

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



“AMPLIACIÓN PROYECTO MINA 5 LADO NORTE SHOUGANG HIERRO PERÚ”

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS**

**ELABORADO POR:
HUBER JOSE FELIX BOCANEGRA**

**ASESOR
MSC. ING. JOSE ANTONIO CORIMANYA MAURICIO**

LIMA – PERÚ

2014

DEDICATORIA

Con mucho cariño para mis padres y hermanos.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater la Universidad Nacional de Ingeniería, primer objetivo alcanzado en mi vida académica, gracias a los profesores e investigadores quienes durante los cinco años se esmeraron para formarme profesionalmente.

La elaboración de este trabajo no se habría podido realizar sin la ayuda y colaboración de muchas personas valiosas, quienes volcaron su experiencia profesional, laboral y de vida para que el trabajo que ahora presento se concrete.

Al respecto debo agradecer al Ing. Luis Gonzales Salazar, Gerente de obra San Martín Contratistas Generales Sede Shougang por la disposición inmediata de brindarme su apoyo en cuanto hiciera falta para obtener información directa y relevante que incidieron en la culminación del presente trabajo.

Un agradecimiento muy especial a mis padres, Huber y Reina quienes han sido un constante estímulo para culminar mi formación profesional.

RESUMEN

El informe detalla las operaciones desarrolladas en la ampliación de la mina 5 lado norte de Shougang Hierro Perú S.A.A el cual fue desarrollado gracias a la información proporcionada por la empresa contratista e información por parte del cliente Shougang Hierro Perú S.A.A.

En el informe podemos encontrar la ubicación del cuerpo mineralizado, la geología local y regional, detalles del planeamiento para el desarrollo de las operaciones por parte de San Martin Contratistas Generales, encontrando dificultades dentro de las operaciones que incrementan nuestros costos operativos, optando por un cambio de diseño de la mina para avanzar con nuestras operaciones debido a un cuerpo mineralizado en la rampa de diseño por donde tenemos que profundizar, analizamos los costos de perforación, costos de carguío, costo de acarreo.

San Martin Contratistas Generales está encargado de la perforación, para ello analizamos nuestros costos de perforación, la voladura es realizado por el cliente y los costos son asumidos directamente por el cliente, San Martin Contratistas Generales S.A. verifica el correcto carguío de los taladros, y factor de carga

correspondiente, para no tener dificultades en el carguío y acarreo del material volado.

Analizamos si el proyecto fue favorable o no a la contratista, por el nuevo diseño que se da en plena operación.

ABSTRACT

This report describes the operations performed in the north expansion project (mine 5) of Shougang Hierro Peru S.A.A., which was possible due to the information provided by the contractor –San Martin Contratistas Generales– and the client –Shougang Hierro Peru S.A.A.

Furthermore, the report includes the ore body location as well as the local and regional geology; it also details the mining plan of operations conducted by San Martin Contratistas Generales. However, some hindrances in the operational activities were found that increased the operating costs; thus, a change in the mine design was implemented to move on with the operations due to an ore body on the ramp design, where the mining operations shall go deeper. The drilling, loading and hauling costs are also analyzed.

San Martin Contratistas Generales is responsible for the drilling process; therefore, its costs are assessed, the blasting operations are performed by the client, who also incurs the expenses. San Martin Contratistas Generales checks the proper loading of holes and pertinent powder factor to avoid problems during the loading and hauling of the blasted material.

This report analyzes whether the project was favorable or not for the contractor due to the new design implemented in full operation.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	15
CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES	15
1.1 UBICACIÓN	15
1.2 CLIMA Y VEGETACIÓN	16
CAPITULO 2: GEOLOGÍA.....	17
2.1 GEOLOGIA REGIONAL.....	17
2.2 GEOLOGIA LOCAL.....	18
2.3 ESTRATIGRAFÍA	20
2.4 FORMACIÓN MARCONA	20
2.5 FORMACIÓN CERRITOS	21
2.6 FORMACIÓN COPARA	21
2.7 FORMACIÓN PISCO	22
2.8 CUATERNARIO ALUVIAL	22
2.9 DESCRIPCION DE LOS MINERALES Y ROCAS DEL YACIMIENTO DE MARCONA.....	22
2.9.1 MINERALOGÍA DE MARCONA ZONA OXIDADA	22
2.9.2 MINERALOGÍA DE MARCONA ZONA TRANSICIONAL .	24
2.9.3 MINERALOGÍA DE MARCONA ZONA PRIMARIA	26
2.9.4 ROCAS ÍGNEAS.....	28
2.9.4.1 GRANODIORITA DE SAN NICOLÁS.....	28
2.9.4.2 DACITA	29
2.9.4.3 DIQUES BÁSICOS	29
2.9.4.4 ANDESITA	30
2.9.4.5 GRANODIORITA	30

2.10	COMPOSICIÓN DE LAS ROCAS PREDOMINANTES EN EL YACIMIENTO DE MARCONA.....	30
CAPITULO 3: PLANEAMIENTO Y TOPOGRAFÍA.....		32
3.1	PLAN DE MINADO GENERAL.....	32
3.1.1	CONDICIONES GENERALES DE LA OPERACIÓN.....	33
3.1.2	RELACIÓN DE EQUIPOS	34
3.2	CAMBIO DE DISEÑO DEL PROYECTO.....	35
3.3	CUBICACIÓN DEL MATERIAL MOVIDO.....	36
CAPITULO 4: PERFORACIÓN Y VOLADURA		38
4.1	PERFORACIÓN.....	38
4.1.1	RELACIÓN PERFORACIÓN CON VOLADURA.....	39
4.1.2	RELACIÓN PERFORACIÓN CON CARGUÍO	39
4.1.3	RELACIÓN PERFORACIÓN CON FACTORES GEOMÉTRICOS Y GEOMECÁNICOS.....	40
4.1.4	MALLAS DE PERFORACIÓN	41
4.2	VOLADURA	41
4.2.1	DEFINIR EL TONELAJE REQUERIDO PARA LA VOLADURA	43
4.2.2	DISEÑAR VOLADURA.....	43
4.2.3	VERIFICACIÓN DE LA ZONA DE VOLADURA.....	44
4.2.4	GARANTIZAR LA SEGURIDAD DE LA OPERACIÓN.....	44
4.2.5	MATERIALIZAR EL DISEÑO DE LA MINA	44
4.2.6	REALIZAR EL AMARRE.....	45
4.2.7	VOLADURA	45
4.2.8	VERIFICAR LA ZONA VOLADA	45
4.2.9	VERIFICAR RESULTADOS.....	45

4.2.10	INCORPORAR DICHOS RESULTADOS AL SISTEMA DE INFORMACIÓN	46
4.2.11	VOLADURA PRIMARIA.....	46
4.2.12	PROCESO DE FRAGMENTACIÓN.....	46
4.2.13	DISEÑO DE CARGA DE TALADROS.....	49
CAPITULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS OPERACIONES .		54
5.1	INGENIERIA ECONÓMICA	54
5.1.1	TARIFA SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES S.A	55
5.1.2	CONSUMO DE DIESEL.....	56
5.1.3	RELACIÓN DE EQUIPOS	57
5.1.4	PRESUPUESTO PARA DESARROLLAR EL PROYECTO ..	57
5.2	CASH COST CARGUÍO Y ACARREO.....	58
5.2.1	COSTO DE ACARREO	60
5.2.2	COSTO DE CARGUÍO.....	62
5.2.3	COSTO DE EQUIPOS AUXILIARES	64
5.3	COSTO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA	65
5.3.1	COSTO DE PERFORACIÓN	65
5.3.2	COSTO DE ACERO DE PERFORACIÓN.....	66
CONCLUSIONES.....		72
RECOMENDACIONES.....		74
BIBLIOGRAFÍA.....		75
ANEXOS.....		76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Minerales de zona oxidada.....	23
Tabla 2.2 Minerales de zona transicional.....	25
Tabla 2.3 Minerales de zona primaria.....	27
Tabla 3.1: Significado de abreviatura	33
Tabla 3.2: Tabla de densidades	33
Tabla 3.3: Planeamiento según lo programado	34
Tabla 3.4: Equipos de carguío y acarreo.....	34
Tabla 3.5: Programación de mineral para el mes de abril.....	35
Tabla 3.6: Cubicación al final del proyecto	37
Tabla 4.1: Parámetros de perforación	41
Tabla 4.2: Restricciones para el uso de explosivo	50
Tabla 5.1 Tarifa de equipos san Martín contratistas generales	55
Tabla 5.2 Consumo de diesel por hora maquina.....	56
Tabla 5.3: Equipo de carguío y acarreo	57
Tabla 5.4: Presupuesto para el proyecto mina 5 lado norte	57
Tabla 5.5: Producción en tonelada metrica para el año 2011	59

Tabla 5.6: Producción en tonelada metrica para el año 2012	59
Tabla 5.7: Costo de equipo de acarreo	60
Tabla 5.8: Horas trabajadas de los equipos de acarreo durante el proyecto	61
Tabla 5.9: Horas operativas de los equipos de carguío.....	63
Tabla 5.10: Costo de carguío en las operaciones	63
Tabla 5.11: Costo de equipos auxiliares en el proyecto.....	65
Tabla 5.12: Costos de perforación para la perforadora EP-15.....	66
Tabla 5.13: Costos de perforación para la perforadora EP-29	67
Tabla 5.14: Costos de perforación para la perforadora EP-14.....	67
Tabla 5.15: Costo de perforación tarifa + diesel.....	68

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1.1 Plano de ubicación de la mina	15
Figura 2.1 Columna geológica generalizada sección de distrito minero de Marcona puerto San Juan - Perú	19
Figura 4.1: Banco de seguridad de 36m de altura.....	40
Figura 4.2: Proyección de material volado	42
Figura 4.3: Mecánica de rotura con cara libre.....	48
Figura 4.4: Mecánica de rotura con sin cara libre.....	49
Figura 4.5: Carga de taladros de 9” de diámetro- producción desmonte	51
Figura 4.6: Carga de taladros de 11” de diámetro- producción desmonte	52
Figura 4.7: Carga de taladros de 7 7/8” de diámetro- producción desmonte.....	53
Figura anexo 1: Base inicial mina 5 lado norte.....	77
Figura anexo 2: Diseño inicial mina 5 lado norte	78
Figura anexo 3: Diseño propuesto por SMCG.S.A mina 5 lado norte.....	79
Figura anexo 4: Diseño final del proyecto mina 5 lado norte	80
Figura anexo 5: Parte diario de acarreo.....	81
Figura anexo 5-1: Control de viajes de acarreo	82
Figura anexo 6: Formato para la carga de taladros	83
Figura anexo 7: Distancia y tonelaje proyectado por el cliente	84

Figura anexo 8: Plano general del proyecto mina 5 lado norte.....	85
Figura anexo 9: Material a extraer de la mina.....	86

INTRODUCCIÓN

Este informe está orientado al enfoque de las operaciones en un tajo abierto (Open Pit) conocer la producción en función al costo, como es un proyecto de corta duración podemos hacer comparaciones de nuestro presupuesto inicial y comparar con los costos finales de operación.

El objetivo de este informe es dar a conocer los costos dentro de una operación minera, como influyen los costos dentro de las operaciones, evaluar costos que acarrea el proyecto.

Se debe tener presente que la contratista vende en relación a lo que produce, vive de su eficiencia por ello analizamos las dificultades que presenta un diseño por la presencia de un cuerpo mineralizado que está ubicado en la rampa de diseño, dificultando las operaciones y avance de la producción, uno como empresa contratista siempre busca el mayor beneficio dentro de las operaciones.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 UBICACIÓN

El Distrito Minero de Marcona, está localizado a unos 420 Km. al Sur de Lima, en el Departamento de Ica, Provincia de Nazca, Distrito de San Juan de Marcona a 800 m.s.n.m. Unido al Puerto de San Juan por una moderna carretera de 27km. y a 13 km. en línea recta del Puerto de San Nicolás.

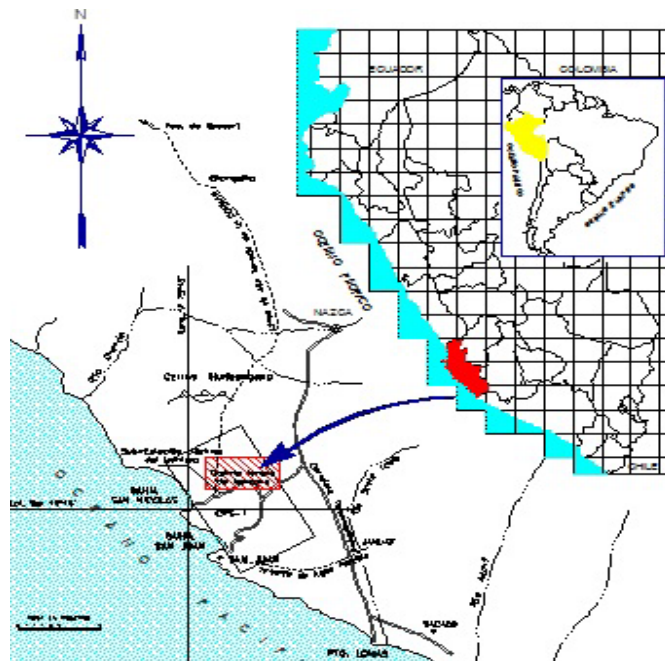


Figura 1.1 Plano de ubicación de la mina

Fuente: Área de geología Shougang Hierro Perú

1.2 CLIMA Y VEGETACIÓN

El distrito de San Juan de Marcona posee un clima húmedo y caluroso, sin gran variación durante sus estaciones del año, con temperaturas de entre 10° a 25° C en invierno y de 15°C a 30°C en verano, también posee una neblina prevaleciente que producen hasta un 100 % de humedad y vientos persistentes durante la época de invierno y otoño, alcanzando velocidades máximas de hasta 60 km. por hora, que provienen del Sureste. El puerto de San Juan de Marcona no posee recurso hídrico por ello la actual fuente de agua dulce para consumo de la población y uso industrial es subterráneo y está localizada en la quebrada de Jahuay, cuyos pozos de producción distan 30 km. Del puerto de San Juan. Debido a que el puerto de San Juan de Marcona es una zona desértica y no presenta precipitaciones de lluvias además de tener un clima seco, la mayor parte del año no cuenta con flora variada. A excepción en la parte alta de la meseta donde se observa presencia de musgos, líquenes y vegetación de Lomas.

CAPITULO II

GEOLOGÍA

2.1 GEOLOGIA REGIONAL

La meseta de Marcona pertenece a la cordillera de la costa, hacia el oeste de la cordillera occidental de los Andes; externamente este sistema es angosto con terminales Paracas al norte y Lomas al sur, interrumpidos por el Cerro Tunga, hacia el oeste las terrazas marina descienden al mar y hay precipicios cortados a pico que limitan al sistema.

Los afloramientos de roca son limitados por la cubierta Cuaternaria. El área mineralizada consiste de un grueso paquete de rocas metamórficas, sedimentarias y volcánicas del Paleozoico y Mesozoico, que forman un homoclinal de orientación NE que buza 40° al NW; ésta estructura básicamente simple, se complica con fallas e intrusiones menores, estando limitado al norte por espesos derrames volcánicos del terciario y al sur por el Batolito granodiorítico de San Nicolás.

El área de los depósitos de mineral forma una faja arqueada de 20 km. De largo por 7 km. de ancho, que se dispone hacia noroeste, dentro de la cual los depósitos se orienten en bandas paralelas de este a oeste.

2.2 GEOLOGIA LOCAL

La zona pertenece a la llamada Cordillera de la Costa formada por el gran batolito de granodiorita de edad Cretácico superior que instruyó principalmente a metamórficos precámbricos, meta-sedimentos marinos paleozoicos del periodo Carbonífero inferior, meta-sedimentos terrestres y meta-volcánicos mesozoicos de edad Jurásica, todas las cuales están metamorfisados. Además encontramos Tufos con sedimentos del Cretácico inferior y superior, sedimentos terciarios muy poco inclinados y no muy consolidados.

Existen también numerosas rocas intrusivas ya sea como diques, capas o derrames tubulares que cruzan y cortan todas las formaciones, siendo la mayoría de esas rocas post-mineral, factor que conjuntamente con el fallamiento existente en el área producen estructuras a veces complejas, acentuándose esta complejidad por los movimientos orogénicos andinos del Cretácico superior y terciario inferior.

ERA	PERIODO	FORMACIÓN	SIMBOLO	COLUMNA ESTRATIFICADA	POTENCIA APROX. EN METROS		DESCRIPCIÓN
					MIEMBRO	TOTAL	
CENOZOICO	CUATERNARIO		QAL		0 – 30 ±		Arena marina estratificada no consolidada, rodados heterogéneos, cañizas, cavidades rellenas, caliche.
	TERCIARIO	FORMACIÓN PISCO	TPF		500 ± ?		Arcillas interestratificadas areniscas de grano fino, arcillas laminadas, bentonita, abundante cenizas volcánicas, vetillas de yeso.
MESOZOICO	CRETASICO	DISCORDANCIA			500 ± ?	700 ±	SUPERIOR – Miembro los Cerillos: Areniscas blancas cuarzos pobremente estratificadas.
		FORMACIÓN COPARA	KCF		200 ± ?		INFERIOR – Miembro tierra blanca: Tufos depositados en agua, lavas, sedimentos volcánicos bien estratificados, areniscas carbonáceas.
	JURASICO SUPERIOR Y MEDIO	DISCONFORMIDAD			1000 ±	6000 ±	SUPERIOR – Miembro Tunga: Potentes flujos rojizos DE andesita porfirítica, delgadas calizas fosilíferas, areniscas feldespáticas y conglomerados.
		FORMACIÓN CERRITOS	JCF		3000 ±		MEDIO - Miembro Las Tetas: Areniscas feldespáticas arcósicas, tufos, flujos rojizos de andesita porfirítica.
DISCONFORMIDAD			2000 ±	INFERIOR – Miembro N-13: Abundantes flujos de Andesita, tufos areniscas túfaceas, areniscas feldespáticas. BASE – Brecha sedimentaria y conglomerado			
PALEOZOICO	?	FORMACIÓN MARCONA	MF		500 ±	ABUNDANTE MAGNETITA DISEMINADA	SUPERIOR – Miembro Pampa: Pizarras silicificadas comubianitas filíticas.
				E. GRID 500 ± MINA 7	600 ±		MEDIO - Miembro San Juan: Capas de dolomita separadas por comubianitas y arcosa local. INFERIOR – Miembro Justa: Actinolita, cuarcita, comubianitas arcósicas (gnelsótoca) arcosa. BASE – Conglomerado de comubianita (fragmentos pel)
PROTEROZOICO	PRECAMBRIACO	COMPLEJO LOMAS	PEL ?		?		

