

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y**

**METALURGICA**



**“REFLEXIONES DE UNA EXPLOTACION DE VETAS Y CUERPOS  
MINERALIZADOS EN UNA MINA CONVENCIONAL.”**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL**

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

**ELABORADO POR  
FELIPE ROBERTO FLORES NUÑEZ**

**ASESOR: ING. AUGUSTO TEVES ROJAS**

**Lima - Perú  
2013**

## **AGRADECIMIENTO**

A todas las personas que ayudaron en mi formación profesional

## **DEDICATORIA**

A mi Esposa, hijos, hermanos, primos, sobrinos.

Y, a la memoria de mis Padres Felipe e Irma.

Felipe R. Flores N.

## **RESUMEN**

Para desarrollar el presente informe de, explotación de vetas y cuerpos mineralizados, se toma en consideración el trabajo realizado en la mina de la Compañía Sindicato Minero Pacococha S.A.

Donde, se manifestaban vetas erráticas variadas causando problemas al aplicar métodos convencionales de minería subterránea, creando exposición innecesaria al personal técnico y operarios, a los techos de rocas inestables; lo que motivo la habilidad para el desarrollo minero subterráneo y la experiencia del ingeniero en estos casos.

Se debe tener en consideración las condiciones estructurales de ocurrencia de las mineralizaciones.

## **ABSTRACT**

To develop this report, vein mining and ore bodies, taking into account the work done in the mine of the Compañía Sindicato Minero Pacococha S.A.

Where, are manifested erratic streaks causing problems by applying varied conventional underground mining methods, creating unnecessary exposure to technical staff and workers, to unstable rock ceilings, what motivates the ability for underground mine development and experience of the engineer in these cases.

It must take into account the structural conditions of occurrence of the mineralization.

## INDICE

	Pág.
INTRODUCCION	12
<b>CAPITULO 1: GENERALIDADES</b>	<b>13</b>
1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	13
1.2. VÍAS DE ACCESO	14
1.3. TOPOGRAFÍA	16
1.4. CLIMA	17
1.5. ENERGIA	17
1.6. HISTORIA	17
1.7. PROPIEDADES MINERAS	18
<b>CAPITULO II: GEOLOGIA</b>	<b>19</b>
2.1. GEOLOGÍA REGIONAL	19
2.2. GEOLOGIA LOCAL	22
2.3. GEOMORFOLOGIA	24
2.4. GEOLOGIA ECONOMICA	25
2.4.1. Génesis del yacimiento	25
2.4.2. Zonamiento	28
2.4.2.1. Zona de Oxidación	28
2.4.2.2. Zona de Sulfuros Secundarios	28
2.5. RESERVAS DE MINERAL	28

2.5.1. Secuencia	29
2.5.2. Cubicación a 1983 – 1987	31
<b>CAPITULO III: MINERIA</b>	<b>33</b>
3.1. CONSIDERACIONES GENERALES	33
3.2. SELECCION DEL METODO DE EXPLOTACION	34
3.2.1. Aspectos técnicos para elección del método Shrinkage	34
3.2.2. Método de shrinkage	37
3.2.3. Alternativas de aplicación	38
3.2.3.1. Preparación de la base de la galería shrinkage	38
3.2.3.2. Perforación	40
3.2.3.3. Carguío del mineral	41
3.2.3.4. Construcción de las galerías para el shrinkage	44
3.2.3.5. Rellenos	44
3.2.3.5.1. Características generales del método de explotación por shrinkage	45
3.2.4. Ventajas y desventajas del método shrinkage	46
3.2.5. Variantes del método	48
3.3. Explotación minera	50
3.3.1. Consideraciones técnicas	51
3.3.2. Consideraciones económicas	53
3.3.3. Discusión del método empleado	53
3.4. LABOREO	54

3.4.1. Veta principal	54
3.4.1.1. Explosivos	55
3.4.1.2. Trazos	55
3.4.1.3. Equipos Mineros	56
3.4.2. Exploración y prospección	58
3.4.2.1. Zona de Chanape	58
3.4.2.2. Zona de la Huaquia	59
3.4.3. Desarrollos	60
3.4.4. Preparación	61
3.4.5. Explotación	61
3.5. SERVICIOS AUXILIARES	62
3.5.1. Aire Comprimida	62
3.5.2. Ventilación	63
3.5.3. Transporte	63
3.5.3.1. Transporte Subterráneo	63
3.5.3.2. Transporte Superficial	64
3.5.4. Alumbrado	64
3.5.5. Desagüe	65
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>66</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>70</b>





## INDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla Nº 2.1 -</b> Minerales concentrados	31
<b>Tabla Nº 3.1 -</b> Geometría del yacimiento	35
<b>Tabla Nº 3.2 -</b> Aspectos Geotécnicos	35
<b>Tabla Nº 3.3 -</b> Selección para el método de minería subterránea	35
<b>Tabla Nº 3.4 -</b> Convicciones favorables para la minería subterránea	36
<b>Tabla Nº 3.5 -</b> Selección para el método de minería basado en las características del depósito	36
<b>Tabla Nº 3.6 -</b> Comparación de ventajas y desventajas de método subterráneo	36
<b>Tabla Nº 3.7 -</b> Cuadro comparativo de cubicación con producción y su acumulado	51
<b>Tabla Nº 3.8 -</b> Cuadro general de los metros corridos por exploración	59
<b>Tabla Nº 3.9 -</b> Cuadro general de los metros corridos por el concepto de desarrollos (1985)	60
<b>Tabla Nº 3.10 -</b> Cuadro estadístico de "Producción Mina" desde el año 1983 hasta el año 1987	62

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura Nº 1.1 -</b> Ubicación de vetas de S. M. Pacocochoa - Laguna Pacocochoa	13
<b>Figura Nº 1.2 -</b> Croquis de ubicación geográfica de S.M. Pacocochoa	15
<b>Figura Nº 1.3 -</b> Ubicación de planta concentradora con respecto a laguna Pacocochoa	16
<b>Figura Nº 1.4 -</b> Áreas de labores periodo 1983-1987 S.M. Pacocochoa	18
<b>Figura Nº 2.1 -</b> Unidades sedimentarias volcánicas – Perú	21
<b>Figura Nº 2.2 -</b> Tendencia estructural andina (NNW-SSE)  se observa también en las áreas alrededor de  San Mateo y el Pacocochoa	23
<b>Figura Nº 2.3 -</b> Esquema del diagrama simplificado del  concepto de sulfuración epitermal intermedia	27
<b>Figura Nº 2.4 -</b> Resumen estimada de producción Cu, Pb, Zn,  Mina Pacocochoa en el periodo 1983-1987	32

<b>Figura Nº 2.5 -</b>	Resumen estimada de producción de Ag Mina Pacococha en el periodo 1983-1987	32
<b>Figura Nº 3.1 -</b>	Labores del método shrinkage en mina subterránea	38
<b>Figura Nº 3.2 -</b>	Evacuación del mineral y colocación del relleno	43
<b>Figura Nº 3.3 -</b>	Grafico comparativo de cubicación con producción y su acumulado	52

## **INTRODUCCION**

El objetivo de este informe de competencia profesional es probar la habilidad técnica y profesional del ingeniero de minas debido a lo complejo del yacimiento, ya que las vetas en sí, se presentan como vetillas irregulares cambiando de dirección, presentándose también como pequeños mantos de mineral con buenos promedios de leyes y/o mayor porcentaje de cobre, en sí, en los trabajos de explotación lo primordial es evitar la dilución.

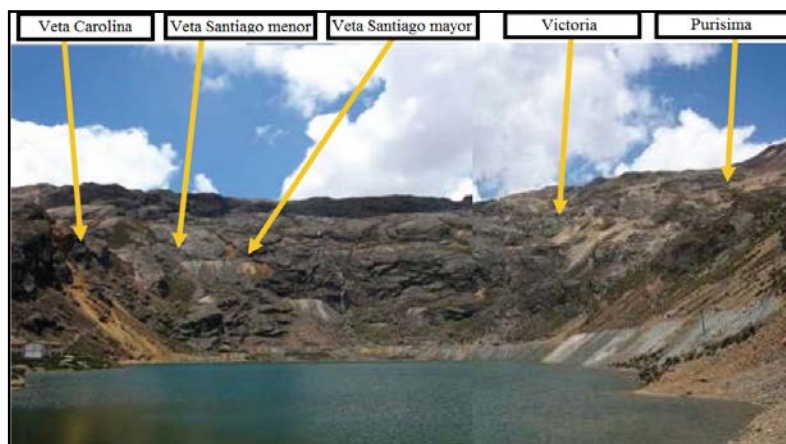
En este tipo de yacimiento, labor tras labor se estudiaba la tarea a realizar y guiar al trabajador para un buen desempeño y lograr el éxito deseado.

