

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA
MINERA Y METALURGICA



ALTERNATIVAS DE PROFUNDIZACION EN VETA
TRES REYES - MINA ARCATA

Informe de Ingeniería

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
DE MINAS

Wilder Ferrer Ramírez Villarreal

LIMA - PERU

2002

INDICE

Dedicatoria
Agradecimiento
Introducción

	Pág.
1.0 ASPECTOS GENERALES	
1.1 Ubicación	1
1.2 Accesibilidad	1
1.3 Geomorfología	1
1.4 Clima y vegetación	2
1.5 Historia de la mina	2
2.0 GEOLOGÍA	
2.1 Geología Regional	3
2.2 Estratigrafía	3
2.2.1 Grupo Tacaza (Mioceno)	3
2.2.2 Volcánico Sencca (Plioceno)	3
2.2.3 Grupo Barroso (Pleistoceno)	4
2.2.4 Deposito Clásticos cuaternarios	4
2.3 Geología Local	4
2.4 Geología Estructural	4
2.5 Geología Económica	5
2.6 Reservas de Mineral	5
2.6.1 Reservas de mineral Nivel – 260 veta Tres Reyes	6
3.0 MINERIA	
3.1 Labores de acceso	6
3.2 Características Geomecánicas de las rocas	7
3.3 Producción	8
3.4 Métodos de Explotación	8
3.4.1 Corte y relleno ascendente mecanizado	8
3.4.2 Corte y relleno ascendente convencional	8
3.4.3 Tajeos abiertos (Open Stoping)	9
3.5 Extracción y transporte	9
3.6 Servicios auxiliares	9
3.6.1 Aire comprimido	9
3.6.2 Energía eléctrica	10
3.6.3 Agua	13
3.6.4 Bombeo de agua	14
3.7 Seguridad en el laboreo del inclinado	15
3.7.1 Generalidades	15
3.7.2 Ventilación del inclinado	16
3.7.3 Drenaje	17
3.7.4 Estándares de Seguridad, Salud y Medio Ambiente	18

Objetivos	17
Ambito	18
Referencias	18
Requisitos	18
Responsabilidad	19
Control y Documentación	19
Frecuencia de Inspecciones	19

4.0 DISEÑO GENERAL DEL PIQUE INCLINADO

4.1	Objetivo	20
4.2	Características	20
4.2.1	Perforación y Voladura	20
4.2.2	Sostenimiento	22
4.2.3	Limpieza y Extracción	22
4.3	Determinación del equipo de izaje	22
4.3.1	Selección de Factores	22
4.3.1.1	Cálculo de la Capacidad del Skip	22
4.3.1.2	Selección de Cable a usar	24
4.3.1.3	Selección del Tambor y Polea del winche	28
4.3.1.4	Capacidad del motor	32

5.0 ESTUDIO ECONOMICO Y FINANCIERO

5.1	Profundización del nivel – 260 al nivel -300 en la veta Tres Reyes	39
5.1.1	Profundización del nivel – 260 al nivel -300 para acceder a las reservas de mineral en la veta Tres Reyes con la alternativa Pique Inclinado	39
5.1.2	Profundización del Nivel –260 al nivel –300 para acceder a las reservas de mineral en la veta Tres Reyes con la Alternativa de ejecución de la Rampa	42
5.2	Selección de proyecto a ejecutar para acceder a las reservas de la veta Tres Reyes del nivel – 260 al – 300	44
5.3	Costo de Operación	44
5.4	Pique Inclinado	45
5.4.1	Chimeneas de cables e Izaje	45
5.4.2	Cámara de winche	45
5.4.3	Chutes de almacenamiento en nivel –260 y – 300	45
5.4.4	Refugios	46
5.4.5	Sub Estación de Transformadores	46
5.4.6	Sala Bombas	46
5.4.7	Línea Decauville	47
5.4.7.1	Costos: Solera, Rieles, durmientes y escalera	47
5.4.8	Cable de Acero	47
5.5	Inversión en Equipos	47
5.6	Financiamiento	48

5.7	Análisis Económico .	48
5.8	Estado de Pérdidas y Ganancias	50
5.9	Costo / Beneficio	51
5.10	Cronograma de Ejecución	51
6.0	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

PLANOS

DEDICATORIA

A mis Padres, en reconocimiento a su abnegada labor y esfuerzos que hicieron posible la culminación de mi profesión.

Con profundo amor y cariño a mi esposa e hijos por su ayuda, comprensión y apoyo moral en la culminación de mi anhelo deseado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente al Personal Docente de la Escuela Profesional de Minas de la Universidad Nacional de Ingeniería del Perú; por la instrucción teórica, técnica y humana que ha contribuido a mi formación profesional.

A la Compañía Minera Arcata S.A., a través del Sub Gerente de Operaciones Ing. Italo Barahona Alarcón, por haberme dado su confianza en laborar en la Unidad Minera Arcata participando en diversos trabajos y proyectos.

A mis colegas del Departamento de Operaciones Mina por su apoyo, amistad y colaboración en mi desempeño y desarrollo profesional.

A mis Padres, por su abnegado apoyo y que hicieron posible la culminación de mi carrera profesional.

INTRODUCCION

La Mina Arcata tiene una producción de 1,357 TM/día en 23 días de laboreo minero acumulando una producción mensual de 31,000 TM de minerales de plata con una ley de cabeza de 13.61 Ag Oz/TM y 1.23 Au Gr./TM. Los métodos de explotación son:

Corte y relleno ascendente:

- Mecanizado
- Convencional

Open stoping.

Estos últimos años se está dando impulso a las exploraciones y desarrollos para reemplazar las reservas minadas. El presente trabajo cumple con el objetivo del aumento de reservas de la Compañía.

Para reducir los costos de inversión en los proyectos a ejecutar, es política de la Empresa utilizar en forma racional equipos y materiales de labores y zonas ya concluidas.

1.0 ASPECTOS GENERALES

1.1 UBICACIÓN

El yacimiento de Arcata está políticamente ubicado en el distrito de Cayarani, provincia de Condesuyos, departamento de Arequipa. Geográficamente se encuentra al NE del nevado Coropuna, a 175 km al NW en línea recta de la ciudad de Arequipa, dentro del macizo occidental de la cordillera de los Andes, flanco oriental.

Las coordenadas de Arcata son:

72° 15' de Longitud Oeste
15° 04' de Latitud Sur

1.2 ACCESIBILIDAD

El distrito minero es accesible desde la ciudad de Arequipa por una carretera en su totalidad afirmada, cubriéndose desde Arequipa 307 Km en los tramos siguientes:

Arequipa – Yura	45	Km	carretera	asfaltada
Yura - Sibayo	103	Km	carretera	afirmada
Sibayo – Caylloma	69	Km	carretera	afirmada con mantenimiento estacional
Caylloma - Arcata	90	Km	carretera	afirmada con mantenimiento estacional

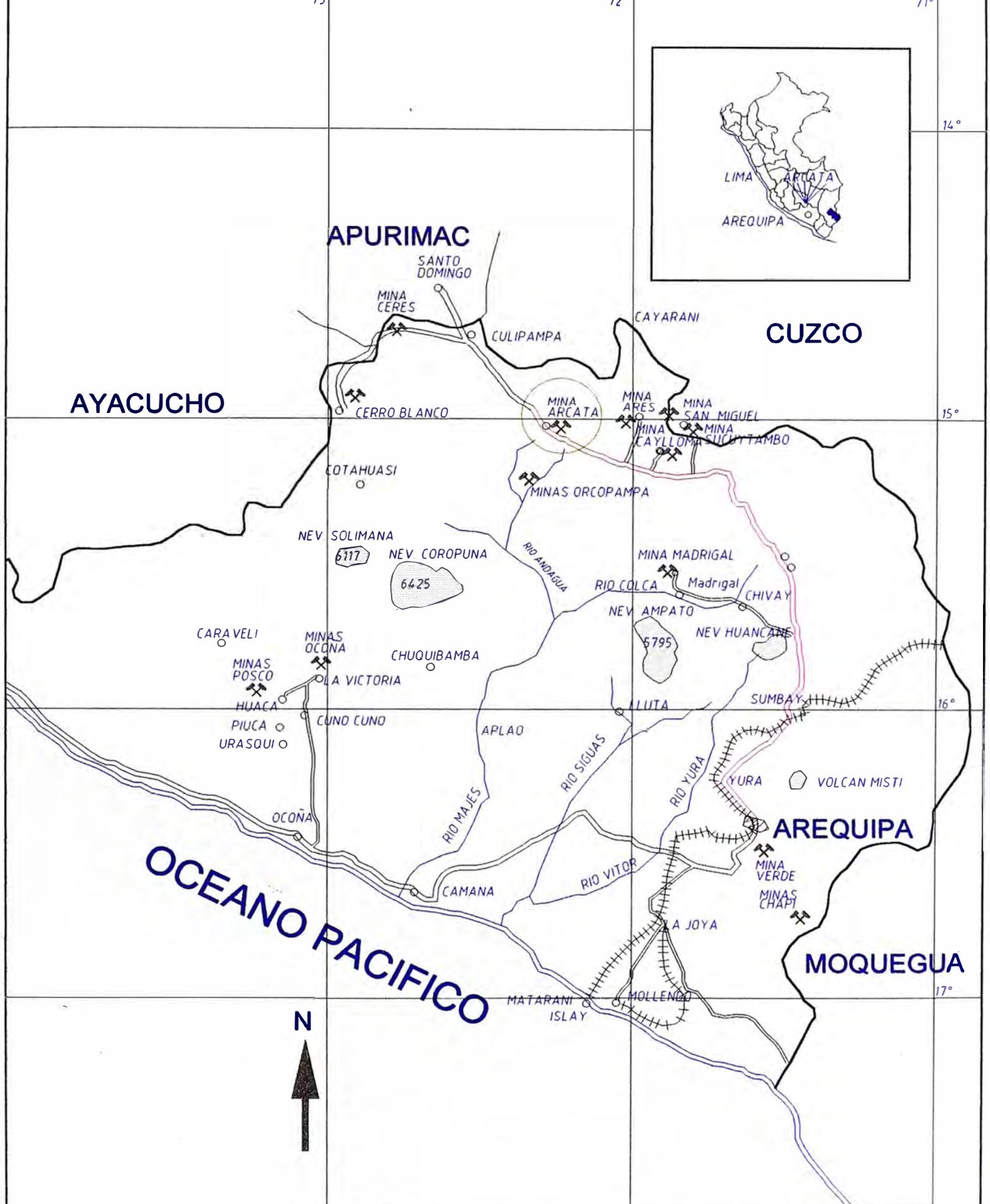
El tiempo de viaje desde Arequipa es de aproximadamente 7 horas...

En la zona aledaña a la mina Orcopampa, situada a 25 km inmediatamente al sur de Arcata, existe una pista de aterrizaje de 1,600 m de longitud. El tiempo total de vuelo entre Lima y Orcopampa es de aproximadamente 2 horas, cubriéndose el viaje de Lima y Arcata en aproximadamente 4 horas.

El puerto de embarque de concentrados Matarani, se encuentra a 120Km de Arequipa; esta ruta está tanto por ferrocarril como por carretera asfaltada de primer orden (ver plano de ubicación N° 01).

1.3 GEOMORFOLOGIA

La zona de estudio se localiza el Este de la Cordillera Occidental de los Andes Meridionales del Perú con altitudes que varían desde los 4,500m hasta más de 4,700 m. s. n. m.



DIBUJO: A M M.	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PLANO N°
REVISADO:		01
APROBADO: W R V	PLANO DE UBICACION	FECHA
		12 - 00
		ESCALA 1/2'000,000

La geomorfología de la zona es de tipo semi – accidentado formado por cerros de fuerte elevación con cimas redondeadas y pendientes moderadas.

Las cumbres más altas están representadas por los cerros que encierran a todo el campamento de la unidad.

1.4 CLIMA Y VEGETACIÓN

En los meses de Enero y Marzo el clima es húmedo y lluvioso, el clima es templado y seco, con una temperatura media de 10° a 15° C, los días son soleados pero las noches presentan bajas temperaturas especialmente en las madrugadas produciéndose las heladas.

La vegetación es abundante principalmente en los períodos de lluvia, está constituida de pequeños arbustos, helechos e ichu. Podemos mencionar que en el yacimiento se está dando mayor énfasis sobre el medio ambiente en la forestación de áreas verdes.

1.5 HISTORIA DE LA MINA

Se tiene conocimiento de la ocurrencia de los minerales de oro y plata desde el siglo XVII, época en que los españoles, a juzgar por la magnitud de laboreo antiguo que se observa, habrían extraído alrededor de 100,000 toneladas de menas que fueron procesadas en los ingenios, cuyos restos aún se observan cerca al pueblo Viejo de Arcata.

Aparentemente, las operaciones mineras permanecieron paralizadas durante todo el siglo XIX, reiniciándose durante el presente siglo en 1952 con la presentación del denuncia de 700 Has. denominadas "Zwich", de propiedad del Sr. Wermer Swicky.

El Grupo Hochschild realizó los primeros reconocimientos geológicos de las estructuras de Arcata en 1954 a través de la Compañía de Minas del Perú. Los muestreos efectuados revelaron altos valores de plata, sin considerar estimación alguna de mineral potencial que permitiera justificar la inversión en un programa de explotación detallado. Es precisamente esta compañía que solicitó los denuncios mas extensos: Calvario I, Calvario II, Calvario III y Calvario IV, superpuestos a los denominados: Fundición, Macarena y otros.

El desarrollo y las preparaciones mineras comenzaron a partir de 1961 en las vetas Baja, Alta y Marión, hasta Enero de 1962, se estimó una reserva de mineral de 23,400 TM con 15.61 Ag oz / TM y 1.44 Au gr/TM, que justificó la instalación de una planta Concentradora de 50 TM/día de capacidad, que inició sus operaciones a fines de 1964.

Como resultado del éxito alcanzado con la explotación y desarrollo, la producción minera comenzó a incrementarse gradualmente en forma significativa; actualmente el tratamiento es de 1,050 TM / día con 16.29 Ag oz/TM y 1.16 Au gr/TM.

2.0 GEOLOGÍA

2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

El yacimiento de Arcata se encuentra localizado en el segmento de la Cordillera de los Andes donde afloran extensamente rocas volcánicas cenozoicas genéticamente asociadas con varios yacimientos epitermales de plata y oro como Caylloma, Sucuytambo, Orcopampa y otros.

2.2 ESTRATIGRAFÍA

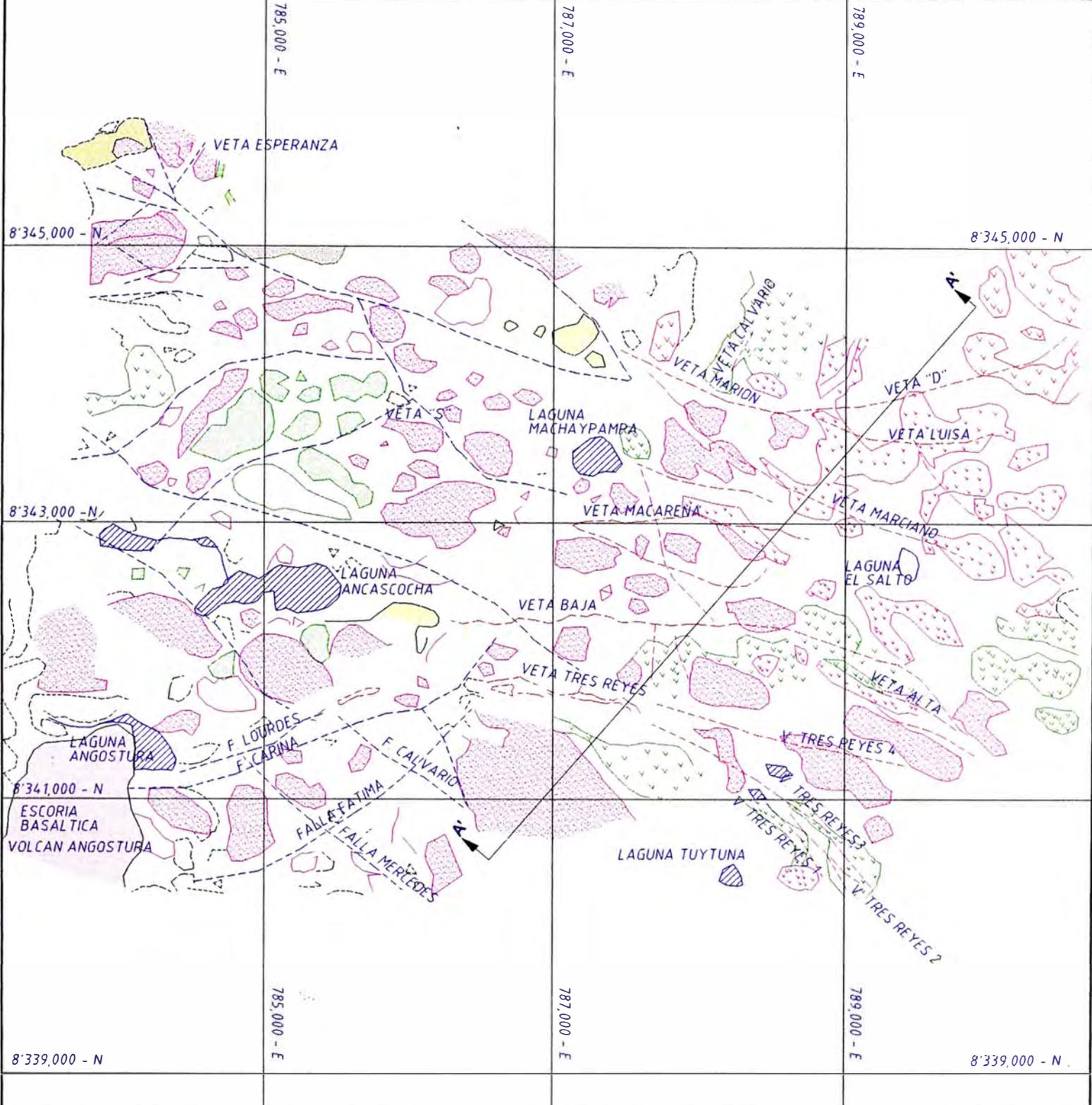
2.2.1 GRUPO TACAZA (MIOCENO)

Una secuencia de facies volcánicas lávicas , aglomerádicas y tobas, de naturaleza mayormente andesítica constituye la mayor parte del grupo Tacaza que se expone en el área.

Normalmente este conjunto litológico forma la zona de las lomadas y por lo general exhibe tonalidades variadas, entre ellas son comunes las coloraciones verdosas, amarillentas y rojizas. Esta facie volcánica consta de elementos líticos de andesitas de textura afanítica y porfírica de diferente tamaño y presenta una matriz de naturaleza igualmente andesítica, mostrando contornos angulares, subangulosos y subredondeados. De modo general, es imperativo en estas facies diversos grados de alteración; el yacimiento se encuentra emplazado en estas rocas.

2.2.2 VOLCÁNICO SENCCA (PLIOCENO)

Componen los afloramientos de rocas piroclásticas depositadas en forma levemente horizontal en el fondo de la quebrada Sencca. Litológicamente, está constituida por tufos de composición dacítica riolítica, de color gris claro y rojizo; poseen una textura homogénea con una cohesión apreciable; macroscópicamente se han determinado los siguientes minerales: feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo, vidrio volcánico y biotita. Además, contiene fragmentos de pómez, escoria y lavas que pueden ser redondeadas, subredondeados, angulosos y tamaño variable. La potencia de este volcánico no es constante, alcanza un máximo de 50 a 70 metros.