METAMORIZADO

ROCAS DIQUES

- Diorita
- Andesita porfirítica post mineral
- Granodiorita post-mineral
- Dacita pre & post minera

Figura 2.1 Columna geológica generalizada sección de distrito minero de Marcona puerto San Juan - Perú

2.3 ESTRATIGRAFÍA

Toda la secuencia de las formaciones que van desde el Pre-Cámbrico hasta el Cuaternario no forman una continuidad geológica, sino que existen ausencias o hiatos que han determinado disconformidades y discordancias entre ellas.

COMPLEJO LOMAS

Nombre local debido a que la punta del Puerto de Lomas está formada por este tipo de formación pre-cámbrica metamórfica constituida por arcosas y meta-arcosas rosadas de grano grueso, gneisses, orthogneiss, paragneiss, esquistos micaceos y migmatitas, existiendo afloramientos en el Puerto de San Juan y al Sur del área minera.

2.4 FORMACIÓN MARCONA

Sobreyaciendo en discordancia sobre la formación anterior encontramos rocas muy bien expuestas en el área de Marcona, de allí su nombre, y que por su diagenización la era que se le asigna es la Paleozoica del período Carbonífero Inferior, que constan principalmente de meta-sedimentos marinos, cornubianitas silicificadas y filíticas, dolomitas, cuarcitas, cornubianitas arcósicas y cornubianitas conglomeráticas.

Esta formación tiene un espesor aproximado de 1,600 mts. Y es la de mayor importancia económica, pues en ella se encuentran los principales yacimientos de fierro esparcidos en dos horizontes de mineralización, orientados en sentido general suroeste-noreste.

2.5 FORMACIÓN CERRITOS

Está en discordancia sobre Formación Marcona y es la más potente que se conoce en la zona, aproximadamente 6,000 m. en total con abundante diseminación de magnetita principalmente en el miembro inferior formado por brechas sedimentarias y conglomeráticas, así como por flujos andesíticos, tufos, areniscas tufáceas y feldespáticas, conteniendo fósiles de *Rhynchonella* del Jurásico Medio.

En este miembro inferior de la secuencia se encuentran muchos depósitos de fierro por ahora explorados en pequeña escala, por formar mayormente zonas mineralizadas de baja ley de fierro, característico de esta formación, el cual requiere un beneficio especial.

Dentro de esta formación observamos también en los miembros superiores actividad volcánica intensa con gran espesor y sedimentación de calizas fosilíferas, sedimentos tufáceos, brechas volcánicas, tufos andesíticos y areniscas feldespáticas-arcósicas.

2.6 FORMACIÓN COPARA

En discordancia y sobre la formación anterior se encuentran rocas de edad cretácica inferior basada en restos de fósiles vegetales, consistente en interestratificaciones y abigarradas arcillas, sedimentos calcáreos, areniscas carbonáceas y tufos, todo con una potencia aparente de 700 m. y sin interés económico.

2.7 FORMACIÓN PISCO

A continuación por encima de una superficie de discordancia angular y de erosión tenemos a rocas sedimentarias de edad Terciario de mares pelágicos consistentes de arcillas bentoníticas yesíferas, finas areniscas fosilíferas, cenizas volcánicas, con ángulos de inclinación muy bajos a horizontal. Tiene un posible interés comercial porque contiene bentonita.

2.8 CUATERNARIO ALUVIAL

Es el encapado de sedimentos marinos Cuaternario estratificado no consolidado de arena, rodados heterogéneos, grava, varias especies de fósiles marinos idénticos a la especies vivientes de la playa actual y una costra dura de yeso, sales de magnesio, sodio y carbonato de calcio llamado “caliche”. El aluvión es de un espesor variable, siendo muy potente cerca de las colinas y antiguas escarpas marinas.

2.9 DESCRIPCION DE LOS MINERALES Y ROCAS DEL YACIMIENTO DE MARCONA

2.9.1 MINERALOGÍA DE MARCONA ZONA OXIDADA

Corresponde a la superficie o cerca de ella y está formada por una capa de hematita como mineral dominante, contiene además limonita y variables cantidades de martita, óxidos de cobre y venillas de yeso, halita y actinolita. El espesor de esta zona es de 30 m. y se caracteriza por su bajo contenido de azufre (<1%) y

aproximadamente 60 % Fe. Las impurezas como cobre, fósforo, y sílice son mínimas.

Tabla 2.1 Minerales de zona oxidada

MINERAL PRINCIPAL	COMPOSICIÓN	OBSERVACIONES
Hematita	Fe_2O_3	Masiva, ligeramente porosa, de color marrón rojizo y mayormente dura.
MINERALES ACOMPAÑANTE	COMPOSICIÓN	OBSERVACIONES
Limonita	$Fe_2O_3 \cdot H_2O$	Forma microvenillas, microhalos e inclusiones en la hematita, reemplaza a la hematita, rellena fracturas.
Brocantita	$CuSO_4 \cdot 3Cu(OH)_2$	Rellenado fracturas Constituye el 1% aproximadamente.
Yeso	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	De origen por contaminación, constituye aproximadamente el 1%.
Crisocola	$CuSiO_3 \cdot 2H_2O$	De origen secundario, ocurre en menor cantidad como impregnaciones y relleno de fracturas.
Atacamita	$Cu(OH)Cl \cdot (CuOH)_2$	Ocurre en menor cantidad y es de origen por contaminación.
Halita	NaCl	Como trazas, de origen por contaminación.
Malaquita	$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	De origen secundario, ocurre mayormente como trazas.
Cuarzo	SiO_2	En forma de trazas y de origen por contaminación.
Antlerita	$Cu_3(OH)_4SO_4$	De origen secundario como trazas.
Jarosita	$KFe_3(OH)_6(SO_4)_2$	De origen secundario, mayormente alterada y está como trazas.
Actinolita	$(Mg,Fe)_3CaSi_4O_{12}(H_2O)$	De origen primario, mayormente alterada y está como trazas.
Goethita	$Fe_2O_3 \cdot H_2O$	Ocurre en menor cantidad, de origen secundario.
Zeolitas	Silicatos Hidratados de Al, Ca, Na, K, Ba.	De origen por contaminación en forma de trazas.

Fuente: Área geología Shougang Hierro Perú. S.A.A.

2.9.2 MINERALOGÍA DE MARCONA ZONA TRANSICIONAL

Es la capa intermedia formada por los elementos lixiviados de la zona superior y la lixiviación incompleta de los materiales de la zona primaria. Se caracteriza por un incremento en el contenido de azufre. En esta zona los óxidos de fierro decrecen y se incrementan los sulfatos de fierro; a mayor profundidad se incrementa la magnetita, decrecen los sulfatos y aparece la pirita. El mineral de la zona de transición se caracteriza por su baja recuperación en peso ($< 65\%$) y bajo FeO ($< 15\%$).

El espesor de la zona de transición es de aproximadamente 35 m. y sus minerales principales son hematita-martita de grano fino, densa, masiva y porosa con Jarosita y Botriógeno. En menor cantidad amarantita, pirita, yeso, anhidrita, halita, brochantita, crisocola, atacamita, actinolita y clorita alteradas.

Tabla 2.2 Minerales de zona transicional

MINERAL PRINCIPAL	COMPOSICION	OBSERVACIONES
Hematita-Martita	Fe_2O_3	Masiva, ligeramente porosa, de color marrón rojizo, mayormente dura muestra fuerte martitización de origen secundario. Constituye el 59%.
Magnetita	Fe_3O_4	Ocurre en forma residual, se altera a hematita, de origen primario, constituye el 6% aprox.
MINERALES ACOMPAÑANTE	COMPOSICION	OBSERVACIONES
Jarosita	$\text{KFe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$	Penetra en intersticios de la hematita, probablemente originada por alteración de la pirita, mezclada con limonita, de origen secundario Constituye el 20% aprox.
Limonita	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Constituye y forma microvenillas y reemplazamiento en la hematita y jarosita, penetra en intersticios de la magnetita. De origen secundario. Constituye el 12% aprox.
Botryogen	$\text{MgFe}(\text{OH})(\text{SO}_4)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Ocurre en menor cantidad. De origen secundario.
Yeso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Ocurre en menor cantidad de origen por contaminación.
Brocantita	$\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$	De origen secundario.
Actinolita	$(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{CaSi}_4\text{O}_{12}(\text{H}_2\text{O})$	De origen primario, ocurre en menor cantidad, mayormente alterada.
Anhidrita	CaSO_4	En menor cantidad. De origen por contaminación.
Amarantina	$\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	En menor cantidad, de origen secundario.
Parabluterita	$\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	En menor cantidad, de origen secundario.
Pirita	FeS_2	De origen primario, en forma muy escasa.
Crisocola	$\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Como trazas, de origen secundario.
Atacamita	$\text{Cu}(\text{OH})\text{Cl} \cdot (\text{CuOH})_2$	Como trazas, de origen secundario.

Fuente: Área de geología Shougang Hierro Perú S.A.A.

2.9.3 MINERALOGÍA DE MARCONA ZONA PRIMARIA

Es la zona más profunda y extensa, donde se encuentra la magnetita masiva, densa y cristalina con abundante pirita diseminada, algo de chalcopirita y pirrotita. La actinolita es la ganga mineral más común pero también existe epidota, serpentina, calcita, biotita-muscovita, clorita, sericita, talco, cuarzo y yeso.

Es la zona de mayor importancia económica por su potencial de reservas y calidad de mineral, ver tabla 2.3.

Tabla 2.3 Minerales de zona primaria

MINERAL PRINCIPAL	COMPOSICIÓN	OBSERVACIONES
Magnetita	Fe_3O_4	Masiva, y finamente criptocristalina suave a muy dura, de color negro, sustituida parcialmente por sulfuros de origen primario. Constituye el 69% aprox.
MINERALES ACOMPAÑANTES	COMPOSICIÓN	OBSERVACIONES
Actinolita	$(Mg,Fe)_3CaSi_4O_{12}(H_2O)$	De origen primario, relativamente abundante, en forma alterada.
Pirita	FeS_2	Generalmente presenta cristalización relativamente gruesa, forma microvenillas que corta a la magnetita de origen hipogénico, constituye el 10% aprox.
Chalcopyrita	$CuFeS_2$	Reemplaza parcialmente a la magnetita y pirita, constituye microvenillas de origen primario, constituye el 2.5% aprox.
Pirrotita	$Fe_{1-x}S$	Forma microvenillas, ocurre en menor cantidad, de origen primario.
Marcasita	FeS_2	Deriva de la descomposición de la pirrotita, constituye el 1% aprox.
Clorita	$H_4Fe,Mg,Al(FeSiO_9)$	De origen secundario, ocurre en menor cantidad.
Epidota	$Ca_2(Al,Fe)_3(SiO_4)_3(OH)$	En forma de trazas, origen secundario.
Sericita	$KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$	En menor cantidad, origen secundario.
Calcita	$CaCO_3$	Forma venillas y microvenillas que cortan a la magnetita, ocurre en menor cantidad, de origen por contaminación.
Covelita	CuS	Como microhalos y microvenillas asociado a la calcopirita, de origen secundario, en forma de trazas.
Bornita	Cu_3FeS_4	Como microhalos y microvenillas asociado a la calcopirita, de origen secundario, en forma de trazas.
Talco	$H_2O.3MgO.4SiO_2$	En menor cantidad, de origen secundario.
Yeso	$CaSO_4.2H_2O$	En menor cantidad, de origen por contaminación.
Apatito	$(PO_4)_3Ca_5(F,Cl,OH)$	De origen secundario, como trazas.
Biotita	$H_2K(MgFe)_3Al(SiO_4)_3$	De origen secundario, como trazas.

Fuente : Área de geología Shougang Hierro Perú S.A.A

2.9.4 ROCAS ÍGNEAS

Las rocas ígneas se forman por la cristalización del magma, es una mezcla natural fundida de materiales petrogenéticos en solución mutua (principalmente silicatos) y algunos volátiles (a menudo vapor de agua) que se mantiene en solución por la acción de la presión.

Existen variedad en la edad, composición, tamaño y texturas de las rocas plutónicas del área ya sea ácida o básica. Existiendo dos batolitos principales al Este y al Oeste pero muy estrechamente relacionados, además numerosos cuerpos intrusivos menores que representan muchas veces diferentes grados de metamorfización. Así tenemos en el área de la Mina:

2.9.4.1 GRANODIORITA DE SAN NICOLÁS

Es el batolito intrusivo que aflora en el puerto de San Nicolás, al norte de la bahía de San Juan, al Sur.Oeste y al Norte del área de la Mina. Es muy posible que sea de edad del cretáceo superior, pues junto con los primeros plegamientos de la Cordillera Andina subió el magma granodiorítico. Se observan diferenciaciones petrográficas pues contienen rocas que varían desde dioritas a sienitas y granodioritas, posiblemente por ser intrusiones magmáticas posteriores o diferenciaciones en el magma. Los yacimientos de fierro de Marcona están íntimamente ligados a este macizo.

2.9.4.2 DACITA

Roca ligeramente porfirítica de color rosado verduzco, abunda en rocas de Formación Marcona, presentándose con diques, capas intrusivas o masas de contactos muy irregulares y sinuosos, así como de buzamientos muy variables. Es muy probable que hayan habido varios periodos de inyecciones dacíticas y así tendríamos edades relativas pre-mineral y post-mineral. Se atribuye que la dacita, como apofisis del batolito intrusivo sea el origen del yacimiento, pues sería la portadora de las soluciones residuales que por proceso de reemplazamiento selectivo en formaciones sedimentarias de dolomita en la formación de Marcona y areniscas feldespáticas calcáreas en la formación Cerritos depositaron la mineralización de fierro.

2.9.4.3 DIQUES BÁSICOS

Todo el conjunto está constituido por rocas grisáceas y oscuro verduzcos, con texturas ligeramente porfiríticas y otras más afaníticas. Existen básicos pre-mineral como los basáltico-doleríticos que tienen formas irregulares, contactos muy sinuosos y poco ángulo de inclinación, formando delgadas capas horizontales, a menudo mineralizada.

Los de edad posterior a la mineralización son básicos andesíticos-diríticos que forman diques regulares, continuos, vinculados a pequeñas fallas y están menos metamorfisados. En general encontramos diques básicos esparcidos en las formaciones Lomas, Marcona y Cerritos.

2.9.4.4 ANDESITA

Son post-mineral y más recientes que los anteriores, mayormente bien definidos y regulares en su continuidad; son de textura porfirítica con grandes fenocristales de plagioclasas, son de color negruzco grisáceo aunque también existen moteadas de color rosáceo debido a un débil metamorfismo; abundan en la Formación Marcona y Cerritos y en menor cantidad en Formación Lomas. Son diques mayormente con orientación norte-sur y suroeste-noreste que han intruído a lo largo de zonas débiles de fallamiento.

2.9.4.5 GRANODIORITA

Son intrusiones post-mineral y ligeramente más jóvenes que la andesita. También se han formado a lo largo de zonas débiles de fallamiento de orientación aproximadamente norte-sur y sureste-noroeste. Se presentan mayormente como delgados diques y masas intrusivas pequeñas, tienen color rojizo y son de textura equigranular fina. Son menos abundantes y se presentan con más frecuencia en las formaciones Marcona y Cerritos. Estos diques están cortados en la Formación Cerritos por pequeños diques de diorita

2.10 COMPOSICIÓN DE LAS ROCAS PREDOMINANTES EN EL YACIMIENTO DE MARCONA

Los hornfelses o cornubianitas se forman por metasomatismo de contacto de rocas arcillosas o semejantes. Comúnmente ocurren en las aureolas de contacto que rodean a las rocas plutónicas y pasan en forma gradual a rocas menos alteradas conocidas como pizarras (slate) de composición química similar.

La mayoría de los hornfelses consisten de un mosaico de granos de mineral sin orientación y su textura se denomina hornféslica. Los hornfelses son de tono claro a oscuro, por lo general masivas, compuestas principalmente por cuarzo, feldespatos, biotita, moscovita, piroxenos, granate y calcita.

La dacita es el equivalente volcánico de la granodiorita. La mayoría de las dacitas son porfiríticas, y tienen fenocristales de cuarzo, ortoclasa o sanidina, y generalmente menos de piroxeno, biotita u hornblenda. La pasta es por lo común vítrea o felsítica.

Las andesitas son aquellas lavas en las cuales la plagioclasa sódica a subcálcica es el constitutivo predominante. Los feldespatos alcalinos pueden presentarse en pequeñas cantidades, y el cuarzo, aunque no siempre es visible. Los minerales ferromagnesianos comunes pueden ser la biotita, la hornblenda, la augita y la hiperstena.

Los granitos, las granodioritas y las tonalitas forman el grupo de las rocas silíceas (ácidas) caracterizadas por la presencia de cuarzo en exceso de 10% con feldespato alcalino y plagioclasa sódica. La granodiorita es una variedad del granito en la cual predomina la plagioclasa sódica sobre los feldespatos alcalinos. La mayoría de rocas de estos clanes son de textura subhedral-granular o granitoide. Otras son porfiríticas con grandes fenocristales de feldespato alcalino.

