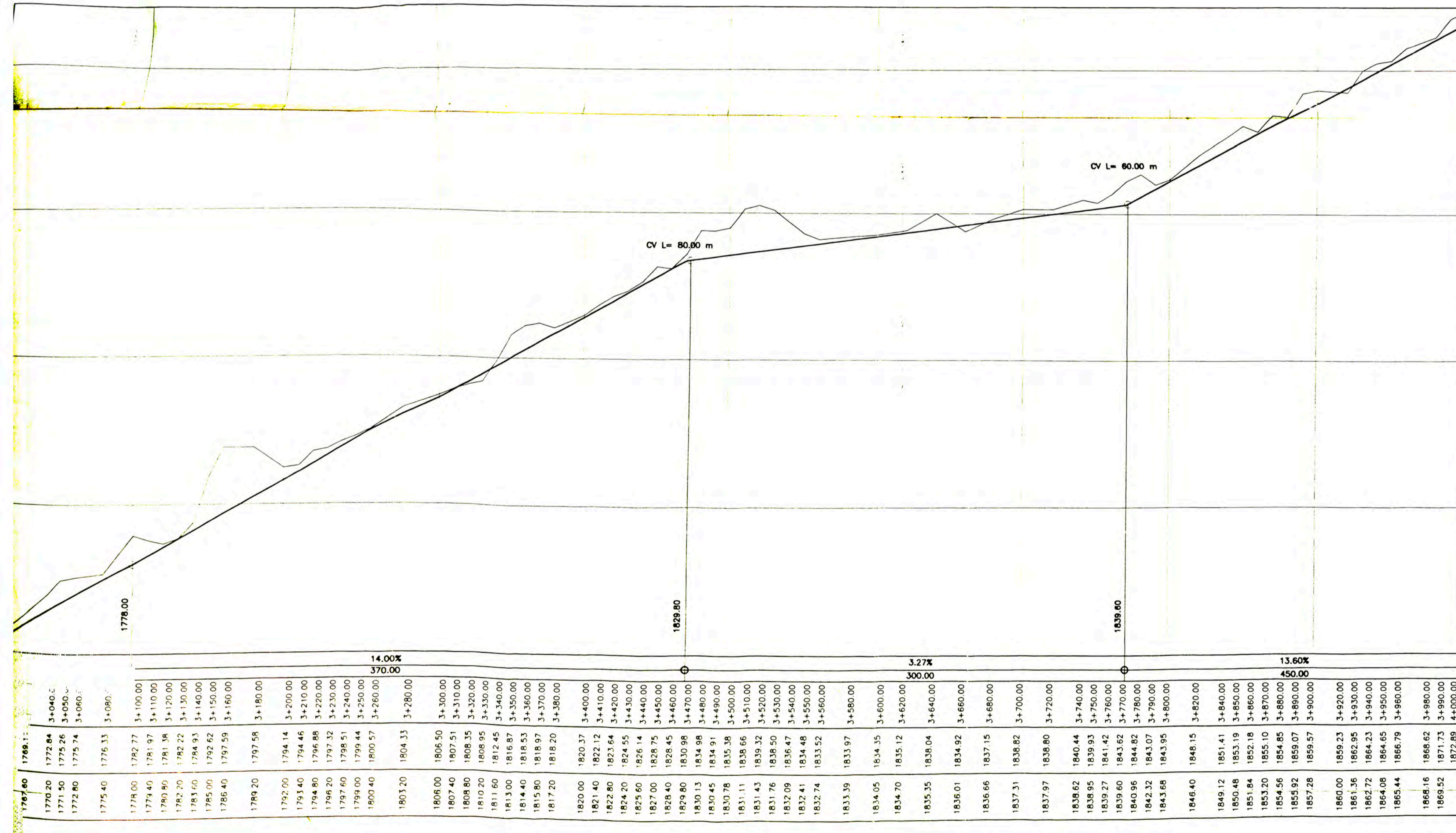
CONSTRUCCION ANDRADE GUTIERREZ S.A.



PLANIMETRIA
ESC=1:2000

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

PI	SENT	ANGULO	RADIO	TG	LC	EXT.	PC	PI	PT	DIST=PI	NORTE	ESTE
57	Izq.	21°37'44"	60.00	11.461	22.650	1.085	3+025.046	3+036.507	3+047.696	85.320	8,492,090.351	343,056.775
58	Der.	28°7'46"	90.00	22.548	44.186	2.781	3+059.318	3+081.866	3+103.504	45.631	8,492,053.412	343,083.564
59A	Izq.	92°22'30"	11.30	11.778	18.218	5.022	3+110.589	3+122.367	3+128.807	41.411	8,492,012.386	343,089.199
59B	Izq.	92°22'14"	11.30	11.777	18.218	5.022	3+128.808	3+140.585	3+147.026	23.556	8,492,016.556	343,112.383
60	Der.	34°15'51"	50.00	15.413	29.901	2.322	3+191.485	3+206.898	3+221.386	71.649	8,492,086.488	343,096.794
61	Izq.	29°2'21"	30.00	7.769	15.205	0.990	3+231.988	3+239.757	3+247.193	33.784	8,492,117.879	343,109.284
62	Der.	28°53'3"	70.00	18.028	35.289	2.284	3+259.480	3+277.508	3+294.789	38.084	8,492,155.650	343,104.418
63A	Der.	92°59'51"	10.50	11.064	17.043	4.753	3+300.286	3+311.350	3+317.329	34.609	8,492,187.842	343,117.126
63B	Der.	93°0'18"	10.50	11.066	17.044	4.755	3+317.329	3+328.395	3+334.373	22.130	8,492,178.650	343,137.257
64	Izq.	64°54'48"	12.00	7.832	13.595	2.221	3+346.116	3+353.748	3+359.711	30.441	8,492,151.860	343,123.180
65	Der.	37°6'20"	30.00	10.069	19.428	1.645	3+386.203	3+396.272	3+405.631	44.193	8,492,116.538	343,150.002
66	Izq.	27°58'57"	50.00	12.458	24.419	1.529	3+416.785	3+429.243	3+441.204	33.681	8,492,082.857	343,150.156
67	Der.	72°41'31"	45.00	33.111	57.092	10.869	3+444.049	3+477.160	3+501.141	48.414	8,492,040.207	343,173.068
68	Izq.	55°45'31"	33.50	17.722	32.601	4.399	3+501.265	3+518.987	3+533.866	50.957	8,492,003.829	343,137.385
69	Der.	53°2'4"	20.00	9.979	18.513	2.351	3+708.614	3+718.593	3+727.127	202.449	8,491,805.313	343,177.095
70	Izq.	73°28'58"	12.00	8.958	15.390	2.975	3+740.879	3+749.837	3+756.269	32.689	8,491,780.915	343,155.340
71	Der.	11°20'29"	80.00	7.944	15.836	0.393	3+783.028	3+790.972	3+798.864	43.661	8,491,743.792	343,178.321
72	Der.	43°45'27"	20.00	8.031	15.274	1.552	3+838.239	3+846.270	3+853.513	55.350	8,491,703.378	343,216.141
73	Izq.	40°16'18"	35.00	12.833	24.601	2.278	3+874.724	3+887.557	3+899.325	42.075	8,491,661.306	343,215.659
74	Der.	24°12'35"	60.00	12.868	25.352	1.364	3+910.209	3+923.077	3+935.561	36.585	8,491,633.123	343,238.987
75	Izq.	11°58'4"	150.00	15.723	31.332	0.822	3+944.831	3+960.654	3+976.263	37.961	8,491,596.526	343,249.072
76	Der.	13°32'29"	300.00	35.617	70.903	2.107	3+981.065	4+016.882	4+051.968	56.142	8,491,546.670	343,274.885



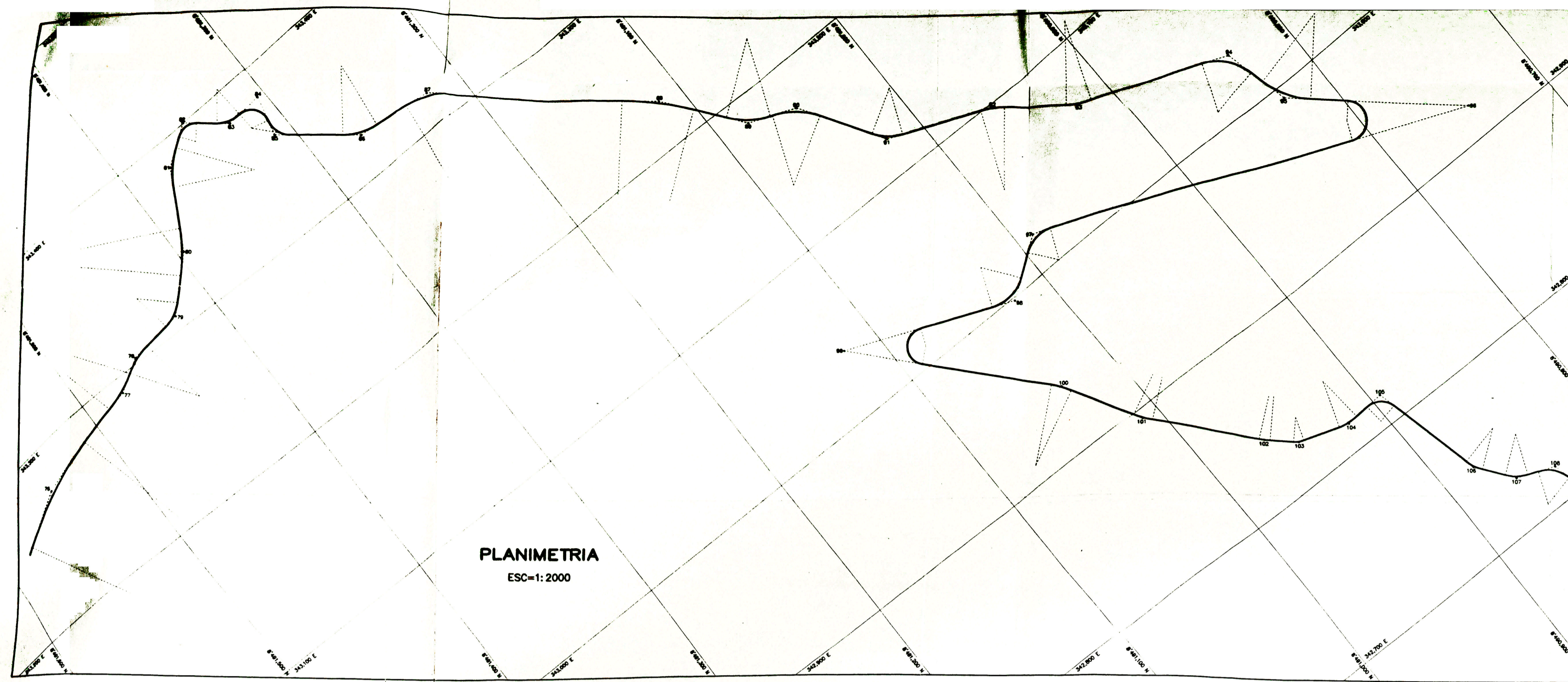
PERFIL LONGITUDINAL
H=1:2000 / V=1:500

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.
INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II
SAN GABAN II LOTE 2

PROYECTO EJECUTIVO - ACCESO CASAHURI

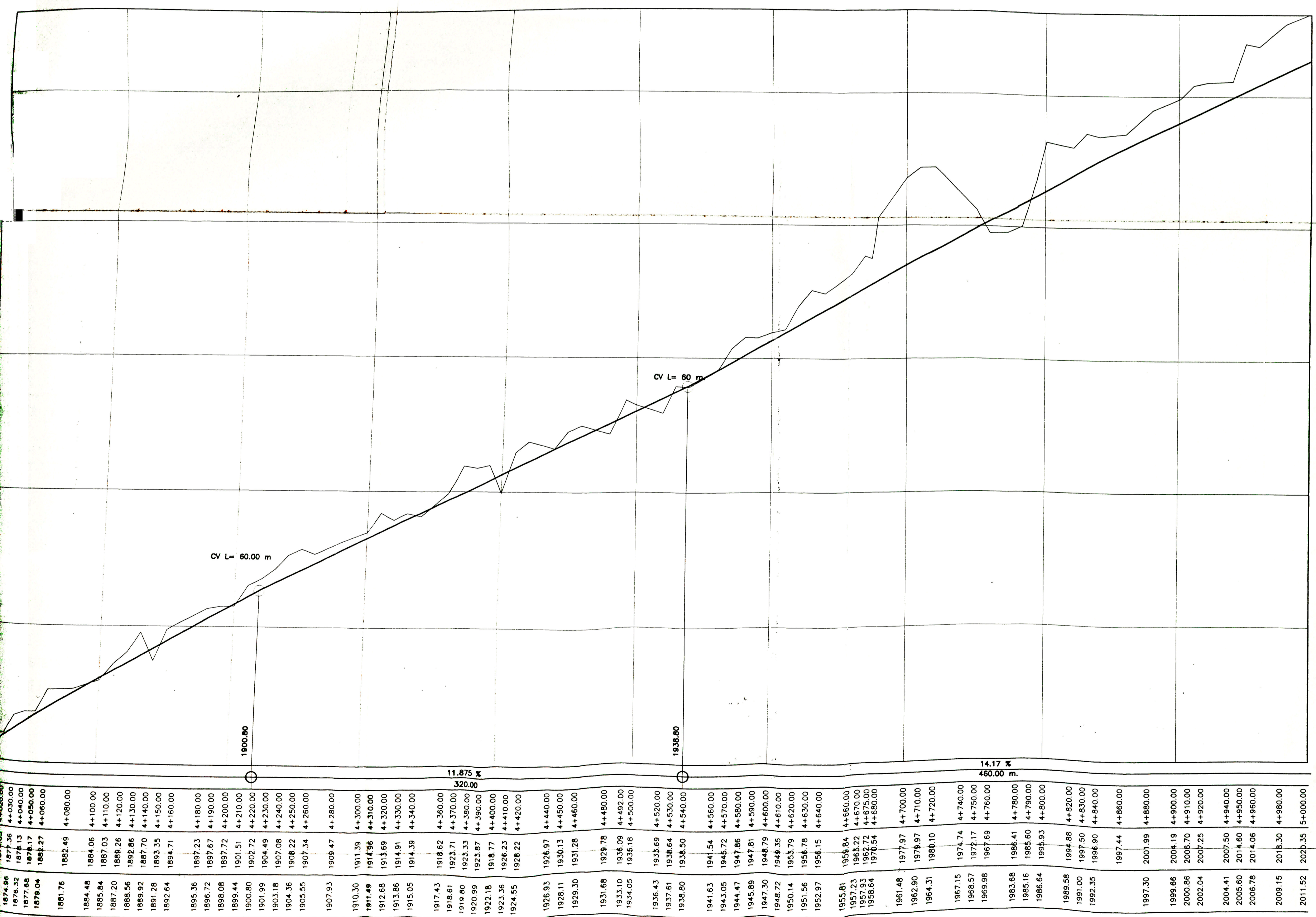
PLANTA Y PERFIL
3+000 - 4+000

 CONSTRUCCION ANDRADE GUTIERREZ S.A.	ELABORADO: B.F.Y.	REVISADO: A. BAUR	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: CAD/A.V.L.	APROBADO: P.B.B.	FECHA: 5-12-97	PLANO N°: PP-AC-004



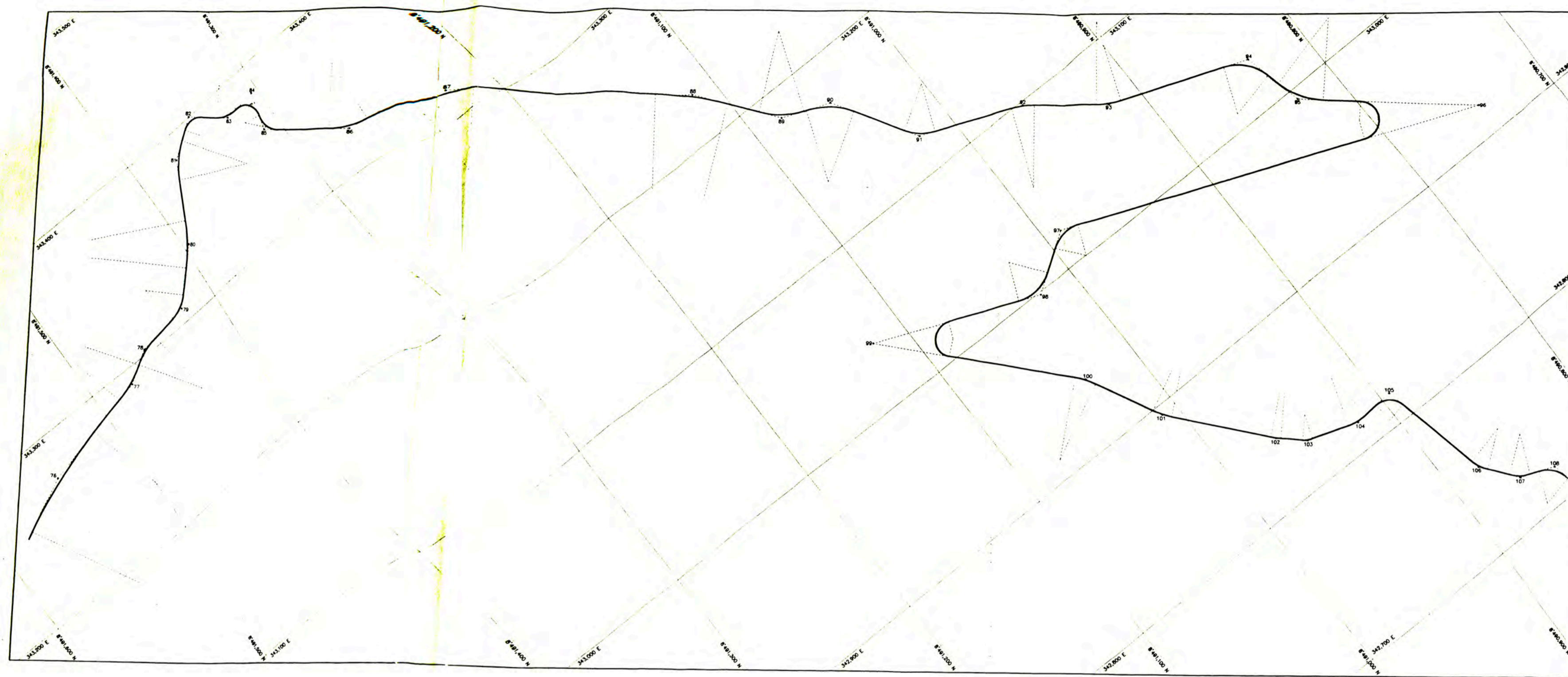
CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

PI	SENT	ANGULO	RADIO	TG	LC	EXT.	PC	PI	PT	DIST-PI	NORTE	ESTE
76	Der.	13°32'29"	300.00	35.617	70.903	2.107	3+981.065	4+016.682	4+051.968	56.142	8,491,546.670	343,274.885
77	Izq.	19°56'46"	70.00	12.309	24.389	1.074	4+076.435	4+088.744	4+100.804	72.393	8,491,476.377	343,292.193
78	Der.	24°38'0"	45.00	9.825	19.347	1.060	4+100.890	4+110.715	4+120.237	22.220	8,491,457.908	343,304.547
79	Izq.	37°15'46"	25.00	6.429	16.259	1.383	4+136.544	4+144.973	4+152.803	34.561	8,491,423.786	343,310.040
80	Izq.	16°41'15"	100.00	14.666	29.125	1.070	4+169.359	4+184.025	4+198.484	39.651	8,491,396.446	343,336.756
81	Der.	27°52'35"	50.00	12.409	24.327	1.517	4+224.030	4+236.439	4+248.357	62.621	8,491,372.834	343,365.683
82	Der.	75°24'42"	11.00	8.504	14.478	2.904	4+255.160	4+263.664	4+269.638	27.716	8,491,349.992	343,401.667
83	Izq.	43°0'4"	20.00	7.878	15.010	1.496	4+284.770	4+292.648	4+299.780	31.514	8,491,325.919	343,381.329
84	Der.	106°1'33"	10.91	15.017	20.580	7.654	4+297.325	4+312.342	4+317.885	20.440	8,491,305.503	343,382.331
85	Izq.	65°32'40"	25.00	16.094	28.599	4.732	4+311.266	4+327.360	4+339.865	24.492	8,491,311.932	343,358.697
86	Izq.	32°9'20"	40.00	11.529	22.449	1.628	4+367.371	4+378.900	4+389.820	55.129	8,491,269.499	343,323.503
87	Der.	32°25'0"	50.00	14.534	28.289	2.070	4+411.306	4+425.840	4+439.595	47.549	8,491,222.359	343,317.282
88	Der.	12°41'0"	200.00	22.227	44.273	1.231	4+543.133	4+565.360	4+587.408	140.299	8,491,114.780	343,227.223
89	Izq.	31°23'0"	50.00	14.047	27.387	1.936	4+607.673	4+621.720	4+635.060	56.541	8,491,080.452	343,182.296
90	Der.	37°17'30"	45.00	15.184	29.289	2.493	4+636.416	4+651.600	4+665.705	30.587	8,491,051.942	343,171.218
91	Izq.	36°21'20"	30.00	9.851	19.036	1.576	4+699.019	4+708.870	4+718.055	58.349	8,491,021.477	343,121.453
92	Der.	16°21'30"	50.00	7.187	14.275	0.514	4+766.833	4+774.020	4+781.108	65.816	8,490,960.527	343,096.617
93	Izq.	17°0'0"	50.00	7.473	14.835	0.555	4+819.197	4+826.870	4+834.032	52.749	8,490,919.261	343,063.759
94	Izq.	55°23'50"	30.00	15.749	29.006	3.883	4+900.631	4+916.380	4+929.637	69.821	8,490,835.707	343,030.798
95	Izq.	35°1'20"	50.00	15.776	30.563	2.430	4+937.914	4+953.690	4+968.477	39.802	8,490,826.703	342,992.028
96	Der.	160°55'10"	12.00	71.401	33.703	60.402	4+991.219	5+062.620	5+024.922	109.919	8,490,744.894	342,918.615



MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS			
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.			
INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II			
SAN GABAN II		LOTE 2	
PROYECTO EJECUTIVO - ACCESO CASAHURI			
PLANTA Y PERFIL			
4+000 - 5+000			
ELABORADO:	REVISADO:	ESCALA:	ARCHIVO:
B.F.Y.	A. BAUR	INDICADA	
DEBILLO:	APROBADO:	FECHA:	PLANO N°:
CAD/A.V.L.	P.B.B.	5-12-97	PP-AC-005

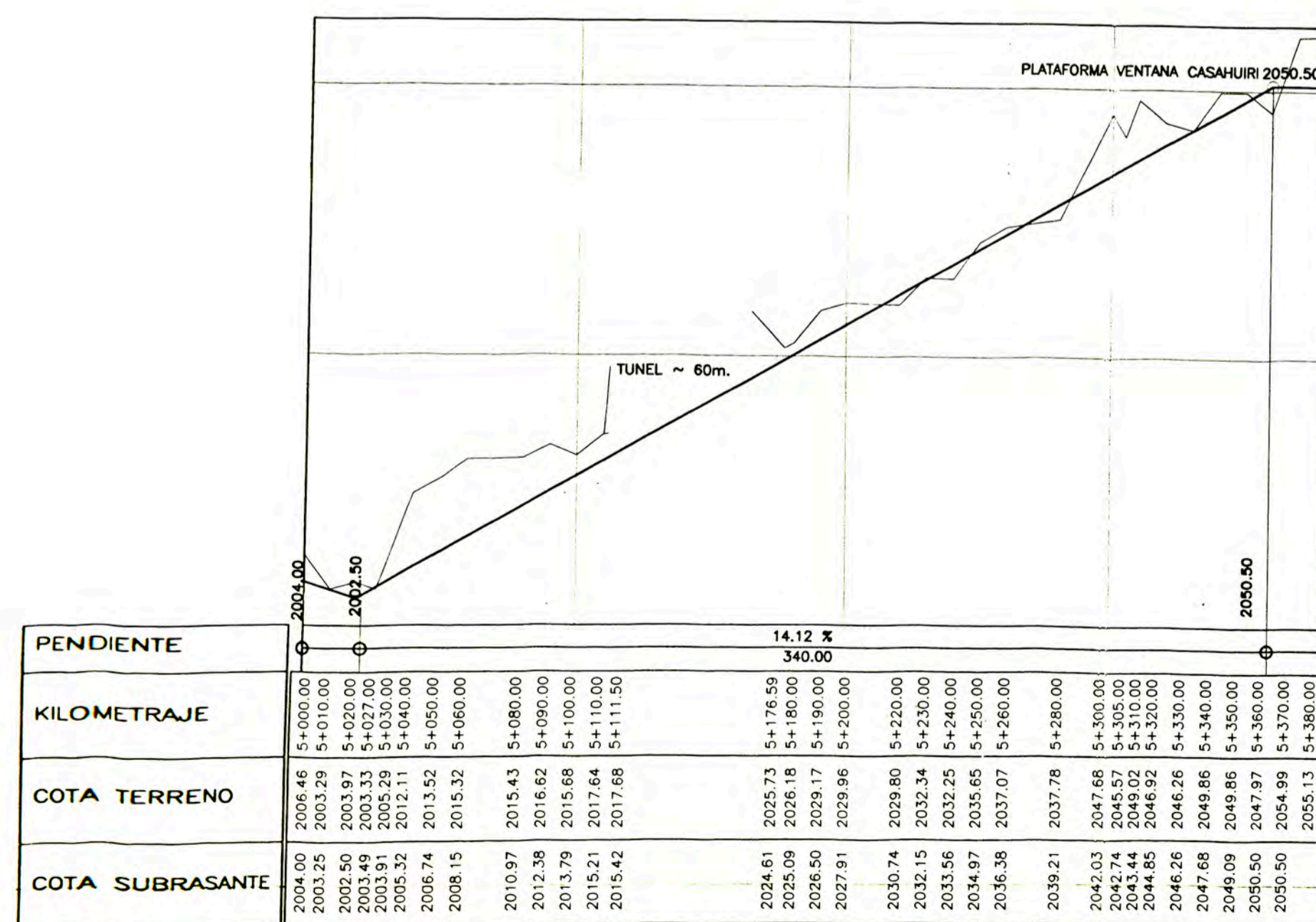
PERFIL LONGITUDINAL
H=1:2000 / V=1:500



PLANIMETRIA
ESC=1:2000

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

PI	SENT	ANGULO	RADIO	TG	LC	EXT.	PC	PI	PT	DIST=PI	NORTE	ESTE
96	Der.	160°55'10"	12.00	71.401	33.703	60.402	4+991.219	5+062.620	5+024.922	109.919	8,490,744.894	342,918.615
97	Izq.	59°0'0"	20.00	11.315	20.595	2.979	5+207.335	5+218.650	5+227.930	265.129	8,490,989.265	343,021.455
98	Der.	59°10'0"	25.00	14.192	25.816	3.747	5+243.736	5+257.930	5+269.554	41.315	8,491,022.614	342,997.068
99	Der.	154°16'13"	11.00	48.164	29.618	38.404	5+313.874	5+362.038	5+343.492	106.676	8,491,120.818	343,038.732
100	Der.	14°30'1"	50.00	6.361	12.654	0.403	5+422.412	5+428.773	5+435.066	133.445	8,490,987.525	343,045.111
101	Izq.	13°26'55"	50.00	5.895	11.736	0.346	5+473.421	5+479.316	5+485.157	50.611	8,490,937.977	343,034.795
102	Izq.	7°11'6"	50.00	3.139	6.270	0.098	5+547.492	5+550.631	5+553.762	71.369	8,490,866.639	343,036.898
103	Izq.	23°35'39"	15.00	3.133	6.177	0.324	5+567.458	5+570.591	5+573.635	19.968	8,490,846.910	343,039.978
104	Izq.	23°35'39"	30.00	6.266	12.354	0.647	5+596.171	5+602.437	5+608.525	31.935	8,490,819.966	343,057.122
105	Der.	82°22'1"	12.00	10.499	17.251	3.945	5+616.864	5+627.363	5+634.115	25.104	8,490,805.951	343,077.949
106	Izq.	24°47'51"	25.00	5.496	10.820	0.597	5+687.863	5+693.359	5+698.683	69.743	8,490,743.430	343,047.042
107	Izq.	30°35'0"	25.00	6.835	13.344	0.918	5+712.754	5+719.589	5+726.098	26.402	8,490,717.037	343,046.347
108	Der.	54°43'27"	20.00	10.350	19.102	2.519	5+732.501	5+742.851	5+751.603	23.588	8,490,696.421	343,057.810

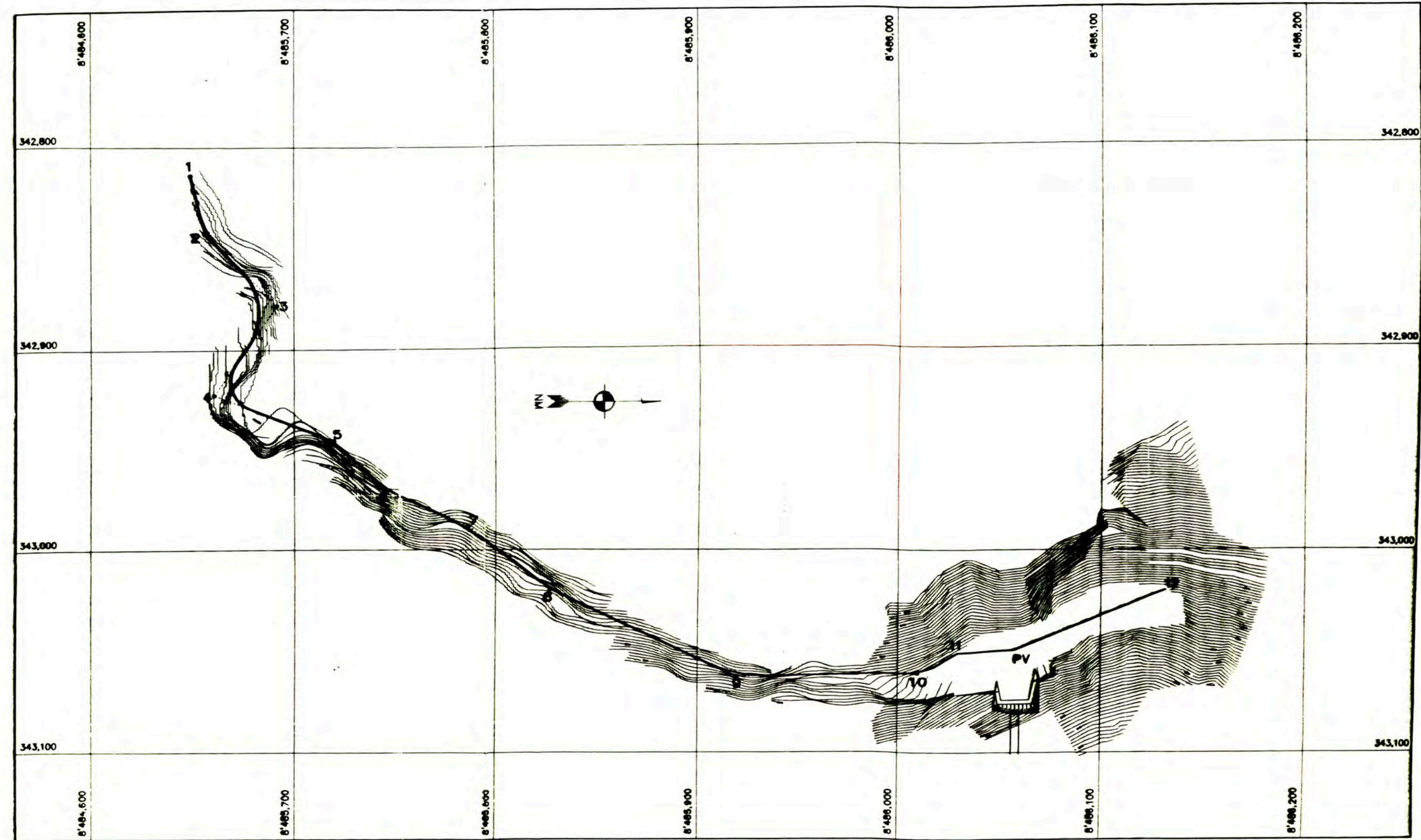
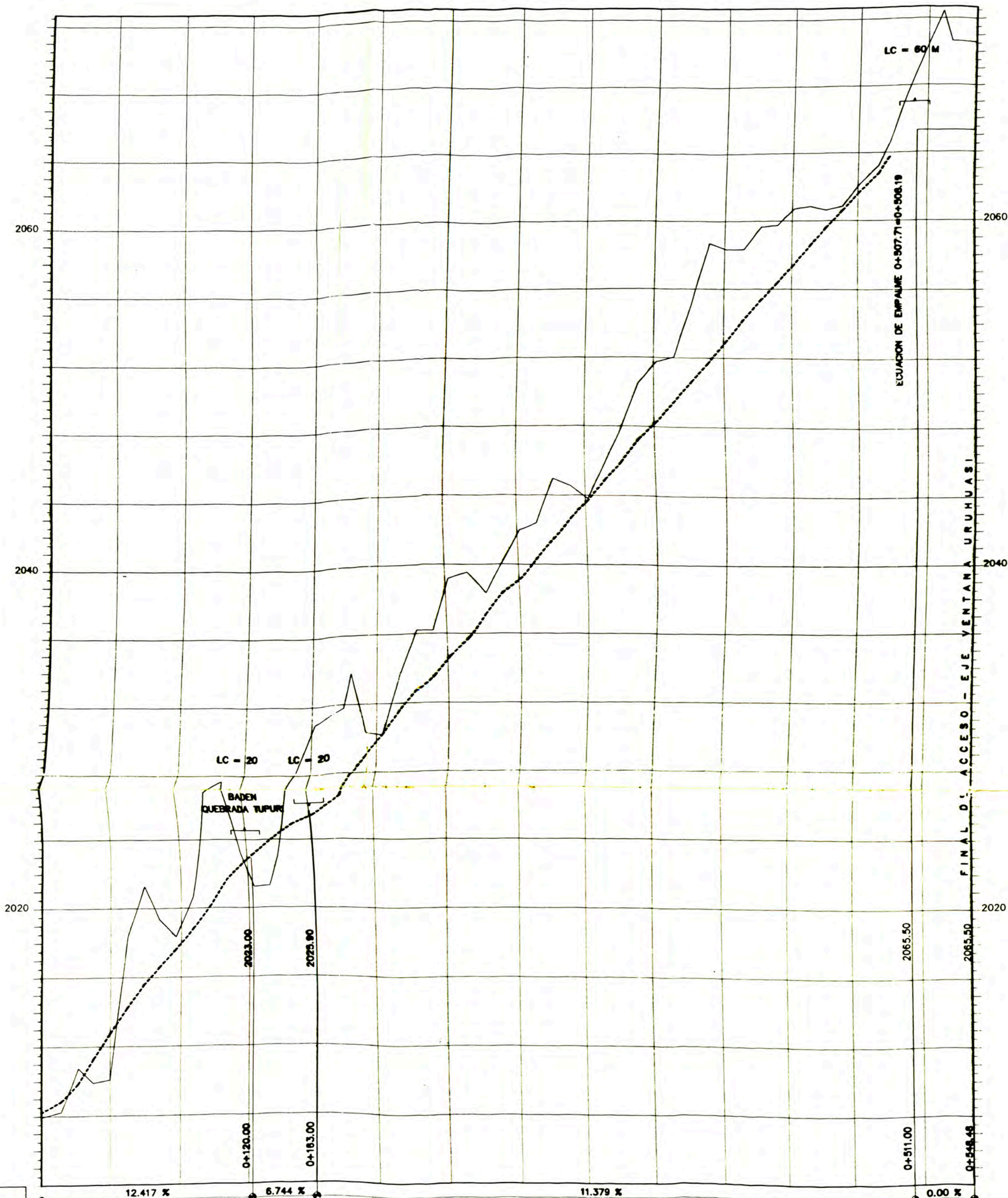


PERFIL LONGITUDINAL
H=1:2000 / V=1:500

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.
 INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II
 SAN GABAN II LOTE 2
 PROYECTO EJECUTIVO - ACCESO CASAHURI
PLANTA Y PERFIL
5+000 - 5+380

ELABORADO: B.F.Y.	REVISADO: A. BAUR	ESCALA: INDICADA	ARCHIVO:
DIBUJO: CAD/A.V.L.	APROBADO: P.B.B.	FECHA: 5-12-97	PLANO N°: PP-AC-006

CONSTRUTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A.