LEYENDA

<p>CUATERNARIO ALUVIAL</p> <p>TERC SUP CUAT (PLIOCENO-PLEISTOCENO) VOLCANICO SILLAPACA</p> <p>ANDESITA-BASALTO</p>	<p>ANDESITA PORF. MAFICA</p> <p>AGLOMERADO LAVICO</p> <p>PORFIDO ANDESITICO</p> <p>AGLOMERADO ANDESITICO</p> <p>TUFO ESTRATIFICADO</p> <p>ANDESITA PORFIRICA</p>	<p>LAGUNA</p> <p>FALLA</p> <p>SILICIFICACION-PIRITIZACION</p> <p>CONTACTO</p> <p>CAMPAMENTO</p>
--	--	---

DIBUJO. A. M. M.	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PLANO N°
REVISADO.		02
APROBADO. W. R. V.	PLANO GEOLOGICO GENERAL ARCATA	FECHA
		12 - 00
ESCALA 1/40,000		

2.2.3 GRUPO BARROSO (PLEISTOCENO)

Representada por un vulcanismo lento o de tipo efusivo, los productos han sido afectados a partir de un magma intermedio y yacen como mantos y coladas de lavas. Litológicamente constituidas por andesitas, traquitas y traquiandesitas, cuyos afloramientos se representan conformando conos, cúpulas irregulares y bancos de posición horizontal o con suaves inclinaciones.

2.2.4 DEPOSITO CLÁSTICOS CUATERNARIOS.

Sobreyaciendo a las unidades volcánicas, en forma aislada se encuentra una variedad de depósitos cuaternarios los cuales tienen su origen en rocas volcánicas, éstos depósitos son esencialmente morrénicas fluvio-glaciares y aluviales, siendo éstos últimos los que actualmente continúan en proceso de formación, se incluyen dentro de los depósitos aluviales, las alteraciones in situ de las rocas y conos de escombros.

2.3 GEOLOGIA LOCAL

Las estructuras de Veta de Arcata, ocurren dentro de una potente secuencia de rocas volcánicas de edad Mioceno Tardío a Plioceno, constituido mayormente por derrames andesíticos intercalados con aglomerados y tufos de la misma composición.

Domos volcánicos riolíticos afloran al Suroeste y Noreste del distrito de Arcata, cortando a las rocas volcánicas arriba señaladas. Las edades radiométricas de estos domos, indican una edad de 5.4 ± 0.2 millones de años (Noble, 1986- 88).

Rocas volcánicas post – minerales más recientes, no alteradas y de composición andesítica – basáltica, también ocurren suprayaciendo a las rocas de caja alteradas, que al parecer fueron eyectadas de varios conos volcánicos que se presentan en el yacimiento y alrededores.

2.4 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Estructuralmente, el área durante el Mioceno, en el Terciario, sufrió una etapa de plegamiento denominado Quichuano, de los grupos volcánicos, dando origen a los rasgos más importantes de las rocas expuestas en el área del yacimiento, son los sistemas de diaclasas, fracturamiento y fallamiento.

El distrito de Arcata, está constituido por un sistema de vetas subparalelas, que rellenan fallas normales de rumbo general Noroeste/ Sureste y de buzamientos opuestos. Estas fallas

conforman un graben, producido al parecer por subsidencias en bloques de las rocas de caja a lo largo de éstas.

Vetas secundarias, de menor extensión y de rumbo transversal a las vetas principales arriba nombradas, ocurren en algunos sectores del yacimiento pobremente mineralizadas y rellenas mayormente por calcita. Las estructuras de veta de Arcata, se han agrupado en los siguientes sistemas:

*Sistema de vetas Marión – Luisa, Ramal “D” y Marciano.

*Sistemas de vetas Macarena, Baja y Alta

*Sistema de vetas Tres Reyes

2.5 GEOLOGIA ECONOMICA

El yacimiento de Arcata, genéticamente se determina como epitermal de cuarzo – adularia de baja sulfuración, y es de gran interés por la mineralización metálica, las menas mas comunes del horizonte de metales preciosos, lo constituyen los sulfosales de plata (pirargirita, proustita, polibasita y estefanita) y cantidades menores de tetraedrita argentífera (freibergita), argentita, plata nativa, electrum y oro nativo. Ocurren también, estibina en los niveles más superficiales y los sulfuros comunes esfalerita, galena y calcopirita en los niveles más profundos.

En resumen, las zonas económicas (mena) del horizonte de metales preciosos y básicos muestran un intervalo vertical de aproximadamente 400m y una extensión lateral de 1,500 a 1,800m. El inclinado está proyectado en la veta Tres Reyes.

2.6 RESERVAS DE MINERAL

Las reservas de mineral que totalizan 545,990 TMS con valores de 13.61 Ag oz/ TM, 1.23 Au g/ TM para el año 2000, que es la suma de todas las categorías de reservas geológicas en las vetas activas e inactivas.

La clasificación de reservas por su valor; podemos dividir en los siguientes:

RESERVAS TOTALES AL 31/12/2000

VALOR	TMS	Ag oz/TM	Au g/TM	Pb %	Zn %	Cu %
Económico	440,340	15.26	1.42	0.14	0.25	0.04
Marginal	61,400	7.7	0.66	0.05	0.11	0.01
Submarginal	44,250	5.43	0.09	0	0	0
Totales	545,990	13.61	1.23	0.21	0.21	0.03

Las reservas minables accesibles y eventualmente accesibles que mantendrán la producción futura de la mina; el conocimiento de estas reservas nos permitirán además definir mejor los

requerimientos de los trabajos de exploración y desarrollo para remplazar e incrementar reservas; en tal sentido el proyecto Pique inclinado, es uno de los objetivos para incrementar las reservas.

2.6.1 RESERVAS DE MINERAL DEBAJO DEL NIVEL – 260 VETA TRES REYES

Las reservas del mineral por debajo del Nivel – 260 de la veta Tres Reyes totalizan 28,280 TMS con valores de 15.48 Ag Oz/TMS, y 1.41 Au gr/TMS.

A continuación daremos un resumen de cubicación por blocks:

VETA	NIVEL	BLOCK	TM	Ag oz/tm	Au g/tm	Pb %	Zn %
T..Reyes	-300	513	4360	18.61	1.82	0.19	0.29
	-300	514	6540	13.94	1.5	0.14	0.29
	-300	545	2970	18.58	1.67	0.14	0.2
	-300	546	6540	13.04	0.89	0.06	0.12
T.Reyes	-300	547	3680	14.94	1.19	0.09	0.14
	-300	548	4190	16.69	1.67	0.08	0.12
Total :			28280	15.48	1.41	0.12	0.2

3.0 MINERIA

3.1 LABORES DE ACCESO

Las diferentes estructuras de vetas de Arcata han sido accesadas a través de dos Rampas principales (Rampa Marión y Rampa Macarena).

La rampa Macarena con una extensión de 1.3 Km y –12% de gradiente tiene por sección 4 m x 4 m el cual accesa a las estructuras principales Macarena, Macarena 1, veta Baja y Tres Reyes.

Cada 100 m de Rampa se tiene un crucero de 4 m x 4 m por 12 m de profundidad que sirve para dar paso a los volquetes de 10m³ de capacidad tanto de subida y bajada.

A partir de la Rampa principal se han desarrollado niveles principales cada 40 o 50 m de altura donde se han diseñado los respectivos tajeos de explotación. El pique inclinado materia del presente proyecto se encuentra ubicado en el nivel – 260 de veta Tres Reyes.

3.2 CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DE LAS ROCAS

El yacimiento Arcata, se encuentra emplazado en una secuencia de rocas volcánicas, cuyas edades nos permiten ubicarlas cronológicamente como pertenecientes al Terciario Medio Superior (Grupo Tacaza).

Específicamente, en el área mina, este tipo de rocas todas de composición andesítica, se presentan en forma de capas sub-horizontales, y muy pocas veces con inclinaciones mayores a -20° ; en el área de Veta Baja , Tres Reyes, de 10° a 15° , al SW.

Para efectos de determinar el comportamiento geomecánico de las capas, se ha determinado en primer lugar a cuatro tipos de roca patrón que son los más diferenciados con características peculiares cada una de ellas, de acuerdo a su composición, y origen, los cuales son:

Roca Tipo (A): Andesita Porfirítica.

Roca compacta, competente, se fractura en planos o sistemas irregulares, dependiendo del esfuerzo.

Roca Tipo (B): Aglomerado Andesítico.

Roca moderadamente compacta, mayormente es una brecha, de matriz andesítica, se fractura irregularmente, dependiendo de la composición de los fragmentos o clastos que engloba.

Roca Tipo (C): Andesita Tufacea:

Se diferencia del tipo A, por tener mayor porosidad, debido a su composición, y origen efusivo, es propensa a la alteración argílica avanzada, pudiendo llegar a perder casi totalmente su competitividad.

Roca Tipo (D): Tufo Andesítico.

Mayormente se presenta en capas (Seudoestratificación), su dureza es baja, pero en cambio su plasticidad es alta, es un tipo de roca bastante permeable, por lo tanto es fácil de alterarse, y por consiguiente su estabilidad es bajísima.

En el proyecto del Pique Inclinado , que se desarrollará en el Nv. – 260 de Veta Tres Reyes, se tiene la presencia de roca tipo A, la misma que ha sido sometida a esfuerzos de fracturamiento NE, SW, con inclinaciones de -70° hacia el N, éste esfuerzo principal ocasionó un fracturamiento de cizalla paralelo al sistema, pero por el alto grado de inclinación no presenta mayores riesgos de desprendimientos salvo en algunos tramos donde la filtración de aguas superficiales presenta desprendimientos locales, que son controlados mediante desates, sostenimiento con Split Set, o Shotcrete.

Es muy probable que a mayor profundidad se encuentre cualquiera de los otros tipos de roca indicados, ya la secuencia volcánica es indistinta, y no obedece a un sistema de clasificación; por lo que se está tomando las precauciones respectivas para cualquier cambio litológico.

3.3 PRODUCCIÓN

La producción de Arcata es de 31,000 TM mensuales de mineral de plata y oro (1,357 TM/ día en 23 días), las mismas que provienen de la explotación de tajeos (98%) y Preparación y desarrollos (2%).

60% de la producción total está a cargo de personal de compañía, mientras que el 40% restante lo maneja un contratista. El laboreo de preparaciones, desarrollos y exploraciones también lo ejecuta una contrata.

3.4 METODOS DE EXPLOTACIÓN

En Arcata se labora con 2 métodos de explotación de minerales: Corte y Relleno Ascendente (70%) y tajeos abiertos (Open Stoping) (30%). Para el método de corte y relleno ascendente se utiliza relleno hidráulico proveniente del tratamiento de relaves de Planta Concentradora en un porcentaje promedio de 55%.

3.4.1 CORTE Y RELLENO ASCENDENTE MECANIZADO

Representa el 38% de la producción de Arcata. Para ello se cuenta con 9 Scooptrams eléctricos de diferentes capacidades que va desde 0.5 hasta 2.2 yd³ el diseño de cada tajeo consta de dos Ore-pass en caja piso situada simétricamente a lo largo del tajeo y que representan los ejes de trabajo para 4 alas de explotación que facilitan el ciclo de minado. Los tajeos cuentan con 2 caminos extremos y uno central así como de 4 chimeneas de servicios.

3.4.2 CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CONVENCIONAL

El 32% de la producción corresponde a este método de explotación. Para ello se utiliza winches eléctricos de 15 HP y Scraper de 36". El diseño del tajeo cuenta con un echadero y 2 alas para el ciclo de minado, 2 chimeneas extremas limitan el tajeo y sirven como camino y servicios.

3.4.3 TAJEOS ABIERTOS (OPEN STOPING)

La explotación con este método representa el 30% de la producción total, consiste en el realce de veta desde el subnivel de preparación hasta el nivel superior, utilizando plataforma de madera como pisos de perforación. El subnivel de preparación es utilizado como nivel de acarreo del Winche eléctrico.

3.5 EXTRACCIÓN Y TRANSPORTE

Dado el sistema mixto de explotación (convencional y mecanizado), se cuenta con locomotoras y carros mineros de U – 35 para el traslado del mineral hasta los echaderos principales, de donde son transportados a superficie (Tolva de Gruesos de Planta Concentradora) por medio de volquetes de 10 m³ de capacidad. En los tajeos mecanizados el mineral es extraído directamente de los Ore pass en el nivel principal de extracción. Se cuenta con buzones metálicos accionados por sistemas de pistones neumáticos.

3.6 SERVICIOS AUXILIARES

3.6.1 AIRE COMPRIMIDO

Se cuenta con dos salas de compresoras ubicadas en Marciano y veta baja, las 2 suman una capacidad instalada nominal de 11,618 CFM entre 12 compresoras.

SALA DE COMPRESORAS MARCIANO

Ubicado en la bocamina de ingreso a las labores satélites (Marciano, Luis, Marión y Macarena). Se cuenta con 6 compresoras Atlas Copco modelo DT4 y una compresora Atlas Copco modelo ET6 proporcionando una capacidad instalado nominal de 4,318 CFM. La red principal de tuberías se inicia con tuberías de 8" de diámetro disminuyendo gradualmente el diámetro hacia los frentes de trabajo.

SALA DE COMPRESORA VETA BAJA

La ubicación de ésta sala fue diseñado cerca de la Rampa de ventilación de veta Baja, lugar donde ingresa la red principal de tuberías de alvenius de 8" de diámetro. Esta sala de compresoras abastece de aire comprimido al laboreo de veta Baja y Tres Reyes.

Se cuenta con 4 compresoras Ingersoll Rand de 1200 CFM cada una y una compresora Gardner Denver de 2500 CFM, totalizando una capacidad instalada nominal de 7,300 CFM. Al interior de la mina se cuenta con tres pulmones para el

control del aire comprimido así como un sistema de purgadores de agua.

3.6.2 ENERGIA ELECTRICA

GENERALIDADES DEL SISTEMA ELECTRICO DE ARCATA

La unidad Minera de Arcata tiene dos centrales generadoras de energía para su propio uso, estas son la central Hidroeléctrica de Misapuquio como principal y central termina de Arcata como sub – base. Por otra parte en abril de 1999 se efectivizó el proyecto de compra de energía a SEAL utilizando como subestación de contacto y distribuidor principal a la subestación de Callalli.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE MISAPUQUIO

Con una capacidad de 3800 Kw y para la operación de la unidad minera de Arcata la central suministra una potencia real de 3600 Kw.

Su generación lo realiza apoyado por 02 turbinas marca VOITH, modelo Pelton, de 1932 KW de potencia y un caudal de 1 m³/ Seg cada uno y 02 generadores marca AEG de 2300 KVA, 660 V.

Para el transporte de energía utiliza la línea de trasmisión de alta tensión de:

- 21,600 KM, de cable desnudo de aluminio de 33 Kv – 4/0 AWG.
- 81 torres de estructura metálica angular de 15 m de alto.

Tubería de alta presión

- Tubería de acero ø 1.09 m x 565 m de longitud.

Cámara de carga:

- De concreto armado, con capacidad de almacenamiento de 6,000 m³.

Canal de conducción:

- Canal de concreto de 16 KM. de longitud, para un caudal de agua de 2 m³/ seg.

Para la operación de la central tenemos dos lagunas con una capacidad de almacenamiento de:

	NIVEL	VOLUMEN
• Laguna de Arcata	600 cm	14'833,333 m ³
• Laguna Huisca Huisca	700 cm	9'250,000 m ³

		24'083,333 m³

El costo promedio de ésta energía es de 0.01 US\$/ KW – H.

CENTRAL TÉRMICA DE ARCATA.

En la actualidad su operación es requerida en casos de emergencia, haciendo uso de sus 06 grupos electrógenos, alcanzando a entregar una potencia real de 2,400 KW.

- Grupo electrógeno DEUTZ BV6M – 536 N°2, N°3, N°4
- Grupo electrógeno DEUTZ BV8M – 528 N°5
- Grupo electrógeno DEUTZ BA12M – 528 N°7 y N°8

Para la operación de los grupos se utiliza como combustible el petróleo D-2; por la ubicación en Zona Industrial el personal de Central Térmica atiende las operaciones que requiere la subestación del Sistema Interconectado.

El costo promedio de ésta energía es de 0.22 US\$/ KW–H.

ENERGÍA COMPRADA SEAL

El suministro de energía por parte de SEAL como energía comprada por nuestra unidad es controlada en la subestación de Arcata – Sistema Interconectado, ubicado en la Zona Industrial.

El consumo de energía comprada se hace posible cuando la central Hidroeléctrica de Misapuquio alcanza a generar su máxima potencia y la operación en nuestra unidad requiere de energía adicional para cumplir con sus objetivos, teniendo como consumo promedio 1,500 KW.

El transporte de esta energía se hace a lo largo de 143 Km en línea, soportada por torres de madera y cables de aluminio de 400 CMC en un sector de 125 Km y soportando por torres metálicas y cable de aluminio 4/0 en un sector de 18 Km.

El costo de la energía comprada tiene un promedio de 0.07 US\$/ KW- H.

SISTEMA TOTAL ARCATA

Nuestra máxima demanda como sistema el año pasado fue de 5,900 Kw, información registrada a las 21:00 Hrs. Del día 23 – 04 – 2000.

Nuestro consumo mensual supera los 3'000,000 KW- H, distribuyéndose en las áreas de consumo de acuerdo al siguiente porcentaje:

AREA	PORCENTAJE
• Mina	56.34 %
• Planta Concentradora	30.12 %
• Servicios Generales	6.18 %
• Servicios Industriales	1.34 %
• Pérdidas y Autoconsumo	6.02 %
TOTAL	100.00 %

El costo promedio de la energía como sistema es de 0.024 US\$/ KW – H.

La energía la disponemos en 33 Kv y en las subestaciones principales la transformamos a 10 Kv; Mina y Planta Concentradora están alimentadas por 2.3 y 10 Kv, el consumo a nivel Industrial es de 440 V y para campamentos se usa 220 V.

ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía es utilizada principalmente para funcionamiento de equipos de acarreo de minerales, sistemas de bombeo de agua y ventilación de labores, la energía eléctrica en interior mina es suministrada por tres troncales independientes.

Troncal1: Alimentación en 2.3 Kv por la CH-3150 Veta Baja.

Troncal 2: Alimentación en 2.3 Kv por la CH-80 Tres Reyes.

Troncal 3: Alimentación en 10 Kv por la Rampa Macarena.

UBICACIÓN DE LA CÁMARA PARA SUBESTACIÓN

Estará ubicada lo mas próximo a la cámara de Winche para poder evitar pérdidas por transmisión de energía.

TRANSMISIÓN DE ENERGÍA

La transmisión de energía hacia la subestación será en media tensión 2.3 Kv, el cual será una derivación de la Troncal 2, la derivación se realizará mediante una caja de paso que estará instalado en la CH-150 del Nv-210 Tres Reyes.

BOMBEO DE AGUA

Se está considerando que para desaguar el frente del Pique inclinado será necesario utilizar 04 bombas Flygt de 58HP, para un caudal aproximado de 1500 GPM.

REQ. = 173.0 kw

REQUERIMIENTO DE ENERGÍA

Winche de Izaje	44.0 KW
Bombeo de agua	173.0 KW
Ventilación	13.5 KW
Servicios	3.0 KW
TOTAL	233.5 kw

CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR

Dado las características de requerimiento de energía se puede utilizar un transformador de 250 KVA (240 KW) o un transformador de 320 KVA (307 KW); elegiremos un transformador de 320 KVA, con relación de transformación de 2.3/0.46 Kv para tener un margen de reserva.

IMPLEMENTACIÓN DE LA SUBESTACIÓN

De los requerimientos anteriores la subestación está implementando:

01 Celda de llegada con seccionador fusible

01 Transformador de 307 KW (320 KVA), 2.3/0.44 Kv

01 Tablero de distribución.

01 Tablero para el sistema de mando y fuerza del Winche de Izaje.

01 Transformador de 3.0 KW, 440/220 V.

3.6.3 AGUA

Para la actividad de perforación, regado de carga de frentes, afilados de barrenos y otros se cuentan con

reservorios de almacenamiento de agua en las partes más altas del laboreo minero, a fin de suministrar el agua por gravedad a los diferentes frentes de trabajo por medio de tuberías de 2" y 1" de diámetro. Algunas de estas pozas de almacenamiento son llenados por filtraciones de superficie debidamente canalizados y otras por bombeo de agua de niveles inferiores. Las capacidades de las pozas varía entre 30m³ y 60m³.