CAPITULO III

PLANEAMIENTO Y TOPOGRAFÍA

La empresa Shougang Hierro Perú entrega el diseño de la mina a San Martin Contratistas Generales S.A con este diseño la empresa contratista realiza las operaciones, para dar inicio a las operaciones el área de topografía está encargada de realizar el levantamiento topográfico para conocer la cantidad de material a mover y corroborar con los datos del cliente, antes de iniciar las operaciones la mina se encuentra como muestra la imagen ver Anexo 1.

3.1 PLAN DE MINADO GENERAL

La empresa minera San Martin Contratistas Generales está supeditada al planeamiento del cliente, el diseño de la ampliación es proporcionada por el cliente el cual podemos ver Anexo 2.

3.1.1 CONDICIONES GENERALES DE LA OPERACIÓN

En el proyecto mina 5 lado norte se extraerá 34.334.590 TM según lo planificado por el **cliente Shougang Hierro Perú** de acuerdo a los siguientes tipos de material, ver la tabla 3.2.

Tabla 3.1: Significado de abreviatura

Mineral primario (PO)	Conformado por magnetitas, piritas y actinolitas
Mineral oxidado (OX)	Conformado por hematitas y limonita
Encapado de roca (ER)	Conformado por Hornfels
Desmante (D)	Conformado por diques básicos, dacitas y andesitas
Baja ley (BL)	conformado por minerales con bajo porcentaje de mineral

Tabla 3.2: Tabla de densidades

Tipo de material	Densidad Disparado	Densidad in SITU
PO	3,19	4,97
BL/PO	2,83	3,96
ER	1,96	2,74
D	1,96	2,74
Arena	1,31	1,84

Fuente: Geología Shougang Hierro Perú S.A.A

En el siguiente cuadro se puede observar la planificación para terminar el proyecto antes del plazo estipulado.

Tabla 3.3: Planeamiento según lo programado

2011	Junio	1.866.692
	Julio	1.876.236
	Agosto	1.862.913
	Septiembre	1.866.037
	Octubre	1.872.010
	Noviembre	1.861.719
	Diciembre	1.863.971
2012	Enero	1.860.886
	Febrero	1.865.257
	Marzo	1.872.381
	Abril	1.866.356
	Mayo	1.891.702
	Junio	1.889.573
	Julio	1.889.450
	Agosto	1.891.797
	Septiembre	1.889.195
	Octubre	1.887.186
	Noviembre	1.886.269
	Diciembre	574.960
Tonelaje total		34.334.590

Fuente: Planeamiento San Martin Contratistas Generales S.A

3.1.2 RELACIÓN DE EQUIPOS

Los equipos a utilizar en el proyecto son los siguientes:

Tabla 3.4: Equipos de carguío y acarreo

EQUIPOS DE ACARREO		
CAT	785B	140 TM
CAT	785C	140 TM
KOMATSU	HD1500	150 TM
EQUIPOS DE CARGUIO		
O&K	RH 90	10m3
O&K	RH 120	17m3
CAT	994	17m3
CAT	994F	19m3
KOMATSU	WA 1200	20m3

Fuente: Operaciones San Martin Contratistas Generales S.A.A

3.2 CAMBIO DE DISEÑO DEL PROYECTO

Una de las desventajas del acarreo de mineral es que se está sujeto a la planta de chancado, no siempre chancan el mismo material, el chancado varía según la necesidad del cliente, en la siguiente tabla 3.5 podemos observar cómo se planificaba el chancado de mineral, según este programa para San Martín Contratistas Generales, la extracción de dicho mineral sería demasiado lento y el tiempo del proyecto se ampliaría más de lo previsto, generando así pérdidas considerables.

Tabla 3.5: Programación de mineral para el mes de abril

Origen	Destino	TM proyectado	Ejecutado a Marzo 12	Programación Abril SHP
742	Planta 2	0	21.321	
730	Planta 2	296.313	295.701	60.000
718	Planta 2	649.974	155.952	70.000
706	Planta 2	339.325	110.000	
694	Planta 2	554.390		
682	Planta 2	511.377		
670	Planta 2	463.858		
658	Planta 2	611.742		
TOTAL		3.426.979	472.974	240.000
Saldo proyectado(Mayo - Junio)			2.714.005	

Fuente: Planeamiento San Martín Contratistas Generales S.A.

Como se puede observar en la tabla para el mes de abril se tenía programado 240.000 TM de mineral, era prácticamente imposible cumplir el objetivo planteado por San Martín Contratistas Generales S.A.

Para el mes de mayo y junio se tiene un saldo total de mineral de 2.714.005 TM, en el mes de junio según lo programado por San Martin Contratistas Generales S.A, ya se debería estar minando el Nv. 658 que es la parte final del proyecto. Al no poder avanzar con el minado en el Nv.706, surge la propuesta por el área de planeamiento de San Martin Contratistas Generales de cambiar el diseño del proyecto, se le plantea un diseño a Shougang Hierro Perú como se muestra en el anexo 3. Pero esta propuesta no fue aceptada por completo por Shougang Hierro Perú, a cambio de ello modifican el diseño permitiendo extraer la mayor cantidad de desmonte hasta el nivel 646, quedando el diseño final como se muestra en el anexo 3. Con el cambio de diseño se logra compensar algo de lo que no se minó en el nivel 706, se calculó el total de material a mover del nivel 646 resultando 1.251.007,31TM. En el nivel 706 hacia abajo todos los niveles de proyecto presentan mineral.

La pérdida de eficiencia con este diseño es inevitable dado que el equipo aumenta el ciclo de acarreo, por la generación de curvas en las rampas de diseño ver Anexo 4.

3.3 CUBICACIÓN DEL MATERIAL MOVIDO

Al término de la obra el área de planeamiento verifica la cantidad de material movido, en la parte operativa tenemos las balanzas de los equipos que nos proporcionan día a día el tonelaje que se va extrayendo del tajo, el cual está especificado en el reporte diario de producción, calibrar la balanza de los equipos de acarreo y carguío es muy importante, ya que este peso es referencial al momento de

realizar las cubicaciones, podemos ver en la siguiente tabla la cantidad cubicada topográficamente respecto al tonelaje referencial de los equipos de acarreo, la diferencia no es demasiado, esto implica que los equipos estaban calibrado correctamente.

Tabla 3.6: Cubicación al final del proyecto

N°	AÑO	MES	REPORTE DE PRODUCCIÓN			CUBICACIONES
			TM	TM ACUM	TM	TM
1	2011	JUL	2.940.007	2.933.246,85	2.933.246,85	3.045.155,16
2	2011	AGO	2.659.072	2.659.072,18	5.592.319,03	5.755.491,64
3	2011	SEP	2.621.364	2.621.363,50	8.213.682,53	8.305.935,21
4	2011	OCT	2.399.477	2.399.476,50	10.613.159,03	10.716.699,90
5	2011	NOV	2.623.956	2.623.955,50	13.237.114,53	13.351.956,38
6	2011	DIC	2.566.235	2.566.235,06	15.803.349,59	15.828.403,25
7	2012	ENE	3.034.144	3.034.144,10	18.837.493,69	18.764.613,94
8	2012	FEB	2.650.083	2.650.082,80	21.487.576,49	21.404.120,64
9	2012	MAR	2.519.401	2.519.400,60	24.006.977,09	23.906.996,25
10	2012	ABR	2.372.787	2.372.786,90	26.379.763,99	26.242.471,13
11	2012	MAY	2.079.104	1.967.535,60	28.347.299,59	28.328.540,00
12	2012	JUN	1.967.536	1.705.607,00	30.052.906,59	30.279.949,32
13	2012	JUL	1.705.607	2.079.104,20	32.132.010,79	31.977.746,50

Fuente: Planeamiento San Martin Contratistas Generales S.A

CAPITULO IV

PERFORACIÓN Y VOLADURA

Procesos importantes dentro la operación minera, un buen diseño de la malla de perforación y una voladura bien fragmentada, garantiza un rendimiento adecuado del equipo de carguío. El diseño de la malla de perforación es realizada por la empresa San Martin Contratistas Generales S.A, la malla de perforación varía de acuerdo al terreno según la dureza de roca. Para continuar con el proceso de voladura, la empresa contratista es encargada de realizar la carga de los taladros según el factor de carga especificado por el cliente.

4.1 PERFORACIÓN

La perforación de una malla determinada influirá fuertemente en el buen desarrollo del proceso de carguío y acarreo, ya que la granulometría esperada del material dependerá del diseño de la malla (relacionado a la vez con las propiedades físicas de la roca a perforar). Una buena malla de perforación, así como una buena perforación (taladros bien perforados según las especificaciones técnicas) garantizará primeramente la buena operación del equipo de carguío (factores de llenado

adecuados, menor desgaste de los baldes, menor sometimiento a sobre esfuerzos de los equipos por choques o arranque de material, etc.), y garantizará una mejor operación del transporte (menor daño por impactos de rocas en la tolva, mejores factores de llenado, mejor descarga de materiales, etc.).

Como contratista, la perforación es la base de nuestras operaciones ya que de ello dependerá el rendimiento de todas nuestras operaciones.

4.1.1 RELACIÓN PERFORACIÓN CON VOLADURA

La voladura es el primer cliente de la perforación, ya que si los taladros no cumplen las especificaciones, se aumenta la probabilidad de fracaso en la calidad de la voladura, lo que desencadenaría un grave problema en cuanto a operación, costos y producción. Por ejemplo un taladro más corto de lo especificado generará pisos irregulares o la necesidad de voladura secundaria, por el contrario un taladro más largo podría generar una sobre excavación.

4.1.2 RELACIÓN PERFORACIÓN CON CARGUÍO

Si el procedimiento de perforación no respetó la ubicación específica de cada taladro, es decir la malla no se perforó según el diseño generará algunos taladros con mayor o menor espaciamiento, los que después de efectuada la voladura podría traducirse en cambios no deseados en la granulometría esperada; por ejemplo, sobre tamaño del material a ser cargado (requiriéndose reducción secundaria), bajo tamaño del material (generando material muy fino, elevándose los costos de voladura).

Otro efecto negativo de la perforación en el carguío es no respetar la altura de los taladros, generando pisos irregulares que pueden dañar mecanismos de los equipos de carguío en el momento del ataque del frente de carguío.

4.1.3 RELACIÓN PERFORACIÓN CON FACTORES GEOMÉTRICOS Y GEOMECÁNICOS

En las minas de Shougang Hierro Perú debido a la dureza de la roca se da la posibilidad de construir bancos de mayor altura en la operación, estos taludes son estables. La geomecánica recibe información de la perforación acerca de cambios relevantes en el tipo de roca perforada, que no hubiesen estado contemplados.

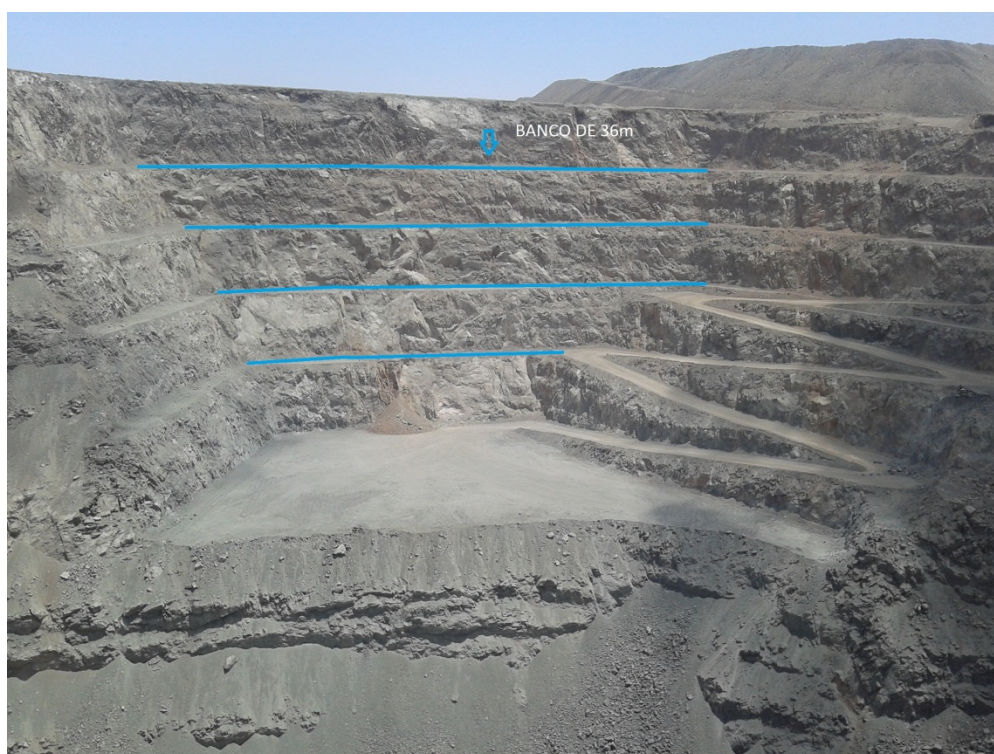


Figura 4.1: Banco de seguridad de 36m de altura

Fuente 4:1 Planeamiento San Martín Contratistas Generales

4.1.4 MALLAS DE PERFORACIÓN

En el proyecto mina 5 el diseño de mallas de perforación es generado en el gabinete de topografía, según las condiciones del terreno, dureza, diámetro del taladro, las mallas más comunes que se maneja para el proyecto se puede observar en la tabla 4.1. La malla de perforación entre proyectos se va ajustando de acuerdo a la dureza del terreno, buscando optimizar el rendimiento de perforación y minimizar los costos, la sobre perforación en el proyecto varía entre 1m - 2m.

Tabla 4.1: Parámetros de perforación

EQUIPO	DIAMETRO (in)	MALLA	sp(m,ft)	TIPO
EP-29	9"	6,0m x 7,5m	2,0 = 6,6ft	DESMONTE
EP-15	11"	7,0m x 8,0m	2,0 = 6,6ft	DESMONTE
EP-14	7 7/8"	6,5m x 6,5m	2,0 = 6,6ft	DESMONTE
EP-29	9"	4,5m x 5,5m	2,0 = 6,6ft	MINERAL
EP-15	11"	4,5m x 6,0m	2,0 = 6,6ft	MINERAL
EP-14	7 7/8"	4,5m x 5,5m	2,0 = 6,6ft	MINERAL

Fuente: Planeamiento San Martin Contratistas Generales S.A

4.2 VOLADURA

Las voladuras son producidas por explosivos, los cuales detonan para producir el efecto de liberación violenta de energía, donde se descomponen en gases con alta presión y temperatura con liberación de calor, estos explosivos, se clasifican de forma cinética y de forma energética dependiendo de la velocidad de propagación y de la cantidad de energía necesaria para su activación respectivamente. La finalidad de las explosiones es fracturar la roca, o lograr un empuje de estas.

El primer proceso de conminación que se aplica al material es la voladura, por lo que su éxito permitirá realizar un buen manejo de este material por parte de los

procesos posteriores (carguío, acarreo, chancado por ejemplo). La granulometría dependerá de las características de la roca misma y de la energía aplicada sobre ella, por lo que si deseamos una granulometría fina debemos utilizar mayor cantidad de recursos (explosivos) o aumentar su potencia, es decir aumentar el Factor de carga de nuestra voladura.

La proyección del material es también un tema muy importante, ya que no queremos que el material quede esparcido en un área muy grande, sino que deberá quedar dispuesto espacialmente de modo que el equipo que se encargue de su manejo posterior pueda hacerlo en condiciones acordes a su diseño de operación.

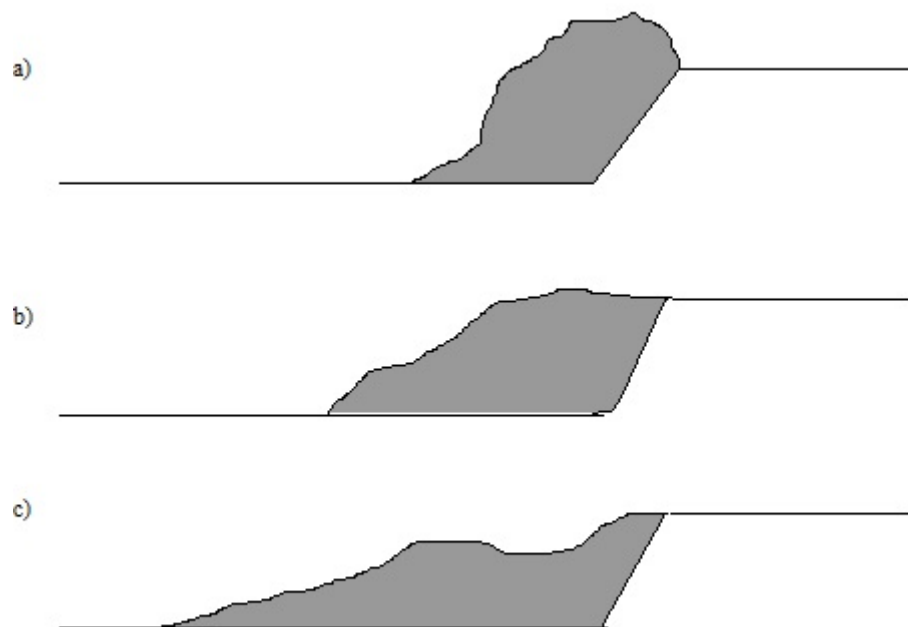


Figura 4.2: Proyección de material volado

- a) Se tiene una “ola” de mayor altura y menor expansión, ideal para la operación de palas, ya que se posiciona frente al carguío y no realiza

muchos movimientos. La voladura se ha realizado de modo que la proyección sea mínima.