Se optimizaba la explotación, con tajos pilotos guiados por el profesional a cargo de la labor, señalando los tajos de perforación a realizar dentro de un área señalada, lo que dio muy buenos resultados, ya que la crisis minera de ese entonces que afectaba a la economía nacional nos obligó a ser más eficientes

## CAPITULO I GENERALIDADES

### 1.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA

Las minas de Sindicato Minero Pacococha S.A., están ubicadas en la quebrada del Pacococha, donde las vetas más importante Purísima y Santiago Mayor se encuentran en la ladera izquierda, ver Figura N° 1.1.



**Figura N° 1.1** - Ubicación de vetas de S. M. Pacococha – Laguna Pacococha

**Fuente:** Elaboración Propia

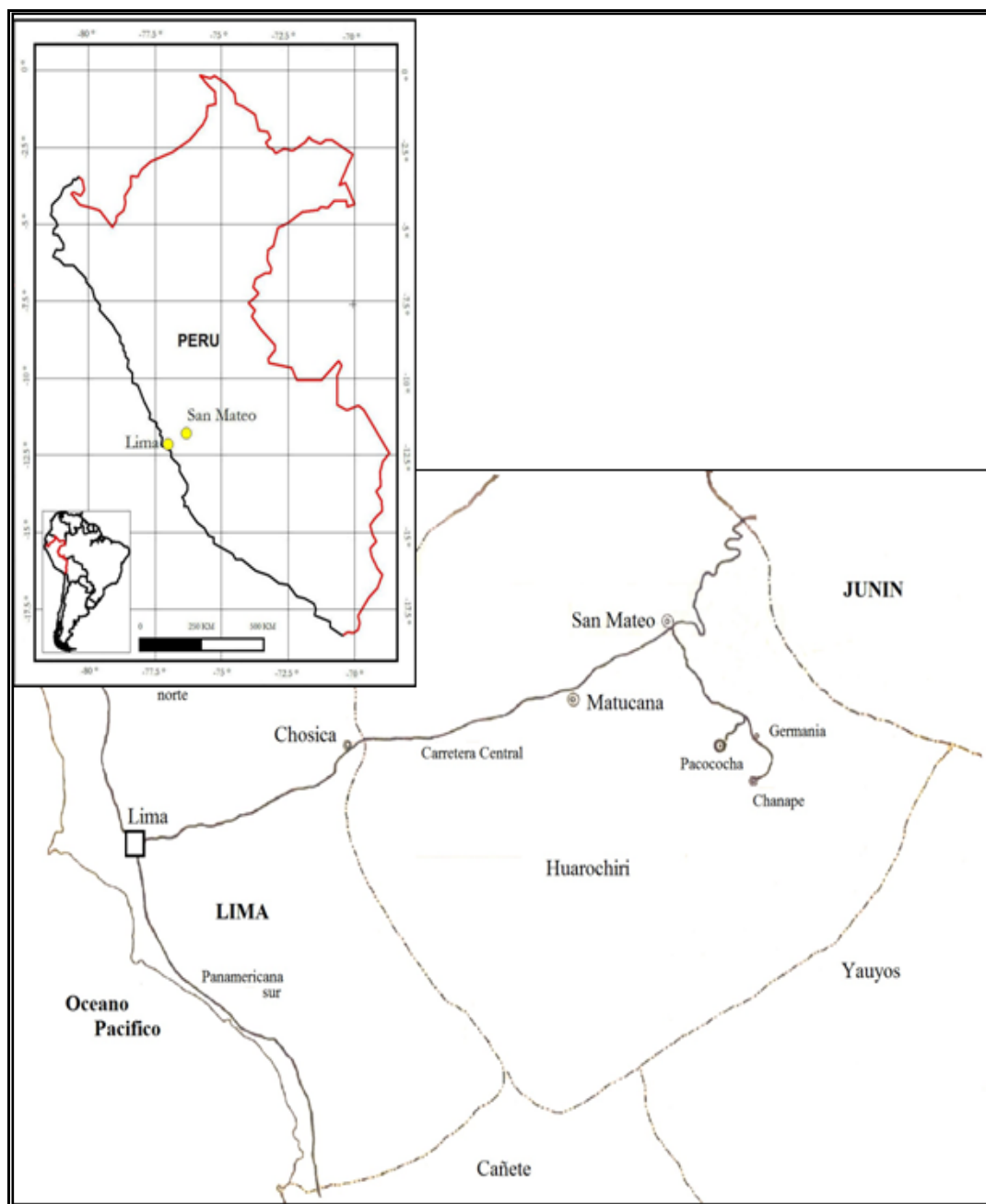
La mina se encuentra en provincia de Huarochirí Departamento de Lima al Sur-Este del pueblo de San Mateo en la vertiente occidental de la cordillera

de los Andes. Entre los 4200 a 5200 msnm, con coordenadas geográficas aproximadas:

- Longitud : 76° 14' Oeste
- Latitud : 11° 51' Sur

## **1.2. VIAS DE ACCESO**

Por su ubicación geográfica, la zona de las minas de Pacococha quedaba bastante cerca de Lima, estando favorecida por las vías de acceso. Al sitio se accede desde San Mateo a través de una empinada carretera sin pavimentar hasta en los valles más altos que toman alrededor de una hora y que pasa por el pueblo de San José de Parac recorriendo 23 Km, el cual se puede decir que en toda época del año se encuentra en buen estado. San Mateo está unido con Lima por la carretera Central, la cual está asfaltada en toda su longitud (103 km aproximadamente). Además cuenta con el Ferrocarril Central del Perú que corre paralelo a la Carretera Central.



**Figura N° 1.2** – Croquis de ubicación geográfica de S.M. Pacococho

**Fuente:** Elaboración Propia



### 1.3. TOPOGRAFIA

El aspecto general de la zona, es de un circo glaciar, existiendo en las nacientes de este, una laguna denominada Pacocochoa; esta es abastecida por aguas de escorrentía provenientes de todo el circo glaciar. El rebose de esta laguna se desagua por el riachuelo Pacocochoa, el cual desemboca a poca distancia en la quebrada Tonsuyoc. Las laderas de las montañas son empinadas ( $35^{\circ}$  a  $70^{\circ}$ ) a veces verticales donde la topografía local es definida por los planos de falla.

Toda la zona es producto de la erosión glaciar, caracterizándose sus valles por su corte en "U" y por las morrenas que se presentan.



**Figura N° 1.3** - Ubicación de planta concentradora con respecto a laguna Pacocochoa

**Fuente:** Google Eerth

#### **1.4. CLIMA**

Pacocochoa se encuentra en la región Puna, caracterizándose por un intenso frío e intenso intemperismo. En el año se pueden distinguir dos épocas: época de lluvias, la cual abarca desde fines de noviembre hasta fines de marzo, en esta época a partir del mediodía comienza a granizar o nevar, no parando por lo regular hasta la madrugada; y la época de sequía que abarca los demás meses del año, en la cual no se observa casi ninguna precipitación. En la primera el frío es menos intenso que en la segunda debida a que cuando existen precipitaciones, hay cambios de estado los que liberan calor. La temperatura oscila entre -5°C y + 5°C. El clima se caracteriza por la poca humedad existente. Por este clima solo se observa el ichu.

#### **1.5. ENERGIA**

El suministro de la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de las distintas instalaciones de la Compañía, se realizaba por medio de una línea de alta tensión, la cual arranca en la localidad de San Mateo. Esta línea abastecía, fuera de la Compañía al Banco Minero, Planta de Concentración de Tonsuyoc y a la Compañía Minera Millotingo. El consumo total de energía en la actualidad, es de alrededor de 3 000 KW.