3.6.4 BOMBEO DE AGUA

Dado el fuerte encampane de las labores mineras, la presencia de agua es uno de los problemas de mayor importancia para el trabajo de mina. Para ello se han diseñado estratégicamente estaciones de bombeo de diferentes niveles. La presencia de agua varia entre 3,500 GPM, en épocas es estiaje y 5,500 GPM, en estaciones de lluvia. En cada estación de bombeo se cuenta con bombas estacionarias Goulds modelo 3410 y 5500, así como bombas sumergibles Flygt de 58 HP. El diseño de cada estación de bombas contempla un sistema de desarenadores ya sea en paralelo o en serie.

3.7 SEGURIDAD EN EL LABOREO DEL INCLINADO

3.7.1 GENERALIDADES

En el proyecto se debe considerar algunos aspectos importantes establecidos en el D.S. 046 - 2001/EM.

Por la naturaleza de la obra, se deberá tener un compartimiento con escaleras para el tránsito del personal. Siendo separado de la línea del Skip por medio de un tabique de seguridad.

En la selección de equipo de izaje se debe tener en cuenta.

Para las poleas, la especificación de la carga máxima que puede soportar y el esfuerzo a la rotura del cable con el que va a trabajar.

- Para la relación del cable con el tambor y enrollamiento:
- Igual o mayor que 60 a 1, cuando el diámetro nominal del cable es 25.4 mm.
- Enrollamiento en forma suave, sin golpes, una capa sobre otra, hasta un máximo de 3.
- El factor de seguridad o resistencia a la rotura/ carga de trabajo de los cables utilizados en minería será: Igual a 05 cuando el cable es usado para el transporte de mineral o materiales.
- Se llevará un registro de control del cable de izaje así como de las inspecciones electromecánicas.

RECOMENDACIONES A CUMPLIR CON OBLIGATORIEDAD

- Las instalaciones eléctricas deberán observar los estándares establecidos cumpliendo con el reglamento.
- Para las reparaciones en el inclinado con 45° de pendiente, el personal designado deberá estar sujeto con arnés de seguridad y su cuerda de vida.
- El personal de la excavación del inclinado durante el izaje del skip utilizará obligatoriamente los refugios como medida de seguridad.
- Aplicar el código de señales contenido en el reglamento.
- Para reiniciar la operación de izaje luego de la parada y/o cambio de turno, el Skip vacío deberá ser subido y bajado, para observar el estado de sus componentes.

- El skip estará provisto de dispositivos mecánicos de traba, amarras y otros para la seguridad, en el punto donde sea parado.

3.7.2 VENTILACION DEL INCLINADO

VENTILACIÓN NATURAL.-_En la zona donde se ha proyectado el inclinado no se tiene tiro natural de aire fresco.

VENTILACIÓN FORZADA.- Como toda labor ciega requiere aire fresco inyectado por ventiladores secundarios y auxiliares.

En el primer tramo de 200 m. se utilizará el ventilador secundario y en los sub- siguientes se instalará ventilador (es) auxiliar (es) en serie que trabajarán como booster para mantener el flujo de aire fresco y el ambiente adecuado de trabajo en el tope.

El ducto se instalará reglamentariamente en el compartimiento de tránsito del personal.

El monitoreo de la ventilación así como el comportamiento de oxígeno, gases nitrosos y monóxido de carbono, se efectuará en forma interdiaria y/o inmediata cuando las circunstancias de criticidad lo requieran.

PARA EL DISEÑO DE VENTILACIÓN SE TENDRÁ EN CUENTA LOS SIGUIENTES PARÁMETROS:

Requerimiento de aire en el frente para Personal y dilución gases y polvos (para un cálculo genérico)	= 30 CFM/ Ft ²
Requerimiento aire para personal	= 212 CFM/ persona
Aire para diluir gases de voladura	= 196 CFM/ Kg
Presión estática recomendada	= 4.0" H ₂ O
Ducto flexible	= 20" Ø x 10 M.
Distancia entre el extremo del ducto y el frente, para una ventilación óptima	= L = 4 V S

3.7.3 DRENAJE

El agua subterránea de filtraciones que se presenta en el desarrollo del inclinado y probablemente en el laboreo del nivel – 300, será captada en una estación de bombeo que se construirá en el mismo nivel; de donde será evacuado mediante equipos de bombeo al nivel –260, encausando por gravedad a través de la cuneta hasta la Sala de Bombas nivel – 260 Veta Baja, donde se unirá al circuito principal de bombeo de agua de mina, siendo transferido a la Sala de Bombas del nivel – 210 Veta Baja y luego ser impulsado hasta el nivel – 120 y a través de la galería de drenaje hasta superficie.

3.7.4 ESTANDARES DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

OBJETIVOS

- Para asegurar que las operaciones de perforación, voladura, limpieza, mantenimiento y el izaje en el inclinado, sean eficaces en base a los controles técnicos y de seguridad requeridos.
- Asegurar el desarrollo del laboreo mediante la participación de personal con experiencia y capacitado.

AMBITO

- Trabajos de excavacion y montaje de instalaciones en el Pique Inclinado Veta Tres Reyes Nivel –260 de la Compañía Minera de Arcata S.A.

REFERENCIAS

- D .S . 014-92-EM Texto único Ordenado de la Ley General de Minería
- D .S. 046 – 2001/ EM Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.
- D. S. 003 – 94 EM Reglamento de Diversos Títulos del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería.
- ISTECS/ PROAUDIT 1.82, 1.83, 2.30 y 4.32.
- Bibliografía Técnica.

REQUISITOS

Los procedimientos para cada tarea deben ser suficientes y de conocimiento del personal involucrado.

Los parámetros de calidad deberán circunscribirse a:

- Técnicas de perforación, voladura y limpieza.
- Izaje del skip y dispositivos de seguridad en la parada.
- Sistema de señales para la operación.
- Construcción de refugios para protección del personal.
- Sistema de ventilación para ambiente saludable de trabajo.
- Sistema de drenaje de agua subterránea del nivel - 300.
- Reglamentación de instalaciones electromecánicas.
- Factor de seguridad en el sistema en el sistema de izaje.
- Programas de mantenimiento.

- Normas de Seguridad y uso de Equipos de protección personal adecuado.

Los periodos de criticidad deberán ser atendidos con supervisión directa y responsable.

Los sistemas aplicados deben ser inspeccionados y auditados.

RESPONSABILIDAD

- Superintendente de Area y Jefe de Sección: Responsables de la planificación y cumplimiento de los programas de trabajo.
- Los Supervisores: Responsables del seguimiento de la operación.
- Trabajadores: Responsables de la ejecución de trabajo seguro.

CONTROL Y DOCUMENTACIÓN

- Cronograma de ejecución del Proyecto.
- Cronograma Mensual de avance.
- Programa de Mantenimiento: Del sistema de izaje, Ventilación y Drenaje.
- Check List.

FRECUENCIA DE INSPECCIONES

- Diaria: Efectuada por los Supervisores y Jefes de Área.

4.0 DISEÑO GENERAL DEL PIQUE INCLINADO

4.1 OBJETIVO

Profundizar las operaciones para poder acceder y extraer las reservas de mineral debajo del nivel -260 veta Tres Reyes.

4.2 CARACTERÍSTICAS

- Inclinación : - 45°
- Chimenea de cables : 4' x 4' x 31.50 m.
- Chimenea de izaje : 8' x 7' x 20 m.
- Chimenea de cables : 6' x 4' x 10 m.
- Pique inclinado : 8' x 7' x 72 m.
- Sala de winches : 4 m x 5m x 3 m.
- Sala de poza de agua de bombeo: 8' x 7' x 10 m; excavación de 8' x 8' x 5'.
- Refugios : 5' x 7' x 6' cada 10 m.

Con referencia al nivel superior (-260) se ubicará dos chutes con sus respectivas tolvas metálicas – neumáticas, una para desmonte y otra para mineral, de igual forma se construirán en el nivel inferior (-300) para poder izar el material. Las tolvas de almacenamiento de material tendrán una capacidad de 40 m³ c/u.

4.2.1 PERFORACIÓN Y VOLADURA

- Máquina : perforadoras tipo Jack – Leg
- Barreno :5'
- Sección : 8' x 7'
- N° de taladros : 32
- Arranque : Corte quemado tipo cuña con 5 taladros
- Malla de perforación : 0.30 m x 0.25 m (E x B)
- Personal :
 - Un perforista
 - Un ayudante perforista
 - Un auxiliar (servicios y bombeo de agua)

Cabe mencionar que la voladura se llevará a cabo con accesorios usando conectores y mecha rápida.

El carguío se hará manualmente, empleando seis cartuchos de 65% por taladro con excepción de los taladros de arranque, se colocará un cartucho más.

Cuando se presente agua en el frente, se tomarán todas las medidas de seguridad para evitar explosiones prematuras.

ESTRUCTURA DE COSTOS
Veta Tres Reyes Nivel -260

SECCION 7' X 8'
 Avance Mes (m) 30.00
 T. C.S./ U.S.\$ 3.50

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	COST/UNIT	VIDA/UTIL	COST/DISP.	COST(\$/m)
MANO DE OBRA						
Perforista	Tarea	1	19.24		19.24	
Ayudante de perforista	Tarea	1.5	16.49		24.74	
Winchero	Tarea	1	16.49		16.49	
Lamperos	Tarea	3	15.39		46.17	96.94
EXPLOSIVOS						
Dinamita S-65%	Kg.	15.58	1.87		29.13	
Guía de seguridad	m	80.49	0.09		7.24	
Fulminante N° 6	pza.	32	0.09		2.88	
Guía rápida de ignición	m	10	0.36		3.60	
Conectores de guía rápida	pza.	32	0.14		4.48	43.04
BARRENO DE 5'	pza.	32	68.51	900	12.18	11.07
HERRAMIENTAS Y OTROS						
Piedra esmeril	afiladas	1.07	15.45	50	0.33	
Pico	pza.	1	7.10	75	0.09	
Lampa minera	pza.	3	6.46	50	0.39	
Aceite perforadora	gln.	0.27	4.66	600	0.00	
Llave stilson 14"	pza.	2	26.00	200	0.26	2.12
IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD						
Guantes de cuero	par	6.5	6.14	30	1.33	
Respiradores	pza.	6.5	27.80	150	1.20	
Lentes uvex	pza.	2	8.45	150	0.11	
Cartucho para respirador	pza.	6.5	3.38	25	0.88	
Filtro para respirador	pza.	6.5	0.26	3	0.56	
Casco	pza.	6.5	10.80	300	0.23	
Botas de jebe	par	6.5	11.26	75	0.98	
Pantalón de jebe	pza.	2.5	14.70	75	0.49	
Saco de jebe	pza.	2.5	25.21	75	0.84	
Mameluco	pza.	6.5	22.00	150	0.95	
Correa porta lámpara	pza.	6.5	3.30	150	0.14	
Lámpara eléctrica	pza.	6.5	400.00	900	2.89	9.65
EQUIPO DE PERFORACION						
Perforadora	pza.	160	8900.00	90,000	15.82	
Manguera de jebe de 1"	m	30	3.40	150	0.68	
Manguera de jebe de 1/2"	m	30	1.40	150	0.28	15.26
TRANSPORTE	TM	15.46	1.50	0	0.00	
SERVICIOS AUXILIARES	Tarea	0	16.65	0	0.00	0
COSTOS FIJOS (PLANILLAS)						36.79
SUB TOTAL GASTOS DIRECTOS						214.86
GASTOS GENERALES 10.00%						21.49
UTILIDAD 10.00%						21.49
COSTO TOTAL U.S.\$/m Avance					258.00	257.84

REFERENCIAS :

Costo de mano de obra incluido Leyes Sociales

Barreno de 5', 6 cartuchos por taladro, 8' de guía por taladro

Taladro por disparo : 32

Factor de carga : 2,72 Kg/m³

Los costos incluyen accesorios (guía rápida y conectores)

Los servicios auxiliares (carrilanos y tuberos) están incluidos en los costos fijos

4.2.2 SOSTENIMIENTO

En lugares donde la roca caja se presenta con fracturas, agrietamiento, o inestabilidad en el terreno, se colocarán pernos de anclaje (pernos de fricción) y si la situación amerita se colocarán mallas con pernos además de shotcrete.

4.2.3 LIMPIEZA Y EXTRACCIÓN

La limpieza se ejecutará con cuatro personas:

- Tres lamperos
- Un winchero

Operación :

- Equipo: Skip
- Tiempo : 4 horas

4.3 DETERMINACIÓN DEL EQUIPO DE IZAJE

Los equipos serán recuperados de labores mineras concluidas, los cuales serán aprovechados considerando las normas que contempla la Legislación Peruana.

4.3.1 SELECCIÓN DE FACTORES

4.3.1.1 Cálculo de la Capacidad del Skip

Los parámetros a considerar son los siguientes:

Mineral	=	300 Ton/ Día
Tiempo efectivo de izaje	=	16 horas/ día
Tiempo de aceleración (T_a)	=	12 segundos
Tiempo de desaceleración (T_d)	=	06 segundos
Tiempo de giro y descarga (T_{gd})	=	12 segundos
Tiempo de carguío (T_c)	=	18 segundos
Distancia de izaje	=	314.9 pies

$$N = (\text{Ton} / \text{día}) / (\text{hr. Efect.} \times \text{Ton. Skip})$$

$N = \#$ de viajes del skip / hora

$$T_t = 3,600 / N$$

$T_t =$ tiempo total de ciclo de izaje (seg)

$$T_v = [T_t - (T_a + T_d + T_{gd} + T_c)]$$

T_v = tiempo a velocidad constante (seg)

$$V = [2E / (T - (T_a + T_d) / 2)]$$

V = velocidad de izaje (pies/seg)

Asumiendo diferentes cargas (TM) para la capacidad del skip y empleando las fórmulas respectivas, se ha obtenido un cuadro de datos, que nos permite seleccionar la capacidad del skip requerida. Según el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera vigente, en su artículo 350 inciso c del mismo, en piques con una profundidad menor de 200 m, la velocidad máxima permitida en jaula es de 150 m/min que es equivalente a 8.2 pies/seg, por consiguiente seleccionaremos para una carga de 1.75 toneladas cuya velocidad de izaje será 2.12 pies/seg, que es la mas adecuada para el trabajo de extracción del material, teniendo también como referencia las experiencias de otras unidades mineras.

CUADRO : TONELAJES VS VELOCIDAD

Ton/ día	Hr/ día	Ton/ Skip C_s	Viajes/ Hr N	Tiempo/viaje Veloc. Unif. T_t	Velocidad (pies/Seg)
300	16	0.50	37.50	96	11.04
300	16	0.75	25.00	144	5.99
300	16	1.00	18.80	191	4.14
300	16	1.25	15.00	240	3.13
300	16	1.50	12.50	288	2.53
300	16	1.75	10.70	336	2.12
300	16	2.00	9.40	383	1.83
300	16	2.25	8.33	384.1	1.60
300	16	2.50	7.50	480	1.42
300	16	2.75	6.80	529.41	1.28
300	16	3.00	6.25	576	1.17
300	16	3.25	5.76	625	1.07

PRODUCCIÓN DEL PIQUE INCLINADO (Carga 1.75 TM)

P.E.I.	= 2.54 TM/m ³
Esponjamiento	= 0.3
P.E.S. = [(P.E.I.) / (1+ 0.3)] F _{II}	= 1.856 TM/m ³
Peso del skip	= 0.7 TM
Capacidad skip = 1.75 / P.E.S.	= 0.9428 m ³
Carga útil = P.E.S x Capacidad skip	= 1,75 tn
Recorrido skip = 96 m	= 314.96 pies
Sección inclinado	= 8'x 7'
Áncho de la Trocha	= 955 mm

Del Cuadro "Tonelaje VS Velocidad", para una carga de 1.75 TM, se tiene los siguientes parámetros:

T_t = tiempo total de izaje = 336 seg

$N = 3600 / T_t = 10.71$ viajes/ Hr

$$P_R = N \times C_s \times P.E.S.$$

P_R = producción pique inclinado = Tn/Hr

N = número de viajes /Hr

C_s = Capacidad del skip

P.E.S. = Densidad material suelto

$$P_R = 10.71 \text{ viajes/Hr} \times 0.9428 \text{ m}^3 \times 1.856 \text{ TM/m}^3 = 18.74 \text{ TM/Hr}$$

4.3.1.2 SELECCIÓN DE CABLE A USAR

De acuerdo al Reglamento de Seguridad e Higiene Minera decreto supremo N° 46 – 2001 – EM en su Artículo 249 Inciso (e) dice:

El factor de seguridad de carga de rotura / carga de trabajo de los cables utilizados en minería será:

1.- Siete (7) cuando el cable se usa para transporte de personal.

2.- Cinco (5) cuando el cable se usa para transporte de mineral o materiales.

También, el U.S Bureau Minas (USA) Indica: para piques de 0 – 500 pies de profundidad el factor de seguridad es de 8.0. Además adicionamos una fórmula para el cálculo del factor de seguridad en función de la profundidad la cual es usada en EE.UU. y en Canadá.

$$8.00 - 0.0005 \times L \geq 5.5$$

Donde : L = profundidad del pique en pies

El cable a utilizar en el diseño del pique será de 6 torones x 19 hilos con Alma de Cáñamo – Improved Plow Steel.

CARGA ESTÁTICA :

Carga útil = 1.75 Tn L = 3,850 libras

Peso skip = 0.700 Ton L = 1,540 libras

Longitud del Cable = 96m + 12m = 108 m = 355 pies

Peso Cable = 1.29 lb/pie (Característica del fabricante)

Peso Cable = 355 pies x 1.29 lb/pie = 458 lbs

TOTAL CARGA ESTÁTICA :

Carga útil = 3,850 lbs x TC/2000lbs = 1,925 TC

Peso Skip = 1540 lbs x TC/2000 lbs = 0,77 TC

Peso Cable = 458 lbs x TC/2000lbs = 0,229 TC

Total = 2,924 TC

De :

$$8.00 - 0.0005 \times L \geq 5.5$$

Donde :

f_{se} = Factor de seguridad estático

L = Longitud de cable suspendido

$$f_{se} = 8.00 - 0.0005 \times 355 \geq 5,5$$

$$f_{se} = 7.8 \geq 5.5$$

$$f_{se} = 8$$

Teniendo carga estática total y el factor seguridad

Carga de rotura = Carga estática total \times f_{se}

Carga de rotura = 2.924 TC \times 8

Carga de rotura = 23.392 TC

TABLA DE DATOS (Fabricante)
ROUND STRAND
6 x 19 – Improved Plow Steel

DIAMETRO Pulg	PESO lb/ pies	Carga de rotura TC (2000 lbs)
3/4	0.95	23.8
7/8	1.29	32.2
1	1.68	41.8

De la tabla del fabricante, seleccionaremos el cable de 3/4" de \emptyset y la carga de rotura de 23.8 TC.

La empresa tiene en almacén stock de cable de acero 6 x 19, con alma de fibra de Acero de Arado mejorado, tipo cobra y con un diámetro de 7/8" cuyas características son las siguientes (Ver Cuadro) y la cual verificaremos si se adecuan a nuestros requerimientos.