- b) Se tiene una “ola” de altura y expansión intermedia, recomendable para la operación de palas hidráulicas y cargador frontal, ya que se posiciona frente al material y realizara algunos movimientos, es de menor riesgo si el carguío se realiza por la parte inferior.
- c) Se tiene una “ola” de poca altura y mucha expansión, ideal para la operación de cargadores frontales, ya que deberá realizar muchos movimientos. La voladura se ha realizado de modo que la proyección sea relevante.

Es importante recalcar que la voladura en el proyecto de mina 5 se ajustan a nuestras necesidades, hay momentos en que se requiere que el material sea esponjado, para realizar el carguío por la parte superior quitando así altura al frente de carguío y minimizando la distancia de acarreo, para obtener los resultados esperados, podemos resumir la tarea en los siguientes pasos:

4.2.1 DEFINIR EL TONELAJE REQUERIDO PARA LA VOLADURA

Para ello se debe tomar en cuenta los requerimientos de producción y movimiento de materiales, con esta información podremos definir el tonelaje a remover y los lugares donde se tendrá que perforar, volar y retirar el material volado.

4.2.2 DISEÑAR VOLADURA

El diseño de la voladura consistirá en definir la forma en la cual serán cargados los taladros perforados, definiendo además los tipos y cantidades de

explosivos involucrados y consideraciones especiales como pre-corte, taladros amortiguados, taladros con agua, etc.

4.2.3 VERIFICACIÓN DE LA ZONA DE VOLADURA

Antes de realizar la carga del explosivo en los taladros de deberá inspeccionar la zona involucrada, ya que debe cumplir con los requerimientos de diseño. Esta inspección consiste principalmente en verificar si la cantidad de taladros y su calidad cumple con las impuestas por el diseño.

En el caso de no ser así deberán realizarse actividades correctivas para solucionar dichos inconvenientes, como por ejemplo el relleno de taladros sobre perforados, repaso de perforación en taladros cortos, rediseño de la malla en caso que no cumpla el terreno con la malla especificada, existencia de agua, estructuras problemáticas en la roca, derrumbe de taladros, etc.

4.2.4 GARANTIZAR LA SEGURIDAD DE LA OPERACIÓN

Una vez verificada la zona y previo a la materialización del diseño, deberá garantizarse que la operación se realizará en forma segura. Esto pasa desde la revisión de los insumos (disponibilidad, calidad, transporte y programación del movimiento), hasta lo que se refiere con el aislamiento de la zona de operación, de modo que ningún factor de riesgo quede sin la respectiva supervisión y control.

4.2.5 MATERIALIZAR EL DISEÑO DE LA MINA

Una vez cumplido la inspección y posibles modificaciones, se materializa en el terreno dicho diseño, efectuando la carga de los explosivos y accesorios en cada

taladro, dejando el taladro en condiciones de ser amarrado al sistema iniciador de la voladura.

4.2.6 REALIZAR EL AMARRE

Una vez cargados los taladros, se realiza el amarre a la troncal, según lo especificado por el voladura, ver figura 4.2.

EFECTUAR LA diseño (garantizando que se cumplirá con la secuencia estipulada), es importante la secuencia de salida, esto define la salida del material y como proyectará la

4.2.7 VOLADURA

Cuando se ha realizado el amarre, se ha despejado el área y se encuentran dadas las condiciones de seguridad para realizar la voladura, esta se lleva a cabo.

4.2.8 VERIFICAR LA ZONA VOLADA

Una vez efectuada la voladura se procede a la inspección de la zona, de modo que se pueda detectar tiros cortados, necesidad de voladura secundaria, condiciones de estabilidad y calidad de la voladura realizada.

4.2.9 VERIFICAR RESULTADOS

Se procede a comparar los resultados obtenidos con los esperados, lo cual permitirá tener una fuente de información para otras voladuras similares, a modo de ir adaptando el diseño teórico con el práctico.

4.2.10 INCORPORAR DICHS RESULTADOS AL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Como en todas las operaciones deberá registrarse los resultados en un sistema de información que permita fundamentar posteriores variaciones del diseño en pos de una operación más eficiente.

4.2.11 VOLADURA PRIMARIA

La voladura primaria se realiza de acuerdo a las necesidades de la operación en la mina, los equipos de carguío y acarreo nunca deben estar parados por falta de material, para esto se planifica la voladura de tal manera que el ciclo de minado sea siempre constante. La forma y orientación de la voladura estará determinado por la naturaleza y orientación del cuerpo a fragmentar, las voladuras primarias sirven de base y control para la perforación, de acuerdo a la fragmentación obtenida se puede ajustar la malla de perforación.

4.2.12 PROCESO DE FRAGMENTACIÓN

Las voladuras pueden considerarse como sistemas en los que el explosivo actúa y la roca reacciona. La actuación del explosivo puede asociarse al efecto combinado de la onda de choque (Energía de tensión) y los gases de explosión (Energía de liberación).

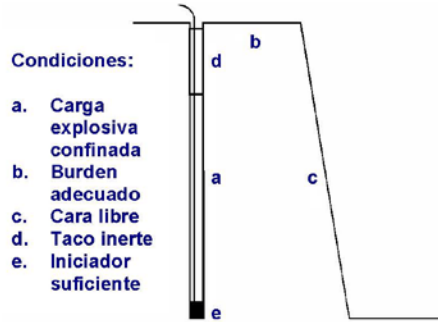
El proceso de fragmentación se puede describir de siguiente manera:

Inmediatamente después de la detonación, el efecto de impacto de la onda de choque se transfiere a la roca circundante, provocándole sólo deformación elástica, ya que las rocas son muy resistentes a la compresión. Al llegar estas ondas a la cara

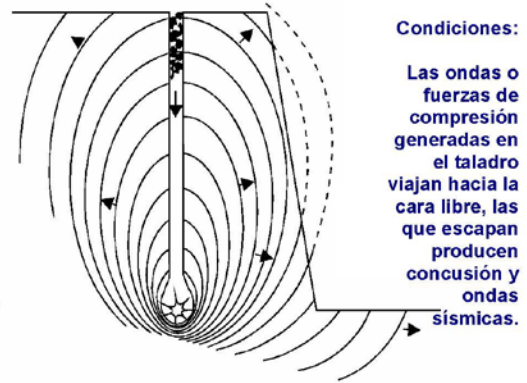
libre causan esfuerzos de tensión en la masa rocosa, entre la cara libre y el taladro. Si la resistencia a tensión de la roca es excedida, ésta se rompe en el área de la línea de menos resistencia (burden), en este caso las ondas reflejadas son ondas de tensión que retornan al punto de origen creando fisuras y grietas de tensión. Casi simultáneamente, el volumen de gases liberados y en expansión penetra en las grietas iniciales ampliándolas por acción de cuña y creando otras nuevas, con lo que se produce la fragmentación efectiva de la roca, la fragmentación adicional se produce por el impacto de los trozos de roca en el aire. Normalmente el trabajo de fragmentación es más eficiente en las rocas compactas y homogéneas que en las naturalmente muy fisuradas, ya que en ellas los gases tenderán a escapar por las fisura disminuyendo su energía útil.

En la imagen 4.3 e imagen 4.4 podemos observar como es el proceso de fracturación

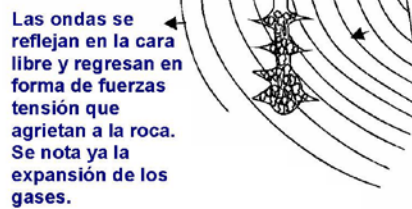
1. Columna Explosiva



2. Propagación de la onda de choque

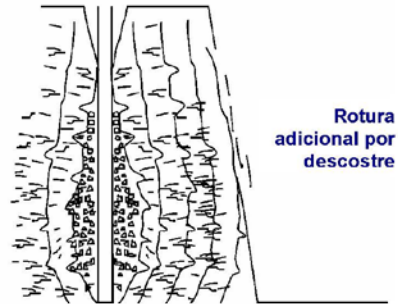


3. Agrietamiento por tensión



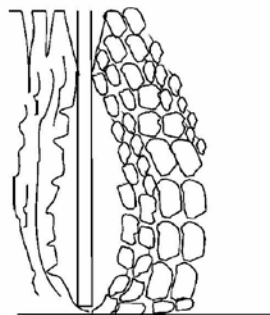
4. Rotura de expansión

Los gases a alta presión se expanden rápidamente penetrando en las grietas de tensión iniciando la rotura radial y el desplazamiento de la roca.



6. Expansión máxima (Rotura flexural)

Los gases presionan al cuerpo de roca entre el taladro y la cara libre, doblándola y creando planos de rotura horizontales adicionales.



5. Fase final: formación de la pila de escombros

Los gases en contacto con el medio ambiente pierden fuerza y el material triturado cae al pie de la nueva cara libre.

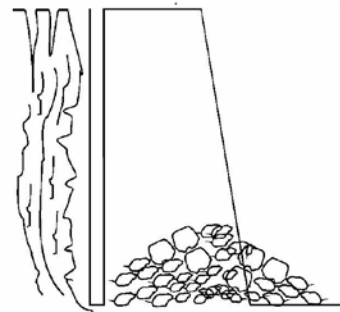


Figura 4.3: Mecánica de rotura con cara libre

Fuente 4:2 Manual de voladura exsa

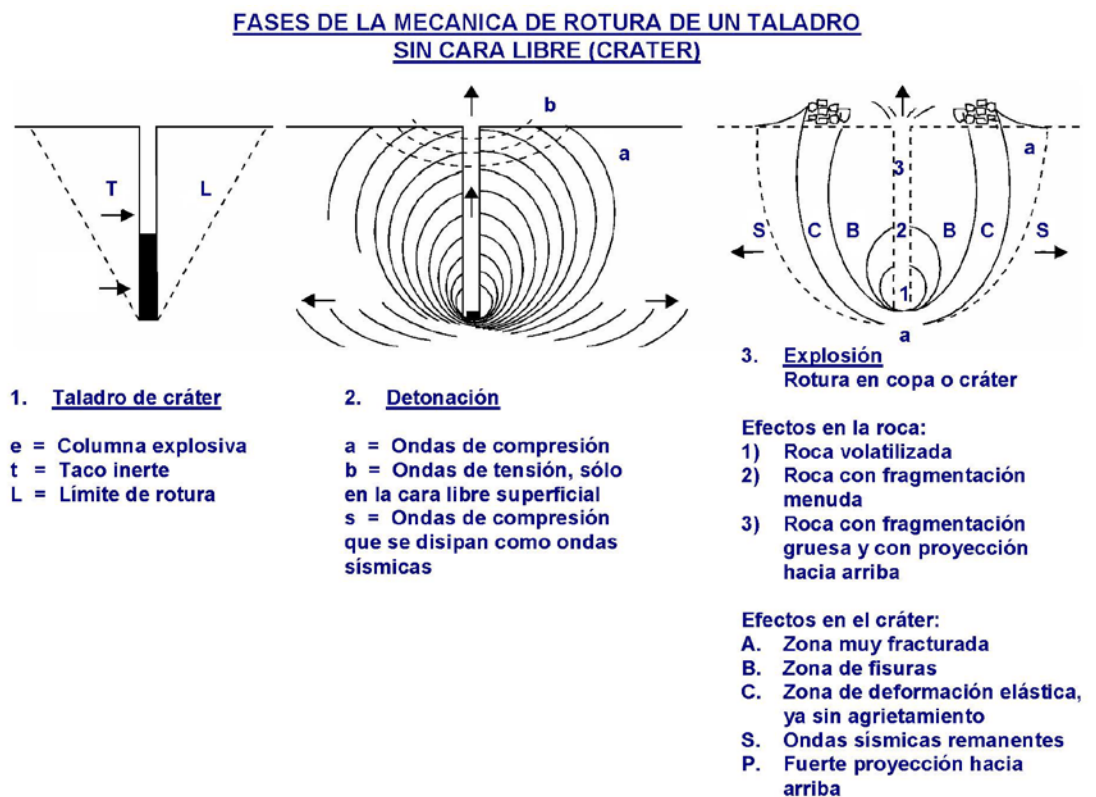


Figura 4.4: Mecánica de rotura sin cara libre

Fuente 4:3 Manual de voladura exsa

4.2.13 DISEÑO DE CARGA DE TALADROS

En la mina 5 de Shougang Hierro Perú, la carga de los taladros se realiza con un camión fábrica proporcionada por el cliente. Para las voladuras los explosivos los proporcionara Shougang Hierro Perú S.A.A., y su consumo en las voladuras no debe exceder los siguientes rangos factor de carga que a continuación se detalla.

Tabla 4.2: Restricciones para el uso de explosivo

TIPO DE MINERAL	FC kg/TM	ANFO	EMULSION
ENCAPADO DE ROCA	0,2003	100%	-
DESMONTE	0,3251	50%	50%
BAJA LEY	0,42	50%	50%
MINERAL PRIMARIO	0,5038	50%	50%

Fuente: Planeamiento San Martin Contratistas Generales S.A

El contratista San Martin Contratistas Generales S.A., debe reportar Diariamente en forma escrita y digital las siguientes informaciones.

- a) La producción diaria, indicando:

El tipo de material.

El nivel y la mina de donde ha sido extraído.

El destino al que ha sido llevado.

El número del disparo del que ha sido extraído.

- b) La perforación diaria, indicando

El diámetro del taladro.

El tipo de Material perforado.

La cantidad de metros perforados.

La identificación de la perforadora.

Diseño de columna de carga para taladros de 9 pulgadas

TALADROS DE PRODUCCION - CARGA CONTINUA

1. PARAMETROS DE PERFORACION

Diámetro de taladro (pulg)	9,00
Espaciamiento (m):	7,00
Burden (m):	6,00
Altura de banco (m)	12,00
Pasadura (m)	2,00
Profundidad de taladro	14,00
Inclinación de taladro	90°

2. PARAMETROS DE VOLADURA

Columna de Carga (m)	8,00
Taco (m)	6,00
Explosivo de columna de carga	ANFO
Densidad de explosivo (g/cm^3):	0,78
Densidad lineal de carga (kg/m)	32,03
Densidad de roca (Tn/M^3)	2,74
Cantidad de explosivo (kg)	256,26
Volumen roto en banco (M^3)	504,00
Toneladas movidad por tal. (Tn/M^3)	1.380,96
Factor de carga (Kg/M^3)	0,51
Factor de potencia (Kg/Tn)	0,19

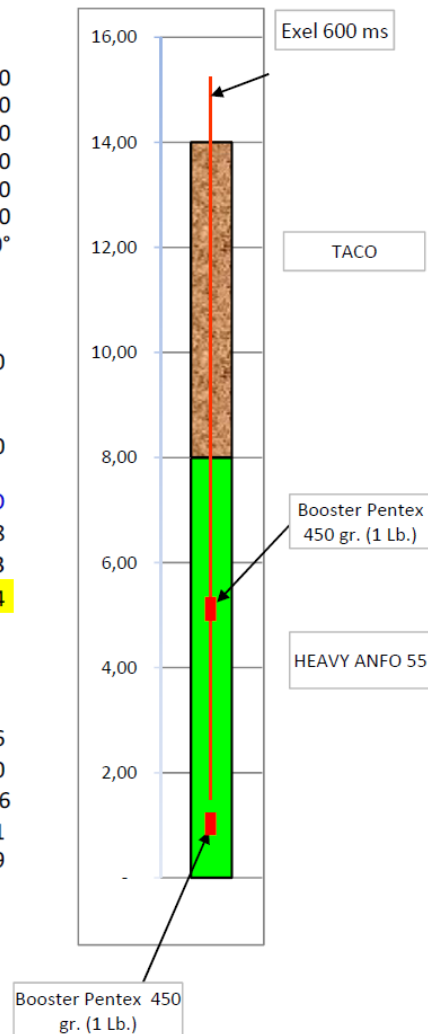


Figura 4.5: Carga de taladros de 9" de diámetro- producción desmonte

Diseño de columna de carga para taladros de 11 pulgadas

TALADROS DE PRODUCCION - CARGA CONTINUA

1. PARAMETROS DE PERFORACION

Diámetro de taladro (pulg)	11,00
Espaciamiento (m):	8,00
Burden (m):	7,00
Altura de banco (m)	12,00
Pasadura (m)	2,00
Profundidad de taladro	14,00
Inclinación de taladro	90°

2. PARAMETROS DE VOLADURA

Columna de Carga (m)	8,00
Taco (m)	6,00
Explosivo de columna de carga	ANFO
Densidad de explosivo (g/cm^3):	0,78
Densidad lineal de carga (kg/m)	47,85
Densidad de roca (Tn/M^3)	2,74
Cantidad de explosivo (kg)	382,81
Volumen roto en banco (M^3)	672,00
Toneladas movidad por tal. (Tn/M^3)	1.841,28
Factor de carga (Kg/M^3)	0,57
Factor de potencia (Kg/Tn)	0,21

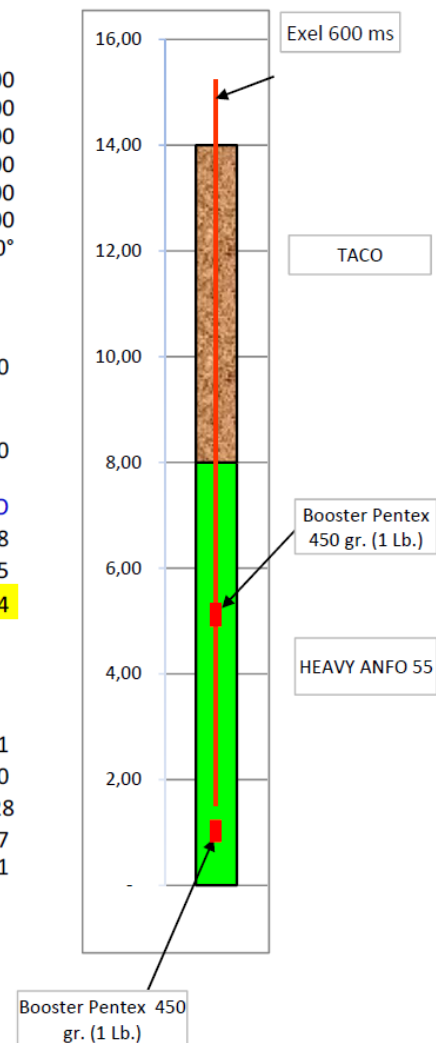


Figura 4.6: Carga de taladros de 11" de diámetro- producción desmonte

Diseño de columna de carga para taladros de 7 7/8 pulgadas

TALADROS DE PRODUCCION - CARGA CONTINUA

1. PARAMETROS DE PERFORACION

Diámetro de taladro (pulg)	7,88
Espaciamiento (m):	6,50
Burden (m):	6,50
Altura de banco (m)	12,00
Pasadura (m)	2,00
Profundidad de taladro	14,00
Inclinación de taladro	90°