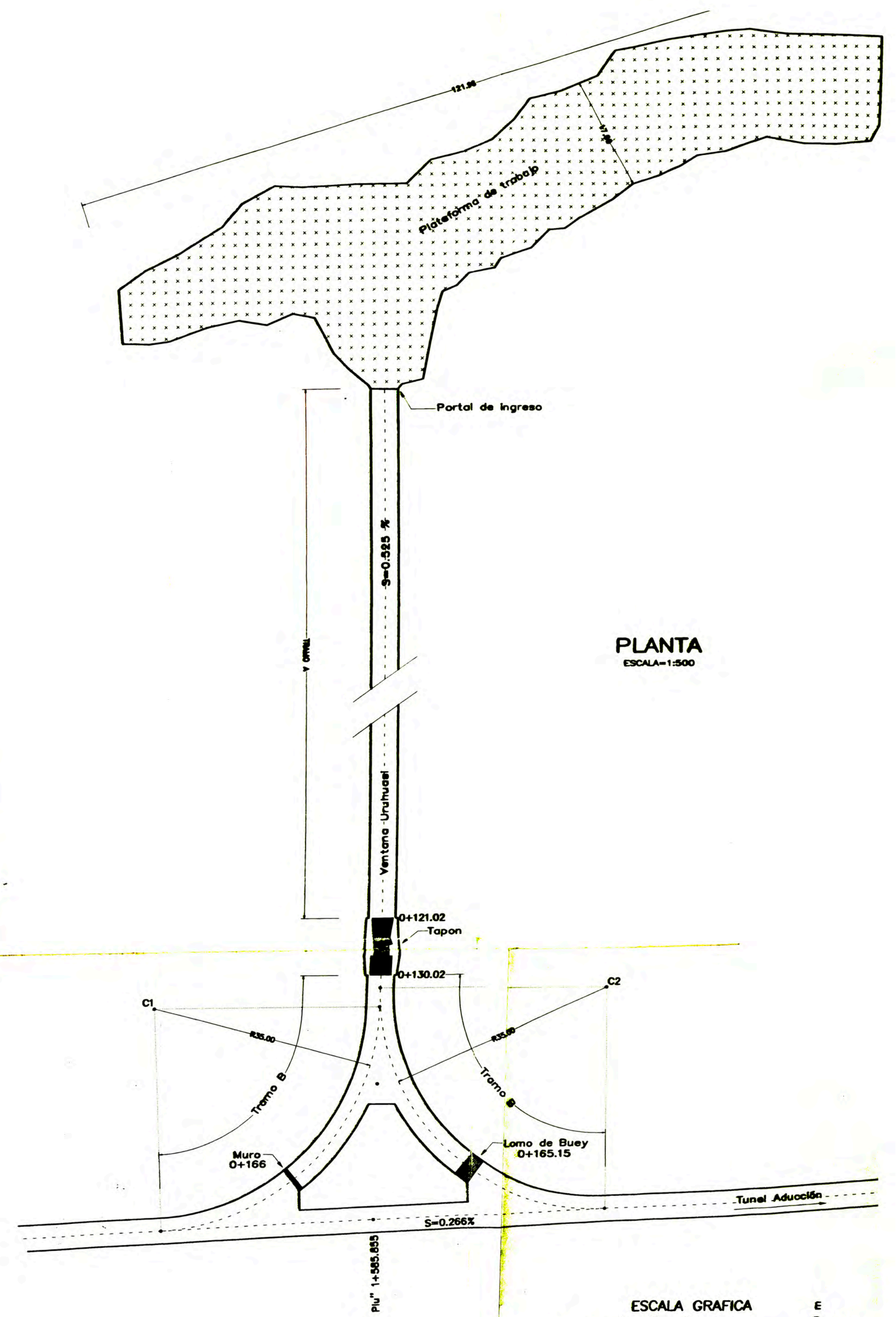
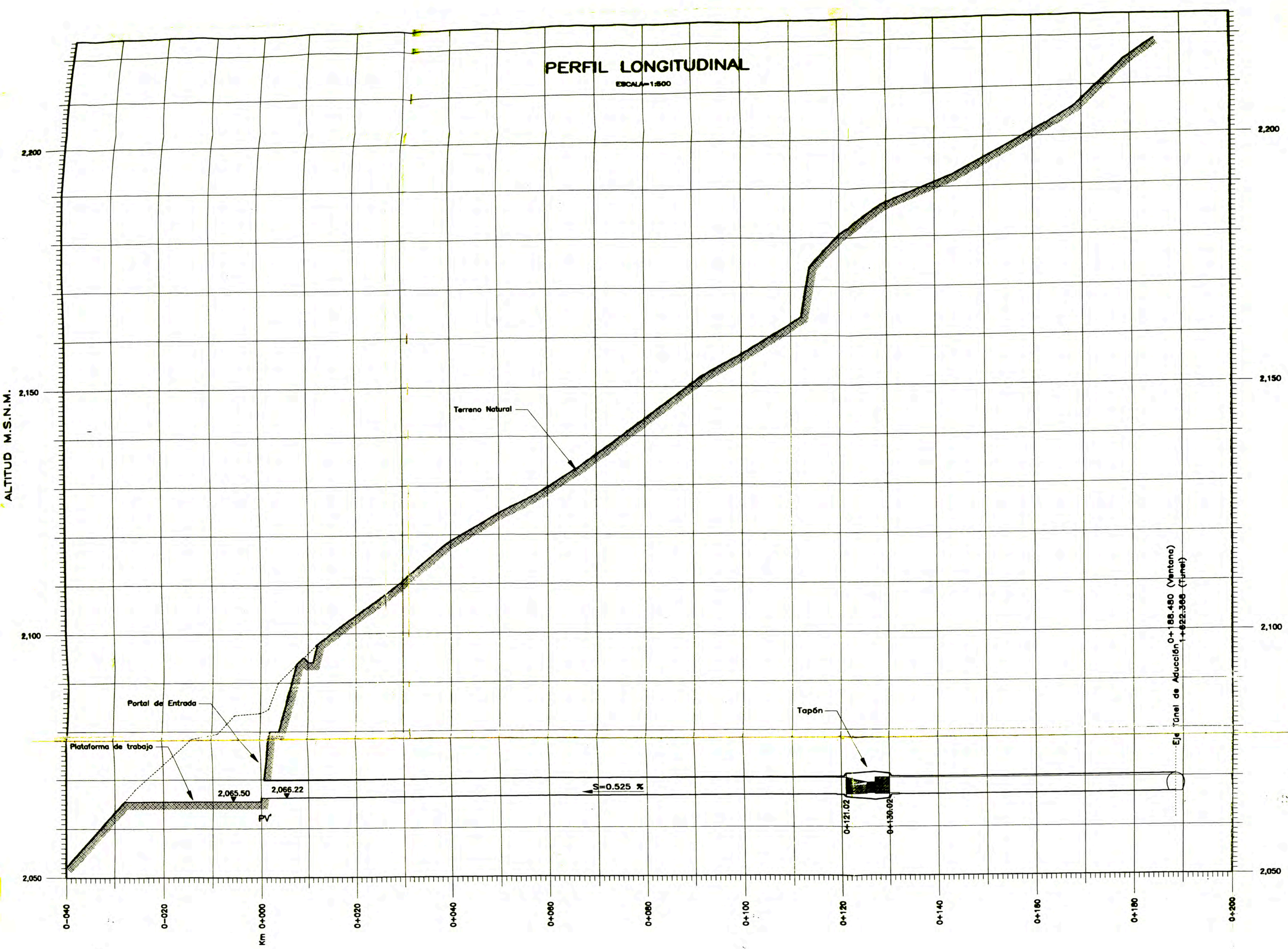
CURVA	S	ANGULO	RADIO	TANG.	L.C.	EXT.	P.C.	P.I.	P.T.	COORDENADAS	
										NORTE	ESTE
1	I	30°41'40"	40.00	10.978	21.429	1.479	0+018.362	0+029.340	0+039.791	8'484,656.804	342,842.145
3	D	79°03'35"	30.00	24.756	41.396	8.896	0+054.324	0+079.080	0+095.719	8'484,692.884	342,877.912
4	I	103°06'46"	15.00	18.896	26.995	9.126	0+106.004	0+124.900	0+132.999	8'484,6661.906	342,822.021
5	D	22°21'34"	40.00	7.906	15.810	0.774	0+169.394	0+177.300	0+185.004	8'484,720.527	342,945.867
6	I	20°28'42"	60.00	10.847	21.462	0.973	0+202.323	0+213.170	0+223.785	8'484,746.337	342,970.878
7	D	147°17'14"	200.00	25.086	49.872	1.565	0+231.804	0+256.870	0+281.676	8'484,786.530	342,988.632
8	I	12°46'22"	100.00	11.193	22.293	0.824	0+296.677	0+307.870	0+318.970	8'484,826.865	343,020.281
9	I	26°10'00"	70.00	16.268	31.969	1.865	0+393.942	0+410.210	0+425.911	8'484,919.434	343,064.131
10	I	18°26'13.4"	50.46	8.189	16.237	0.680	0+491.471	0+499.680	0+507.708	8'485,009.428	343,061.969
EQUACION DE EMPALME (AT) 0+507.71 = (AD) 0+508.19 ACORTAMIENTO 0.48 MTS											
11		00°00'00"						0+548.480		8'485,054.872	343,046.093
12		00°00'00"						0+626.690		8'485,009.428	343,020.299
AG-8										8'484,756.227	342,853.505

PENDIENTE	KILOMETRAJE	COTA TERRENO	COTA SUBRASANTE PROYECTO	COTA SUBRASANTE ACTUAL	ALINEAMIENTO
12.417 %	0+000.00	2008.21	2008.48	2008.21	C.N. 2
120.00 M	0+011.15	2008.76	2009.04	2008.76	A = 30°41'40"
	0+021.15	2010.76	2011.03	2010.76	C.N. 3
	0+030.00	2008.89	2009.16	2008.89	A = 79°03'35"
	0+040.00	2010.08	2010.35	2010.08	A = 103°06'46"
	0+049.79	2016.34	2016.61	2016.34	C.N. 4
	0+058.40	2021.28	2021.55	2021.28	A = 22°21'34"
	0+067.00	2019.36	2019.63	2019.36	A = 20°28'42"
	0+077.10	2018.33	2018.60	2018.33	A = 147°17'14"
	0+086.90	2020.87	2021.14	2020.87	A = 12°46'22"
	0+097.15	2020.82	2021.09	2020.82	C.N. 5
	0+107.15	2023.21	2023.48	2023.21	A = 26°10'00"
	0+113.50	2021.24	2021.51	2021.24	C.N. 6
	0+123.00	2021.28	2021.55	2021.28	A = 18°26'13.4"
	0+133.00	2023.01	2023.28	2023.01	C.N. 7
	0+138.84	2027.80	2028.07	2027.80	A = 20°28'42"
	0+148.84	2030.92	2031.19	2030.92	C.N. 8
	0+161.80	2033.76	2034.03	2033.76	A = 12°46'22"
	0+175.90	2036.54	2036.81	2036.54	C.N. 9
	0+185.00	2039.34	2039.61	2039.34	A = 26°10'00"
	0+195.00	2042.18	2042.45	2042.18	C.N. 10
	0+205.00	2045.07	2045.34	2045.07	A = 18°26'13.4"
	0+215.00	2047.89	2048.16	2047.89	C.N. 11
	0+225.00	2050.80	2051.07	2050.80	A = 20°28'42"
	0+235.00	2053.74	2054.01	2053.74	C.N. 12
	0+245.00	2056.70	2056.97	2056.70	A = 12°46'22"
	0+255.00	2059.68	2059.95	2059.68	C.N. 13
	0+265.00	2062.68	2062.95	2062.68	A = 26°10'00"
	0+275.00	2065.69	2065.96	2065.69	C.N. 14
	0+285.00	2068.71	2068.98	2068.71	A = 18°26'13.4"
	0+295.00	2071.74	2072.01	2071.74	C.N. 15
	0+305.00	2074.78	2075.05	2074.78	A = 20°28'42"
	0+315.00	2077.83	2078.10	2077.83	C.N. 16
	0+325.00	2080.88	2081.15	2080.88	A = 12°46'22"
	0+335.00	2083.94	2084.21	2083.94	C.N. 17
	0+345.00	2087.01	2087.28	2087.01	A = 26°10'00"
	0+355.00	2090.08	2090.35	2090.08	C.N. 18
	0+365.00	2093.16	2093.43	2093.16	A = 18°26'13.4"
	0+375.00	2096.24	2096.51	2096.24	C.N. 19
	0+385.00	2099.32	2099.59	2099.32	A = 20°28'42"
	0+395.00	2102.41	2102.68	2102.41	C.N. 20
	0+405.00	2105.50	2105.77	2105.50	A = 12°46'22"
	0+415.00	2108.59	2108.86	2108.59	C.N. 21
	0+425.00	2111.68	2111.95	2111.68	A = 26°10'00"
	0+435.00	2114.77	2115.04	2114.77	C.N. 22
	0+445.00	2117.86	2118.13	2117.86	A = 18°26'13.4"
	0+455.00	2120.95	2121.22	2120.95	C.N. 23
	0+465.00	2124.04	2124.31	2124.04	A = 20°28'42"
	0+475.00	2127.13	2127.40	2127.13	C.N. 24
	0+485.00	2130.22	2130.49	2130.22	A = 12°46'22"
	0+495.00	2133.31	2133.58	2133.31	C.N. 25
	0+505.00	2136.40	2136.67	2136.40	A = 26°10'00"
	0+515.00	2139.49	2139.76	2139.49	C.N. 26
	0+525.19	2142.58	2142.85	2142.58	A = 18°26'13.4"
	0+535.14	2145.67	2145.94	2145.67	C.N. 27
	0+545.08	2148.76	2149.03	2148.76	A = 20°28'42"
	0+555.00	2151.85	2152.12	2151.85	C.N. 28
	0+565.00	2154.94	2155.21	2154.94	A = 12°46'22"
	0+575.00	2158.03	2158.30	2158.03	C.N. 29
	0+585.00	2161.12	2161.39	2161.12	A = 26°10'00"
	0+595.00	2164.21	2164.48	2164.21	C.N. 30
	0+605.00	2167.30	2167.57	2167.30	A = 18°26'13.4"
	0+615.00	2170.39	2170.66	2170.39	C.N. 31
	0+625.00	2173.48	2173.75	2173.48	A = 20°28'42"
	0+635.00	2176.57	2176.84	2176.57	C.N. 32
	0+645.00	2179.66	2179.93	2179.66	A = 12°46'22"
	0+655.00	2182.75	2183.02	2182.75	C.N. 33
	0+665.00	2185.84	2186.11	2185.84	A = 26°10'00"
	0+675.00	2188.93	2189.20	2188.93	C.N. 34
	0+685.00	2192.02	2192.29	2192.02	A = 18°26'13.4"
	0+695.00	2195.11	2195.38	2195.11	C.N. 35
	0+705.00	2198.20	2198.47	2198.20	A = 20°28'42"
	0+715.00	2201.29	2201.56	2201.29	C.N. 36
	0+725.00	2204.38	2204.65	2204.38	A = 12°46'22"
	0+735.00	2207.47	2207.74	2207.47	C.N. 37
	0+745.00	2210.56	2210.83	2210.56	A = 26°10'00"
	0+755.00	2213.65	2213.92	2213.65	C.N. 38
	0+765.00	2216.74	2217.01	2216.74	A = 18°26'13.4"
	0+775.00	2219.83	2220.10	2219.83	C.N. 39
	0+785.00	2222.92	2223.19	2222.92	A = 20°28'42"
	0+795.00	2226.01	2226.28	2226.01	C.N. 40
	0+805.00	2229.10	2229.37	2229.10	A = 12°46'22"
	0+815.00	2232.19	2232.46	2232.19	C.N. 41
	0+825.00	2235.28	2235.55	2235.28	A = 26°10'00"
	0+835.00	2238.37	2238.64	2238.37	C.N. 42
	0+845.00	2241.46	2241.73	2241.46	A = 18°26'13.4"
	0+855.00	2244.55	2244.82	2244.55	C.N. 43
	0+865.00	2247.64	2247.91	2247.64	A = 20°28'42"
	0+875.00	2250.73	2251.00	2250.73	C.N. 44
	0+885.00	2253.82	2254.09	2253.82	A = 12°46'22"
	0+895.00	2256.91	2257.18	2256.91	C.N. 45
	0+905.00	2260.00	2260.27	2260.00	A = 26°10'00"
	0+915.00	2263.09	2263.36	2263.09	C.N. 46
	0+925.00	2266.18	2266.45	2266.18	A = 18°26'13.4"
	0+935.00	2269.27	2269.54	2269.27	C.N. 47
	0+945.00	2272.36	2272.63	2272.36	A = 20°28'42"
	0+955.00	2275.45	2275.72	2275.45	C.N. 48
	0+965.00	2278.54	2278.81	2278.54	A = 12°46'22"
	0+975.00	2281.63	2281.90	2281.63	C.N. 49
	0+985.00	2284.72	2284.99	2284.72	A = 26°10'00"
	0+995.00	2287.81	2288.08	2287.81	C.N. 50
	0+1000.00	2290.90	2291.17	2290.90	A = 18°26'13.4"

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.
INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II
SAN GABAN II LOTE 2
PROYECTO EJECUTIVO - ACCESO URUHUASI
PLANTA Y PERFIL
ACCESO URUHUASI

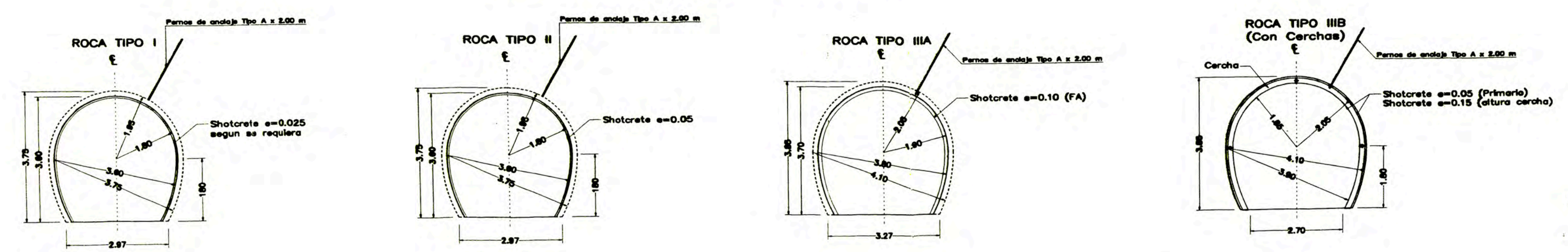
ELABORADO: B.F.Y.	REVISADO: A. BAUR	ESCALA: 1:2000	ARCHIVO:
DIBUJO: CAD/A.V.L.	APROBADO: P.B.B.	FECHA: 5-12-97	PLANO N°: PP-AJ-001

CONSTRUCTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A.

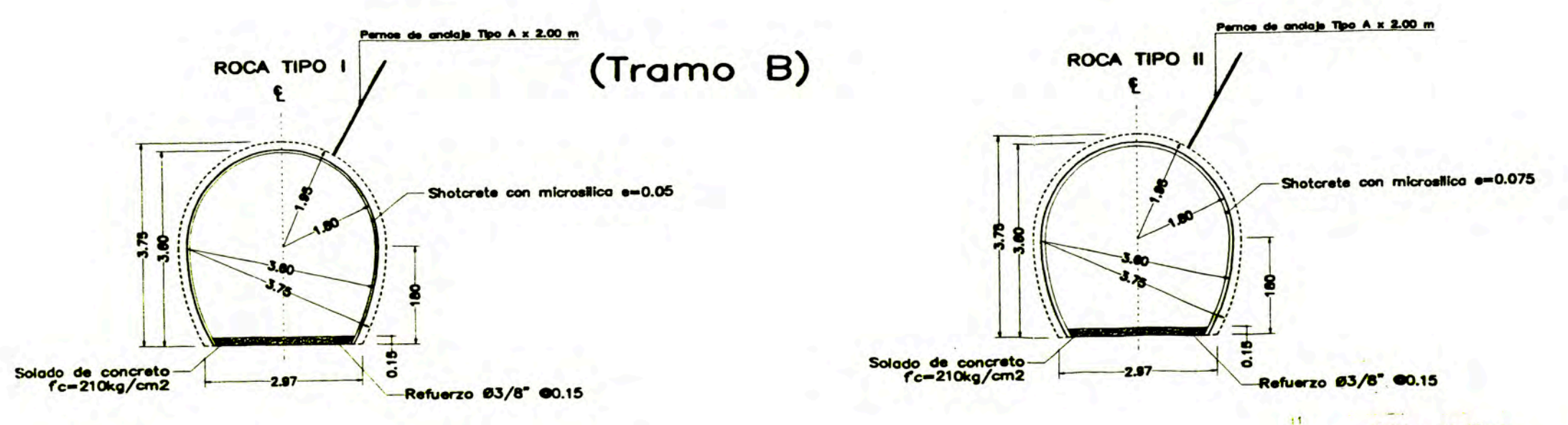



SECCIONES TÍPICAS (Tramo A)

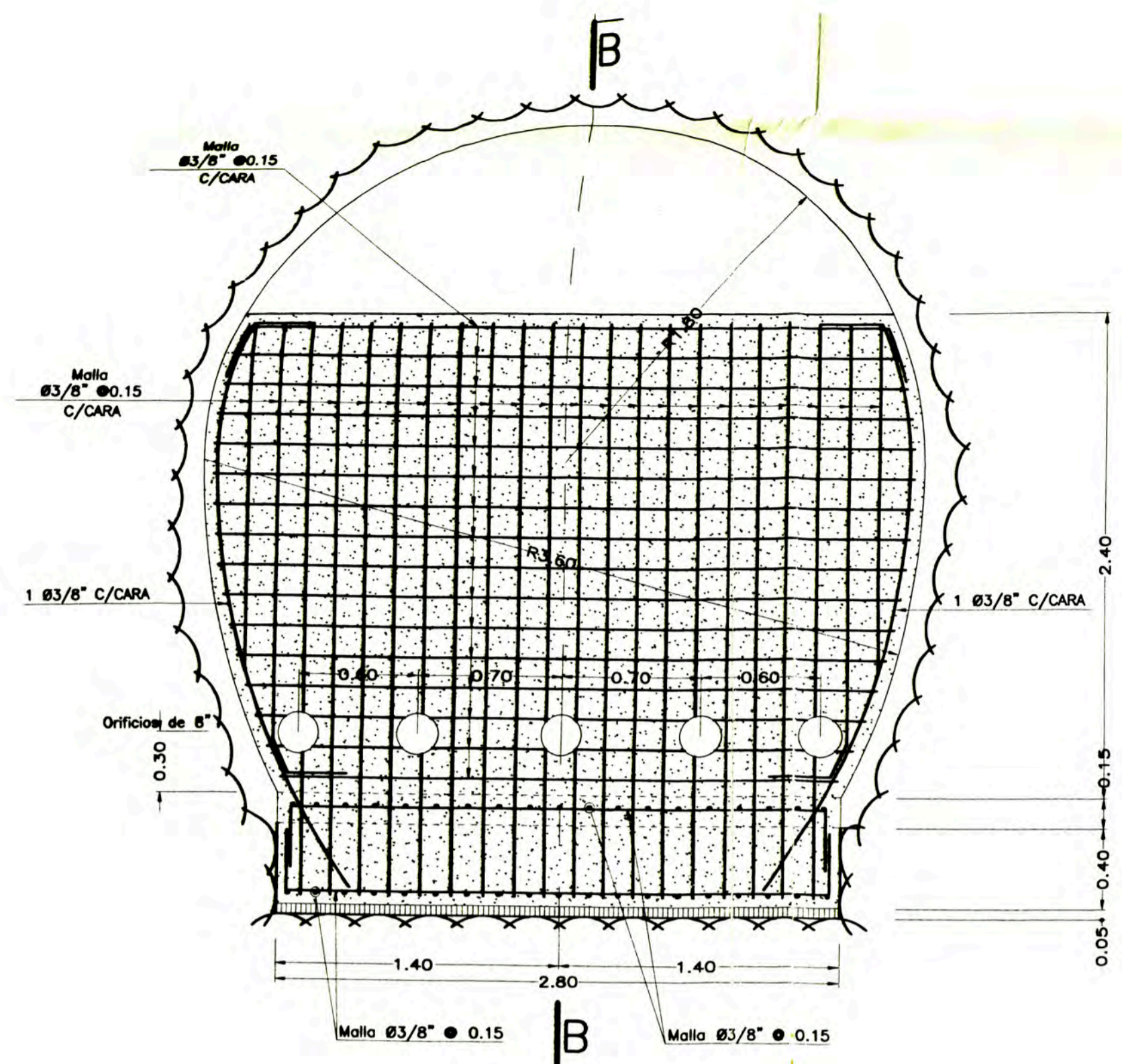
ESCALA=1:100



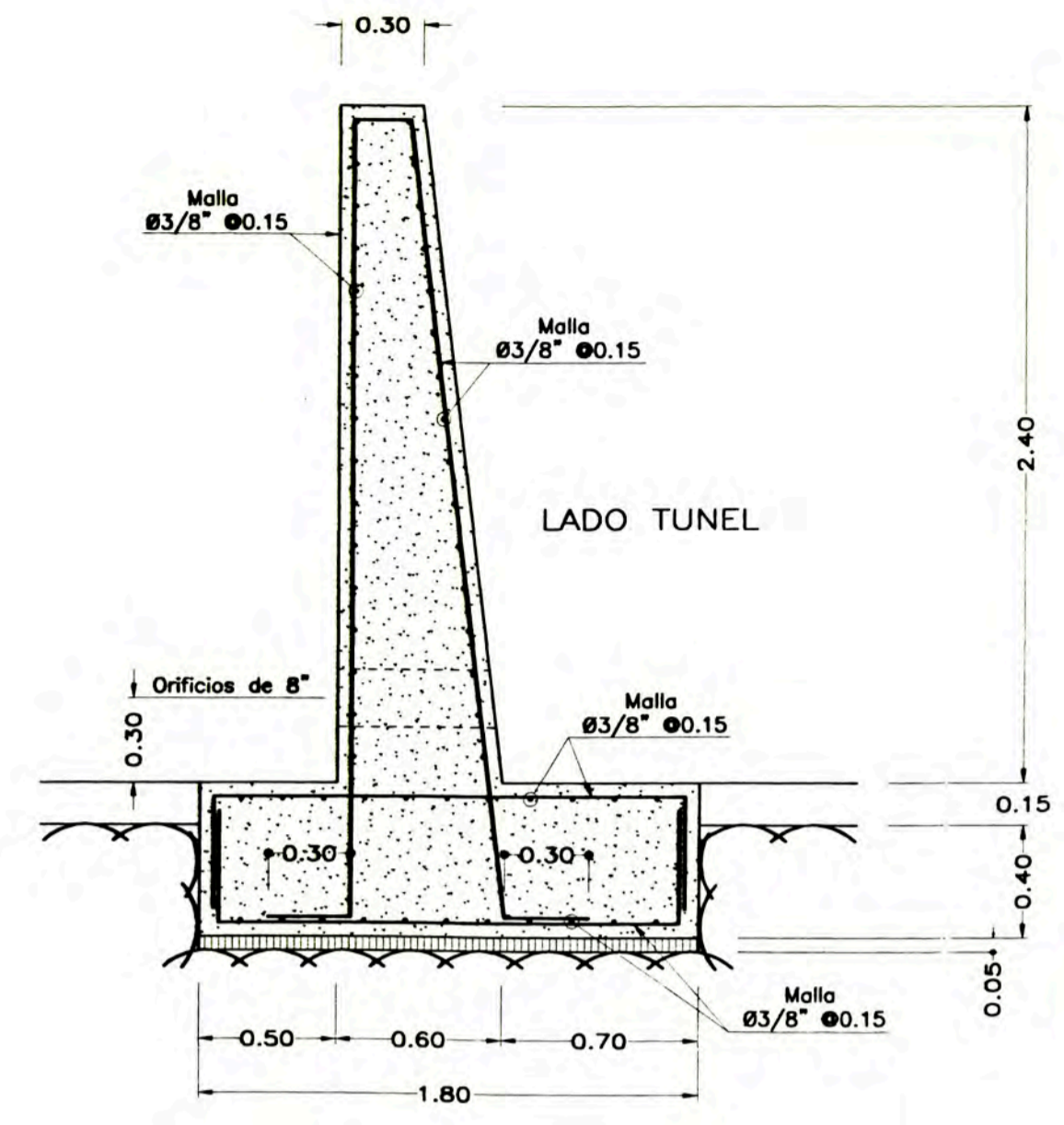
(Tramo B)



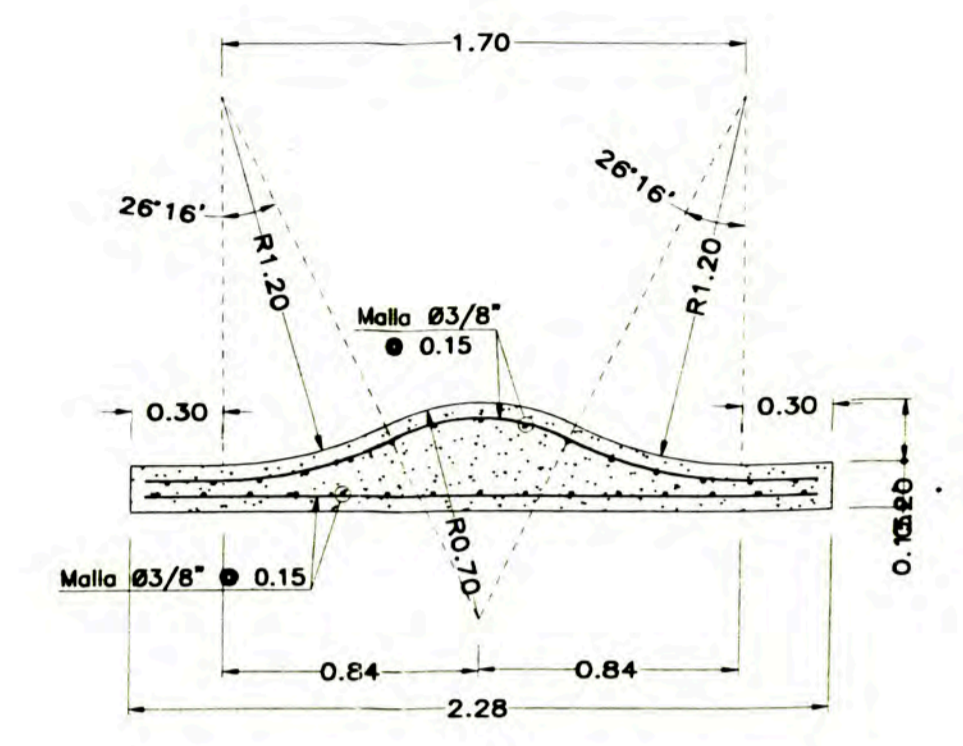
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS					
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.					
INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II					
SAN GABAN II	LOTE 2				
PROYECTO EJECUTIVO - PLANTA PERFIL Y SECCIONES					
PLANTA PERFIL Y SECCIONES TÍPICAS					
VENTANA URUHUASI					
 CONSTRUTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>ELABORADO: B.F.Y.</td> <td>REVISADO: A. BAUR</td> </tr> <tr> <td>DIBUJO: CAD/AV.L.</td> <td>APROBADO: P.B.B.</td> </tr> </table>	ELABORADO: B.F.Y.	REVISADO: A. BAUR	DIBUJO: CAD/AV.L.	APROBADO: P.B.B.
ELABORADO: B.F.Y.	REVISADO: A. BAUR				
DIBUJO: CAD/AV.L.	APROBADO: P.B.B.				