DIÁMETRO \emptyset pulgadas	Peso Kgr/ m	Carga de Rotura Tc 2000 lbs
7/8	1.92	32.12

FACTOR DE SEGURIDAD ESTÁTICO (f_{se}) :

Carga estática

Carga útil = 1.925 TC

Peso de skip = 0.770 TC

Peso de cable = 0.228 TC

Total = 2.923 TC

$$f_{se} = 32.12 / 2.923 = 10.99 \approx 11.0$$

CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD DINÁMICO (f_{sd})

Para carga de 1.75 TM

$$f_{sd} = C_R / F_T$$

Donde :

Carga de rotura del cable (C_R) = 32.12

cable de 7/8" \varnothing dato fabricante

Fuerza Total del cable (F_T)

$$F_T = W_{ET} + F_a + F_F$$

Donde :

W_{ET} = carga estática total = carga útil + peso skip + peso cable

F_a = fuerza de aceleración = $W_{ET} \times (a / g)$

a = aceleración = $2.12 / 12 = 0.18$ pies / seg^2

g = gravedad = 32.2 pies / seg^2

F_F = fuerza de flexión = $288,000 d^3 / D$

D = diámetro de polea = $60 d = 60 \times (7/8)" = 53"$

d = diámetro del cable = $(7/8)"$

$$F_T = W_{ET} + W_{ET} \times (a / g) + 288,000 d^3 / D$$

Reemplazando valores:

$$F_T = 2.923TC + 2.923 \times (0.18/32.2) TC + 288,000 (0.875)^3/53" \times TC/2000$$

$$F_T = 4.759 TC$$

De la formula :

$$f_{sd} = C_R / F_T$$

$$f_{sd} = 32.12 / 4.759 = 6.7 \approx 7.0$$

En la empresa se tiene un winche que se ha recuperado de una labor concluida cuyas dimensiones figuran en el Plano N° 6.

Cuyo diámetro de tambor es de 32.68" y se adecuará a los parámetros de diseño.

$$F_T = 5.876 \text{ TC}$$

$$f_{sd} = 32.12 / 5.876 = 5.46$$

$$f_{sd} = 5.46$$

El factor de Seguridad dinámico (f_{sd}), es en el cual realmente trabajará el cable y tanto el f_{sd} de diseño y f_{sd} calculado para el diámetro tambor recuperado que se utilizará en el pique satisfacen los requerimientos del Reglamento de Seguridad e Higiene Minera en su Art. 249 Inciso (e) el cual indica no debe ser inferior a cinco (5).

4.3.1.3 SELECCIÓN DEL TAMBOR Y POLEA DEL WINCHE

TAMBOR DEL WINCHE

El Diámetro del tambor del Winche está en función del diámetro del cable a usar y se usa la relación:

$$D_T = 60 d$$

$D_T = \emptyset$ del tambor

$d = \emptyset$ del cable

$$D_T = 60 \times (7/8)" = 52.5" \approx 4 \text{ pies}$$

Consideraciones:

- El enrollamiento del cable debe efectuarse en forma suave y sin golpes, una capa sobre otra, hasta un máximo de tres capas.
- El trabajo a realizar es subir cargas no balanceadas mineral o desmonte, se debe ofrecer una seguridad adecuada, en caso de bajar el skip vacío o con materiales, es recomendable que el skip baje frenado no solo por fricción mecánica, sino también por frenado dinámico es decir por el medio de acción eléctrica que actúe sobre el motor.

PESO DEL TAMBOR

Se usa la relación empírica:

$$W_{tb} = 200 A \text{ lbs}$$

Donde:

W_{tb} = peso del tambor

A = área de la superficie de la tambora donde se enrolla el cable (pie²)

$$A = L.a$$

Donde:

L = Longitud de la circunferencia

a = ancho del tambor entre pestañas

$$A = 2\pi r \times a = 8.55 \text{ pies} \times 2.33 \text{ pies} = 19.92 \text{ pies}^2$$

$$W_{tb} = 200 \times 19.92 \text{ lbs} = 3984 \text{ lbs.}$$

Ver plano N° 6

PESO DE LOS ENGRANAJES DEL TAMBOR

De la relación empírica

$$W_{etb} = 10\% W_{tb}$$

Donde:

W_{etb} = peso de engranaje del tambor

$$W_{etb} = 3,984 \text{ lbs} \times 0.10 = 398.40 \text{ lbs}$$

DIÁMETRO DE LA POLEA

El diámetro de la polea está en función del diámetro del cable a usar y se usa la relación:

$$D_p = 60d$$

D_p = diámetro de la polea

d = diámetro del cable

$$D_p = 60d$$

$$D_p = 60 (7/8") = 53' d \approx 4 \text{ pies} \quad \text{Ver Plano N° 07}$$

PESO DE LA POLEA

De la relación empírica

$$W_p = 1000 + (D - 5) 570$$

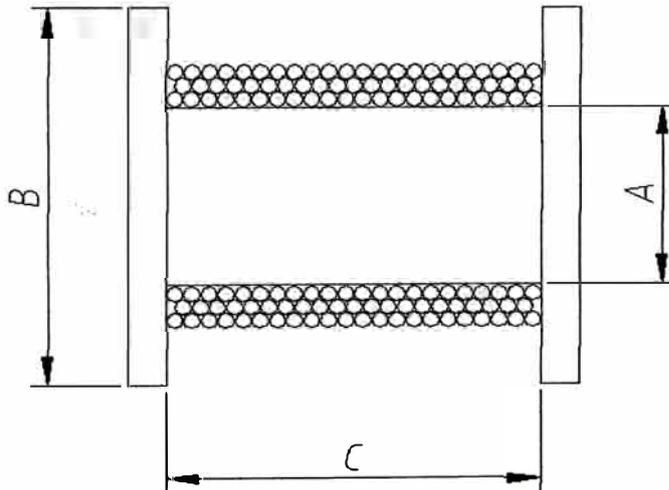
W_p = Peso de la polea (lbs)

D = Diámetro de la polea (pies) = 53" = 4.416 pies

$$W_p = 1000 + (4.4 - 5) 57 \text{ Ø}$$

$$W_p = 658 \text{ lbs}$$

CAPACIDAD DE ENROLLAMIENTO DEL TAMBOR



Donde :

A = diámetro del Tambor = 32.68"

B = diámetro de la pestaña del tambor = 46.46"

C = ancho entre las pestañas del tambor = 27.95"

Ver plano N° 06

De la relación:

$$L = (A + B) \times A \times C \times 0.262 / d^2$$

L = Longitud Cable en pulgadas

d = \emptyset Cable

$$L = (32.68" + 46.46") \times 32.68" \times 27.95" \times 0.262 / (7/8)''^2$$

L = 24,722 pulg.

L = 2060 pies

L = 628 mts

Luego :

$$N = C / d_c$$

N = número de vueltas

d_c = \emptyset cable

$$N = 27.95 \text{ pulg} / (7/8) \text{ pulg.} = 31.94 \approx 31 \text{ vueltas}$$

CÁLCULO DE LONGITUD DE CABLE A ENROLLAR POR CAPA

PRIMERA CAPA :

$$L = 2\pi (r_t + r_c) \times N$$

Donde :

r_t = radio tambor

r_c = radio del cable

L₁ = **82.02 mts**

SEGUNDA CAPA :

$$L_2 = 2\pi (r_t + r_c (1 + \sqrt{3})) \times N$$

L₂ = **85.76 mts**

TERCERA CAPA :

$$L_3 = 2 \pi (r_t + r_c (1 + 2 \sqrt{3})) \times N$$

$$L_3 = 89.513 \text{ mts.}$$

$$L_T = L_1 + L_2 + L_3$$

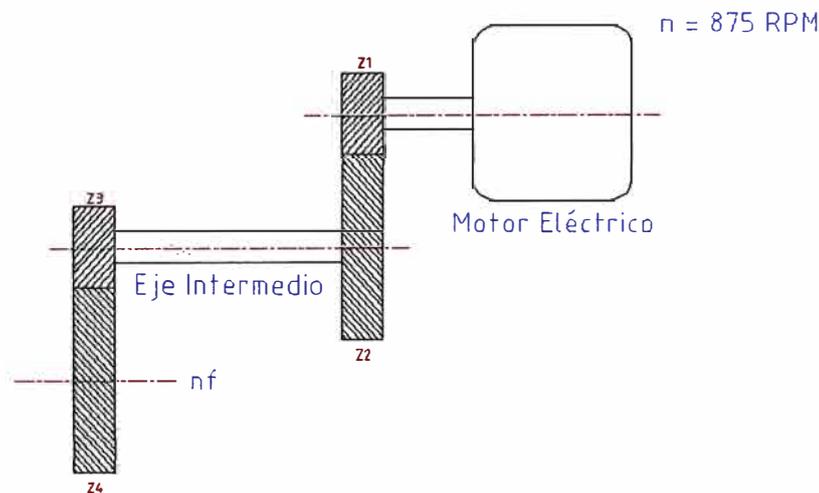
$$L_T = 257.293 \text{ mts.}$$

De acuerdo al reglamento de seguridad e higiene minera en su Artículo 245 inciso c que dice que no debe ir más de 3 capas de enrollamiento de cable y para nuestro caso en tres capas la longitud del cable ha enrollar en el tambor es de 257.293 mts. En el almacén se tiene un cable de 6 x 19 y (7/8)" \varnothing y una longitud de 180 mts que satisface las condiciones de nuestra necesidad.

4.3.1.4 CAPACIDAD DEL MOTOR

En mina tenemos un winche que ha sido recuperado de una labor ya concluida que será utilizado en el proyecto del inclinado.

En la figura se observa la transmisión del winche y asumiremos la velocidad nominal del motor (n) como su valor inicial.



$$(n / n_1) = (Z_2 / Z_1) \quad (1)$$

$$(n_f / n_1) = (Z_3 / Z_4) \quad (2)$$

Donde:

n : Velocidad del Motor Eléctrico

n_1 : Velocidad del eje intermedio

n_f : Velocidad del tambor

Z_1 : Número de dientes del piñón del Motor Eléctrico

Z_2 : Número de dientes del engranaje del eje intermedio

Z_3 : Número de dientes del piñón del eje intermedio

Z_4 : Número de dientes del engranaje del tambor

Los siguientes parámetros están representados por los siguientes valores :

$$n = 875 \text{ RPM}$$

$$Z_1 = 16$$

$$Z_2 = 100$$

$$Z_3 = 21$$

$$Z_4 = 135$$

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DEL EJE INTERMEDIO :

De (1) :

$$n_1 = n (Z_1 / Z_2)$$

$$n_1 = 140 \text{ RPM}$$

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DEL TAMBOR :

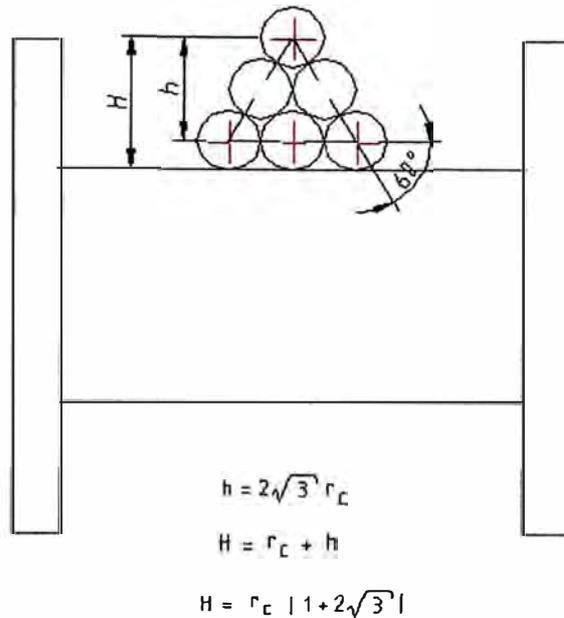
De (2) :

$$n_f = n_1 (Z_3 / Z_4)$$

$$n_f = 21.8 \text{ RPM}$$

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD TANGENCIAL DEL TAMBOR :

Para el cálculo de la velocidad tangencial del tambor se va a tener en cuenta las tres capas de cable enrollado y se va a considerar el diámetro de paso como se observa en la siguiente figura:



$$D = D_t + d_c (1 + 2\sqrt{3})$$

Donde :

D = diámetro de paso de tambor

D_t = diámetro de tambor = 0.83 m

d_c = diámetro de cable = 0.022 m

D = 0.93 m

Velocidad Tangencial :

$$V_t = (\pi \times D \times n_f) / 60$$

Reemplazando valores:

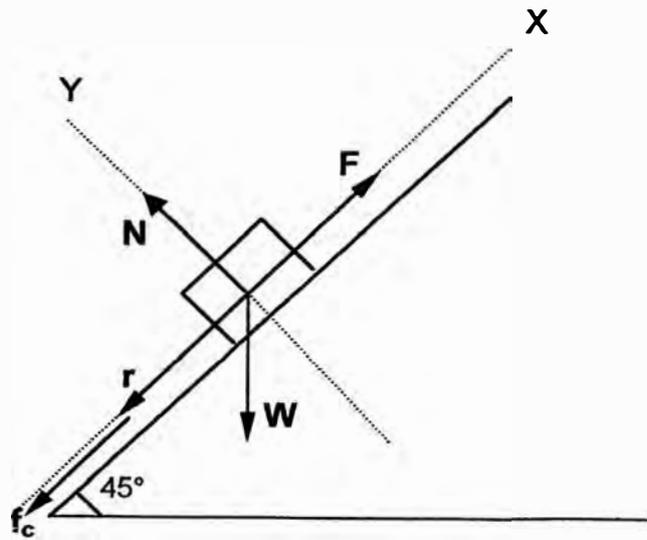
$V_t = \pi \times 0.93 \times 21.8 \text{ Rev./min} \times (1\text{min} / 60\text{seg})$

$V_t = 1.06 \text{ m / seg.}$

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL MOTOR:

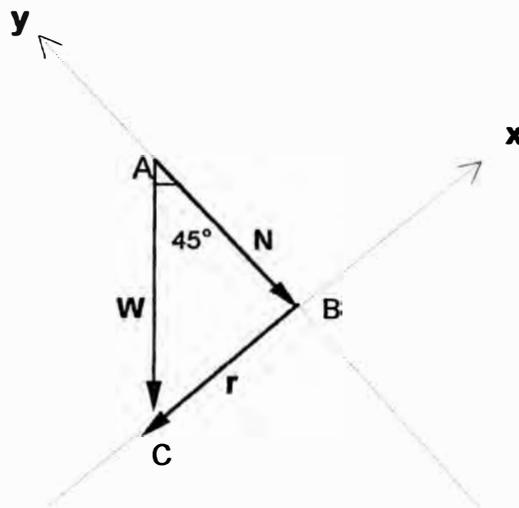
Para determinar la capacidad del motor, se va a tener en cuenta la fuerza de rozamiento cinético existente, para esto será necesario hacer un análisis del comportamiento de la carga y conocer la fuerza que es necesario vencer.

PLANO INCLINADO



$$f_c = \mu c . N$$

DIAGRAMA DE FUERZAS



μc = Coeficiente de rozamiento cinético

$$r = W \text{Sen}45^\circ = \sqrt{2}/2 W$$

$$N = W \text{Cos}45^\circ = \sqrt{2}/2 W$$

$$F = r + f_c$$

$$F = \sqrt{2}/2 W + \mu c N$$

$$F = \sqrt{2}/2 W + \mu c \sqrt{2}/2 W$$

$$F = \sqrt{2}/2 W (1 + \mu c)$$

CUADRO DE COEFICIENTES DE FRICCIÓN

Materiales	μ_e	μ_c
Acero Vs. acero	0.57 – 0.78	0.42 – 0.50
Acero Vs. fierro	0.30 – 0.40	0.18 – 0.23
Aluminio Vs. aluminio	1.25 – 1.70	1.10 – 1.40
Vidrio Vs. vidrio	1.94	0.40
Madera Vs. madera	0.40 – 0.60	0.30 – 0.40
Fe. Vs. Fe.Fundido	1.10	0.15
Níquel Vs. níquel	1.10	0.53

Donde :

μ_e = coeficiente de rozamiento estático

μ_c = Coeficiente de rozamiento cinético

CÁLCULO DE F

Para una carga útil de 1.75 ton.

Carga útil = 1.925 TC

Peso Skip = 0.770 TC

Peso Cable = 0.228 TC

Total 2.923 TC

$$F = \sqrt{2/2} W (1 + \mu_c)$$

$$F = \sqrt{2/2} \times 2.923 (1 + 0.50)$$

$$F = 3.1 \text{ TC}$$

CÁLCULO DE LA FUERZA TOTAL (F_t)

$$F_t = F + F_a + F_f$$

Donde :

F_a = Fuerza de la aceleración

$F_f =$ Esfuerzo de flexión

$F =$ Fuerza que incluye la fuerza de rozamiento cinético

$$F_t = 3.1 + 0.016 + 1.82$$

$$F_t = 4.936 \text{ TC}$$

$$F_t = 9,872 \text{ lb}$$

CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR (HP)

$$\text{H.P. (aprox.)} = [W_t \text{ (lb)} \times V \text{ (pies/seg)}] / [(550 \text{ pies-lb/seg)} / \text{HP}]$$

Donde:

$W_t =$ carga estática total (lb)

$V =$ velocidad de diseño (pies/seg)

Reemplazando valores:

$$\text{H.P.} = [9,872 \text{ (lb)} \times 2.12 \text{ (pies/seg)}] / [(550 \text{ pies-lb/seg)} / \text{HP}]$$

$$\text{H.P.} = 38.05 \approx 51 \text{ KW}$$

CUADRO DE FUERZA TOTAL VS POTENCIA DEL MOTOR

			POTENCIA MOTOR	
Carga Util (Ton)	Velocidad (pies/seg)	Fuerza Total (lb)	H.P.	Kw
1.00	2.12	8,122	31	42
0.25	2.12	8,706	34	45
0.50	2.12	9,290	36	48
1.75	2.12	9,873	38	51
2.00	2.12	10,456	40	54
2.25	2.12	11,018	43	57
2.50	2.12	11,630	45	60
2.75	2.12	12,216	48	63
3.00	2.12	12,786	50	66

Se ha confeccionado un cuadro con diferente carga útil para el skip y la velocidad de diseño $V = 2.12$ pies/seg, en la cual se observa que para izar una carga útil de 1.75 ton es necesario seleccionar la capacidad del motor de 38 HP.

5.0 ESTUDIO ECONOMICO Y FINANCIERO

5.1 PROFUNDIZACION DEL NIVEL -260 AL NIVEL - 300 EN LA VETA TRES REYES

LA PROFUNDIZACION DEL NIVEL -260 AL NIVEL -300 DE LA VETA TRES REYES SE REALIZARA MEDIANTE DOS ALTERNATIVAS:

1. Pique Inclinado 8 x 7 pies²
2. Rampa 4 x 4 m²

Una de estas opciones se seleccionará teniendo en cuenta el factor inversión, tiempo de ejecución de la obra y factores que influyan en las operaciones mineras.