#### **1.6. HISTORIA**

La mina Purísima, origen y mayor depósito con que cuenta la Compañía en la actualidad, fue denunciada por primera vez, en el año 1914 por el Sr.

Alejandro Pajuelo, quien hizo trabajos preliminares, como cateos y galerías de cortada de exploración, pero no llegó a cortar la veta en zonas de bonanza. Posteriormente el denunció fue transferido al Sr. Lisandro A. Proaño, en cuyo poder apareció denunciado en el año 1941. En el año 1947 lo denunció el Sr. Froilán Guzmán, quien se asoció con los Sres. Aquiles Venegas, Ernesto Baertl, Manuel Montori, los cuales aportaron los denuncios San David, Ernesto I, Sal de Frutas. De esta manera se formó el Sindicato Minero Pacococha S. A. el cual opera las minas arriba mencionadas y otras que adquirió posteriormente.

#### **1.7. PROPIEDADES MINERAS**

La Compañía contaba con tres grupos bien marcados de concesiones, distribuidos en tres zonas definidas, que son: zona de Pacococha, zona de Chanape y por último la zona de la Huaquia; la primera esta en explotación, la segunda en desarrollo y la tercera en exploración. A continuación presento una relación de las principales concesiones con que cuenta el Sindicato Minero Pacococha S. A. repartidas en las tres zonas principales:

<u>Zona de Pacococha:</u>	267 Has.
<u>Zona de Chanape:</u>	113 Has.
<u>Zona de Santiago Mayor:</u>	<u>45 Has.</u>
<b>TOTAL:</b>	425 Has.

El plano que sigue indica las áreas de labores entre los años 1983-1987

**Figura Nº 1.4** – Plano de las Áreas de labores periodo 1983 – 1987. S. M. Pacococha.

## **CAPITULO II GEOLOGIA**

### **2.1. GEOLOGIA REGIONAL**

La geología del Perú está dominado por la formación de la cordillera andina relacionada con la subducción hacia el este de inmersión de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, Figura N°2.1. A lo largo de la costa del Perú es una sucesión de sedimentos del Jurásico, Cretácico y Cuaternario. Hacia el centro de Perú y la ubicación de la mina Pacococha, los primeros picos de la Cordillera de los Andes se forman por el Batolito Costero Mesozoico-Cenozoico, que comprende una serie de grandes intrusiones félsicas formadas por deshidratación y el derretimiento progresivo de la placa en subducción. Junto a la costa batolito, golpeando NNW-SSE y en paralelo con las otras formaciones más importantes de los Andes peruanos, es una serie de casi 1000 km de largo del Cretácico-Terciario volcánicas.

Más allá del noreste de Pacococha se elevan y se deforman Precámbrico, Devónico y los sedimentos cretácicos que había sido instruidas por

Cretácico-Terciario rocas intrusivas y en parte cubierta por las rocas volcánicas mesozoicas-cenozoicas que alojan la mineralización en Pacococho