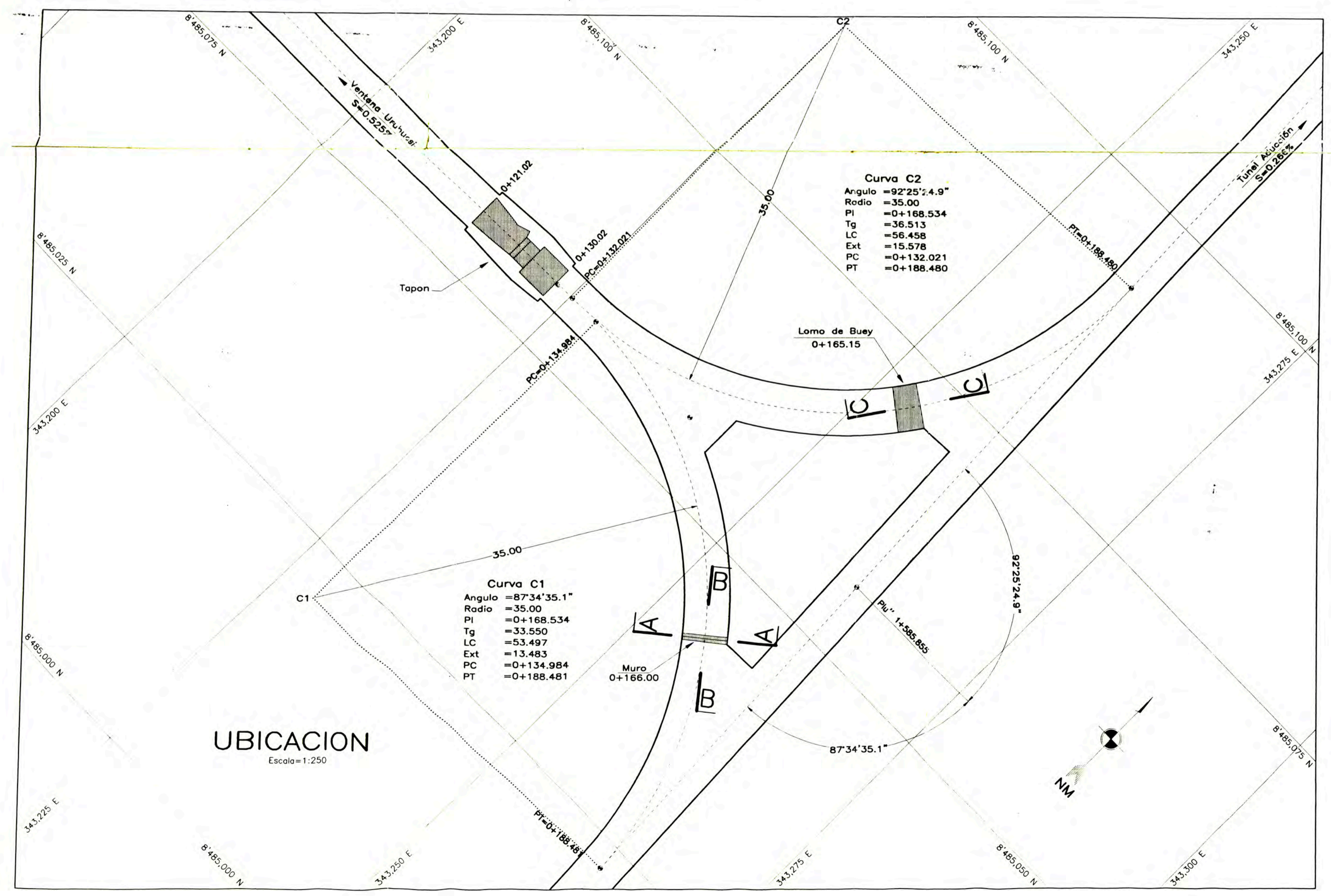
CORTE A-A
Escala=1:25



CORTE B-B
Escala=1:25



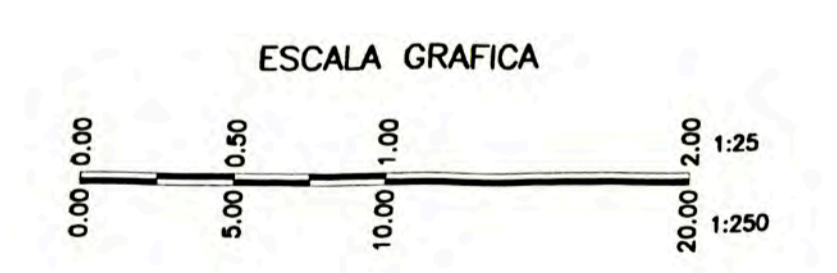
CORTE C-C
Escala=1:25



UBICACION
Escala=1:250

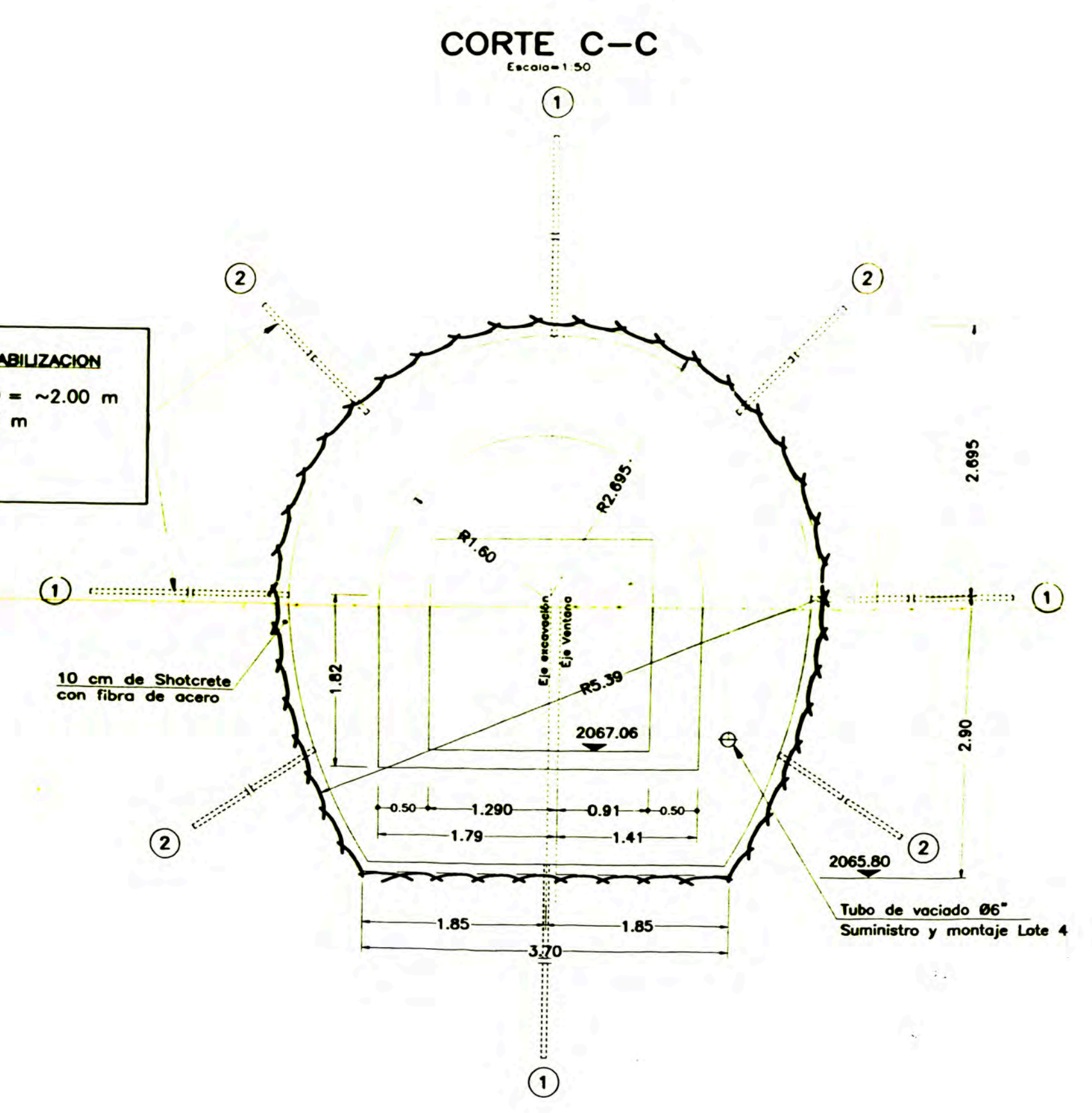
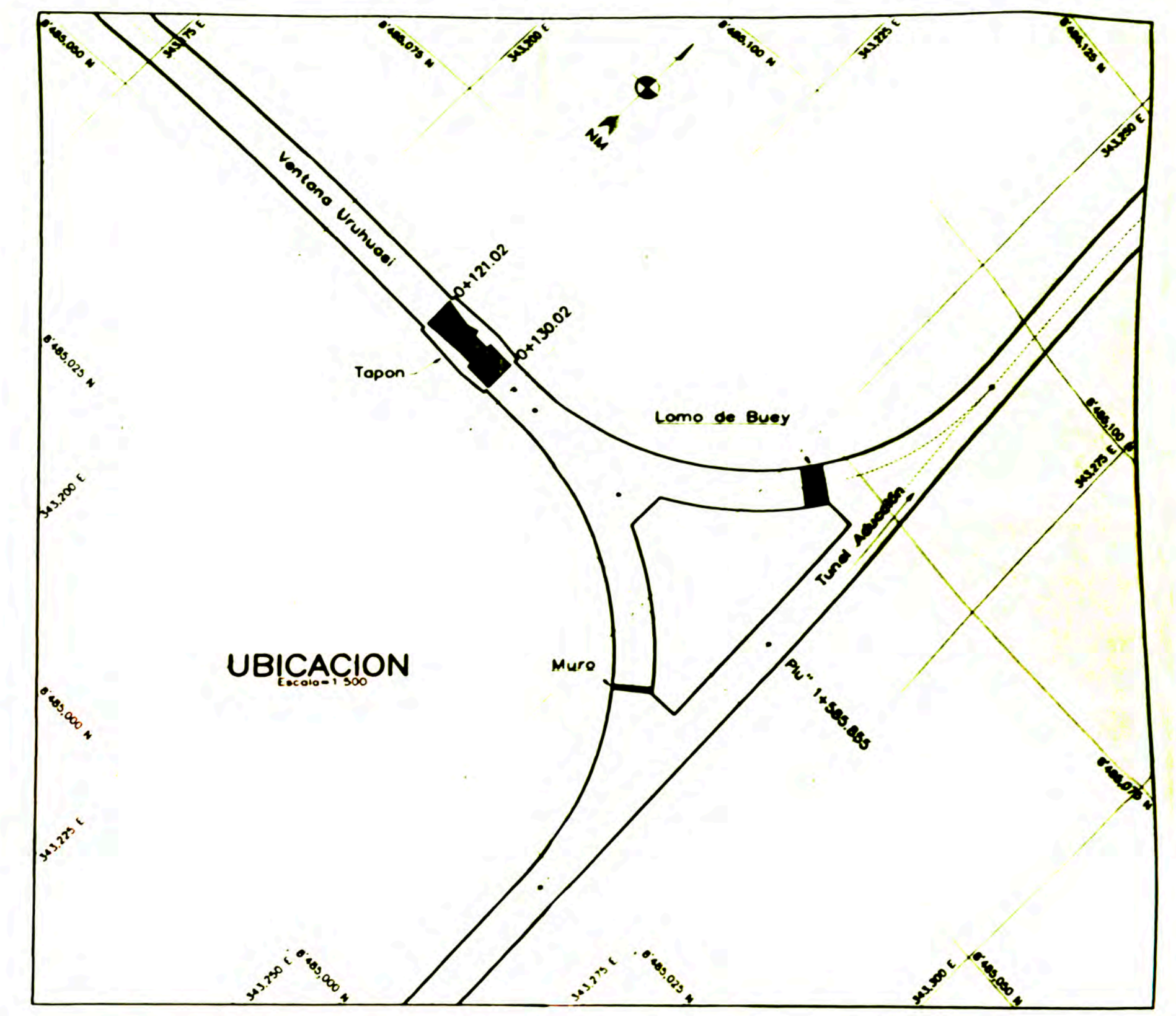
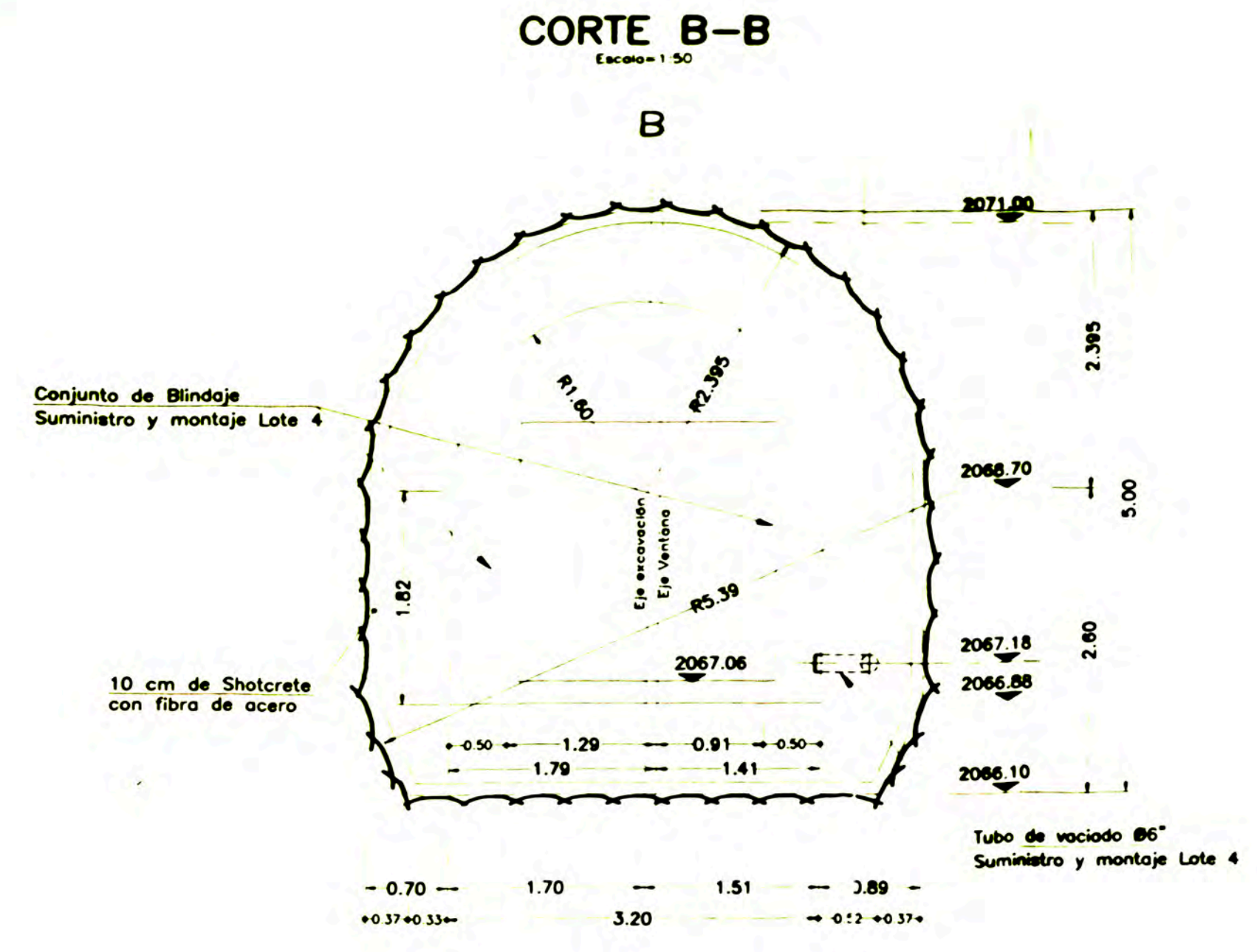
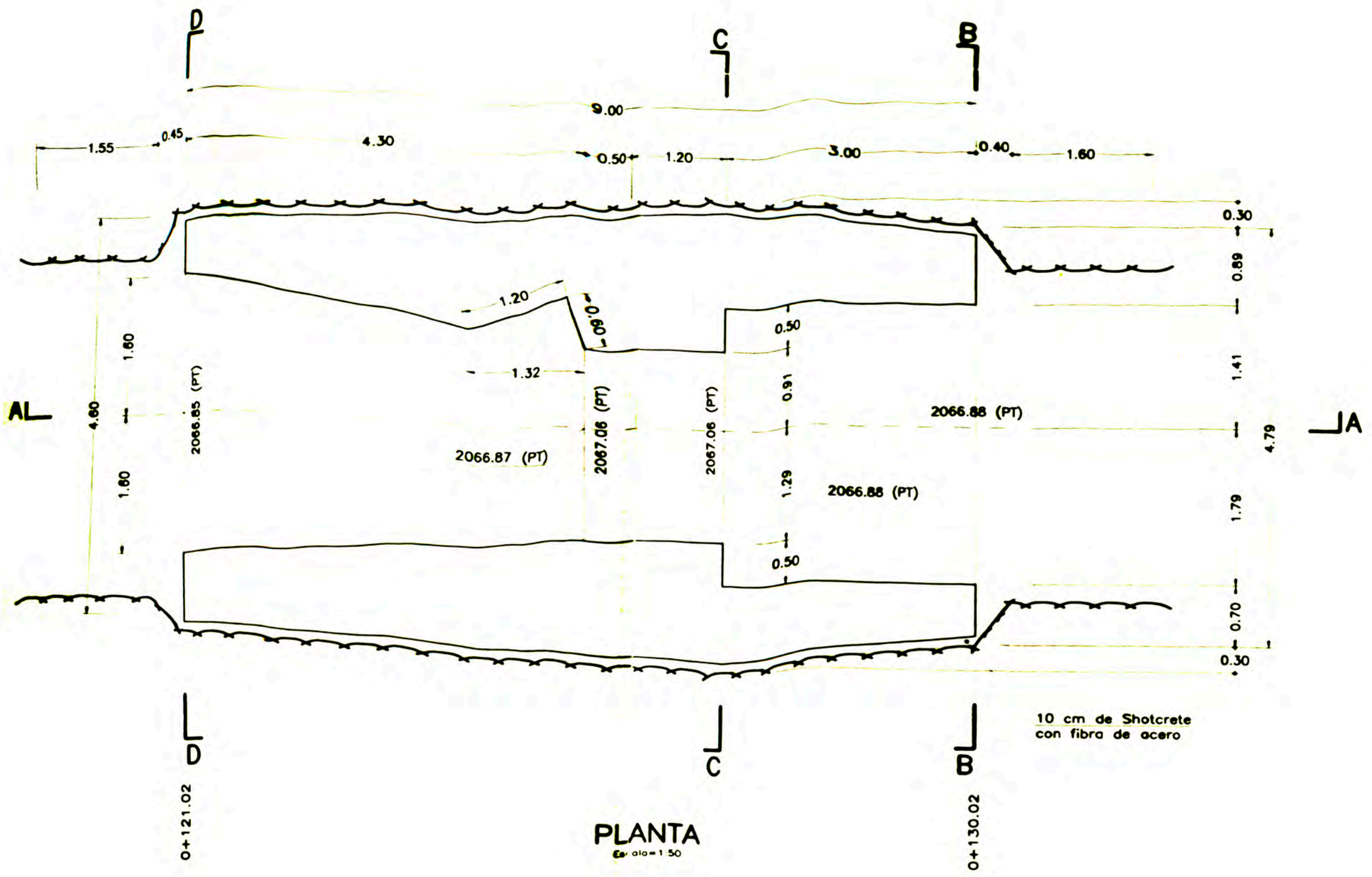
ESPECIFICACIONES	
RESISTENCIA	
Concreto	f'c=210 kg/cm ²
Acero	f _y =4200 kg/cm ²
RECUBRIMIENTOS LIBRES	
Losas y muros	5.0 cm
Losas menores 0.30 m	2.5 cm

NOTAS:
1.- Cotas y medidas en metros

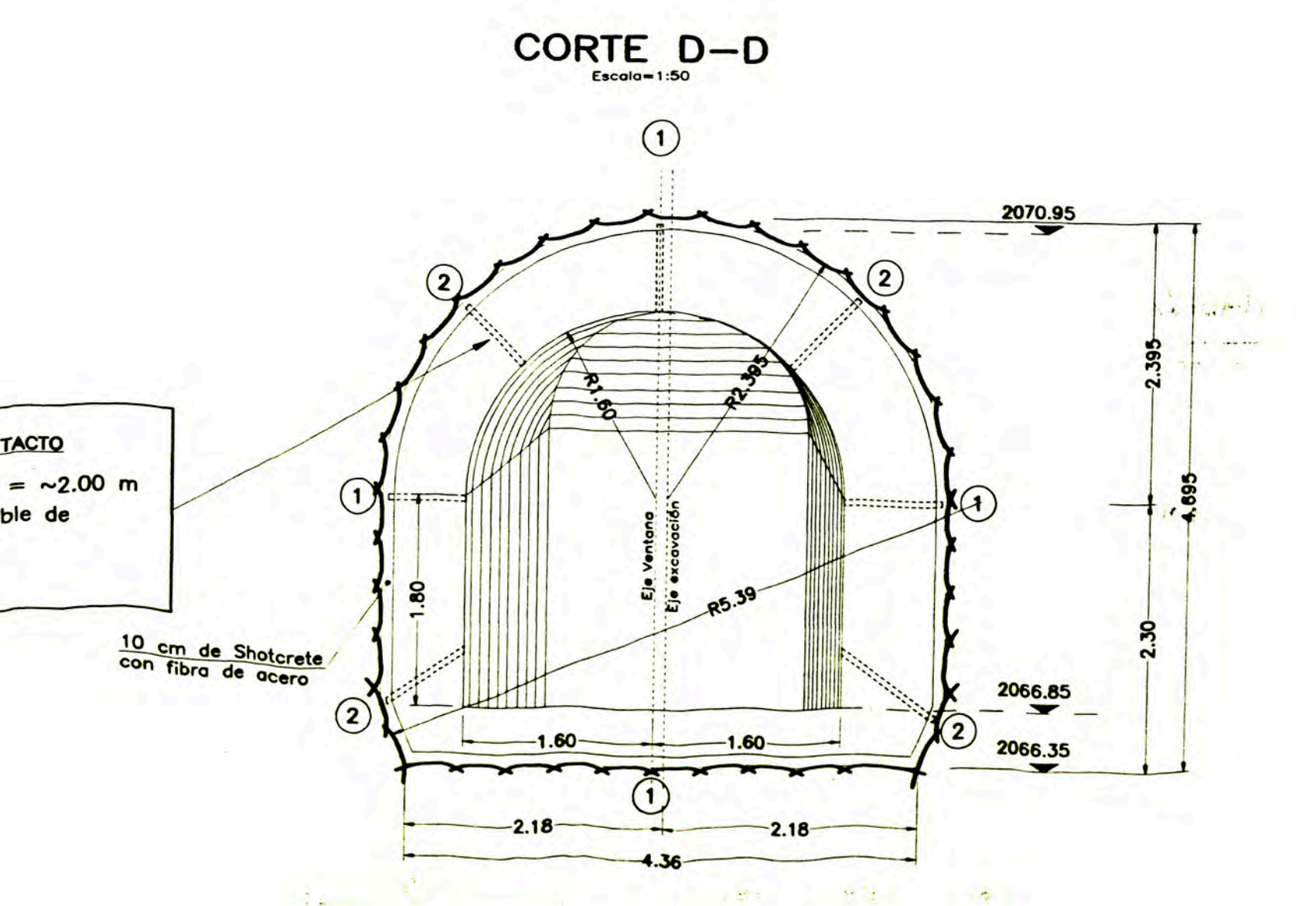
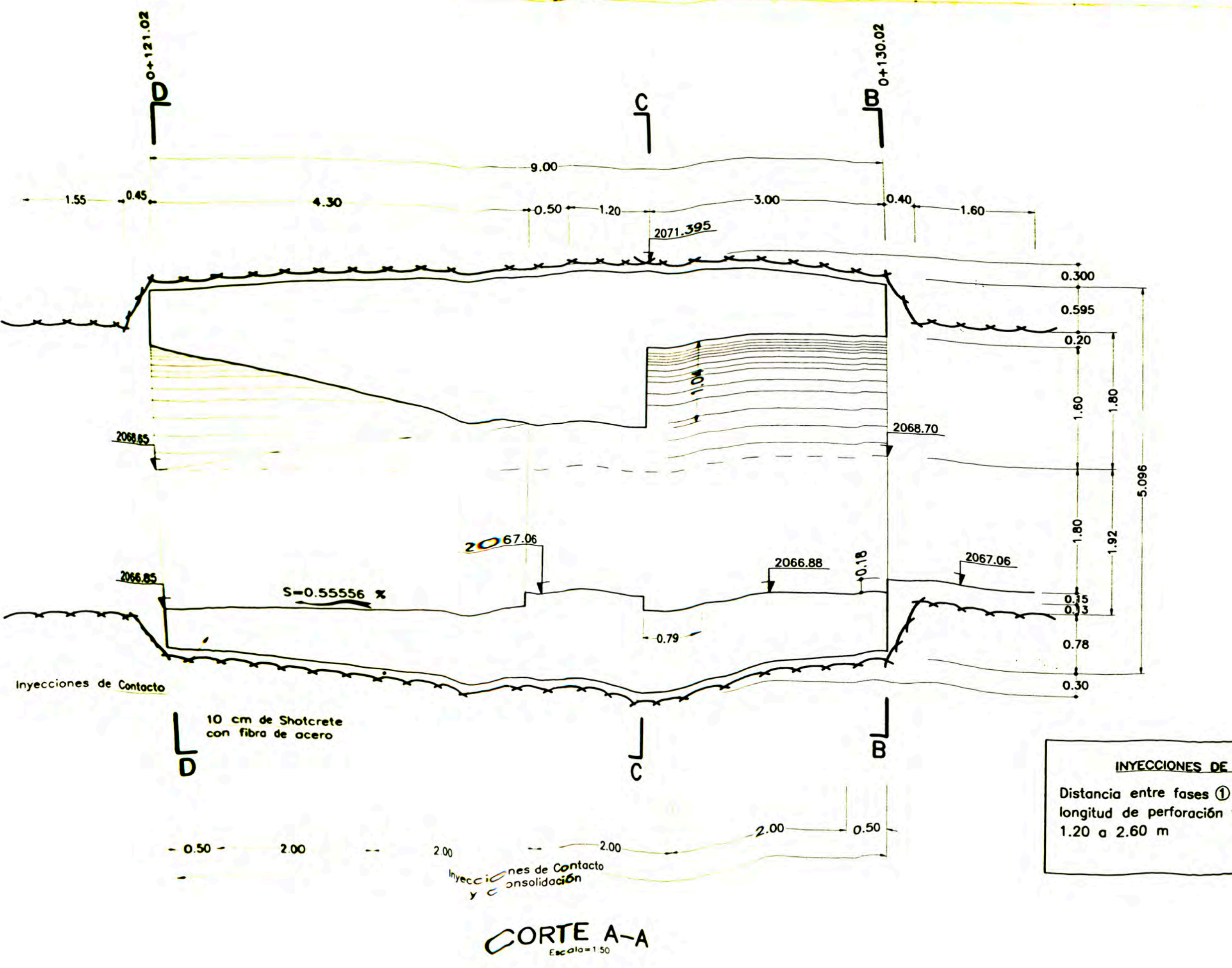


	Concreto f'c=210 kg/cm ²
	Concreto f'c=100 kg/cm ²

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A. INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II SAN GABAN II LOTE 2		
PROYECTO EJECUTIVO - TUNEL DE ADUCCION DETALLES INTERSECCION VENTANA C/TUNEL VENTANA URUHUASI		
 CONSTRUTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A.	ELABORADO: B.F.Y. DIBUJO: CAD/A.V.L.	REVISADO: A. BAUR APROBADO: P.B.B. ESCALA: INDICADA FECHA: 09 Abr. '99



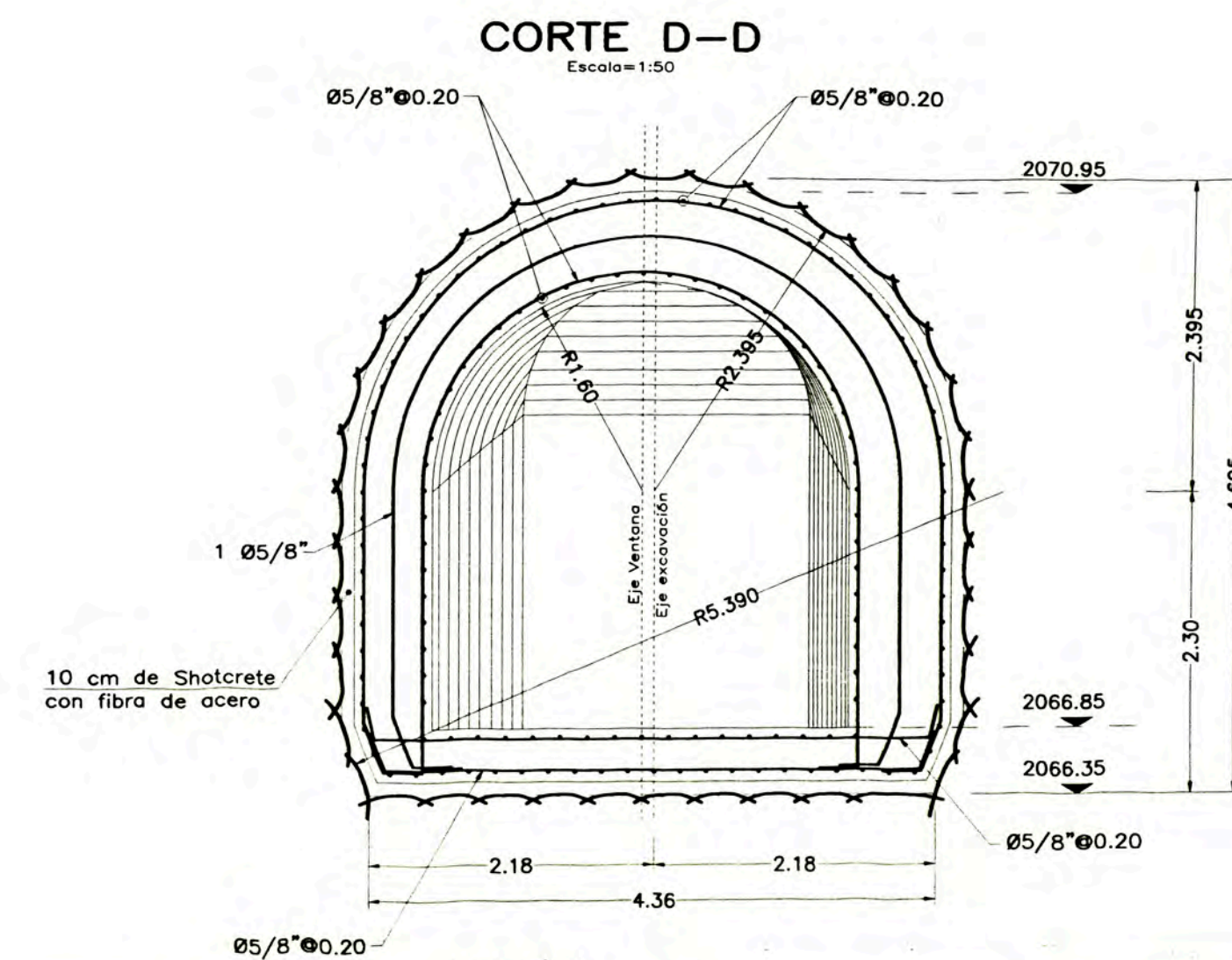
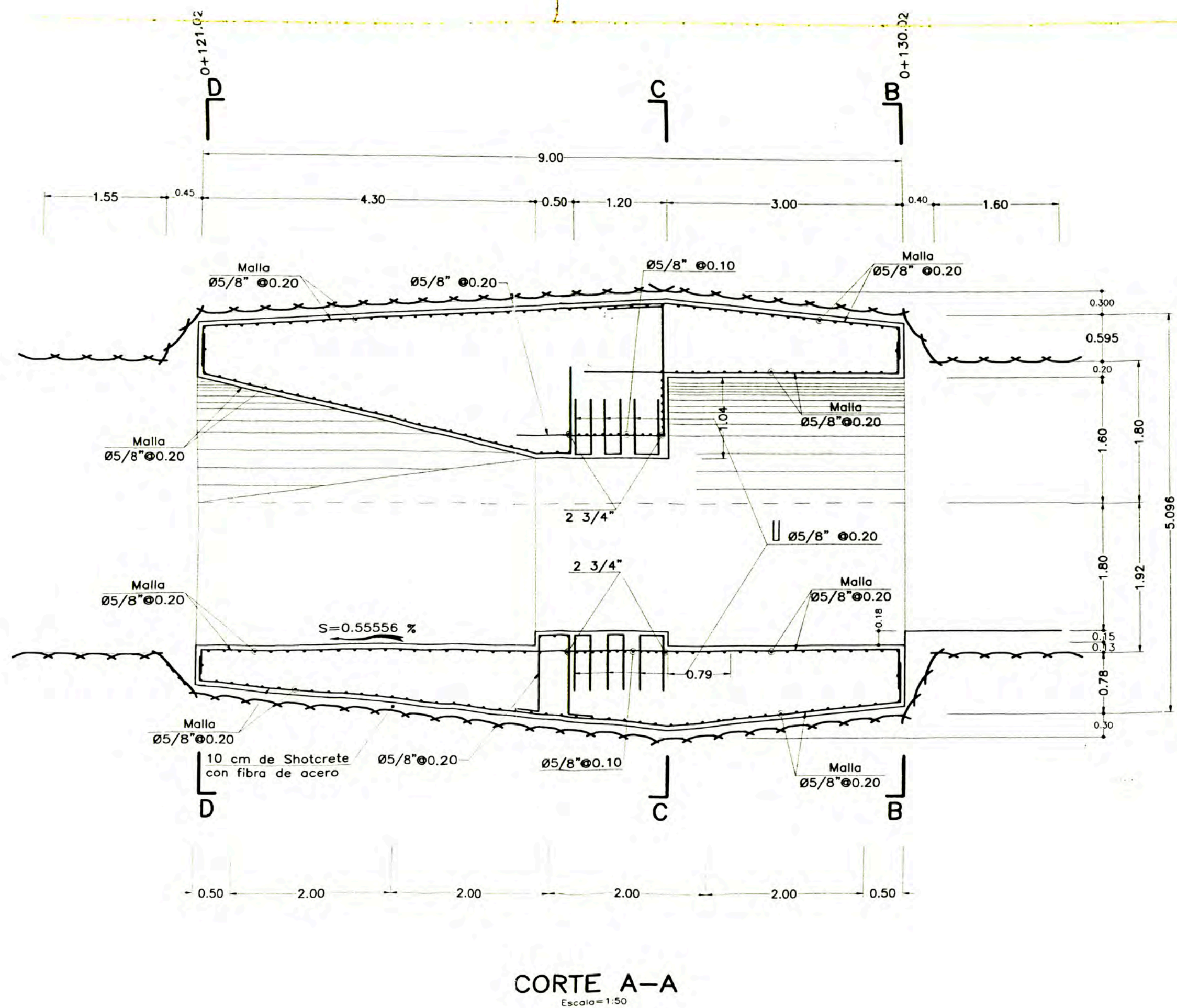
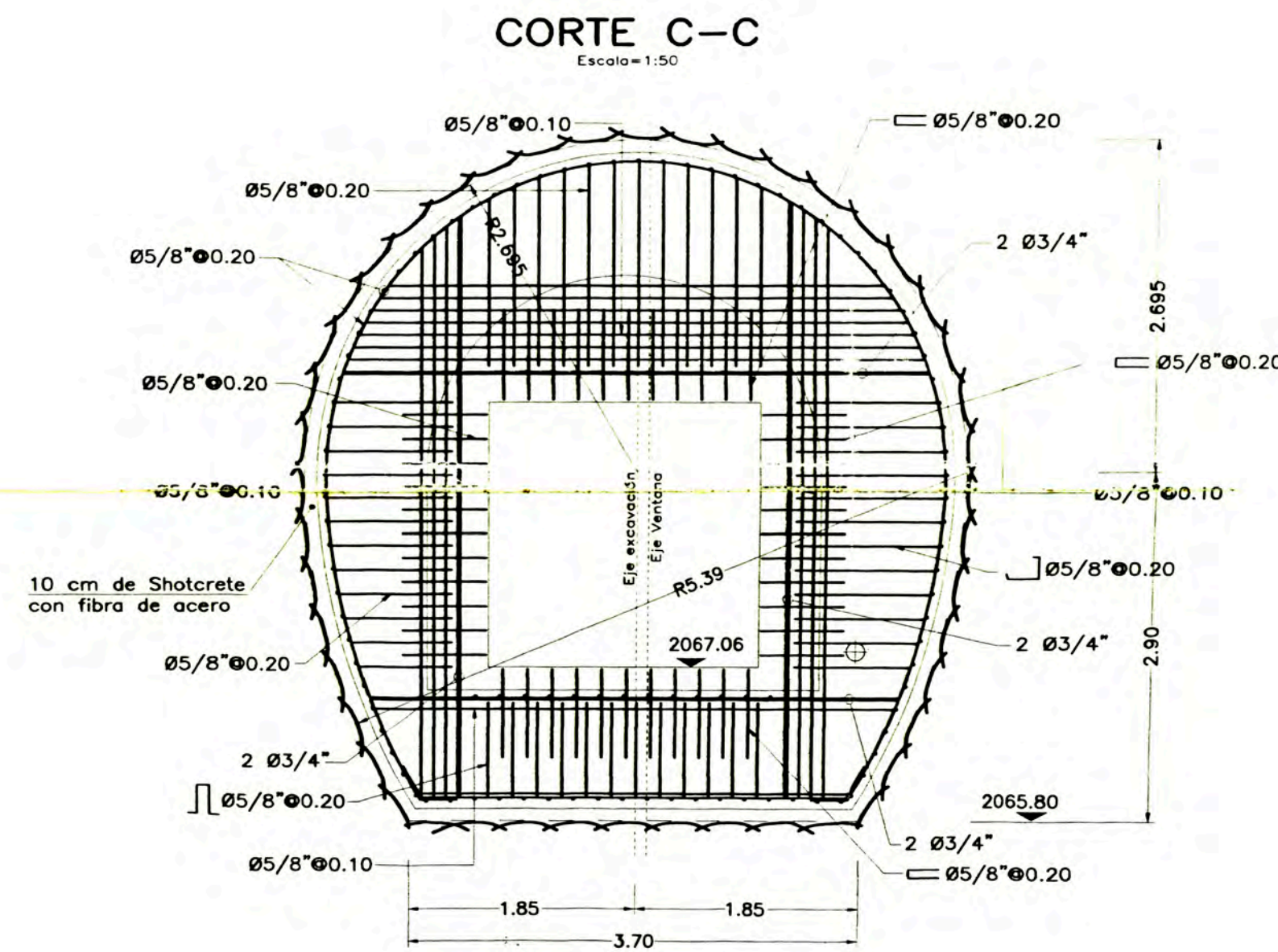
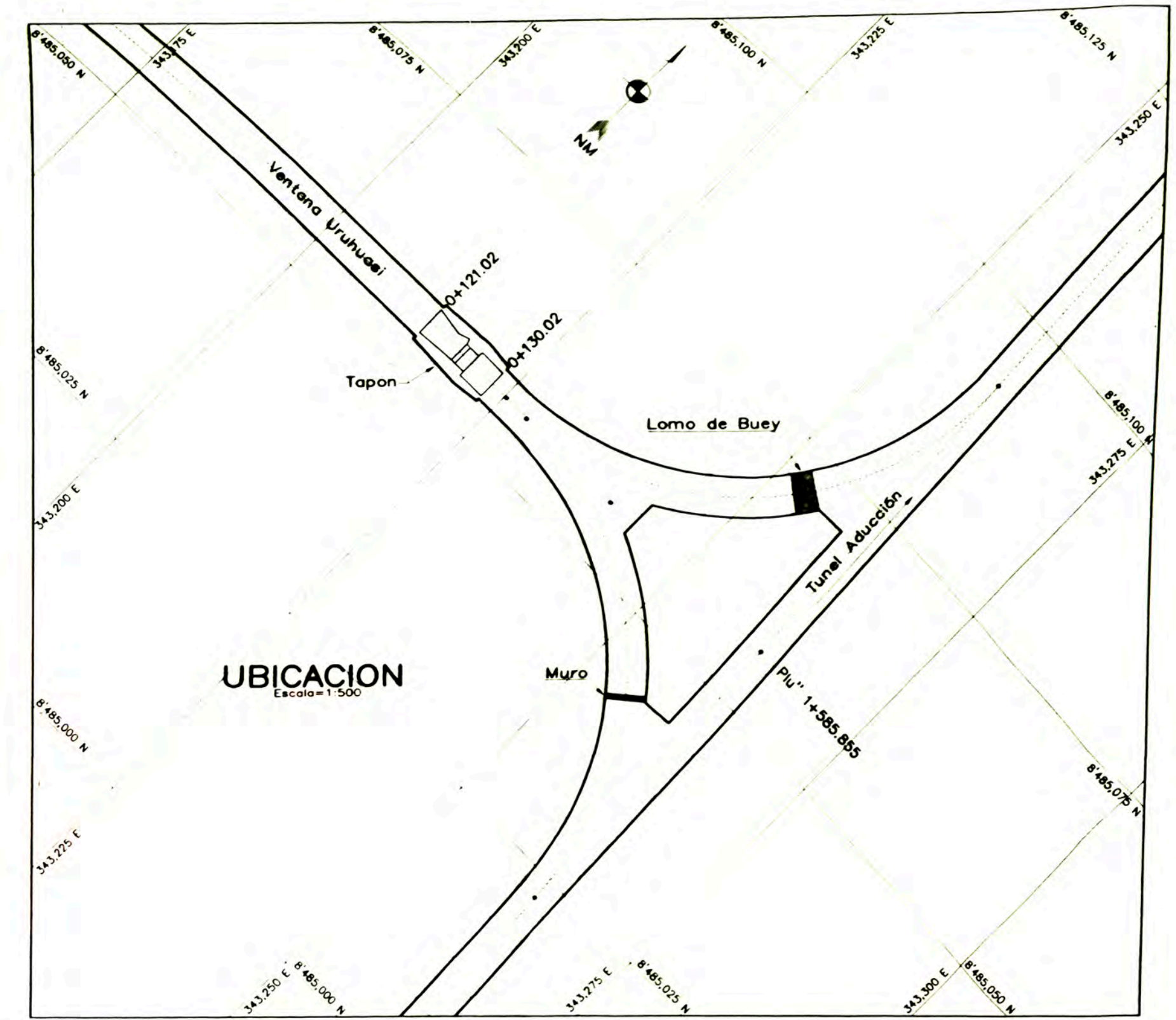
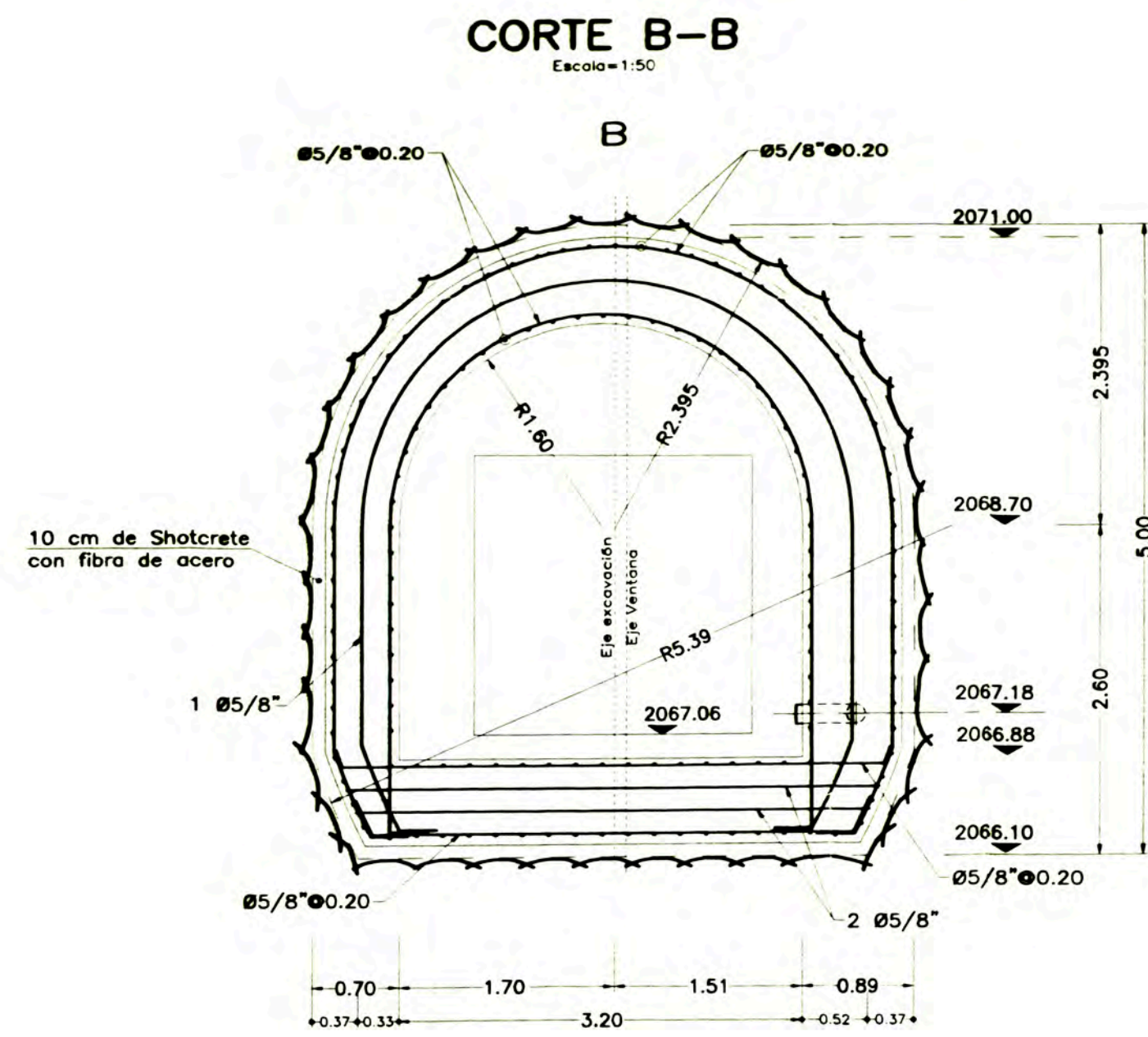
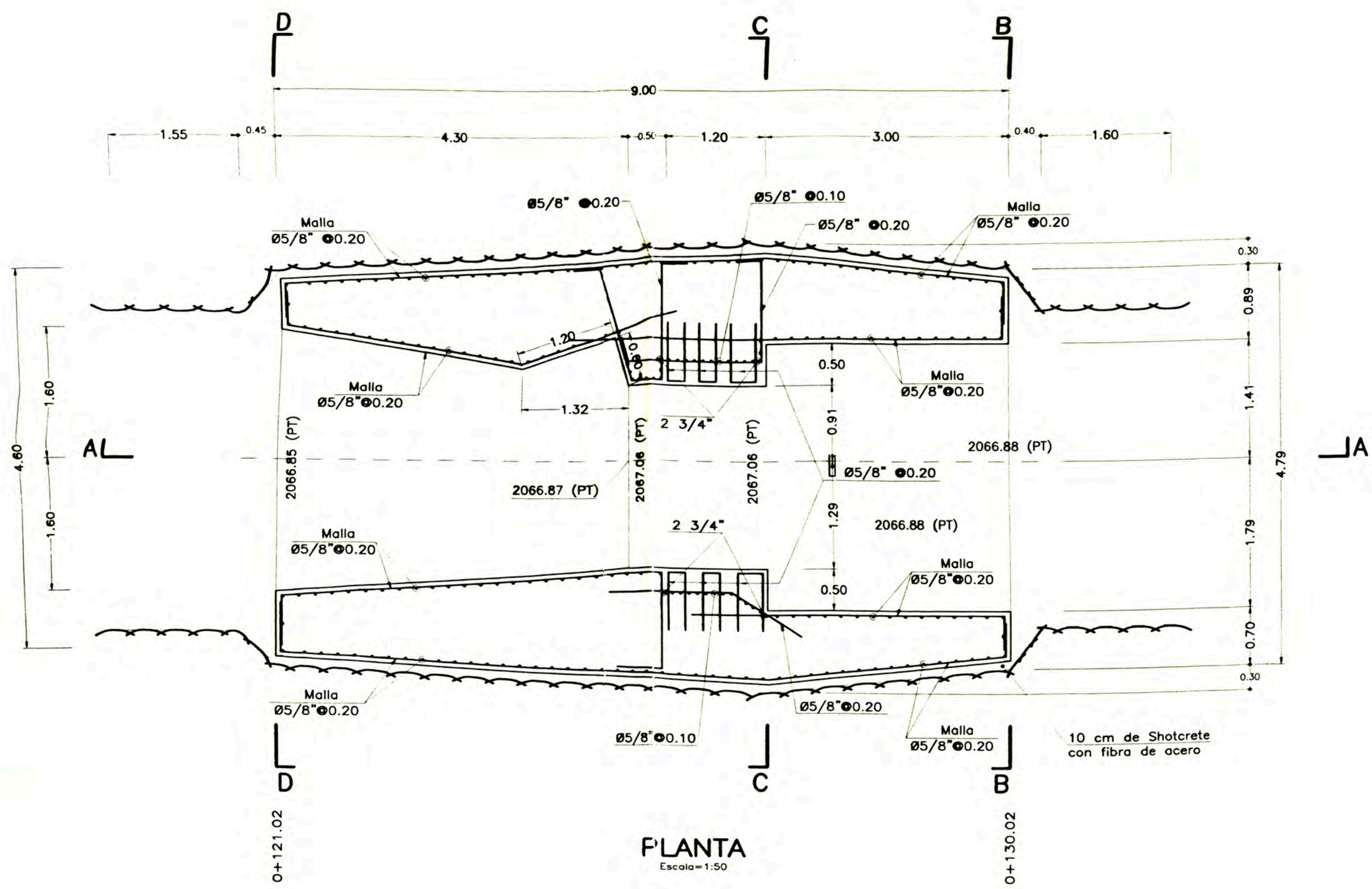
INYECCIONES DE IMPERMEABILIZACION
Distancia entre fases ① y ② = ~2.00 m
longitud de perforación 3.00 m



INYECCIONES DE CONTACTO
Distancia entre fases ① y ② = ~2.00 m
longitud de perforación variable de 1.20 a 2.60 m



MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS	
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.	
INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II	
SAN GABAN II	LOTE 2
PROYECTO EJECUTIVO - PLANO DE EXCAVACION	
VENTANA DE ACCESO Y VENTILACION URUHUASI	
TAPON	
PLANTA Y SECCIONES	
ELABORADO: ANDRADE GUTIERREZ S.A.	REVISADO: A. BAUR
DIBUJO: CAD/A.V.L.	APROBADO: P.B.B.