2. PARAMETROS DE VOLADURA

Columna de Carga (m)	8,00
Taco (m)	6,00
Explosivo de columna de carga	ANFO
Densidad de explosivo (g/cm ³):	0,78
Densidad lineal de carga (kg/m)	24,52
Densidad de roca (Tn/M ³)	2,74
Cantidad de explosivo (kg)	196,20
Volumen roto en banco (M ³)	507,00
Toneladas movidad por tal. (Tn/M ³)	1.389,18
Factor de carga (Kg/M ³)	0,39
Factor de potencia (Kg/Tn)	0,14

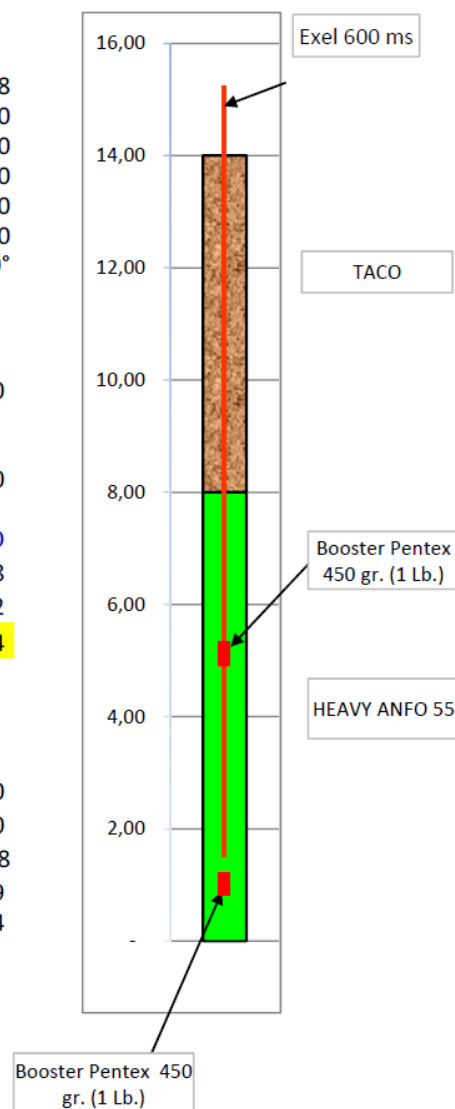


Figura 4.7: Carga de taladros de 7 7/8" de diámetro- producción desmonte

CAPITULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS OPERACIONES

5.1 INGENIERIA ECONÓMICA

Para seleccionar los equipos a trabajar en el proyecto hay que tener en consideración el diseño del cliente en este proyecto SHOUGANG HIERRO PERÚ, facilita los planos para realizar el proyecto, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones, altura de bancos, ancho de la rampa de diseño, distancias al cual se transportara el material estéril.

Una de las etapas más relevantes en un proyecto es la adecuada selección de los equipos industriales involucrados en el proceso productivo, ya que los costos estimados para el proyecto pueden diferir en gran medida con respecto a los reales en función de la selección de la maquinaria a utilizar. Es así que en la explotación de un yacimiento el dimensionamiento de los equipos resultará del análisis de gran cantidad de información, tanto tecnológica como práctica, las cuales permitirán determinar las mejores alternativas para la extracción y el manejo de los recursos involucrado

5.1.1 TARIFA SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES S.A

Tabla 5.1 Tarifa de equipos san Martín contratistas generales

Cod	Description	Vida Util (Horas)	DEPRECIACION	VR	LUBRICACION	MANUT. MECANICO	ELEMENTOS DE DESGASTE	LLANTAS	CARRILERA	REPARACION MAYOR	SEGUROS	OTO. ADMINISTRATIVO	FINANCIERO	TOTAL TARIFA
C-49	Cargador Frontal	18.000	21,81	5,22	7,75	3,50	9,14				0,78			48,20
C-45	Cargador Frontal	32.400	102,24	31,31	84,75	27,07	147,20			46,01	6,88		31,99	477,35
C-48	Cargador Frontal S/Ruedas	60.000	41,93	37,06	106,39	25,15	147,20			33,43	4,92		5,55	400,63
C-51	Cargador Frontal	32.400	103,39	26,20	109,07	17,45	147,20			46,52	6,21		29,76	485,80
CH-02	Pala Hidraulica 840 HP	32.000	59,47	23,19	81,04	22,13			5,56	26,36	4,12		7,15	229,02
CH-03	Pala Hidraulica 1200 HP	32.400	84,63	31,33	97,96	27,68			22,22	38,04	5,85		17,81	325,42
EH-33	Torre de Iluminación	12.000	0,67	0,70	1,09						0,01			2,47
EP-14	Perforadora DTH	35.000	-	15,51	47,12				2,20	9,44	2,71			76,98
EP-15	Perforadora DTH	32.000	-	17,03	50,01				2,30	18,75	1,61			89,70
EP-29	Equipo de Perforación 525 HP	14.000	60,71	10,47	42,60				2,30		1,37		5,82	123,27
FC-08-AL	Camión Cantero 90 ton	12.000	-	11,98	17,38		44,69							74,05
FC-09-AL	Camión Cantero 90 ton	12.000	-	11,98	17,38		44,69							74,05
FC-58	Camión Cantero 140 ton	32.000	53,91	13,47	29,27		44,69			24,26	2,47		18,99	187,06
FC-59	Camión Cantero 140 ton	32.000	53,91	13,47	29,27		44,69			24,26	2,33		18,99	186,92
FC-60	Camión Cantero 140 ton	32.000	53,91	13,47	29,27		44,69			24,26	2,50		18,99	187,09
FC-61	Camión Cantero 140 ton	32.000	53,91	13,47	29,27		44,69			24,26	2,42		18,99	187,01
FC-62	Camión Cantero 140 ton	32.000	53,91	13,47	29,27		44,69			24,26	2,41		18,99	187,00
FC-63	Camión Cantero 140 ton	32.000	53,91	13,47	29,27		44,69			24,26	2,48		18,99	187,07
FC-64	Camión Cantero 140 ton	60.000	42,04	13,99	36,58		44,69			35,00	5,14		3,88	181,32
FC-66	Camión Cantero 140 ton	60.000	37,76	13,99	36,58		44,69			35,00	4,01		3,49	175,52
FC-67	Camión Cantero 140 ton	60.000	37,23	13,99	36,58		44,69			35,00	4,25		3,44	175,18
FC-69	Camión Cantero 140 ton	60.000	38,89	13,99	36,58		44,69			35,00	4,25		3,59	176,99
FC-82	Camión Cantero 140 ton	32.000	53,91	13,47	29,27		44,69			24,26	2,16		9,58	177,34
FC-83	Camión Cantero 140 ton	32.000	53,91	13,47	29,27		44,69			24,26	2,16		9,58	177,34
FC-87	Camión Cantero 140 ton	32.000	62,97	13,72	25,21		44,69			28,34	2,53		18,49	195,95
FC-88	Camión Cantero 140 ton	32.000	62,97	13,72	25,21		44,69			28,34	2,54		18,49	195,96
FC-89	Camión Cantero 140 ton	32.000	62,97	13,72	25,21		44,69			28,34	2,58		18,49	196,00
FC-90	Camión Cantero 140 ton	32.000	62,97	13,72	25,21		44,69			28,34	2,53		18,49	195,95
RE-27	Excavadora 476 HP	16.000	46,91	11,10	28,31	11,36			2,60		1,18		8,15	109,61
T-30	Tractor s/ruedas 330 HP	18.000	24,96	6,52	25,81	6,03			8,46		1,48		4,85	78,51
EP-55-AL	Equipo de Perforación 525 HP	14.000	60,71	10,47	42,60				2,30		1,37		5,82	123,27
MO-12	Motoniveladora 185 HP	15.000	-	4,43	11,57	4,87	3,49				0,32			24,68

5.1.2 CONSUMO DE DIESEL

Tabla 5.2 Consumo de diesel por hora maquina

Equipos	consumo D2 (gal/HM)	COSTO D2 (\$/HM)
WA1200 (C 51)	67	214,4
Pala RH120E (CH 03)	52	166,4
CAT 994 (C 45)	56	179,2
CAT 994 (C 48)	52	166,4
Pala RH90 (CH 02)	36	115,2
Excavadora	9	28,8
CAT 785B		
FC- 64	31	99,2
FC- 66	31	99,2
FC- 67	31	99,2
FC- 69	31	99,2
CAT 785C		
FC- 87	29	92,8
FC- 88	29	92,8
FC- 89	29	92,8
FC- 90	29	92,8
HD1500		
FC- 58	30	96
FC- 59	30	96
FC- 60	30	96
FC- 61	30	96
FC- 62	30	96
FC- 63	30	96
FC- 82	30	96
FC- 83	30	96
HD1500 Alquilado		
FC- 08	30	96
FC- 09	30	96
Equipos auxiliares		
C-49-AL	6	19,2
C-67-AL	6	19,2
T-30	11	35,2
MO-12	4	12,8
Equipos de perforación		
EP-15	35	112
EP-14	23	73.6
EP-29	22	70.4
EP-55-AL	22	70.4

5.1.3 RELACIÓN DE EQUIPOS

Los equipos a utilizar en el proyecto son los siguientes:

Tabla 5.3: Equipo de carguío y acarreo

CAMIONES		TM
CAT	785B	140
CAT	785C	140
KOMATSU	HD1500	150
EQUIPOS DE CARGUÍO		m3
O&K	RH 90	10
O&K	RH 120	17
CAT	994	14
CAT	994F	19
KOMATSU	WA 1200	20

5.1.4 PRESUPUESTO PARA DESARROLLAR EL PROYECTO

Tabla 5.4: Presupuesto para el proyecto mina 5 lado norte

	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Cuota	368.965	368.965	368.965	368.965	364.220	379.444	348.118	345.093	345.093
Materiales	558.936	632.761	670.910	698.662	748.726	769.880	797.754	896.641	866.804
Aceros	65.735	66.039	66.075	65.835	66.075	66.002	63.632	66.474	63.632
Mano de Obra	108.800	108.800	108.800	108.800	108.800	108.800	108.800	119.900	119.900
RyM	445.422	494.622	519.065	535.295	569.125	581.907	598.745	667.697	644.598
Reparación Mayor CAT	846.000	0	130.000	250.000	130.000	0	250.000	0	0
Reparación Mayor Komatsu	582.000	0	582.000	0	582.000	0	582.000	0	582.000
Reparación Mayor Sandvik	494.000	0	0	0	0	0	0	0	0
Reparación Mayor Terex	0	1.400.000	0	0	0	0	0	0	0
Alquiler Camiones	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000
Alquiler Auxiliares	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
supervisión	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
GG	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000
TOTAL	3.865.858	3.467.186	2.841.816	2.423.556	2.964.947	2.302.033	3.145.049	2.491.805	3.018.027

Fuente : Planeamiento San Martin Contratistas Generales S.A.

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Diciembre
Cuota	345.093	311.686	311.686	311.686	311.686	311.686	311.686	5.473.037
Materiales	857.190	852.528	906.405	1.029.568	1.074.174	1.117.517	545.678	13.024.134
Aceros	61.943	57.736	59.988	66.002	65.616	65.958	30.788	997.529
Mano de Obra	119.900	119.900	119.900	119.900	119.900	119.900	119.900	1.840.700
RyM	608.608	604.304	639.727	748.768	779.239	808.401	396.814	9.642.337
Reparación Mayor CAT	0	0	0	0	0	0	0	1.606.000
Reparación Mayor Komatsu	1.400.000	582.000	0	0	0	0	0	4.892.000
Reparación Mayor Sandvik	0	0	0	0	0	0	0	494.000
Reparación Mayor Terex	0	0	0	0	0	0	0	1.400.000
Alquiler Camiones	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	126.000	2.016.000
Alquiler Auxiliares	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	1.120.000
supervisión	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	1.120.000
GG	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	130.000	70.000	2.020.000
TOTAL	3.788.733	2.924.154	2.433.706	2.671.923	2.746.616	2.819.462	1.740.865	45.645.737

Fuente : Planeamiento San Martin Contratistas Generales S.A.

5.2 CASH COST CARGUÍO Y ACARREO

Para conocer los costos reales que se tiene dentro de una operación es muy importante la información que se va adquiriendo día a día de los formatos establecidos para el llenado respectivo en la operación, en la siguiente tabla podemos observar la producción que se realizó tanto en la guardia día como en la guardia noche, ver tabla las siguientes tablas.

Tabla 5.5: Producción en tonelada métrica para el año 2011

año	2011	2011	2011	2011	2011	2011	2011
MES	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
FC-08-AL			95512,3	278538,6	259352,5	299114	277240,7
FC-09-AL				122418,7	281994,9	217484,7	272501,5
FC-58	34024	381647	276786,3	47905,9			33733
FC-59			154749,7	314365,5	277967,3	270257,4	254805,5
FC-60	65587,4	390430,3	324207,2	249887,5	239352	262107,5	236688,7
FC-61	52899,2	424035,45	334809,7	269241,4	187304,1	236727,6	270921,16
FC-62		276631,6	307729,48	277768,6	221787,1	216754,5	268386,3
FC-63			1776	160858,7	231593,2	265593,6	142951,6
FC-64			110605	103947	47249	85320	126225
FC-66		144805,3	153545	149175	91665	132030	158355
FC-67					810	6750	18900
FC-69		152353	131443	63180	33877	59535	127980
FC-82	40661,6	469535	380885,2	297317,1	264930	294765,1	288282,4
FC-83	48528,6	452108,4	387023,3	286759,5	261594,4	277516,1	89264,2
FC-87							
FC-88							
FC-89							
FC-90							
Total general	241700,80	2691546,05	2659072,18	2621363,50	2399476,50	2623955,50	2566235,06

Tabla 5.6: Producción en tonelada métrica para el año 2012

año	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	Total general
MES	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	
FC-08-AL	293628	226653,1	193138,2	168985,3	174365,9	131209,6	137000,3	2534738,5
FC-09-AL	206981,2	210234,3	61583,2	141282,4	177411,7	158452,8	42607	1892952,4
FC-58	68281,9	215648,6	221796	195908,4	171246,8	140471	179939,1	1967388
FC-59	301866,4	223974,1	178752,9	161818,9	176671,8	160250,5	176056,8	2651536,8
FC-60	50693,2			14779,5	172504,3	145485,8	124434,1	2276157,5
FC-61	206855,1	242465,1	194918,5	126450,1			69233,9	2615861,31
FC-62	275384,8	235537,3	201668,5	143432			163905,9	2588986,08
FC-63	277548,9	227906,3	201894,9	90153,2				1600276,4
FC-64	205470	183386	113714	50099,9	39767	54929	74480	1195191,9
FC-66	263655	168910	120764	81795	107730	91903	116710	1781042,3
FC-67	93825	76475	15561	39235		532	266	252354
FC-69	188055	144305	65439	48678	19313	7714	80598	1122470
FC-82	304974	258166	234714,2	208950,6	162118,6	114363	183316,6	3502979,4
FC-83	296925,6	222936	203822,2	213240,6	172521,5	143938,3	190813,5	3246992,2
FC-87		9052	188123	160894	160275	141454	131689	791487
FC-88			133422	189790	145295	134725	124997	728229
FC-89			10084	153455	138650	135462	125194	562845
FC-90		4434	180005	183839	149665	144717	157863	820523
Total general	3034144,10	2650082,80	2519400,60	2372786,90	1967535,60	1705607,00	2079104,20	32132010,79

Fuente : Planeamiento San Martín Contratistas Generales S.A

5.2.1 COSTO DE ACARREO

Tabla 5.7: Costo de equipo de acarreo

Equipo	Horas operativas	costo Equipo de carguio(\$/HM)	Diesel(\$/HM)	Costo tarifa + diesel
FC-08-AL	5.757,21	74,05	92,80	960.590,49
FC-09-AL	4.388,86	74,05	92,80	732.281,29
FC-58	4.289,87	187,06	92,80	1.200.563,02
FC-59	5.143,00	186,92	92,80	1.438.599,96
FC-60	4.562,30	187,09	92,80	1.276.942,15
FC-61	4.100,00	187,01	92,80	1.147.221,00
FC-62	4.600,00	187,00	92,80	1.287.080,00
FC-63	3.426,10	187,07	92,80	958.862,61
FC-64	3.111,27	181,32	92,80	852.861,33
FC-66	3.600,50	175,52	92,80	966.086,16
FC-67	739,20	175,18	92,80	198.090,82
FC-69	2.736,57	176,99	92,80	738.299,22
FC-82	5.138,00	177,34	92,80	1.387.979,32
FC-83	5.200,00	177,34	92,80	1.404.728,00
FC-87	2.416,90	195,95	92,80	697.879,88
FC-88	2.272,10	195,96	92,80	656.091,60
FC-89	1.797,30	196,00	92,80	519.060,24
FC-90	2.490,30	195,95	92,80	719.074,13
	65.769,48			17.142.291,20