5.1.1 PROFUNDIZACION DEL NIVEL -260 AL NIVEL -300 PARA ACCESAR A LAS RESERVAS DE MINERAL EN LA VETA TRES REYES CON LA ALTERNATIVA DE PIQUE INCLINADO

VALORIZACION DEL PROYECTO DE PIQUE INCLINADO DE PROFUNDIZACION DEL NIVEL - 260 AL -300 EN VETA TRES REYES

DESARROLLOS

NIVEL	VETA	LABOR	DESCRIPCION	AVANCE		TARIFA		
-260	Tres Reyes	Crucero	4 x 4 m	38,50	m	US\$	557.00	21,444.50
-260	Tres Reyes	Crucero	3 m x 2.7 m	46,00	m	US\$	419.00	19,274.00
-260	Tres Reyes	Chimenea de cables	4' x 4'	31,50	m	US\$	137.00	4,315.50
-260	Tres Reyes	Chimenea de lzaje	6' x 4'	12,00	m	US\$	145.00	1,740.00
-260	Tres Reyes	Chimenea de lzaje	8' x 7'	18,00	m	US\$	202.00	3,636.00
-260	Tres Reyes	Chimenea buzón (2)	8' x 4'	31,00	m	US\$	153.00	4,743.00
-300	Tres Reyes	Chimenea buzón (2)	8' x 4'	24,00	m	US\$	153.00	3,672.00
-260	Tres Reyes	Inclinado	8' x 7'	70,20	m	US\$	258.00	18,111.60
-300	Tres Reyes	Sala de bomba	6' x 7'	6,00	m	US\$	188.00	1,128.00
-310	Tres Reyes	Sala de bomba	6' x 7'	12,00	m	US\$	188.00	2,256.00
-260	Tres Reyes	Crucero de refugio	5' x 7'	15,00	m	US\$	146.00	2,190.00
				304,2	m			82,510.60
SUB - TOTAL						US\$	82,510.60	

DESQUINCHES

NIVEL	VETA	LABOR	DESCRIPCION	AVANCE		TARIFA		
-260	Tres Reyes	Sala de Winche	desq.curvatura	50.00	m ³	US\$	28,32	1,416.00
-260	Tres Reyes	Sala de Winche	Desq.profundidad	7.50	m ³	US\$	28.32	212.40
-260	Tres Reyes	Substraccion Elec.	Desq.ampliacion	60.00	m ³	US\$	28.32	1,699.20
-260	Tres Reyes	Acondic. Volteo	Desq. ampliación	12.00	m ³	US\$	28.32	339.84
-260	Tres Reyes	Tolvas	Desq. ventilador	10.00	m ³	US\$	28.32	283.20
				139.50	m ³			
SUB - TOTAL						US\$	3,950.64	

TRANSPORTE DE AVANCE LINEAL

NIVEL	VETA	LABOR	DESCRIPCION	AVANCE		TARIFA		
-260	Tres Reyes	Chimenea Cables	4' x 4'	31.50	m	US\$	7.38	232.47
-260	Tres Reyes	Chimenea Izaje	6' x 4'	12.00	m	US\$	11.07	132.84
-260	Tres Reyes	Chimenea Izaje	8' x 7'	18.00	m	US\$	16.75	290.70
-260	Tres Reyes	Chimenea Buzón (2)	8' x 4'	31.00	m	US\$	14.76	457.00
-300	Tres Reyes	Chimenea Buzón (2)	8' x 4'	24.00	m	US\$	14.76	354.24
-260	Tres Reyes	Inclinado	8' x 7'	87.00	m	US\$	16.15	1,405.05
-300	Tres Reyes	Sala de Bomba	8' x 7'	6.00	m	US\$	16.15	96.90
-310	Tres Reyes	Sala de Bomba	6' x 7'	12.00	m	US\$	16.15	193.80
-260	Tres Reyes	Crucero Refugio	5' x 7'	15.00	m	US\$	16.15	242.25
				139.50	m			
SUB - TOTAL						US\$		3,405.81

TRABAJO REALIZADO POR EL SCOOP

N° SCOOP	LABOR	HORAS		TARIFA			
TORO 300D	Trabajo de Limp W Izaje - 260	4.00	H	US\$	55.00	220.00	
TORO 300D	Trabajo de Apoyo	10.00	H	US\$	55.00	550.00	
		14.00	H				
SUB - TOTAL						US\$	770.00

TRANSPORTE DE AGREGADOS Y MATERIALES SALA DE BOMBA - 310

N° Volquete	LABOR	VIAJES	HORAS		TARIFA		
	Agregado	15	37.50	H	US\$	33.61	1,260.38
	Materiales	5	7.50	H	US\$	33.61	252.08
		20	45.00	H			
SUB -TOTAL						US\$	1,512.45

TAREAS POR ADMINISTRACION

	LABOR	N° Tareas		Tarifa			
	Trabajo Instalación Línea Cauville	72	T	US\$	21.58	1,553.76	
	Trab. de apoyo, Dpto. Mantenimiento Inst. Bz.	30	T	US\$	21.58	647.40	
	Trab. Obras Civiles, Dpto. de Construcciones.	30	T	US\$	21.58	647.40	
		132	T				
SUB - TOTAL						US\$	2,848.56

TRABAJOS SOSTENIMIENTO Y ANCLAJES

NIVEL	VETA	LABOR	DESCRIPCION	AVANCE		TARIFA		
-260	Tres Reyes	Sala Winche	Split set	38	Pza.	US\$	4.71	178.98
-260	Tres Reyes	Sub. Est. Eléct.	Split set	18	Pza.	US\$	4.71	84.78
-260	Tres Reyes	Chimenea Izaje	Split set	97	Pza.	US\$	4.71	456.87
-260	Tres Reyes	Tolvas -260	Split set	68	Pza.	US\$	4.71	320.28
-300	Tres Reyes	Tolvas -300	Split set	30	Pza.	US\$	4.71	141.30
-300	Tres Reyes	Sala bomba -300	Split set	30	Pza.	US\$	4.71	141.30
-300	Tres Reyes	Chimenea Izaje	Puntal de línea	15	Pza.	US\$	16.79	251.85
-300	Tres Reyes	Sala Winche	Malla electrosoldada	50	m ²	US\$	2.05	102.50
-300	Tres Reyes	Sub. Est. Eléct.	Malla electrosoldada	21	m ²	US\$	2.05	43.05
-300	Tres Reyes	Sala bomba -300	Malla electrosoldada	20	m ²	US\$	2.05	41.00
-300	Tres Reyes	Sala Winche	Pie perforado	90	pie	US\$	0.53	47.70
-300	Tres Reyes	Anclaje polea	Pie perforado	258	pie	US\$	0.53	136.74
-300	Tres Reyes	Zona volteo	Pie perforado	69	pie	US\$	0.53	36.57
-300	Tres Reyes	Sala bomba -300	Pie perforado	20	pie	US\$	0.53	10.60

SUB TOTAL **US\$ 1,993.52**

MATERIALES

NIVEL	VETA	LABOR	DESCRIPCION	AVANCE		TARIFA		
-300	Tres Reyes	Sala de bombas	Fierro 5/8"	10	Unid.	US\$	5.60	56.00
-300	Tres Reyes	Sala de bombas	Fierro 1/2"	30	Unid.	US\$	3.77	113.10
-300	Tres Reyes	Sala de bombas	Cemento	50	Unid.	US\$	3.58	179.00
-300	Tres Reyes	Tolva -300	Fierro 5/8"	5	Unid.	US\$	5.60	28.00
-300	Tres Reyes	Tolva -300	Fierro 1/2"	10	Unid.	US\$	3.77	37.70
-300	Tres Reyes	Tolva -300	Cemento	20	Unid.	US\$	3.58	71.60

SUB TOTAL **US\$ 485.86**

TOTAL **US\$ 97,477.44**

Realizando la valorización para cada ítem que componen la ejecución del pique inclinado se obtiene una Inversión de U\$ 97,477.44.

El Tiempo de ejecución de la Obra será de 6 meses. (Ver cronograma de ejecución de excavación de labores) la cual quedará lista para el inicio del desarrollo y preparación del laboreo minero.

**5.1.2 PROFUNDIZACIÓN DEL NIVEL -260 AL NIVEL -300
PARA ACCEDER A LAS RESERVAS DE MINERAL EN
LA VETA TRES REYES CON LA ALTERNATIVA DE
EJECUCIÓN DE LA RAMPA**

**VALORIZACION DEL PROYECTO DE LA RAMPA DE PROFUNDIZACION
DEL NIVEL - 260 AL - 300 EN VETA TRES REYES**

DESARROLLO

NIVEL	VETA	LABOR	DESCRIPCION	AVANCE		TARIFA		
-260	Tres Reyes	Rampa	4m x 4m	445.00	m	US\$	724.00	322,180.00
-260	Tres Reyes	Cruceros (5)	4m x 4m	50.00	m	US\$	557.00	27,850.00
-260	Tres Reyes	Chimeneas (3)	8' x 4'	78.00	m	US\$	147.00	11,446.00
-260	Tres Reyes	Sala de Bombas	3m x 2.7 m	15.00	m	US\$	419.00	6,285.00
-260	Tres Reyes	Crucero Bombeo	8' x 7'	30.00	m	US\$	202.00	6,060.00
-260	Tres Reyes	Crucero refugios	5' x 7'	15.00	m	US\$	146.00	2,190.00
				633.00	m			

SUB - TOTAL **US\$ 376,031.00**

DESQUINCHES

NIVEL	VETA	LABOR	DESCRIPCION	AVANCE		TARIFA		
-260	Tres Reyes	Cruceros	Desq. Curvatura	250	m ³	US\$	28.32	7,080.00
-260	Tres Reyes	Sala de Bombas	Desq. Ampliación	100	m ³	US\$	28.32	2,832.20
-260	Tres Reyes	Ventiladores	Desq. Ventilador	10	m ³	US\$	28.32	283.20
				360	m ³			

SUB - TOTAL **US\$ 10,195.00**

TRANSPORTE AVANCE LINEAL

NIVEL	VETA	LABOR	DESCRIPCION	AVANCE		TARIFA		
-260	Tres Reyes	Chimeneas (3)	8' x 4'	78	m	US\$	147.00	11466.00
-260	Tres Reyes	Crucero Bombeo	8' x 7'	30	m	US\$	202.00	6,060.00
-260	Tres Reyes	Crucero refugios	5' x 7'	15	m	US\$	146.00	2,190.00
				123.00	m			

SUB - TOTAL **US\$ 9,716.00**

TRABAJOS REALIZADOS POR EL SCOOP

Nº SCOOP	LABOR	DESCRIPCION	HORAS		TARIFA			
Toro 300D	Rampa	4 x 4	m ²	50.00	H	US\$	55.00	2,750.00
Toro 300D	Rampa	4 x 4	m ²	50.00	H	US\$	55.00	2,750.00
				100.00	H			

SUB - TOTAL **US\$ 5,500.00**

TRANSPORTE DE AGREGADOS Y MATERIALES SALA BOMBA – 310

N° VOLQUETE	LABOR	VIAJES	HORAS		TARIFA		
	Agregados		37.50	H	US\$	33.61	
	Rampa	5.00	7.50	H	US\$	33.61	252.08
			45.00	H			

SUB – TOTAL **US\$ 1,512.45**

TRABAJOS POR ADMINISTRACION

	LABOR	NO TAREAS		TARIFA		
	Trab. Bombeo Rampa -260	900.00	T	US\$	21.58	19,422.00
	Trab. Obras Civiles	200.00	T	US\$	21.58	4,316.00
	Trab. Apoyo Rampa	100.00	T	US\$	21.58	2,158.00
		1,200.00	T			

SUB – TOTAL **US\$ 25,896.00**

TRABAJOS DIVERSOS

NIVEL	VETA	LABOR	DESCRIPCION	AVANCE		TARIFA		
-260	Tres Reyes	Rampa	Split Set	500	Pza	US\$	17.94	8.970.00
-260	Tres Reyes	Chimeneas	Plataforma chim. Roca	30	Pza	US\$	22.64	679.28
-260	Tres Reyes	Chimeneas	Enmaderado	100	m	US\$	16.79	1,679.00
-260	Tres Reyes	Chimeneas	Puntal en línea	20	Pza	US\$	17.94	358.80
-260	Tres Reyes	Chimeneas	Puntal de seguridad	50	Pza	US\$	9.70	484.50
-260	Tres Reyes	Chimeneas	Buzón de madera	3	Pza	US\$	122.00	366.00
-260	Tres Reyes	Chimeneas	Malla Electrosoldad	50	m ²	US\$	9.69	484.00
-260	Tres Reyes	Chimeneas	Puntal de seguridad	50	Pza	US\$	9.69	484.00

SUB – TOTAL **US\$ 13,505.00**

MATERIALES

NIVEL	VETA	LABOR	DESCRIPCION	AVANCE		TARIFA		
-260	Tres Reyes	Sala Bombas	Fierro 5/8	10	Und	US\$	5.6	56.00
-260	Tres Reyes	Sala Bombas	Fierro 1/2	50	Und	US\$	3.8	190.00
-260	Tres Reyes	Sala Bombas	Cemento	100	Und	US\$	3.6	358.57
-260	Tres Reyes	Sub estacion	Fierro 5/8	5	Und	US\$	5.6	28.00
-260	Tres Reyes	Sub estacion	Fierro 1/2	10	Und	US\$	3.8	38.00
-260	Tres Reyes	Sub estacion	Cemento	20	Und	US\$	3.6	72.00

SUB – TOTAL **US\$ 742.57**

TOTAL : **US\$ 443,098.02**

Realizando la valorización para cada Item que componen la ejecución de la rampa se obtiene una Inversión de U\$ 443,098.02.

El Tiempo de ejecución de la Obra será de 7 meses. La cual quedará lista para el inicio del desarrollo y preparación del laboreo minero.

5.2 SELECCIÓN DEL PROYECTO A EJECUTAR PARA ACCEDER A LAS RESERVAS DE MINERAL DE LA VETA TRES REYES DEL NIVEL -260 AL NIVEL -300.

PROYECTO	INVERSION	TIEMPO
Pique Inclinado 8 x 7 pies ²	US\$ 97,477.44	6 meses
Rampa 4 x 4 m ²	US\$ 443,098.02	7 meses

Se ha seleccionado el proyecto pique inclinado por su menor Costo de Inversión menor tiempo de ejecución de la obra y no influir en las operaciones interior mina.

5.3 COSTO DE OPERACION

PROYECCION DEL COSTO UNITARIO PARA AÑO 2001

ESTRUCTURA DEL COSTO	COSTO UNITARIO -2000	COSTO UNITARIO - 2001
	US\$ / TMS	US\$ / TMS
Costos Operación		
Exploración	0.62	1.78
Desarrollo	3.35	1.86
Preparación	3.85	0.42
Mina	16.08	15.44
Planta	5.67	5.71
Gastos generales	5.78	7.41
Servicios generales	5.86	7.81
TOTAL	35.34	40.43

VALOR DE PUNTO	
Plata	3.60 US\$ / TM
Oro	5.98 US\$ / TM

DISTRIBUCION DE GASTOS	
Plata	31.54
Oro	8.89
TOTAL	40.43

DETERMINACION DEL CUT OFF			
ELEMENTO	LEY	VALOR DE PUNTO	VALOR DE MINERAL
Plata	8.76	3.60	31.54
Oro	1.49	5.98	8.89
TOTAL :			40.43

5.4 PIQUE INCLINADO

Características

Inclinación	:	- 45°
Longitud	:	71.5 m.
Sección	:	8 x 7 pies ²
Longitud Centro de polea	:	106.5 m.
Longitud del centro del tambor	:	140.00 m.
Ubicación del eje:		0.75 m del hastial derecho y a 1.65 m del hastial izquierdo.
Acceso del personal	:	Hastial Izquierdo.

5.4.1 CHIMENEAS DE CABLE E IZAJE

Chimenea de Cable	:	4 x 4 pies ² y Longitud 31.50 m.
Chimenea de Izaje	:	(1) 8 x 7 pies ² y longitud 18 m. (2) 6 x 4 pies ² y longitud 12 m.

5.4.2 CÁMARA DE WINCHE

Ubicación	:	Parte extrema e inferior de chimenea de cables
Dimensiones	:	5m x 5m x 3m
Sobre excavación	:	2m x 2m x 1.5 (para anclaje de winche)
Sostenimiento	:	Enmallado y shocreteado
Anclaje de winche	:	Taladros con fierro de anclaje y concreto armado con malla 0.20 m x 0.20 m

5.4.3 CHUTES DE ALMACENAMIENTO NIVEL -260 Y - 300

Chutes NV - 260	:	Chimenea 8 x 4 pies ² y longitud 15.5 m c/u
Chutes NV - 300	:	Chimenea 8 x 4 pies ² y longitud 10.0 m c/u

Costo de los Chutes metálicos : Se confeccionaran dos unidades para el nivel -300 y las dos que se necesitan para el nivel -260 se recuperaran de Tajeos que ya han concluido su ciclo de minado.

Materiales US \$ 5,891.42

Personal " 1,875.61

Servicios " 2,550.00

Total 10,317.03 Costo/unit = 5,158.00

Nota: Los chutes son metálicos y de acción neumática y cuya fabricación es hecha por Dpto. De Mantenimiento Mecánico, tanto los chutes superior e interior son similares.

5.4.4 REFUGIOS

Ubicación : Hastial Izq. Cada 10 mts
Sección : 5' x 7' x 1.2 mts

Se tiene en cuenta que en el nivel de ubicación de los chutes de carga se ha diseñado un refugio donde estará ubicado el mando hidráulico de los chutes y mando para la señalización respectiva para la comunicación con la sala de winche.

5.4.5 SUB ESTACIÓN DE TRANSFORMADORES

Ubicación : Hastial derecho del cruce 8' x 7' de acceso a la sala de winche
Dimensiones : 6m x 4m x 2.1m
Equipo : Transformador de 320 KVA 2.3/46KV
Tablero General 460V

5.4.6 SALA BOMBAS

- Sala Bomba NV-300

Dimensiones : 3m x 4m y una profundidad de 1.5 Mts.
Objetivo : Recepcionar el agua que produciría al interceptar la estructura mineralizada nivel -300 ; la evacuación sería por el inclinado con tuberías de polietileno de $\varnothing = 4''$ hasta el nivel -260, luego por la cuneta a la sala de bombas principal del nivel -260.

- Sala Bomba NV-310

Dimensiones : 12m x 3m x 2.4 m
Objetivo : Captar agua de filtración de todo el proyecto la cual se realizara con bombas estacionarias

5.4.7 LÍNEA DECAUVILLE

Longitud : 96 m
Ancho de trocha : 955 mm

5.4.7.1 COSTOS: SOLERA, RIELES, DURMIENTES Y ESCALERA

	Dimensiones	N° Piezas x fs	Precio Unit. \$ / Pz	Costo
Solera	8 "Ø x 8 "	(96m/5m) x 1.1 = 22	1.84 Pz	40.57
Rieles	30 lbs/yd	(96m/5m) x 1.1x2 = 42	72.5pz +10% acc.	1,349.50
Durmientes	4" x 6" x 5"	(96m/0.8m) x 1.1 = 132	1.39	183.48
Escaleras	3m x 8 peldaños	(96m/3.0m) x 1.1 = 36	3.7	133.714

5.4.8 CABLE DE ACERO

Tipo : 6 x 19 con alma de acero mejorado tipo cobra
Diámetro : 7/8 Pulg.
Peso Aprox : 1.92 Kg. / Metro
Resistencia
a la ruptura : 32.12 TC

	Longitud	Precio	Costo
Cable Acero	180m	US\$ 3.15/m	\$567

5.5 INVERSIÓN EN EQUIPOS

Equipo de Izaje	Precio US \$
Winche eléctrico	60,000
Skip 35 pies 3	2,000
Transformador 160 Kw	6,000
Bomba Could 3410	70,000
Bomba flyght – sumergible	45,000
Total	US\$183,000

Todo el equipo es propiedad de la compañía y no se necesita inversiones.

5.6 FINANCIAMIENTO

El proyecto de profundización del nivel -260 al nivel -300 en la Veta Tres Reyes se realizara por medio de un pique inclinado y se efectuara una inversión de US\$ 1'415,267.30 que será con recursos propios de la empresa.

Explotación	US \$ 1'143,360.40
Desarrollos	US \$ 174,420.00
Pique inclinado	US \$ 97,477.44
Inversión Total	US \$ 1'415,257.84

Nota: en el ítem desarrollo mineros, la Inversión a efectuar corresponden a las labores a realizar una vez cortada la estructura mineralizada.