- PLANOS DE REFERENCIA**
- Plano N° 320-EX-007 Plano de excavación-Ventana de Acceso y Ventilación Uruhuasi Tapon Planta y Secciones
 - Plano N° 320-EN-008 Plano de encofrado-Ventana de Acceso y Ventilación Uruhuasi Tapon Planta y Secciones

- NOTAS**
- 1.- Cotas y medidas en metros
 - 2.- Cualquier modificación al diseño se hará de acuerdo a las condiciones de obra con aprobación de la Supervisión.
 - 3.- Tratamiento de juntas de construcción ver especificaciones técnicas
 - 4.- Presión de diseño 40 m de agua



NOTA GENERAL

Para el montaje de los elementos electromecánicos podrá doblarse las barras de anclaje. Esto será en ángulos no mayores a 45° y para su enderezado deberá calentarse la barra a una temperatura no mayor a 250 °C

RESISTENCIA	
Concreto	$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
Acero	$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTOS LIBRES	
Losas y muros	5.0 cm
Columnas	5.0 cm
Losas menores 0.30 m	2.5 cm

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.

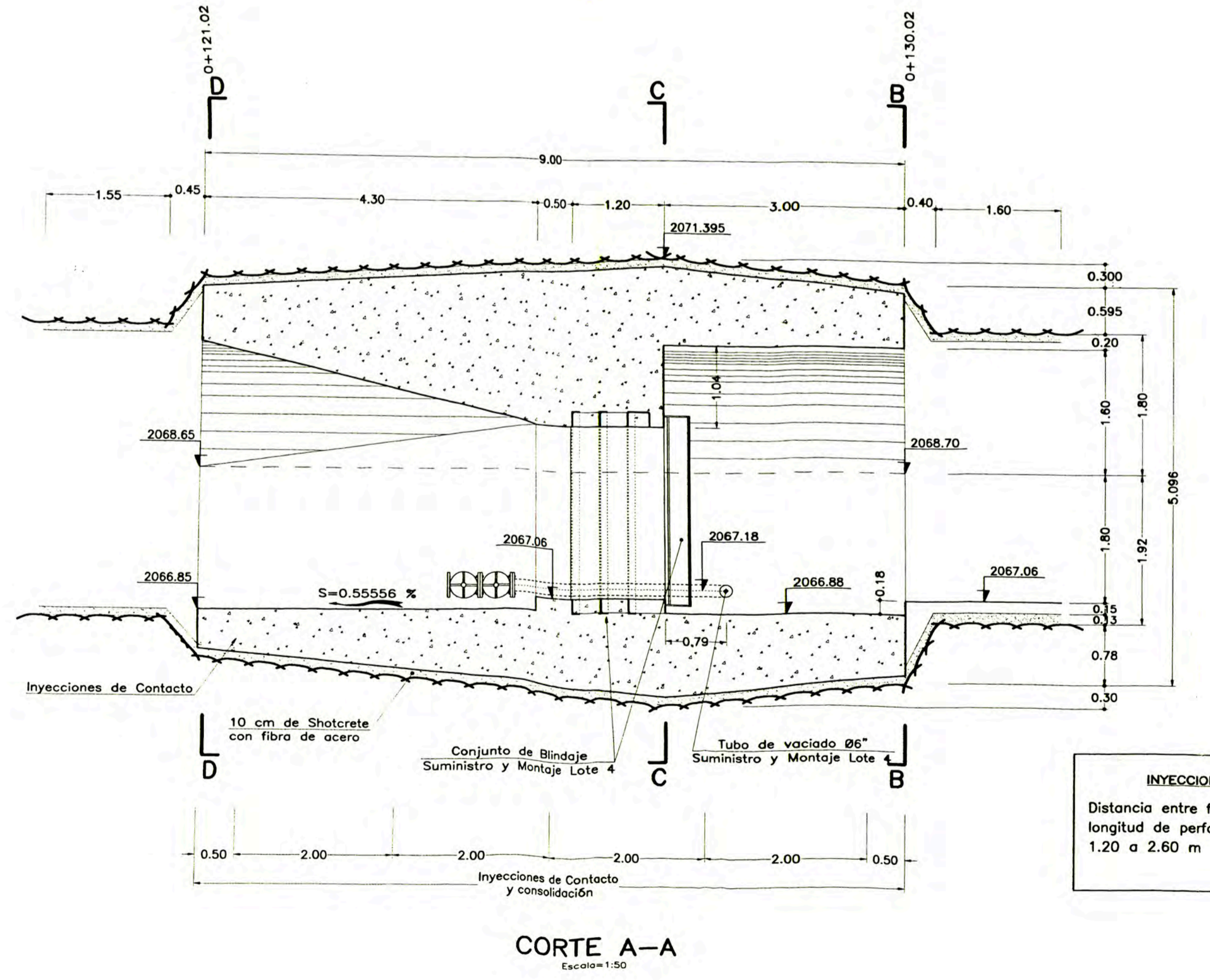
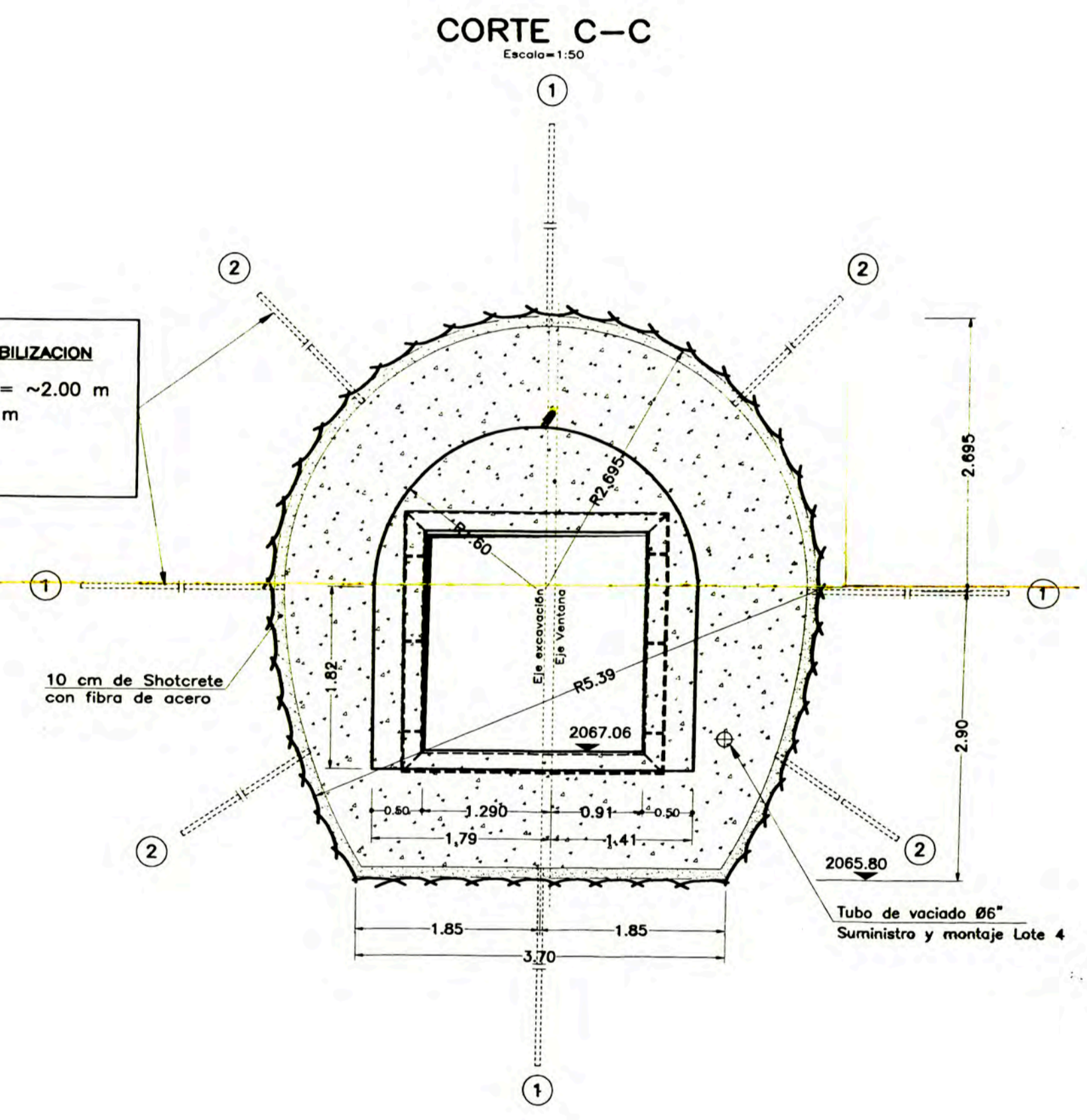
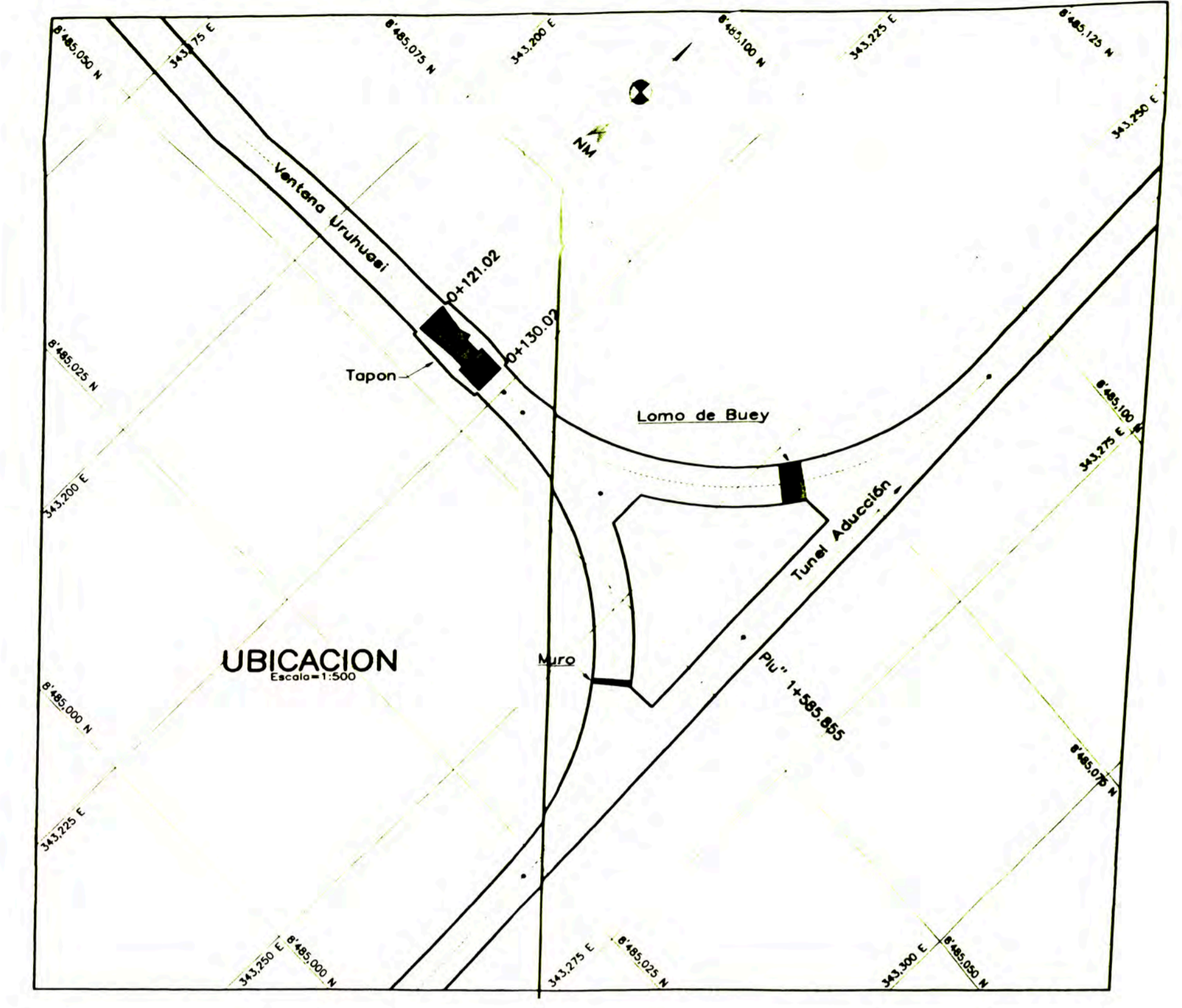
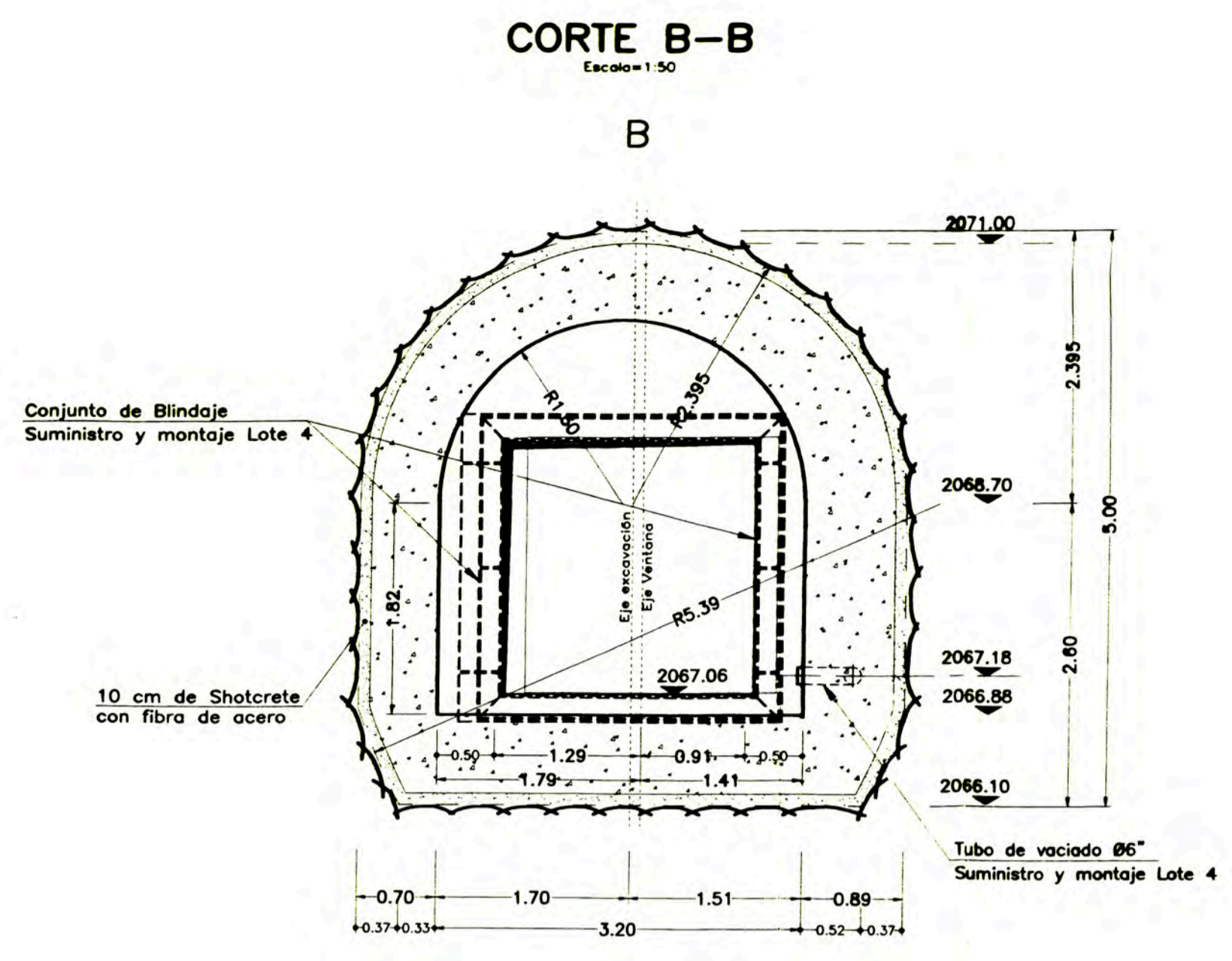
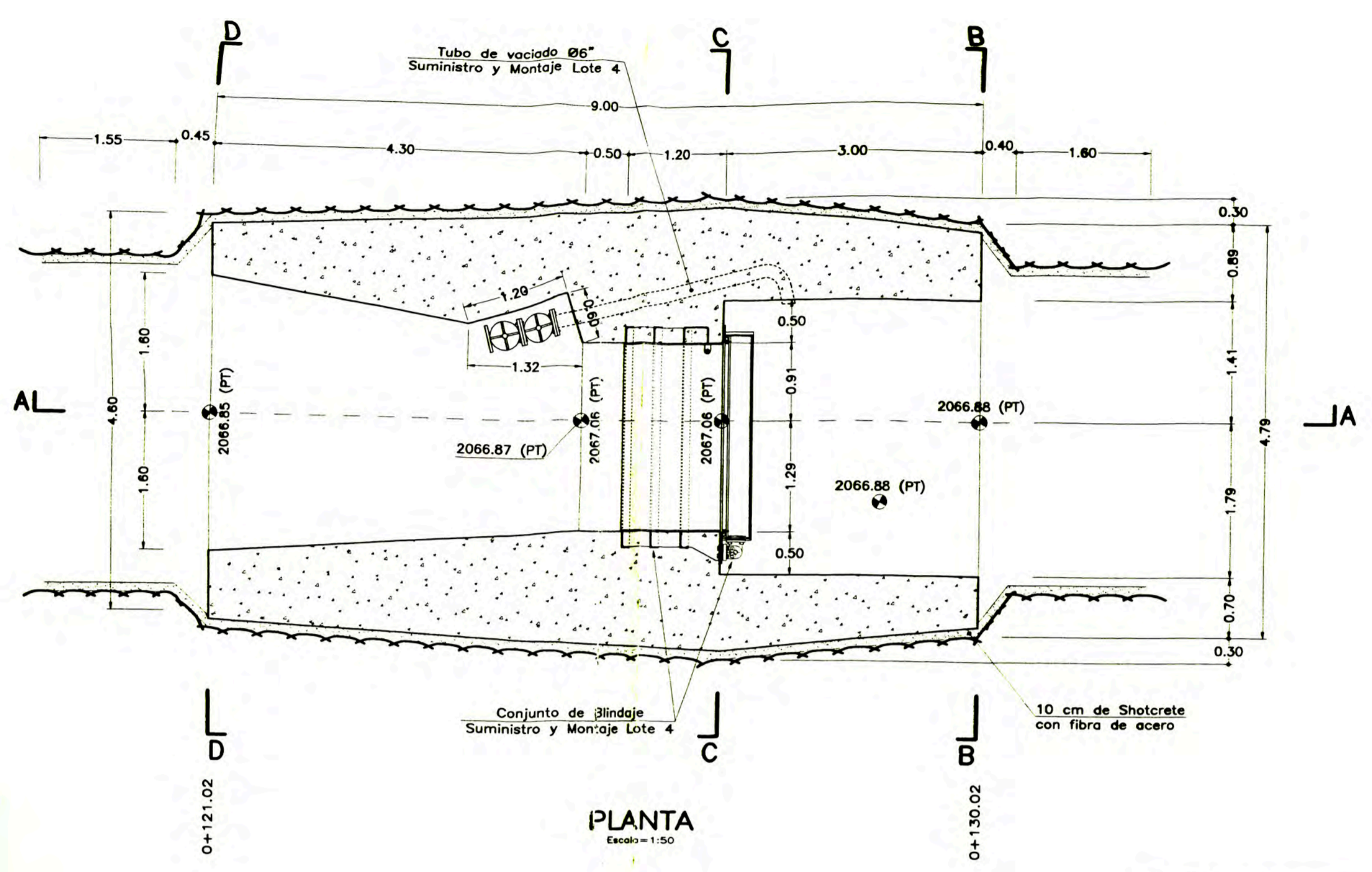
INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II
 SAN GABAN II LOTE 2

PROYECTO EJECUTIVO – PLANO DE REFUERZO
 VENTANA DE ACCESO Y VENTILACION URUHUASI

**TAPON
 PLANTA Y SECCIONES**

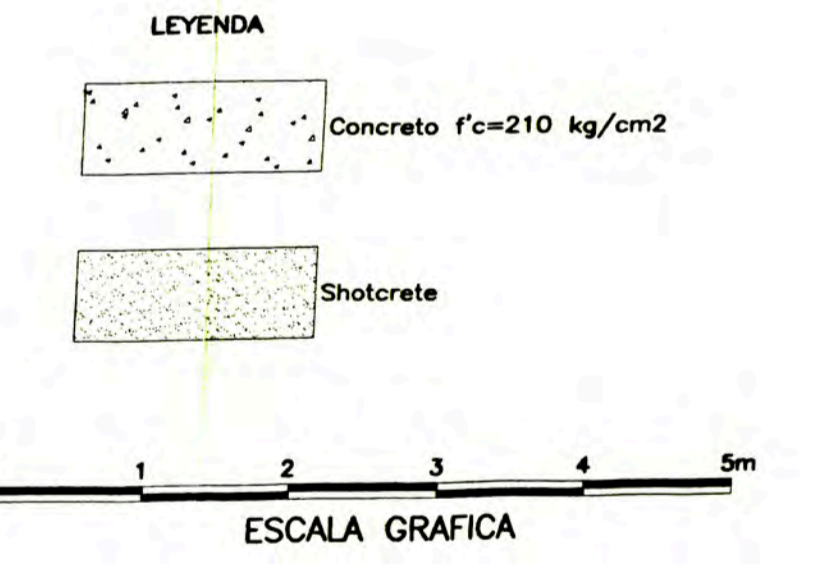
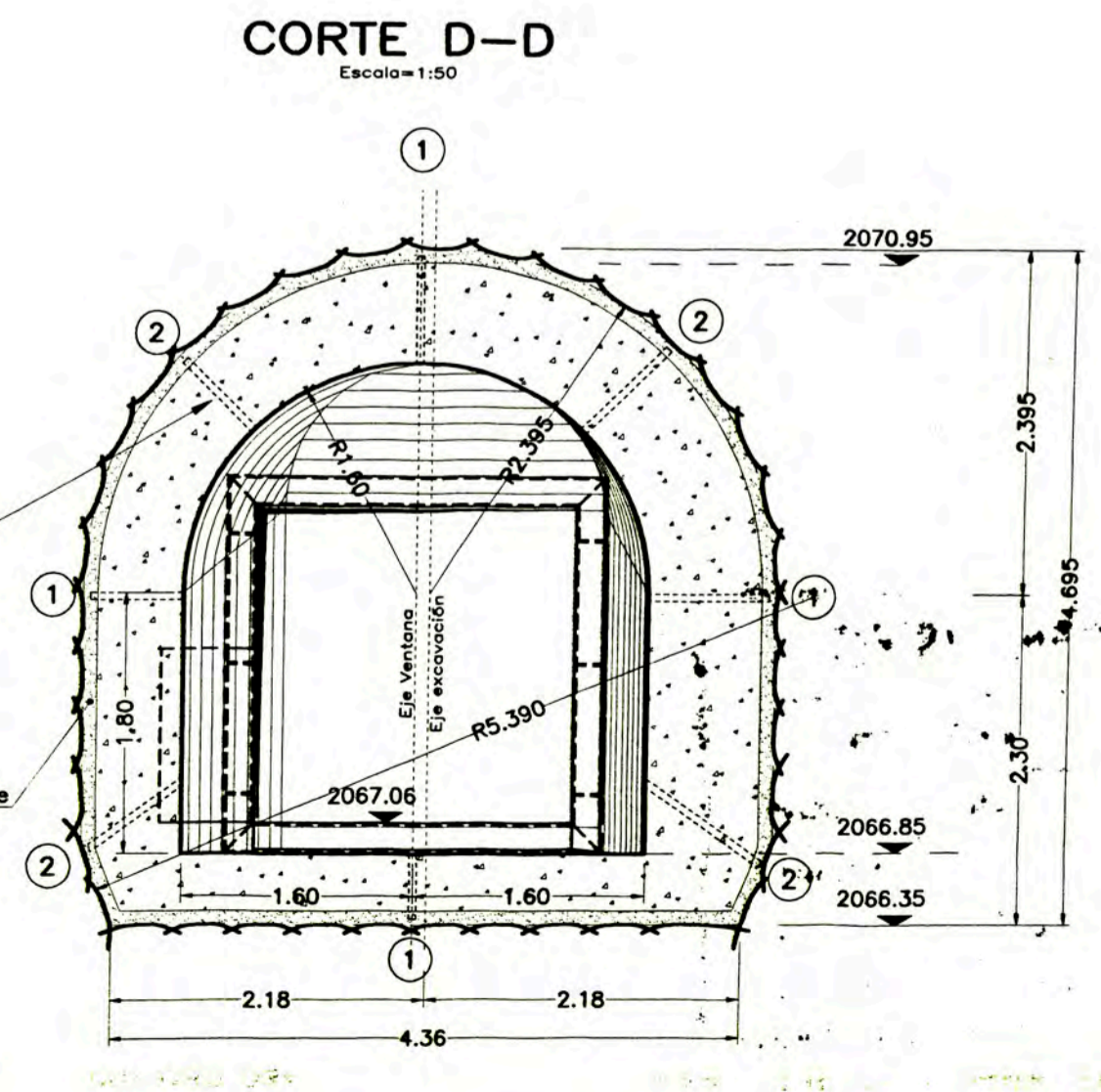
ELABORADO: B.F.Y.	REVISADO: A. BAUR
DIBUJO: CAD/AV.L.	APROBADO: P.B.B.

CONSTRUCTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A. 12 Abr. '99



INYECCIONES DE IMPERMEABILIZACION
 Distancia entre fases ① y ② = ~2.00 m
 longitud de perforación 3.00 m

INYECCIONES DE CONTACTO
 Distancia entre fases ① y ② = ~2.00 m
 longitud de perforación variable de 1.20 a 2.60 m