Tabla 5.8: Horas trabajadas de los equipos de acarreo durante el proyecto

año	2011	2011	2011	2011	2011	2011	2011	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	Total general
MES	jun	jul	Agost	set	oct	nov	dic	ene	feb	Mar	Abr	May	Jun	jul		
FC-08-AL			164,8	511,3	534,9	583,5	580,9	594,3	517,5	489,4	445,4	381	527,6	426,6		5757,21
FC-09-AL				249,7	563,1	436	567,4	429,6	473,2	144,3	366,1	122,4	538,9	498,2		4388,86
FC-58	49,7	491,1	439,9	74,9			70,7	143,7	483,3	558,4	503,5	499,3	524,5	450,8		4289,87
FC-59			257,2	554	558,4	527,3	523,5	594,8	505,3	452,6	424,8	497,9	534,9	503,7		5934,37
FC-60	95	490,8	522,4	457,3	480,8	508,2	491	104	0	0	58	374,6	520,3	459,9		4562,3
FC-61	83,3	540,6	539,7	502,2	395,1	478,3	566	427,5	548,3	496	330,7	193,2	0	0		5100,9
FC-62		346,2	503,8	515,5	458,8	436,4	559,4	578,9	520,9	513,1	372,8	448,7	0	0		5254,52
FC-63			2,9	308,1	479,6	527,4	303,6	569,6	502,5	517,8	214,6	0	0	0		3426,1
FC-64			212,4	221,2	114,2	203	307,3	474,5	488	338,2	155,5	231,7	154,6	210,7		3111,27
FC-66		227,1	293	312	223,4	305,8	381,4	588,8	447,8	346,2	243,6	357,7	375	342,3		4444,1
FC-67					15,1	26	59,9	224,1	218,6	46,4	123	4,2	0	21,9		739,2
FC-69		234,3	260,6	135,9	78,7	145,7	313,3	447,8	395,7	195,1	145,6	260,3	79	44,5		2736,57
FC-82	68,2	585	560,5	526,2	541,5	566,4	591,7	619,3	564,8	586,2	523,8	507,4	490,8	375		7106,82
FC-83	76	559,4	573	522,8	533,9	547,2	197,9	602,9	497,3	526,6	533,4	519,9	521,4	462,8		6674,54
FC-87									27,5	511,1	463,2	388	531	496,1		2416,9
FC-88										379,2	542,7	379,4	490,5	480,3		2272,1
FC-89										33,9	442,8	375,9	464,9	479,8		1797,3
FC-90									12,3	494,7	514,4	464,5	498,5	505,9		2490,3
T. general	372,2	3475	4330	4891	4978	5291	5514	6400	6203	6629	6404	6006	6252	5759		72503,2

En la tabla 5.8 observamos las horas trabajadas de los equipos de acarreo durante todo el proyecto. Con esta información, la tarifa de los equipos y el consumo de combustible de cada equipo podemos calcular el costo de la tarifa del equipo, incluido el costo del diésel, ver tabla 5.6.

El costo de equipos de acarreo en el proyecto, sin incluir mano de obra será:

$$\frac{17\ 142\ 291,20}{31\ 977\ 746,50} = 0,536 \frac{\$}{TM}$$

La mano de obra en un costo fijo US\$1 165 500 estimada para 16 meses, como el proyecto solamente dura 14 meses, el costo de la mano de obra será US\$ 1.019.812,5 se tiene el tonelaje movido en el proyecto ver tabla 3.6 entonces podemos calcular la mano de obra en \$/TM.

$$\text{mano de obra} = \frac{1\,019\,812,5}{31\,977\,746,50} = 0.032 \frac{\$}{TM} \quad 5:1$$

El costo unitario de acarreo (tarifa + diésel + Mano de obra) será:

$$\text{Costo (tarifa + diésel + Mano de obra)} = 0.536 + 0.032 = 0.568 \text{ \$/TM.}$$

El costo indirecto se considera el 15% del costo directo y la utilidad se considera el 10% del costo total.

$$\text{Costo indirecto} = \$0.568 \times 15\% = 0.085 \text{ \$/TM}$$

$$\text{Utilidad} = \$0.653 \times 10\% = 0.0653 \text{ \$/TM}$$

$$\text{Costo Total} = (\text{Unitario} + \text{indirecto} + \text{utilidad}) = 0,718 \text{ \$/TM}$$

5.2.2 COSTO DE CARGUÍO

Para este proyecto se calculó el PU teniendo en cuenta 2 equipos de carguío como son el cargador Komatsu WA-1200 y el cargador CAT 994F, San Martin Cuenta con 2 equipos adicionales de carguío en la sede de shougang ver tabla 5.3 estos equipos se utilizó en el proyecto para terminar lo programado en un menor tiempo, calcularemos el costo unitario de carguío.

En la siguiente tabla se tiene las horas operativas de los equipos de carguío durante la duración del proyecto.

Tabla 5.9: Horas operativas de los equipos de carguío

año	MES	C-45	C-48	C-51	CH-02	CH-03	Total general
2011	junio		100,80		59,99		160,79
2011	julio	477,40	156,30	555,20	260,58		1.449,48
2011	agosto	224,20	264,50	583,10	294,00	83,90	1.449,70
2011	septiembre	441,70		547,70		508,00	1.497,40
2011	octubre	213,80		422,10	118,70	556,32	1.310,92
2011	noviembre	332,40	0,00	418,16	63,91	533,83	1.348,30
2011	diciembre	264,40	0,00	475,40	60,84	448,12	1.248,76
2012	enero	550,90	0,00	492,70	0,00	389,92	1.433,52
2012	febrero	508,90	180,50	540,30	33,10	35,16	1.297,96
2012	marzo	514,90	237,30	277,70	24,93	321,02	1.375,85
2012	abril	521,40	289,70	75,40	0,00	524,17	1.410,67
2012	mayo	63,70	308,50	207,20	0,00	595,62	1.175,02
2012	junio	301,00	397,80	0,00	72,62	489,00	1.260,42
2012	julio	529,70	32,10	0,00	59,63	459,16	1.080,59
Total general		4.944,40	1.967,50	4.594,96	1.048,30	4.944,22	17.499,38

Fuente : Operaciones San Martin Contratistas Generales S.A

En la siguiente tabla calculamos los costos de carguío (tarifa + diésel), la tarifa de los equipos de carguío considera la depreciación del equipo, mantenimiento correctivo y preventivo, elementos de desgaste, llantas, carrilería, reparaciones mayores y seguros, ver tabla 5.1.

Tabla 5.10: Costo de carguío en las operaciones

AÑO	EQUIPO	HORAS OPERATIVAS	Tarifa de Equipo (\$/HM)	DIESEL (\$/HM)	Costo tarifa + diesel
2011	C-45	1.300,00	477,35	179,20	853.515,00
2011	C-48	521,60	400,63	166,40	295.762,85
2011	C-51	2.800,20	485,80	214,40	1.960.700,04
2011	CH-02	858,02	229,02	115,20	295.347,64
2011	CH-03	1.700,40	325,42	166,40	836.290,73
2012	C-45	2.420,00	477,35	179,20	1.588.851,00
2012	C-48	1.445,90	400,63	166,40	819.868,68
2012	C-51	1.593,30	485,80	214,40	1.115.628,66
2012	CH-02	190,28	229,02	115,20	65.498,18
2012	CH-03	1.894,15	325,42	166,40	931.580,85
Total de Horas Op.		17.499,38	costo total		8.763.043,63

Fuente : Operaciones San Martin Contratistas Generales S.A

Calculamos el costo en \$/TM, como tenemos el tonelaje cubicado movido durante el proyecto 31 977 746,50 TM.

El costo de equipos de carguío en el proyecto, sin incluir mano de obra será:

$$\text{Costo de carguío} + \text{Diesel} = \frac{8\,763\,043,63}{31\,977\,746,50} = 0,274 \frac{\$}{TM}$$

La mano de obra en un costo fijo US\$ 380.800 estimada para 16 meses, como el proyecto solamente dura 14 meses, el costo de la mano de obra será US\$ 333.200, se tiene el tonelaje movido en el proyecto ver tabla 3.6, entonces podemos calcular la mano de obra en \$/TM.

$$\text{mano de obra} = \frac{333\,200}{31\,977\,746,50} = 0,0104 \frac{\$}{TM} \quad 5:2$$

El costo unitario de acarreo (tarifa + diésel + Mano de obra) será:

$$\text{Costo}(\text{tarifa} + \text{diesel} + \text{mano de obra}) = 0,274 + 0,0104 = 0,284 \frac{\$}{TM}$$

El costo indirecto se considera el 15% del costo directo y la utilidad se considera el 10% del costo total.

$$\text{Costo indirecto} = \$ 0,284 \times 15\% = 0,042 \text{ \$/TM}$$

$$\text{Utilidad} = \$ 0,327 \times 10\% = 0,0327 \text{ \$/TM}$$

$$\text{Costo Total} = (\text{Unitario} + \text{indirecto} + \text{utilidad}) = 0,359 \text{ \$/TM}$$

5.2.3 COSTO DE EQUIPOS AUXILIARES

Los equipos auxiliares utilizados en este proyecto son alquilados, el costo de mano de obra está a cuenta del proveedor del equipo, con ayuda de la siguiente tabla calculamos el costo unitario de los equipos auxiliares.

*Tabla 5.11: Costo de equipos auxiliares en el proyecto

AÑO	EQUIPO	HORAS OPERATIVAS	Tarifa de Equipo (\$/HM)	DIESEL (\$/HM)	Costo tarifa + diesel
2011	C-47-AL	129,40	48,20	19,20	8.721,69
2011	C-49-AL	0,00	48,20	19,20	0,00
2011	MO-12	2.102,80	24,68	12,80	78.812,94
2011	T-30	1.381,40	78,51	35,20	157.078,99
2011	RE-272-AL	2.341,00	80,00	19,20	232.227,20
2012	RE-272-AL	2.344,00	48,20	19,20	157.987,94
2012	C-49-AL	1.729,30	48,20	19,20	116.556,55
2012	MO-12	2.984,02	24,68	12,80	111.841,07
2012	T-30	125,70	78,51	35,20	14.293,35
Total de horas op.		13.137,62	costo total		877.519,74

Fuente : Operaciones San Martin Contratistas Generales S.A

Dado que tenemos el costo de los equipos auxiliares en toda la operación podemos calcular el costo unitario.

$$\text{costo unitario de equios auxiliares} = \frac{877\ 519,74}{31\ 977\ 746,50} = 0,0274 \frac{\$}{TM}$$

5.3 COSTO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA

En el proyecto San Martin Contratistas Generales se encarga de la perforación, entregando los taladros con la medida correspondiente para que el cliente Shougang realice la voladura, los costos de voladura asume por completo el cliente.

5.3.1 COSTO DE PERFORACIÓN

Las perforadoras poseen una tarifa con la que se aplica el costo, según considera la empresa como debe usar o depreciar el equipo, ver tarifa de equipos enTabla 5.1.

La tarifa de las perforadoras comprende:

Depreciación del equipo, mantenimiento programado (MP), mantenimiento correctivo (MC), carrilería, reparación mayor (RM) y seguros.

El consumo de combustible de cada equipo podemos obtener de la Tabla 5.2.

Tarifa de equipo:

Equipo	Tarifa	
EP-14	79,746	US\$/hora maquina
EP-15	93,439	US\$/hora maquina
EP-29	130,525	US\$/hora maquina
EP-55-AL	130,525	US\$/hora maquina

5.3.2 COSTO DE ACERO DE PERFORACIÓN

Para los costos de acero de perforación se toma como base la vida útil en metros perforados y la velocidad de perforación de la máquina, se obtiene así los costos en US\$/hora máquina de los aceros, para obtener el costo unitario de aceros de perforación de las perforadoras que trabajaron en el proyecto utilizamos las siguientes tablas.

Costo de acero de perforación para la perforadora

Costo EP-15 = 78,508. US\$/hora maquina

Tabla 5.12: Costos de perforación para la perforadora EP-15

Aceros	vida útil (m)	Costo US\$	Costo en (\$/m)	velocidad de perforación	Costo unitario US\$/h
Barra 1-17pies	20000	4046,497	0,202	21	4,249
Barra 2-35 pies	25000	8884,994	0,355	21	7,463
Top sub	25000	1492,934	0,060	21	1,254
Bit sub	5000	1754,122	0,351	21	7,367
Triconos	1500	2880,588	1,920	21	40,328
Centralizadores	3000	2175,728	0,725	21	15,230
Conector	15000	1868,978125	0,125	21	2,617
					78,508

Costo de aceros de perforación para la perforadora EP-29

Costo EP - 29 = 45,333 US\$/hora maquina

Tabla 5.13: Costos de perforación para la perforadora EP-29

Aceros	vida útil (m)	Costo US\$	Costo en (\$/m)	velocidad de perforación	Costo unitario US\$/h
Barra 1-17pies	20000	2506,678	0,125	21	2,632
Barra 2-35 pies	25000	3589,625	0,144	21	3,015
Top sub	25000	772,984	0,031	21	0,649
Bit sub	5000	713,425	0,143	21	2,996
Triconos	1500	1913,759	1,276	21	26,793
Centralizadores	3000	1150,438	0,383	21	8,053
Conector	15000	853,1	0,057	21	1,194
					45,333

Costo de aceros de perforación para la perforadora

Costo EP-14 = 36,430 US\$/hora maquina

Tabla 5.14: Costos de perforación para la perforadora EP-14

Aceros	vida útil (m)	Costo US\$	Costo en (\$/m)	velocidad de perforación	Costo unitario US\$/h
Barra 1-17pies	15000	2506,678	0,167	15	2,507
Barra 2-35 pies	25000	3589,625	0,144	15	2,154
Top sub	15000	455,056	0,030	15	0,455
broca	1000	926,109	0,926	15	13,892
Centralizadores	3000	596,328	0,199	15	2,982
Conector	15000	853,1	0,057	15	0,853
Bit sub	5000	713,425	0,143	15	2,140
Martillo de fondo	5000	3815,875	0,763	15	11,448
-					36,430

El costo unitario de aceros de perforación para el proyecto será:

$$\frac{\text{US\$}}{\text{hora maquina}} = 160.271 \quad 5:3$$

Costo de perforación total \$/TM

Del cuadro se obtiene el costo del equipo incluido el diesel, este costo no incluye la mano de obra, la mano de obra es un costo conocido mensual (costo Flat) este costo no depende de las horas maquinas del equipo.

Tabla 5.15: Costo de perforación tarifa + diesel

Año	Equipo	Horas operativas	Metros perforados(m)	VP(m/h)	Tarifa de equipo (\$/HM)	Diesel gal/HM	Diesel \$/HM
2011	EP-14	2677,1	51395,71	19,2	76,98	23	73,6
2011	EP-15	3341,4	91553,7	27,4	89,7	35	112
2011	EP-29	668,6	15253,5	22,81	123,27	22	70,4
2012	EP-14	987,5	14135,1	14,31	76,98	23	73,6
2012	EP-15	2220	43838,8	19,75	89,7	35	112
2012	EP-29	1891,1	42449,7	22,45	123,27	22	70,4
2012	EP-55-AL	794,8	15250,4	19,19	123,27	22	70,4

Calculamos el costo de perforación de cada equipo durante el proyecto.

Equipo	Tarifa + diesel
EP-14	551815,468
EP-15	1121734,38
EP-29	495737,099
EP-55-AL	153928,916
	2323215,863

En la **Tabla 3.6** se tiene el tonelaje cubicado por el área de planeamiento resultando la cantidad movida de material 31 977 746,50 TM

El costo de perforación (tarifa + diesel) es de US\$/ 2 323 215,86

Dado que tenemos el material movido cubicado de todo el proyecto podemos obtener el precio unitario en US\$/TM.

Costo directo sin mano de obra será:

$$\frac{2\,323\,215,863}{31\,977\,746,50} = 0,0727 \frac{\$}{TM} \quad 5:4$$

En la **Tabla 5.15** se tiene las horas trabajadas de los equipos de perforación con esta información se tiene la relación TM/Hora

$$\frac{31\,977\,746,50}{12\,580,50} = 2\,541,850 \quad 5:5$$

En la Ecuación 5:3 tenemos el costo de aceros en \$/HM, con la ecuación 5:5 podemos calcular el costo de aceros en \$/TM.

Costo de aceros de perforación=CAP

$$CAP = \frac{160,261 \$}{2\,541,850 TM} = 0,0631 \frac{\$}{TM}$$

Un operador y su ayudante tienen un sueldo fijo, para la EP-15 y EP-29 la mano de obra es de US\$1 866,67 mensuales, como se tiene 3 guardias la mano de obra por equipo será US\$5 600, la mano de obra para la EP-14 es de US\$1 800, para cada mes se tiene US\$5 400 la mano de obra total de perforación será US\$265 600 estimada para 16 meses, como el proyecto solamente dura 14 meses, el costo de la mano de obra será US\$232 400, se tiene el tonelaje movido en el proyecto ver **Tabla 3.6**, entonces podemos calcular la mano de obra en \$/TM.

$$\text{Mano de obra} = \frac{232\,400}{31\,977\,746,50} = 0,0073 \frac{\$}{TM}$$

El costo unitario de perforación (tarifa + diesel + aceros + Mano de obra) será:

$$\text{Costo (tarifa + diesel + aceros + Mano de obra)}=0.0727+0.0631+ 0.0073=0.1431\frac{\$}{TM}$$

El costo indirecto se considera el 15% del costo directo y la utilidad se considera el 10% del costo total.

$$\text{Costo indirecto}=\$0.1431 \times 15\%=0.0214\frac{\$}{TM}$$

$$\text{Utilidad} = \$ 0.164 \times 10\%=0.0164\frac{\$}{TM}$$

$$\text{Costo Total} = (\text{Unitario} + \text{indirecto} + \text{utilidad})=0,1810\frac{\$}{TM}$$

Por tanto calculamos el precio unitario real del proyecto

FASE	COSTO POR FASE \$/TM
Carguío	0,3590
Acarreo	0,7180
Perforación	0,1810
Equipos auxiliares	0,0274
Costo Unitario	1,2854
costo indirecto	0,1285
Utilidad	0,1414
P.U- Real	1,5553

Para este proyecto la cantidad de material movido es 31 977 746,5 TM ver Tabla 3.6 el precio unitario es 1.39 \$/TM según el contrato establecido, tanto para desmonte como para mineral.