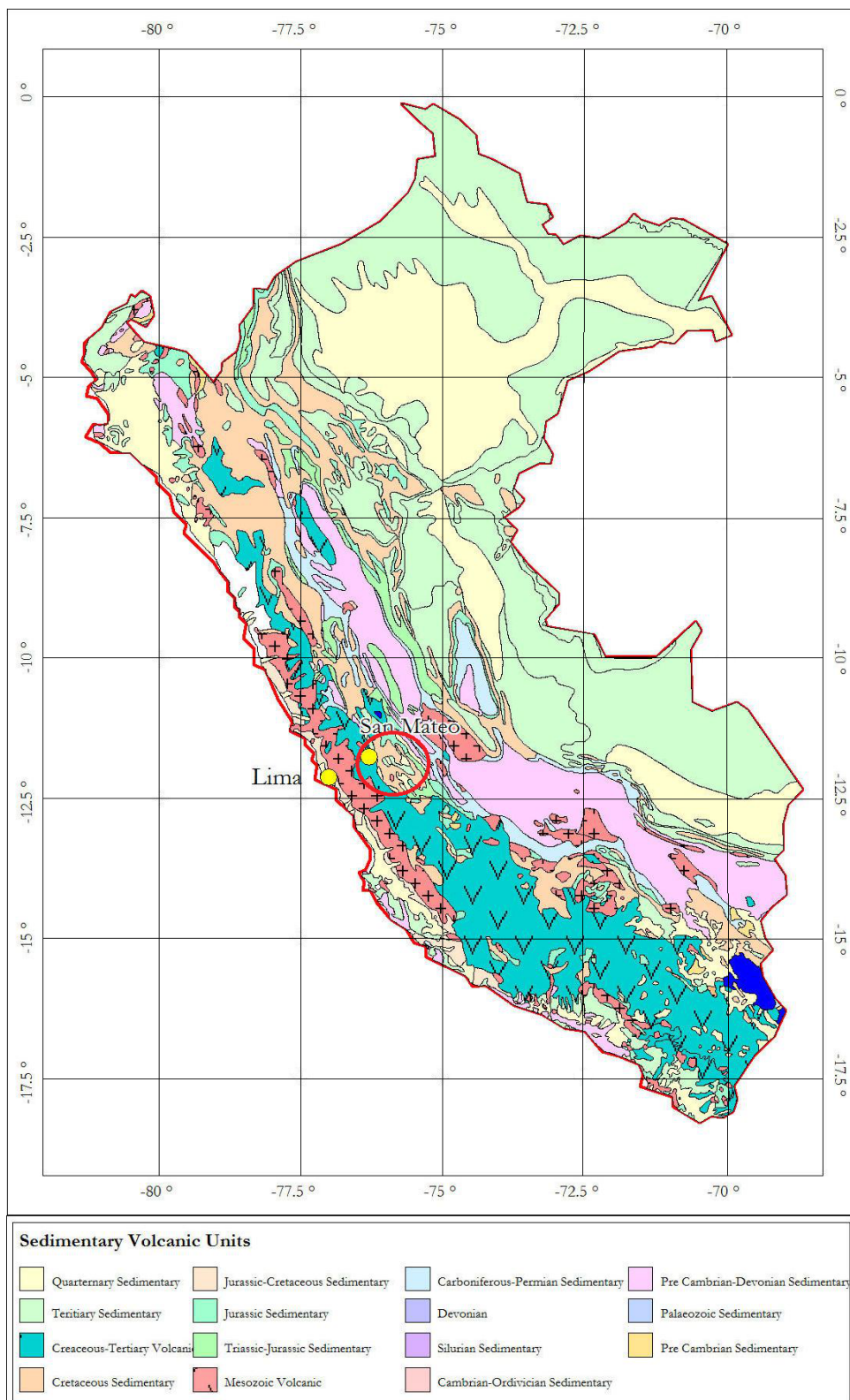


Figura N<sup>o</sup>2.1 – Unidades sedimentarias volcánicas - Perú

Fuente: MEM

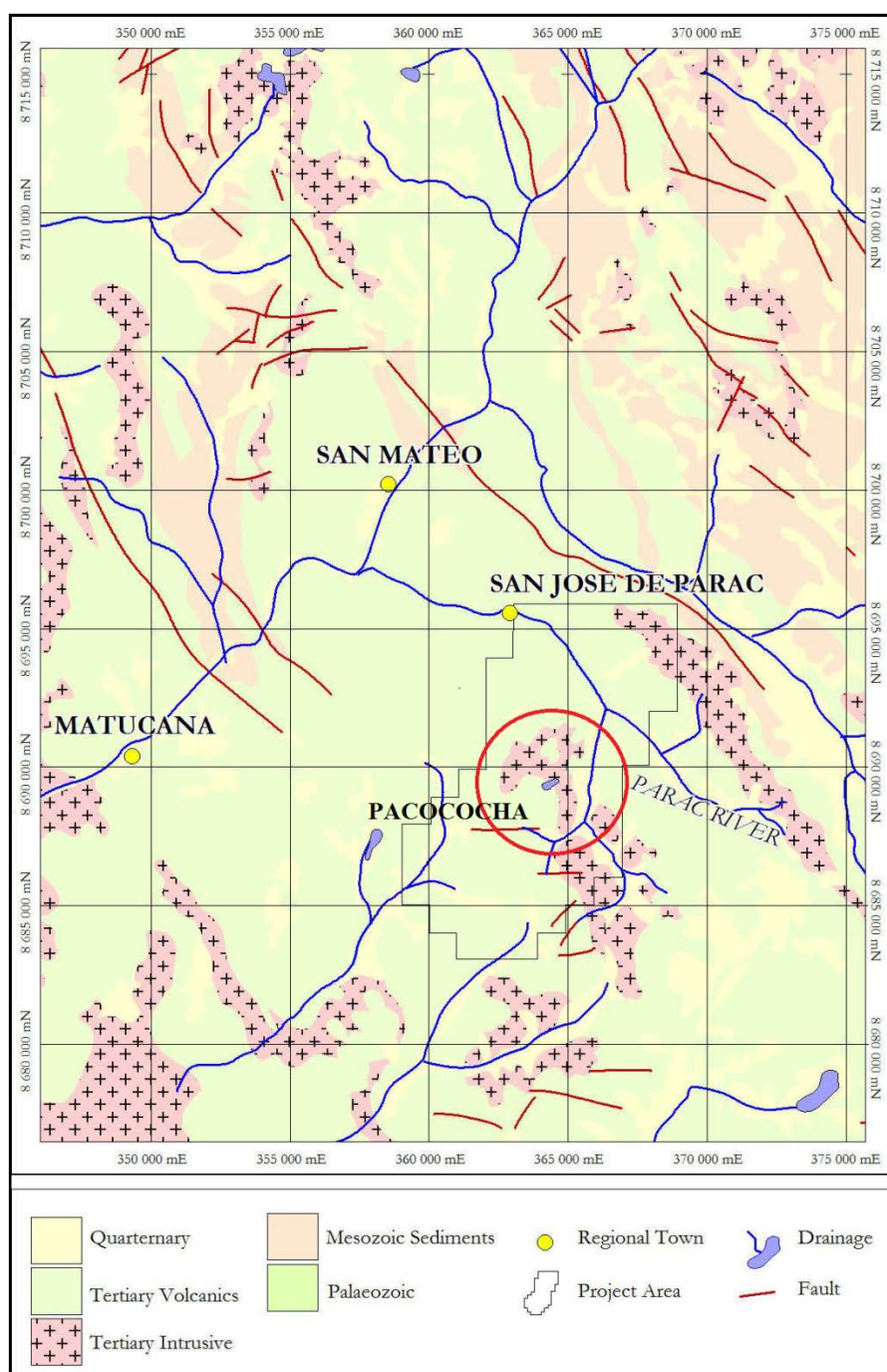
## 2.2. GEOLOGIA LOCAL

La tendencia estructural andina (NNW-SSE) se observa también en las áreas alrededor de San Mateo y el Pacococha, Figura 2.2. El área está sustentada por la verticalización, suavemente rocas paleozoicas plegadas a las rocas del Mesozoico y empujó al este hacia el oeste. El sótano de estas secuencias deformes se piensa que es el Devónico Excelsior Group, un conjunto de argilita regional metamorfoseado y cuarcita. Los cultivos del grupo Excelsior fuera 30 km al NE del Pacococha.

La primera fase de deformación durante el Cretácico Inferior creando amplios pliegues de tendencias NNW-SSE. Con errores asociados a esta deformación se piensa para haber proporcionado conductos para actividad volcánica posterior. Un mayor desarrollo de la cinta de montaña levantada implicado una segunda fase de desarrollo de los pliegues de compresión tectónica, fallas inversas y fallas transversales también alineados NNW-SSE. Esta es la fase que se cree que han dado lugar a las secuencias volcánicas que alberga la mineralización de Pacococha.

Un período de extensión seguido de lo que resultó en la formación de fallas normales y fracturas relacionadas que pueden haber proporcionado vías de fluido a los fluidos de mineralización. Arcos continentales suelen presentarse isostáticamente muy inestable y esta inestabilidad se expresa comúnmente por móvil a escala regional-cinturones con zonas cizalladas. Tales regionales

de o zonas cizalladas son a menudo de muy antiguos y pueden representar también los sitios de deposición mineral.



**Figura N°2.2** - Tendencia estructural andina (NNW-SSE) se observaba también en las áreas alrededor de San Mateo y el Pacococha

**Fuente:** MEM



La zona está constituida por rocas volcánicas en su mayoría, tales como andesita fresca, andesita alterada y dacita alterada. y en pequeñas proporciones, se presenta un pórfido riolítico, andesita cuarcífera y un pórfido andesítico.

Aparte de las rocas descritas, existe en el yacimiento, un metamorfismo de contacto, de carácter local, entre la cuarcita y la dacita, y entre la andesita y la cuarcita. Este fenómeno no ha originado ningún cuerpo mineralizado, y parece haber ocurrido posteriormente a la formación de las rocas existentes, ya que la andesita y la dacita se presentan fuertemente alteradas. Principalmente se presenta la piritización en las rocas volcánicas y la cuarcita, siendo esta la principal alteración que se ha podido apreciar.

### **2.3. GEOMORFOLOGIA**

El yacimiento de Pacococha se encontraba en las estribaciones de la Cordillera Central del Perú. La topografía de la zona es típicamente glaciar, existiendo muchas pruebas de ello en las rocas y en el terreno mismo, ejemplo de esto es la rugosidad que se observa en las rocas de la parte Sur de la quebrada, además de la forma típica de valle en "U" de esta quebrada. En la cumbre la denudación glaciar ha destruido la superficie de las rocas, y hacia abajo donde las rocas se encuentran mejor conservadas; los peñascos salientes, que forman parte del flanco Sur de la quebrada; se pueden encontrar piedras obliteradas, formando piedras aborregadas; las morrenas laterales y las morrenas frontales que deben existir más abajo. Todas estas

son pruebas fehacientes de la topografía típicamente glaciaria que reina en toda la zona de Pacococha.

La laguna de la zona (laguna Pacococha) es del tipo glaciaria, habiéndose represado al haber encontrado no solo una depresión favorable, sino también una base rocosa de andesita, la cual ha evitado cualquier filtración y un represamiento mononico como consecuencia de la denudación glaciaria. Por algunas quebradas existentes, en especial las del lado Sur, corren aguas de filtración que sirven para el abastecimiento de los campamentos de la parte alta y baja.

## **2.4. GEOLOGIA ECONOMICA**

El estudio de la geología económica, se puede sub-dividir en dos partes principales:

### **2.4.1. Génesis del yacimiento**

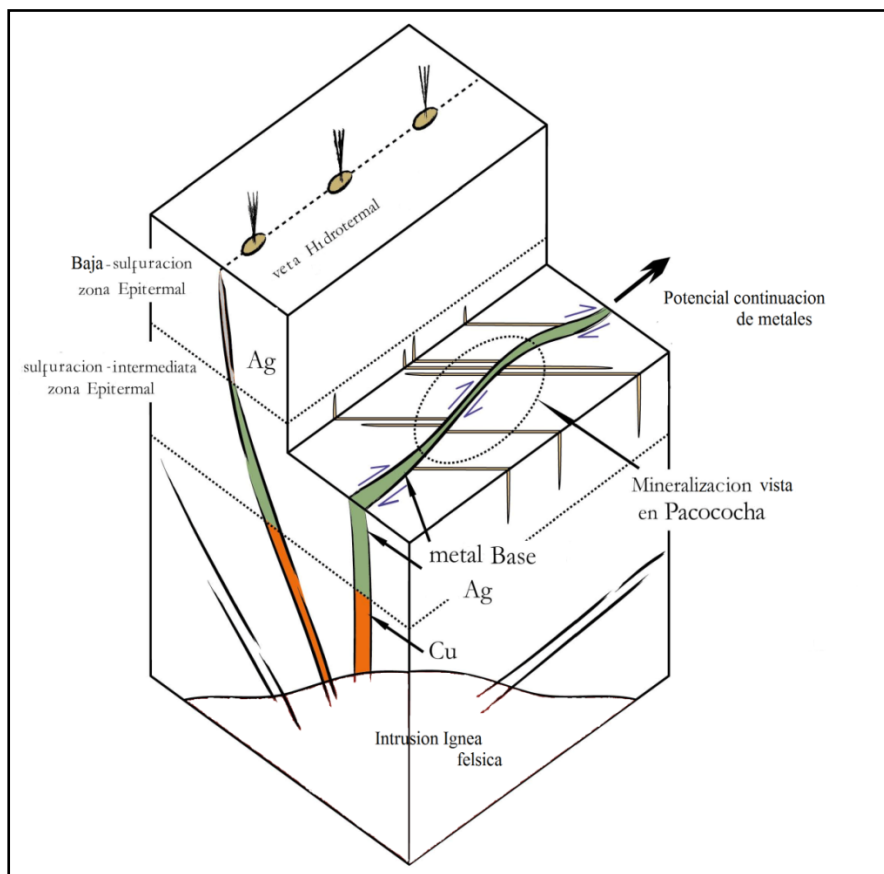
Mineralización en Pacococha está dominada por buzamiento de mena cuarzo-carbonato como venas que se alojan en cizalla frágil y zonas asociadas a fracturas. Las vetas son generalmente de plata, plomo y zinc dominante en los actuales niveles superiores de exposición (por encima de 4500 m de altura), pero cada vez más rica en cobre donde las vetas se exponen en las unidades de producción más bajas (generalmente por debajo de 4200 m de altura).