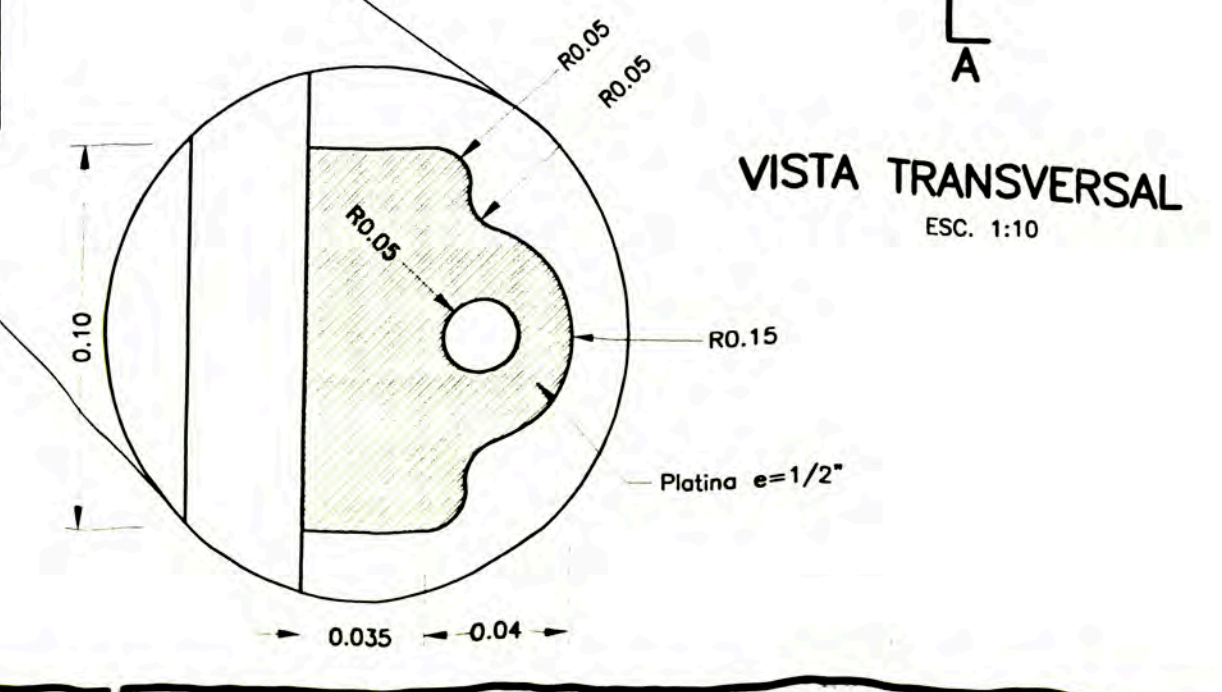
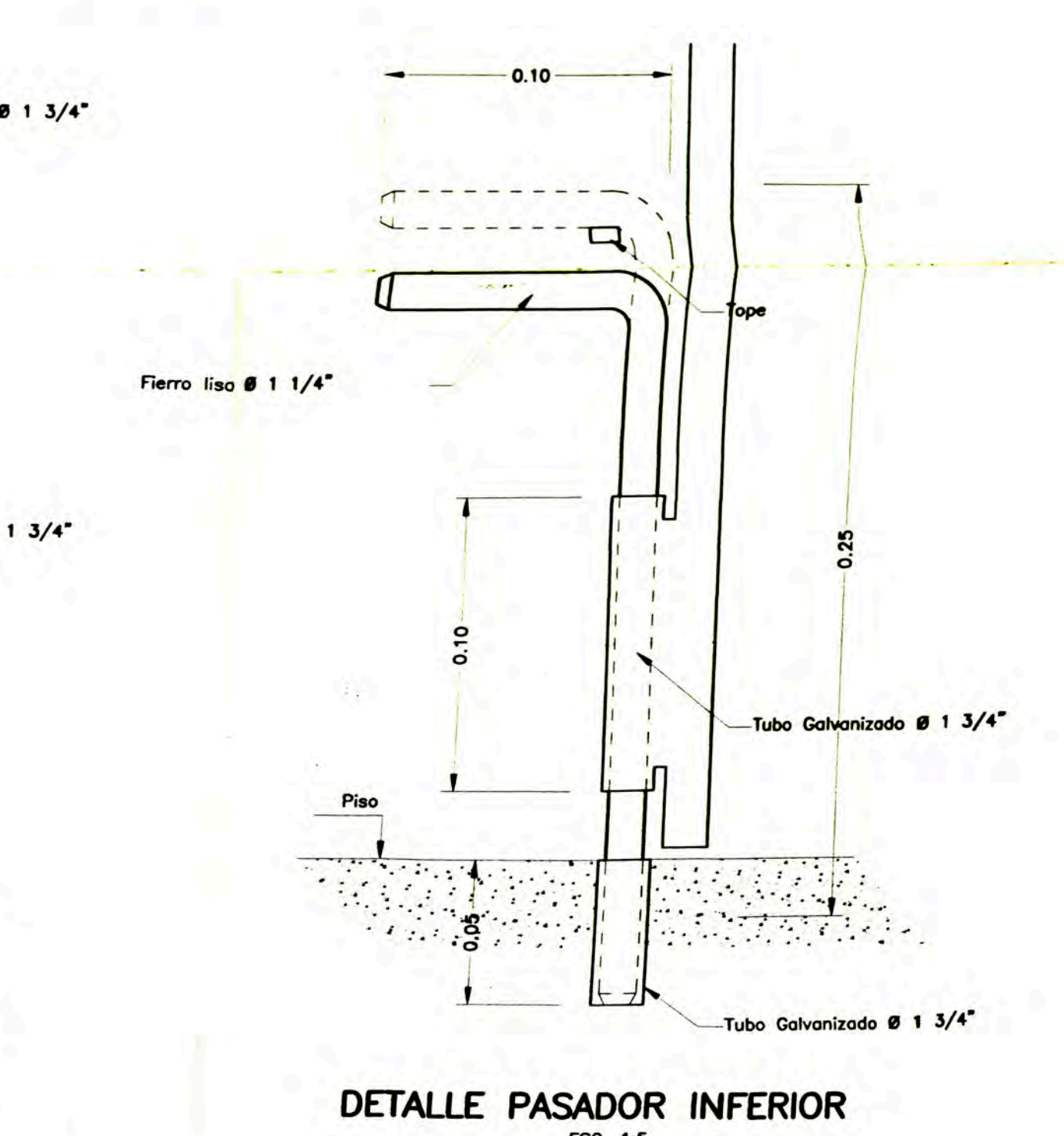
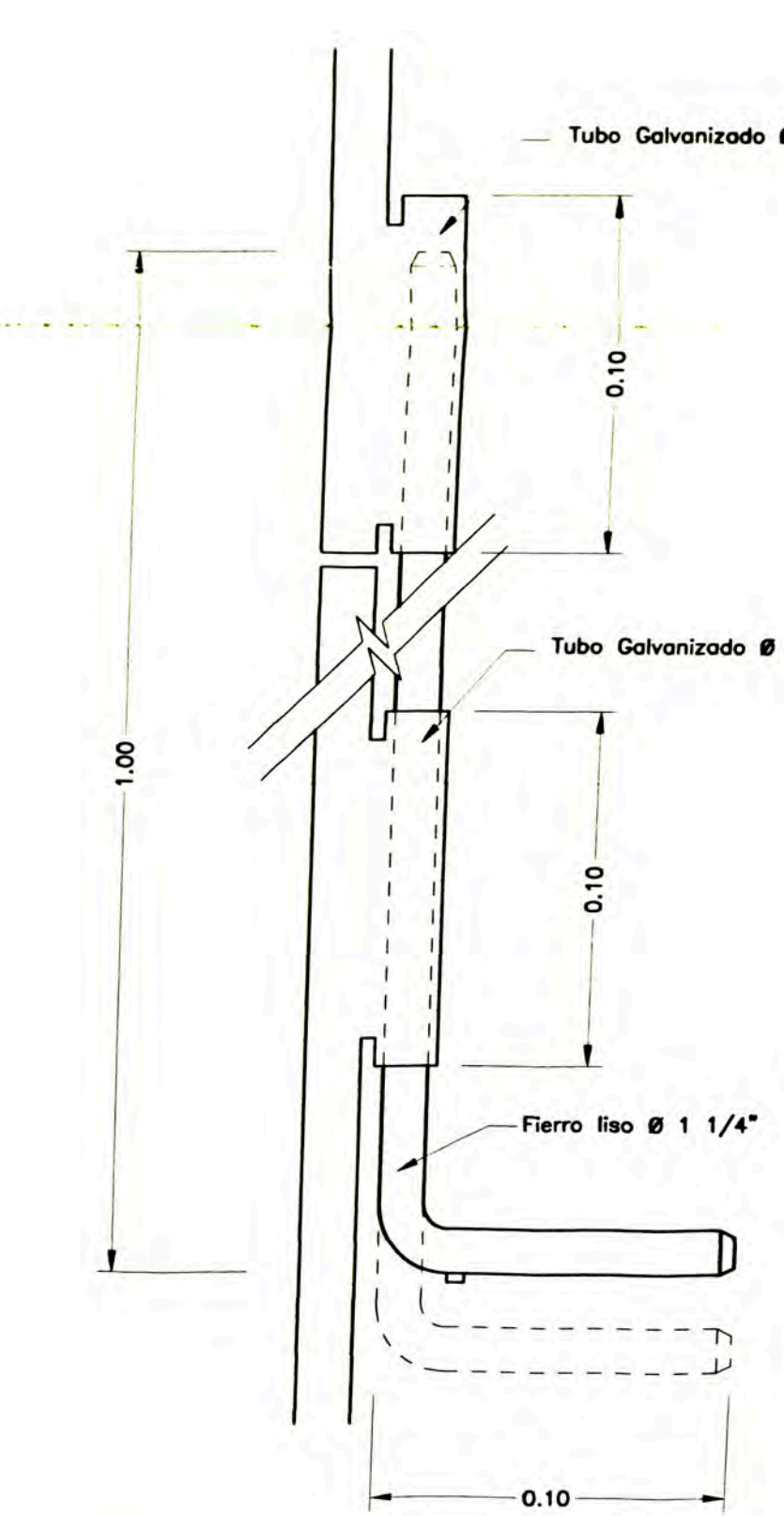
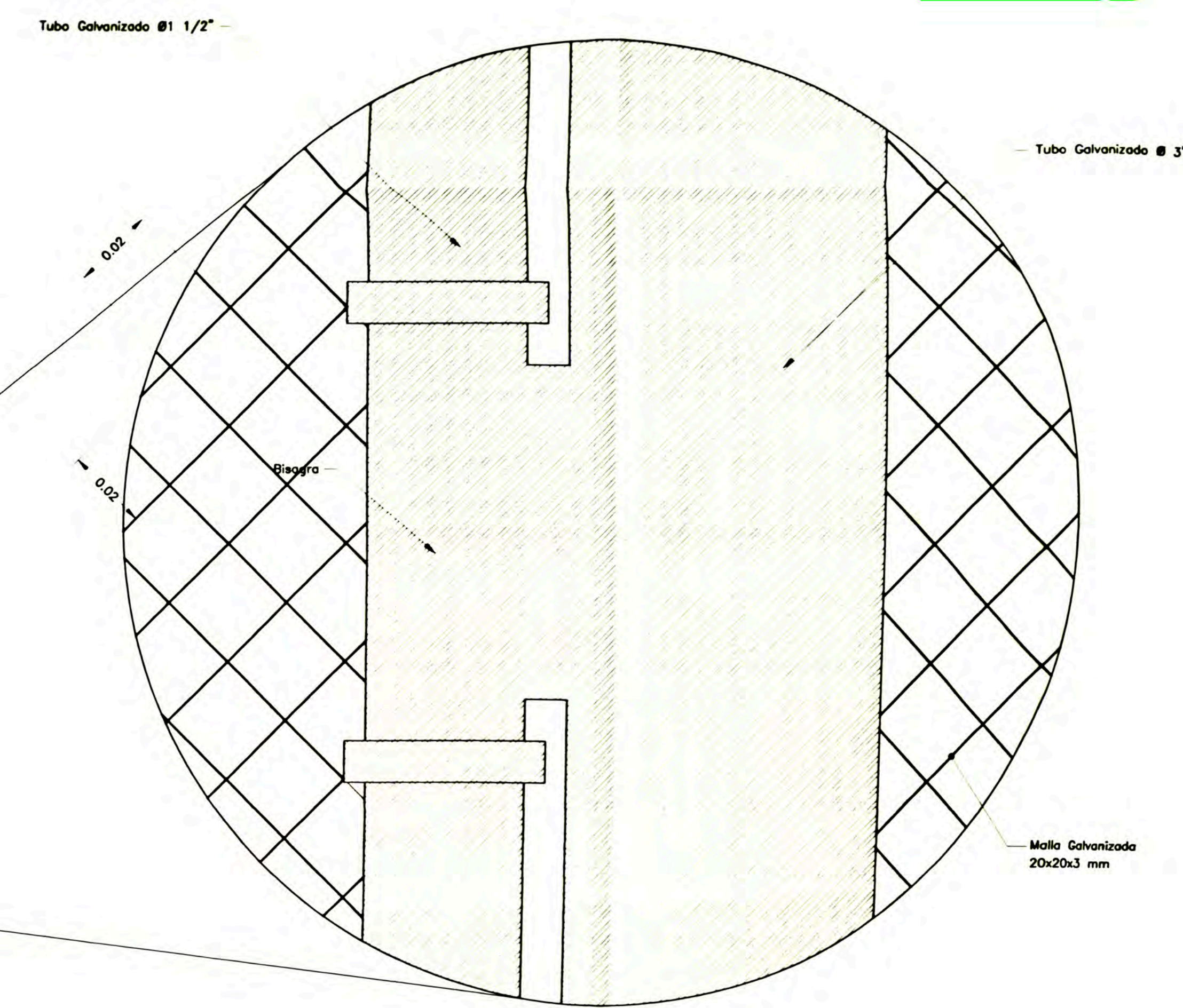
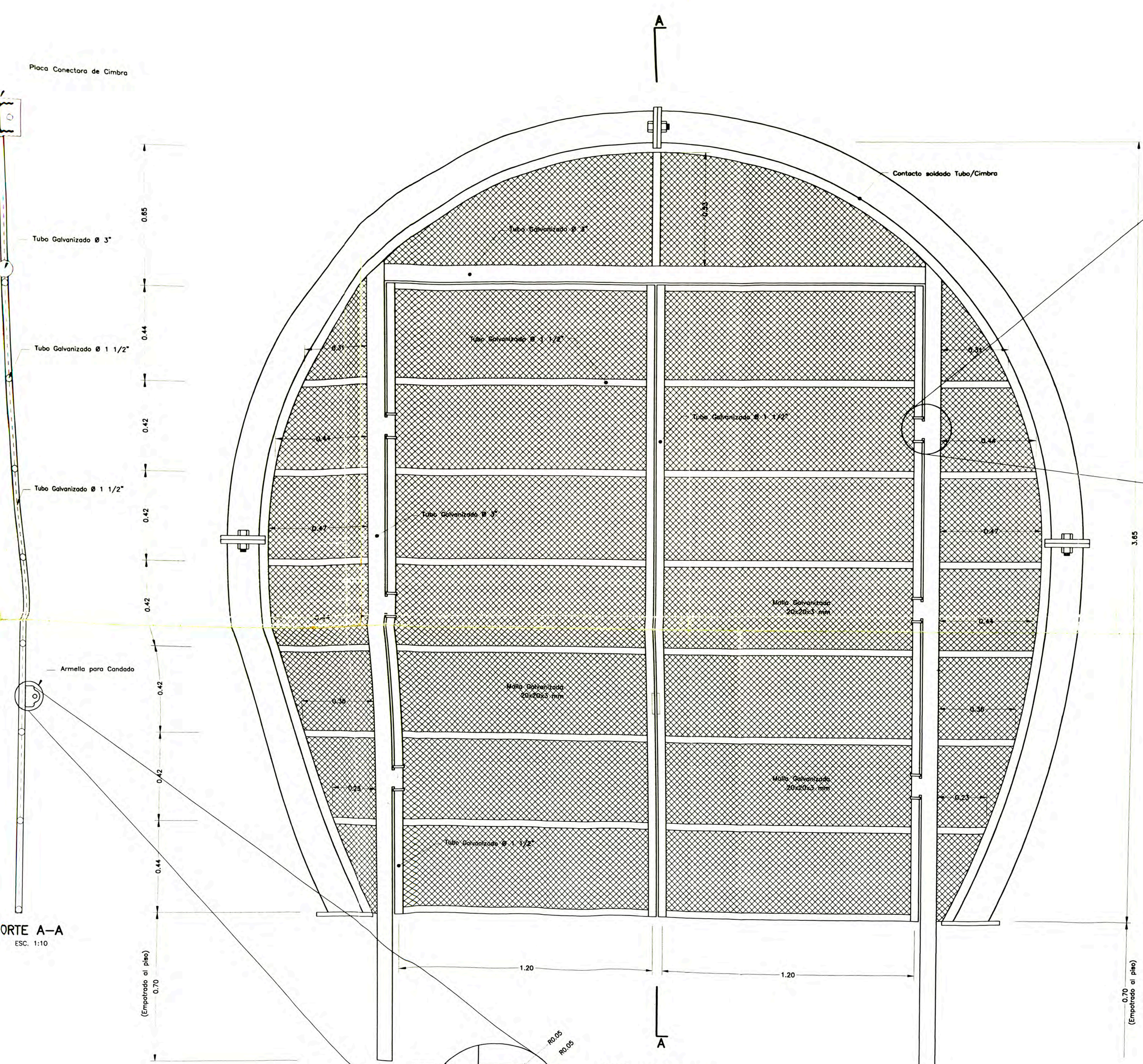
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICIA SAN GABAN S.A.
 INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II
 SAN GABAN II LOTE 2

PROYECTO EJECUTIVO – PLANO DE ENCOFRADO
 VENTANA DE ACCESO Y VENTILACION URUHUASI

TAPON
PLANTA Y SECCIONES

ELABORADO: B.F.Y.	REVISADO: A. BAUR	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: CAD/A.V.L.	APROBADO: P.B.B.	FECHA: 12 Abr. '99

CONSTRUTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A.



ORTE A-A
ESC. 1:10

VISTA TRANSVERSAL
ESC. 1:10

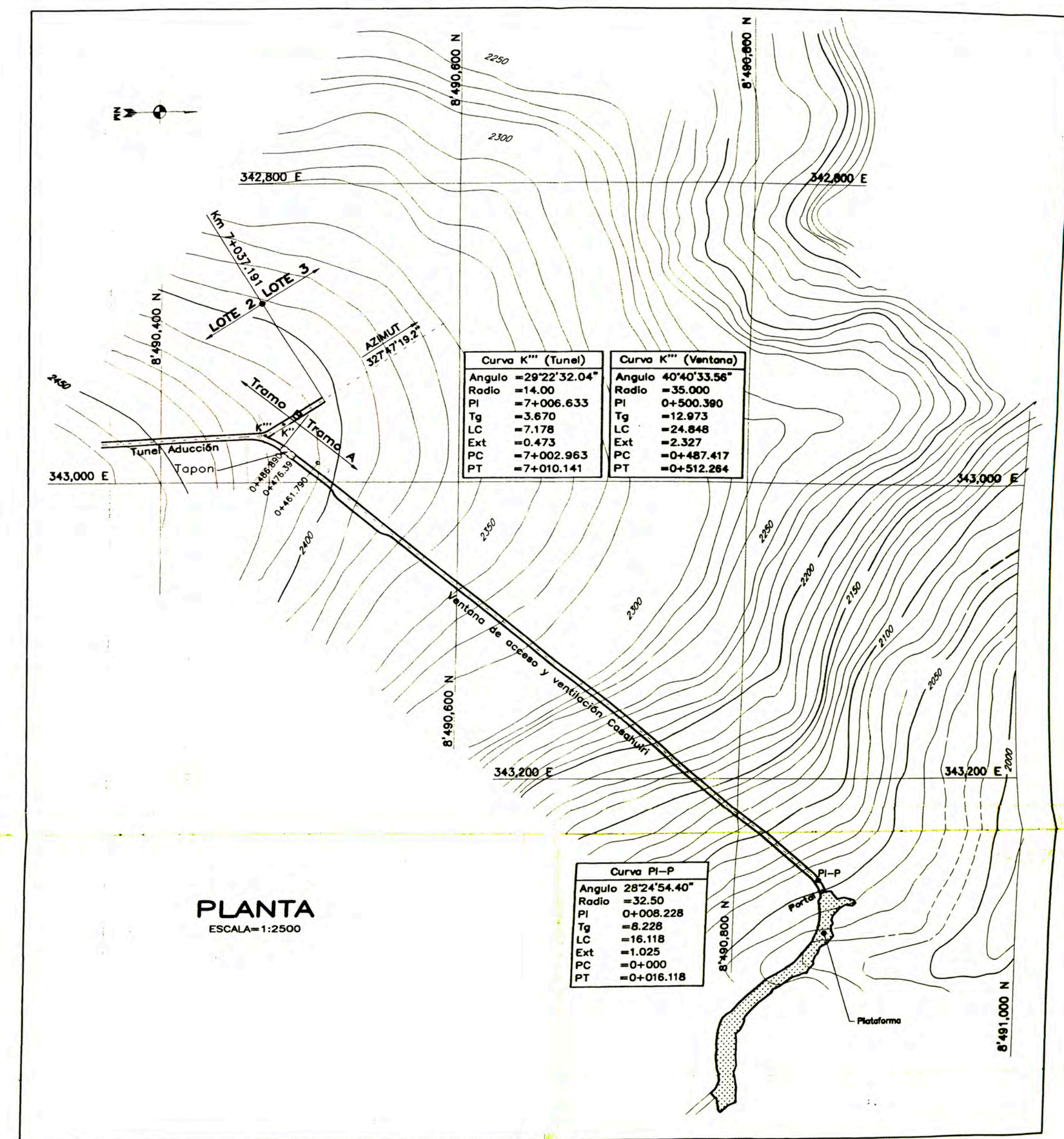
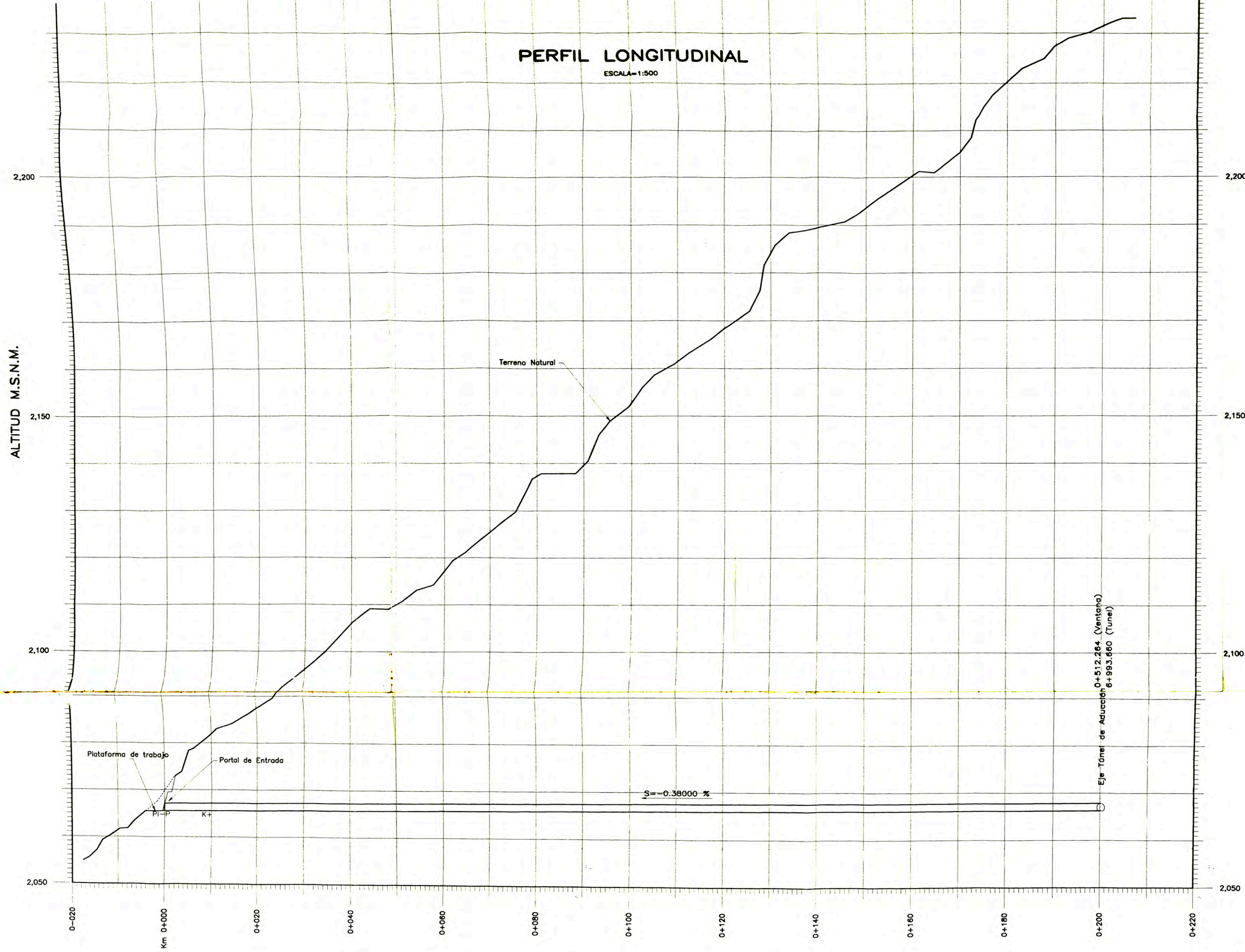
DETALLE PASADOR SUPERIOR
ESC. 1:5

DETALLE PASADOR INFERIOR
ESC. 1:5

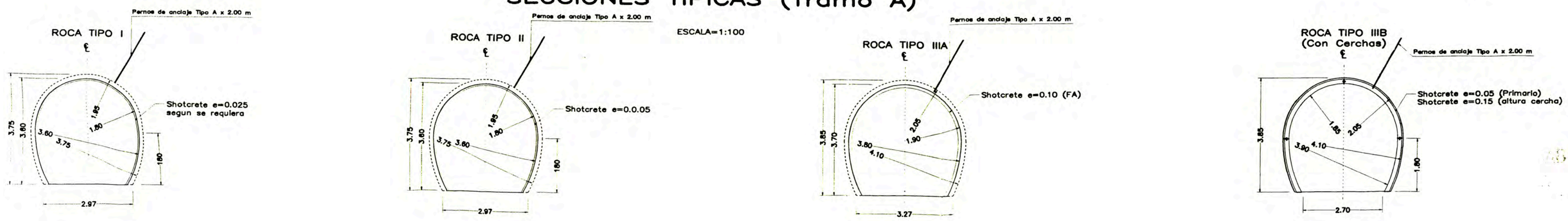
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS	
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.	
INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II	
SAN GABAN II	LOTE 2
PROYECTO EJECUTIVO - PLANO DE ACABADOS	
PUERTA DE MALLA METALICA	
SECCION Y DETALLES	
ELABORADO: B.F.Y.	REVISADO: A. BAUR
DIBUJO: CAD/A.V.L.	APROBADO: P.B.B.


CONSTRUTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A.

PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA=1:500



SECCIONES TÍPICAS (Tramo A)
ESCALA=1:100



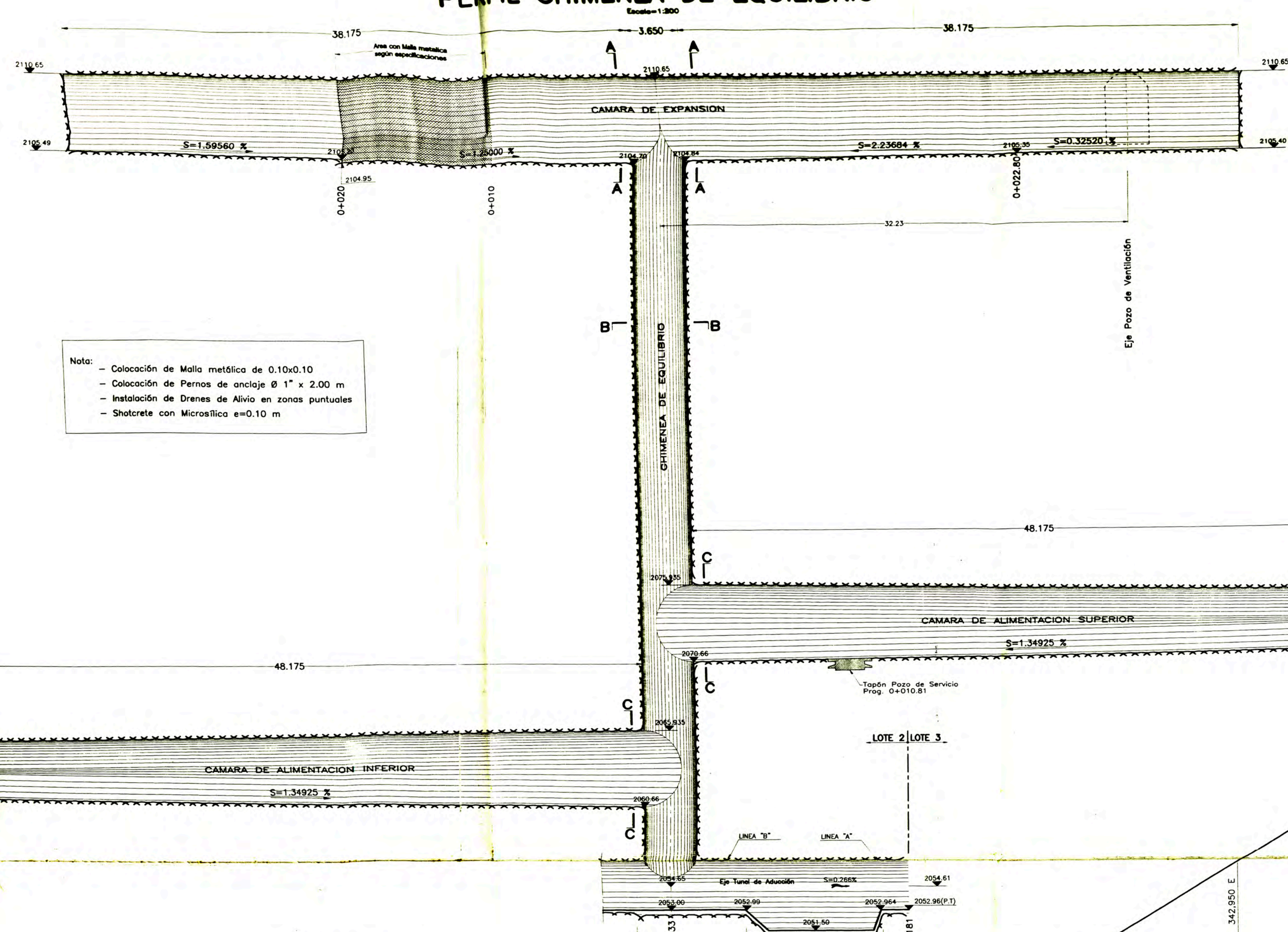
(Tramo B)



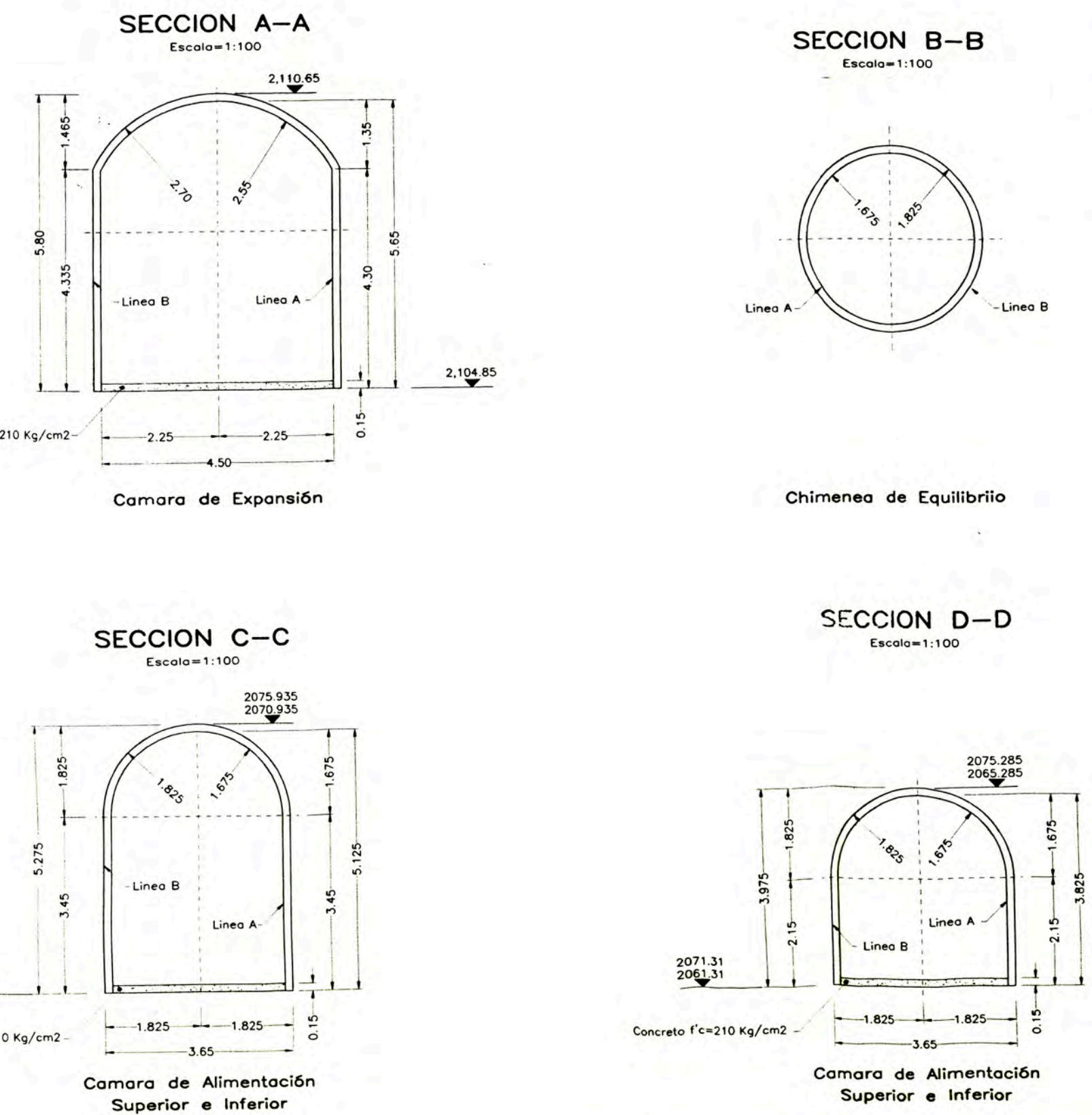
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.
 INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II
 SAN GABAN II LOTE 2
 PROYECTO EJECUTIVO - PLANTA PERFIL Y SECCIONES
PLANTA PERFIL Y SECCIONES TÍPICAS
VENTANA CASAHUURI

ELABORADO:	B.F.Y.	REVISADO:	A. BAUR
DIBUJO:	CAD/A.V.L.	APROBADO:	P.B.B.
CONSTRUTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A.		5-12-97	

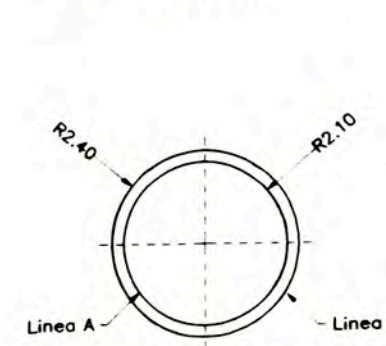
PERFIL CHIMENEA DE EQUILIBRIO



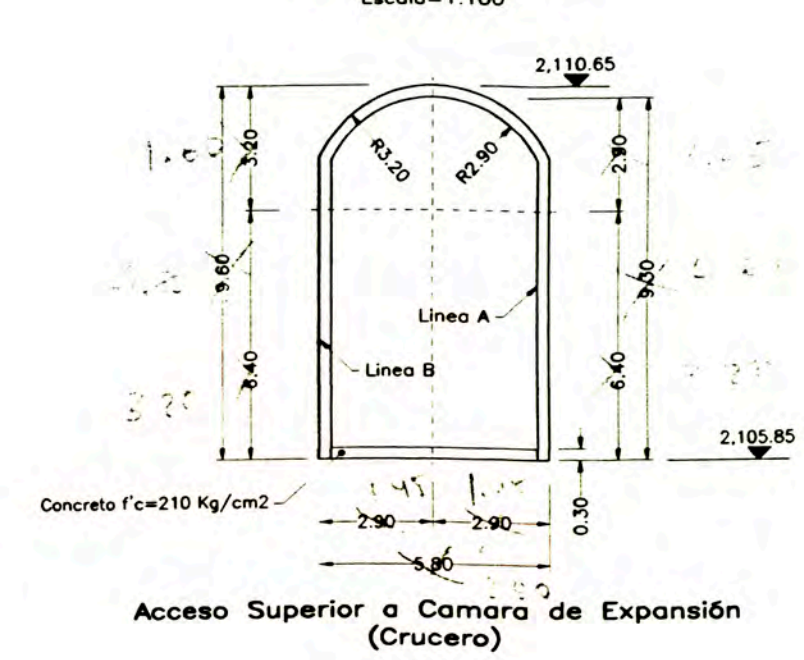
SECCIONES



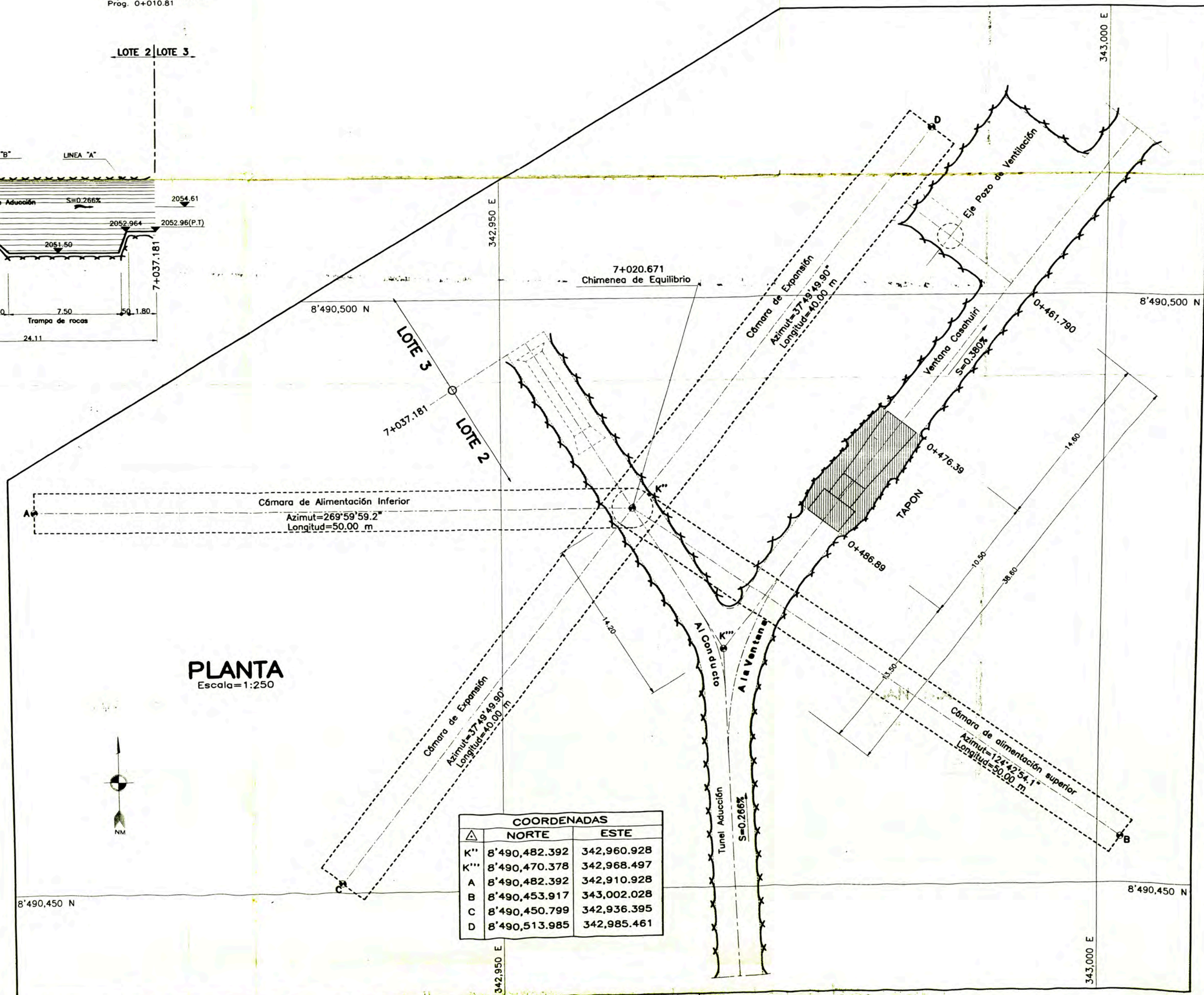
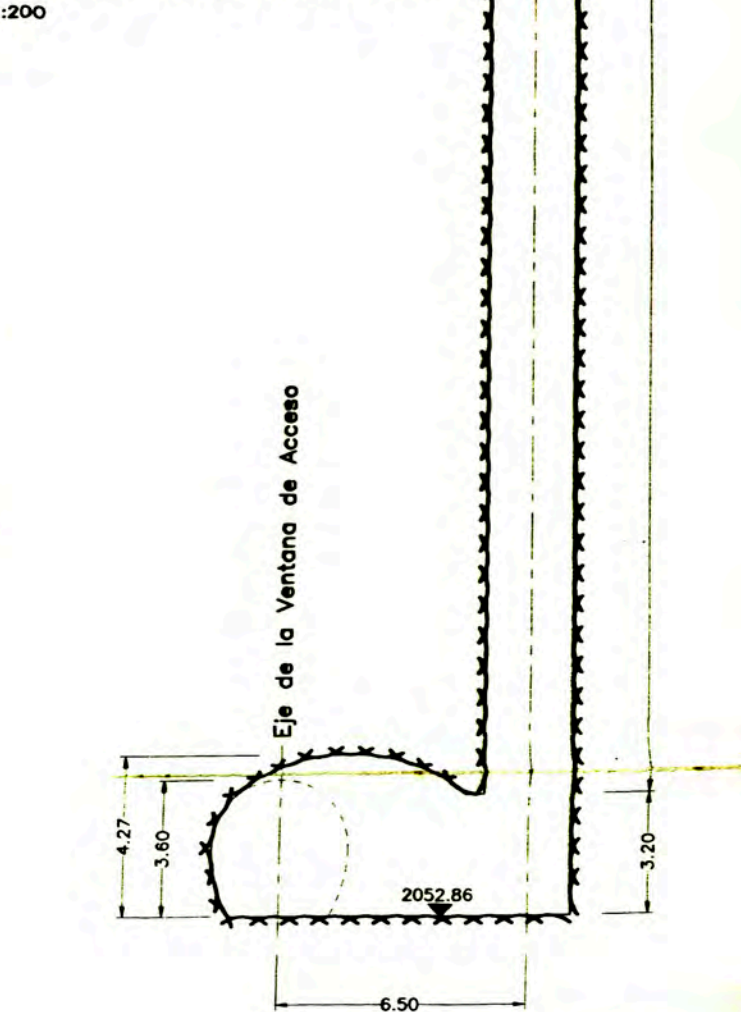
SECCION F-F



SECCION G-G



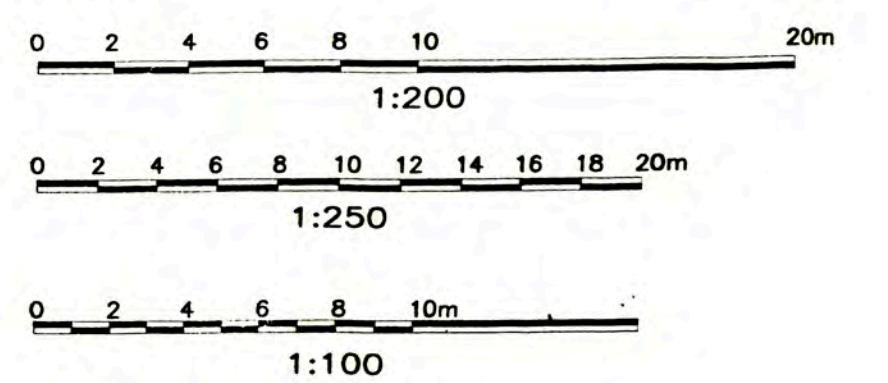
PERFIL POZO VENTILACION



PLANOS DE REFERENCIA:

PLANO N° 490-EX-001 PLANO DE EXCAVACION-CONDUCTO FORZADO-POZO INCLINADO
PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES TÍPICAS