5.7 ANÁLISIS ECONÓMICO

CUADRO DE RESERVAS

Block	Toneladas	Leyes	
		OZ Ag/TM	Gr Au/Tm
513	4,613	18.61	1.82
514	6,540	13.94	1.50
545	2,970	18.58	1.67
546	6,540	13.04	0.89
547	3,680	14.94	1.19
548	4,190	16.69	1.67
Total	28,280 TM	15.48	1.41

Valor de Punto (V_p)
Plata : 3.6 US\$ TM
Oro : 5.98 US\$ TM

Valor Mineral Unitario (V_{um})	
Plata	US \$ 55.728 / TM
Oro	US \$ 8.431 / TM
Total (V_{um})	US \$ 64.159 / TM

$$V_{um} = V_p \times \text{Ley Mineral}$$

Valor total Mineral (V_{tm})	
V_{tm}	US\$ 1'814.416.5
Total	US\$ 1'814,416.5

$$V_{tm} = V_{um} \times \text{Reservas}$$

Costo de Explotación (C_e)	
C_e	US\$ 1'143,360.4

$$C_e = \text{Costo de Operacion} \times \text{reservas}$$

Costos desarrollos Mineros	
Exploración	0,00
Desarrollos	127,070
Preparación	47,350
Total	US \$ 174,420

Costo Pique Inclinado	
C_{pi}	97,477.44
Total	US \$ 97,477.44

Costo Rampa	
C_r	US \$ 443,098.02
Total	US \$ 443,098.02

5.8 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

CUADRO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS

CUADRO : PIQUE INCLINADO 8 X 7 pie²

	Ingresos US\$	Egresos US\$
Valor de Mineral	1'814,416.50	
Costo de explotación		1'143,360.40
Costo de desarrollo y preparación		174,420.00
Inversión		97,477.44
Total	1'814,416.50	1'415,257.84
Utilidad	US \$	399,158.66

CUADRO : RAMPA 4 x 4 m²

	Ingreso US \$	Egreso US \$
Valor Mineral	1'814,416.50	
Costo Explota		1'143,360.40
Costo de desarrollo Minero		174,420.00
Inversión		443,098.02
Total	1'814,416.50	1'760,878.42
Utilidad	US\$	53,538.08

De los cuadros comparativos se observa que es mas recomendable la alternativa del proyecto pique inclinado por su mayor utilidad y menor inversión.

5.9 COSTO / BENEFICIO

Seleccionado el proyecto de profundización para acceder a las reservas de mineral en la veta Tres Reyes del nivel –200 al Nivel – 300 tenemos:

Proyecto	:	Pique inclinado 8 x 7 pies ²
Reservas	:	28,280 TM
Leyes	:	15.48 Ag oz / TM 1.41 Au gr / TM
Beneficio	:	US \$ 1'814,416.50
Costo	:	US\$ 1'415,257.84
B/C	:	1.282

5.10 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

El cronograma de ejecución del proyecto se observa en el siguiente diagrama:

6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Para profundizar la explotación de las reservas por debajo del NV-260 en la veta Tres Reyes, se ha decidido por el proyecto del pique inclinado por las razones siguientes:

a) para acceder a las reservas referidas la inversión es la siguiente:

Pique Inclinado	US\$ 97,477.44
Rampa	US\$ 443,098.02

La inversión en el pique inclinado es el 22 % de la inversión que se realizaría en la rampa.

6.2 La profundización de las operaciones en la veta Tres Reyes del Nv. -260 al Nv. -300 mediante el proyecto pique inclinado, nos permitirá acceder a un volumen de reservas del orden de 28,280 TM con leyes de Ag 15.48 oz / TM y de Oro 1.41 gr/TM; este proyecto traerá consigo además la posibilidad de cubicar un tonelaje estimado en 15,000 TM por encima del nivel -300.

6.3 Debido a los sondajes diamantinos que se han realizado, se tiene la certeza que la mineralización en la veta Tres Reyes no profundiza por debajo del nivel -300, por tal motivo es que se ha optado por la alternativa del Proyecto Pique Inclinado.

6.4 La Utilidad final del proyecto será de US\$ 399,158.66 con la alternativa de pique inclinado y la alternativa de rampa es de US\$53,538.08.

6.5 Debido a la reducida cantidad de reservas cubicadas y a la no profundización de la veta Tres Reyes, ha sido uno de los factores para elegir el proyecto de pique inclinado.

6.6 El tiempo de vida útil del proyecto Pique Inclinado, es aproximadamente 6 meses.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Walter R. Crane, Métodos Modernos de Extracción de Minerales.
- 2.- U. Langefors y B. Kihlstrom, Técnica Moderna de Voladura de Rocas.
- 3.- E. Hoek / E.T. Brown, Excavaciones Subterráneas en Roca.
- 4.- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, Reglamento de Seguridad e Higiene Minera (Decreto Supremo N° 046-2001-EM) - 26 de julio de 2001.

ANEXOS

ANEXO 1

COSTO DE DESARROLLO Y PREPARACION DE LOS TAJEOS EN EL NIVEL - 300

COSTO DE DESARROLLO

NIVEL	VETA	LABOR	DESCRIP.	AVANCE		TARIFA		
-300	Tres Reyes	Galería Norte	8' x 7'	250.00	m	US\$	202.00	50,500.00
-300	Tres Reyes	Galería Sur	8' x 7'	220.00	m	US\$	202.00	44,440.00
-300	Tres Reyes	Chimenea 150	8' x 4'	42.00	m	US\$	153.00	6,426.00
-300	Tres Reyes	Chimenea 250	8' x 4'	42.00	m	US\$	153.00	6,426.00
-300	Tres Reyes	Chimenea 400	8' x 4'	42.00	m	US\$	153.00	6,426.00
-300	Tres Reyes	Chimenea 550	8' x 4'	42.00	m	US\$	153.00	6,426.00
-300	Tres Reyes	Chimenea 570	8' x 4'	42.00	m	US\$	153.00	6,426.00
				680.00	m			

SUB TOTAL

US\$

127,070.00

COSTO DE PREPARACION

NIVEL	VETA	LABOR	DESCRIP.	AVANCE		TARIFA		
-300	Tres Reyes	Sub nivel 100	5' x 7'	45.00	m	US\$	146.00	6,570.00
-300	Tres Reyes	Sub nivel 250	5' x 7'	70.00	m	US\$	146.00	10,220.00
-300	Tres Reyes	Sub nivel 520	5' x 7'	40.00	m	US\$	146.00	5,840.00
-300	Tres Reyes	Sub nivel 570	5' x 7'	70.00	m	US\$	146.00	10,220.00
-300	Tres Reyes	Chimenea 100/250	6' x 4'	60.00	m	US\$	145.00	8,700.00
-300	Tres Reyes	Chimenea 520/570	6' x 4'	40.00	m	US\$	145.00	5,800.00
				325.00	m			

SUB TOTAL

US\$

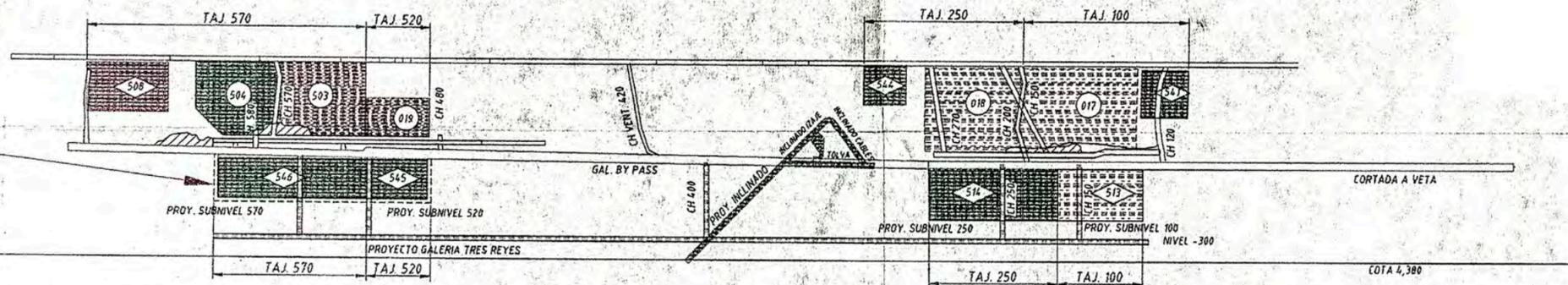
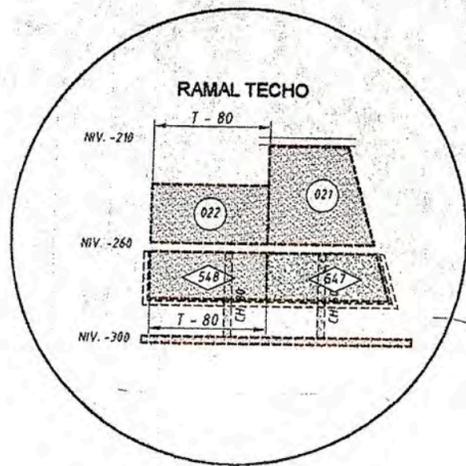
47,350.00

TOTAL

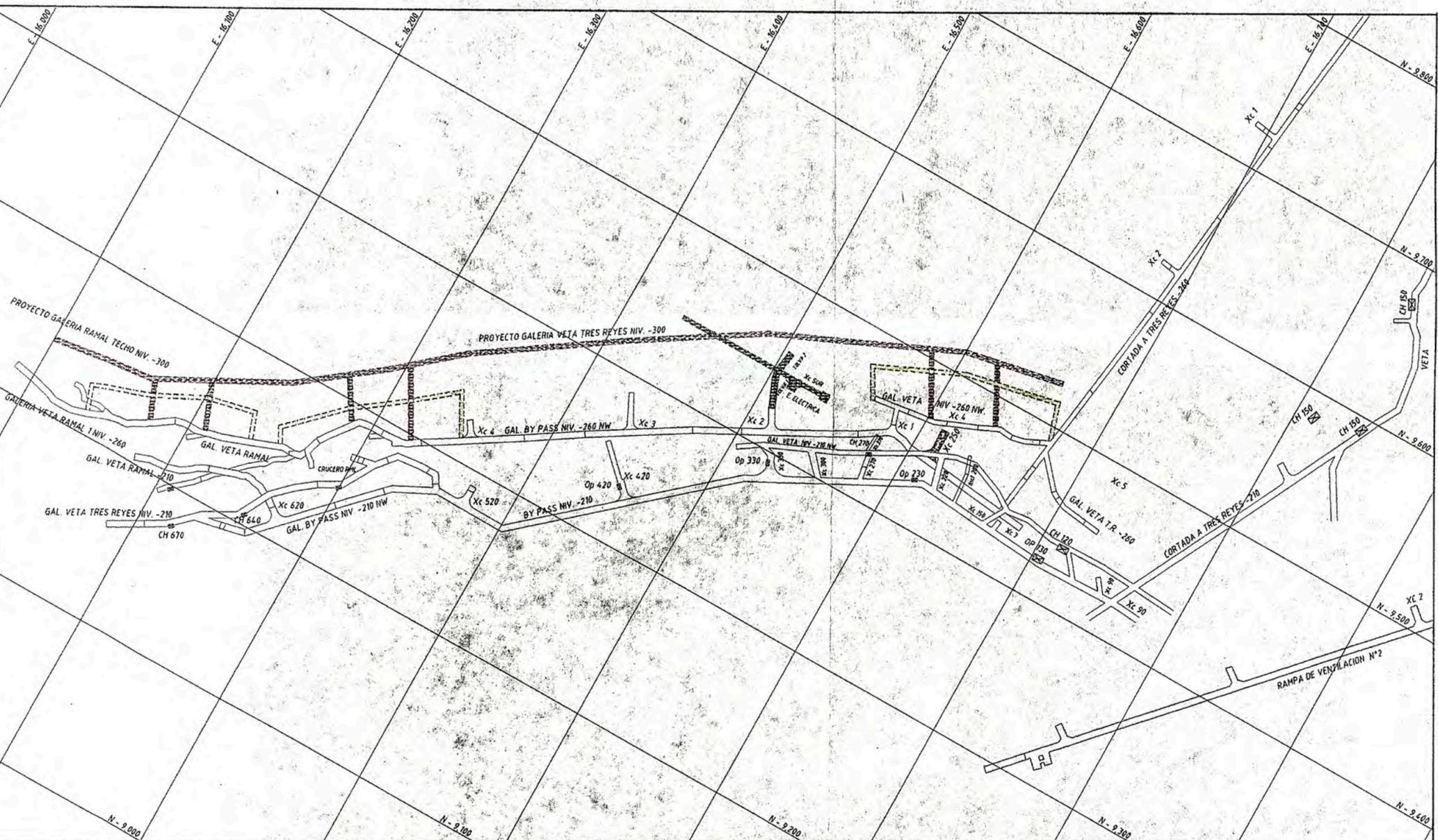
US\$

174,420.00

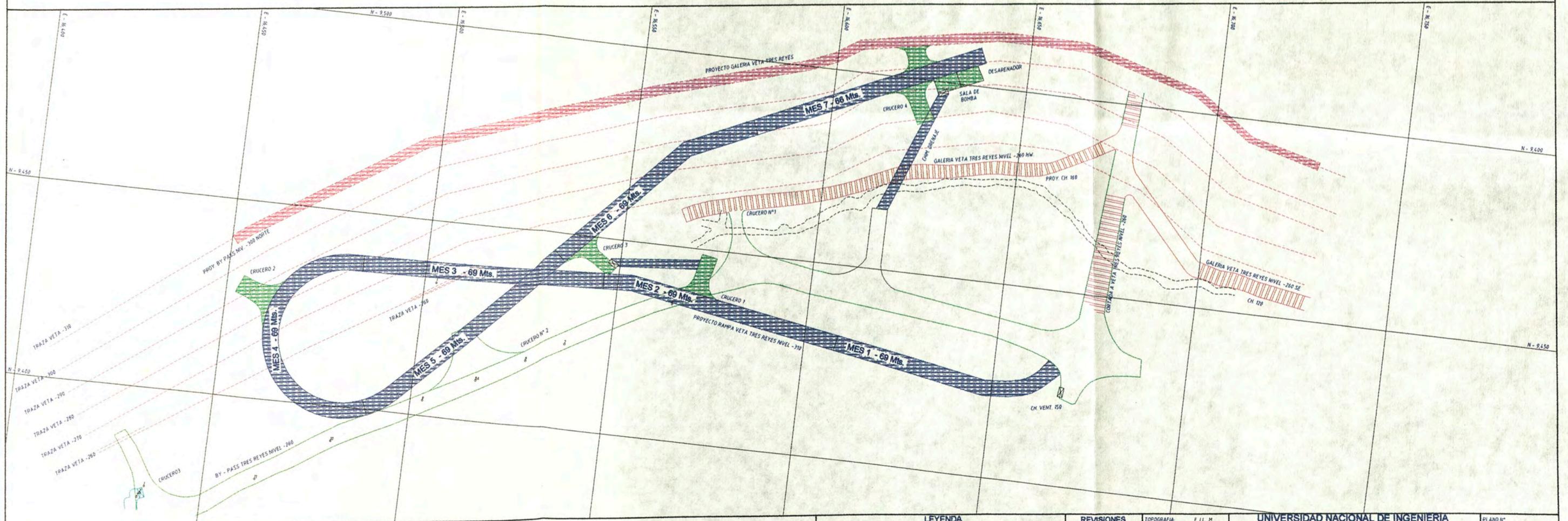
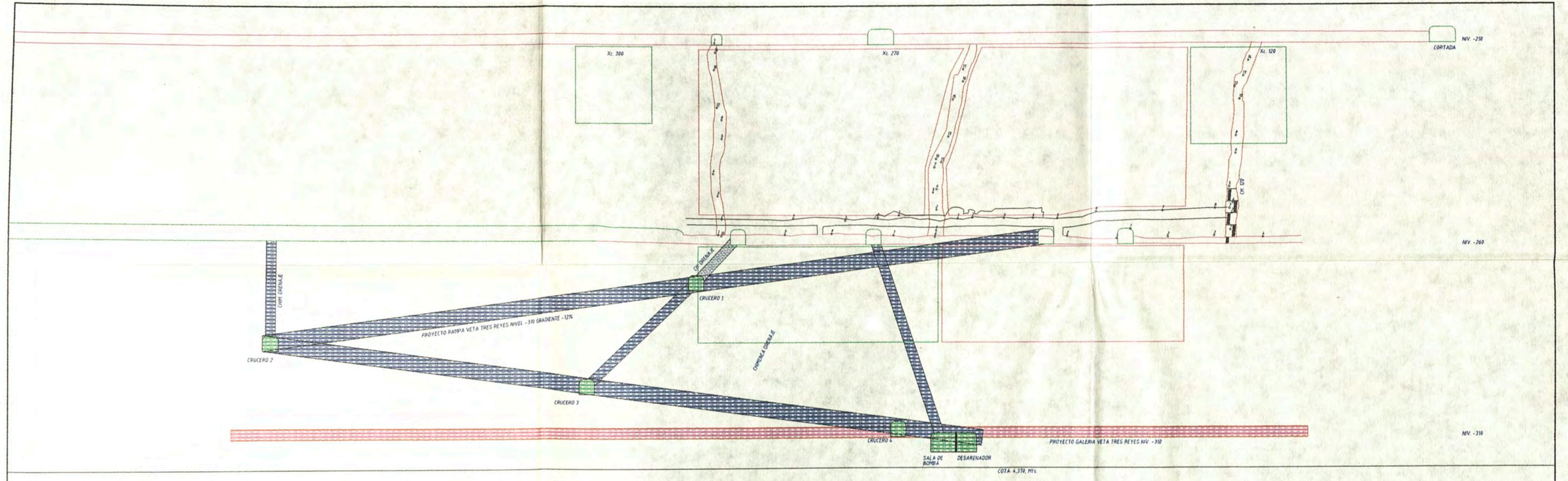
PLANOS



CUADRO DE RESUMEN DE RESERVAS							
VETA	NIVEL	BLOCK	T. M	Ag Oz/TM	Au Gr/TM	%Pb	%Zn
T. Reyes	-310	513	4,360	18.61	1.82	0.19	0.29
	-310	514	6,540	13.94	1.50	0.14	0.29
	-310	545	2,970	18.58	1.67	0.14	0.20
	-310	546	6,540	13.04	0.89	0.06	0.12
Rmi - T. Reyes	-310	547	3,680	14.94	1.19	0.09	0.14
	-310	548	4,120	16.69	1.67	0.08	0.12
TOTAL GENERAL:			28,280	15.48	1.41	0.12	0.20



LEYENDA NIVEL -210 NIVEL -260 RAMPA PROJ. GALERIA PROJ. SUBNIVEL PROJ. INCLINADO	REVISIONES TOPOGRAFIA: F. L. L. M. DIBUJO: A. M. M. PREPARADO: D. G. B. REVISADO: I. B. A. APROBADO: I. B. A.	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		PLANO N°
		VETA TRES REYES		RESERVA DE MINERAL
		AL 31 DE DICIEMBRE DE 1999		03
		NIVELES -260 Y -310		FECHA:
ESCALA: 1:200		12-02		