La mineralización se describe mejor como veta tipo diseminada y estilos de trabajo de valores pueden estar presentes. En base a la

mineralogía, la textura gruesa coagulada de menas de minerales de sulfuros / carbonato, una dotación como mena vertical de más de 500 m, en las vetas más grandes, y la transición de la parte alta de plata-plomo-zinc-dominante mineralización de cobre-dominante de mineralización de plata-plomo-de zinc, es probable que los metales se depositaron en una sulfuración intermedia.

La dinámica del desarrollo de cizallamiento a Pacococha también sugiere que estas estructuras son profundamente arraigadas y de dilatación en profundidad. Vetas multifase que comprende varias generaciones de clastos redondeados de cuarzo de mena de carbonato en una mena matriz de cuarzo-carbonato, están en consonancia con el movimiento falla repetida durante la mineralización. Comunes bloques horizontales lisas y la presencia de fracturas de tensión sintectónicas puros a  $20^{\circ}$  -  $30^{\circ}$  a la dirección de corte, que están llenos de cristales prismáticos de cuarzo, que indican que el movimiento fue dominada por desgarre con dilatación suficiente para permitir la deposición de vetas mineralizadas de entre 0,5 a 2,0 m de ancho. Históricamente la minería en Pacococha se centró en alto grado galena-esfalerita minerales susceptibles de concentración de flotación y extracción de la plata principalmente para el concentrado de plomo. Exámenes preliminares de campo ha indicado la presencia de zonas silicificadas con pirita diseminada,

cuarzo-pirita alterada brechas volcánicas y zonas del stock de cuarzo  
/ cuarzo de trabajo



**Figura N°2.3** - Esquema del diagrama simplificado del concepto de sulfuración epitermal intermedia.

**Fuente:** MEM

La mineralización existente ha ocurrido en forma de sustitución o reemplazamiento. Esa mineralización no es regular y se encuentra en forma de lentes o clavos, los que varían en volumen y contenido. La distancia entre los lentes es muy variable y a veces llega a los 300 m. Las soluciones mineralizantes han depositado plomo argentífero. marmatita, chalcopirita Proustita pirargirita y cuarzo.

## **2.4.2. Zonamiento**

Las principales zonas de mineralización en Pacococha eran las siguientes:

### **2.4.2.1. Zona de Oxidación**

Esta zona no era muy profunda, llegando como máximo a los 30 m, no es una zona netamente de oxidación sino una transición a los sulfuros secundarios. En partes es nula, aflorando a superficie los sulfuros.

### **2.4.2.2. Zona de Sulfuros Secundarios**

Esta zona parece ser de origen hidrotermal, y por lo tanto se piensa que debió profundizar más. Se presentan los siguientes minerales: Galena, Blenda argentífera y Chalcopirita.

## **2.5. RESERVAS DE MINERAL**

En el planeamiento histórico de las minas históricas de la mina Pacococha se identifican 17 diferentes portales de deriva y galerías que dan acceso a 18 diferentes vetas, disociadas e inmersión abruptamente en que la minería subterránea es forma de explotación. Utilizándose la forma siguiente

- Vetas individuales se han desarrollado en varios niveles de producción a diferentes espaciados de intervalos 30 metros a 60 m.
- Los desvíos de rumbo del acceso y niveles de producción se han extendido a

diversos ángulos oblicuos debido a la ocurrencia errática promedio de las vetas individuales desde la entrada de las unidades de producción.

- Los desvíos de rumbo de mineral se han desarrollado en ambas direcciones (noreste y suroeste) a lo largo de las vetas, desde los puntos de intersección con su deriva de acceso asociada.

### **2.5.1. Secuencia**

Al realizar las cubicaciones de las reservas existentes en las minas trabajadas por el Sindicato Minero Pacococha S.A. se han seguido las normas usuales en casi todos sus aspectos, teniendo en cuenta lo siguiente:

- No se ha considerado el mineral llamado Prospectivo o Posible, por ser un mineral del cual no hay indicios seguros de su existencia, y por lo tanto no pueden ser tomados en cuenta para la valorización del yacimiento.
- Al medir las potencias de las vetas, se han considerado sus valores sin tomar en cuenta la potencia mínima de trabajo.
- Se ha considerado como densidad promedio del mineral,  $3,5\text{kg}/\text{m}^3$ .
- Se ha considerado como mineral a la vista o Probado, aquel en donde prácticamente no existe ningún riesgo que falle la continuidad, tomando para esto los indicios geológicos presentes.
- Se ha considerado como mineral probable, aquel donde existe algún

riesgo de que falle la continuidad de este, pero si se puede asumir esta continuidad.

- Las potencias y leyes han sido tomadas a intervalos regulares para que de esta manera las áreas de influencia sean iguales por cada valor obtenido. El intervalo usado ha sido de aproximadamente 2 m.
- Las leyes de cada block o tajo cubicado, se han obtenido por productos, es decir la suma de los productos de las potencias por las leyes, entre la suma de las potencias.
- Las áreas de los distintos blocks se han obtenido por cálculos geométricos a base de las medidas obtenidas de los planos de mina los cuales se encuentran a escala.
- Obtenida el área de los blocks y la potencia promedio de los mismos, se obtienen los volúmenes, los que multiplicados por la densidad nos dan los tonelajes respectivos
- El tonelaje total se obtiene sumando los tonelajes parciales de cada block.
- Las leyes promedios generales se obtienen por productos, es decir, la suma de los productos de las leyes por los tonelajes de cada block, entre la suma de los tonelajes.
- Al final, las leyes se castigaban con un 20%, correspondiéndole 10% al factor de dilución y el otro 10% a un posible mal muestreo realizada y

los tonelajes aumentan en un 10% por el mismo factor de dilución arriba mencionado.

### 2.5.2. Cubicación a 1983 - 1987

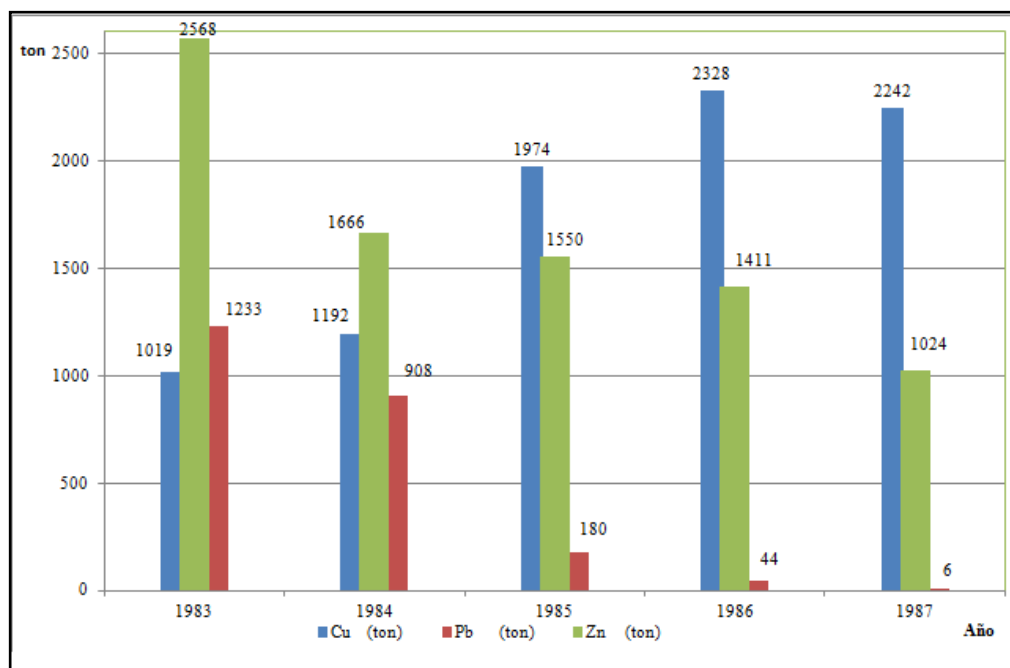
A continuación presento un resumen de lo cubicada a la fecha indicada en las minas de la Compañía:

**Tabla Nº 2.1 - Minerales concentrado**

Año	Peso Cabeza (ton)	Conc. de Cu			Conc. de Pb			Conc. de Zn		Contenido metálico				TPD
		ton	Cu (%)	Ag (%)	ton	Pb (%)	Ag (%)	Ton	Zn (%)	Cu (t)	Pb (t)	Zn (t)	Ag (oz)	
1983	109,500	4,491	22.69	0.10	1,806	68.27	0.2	5,313	48.33	1,019	1,233	2,568	260,517	365
1984	104,000	5,172	23.05	0.09	1,361	66.72	0.2	3,469	48.03	1,192	908	1,666	237,169	347
1985	108,500	8,593	22.97	0.09	272	66.18	0.17	3,217	48.18	1,974	180	1,550	263,511	362
1986	121,000	9,836	23.67	0.11	77	57.14	0.14	2,890	48.82	2,328	44	1,411	351,324	403
1987	105,000	9,946	22.54	0.12	11	54.55	0.15	2,111	48.51	2,242	6	1,024	384,256	350
<b>Total</b>	<b>548,000</b>	<b>38,038</b>	<b>23.02</b>	<b>0.10</b>	<b>3,527</b>	<b>67.22</b>	<b>0.20</b>	<b>17,000</b>	<b>48.35</b>	<b>8,755</b>	<b>2,371</b>	<b>8,219</b>	<b>1'496,777</b>	<b>1827</b>

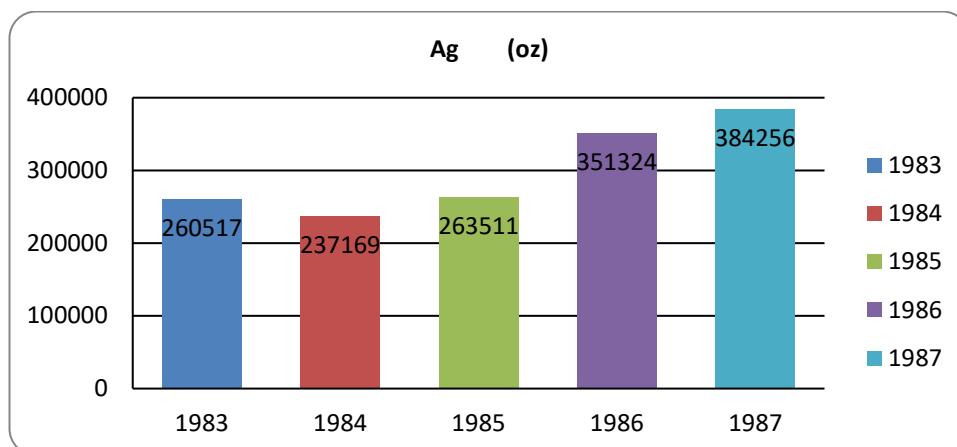
**Fuente:** MEM





**Figura N°2.4** - Resumen estimada de producción de Ag. Mina Pacococha en el periodo 1983-1987

**Fuente:** MEM



**Figura N°2.5** - Resumen estimada de producción de Ag. Mina Pacococha en el periodo 1983-1987

**Fuente:** MEM

### **CAPITULO III MINERIA**

El método de explotación debió cumplir dos requisitos que son seguridad y rentabilidad; para eso se define en la forma y tamaño del yacimiento, espesor y ángulo de buzamiento, profundidad del yacimiento y las propiedades geomecánicas del macizo rocoso, dureza del mineral de las rocas.

Las técnicas analíticas utilizadas estaban basadas en comparaciones de los esfuerzos actuantes y las resistencias disponibles de la roca o mineral.

Se debe notar que el estudio se realizó en base a los datos litológicos estructurales tomados en el campo durante el mapeo geológico y geomecánico

#### **3.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

Había criterios diferentes para seleccionar un método de explotación que pueden emplearse en un yacimiento mineralizado, cada tipo de yacimiento tiene su propio método particular de explotación, cuyo objetivo es diseñar un sistema de extracción apropiado bajo las circunstancias existentes del

yacimiento explorado; cuya razón es que garantice alcanzar la máxima rentabilidad, con objetivos técnicos como: alta productividad, mayor recuperación de minerales, buenas condiciones seguras de trabajo.

### **3.2. SELECCION DEL METODO DE EXPLOTACION**

Para la selección del método Shrinkage o almacenamiento provisional se toman en consideración las condiciones de la roca encajonante y del mineral; así mismo se deben tomar en cuenta para la elección de este método la geometría del yacimiento (veta y cuerpo en nuestro caso) y la distribución de las leyes de mineral (fuertemente variable), conjuntamente con las propiedades geomecánicas del mineral y rocas encajonantes que se consideran como rocas competentes en su mayoría para el caso de la Compañía Sindicato Minero Pacococha.

#### **3.2.1. Aspectos técnicos para elección del método Shrinkage**

Desde el punto de vista geomecánico se consideraban las siguientes tablas para la elección del método de explotación considerando la irregularidad de la veta en el yacimiento.

**Tabla N° 3.1 - Geometría del yacimiento**

	<b>ACEPTABLE</b>	<b>OPTIMO</b>
Forma	Cualquiera	Tabular
Potencia	Cualquiera	>3m
Buzamiento	>50°	>60°
Tamaño	Cualquiera	Cualquiera
Regularidad	Cualquiera	Regular

**Tabla N° 3.2 - Aspectos Geotécnicos**

	<b>ACEPTABLE</b>	<b>OPTIMO</b>
Resistencia (Techo)	>30 MPa	>50 MPa
Resistencia (Mineral)	s/profundidad	>50 MPa
Fracturación (Techo)	Alta-media	Media-Baja
Fracturación (Mineral)	Media-Baja	Baja
Campo Tensional In-situ (Profundidad)	Cualquiera	<1000 m
Comportamiento Tenso-Deformacional	Elástico	Elástico

**Tabla N° 3.3 - Selección para el método de minería subterránea**

<b>Orientación Deposito</b>	<b>Espesor del Deposito</b>	<b>Fuerza del mineral</b>	<b>Fuerza de la Roca</b>	<b>Método Aplicable</b>
Vertical empinada	Delgado	Fuerte	Fuerte	Shrinkage Stopping

**Tabla Nº 3.4 - Convicciones favorables para la minería subterránea**

Factor	Shrinkage
Fuerza del umbral	Fuerte
Fuerza de la Roca	Fuerte y Bastante fuerte
Fuerza del Deposito	Tabular, Lenticular
Tamaño del Deposito	Delgado o Moderado
Seavente del umbral	Bastante alto
Profundidad	Superficial o moderado

**Tabla Nº 3.5 – Selección para el método de minería basado en las características del depósito.**

Mineria Subterranea	Mineral, fuerza de la Roca	Clase	Geometrica	Nombre
	Fuerte o Moderada competente	Sin Soporte	Tabular empinada	Shrinkage Stoping

**Tabla Nº 3.6 - Comparación de ventajas y desventajas de método subterráneo**

Características	Shrinkage
Costo Minero	45%
Tasa de Producción	Moderada
Productividad	Bajo
Seguridad	Bueno
Inversion de Capital	Bajo
Desarrollo	Rapido
Recepccion	Alto
Dilucion	Bajo
Hundimiento	bajo

### 3.2.2. Método de Shrinkage

Apropiado para vetas cuasi verticales, con poca potencia y con suficiente regularidad y estabilidad de las cajas para permitir la caída por gravedad de mineral. La zona tiene características geométricas adecuadas para ser un método de transición, es decir se arrancaba el mineral se almacenaba momentáneamente y se traslada a la chimenea donde se encuentra un chute por el cual se discurre el mineral a los vagones de traslado de mineral que se encuentra en el área de transporte.