ESCALAS



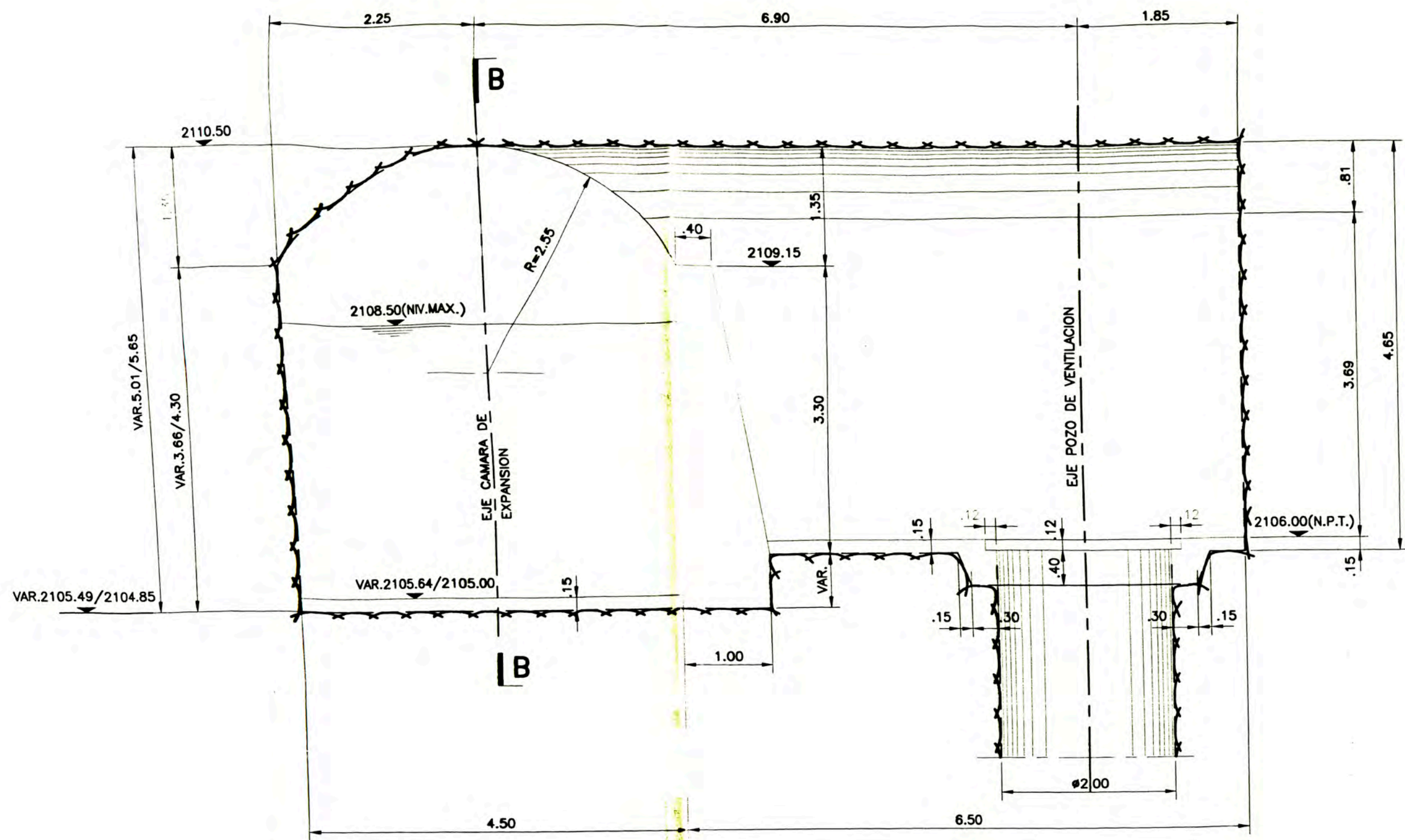
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.
INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II
SAN GABAN II LOTE 2

PROYECTO EJECUTIVO - TUNEL DE ADUCCION

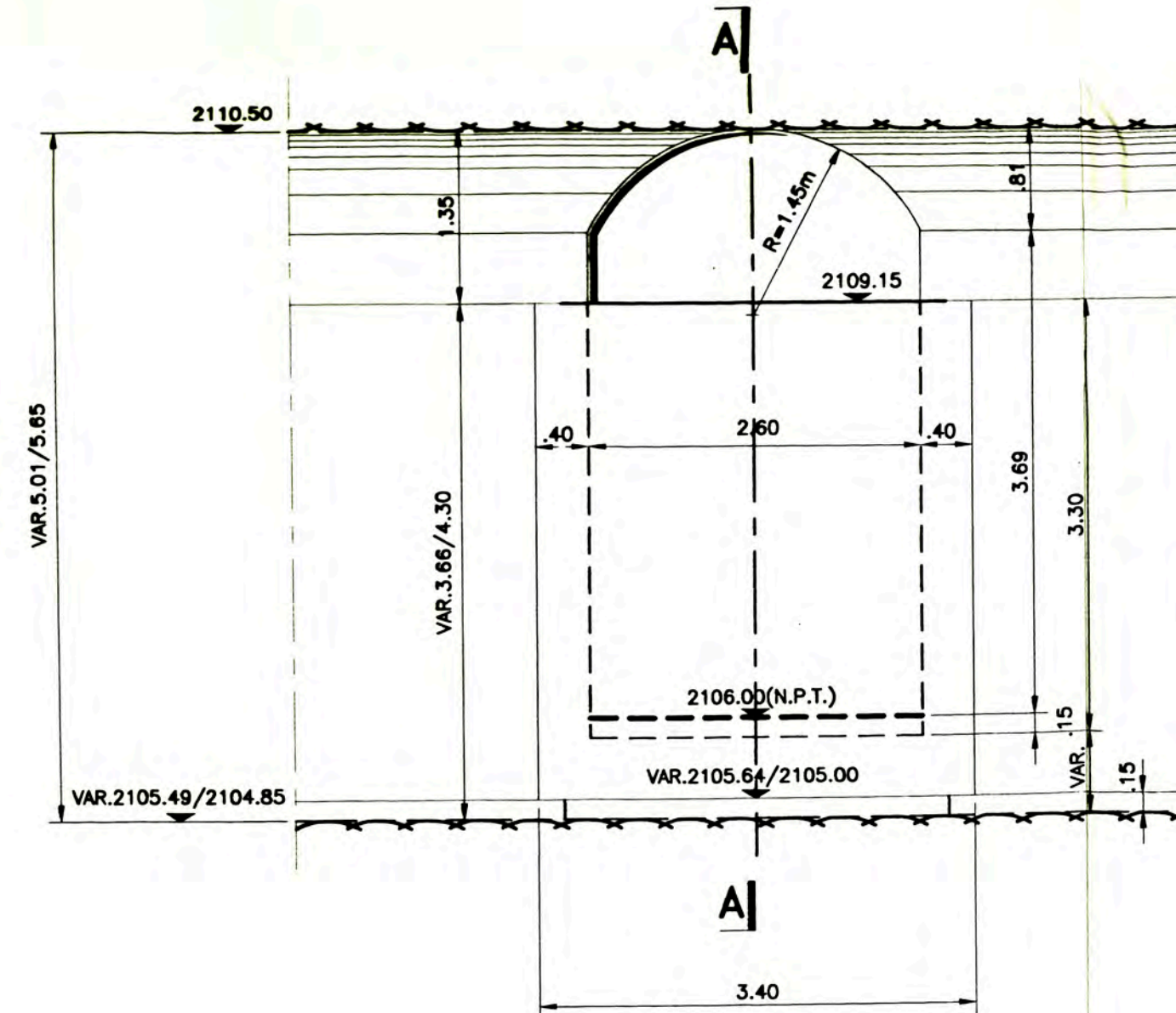
PLANTA, PERFIL Y SECCIONES CHIMENEA DE EQUILIBRIO

ELABORADO: B.F.Y.	REVISADO: A. BAUR
DIBUJO: CAD/A.V.L.	APROBADO: P.B.B.

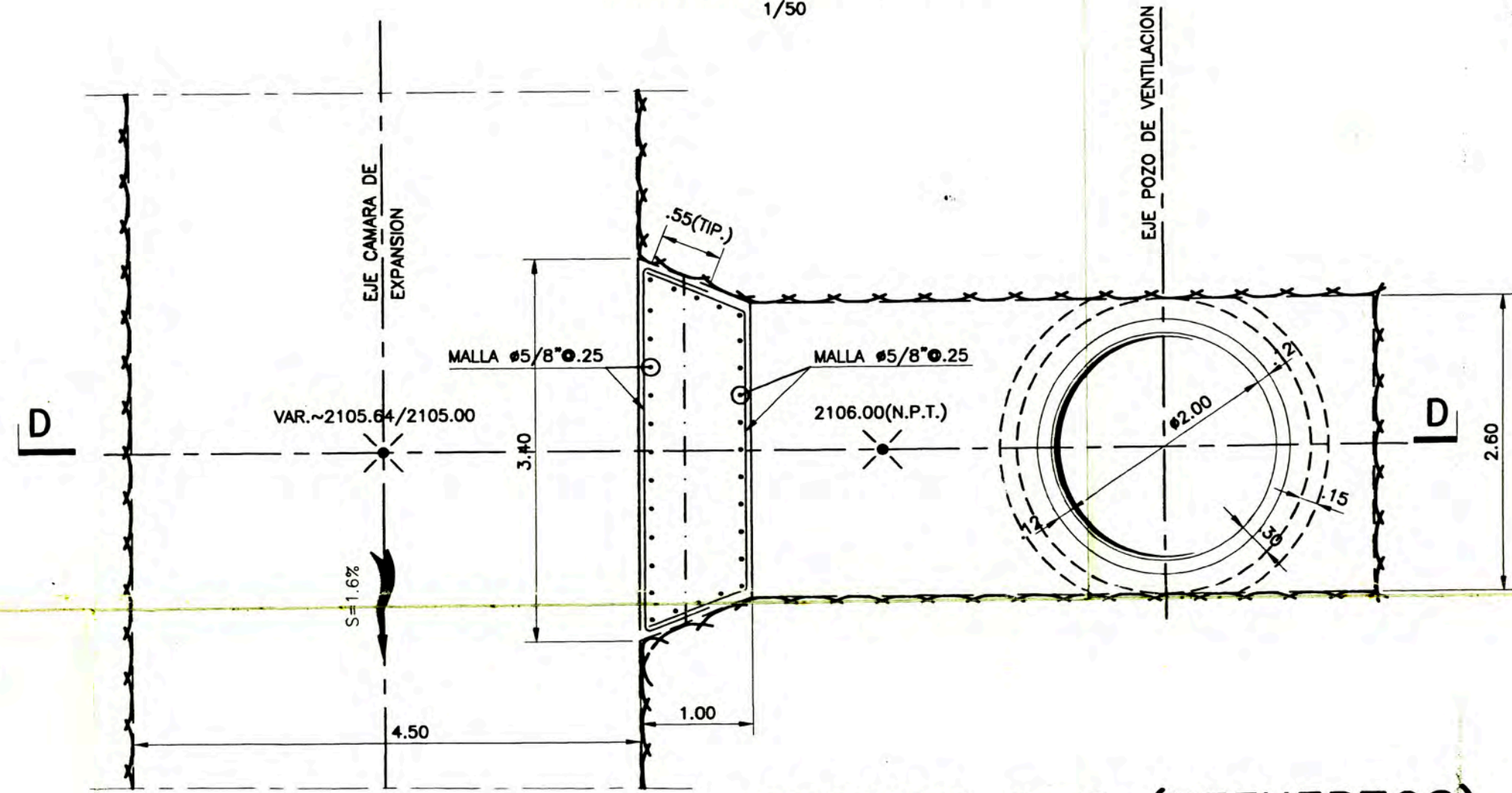
CONSTRUTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A.
FECHA: 5-12-97
PROYECTO: PPS-CH-001



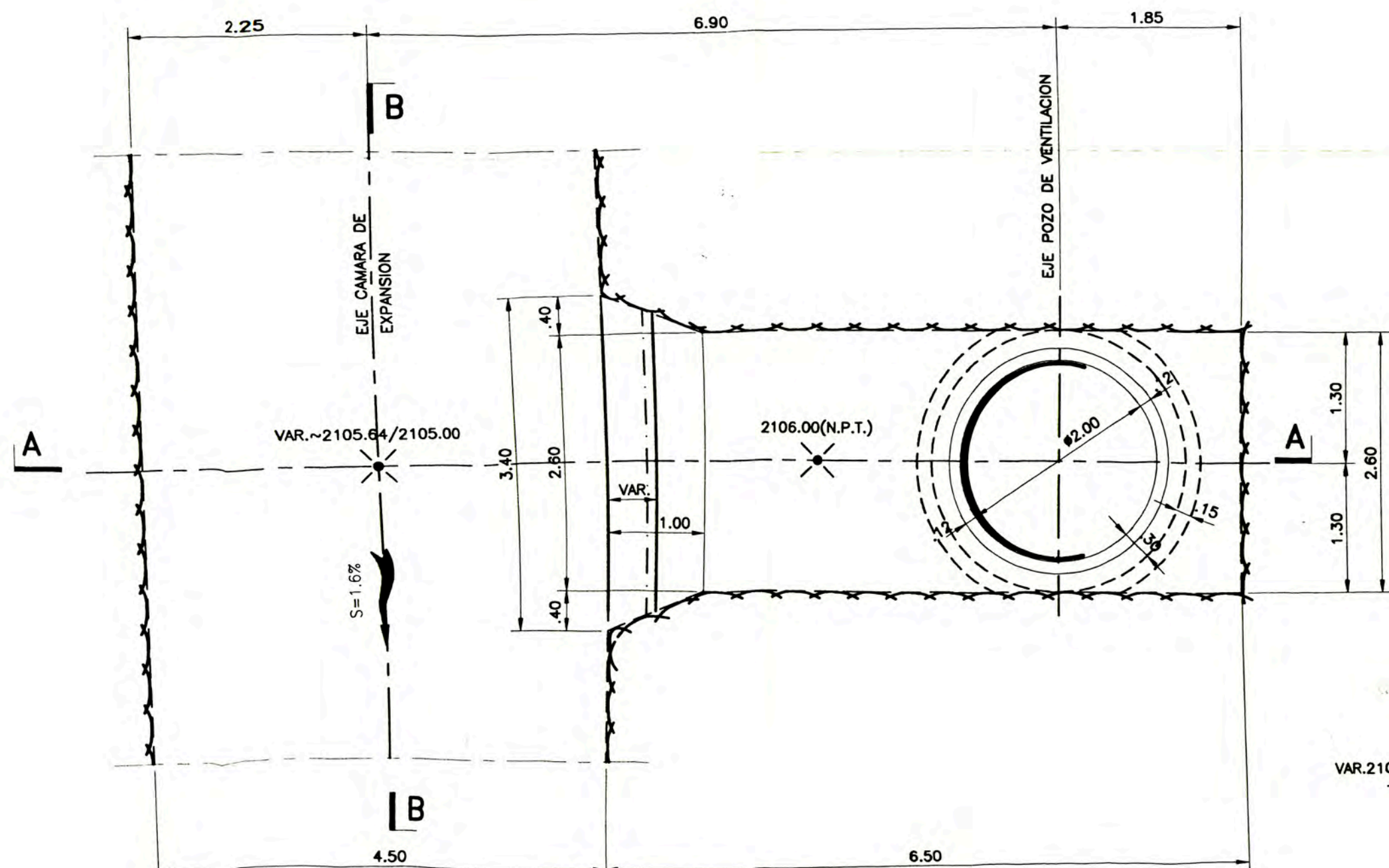
SECCION A-A
1/50



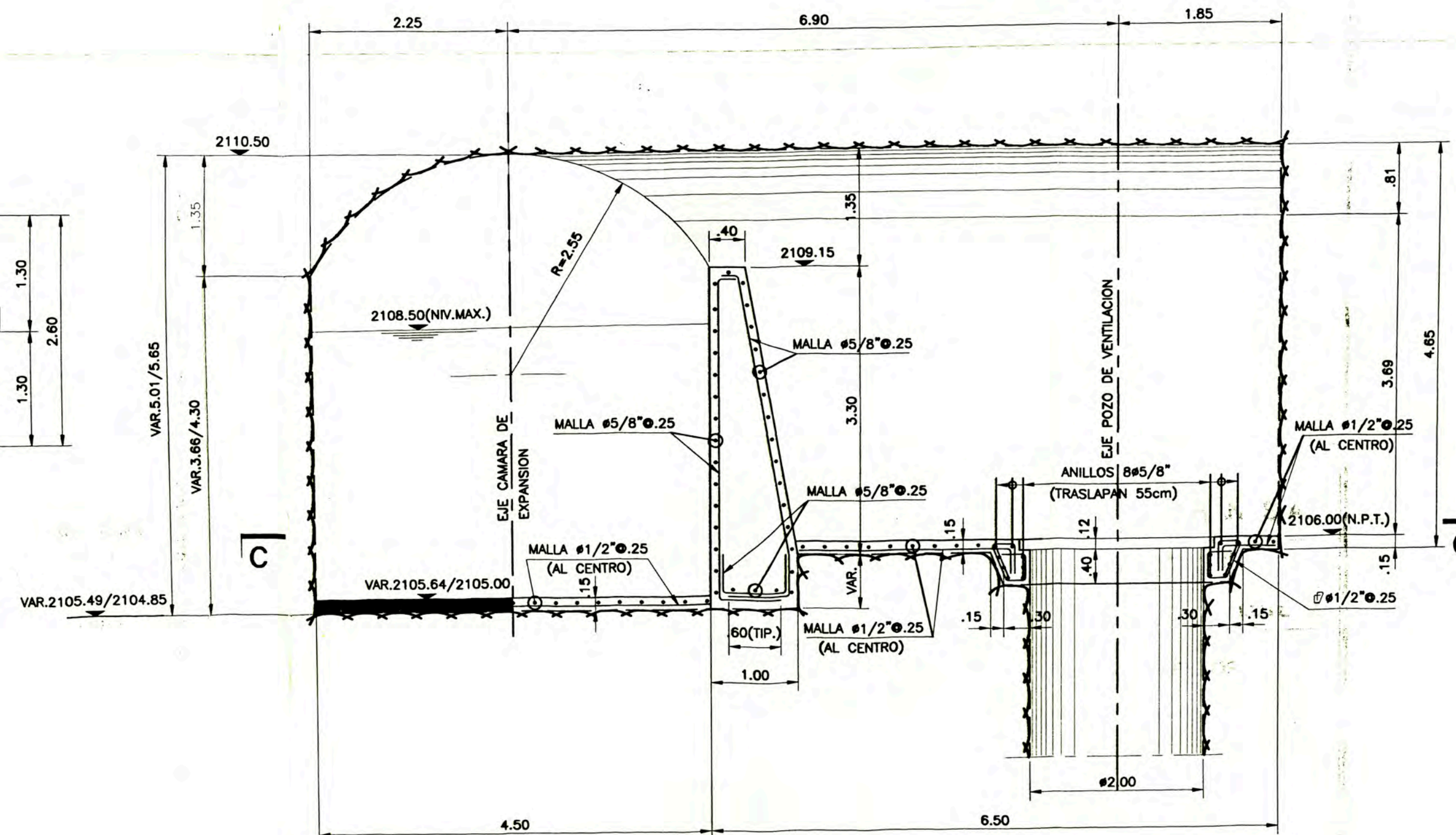
SECCION B-B
1/50



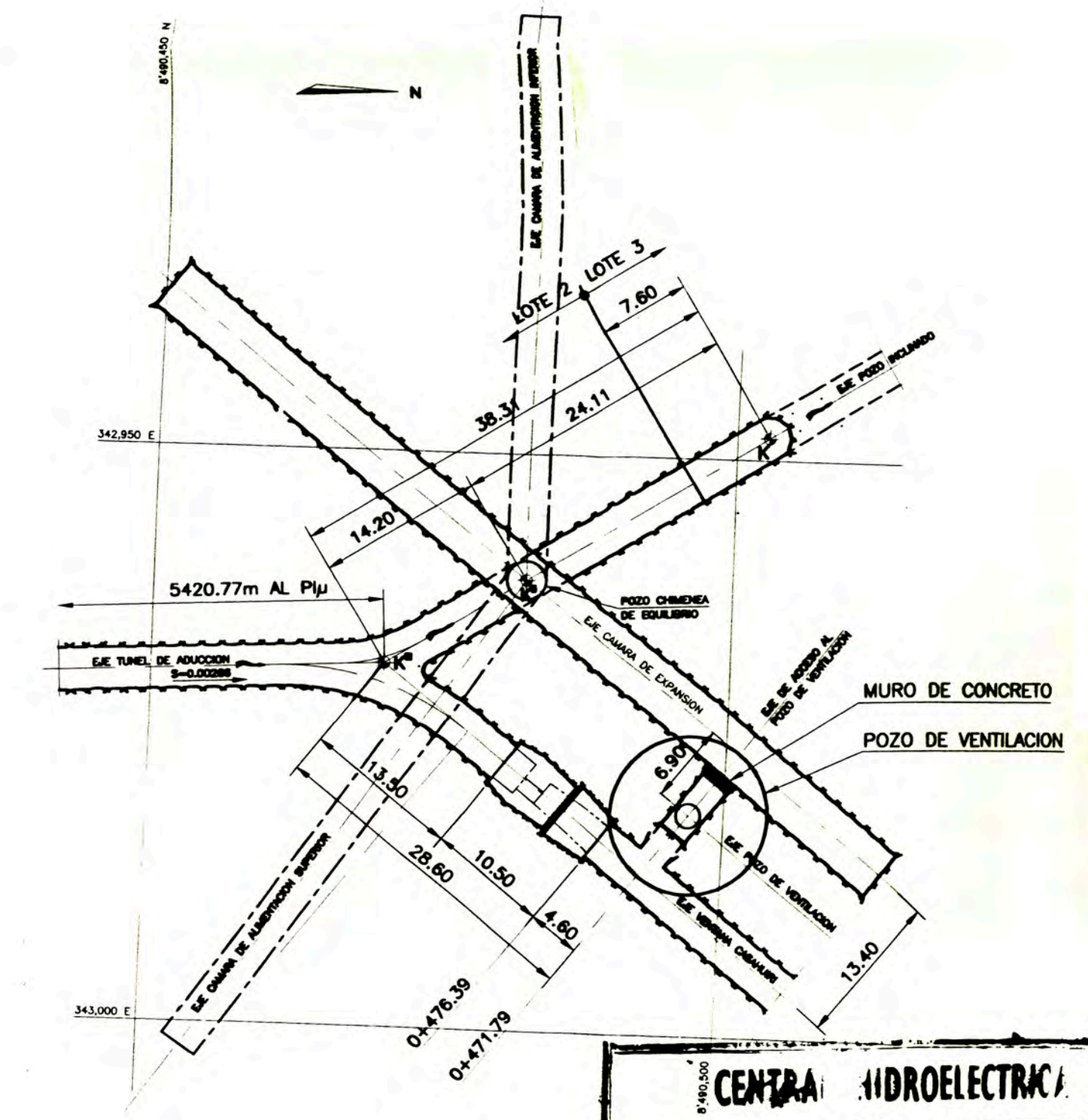
SECCION C-C (REFUERZOS)
1/50



PLANTA
1/50



SECCION D-D (REFUERZOS)
1/50



UBICACION
ESC. 1/500

CENTRA HIDROELECTRICA SAN GABAN II			
PLANO COMO CONSTRUIDO			
Elaborado	Revisado	Aprobado	PLANO N°
Fecha:	Fecha:	Fecha: 12 AGO. 1999	
Firma:	Firma:	Firma:	

ESPECIFICACIONES:
 CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 ACERO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 RECUBRIMIENTOS LIBRES:
 GENERAL 5.0cm.
 LOS MENORES DE .30 m 2.5cm.

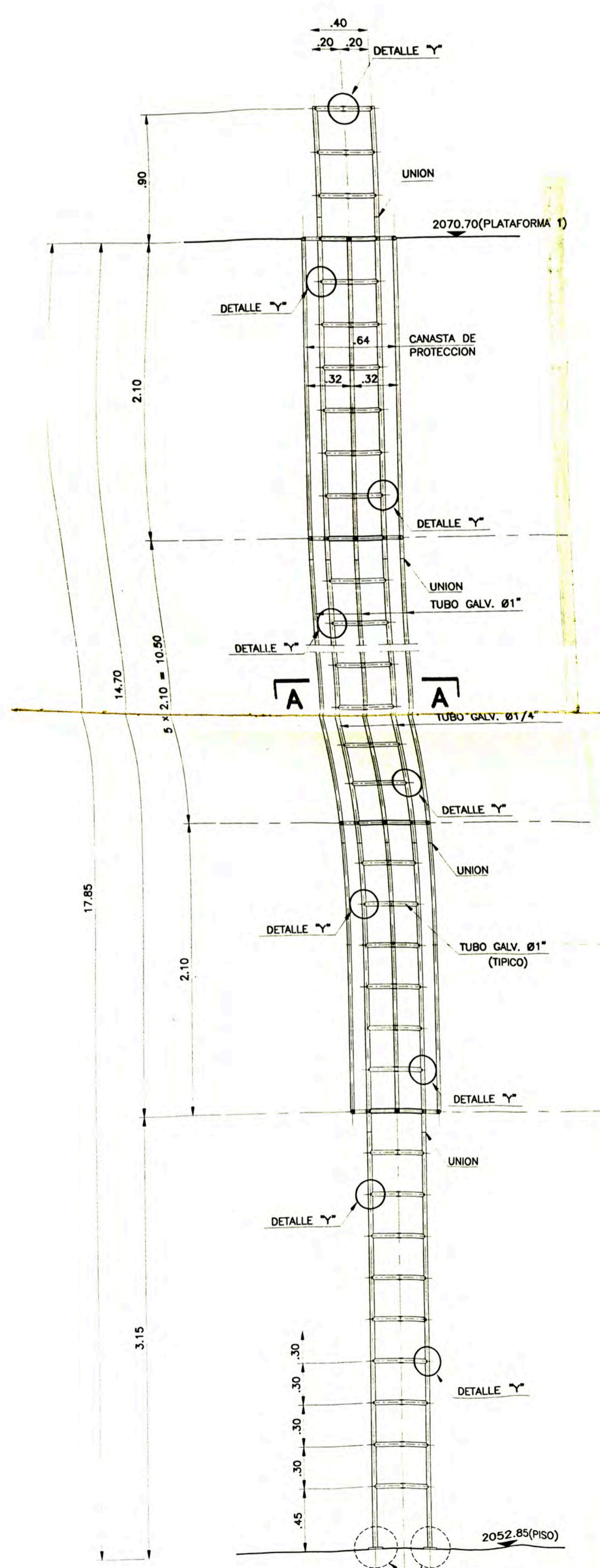
PLANOS DE REFERENCIA

- PLANO N° 340-EX-001 PLANO DE EXCAVACION- CHIMENEA DE EQUILIBRIO PLANTA
- PLANO N° 340-RE-005 PLANO DE REFUERZOS- CHIMENEA DE EQUILIBRIO-MURO DE CONCRETO PLANTA SECCIONES

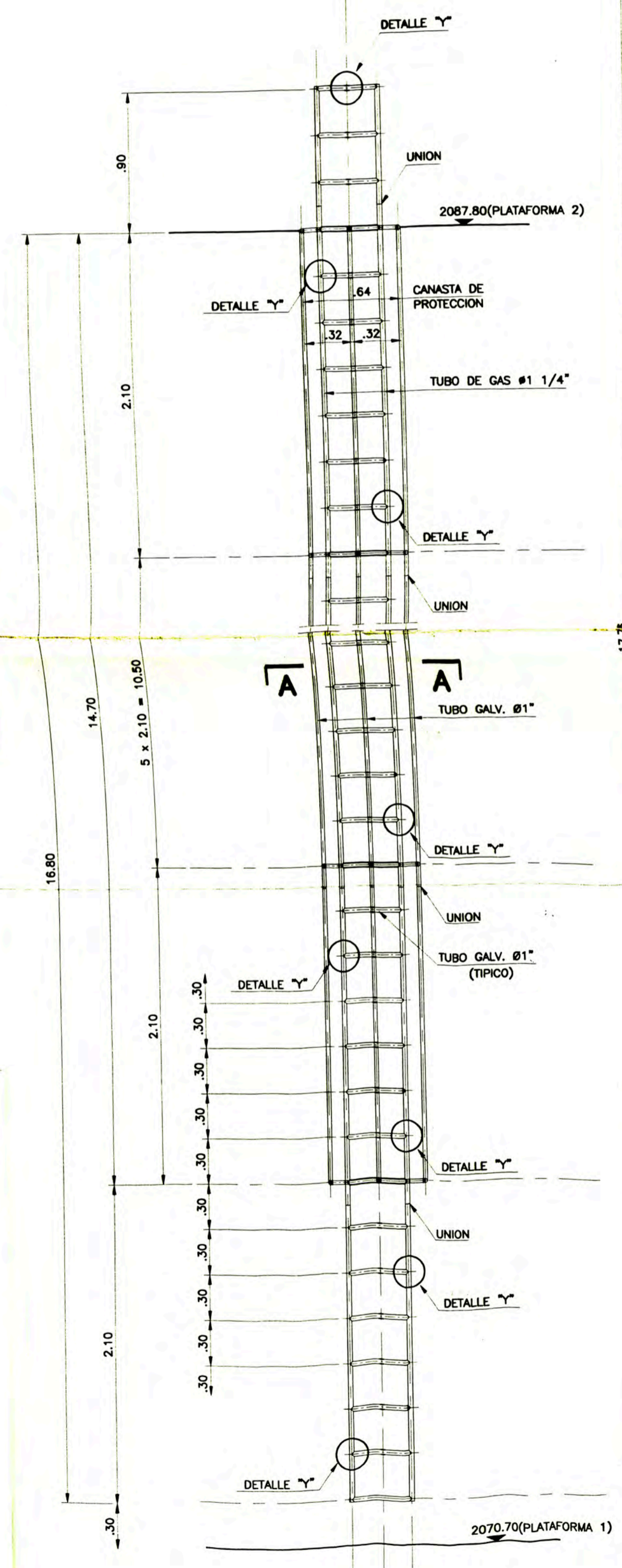


MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS		
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.		
INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II		
SAN GABAN II		LOTE 2
PROYECTO EJECUTIVO - PLANO DE ENCOFRADO-REFUERZOS		
CHIMENEA DE EQUILIBRIO		
MURO DE CONCRETO		
PLANTA Y SECCIONES		
ELABORADO: B.F.Y.	REVISADO: A. BAUR	ESCALA: 1:50
DIBUJO: CAD/A.V.L.	APROBADO: P.B.B.	FECHA: 5-12-97