LEYENDA

GALERIAS		CHIMENEAS	
BY PASS		CHM. CORTAS	
CRUCEROS		ECHADERO DE MINERAL	
SUBNIVEL			
CORTADAS			
RAMPA			

REVISIONES

NO.	FECHA	REVISADO	APROBADO

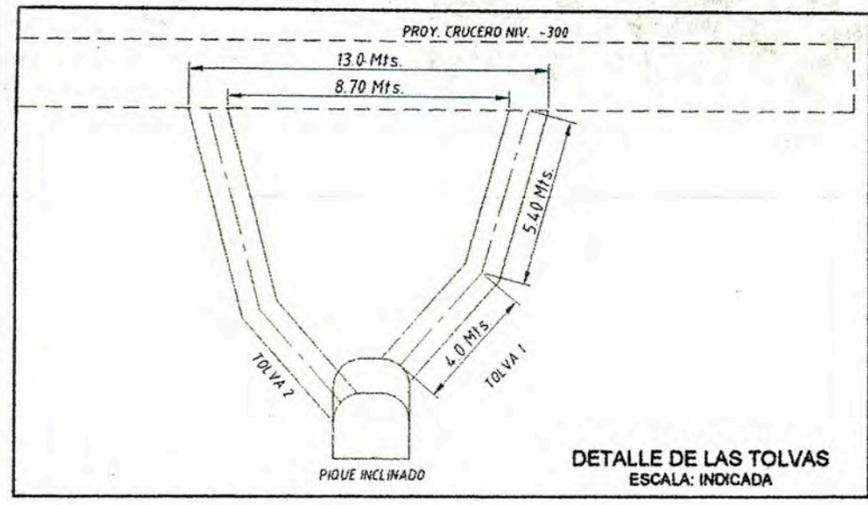
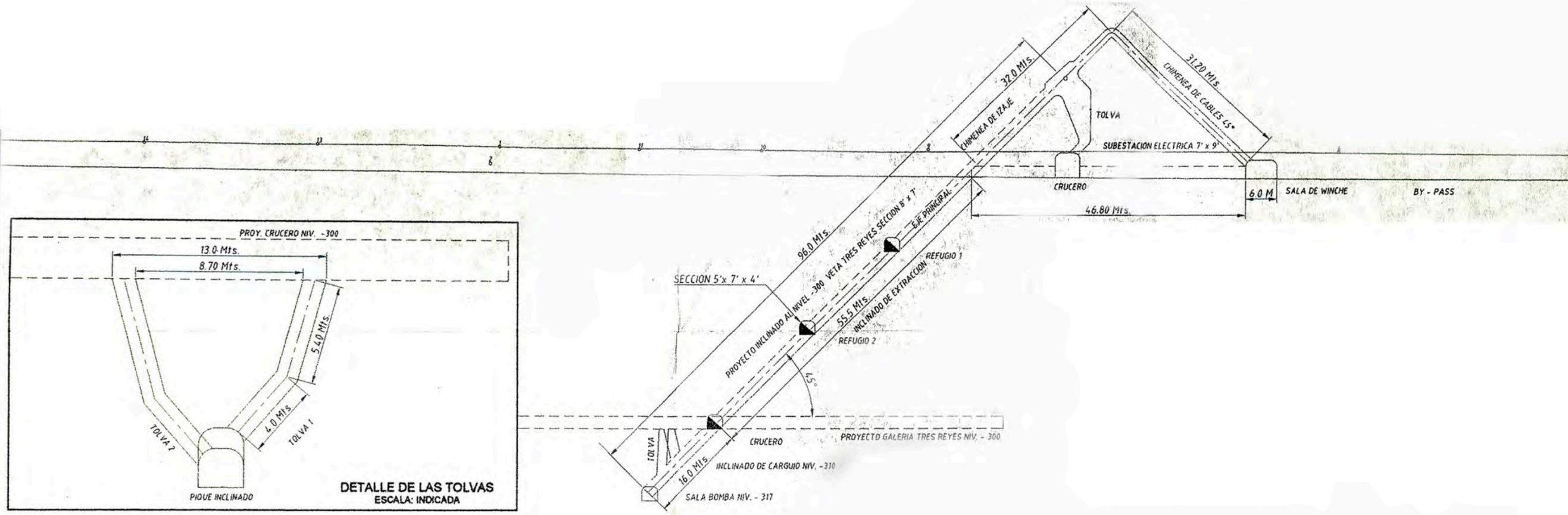
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO PROFUNDIZACION RAMPA VETA TRES REYES DEL NIV. -260 AL NIV. -310

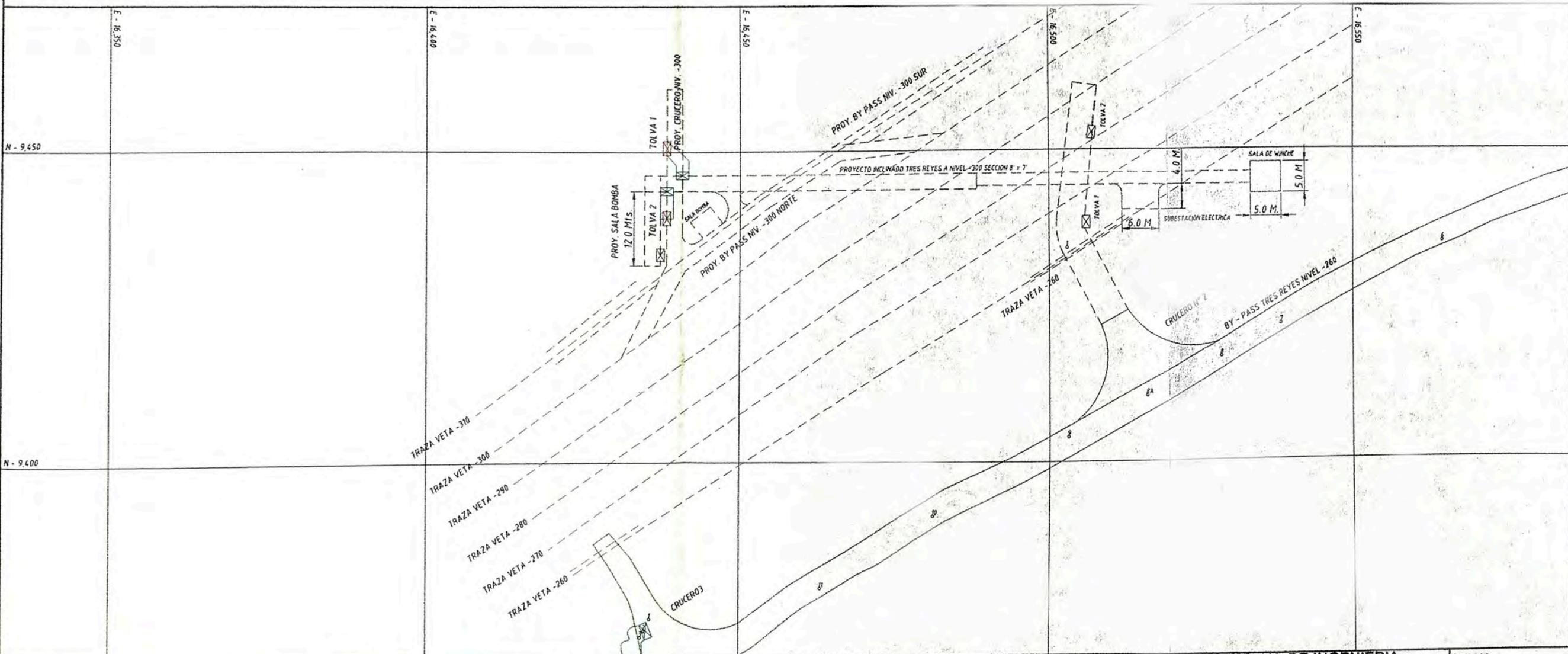
ESCALA: 1:200

PLANO N°: **04**

FECHA: **12-02**



COTA 4.370



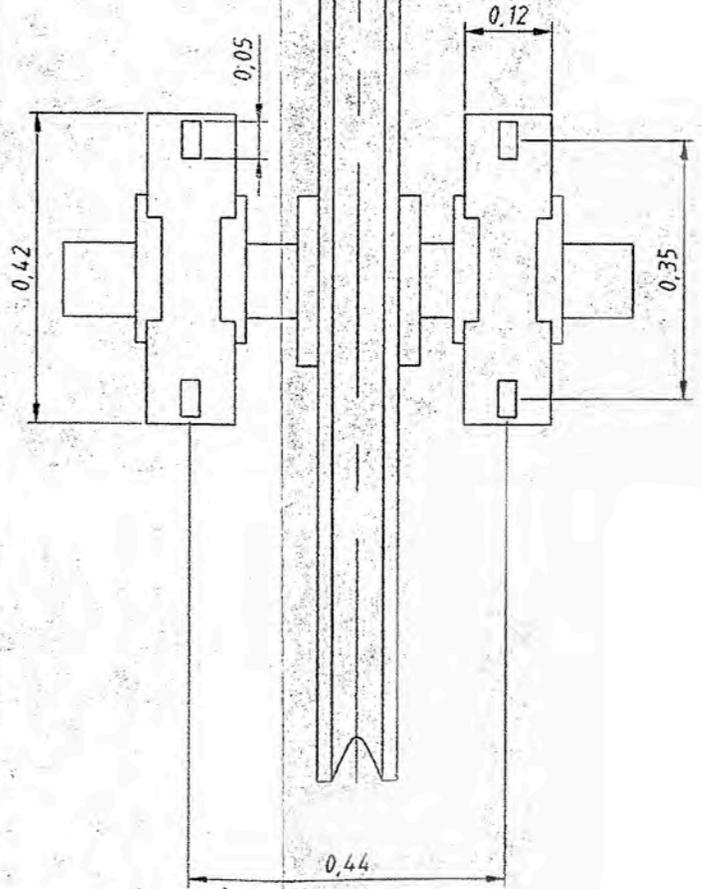
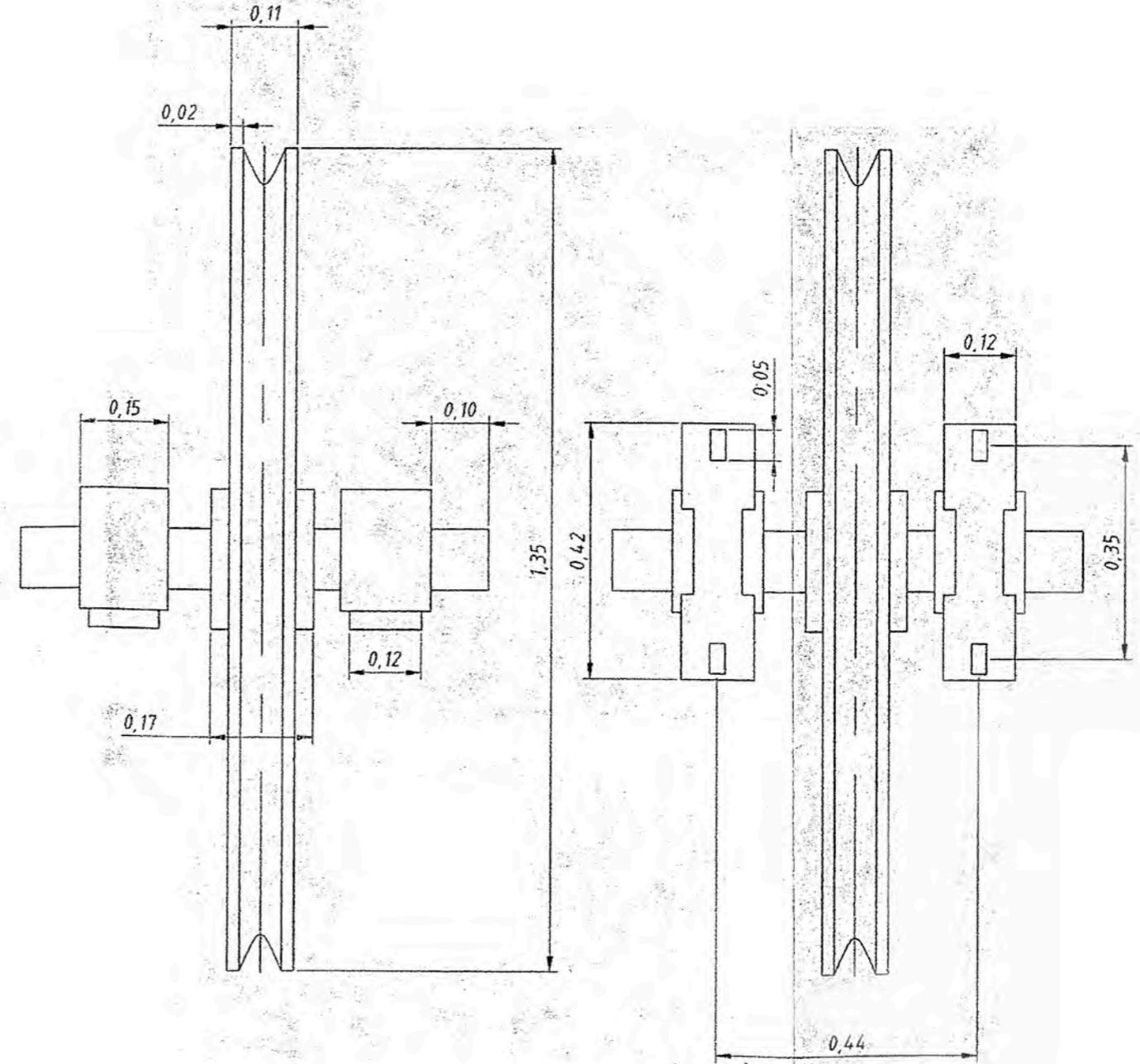
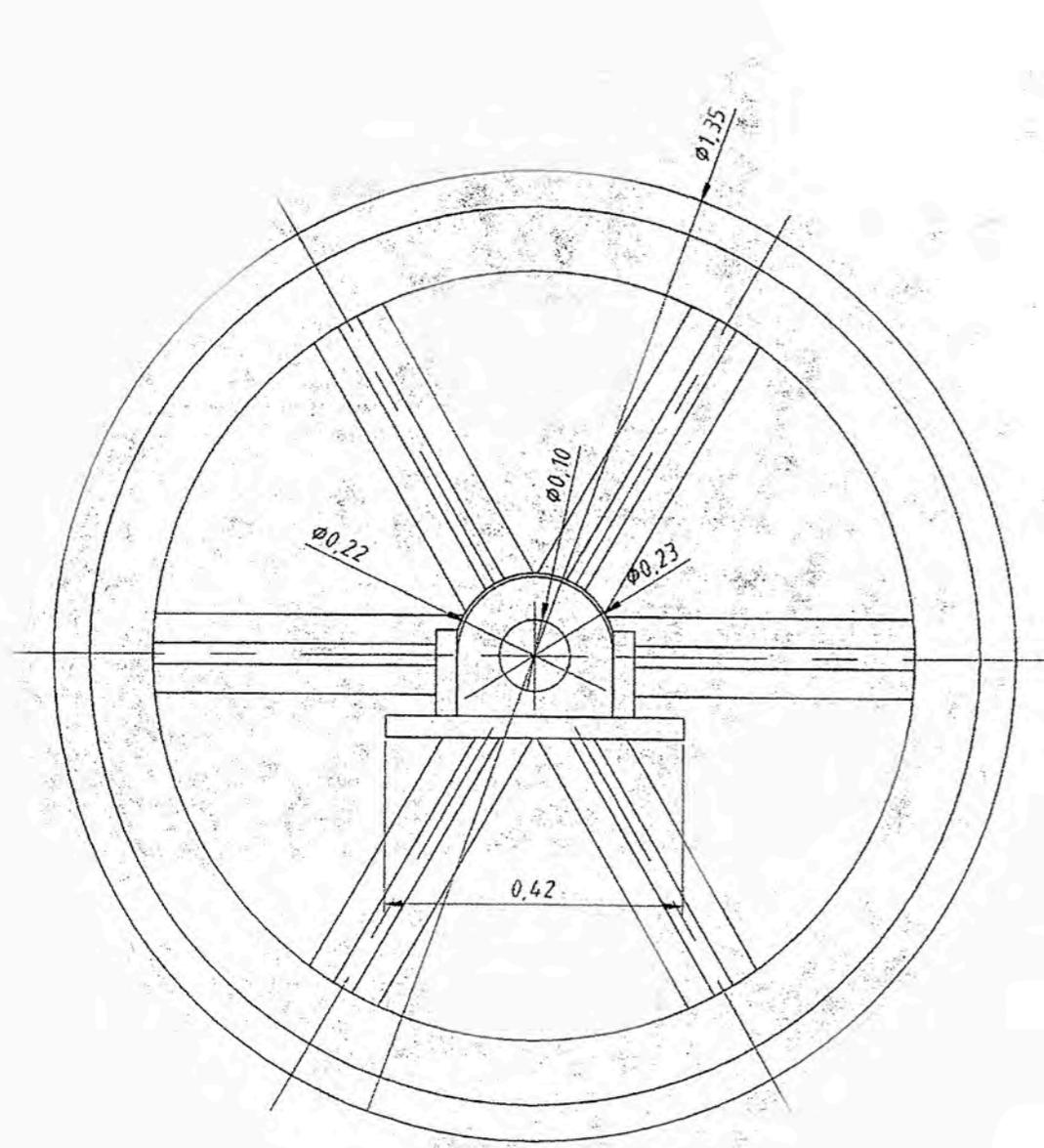
LEYENDA	
GALERIAS INCLINADO	
CAMINOS	
CRUCEROS	
SUBNIVEL	
CORTADAS	
RAMPA	
CHIMENEAS	
CAMINOS	
CHIM. CORTAS	
ORE POCKET	

REVISIONES	TOPOGRAFIA:	F. LL. M.
	DIBUJO:	A.M.M.
	PROYECTO:	D.G.B.
	REVISADO:	I.B.A.
	APROBADO:	I.B.A.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