Es un método ascendente (realce). El mineral era arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente.

El Método de Shrinkage se utilizaba en yacimientos que presentaban las siguientes características:

- Fuerte buzamiento, superior a los 50° de inclinación.
- Características físico-mecánicas de la roca de caja competente relativamente mala.
- Potencia reducida.
- Límites regulares del yacimiento.

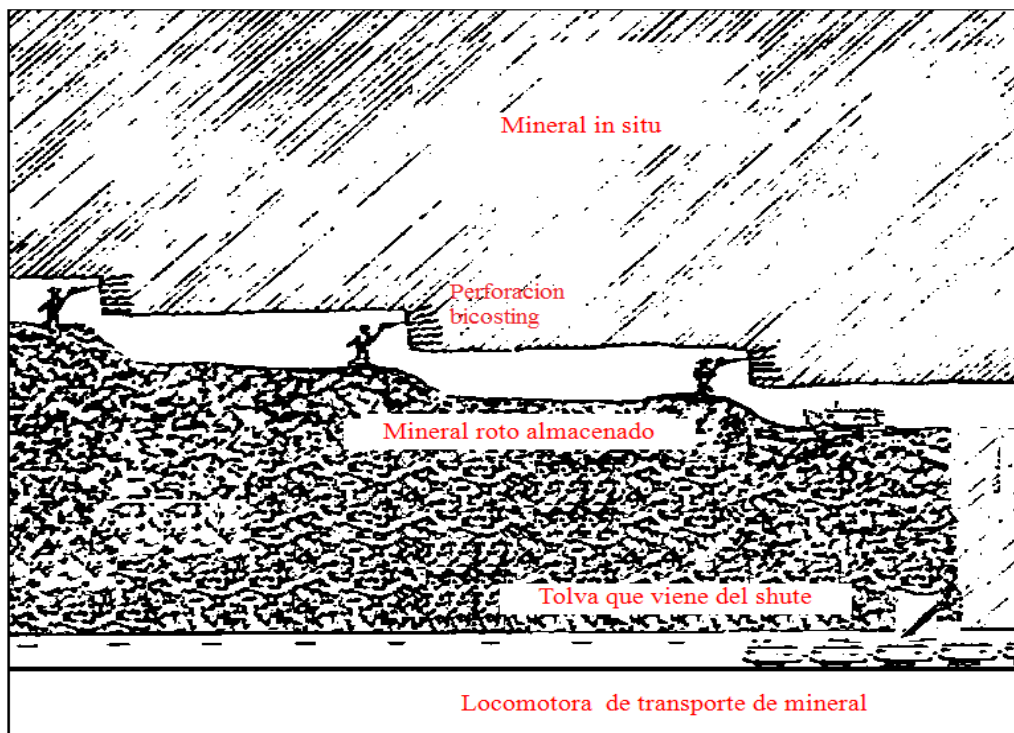


Figura Nº 3.1 – Labores del método shrinkage en mina subterránea

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.3. Alternativas de aplicación

Se refiere a los siguientes aspectos:

#### 3.2.3.1. Preparación de la base de la galería shrinkage

En el método de explotación Shrinkage, se debía limitar el stope con una galería base o de transporte, una galería superior y chimeneas. En lo que a galerías base se refiere

se tienen las siguientes alternativas:

- a) **Galería base protegida por un puente de mineral.** Se debía tomar en cuenta en este caso la precaución, una vez arrancada la primera tajada, de construir un piso de concreto delgado para separar el relleno del mineral del puente y evitar así que se mezclen en el momento de recuperar el puente.
  - b) **Galería base con techo artificial.** En este caso se trataba de evitar que el relleno del tajeo se mezcle con el mineral del nivel inferior cuando éste sea explotado. La precaución será la misma que la del caso anterior, con la diferencia que aquí la losa de concreto debe ser mucho más resistente (concreto armado) de manera de soportar el peso del relleno.
  - c) **Galería base totalmente artificial.** En el caso de crear una galería base completamente artificial, se construía un piso de concreto armado con los mismos fines del caso anterior.
- En cuanto a las cámaras de evacuación del mineral arrancado, se puede decir que en general la distancia entre ellas dependerá de dos factores fundamentales:



- i. Sistema empleado en la evacuación del mineral (a mano o mecanizado).
- ii. Calidad del material con que están construidas

No se debía en vacilar en la construcción de stope de buena calidad en preferencia de concreto, puesto que después de la explotación del stope, serán estas mismas las que se utilizaran para abastecer los stopes inferiores, lo que permite reducir notablemente los problemas creados por el abastecimiento del relleno.

Se conservaban también estas cámaras, cuando la explotación era llevada en forma ascendente, con el objeto de evacuar el mineral a un solo nivel de transporte intermedio, tomando en cuenta que dicha construcciones coincidan verticalmente.

Las cámaras para relleno se deberían correr por el mineral a partir del techo del tajeo hacia el nivel superior. Su distancia dependerá principalmente del ciclo de producción y de los medios disponibles para la colocación del relleno del tajeo.

#### **3.2.3.2. Perforación**

En este método, Shrinkage, se pueden perforar taladros Horizontales, Verticales e Inclinados.

En el caso de taladros HORIZONTALES, no se tiene que vencer un empotramiento y el rendimiento por metro perforado y uso de explosivo será mucho mejor. El inconveniente de la perforación horizontal reside en el hecho de que en tajeos estrechos, el perforista no puede disponer de suficientes espacio de trabajo.

En los taladros VERTICALES se tenía siempre que vencer un empotramiento, por lo cual era necesaria una perforación con sobreperforación (sub-drilling), lo que disminuye el rendimiento por metro perforado aumentando el consumo de explosivo. La ventaja que posee es que deja suficiente lugar de trabajo al perforista asegurando una buena utilización del tiempo y consiguiendo mejores rendimientos.

Una solución intermedia consiste en la PERFORACIÓN INCLINADA ya que es más ventajosa que la perforación vertical, pues el empotramiento que tiene que vencer es más fácil, disminuyendo consigo los tacos, trayendo consigo las ventajas ya vistas anteriormente.

#### **3.2.3.3. Carguío del mineral**

El mineral arrancado debía ser extraído totalmente y en forma regular del tajeo. Esta evacuación se puede realizar de diferentes maneras:

- a) **Con pala a mano:** Ya sea tirando directamente el mineral en stope de evacuación, o llenando carros que se vacían en dichas cámaras.
- b) **Con scraper (o rastrillo):** Existían varias posibilidades de instalación.

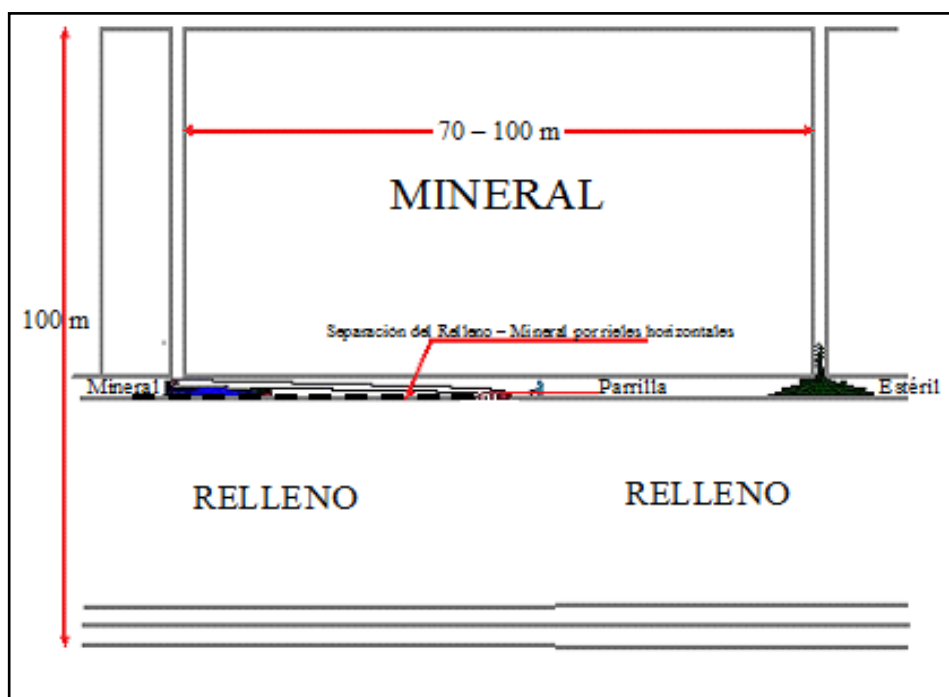
Una de ellas consiste en instalar todo el conjunto en el stope mismo, con el riesgo de exponerlo a los disparos y derrumbes del techo, además de la pérdida de tiempo que significa cambiarlo de piso cada vez que se termina de explotar una tajada.