Calculamos la venta en US\$ del material extraído de la mina.

$$31.977.746,5 \text{ TM} \times 1.39 \text{ \$/TM} = \$ 44 449 068$$

Cuando realizamos el cambio de diseño en el proyecto, se profundizo un banco llegando al nivel 646, ganando en este banco 1.251.007,3074 TM, el equivalente en dólares será.

$$1 251 007,3074 \times 1.39 \text{ \$/TM} = \text{US\$}1.738.900,16$$

Nuestra inversión para este proyecto es de US\$ 45 645 737, si realizamos el cálculo Venta - Costo obtenemos.

$$44.448.068 - 45.645.737 = \$-1.196.669$$

El resultado es un margen negativo lo que indica que el proyecto mina 5 para San Martin Contratista Generales S.A. Aparentemente resulto en perdida.

Debido a que el proyecto se terminó en 13 meses se tiene un ahorro en combustible, mano de obra, alquiler de equipos auxiliares, siendo un monto total de \$2.182.994.

La utilidad obtenida en el proyecto es de:

$$2.182.994 - 1.196.669 = \text{US\$} 986.325$$

Este proyecto estaba calculado para obtener una utilidad de 10%, en este proyecto se obtiene un margen muy bajo para la inversión que se ha realizado no es una buena utilidad .

CONCLUSIONES

1. Toda empresa minera para tener éxito en el mercado competitivo, deben ser productivas y eficientes, realizando el trabajo con seguridad y tomando demasiado interés en el factor recurso humano.
2. San Martin Contratistas Generales como empresa contratista minera siempre busca eficiencia y rendimiento en los proyectos a trabajar ya que solo depende de la eficiencia para obtener un buen margen, esto quiere decir que no se beneficia o perjudica con el incremento o caída de los metales.
3. Podemos concluir que la demora de los equipos en el acarreo de mineral fue el detonante para cambiar el diseño del proyecto, dado que los costos operativos de incrementaba.
4. San Martin Contratistas Generales S.A, no había trabajado un proyecto de acarreo de mineral con Shougang Hierro Perú, esta experiencia le sirvió para obtener futuros proyectos de movimiento de mineral.

5. Para este proyecto no se obtiene la utilidad esperada, debido a los diferentes factores que dificultaron la operación, sin embargo se evita perdidas mayores de no darse el cambio de diseño de la mina

RECOMENDACIONES

1. Para un futuro proyecto se recomienda hacer un estudio del comportamiento geológico en la zona, para no tener las dificultades presentes en este proyecto.
2. Se recomienda aplicar programas que permitan predecir y modelar el comportamiento geológico.
3. Mejorar las cláusulas del contrato tanto para mineral como para desmonte, dado que en el proyecto mencionado el acarreo de mineral y desmonte tiene el mismo precio unitario.
4. Cambiar equipos de bajo rendimiento dado que ya cumplieron su ciclo y horas de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- **Ing. Jorge Díaz Atieda (comp.) (2005)**
Fundamentos de movimientos de tierra, cálculo de producción y costos de operación:
- **Instituto tecnológico Geominero de España(1994)**
Perforación y voladura
- **Instituto Tecnológico Geominero de España (1997)**
Manual de evaluación técnico económico de proyectos mineros de inversión
- **Jaime Osorio Laura**
Optimización de las operaciones unitarias- mina Shougang Hierro Perú S.A.A
- **Luis Gonzales Salazar**
Inicio de operaciones proyecto cerro corona.
- **Mónica Zapata Degregori**
Control de costo de una operación minera mediante el método resultado operativo

ANEXOS

ANEXO N° 1

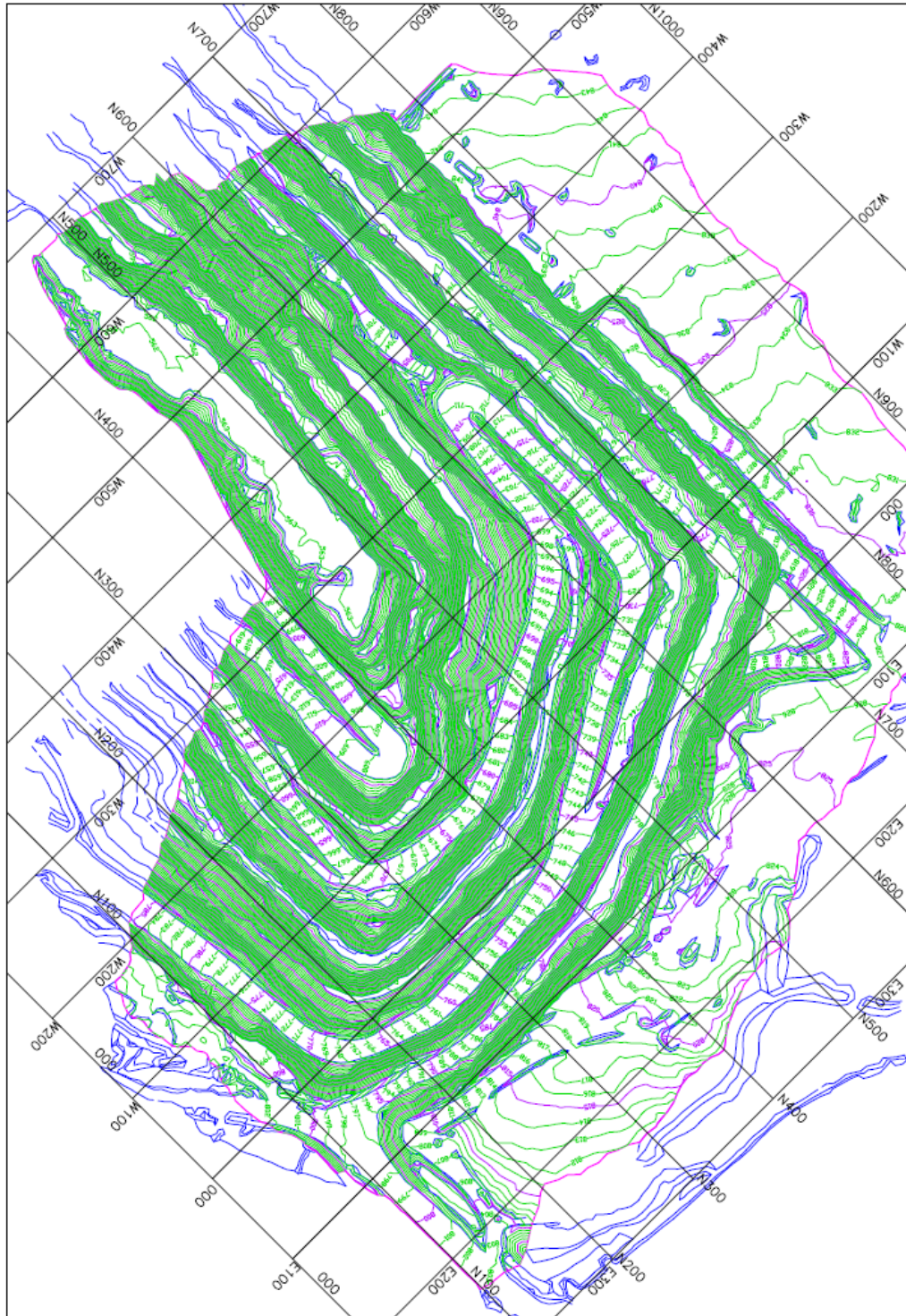


Figura anexo 1: Base inicial mina 5 lado norte

ANEXO N° 2

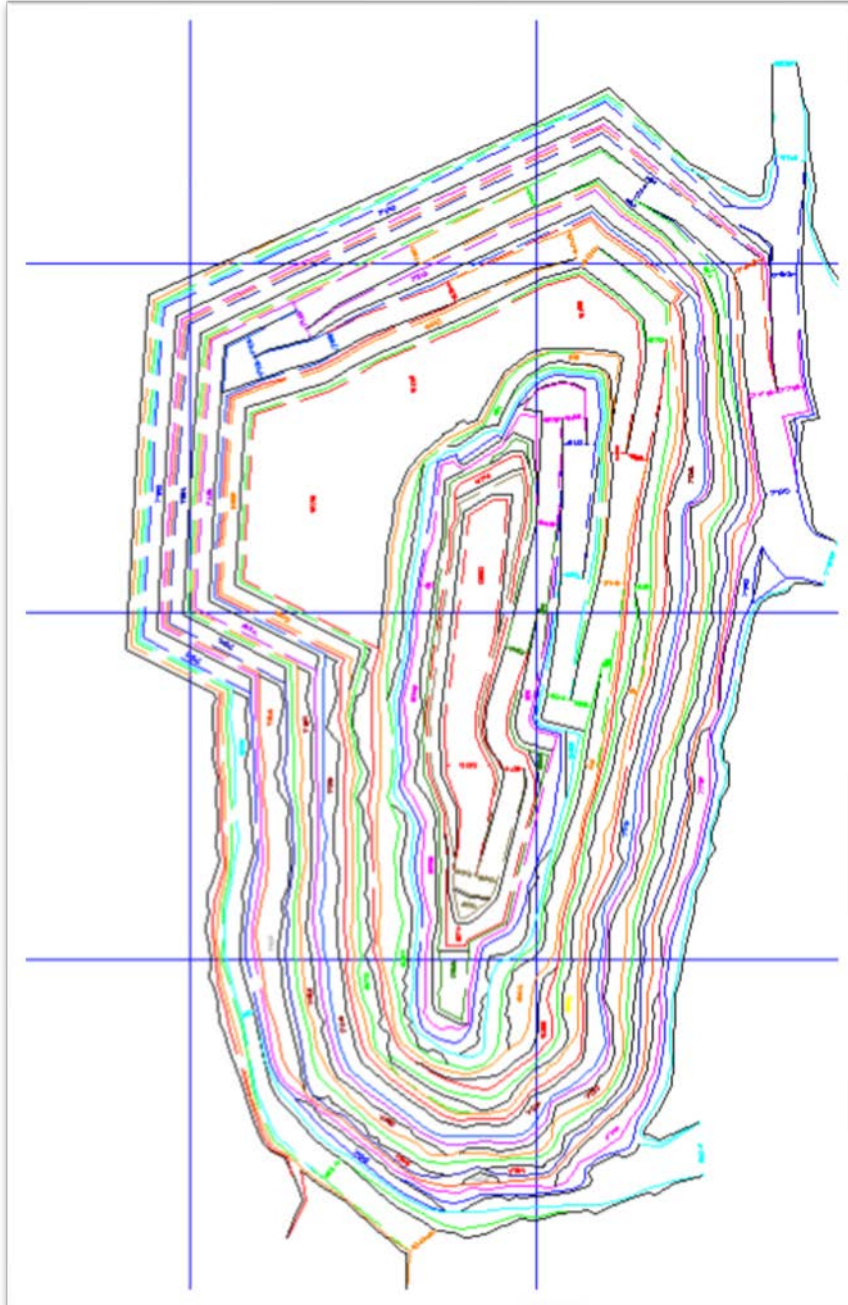


Figura anexo 2: Diseño inicial mina 5 lado norte

ANEXO N° 3

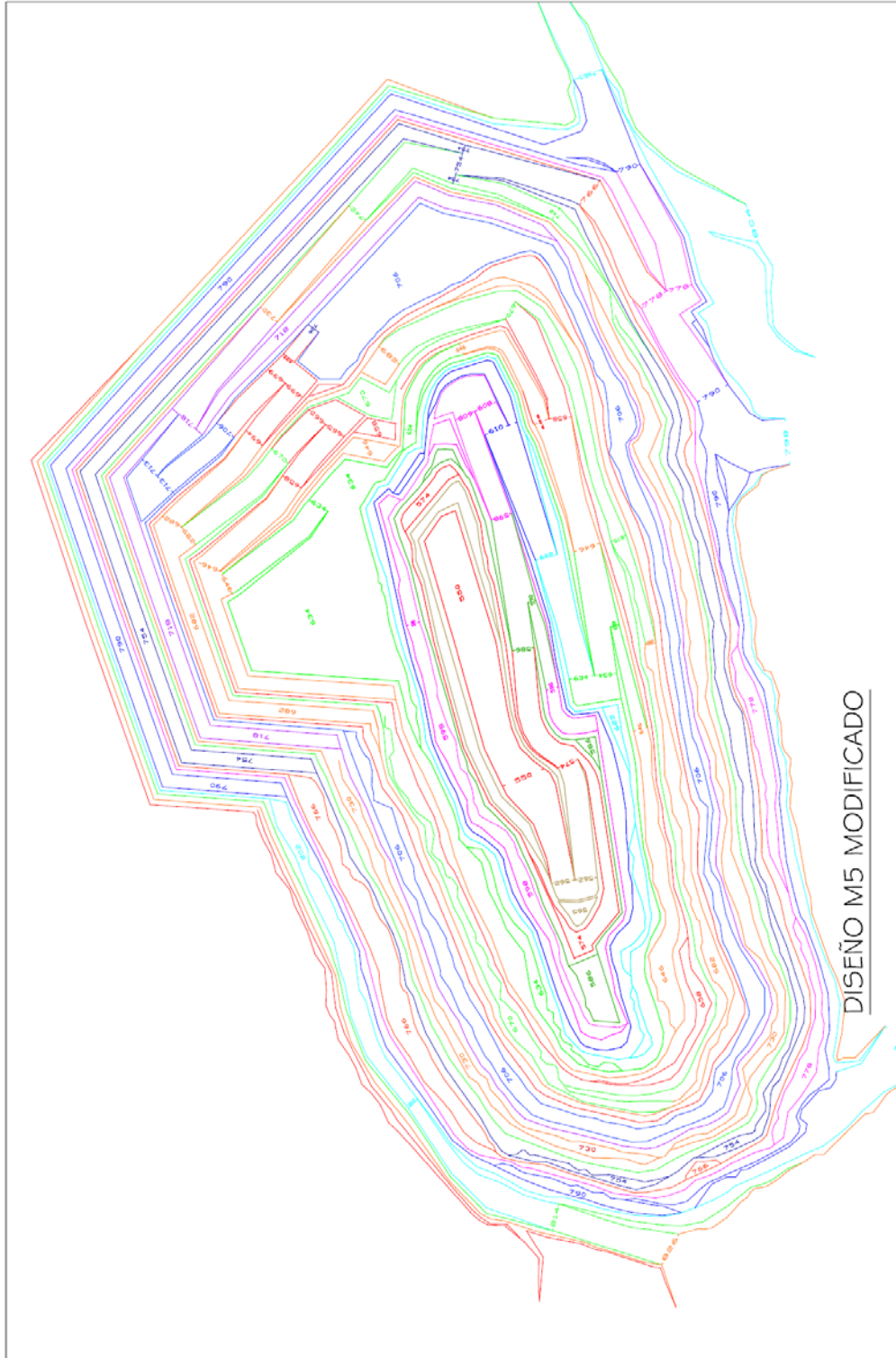


Figura anexo 3: Diseño propuesto por SMCG.S.A mina 5 lado norte

ANEXO N° 4

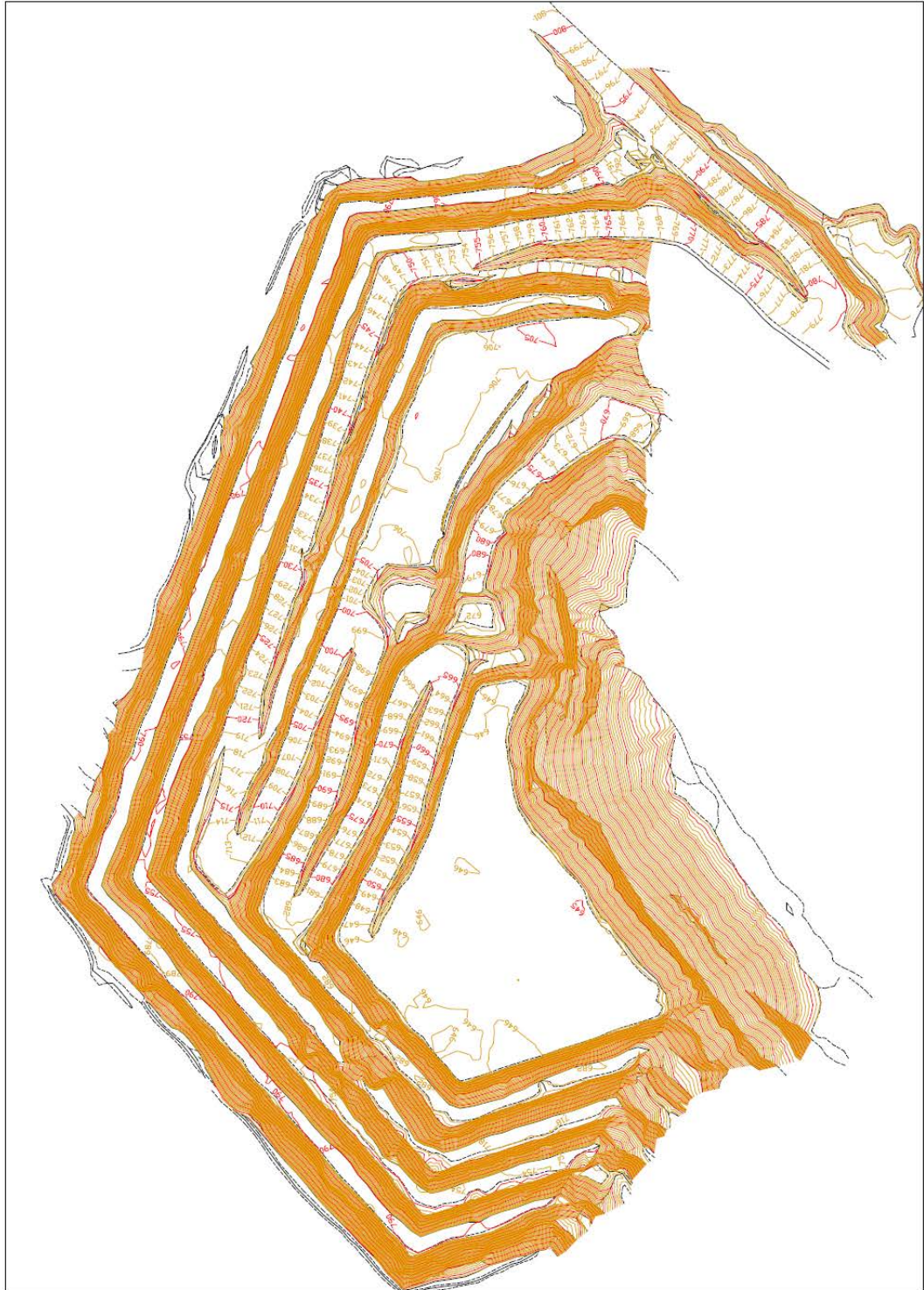


Figura anexo 4: Diseño final del proyecto mina 5 lado norte

CONTROL DE VIAJES

FECHA:

OPERADOR:

EQUIPO:

SUPERVISOR:

TURNO:

Nº	HORAS	NIVEL	E. CARGUO		MATERIAL	ZONA DE DESCARGA	PESO
			EQUIPO 1	EQUIPO 2			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Figura anexo 5-2: Control de viajes de acarreo

ANEXO N° 6

NIVEL 706
FECHA 17/12/2013
 Espaciamiento 4 m
 Burden 3.5 m
 Altura de Bancos 12 m
 Densidad del m 4.4 T/m³
 TM por taladro 739.2 TM
 Densidad del e 0.8 gr/cm³
 Diámetro del ta 7 7/8 pulgadas

0.1397
 13.12
 11.48
 38.37
 14.44

1.28
 0.2000 metros

Numeración taladro	Máquina Perforadora	H		SB = B / 3		T = H / 3		HC = H - T		FC		
		Altura perf. metros	Sobrepesforación metros	Sobrepesforación metros	Taço metros	Altura perf. pies	Taço pies	Altura de carga metros	Taço pies	Altura de carga pies	Factor de carga Kg / TM	Kilos por taladro
1	EP-14 (3.5W)	12.8	1	3.28	41.99	6.0	19.80	6.77	22.20	0.23	170.1	374.6
2	EP-14 (3.5W)	12.9	1	3.28	42.32	6.1	19.94	6.82	22.39	0.23	171.5	377.8
3	EP-14 (3.5W)	12.9	1	3.28	42.32	6.1	19.94	6.82	22.39	0.23	171.5	377.8
4	EP-14 (3.5W)	12.7	1	3.28	41.67	6.0	19.68	6.71	22.01	0.23	168.6	371.5
5	EP-14 (3.5W)	12.8	1	3.28	41.99	6.0	19.80	6.77	22.20	0.23	170.1	374.6
6	EP-14 (3.5W)	12.7	1	3.28	41.67	6.0	19.68	6.71	22.01	0.23	168.6	371.5
7	EP-14 (3.5W)	12.7	1	3.28	41.67	6.0	19.68	6.71	22.01	0.23	168.6	371.5
8	EP-14 (3.5W)	12.7	1	3.28	41.67	6.0	19.68	6.71	22.01	0.23	168.6	371.5
9	EP-14 (3.5W)	13	1	3.28	42.65	6.1	20.08	6.88	22.57	0.23	173.0	381.0
10	EP-14 (3.5W)	12.8	1	3.28	41.99	6.0	19.80	6.77	22.20	0.23	170.1	374.6
11	EP-14 (3.5W)	13	1	3.28	42.65	6.1	20.08	6.88	22.57	0.23	173.0	381.0
12	EP-14 (3.5W)	12.7	1	3.28	41.67	6.0	19.68	6.71	22.01	0.23	168.6	371.5
13	EP-14 (3.5W)	12.8	1	3.28	41.99	6.0	19.80	6.77	22.20	0.23	170.1	374.6
14	EP-14 (3.5W)	12.8	1	3.28	41.99	6.0	19.80	6.77	22.20	0.23	170.1	374.6
15	EP-14 (3.5W)	12.8	1	3.28	41.99	6.0	19.80	6.77	22.20	0.23	170.1	374.6
16	EP-14 (3.5W)	13.1	1	3.28	42.98	6.2	20.22	6.94	22.76	0.23	174.4	384.2
113	EP-14 (3.5W)	13	1	3.28	42.65	6.1	20.08	6.88	22.57	0.23	173.0	381.0
114	EP-14 (3.5W)	12.9	1	3.28	42.32	6.1	19.94	6.82	22.39	0.23	171.5	377.8
117	EP-14 (3.5W)	12.7	1	3.28	41.67	6.0	19.68	6.71	22.01	0.23	168.6	371.5
118	EP-14 (3.5W)	12.8	1	3.28	41.99	6.0	19.80	6.77	22.20	0.23	170.1	374.6
121	EP-14 (3.5W)	12.7	1	3.28	41.67	6.0	19.68	6.71	22.01	0.23	168.6	371.5
122	EP-14 (3.5W)	12.8	1	3.28	41.99	6.0	19.80	6.77	22.20	0.23	170.1	374.6
123	EP-14 (3.5W)	12.7	1	3.28	41.67	6.0	19.68	6.71	22.01	0.23	168.6	371.5
126	EP-14 (3.5W)	12.7	1	3.28	41.67	6.0	19.68	6.71	22.01	0.23	168.6	371.5
127	EP-14 (3.5W)	12.6	1	3.28	41.34	5.9	19.52	6.65	21.82	0.23	167.2	368.3
129	EP-14 (3.5W)	12.8	1	3.28	41.99	6.0	19.80	6.77	22.20	0.23	170.1	374.6
131	EP-14 (3.5W)	12.6	1	3.28	41.34	5.9	19.52	6.65	21.82	0.23	167.2	368.3
132	EP-14 (3.5W)	12.4	1	3.28	40.88	5.9	19.24	6.54	21.45	0.23	164.3	361.9
191	EP-14 (3.5W)	13.1	1	3.28	42.98	6.2	20.22	6.94	22.76	0.23	174.4	384.2
204	EP-14 (3.5W)	12.6	1	3.28	41.34	5.9	19.52	6.65	21.82	0.23	167.2	368.3
205	EP-14 (3.5W)	12.8	1	3.28	41.99	6.0	19.80	6.77	22.20	0.23	170.1	374.6
206	EP-14 (3.5W)	12.7	1	3.28	41.67	6.0	19.68	6.71	22.01	0.23	168.6	371.5
207	EP-14 (3.5W)	13.6	1	3.28	44.62	6.4	20.62	7.22	23.70	0.23	181.8	400.0

Total Kilogramos Libras

Figura anexo 6: Formato para la carga de taladros

ANEXO N° 7-

TONELAJES Y DISTANCIAS DE RUTAS

I ETAPA DE DESARROLLO - MINA 5

ORIGEN	DESTINO	MATERIAL	TONELAJE	DISTANCIA
MINA5-658	CANCHA-51	D	51,720	3,986
MINA5-658	CANCHA-51	ER	1,718,215	3,986
MINA5-658	PLANTA-2	CG	65,974	3,214
MINA5-658	PLANTA-2	R	461,814	3,214
MINA5-658	PLANTA-2	BL (PO)	10,494	3,214
MINA5-658	PLANTA-2	BL (R)	73,460	3,214
MINA5-670	CANCHA-51	D	31,402	3,742
MINA5-670	CANCHA-51	ER	1,563,510	3,742
MINA5-670	PLANTA-2	CG	38,553	3,010
MINA5-670	PLANTA-2	FG	6,804	3,010
MINA5-670	PLANTA-2	R	354,607	3,010
MINA5-670	PLANTA-2	BL (PO)	7,215	3,010
MINA5-670	PLANTA-2	BL (R)	56,406	3,010
MINA5-682	CANCHA-51	D	189,582	3,508
MINA5-682	CANCHA-51	ER	1,889,378	3,508
MINA5-682	PLANTA-2	CG	7,628	2,790
MINA5-682	PLANTA-2	FG	619	2,790
MINA5-682	PLANTA-2	R	432,950	2,790
MINA5-682	PLANTA-2	BL (PO)	1,312	2,790
MINA5-682	PLANTA-2	BL (R)	68,868	2,790
MINA5-694	CANCHA-51	D	54,792	3,307
MINA5-694	CANCHA-51	ER	2,040,792	3,307
MINA5-694	PLANTA-2	CG	252,348	2,644
MINA5-694	PLANTA-2	FG	19,792	2,644
MINA5-694	PLANTA-2	R	206,167	2,644
MINA5-694	PLANTA-2	BL (PO)	43,289	2,644
MINA5-694	PLANTA-2	BL (R)	32,794	2,644
MINA5-706	CANCHA-51	D	93,466	3,065
MINA5-706	CANCHA-51	ER	1,813,672	3,065
MINA5-706	PLANTA-2	CG	41,233	2,530
MINA5-706	PLANTA-2	R	251,524	2,530
MINA5-706	PLANTA-2	BL (PO)	6,559	2,530
MINA5-706	PLANTA-2	BL (R)	40,009	2,530
MINA5-718	CANCHA-51	D	41,992	2,866
MINA5-718	CANCHA-51	ER	2,165,873	2,866
MINA5-718	PLANTA-2	CG	31,543	2,396
MINA5-718	PLANTA-2	FG	149,883	2,396
MINA5-718	PLANTA-2	R	379,347	2,396
MINA5-718	PLANTA-2	BL (PO)	28,859	2,396
MINA5-718	PLANTA-2	BL (R)	60,342	2,396
MINA5-730	CANCHA-51	D	99,481	2,810
MINA5-730	CANCHA-51	ER	2,379,827	2,810
MINA5-730	PLANTA-2	CG	35,048	2,104
MINA5-730	PLANTA-2	FG	6,185	2,104
MINA5-730	PLANTA-2	R	123,700	2,104
MINA5-730	PLANTA-2	BL (PO)	6,559	2,104
MINA5-730	PLANTA-2	BL (R)	19,677	2,104
MINA5-742	CANCHA-51	D	32,916	2,752
MINA5-742	CANCHA-51	ER	2,192,206	2,752
MINA5-754	CANCHA-51	ER	750,000	2,328
MINA5-754	CANCHA-51	ER	1,873,405	2,046
MINA5-766	CANCHA-51	ER	695,000	2,298
MINA5-766	CANCHA-51	ER	1,892,198	1,809
MINA5-778	CANCHA-51	ER	495,000	1,928
MINA5-778	CANCHA-51	ER	1,453,627	1,741
MINA5-778	CANCHA-51	D	6,583	1,741
MINA5-790	CANCHA-51	ER	370,000	1,975
MINA5-790	CANCHA-51	ER	2,115,158	1,488
MINA5-802	CANCHA-51	ER	230,000	1,968
MINA5-802	CANCHA-51	ER	2,159,702	1,422
MINA5-802	CANCHA-51	D	3,292	1,422
MINA5-814	CANCHA-51	ER	105,000	1,981
MINA5-814	CANCHA-51	ER	1,738,296	1,118
MINA5-826	CANCHA-51	ER	766,943	796
			34,334,590	165,829
DISTANCIA PROMEDIO :				2,500
DISTAN.PRG				

Figura anexo 7: Distancia y tonelaje proyectado por el cliente

ANEXO N° 8

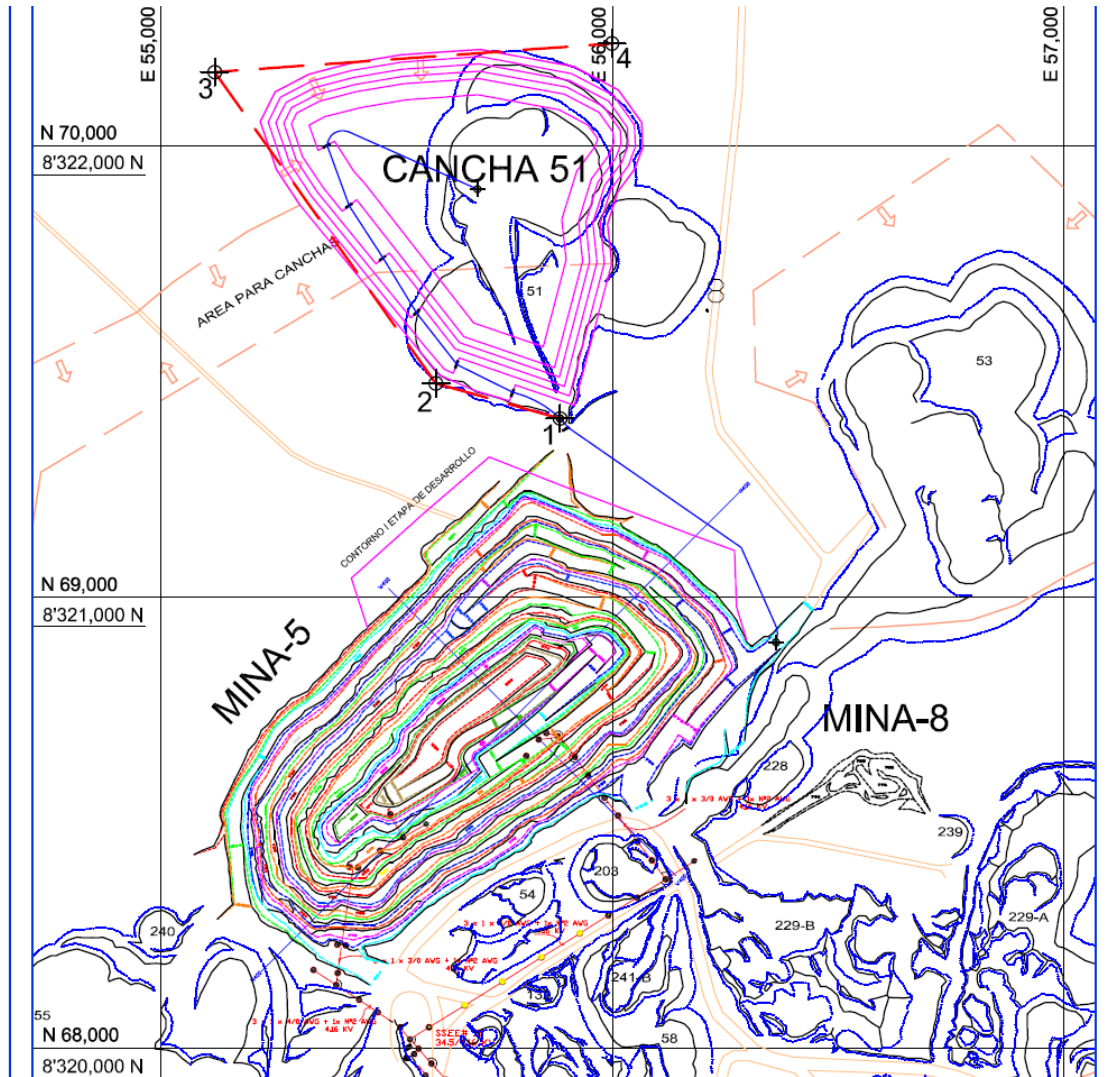


Figura anexo 8: Plano general del proyecto mina 5 lado norte

ANEXO N° 9

MINA - 5

MATERIAL A EXTRAER

PRIMERA ETAPA DE DESARROLLO (TM.)

MINA-NIVEL	MIN. CG	MIN. FG	MIN. FGR	TOT. MINERAL	BL (CGIFG)	BL (FGR)	TOT. BL (PO)	DESMONTE	ENCAPADO	TOT. OTROS	TOT. GENERAL	RATIO
5-826									786,943	786,943	786,943	
5-814									1,843,288	1,843,288	1,843,288	
5-802								3,282	2,389,702	2,392,984	2,392,984	
5-790									2,485,158	2,485,158	2,485,158	
5-778								6,593	1,948,627	1,955,210	1,955,210	
5-766									2,587,198	2,587,198	2,587,198	
5-754									2,623,405	2,623,405	2,623,405	
5-742								32,916	2,192,208	2,225,122	2,225,122	
5-730	35,048	6,185	123,700	194,933	6,558	19,677	26,236	99,491	2,379,827	2,505,544	2,670,477	15.19
5-718	31,543	149,883	379,347	560,773	26,858	60,342	89,201	41,992	2,165,873	2,297,068	2,857,838	4.10
5-706	41,233	0	251,524	292,757	6,558	40,008	46,566	93,468	1,813,672	1,953,708	2,246,463	6.87
5-684	252,348	19,792	208,167	478,307	43,288	32,794	76,083	54,792	2,040,792	2,171,667	2,649,974	4.54
5-682	7,628	619	432,850	441,197	1,312	68,888	70,190	189,582	1,889,378	2,149,140	2,590,337	4.87
5-670	38,553	6,804	354,807	399,964	7,215	56,408	63,621	31,402	1,563,510	1,658,533	2,058,497	4.15
5-658	65,974	0	461,814	527,788	10,494	73,460	83,954	51,720	1,718,215	1,853,888	2,381,677	3.51
TOTAL	472,327	183,283	2,210,109	2,865,719	104,287	351,556	455,843	605,226	30,407,802	31,468,871	34,334,590	10.98

Figura anexo 9: Material a extraer de la mina