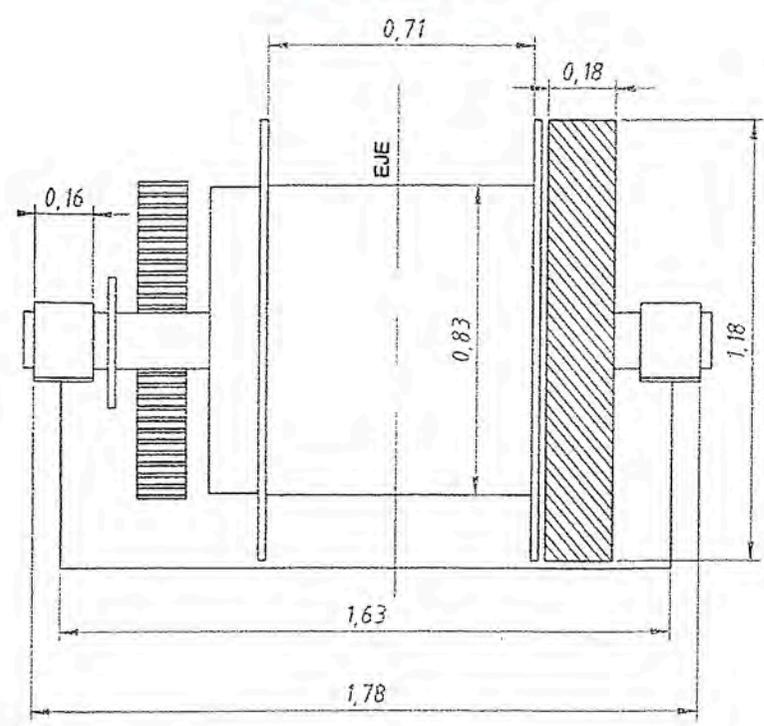
PROYECTO INCLINADO
VETA TRES REYES DE NIV. -260 A -300

PLANO N°	05
FECHA:	12-02

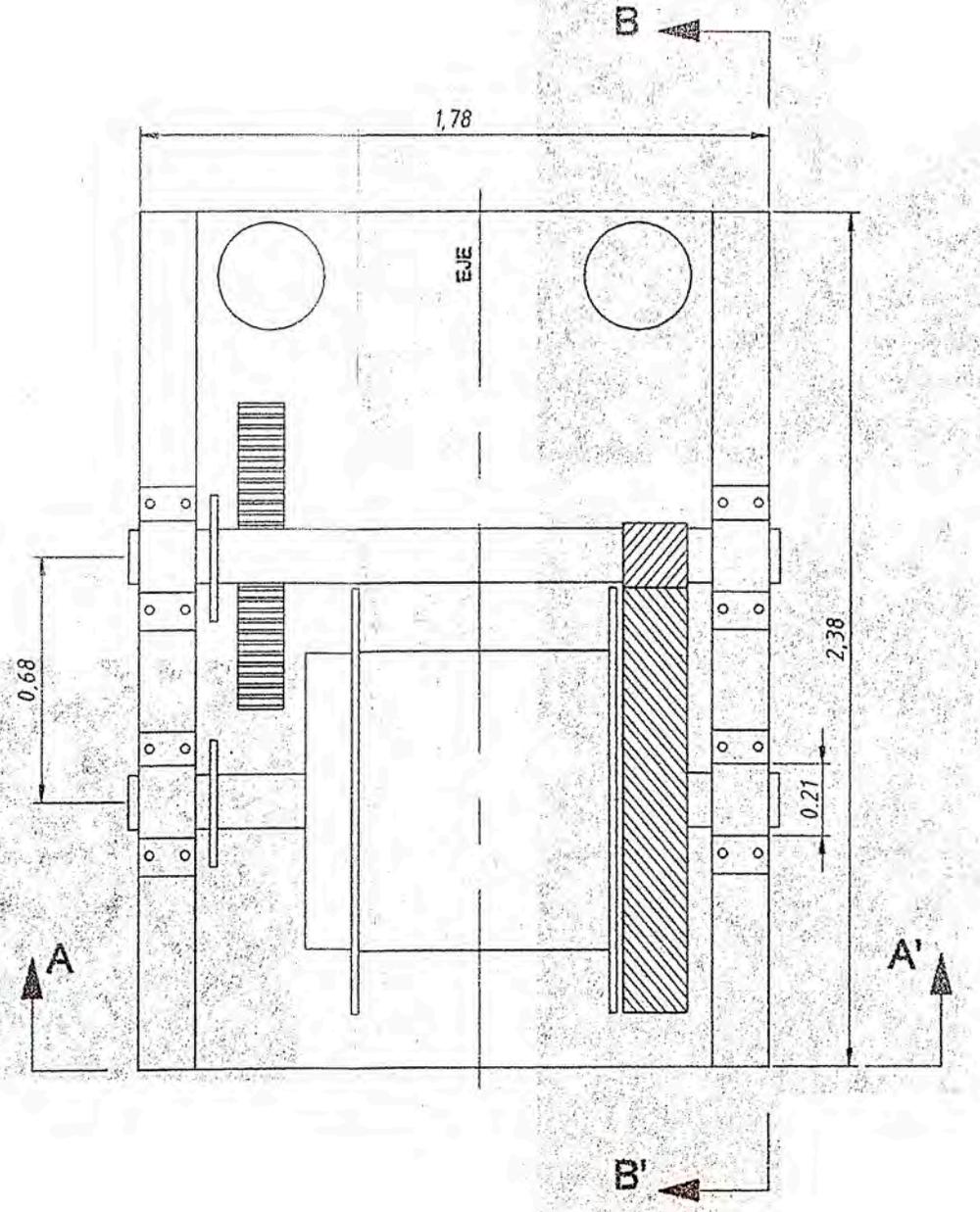
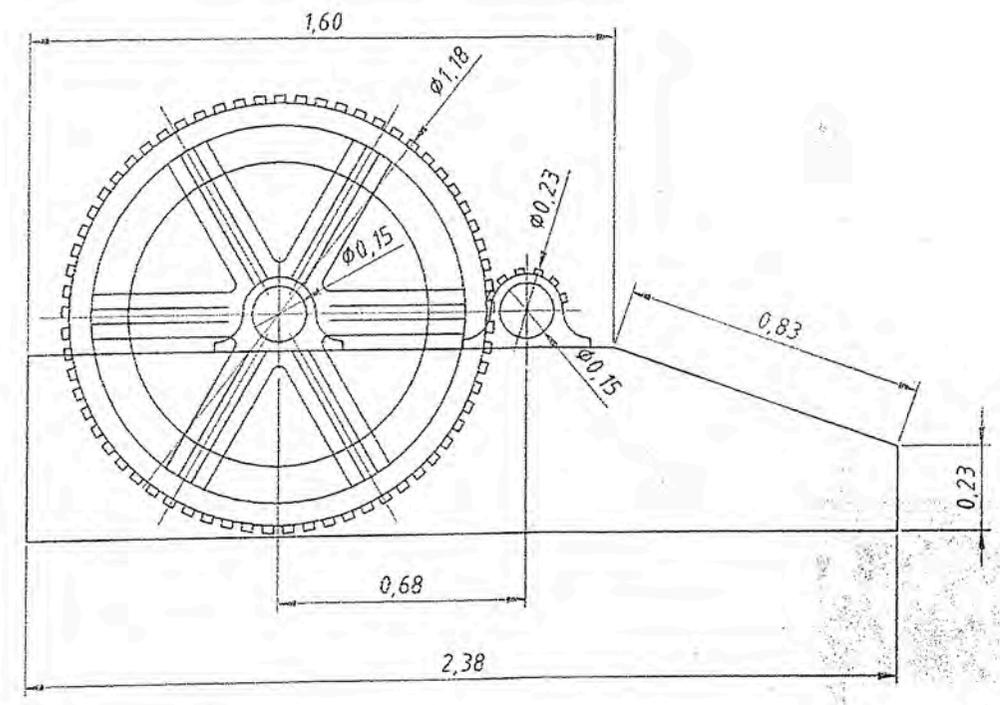


	LEYENDA UNIDAD: Mts	REVISIONES	PROYECTO: DIBUJO: A.M.M. REVISADO: APROBADO: W.R.V.	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA POLEA ESCALA: 1/10	PLANO N° 06
					FECHA: 12 - 00

SECCION A - A'



SECCION B - B'



LEYENDA

WINCHE VULCAN DENVER
 SERIE N° 172
 MOTOR SIEMENS
 44 KW
 440 V
 60 HZ
 UNIDAD = Mts.

REVISIONES

PROYECTO:	
DIBUJO:	A.M.M.
REVISADO:	
APROBADO:	W.R.V.

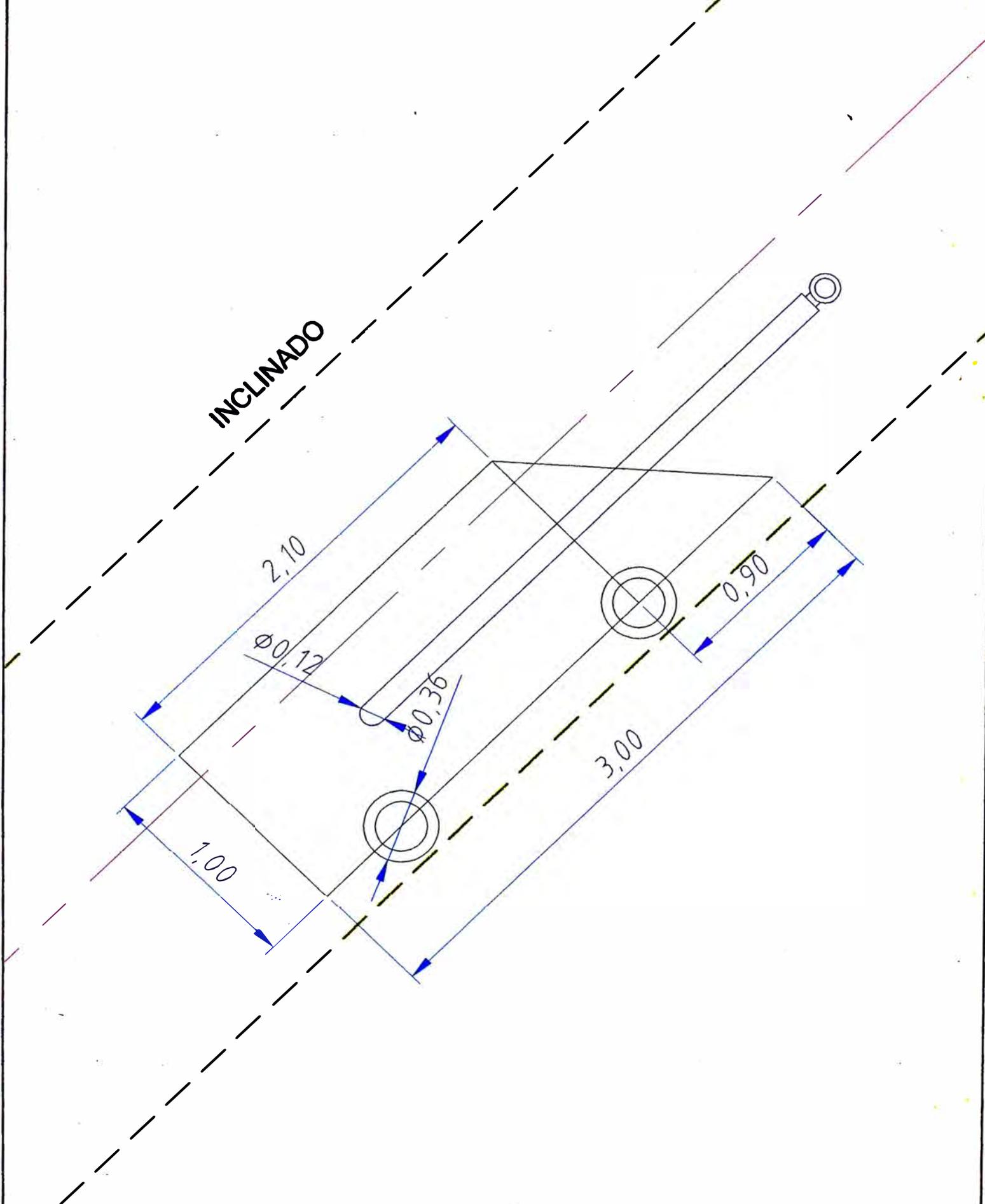
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

WINCHE ELECTRICO

ESCALA 1/20

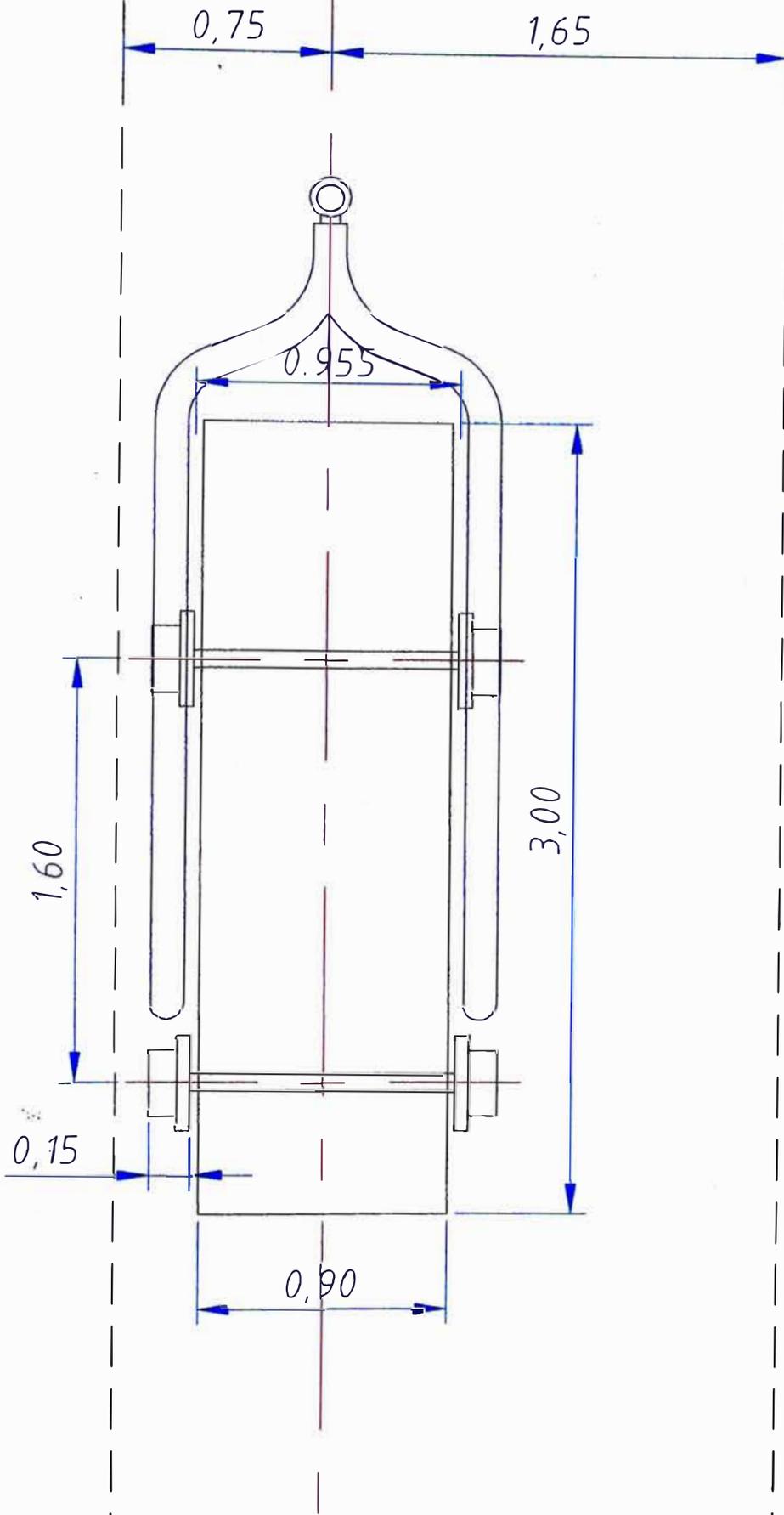
PLANO N° 07

FECHA: 12-00



DIBUJO: A. M. M.	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA DISEÑO DE SKIP DE EXTRACCION CAPACIDAD: 2.5 TM.	PLANO N°
DISEÑO:		08
REVISADO: W. R. V.		FECHA:
APROBADO:		12 - 00
	UNIDAD: Mts	

VISTA DE PLANTA



DIBUJO: A. M. M.

DISEÑO:

REVISADO: W. R. V.

APROBADO:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DISEÑO DE SKIP
DE EXTRACCION
CAPACIDAD: 2.5 TM.

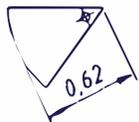
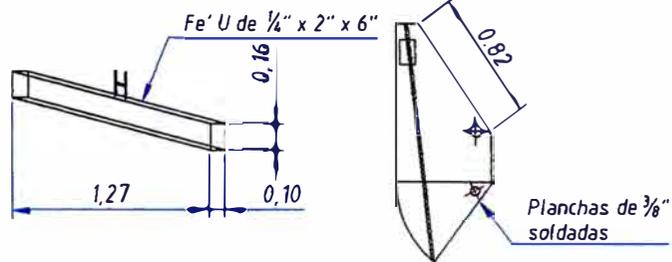
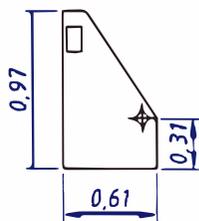
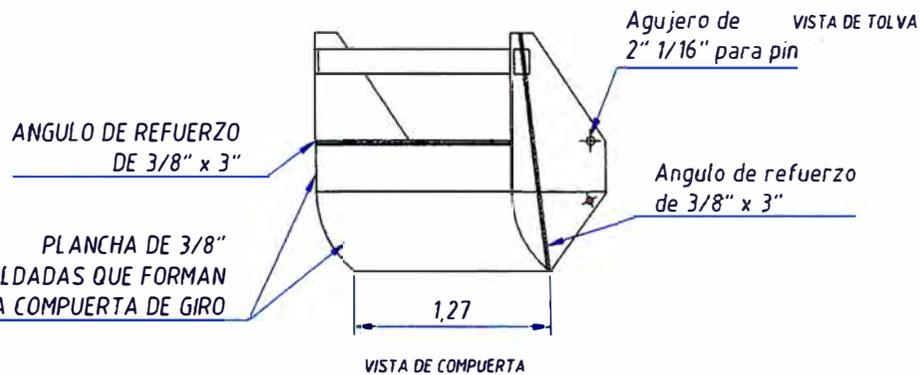
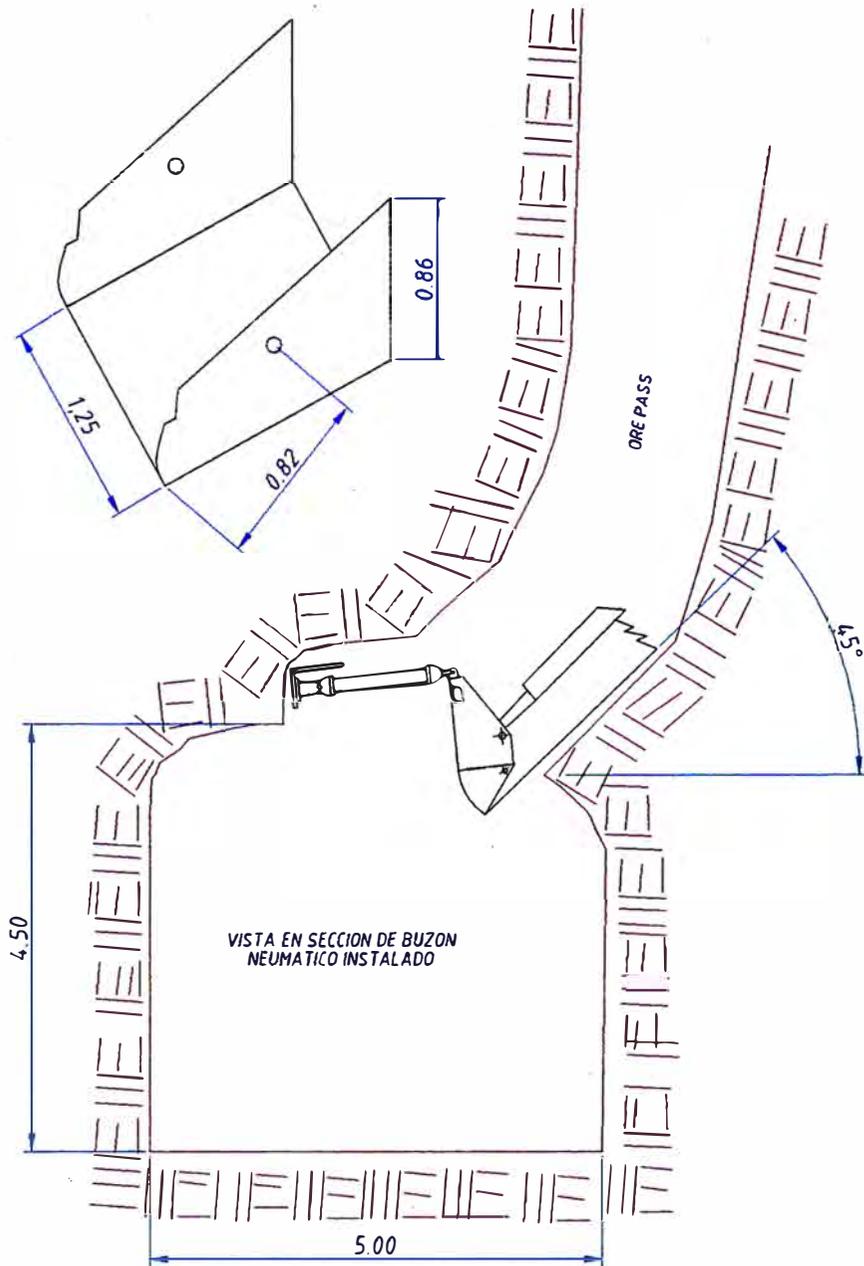
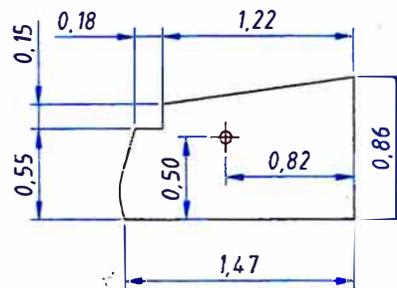
PLANO N°

09

FECHA

12 - 00

UNIDAD: Mts.



DIBUJO: A. M. M.
 DISEÑO:
 REVISADO: W. R. V.
 APROBADO:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
DETALLES DE COMPUERTA Y TOLVA
 METALICA PARA BUZON METALICA

PLANO N°

10

FECHA:

12 - 00