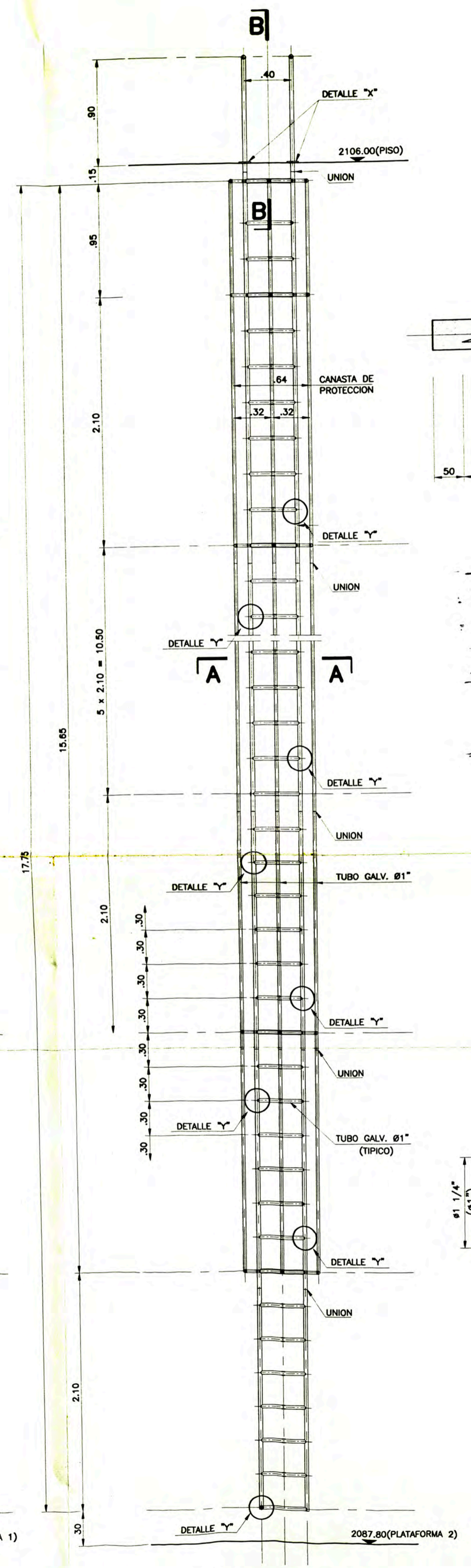
ESCALERA 1



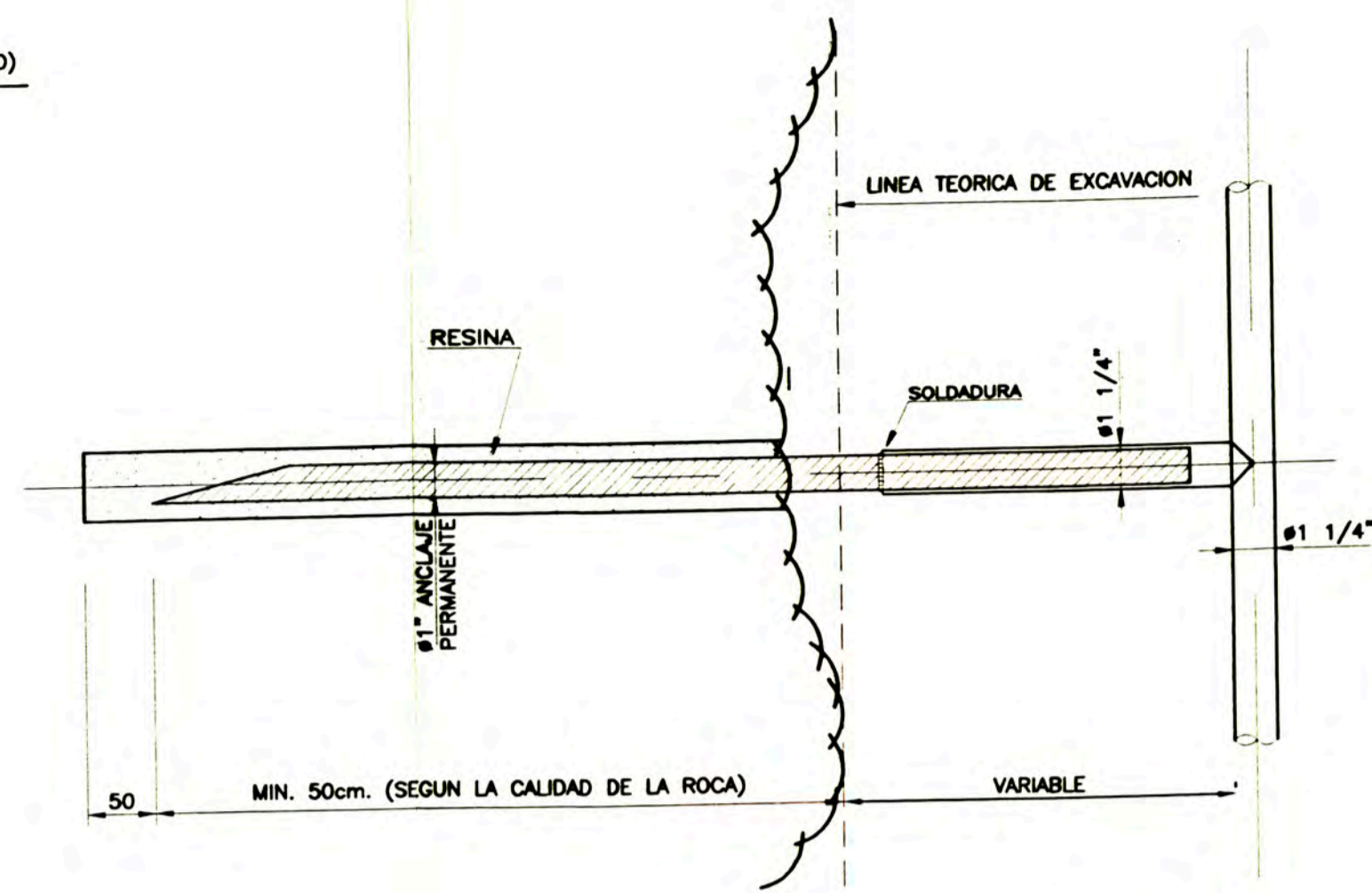
TRAMO 1/A
ESC. 1:25



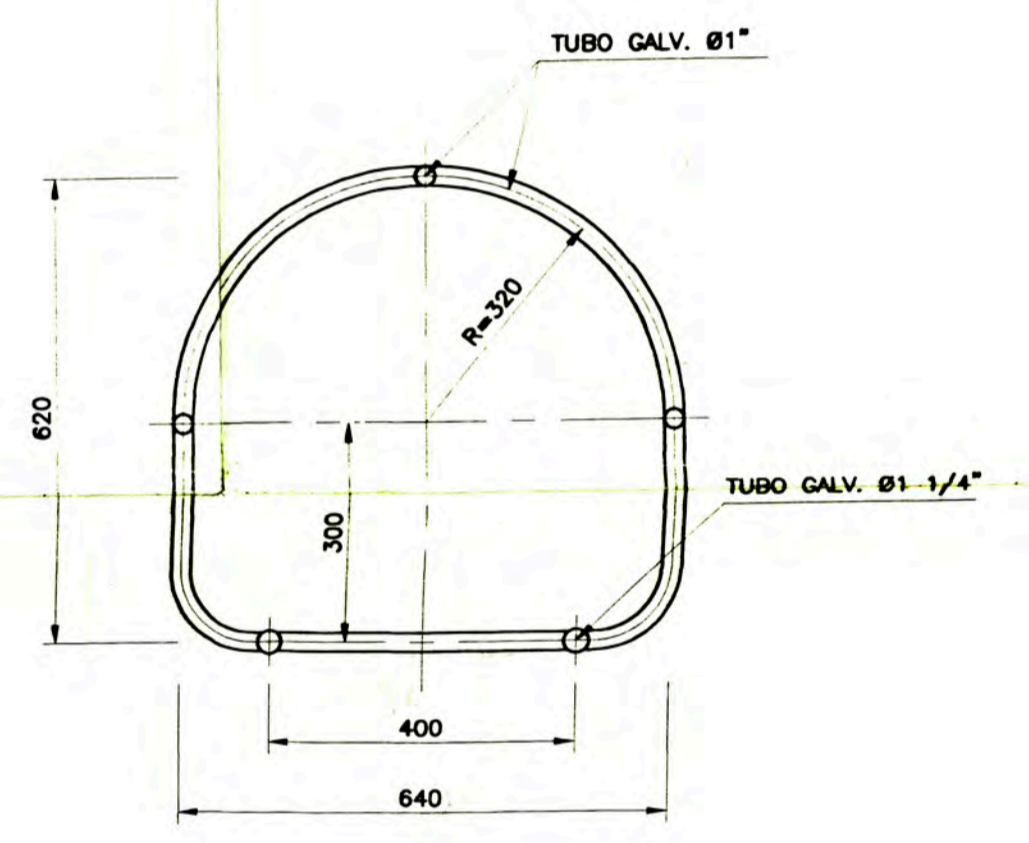
TRAMO 1/B
ESC. 1:25



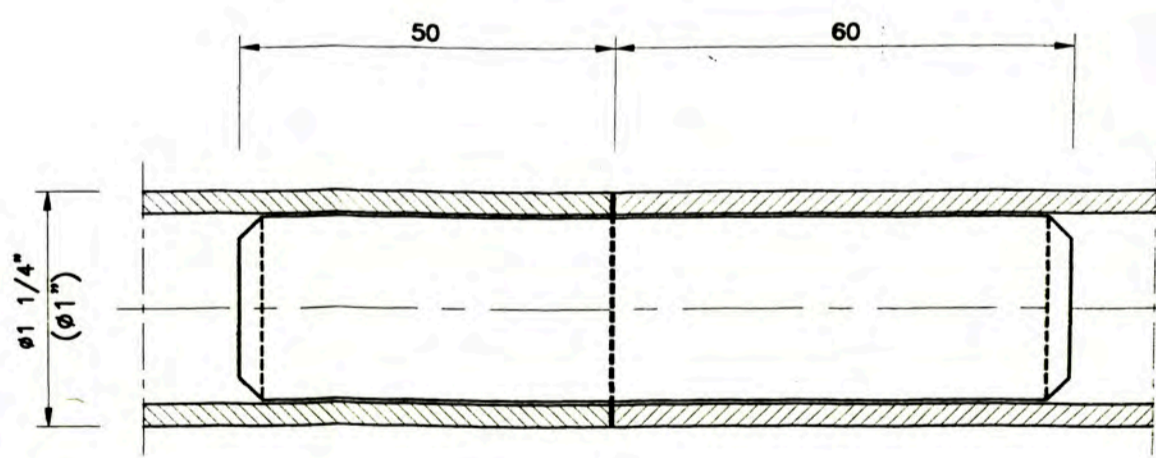
TRAMO 1/B
ESC. 1:25



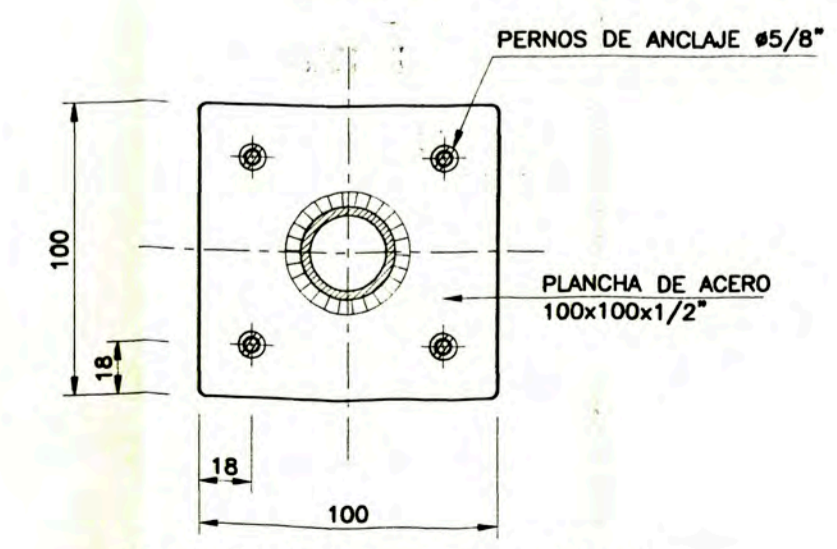
DETALLE "X"
ESC. 1:5



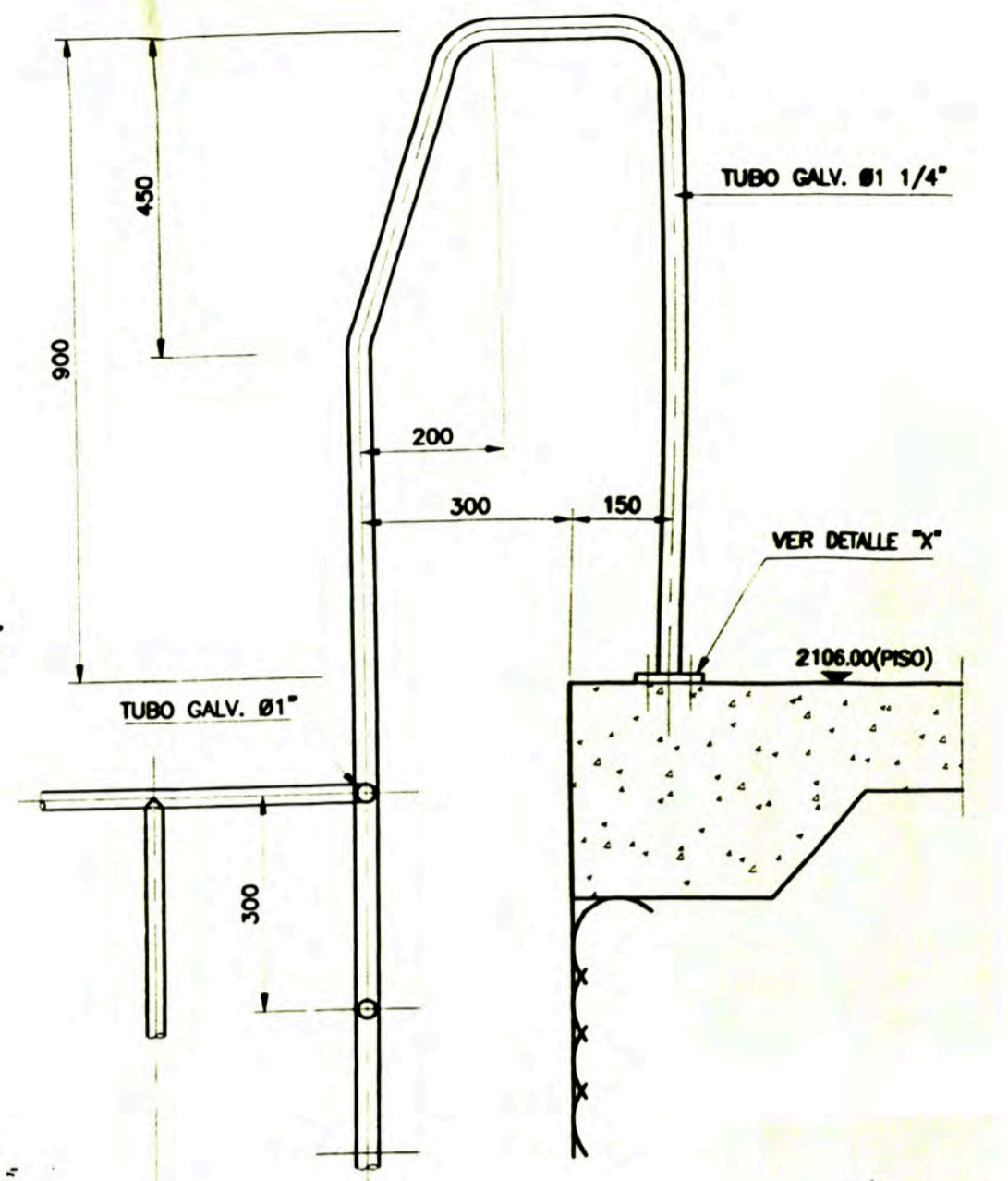
SECCION A-A
ESC. 1:10



DETALLE UNION
ESC. 1:1



DETALLE - "X"
ESC. 1:2.5



SECCION B-B
ESC. 1:10

- PLANOS DE REFERENCIA:**
- 340-EN-001 ENCOFRADO - CHIMENEA DE EQUILIBRIO PLANTA
 - 340-EX-002 EXCAVACION - CHIMENEA DE EQUILIBRIO SECCIONES (1)

LEYENDA:

	CONCRETO f _c =210 Kg/cm ²
	RESINA

CENTRO OROELECTRICA SAN GABAN

PLANO DE CONSTRUCCION

CONSTRUCION ANDRADE GUTIERREZ S.A. ASOCIADOS INGENIEROS

Elaborado	Revisado	Aprobado	PLANO B
Fecha:	Fecha:	Fecha:	
Firma:	Firma:	Firma:	

12 AGO. 1999

ESCALA:

0	.50	1.00	1.50	2.00	2.50m (TRAMOS)
0	.20	.40	.60	.80	1.00m (SECC. A-A Y B-B)
0	.05	.10	.15	.20	0.25m (DETALLE)

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN

INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II

SAN GABAN II

PROYECTO EJECUTIVO - CHIMENEA DE EQUILIBRIO

POZO DE VENTILACION

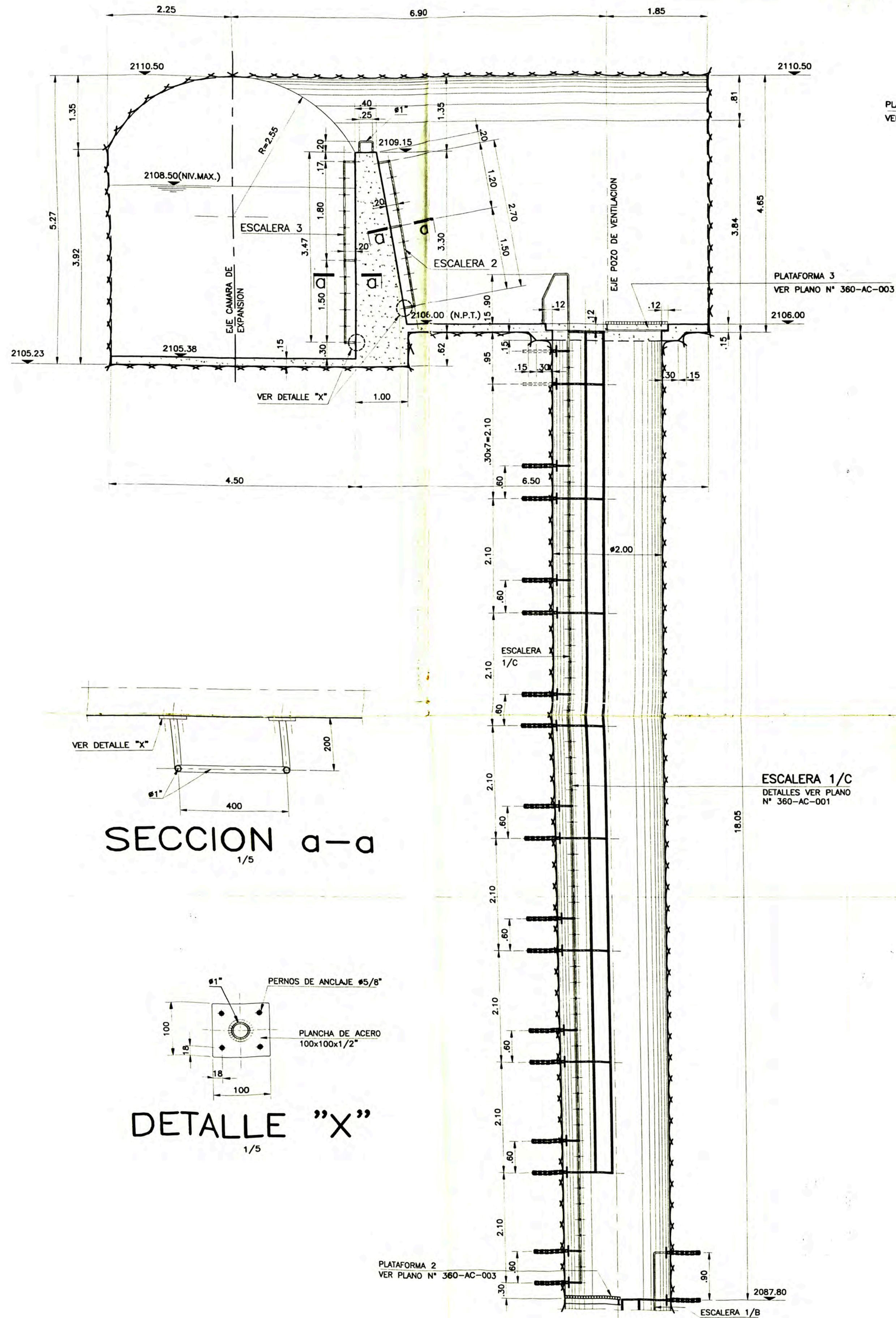
ESCALERA METALICA

ELABORADO:	REVISADO:
B.F.Y.	A. BAUR
DIBUJO:	APROBADO:
CAD/AV.L.	P.B.B.

CONSTRUCTORA
ANDRADE GUTIERREZ S.A.

SECCION ACCESO CHIMENEA

1/50



PLATAFORMA 2
VER PLANO N° 360-AC-003

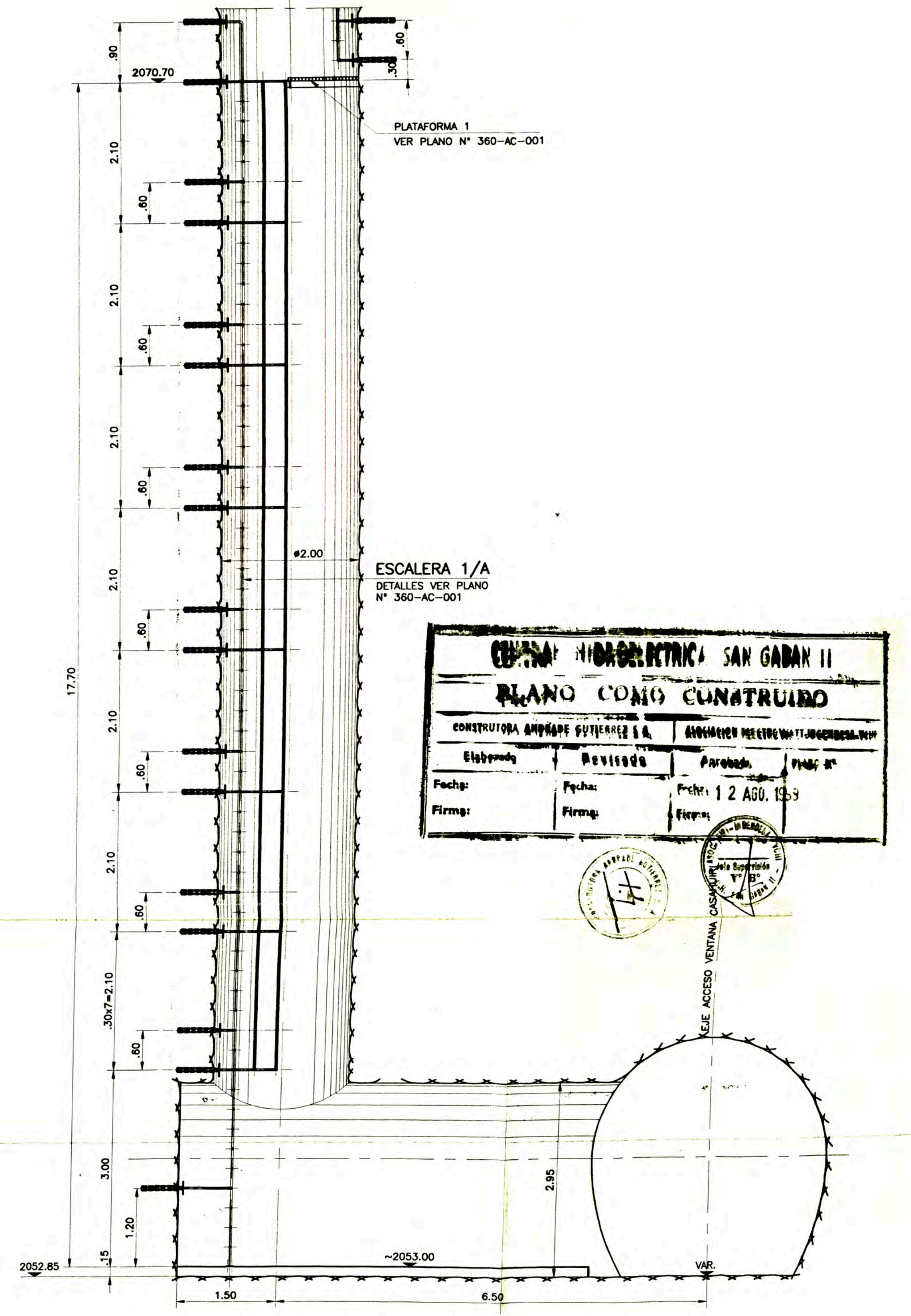
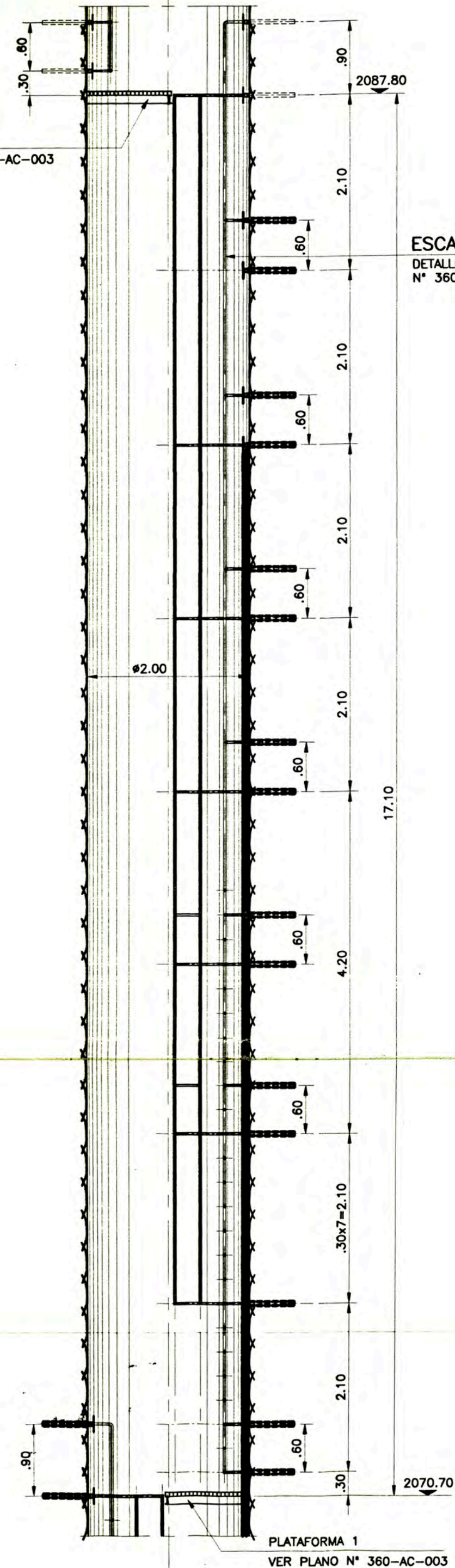
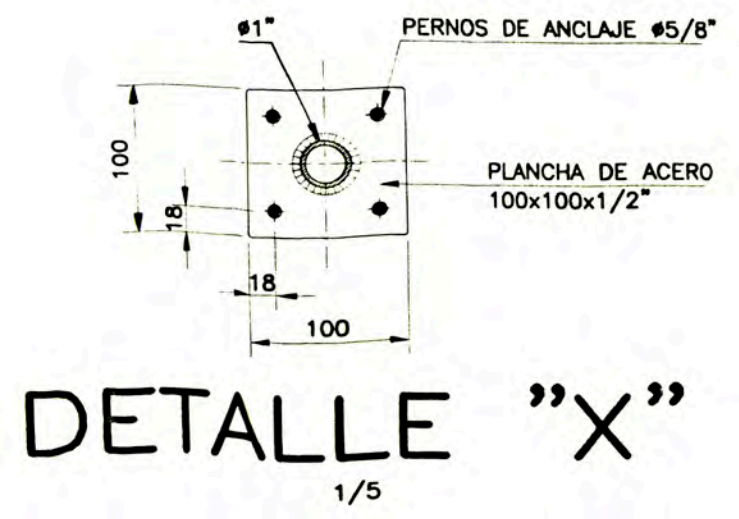
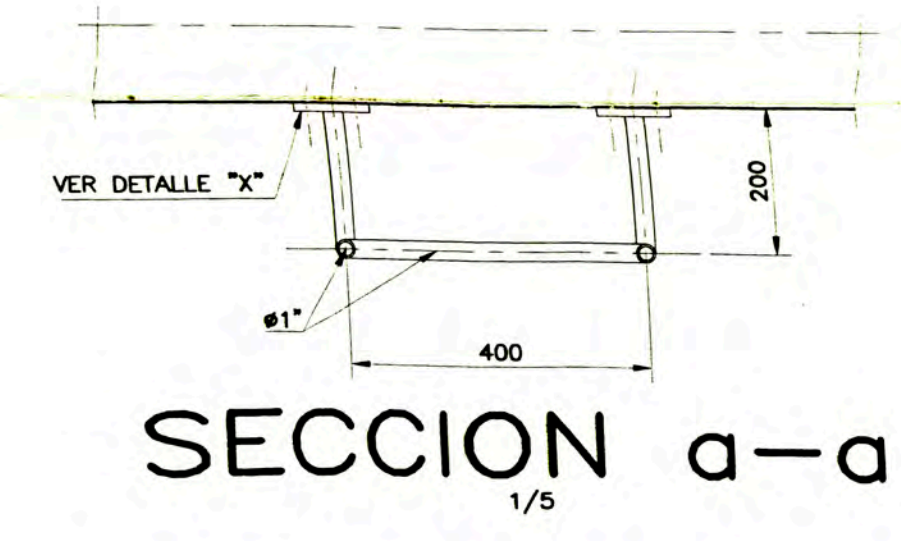
ESCALERA 1/B
DETALLES VER PLANO
N° 360-AC-001

PLATAFORMA 3
VER PLANO N° 360-AC-003

ESCALERA 1/A
DETALLES VER PLANO
N° 360-AC-001

ESCALERA 1/C
DETALLES VER PLANO
N° 360-AC-001

PLATAFORMA 1
VER PLANO N° 360-AC-003



C.H. SAN GABAN II
PLANO COMO CONSTRUIDO

CONSTRUTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A. ASOCIACION ELECTROTECNICA DEL PERU

Elaborado:	Revisado:	Aprobado:	Fecha:
			12 AGO. 1999

Fecha: 12 AGO. 1999

- NOTAS:**
- 1.- COTAS Y MEDIDAS EN METROS
 - 2.- CUALQUIER MODIFICACION AL DISEÑO SE HARA DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE OBRA CON APROBACION DE LA SUPERVISION
 - 3.- TODA LA CONSTRUCCION DE ACERO SERA GALVANIZADA

- PLANOS DE REFERENCIA**
- PLANO N° 360-AC-001 PLANO DE ACABADO-CHIMENEA DE EQUILIBRIO
 - POZO DE VENTILACION-ESCALERA METALICA



MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.

INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II LOTE 2

SAN GABAN II

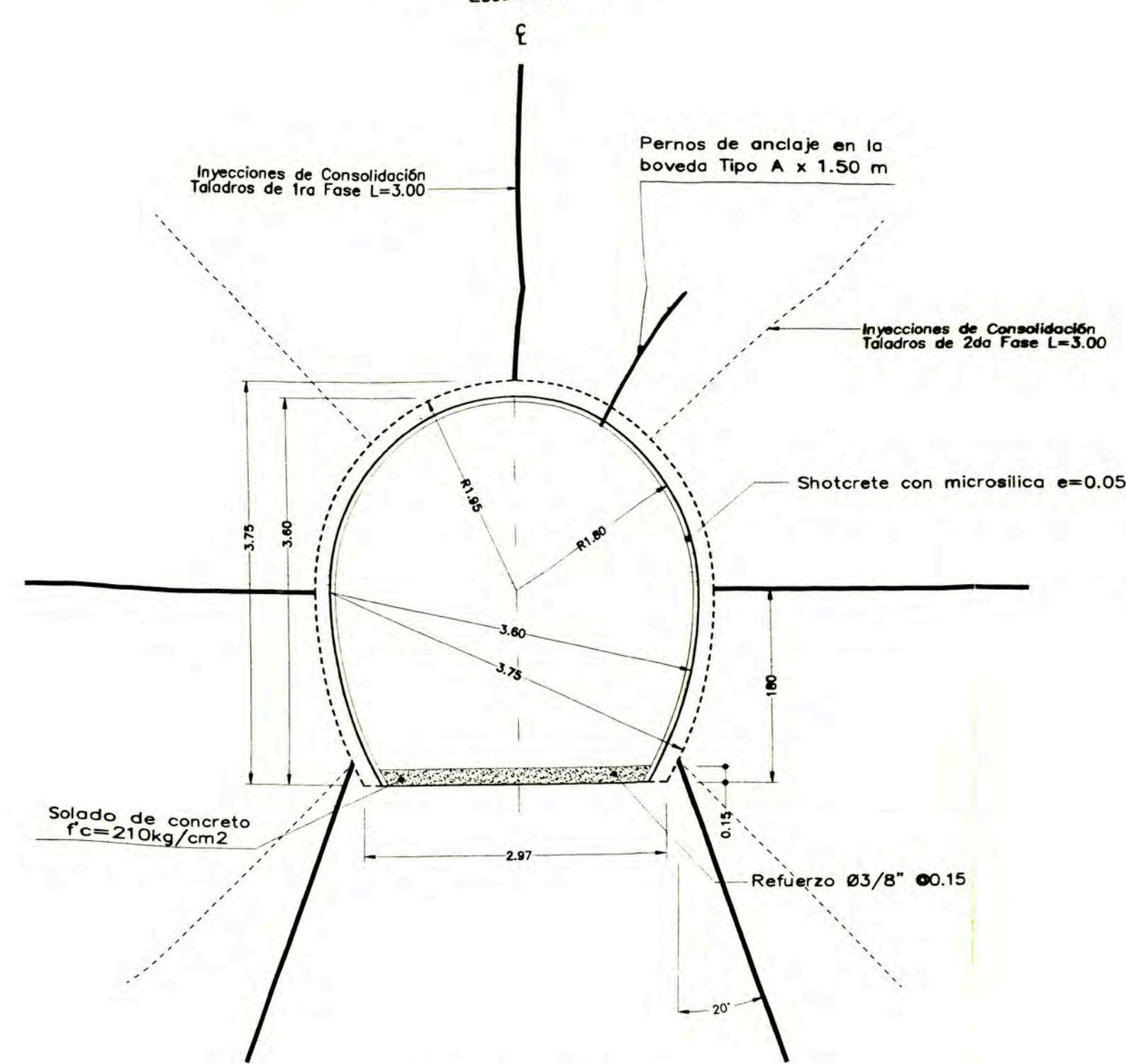
PROYECTO EJECUTIVO - ACCESO CHIMENEA DE EQUILIBRIO

ESCALERAS METALICAS
UBICACION Y DETALLES

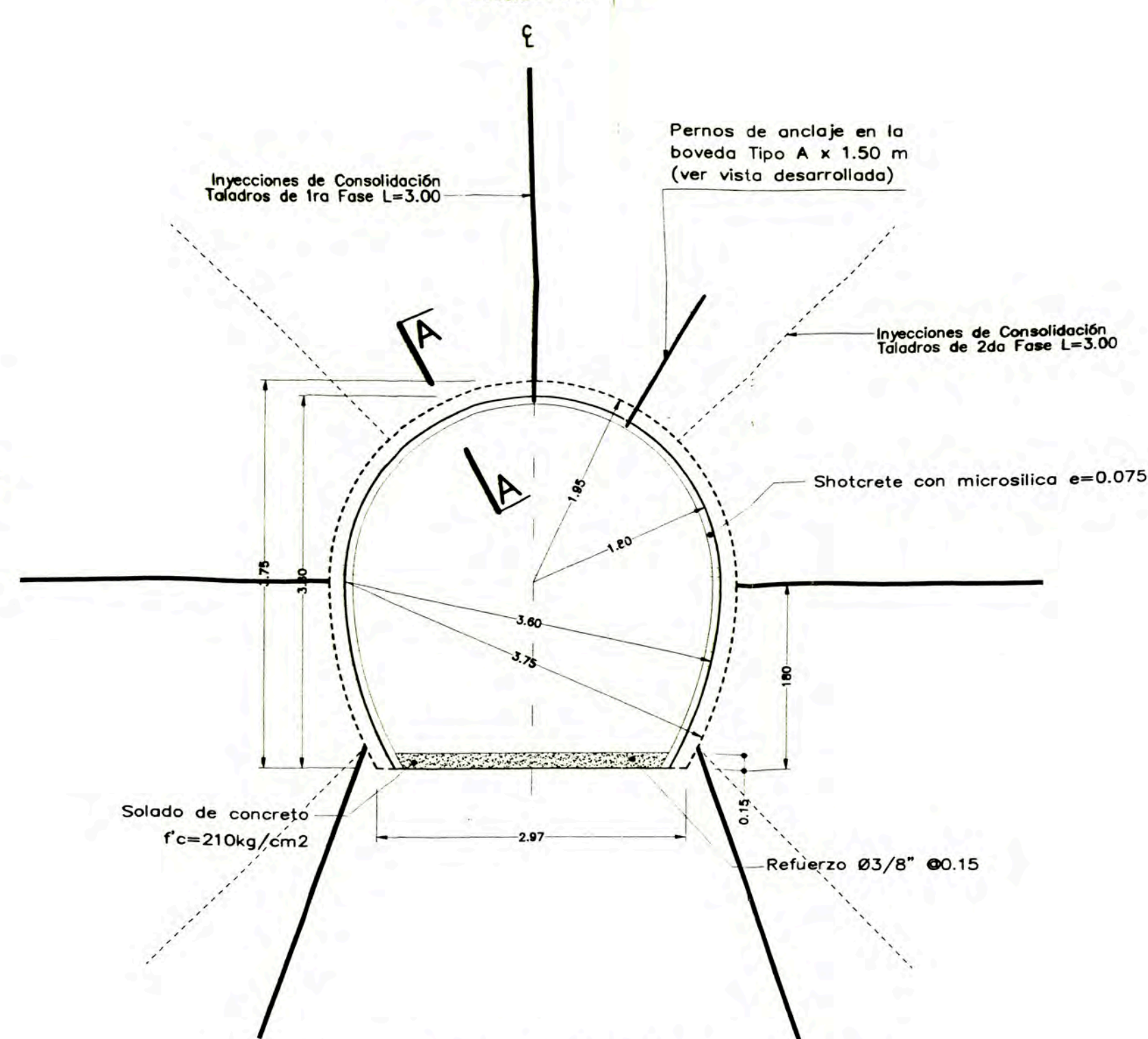
ELABORADO:	REVISADO:	ESCALA:	ARCHIVO:
B.F.Y.	A. BAUR	1:50	
DIBUJO:	APROBADO:	FECHA:	PLANO N°:
CAD/A.V.L.	P.B.B.	5-12-97	360-AC-002

CONSTRUTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A.

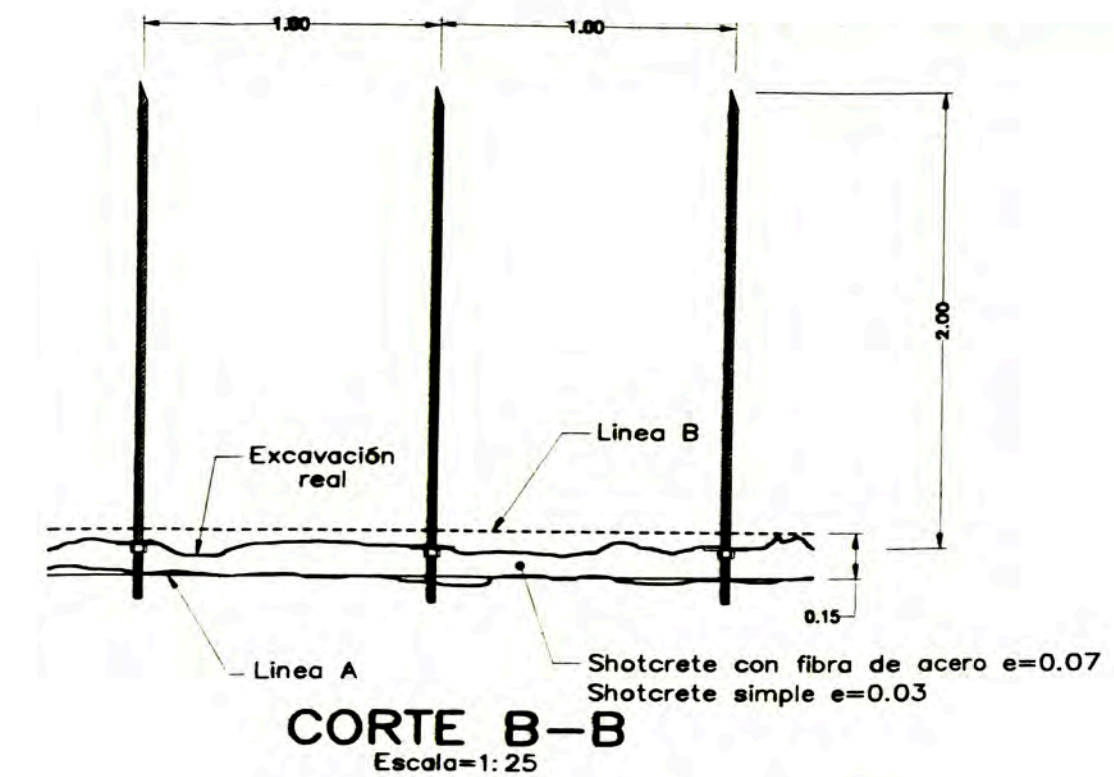
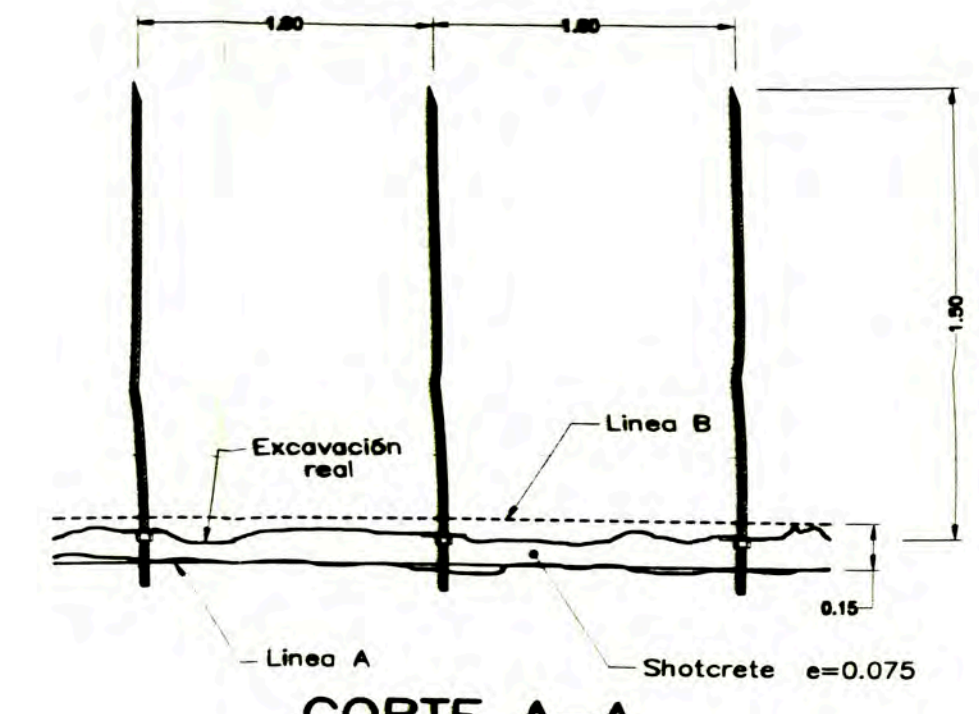
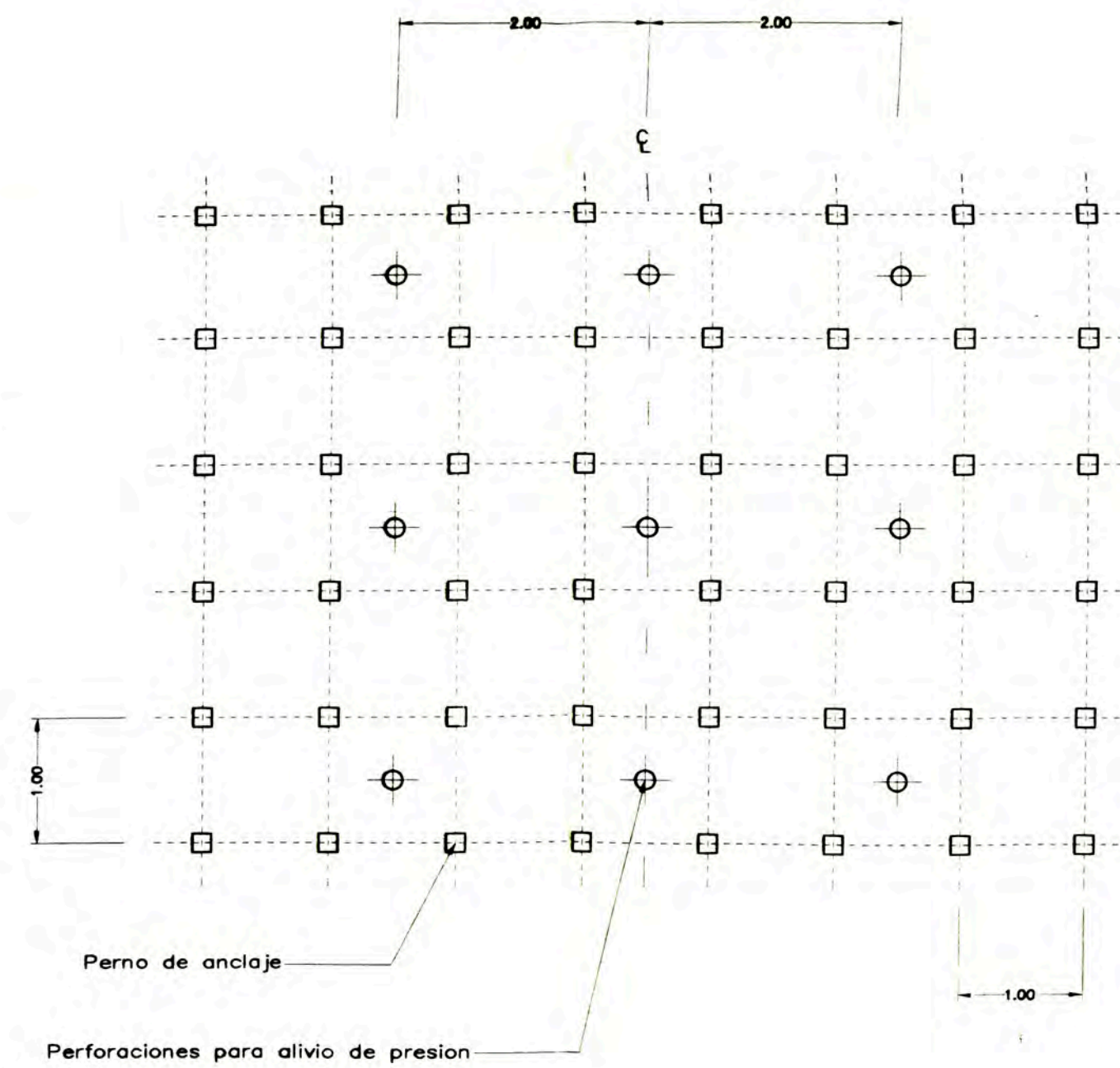
ROCA TIPO I
Escala=1:50



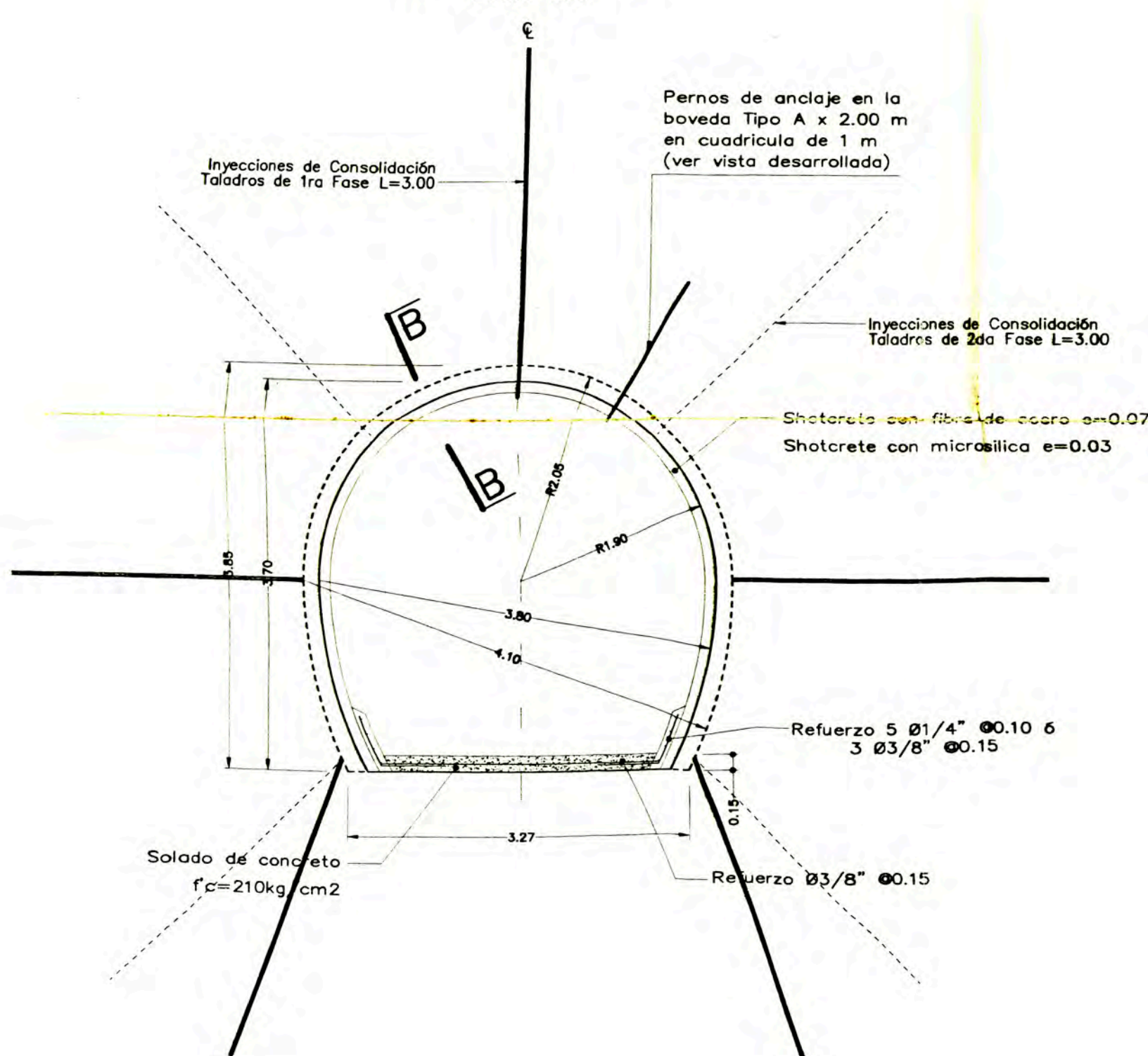
ROCA TIPO II
Escala=1:50



VISTA DESARROLLADA SOSTENIMIENTO CON PERNOS SISTEMATICOS ROCAS TIPO II y IIIA



ROCA TIPO IIIA
Escala=1:50



ROCA TIPO IIIB (Con Cerchas)
Escala=1:50

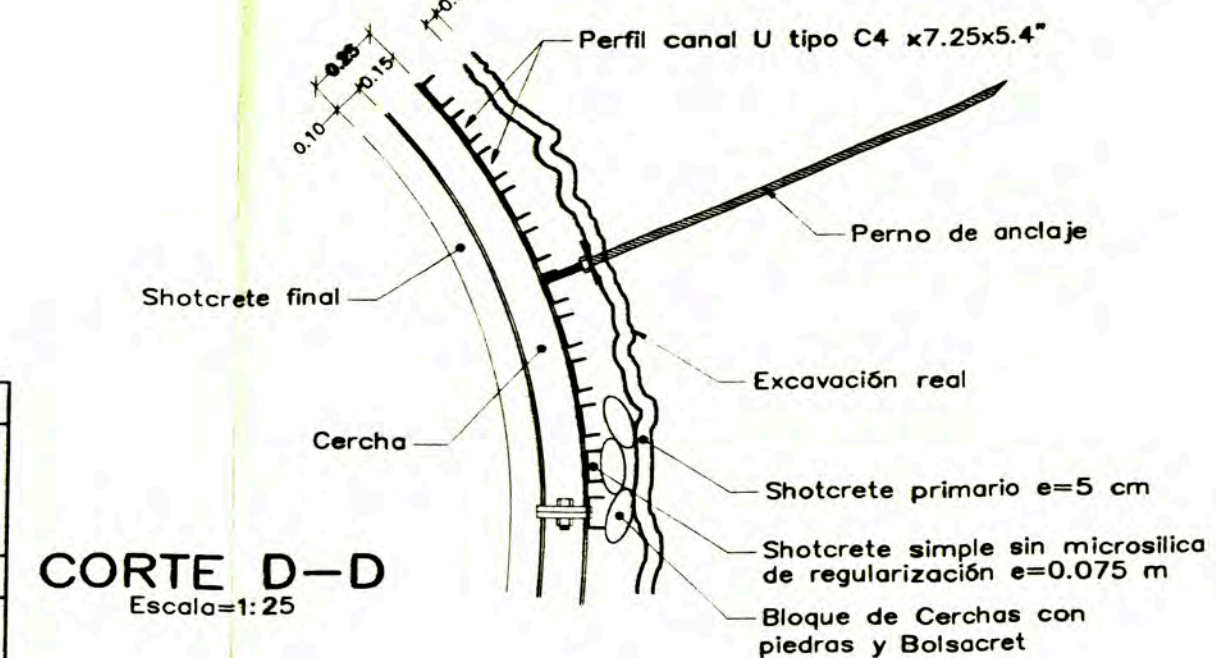
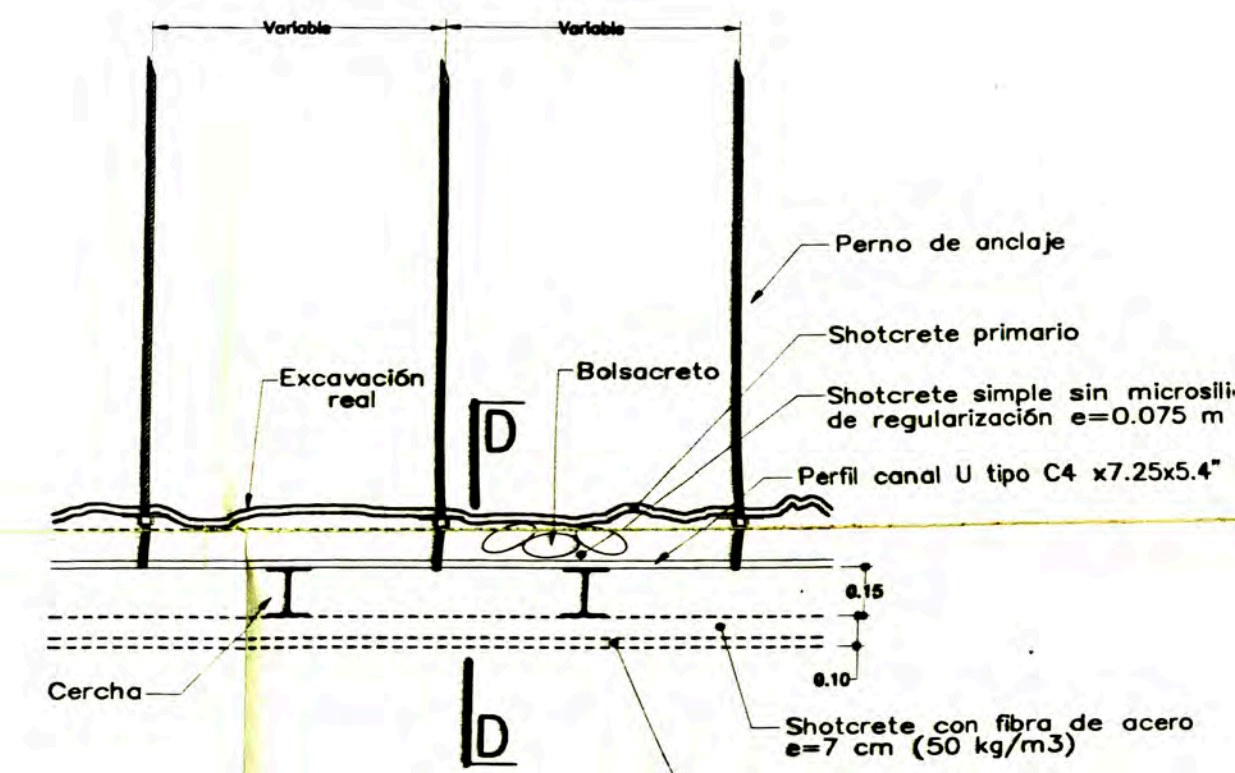
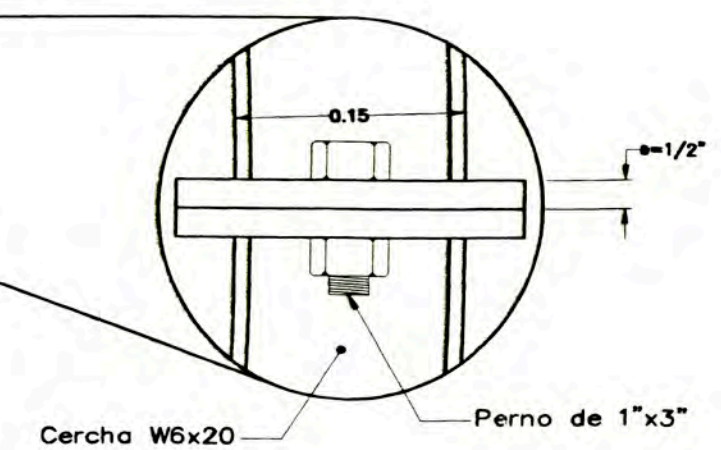
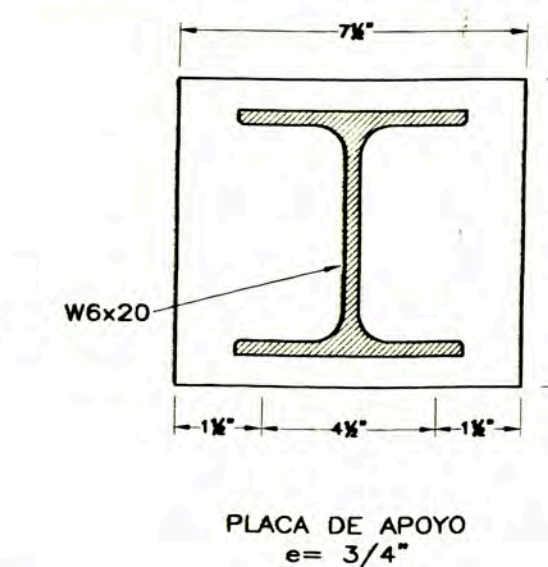
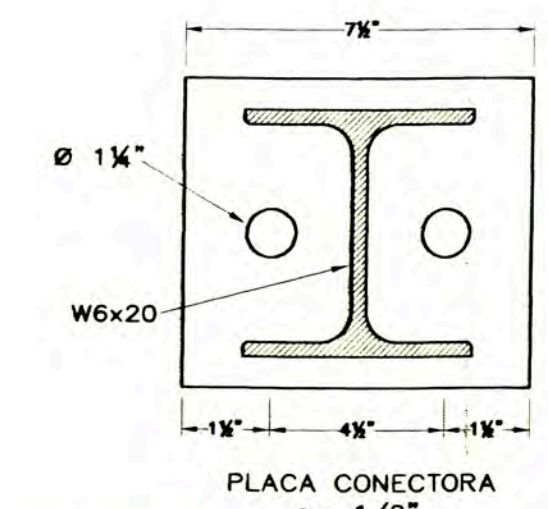
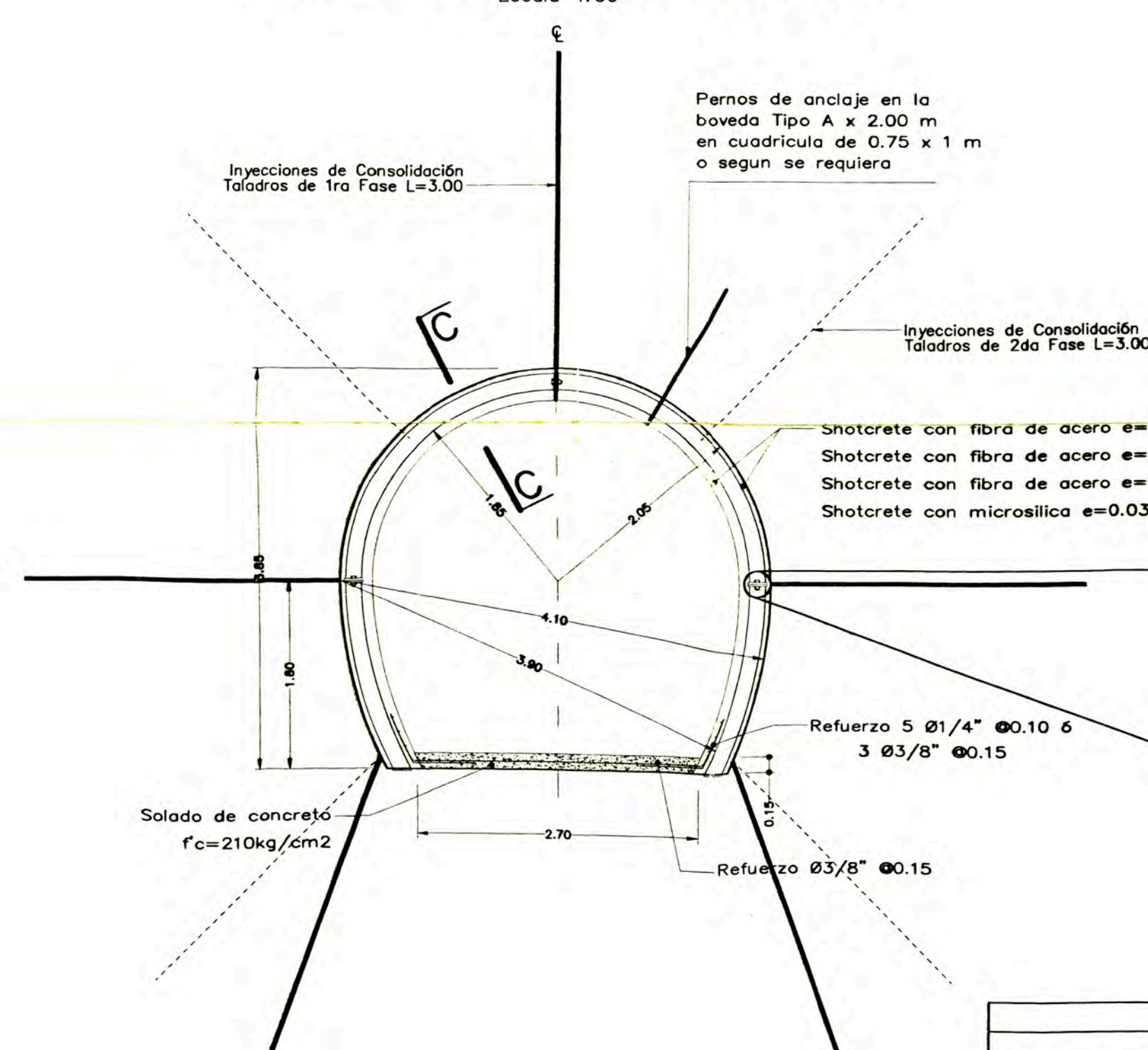
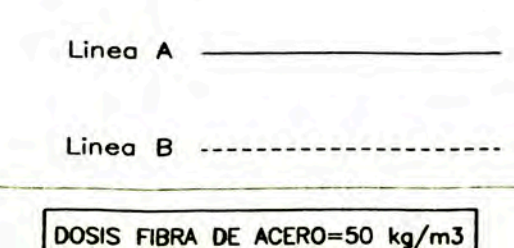


TABLA 1 - CONDICIONES DE LA MASA ROCOSA

	TIPO I	TIPO II	TIPO III-A	TIPO III-B
DESCRIPCION	Juntas de ampliamente o muy ampliamente espaciadas, no intemperizadas, muy resistentes.	Juntas de moderadamente o ampliamente espaciadas, de nada o ligeramente intemperizadas muy resistentes.	Juntas de cercanamente o moderadamente espaciadas, ligeramente intemperizadas poco resistentes.	Zonas de relleno muy debiles moderadamente intemperizadas.
JUNTAS = e	> 0.60	0.20 < e < 0.60	0.06 < e < 0.20	e < 0.06
RESISTENCIA COMPRESIVA UNIAIXIAL	$f_c > 140\text{ MPa}$	$f_c > 140\text{ MPa}$	$50 < f_c < 140\text{ MPa}$	$10 < f_c < 50\text{ MPa}$
CLASIFICACION DE LA MASA ROCOSA RMR SEGUN BIENIAWSKI (1989)	RMR > 80	40 < RMR < 60	30 < RMR < 40	20 < RMR < 30

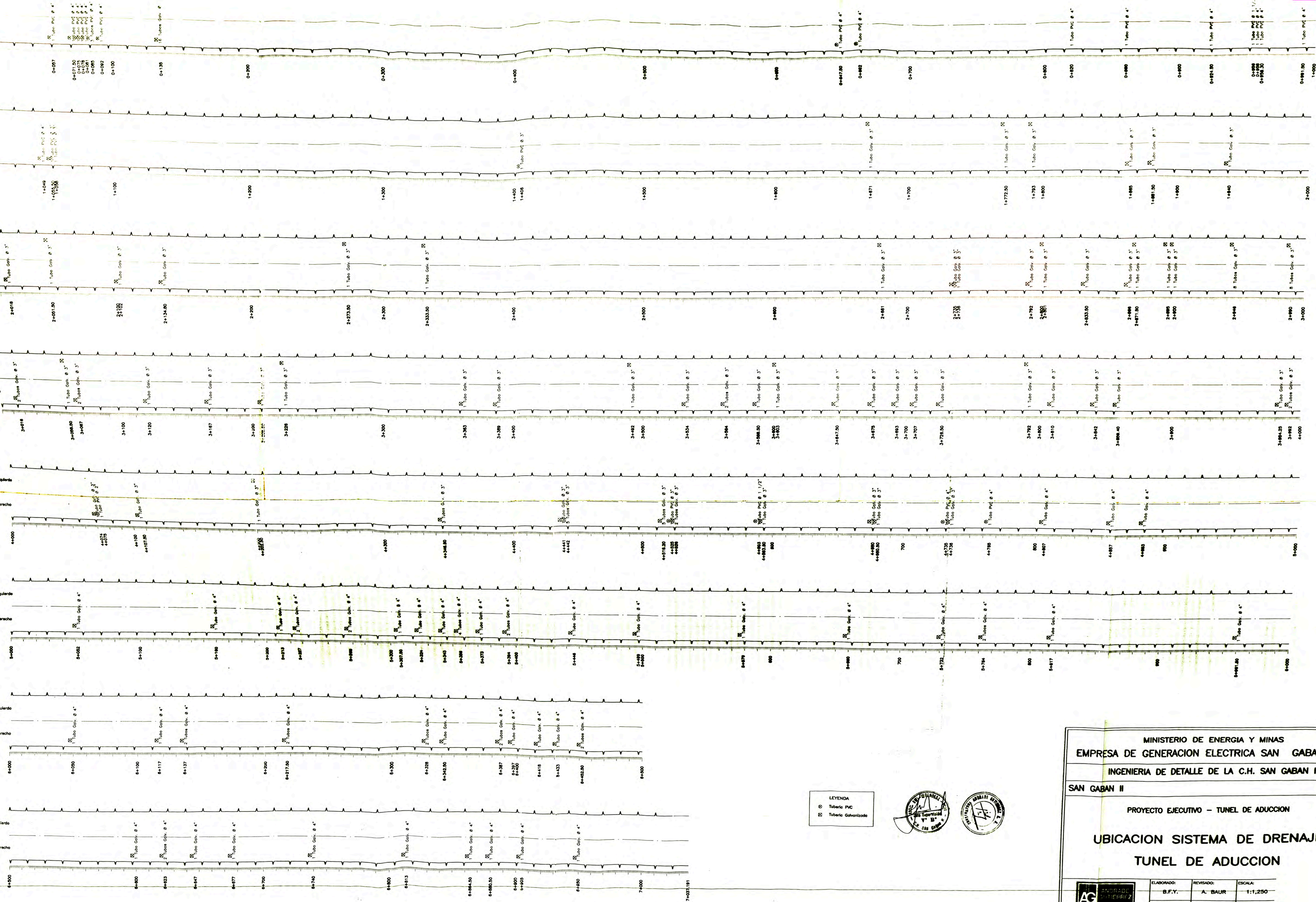


- Todas las dimensiones están en metros.
- Las medidas de sostenimiento que se instalaron en los tipos de roca I, II, IIIA y IIIB fueron las indicadas en los documentos contractuales. La ubicación, cantidad y espaciamiento se colocaron de acuerdo a la calidad del macizo rocoso y a lo ordenado por la supervisión.
- Las dimensiones de la sección excavada para todos los tipos de roca, fueron de acuerdo al diseño del proyecto. Se realizó una excavación lateral de 21.37 m² de sección por necesidad del proceso constructivo durante la etapa de excavación del túnel, con aprobación del Gerente esta mayor sección excavada queda en forma definitiva (3+260/3+325 HI+BI).
- Todos los Pernos de anclaje instalados fueron de 0.025 m de diámetro, rellenos totalmente con cartuchos de Resina, Combolt y/o mortero de cemento. Los Pernos de Anclaje instalados tienen su respectiva placa de instalación, con la tensión nominal necesaria para cada Perno, asegurando la placa contra la superficie de la excavación.
- Todos los Pernos de Anclaje y sus accesorios en general, quedan cubiertos con el shotcrete de revestimiento final.
- Las áreas suaves y/o erosionables del macizo rocoso que intersectaron al túnel fueron tratados con el soporte correspondiente a la roca de tipo IIIA.
- Los taladros de alivio de presión para el agua subterránea, tienen un diámetro de 38 mm en los Hostiales y/o Bóveda de la sección de excavación. En el piso se ha colocado drenes de alivio con diámetros variables de acuerdo a la presión ejercida en cada punto, los diámetros fueron desde 1.5" hasta 4" donde se han instalado Valvulas Check Verticales en forma dispersa, se ha realizado un tratamiento especial con Plástico, Malla Metálica y Shotcrete, para bajar las filtraciones al piso donde se presentaron mayores filtraciones y en forma dispersa, se ha realizado un tratamiento especial con Plástico, Malla Metálica y Shotcrete, para bajar las filtraciones al piso.
- En zonas semi estables se instalaron Pernos de Anclaje y Malla Electro soldada, después de la aplicación del Shotcrete Primario.
- Antes de la aplicación del Shotcrete todas las superficies fueron lavadas con agua a presión, para desprender las partículas de roca suelta, polvo, todo o cualquier otro elemento ajeno al macizo rocoso.

- Algunas pequeñas áreas de Shotcrete que presentaron microfisuras, fueron removidas y reemplazadas por una nueva capa de Shotcrete.
- En todas las zonas del Túnel donde se han presentado rocas de tipo IIIB se han instalado Cerchas metálicas de acuerdo al diseño del proyecto con perfiles W6x20.
- En todas las Cerchas Metálicas se colocaron Perfiles canal según lo recomendado por el proyecto, relleno de las sobreeexcavaciones con Bolsacretes y piedras. En las zonas de Cercha con filtraciones de agua, se colocaron planchas de colamina para bajar el agua al alivio de presión fueron de 38 mm de diámetro y de longitud variable entre 0.50 m a 2.00 m.
- En los frentes donde el macizo rocoso se presentó muy inestable, se colocó marchavantes de fierro corrugado $\phi 1"$ y/o rieles, de longitudes y espaciamientos variables.
- El relleno de las zonas cizalladas angostas fueron limpiadas hasta una profundidad razonable y luego fueron reemplazadas con Shotcrete.
- Donde se presentó el derrumbe geológico en el Tramo I, y en las zonas donde se observó empuje lateral del macizo rocoso, se instalaron cerchas metálicas "Melillas".
- La distancia entre las líneas A y B fué de 0.15 m.
- La Supervisión realizó el mapeo geológico sistemático de la superficie excavada, así como el control de monitoreo y la clasificación del macizo rocoso en cada ciclo de avance.
- La Supervisión determinó la ubicación, instalación y cantidades de Pernos tipo A. En las zonas donde se presentó el fenómeno del estallido de rocas o "Popping Rock" se realizó un tratamiento especial de Shotcrete con fibra de acero, Pernos de anclaje sistemáticos y una capa final de Shotcrete con Microsilica.
- La Supervisión dispuso que el vaciado del sobreeexcavación del piso fuera relleno con concreto $f'c=100\text{ kg/cm}^2$, excepto entre las progresivas 0+030 a 0+058 que fue relleno con material seleccionado proveniente de la excavación del túnel y debidamente compactado.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN
INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN

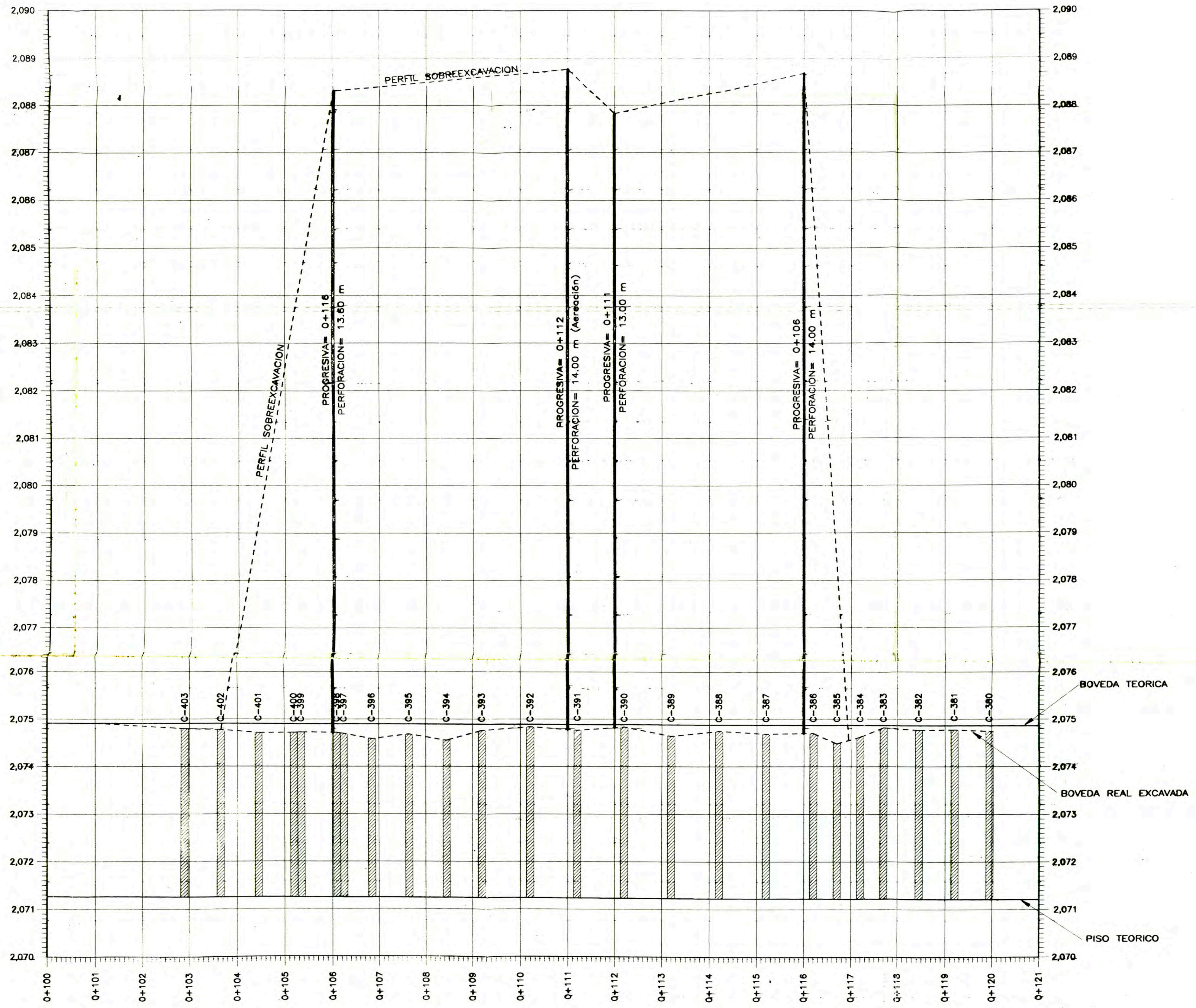
PROYECTO EJECUTIVO - SECCIONES TICAS
SOSTENIMIENTO Y SECCIONES TI
TUNEL ADUCCION



LEYENDA
 ⊙ Tuberia PVC
 ⊠ Tuberia Galvanizada

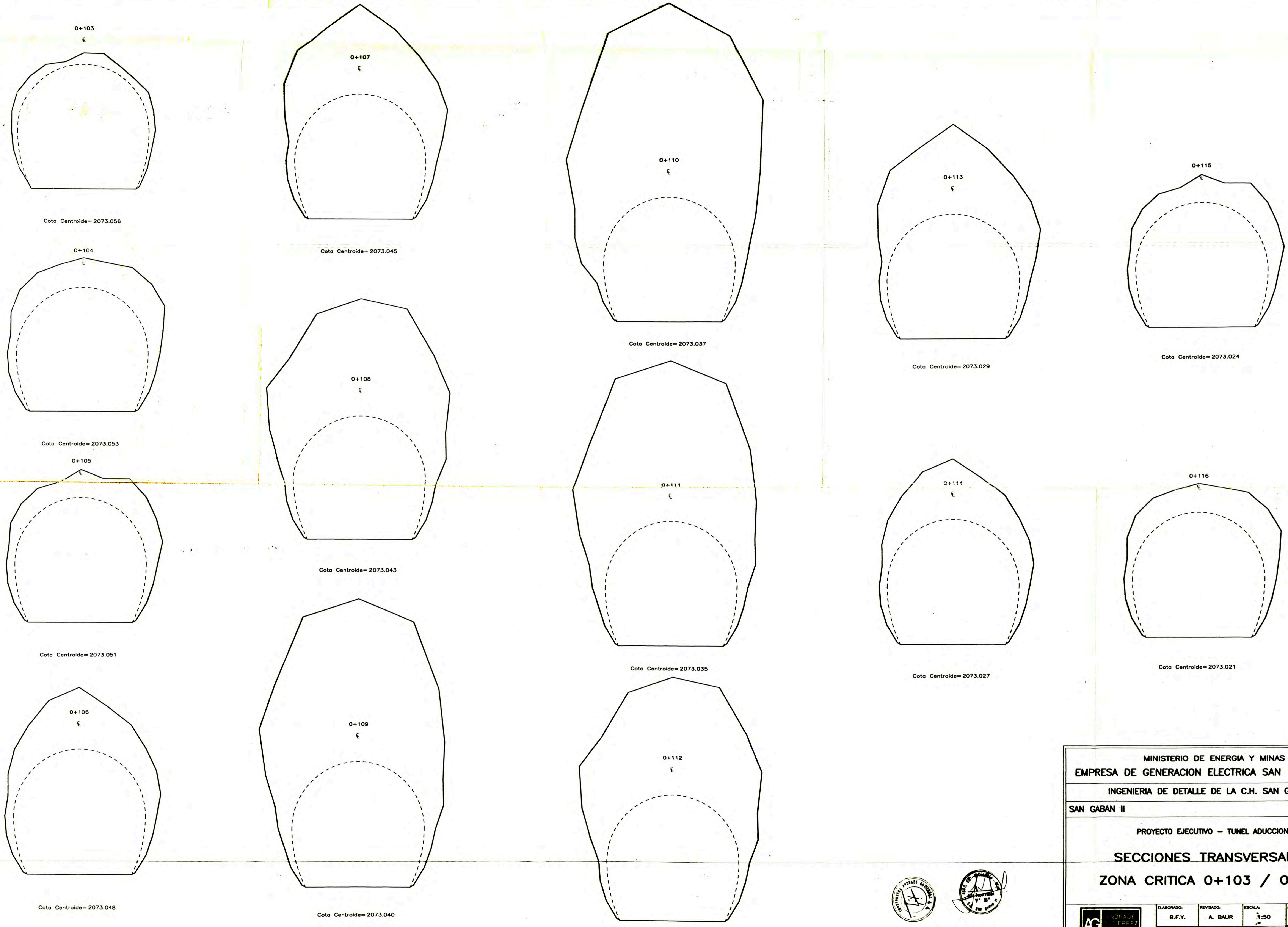



MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS		
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.		
INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II		
SAN GABAN II		LOTE 2
PROYECTO EJECUTIVO - TUNEL DE ADUCCION		
UBICACION SISTEMA DE DRENAJE		
TUNEL DE ADUCCION		
ELABORADO: B.F.Y.	REVISADO: A. BAUR	ESCALA: 1:1,250
DIBUJO: CAD/AV.L.	APROBADO: P.B.B.	FECHA: 5-12-97
 CONSTRUTORA ANDRADE GUTIERREZ S.A.		



PENDIENTE	S=0.26600 %																									
COTA REAL	2,074.914	2,074.911	2,074.796	2,074.774	2,074.712	2,074.730	2,074.749	2,074.689	2,074.586	2,074.684	2,074.552	2,074.760	2,074.637	2,074.764	2,074.832	2,074.639	2,074.746	2,074.684	2,074.701	2,074.480	2,074.618	2,074.817	2,074.765	2,074.773	2,074.741	2,074.858
COTA TEORICA	2,074.914	2,074.911	2,074.906	2,074.904	2,074.902	2,074.900	2,074.899	2,074.899	2,074.896	2,074.894	2,074.892	2,074.890	2,074.887	2,074.884	2,074.882	2,074.879	2,074.876	2,074.874	2,074.871	2,074.870	2,074.868	2,074.867	2,074.865	2,074.863	2,074.861	2,074.858
PROGRESIVA	0+100	0+101	0+102.900	0+103.650	0+104.450	0+105.300	0+106.200	0+106.200	0+106.650	0+107.650	0+108.450	0+109.200	0+110.200	0+111.200	0+112.200	0+113.200	0+114.200	0+115.200	0+116.200	0+116.700	0+117.200	0+117.700	0+118.450	0+119.200	0+119.950	0+121
CIMBRA N°-			C-403	C-402	C-401	C-399	C-399	C-399	C-396	C-395	C-394	C-393	C-392	C-391	C-390	C-389	C-388	C-387	C-386	C-385	C-384	C-383	C-382	C-381	C-380	

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS			
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.			
INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II			
SAN GABAN II		LOTE 2	
PROYECTO EJECUTIVO - TUNEL ADUCCION			
PERFIL LONGITUDINAL			
ZONA CRITICA 0+103 / 0+116			
ELABORADO:	REVISADO:	ESCALA:	ARCHIVO:
B.F.Y.	A. BAUR	1:50	
DIBUJO:	APROBADO:	FECHA:	PLANO N°:
CAD/A.V.L.	P.B.B.	8-12-97	ZC-TA-001



MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.			
INGENIERIA DE DETALLE DE LA C.H. SAN GABAN II			
SAN GABAN II		LOTE 2	
PROYECTO EJECUTIVO - TUNEL ADUCCION			
SECCIONES TRANSVERSALES			
ZONA CRITICA 0+103 / 0+116			
	ELABORADO: B.F.Y.	REVISADO: A. BAUR	ESCALA: 1:50
DIBUJO: CAD/A.V.L.	APROBADO: P.B.B.	FECHA: 5-12-97	PLANO N°: ZC-TA-002