Otra posibilidad era instalar el winche con su motor en la galería base o en la galería superior. En este caso los cables subirían o bajarían por una chimenea y el winche se manejaría por control remoto. El inconveniente de esta alternativa es que la instalación del winche en la galería base, por lo tanto los cables se deben correr por una chimenea suplementaria.

Existían tres alternativas cada una con sus ventajas e inconvenientes.

- **Chimeneas de tres compartimentos:** En este caso el compartimento del medio se utilizaba para el movimiento de los cables y para el acceso; y los dos compartimentos laterales para la evacuación del mineral. Su ventaja es que existen dos stope de evacuación, experimentando así un menor desgaste y en segundo

lugar el winche permanece fijo, el inconveniente es de ser una solución cara, ver Figura N° 3.2.



**Figura N° 3.2** – Evacuación del mineral y colocación del relleno

**Fuente:** Elaboración Propia

- **Chimeneas de dos compartimentos:** En este caso se usan alternadamente las cámaras para el movimiento de cables y para la evacuación del mineral, según el lado del tajeo que se esté limpiando.

#### **3.2.3.4. Construcción de las galerías para el shrinkage**

Se apuntalaban con madera que se reutilizaba de otras galería en desuso y haciendo que el avance sea seguro para los trabajadores. Hay que tomar en cuenta que algunas galerías o cruceros eran clausuradas por mantención debido al desgaste, este desgaste era menor en el método shrinkage que el de corte y relleno ya que el paso de mineral era menor por aplicarse tan solo a pequeña mineras como en nuestro caso.

Se debía cuidar de trabajar con las galerías siempre llenas, de modo de evitar así los golpes de los bolones contra la madera en la parte inferior de ellas.

Además, se debía forrar interiormente con tabloncillos semielaborados que se clavan a los rollizos y rodearlos de una especie de pirca de piedra tamaño regular antes de echar el relleno, para impedir que se escurra al interior de la cámara.

#### **3.2.3.5. Rellenos**

- **Origen:** El material de relleno podía estar constituido por roca estéril, procedente de las labores de preparación de la mina las que se distribuyen sobre la superficie del tajeo.
- i. **Canteras especiales:** Este relleno se obtiene en la superficie, en canteras especialmente organizadas, con ese objeto para así, abaratar los costos. De todas maneras, salvo en aquellos casos de canteras de arenas o de materiales dedríticos que se pueden obtener a un costo muy reducido, este sistema es por lo general caro.
- ii. **Relleno Creado In Situ:** La obtención de relleno en el stope mismo puede ser ventajoso, como por ejemplo en el caso de vetas angostas o de vetas que presentan variaciones en la mineralización.

#### **3.2.3.5.1. Características generales del método de explotación por shrinkage**

- a) **Posibilidades de aplicación:** Este método tiene posibilidades de aplicación bastante amplias, es aconsejable especialmente en aquellos yacimientos donde las cajas son seguras y las características mecánicas de la roca son satisfactorias. Como se trabajaba con una altura máxima equivalente a la

altura de dos tajadas (2,5 m a 3,0 m) era posible controlar mediante empernado cualquier indicio de derrumbe.

- b) **Seguridad:** Este método ofrece bastante seguridad en todo a lo que refiere al obrero contra desprendimiento de roca ya sea del techo o las paredes.
- c) **Recuperación:** En general es bastante buena, siempre que se tome la precaución de evitar pérdidas de mineral en el relleno. Cabe agregar, que éste método permite seguir cualquier irregularidad de la mineralización.
- d) **Dilución de la ley:** Puede existir una pequeña dilución de la ley en el momento de cargar los últimos restos de mineral arrancado que quede en contacto con el relleno. Esto se puede evitar estableciendo una separación artificial entre el mineral y el relleno, solución que en casos excepcionales (mineral de gran ley) resulta antieconómico. Entonces se debe aceptar que algo de mineral se mezcle con el relleno.
- e) **Rendimientos:** Sus rendimientos se pueden considerar satisfactorios.

En cámaras sin mecanización, se alcanza normalmente rendimientos del orden 4-8 ton/hombre-gdia., según el ancho del tajeo. En cámaras mecanizados, este rendimiento es duplicado, es decir se alcanza una cifra de rendimiento del orden de 14 ton/hombre-gdia, sin tomar en cuenta el abastecimiento del relleno. Si se trata de relleno hidráulico, con cámaras mecanizados, se obtienen rendimientos netamente superiores.

#### **3.2.4. Ventajas y desventajas del método shrinkage**

##### **Ventajas.**

- La recuperación se encontraba entre el 95 y 100%.
- Es altamente selectivo, lo que significa que se pueden trabajar secciones de alta ley y dejar aquellas zonas de baja ley sin explotar.
- Es un método seguro.
- Puede alcanzar un alto grado de mecanización.
- Se adecua a yacimientos con propiedades físicos-mecánicas incompetentes relativa a la caja.

##### **Desventajas:**

- Costo de explotación elevado.
- Bajo rendimiento por la paralización de la producción como



consecuencia del relleno.

- Consumo elevado de materiales de fortificación.

### 3.2.5. Variantes del método

**Rampa por veta:** Era aplicable en aquellas vetas que quedan fuera del alcance de las rampas de acceso, entre niveles, y que por su valor económico no es factible construir una rampa propia. Este método era aplicable a cuerpos vetiformes de potencia, rumbos y manteo variable y con cajas de baja calidad geotécnica.

**Descripción del método:** El sistema de explotación Rampa por Veta, también es un método por realce. Se diferencia de este último, en que el piso es llevado en rampa.

Consistía en dividir un block de explotación en triángulo inferior y superior. La explotación se inicia con el triángulo inferior desde la chimenea de ventilación hacia el acceso. A medida que el levante es realizado la chimenea de ventilación desaparece, de esta manera se va formando la rampa hasta que su pendiente llega +15%, que su máximo valor.

Una vez lograda la máxima pendiente, la explotación del triángulo inferior concluye. En esta parte de la explotación la rampa está conectada al nivel superior y se comienza la explotación del triángulo

superior. Ahora la explotación se realiza ingresando desde el nivel superior, invirtiendo de este modo el sentido de operación.

Conjuntamente con la explotación del triángulo superior se construye una chimenea "falsa" sobre el relleno, de modo de mantener abierto de circuito de ventilación. La extracción terminaba cuando la rampa ha logrado la horizontal y con ello concluye la explotación del block, quedando construida la labor sobre el relleno.

Para la explotación de esta variante la preparación que se debía realizar es:

1. **Preparación - Galería base.** correspondía a una labor que se desarrolla en la base del block, a lo largo de este. Este desarrollo es corrido por la veta según su corrida y su ancho mínimo requerido por el equipo de carguío.

Chimenea de ventilación: esta labor se desarrolla paralela a la veta en la vertical, desde el extremo final de la cámara hasta llegar a la cota del nivel superior, que está conectado al sistema general.

2. **Ciclo de explotación.** Las actividades que se desarrollaban para la explotación son las mismas que se realizan en el corte y relleno original.

\* Perforación

\* Voladura

\* Sostenimiento

\* Carguío y Transporte

**Ventajas del método:**

- Era un método selectivo
- Después de la explotación queda construido el nivel superior
- Una vez terminada la explotación del triángulo inferior queda construido el acceso para explotar la parte superior.

**Desventajas del método:**

- La producción no era constante, es decir, al iniciar la extracción del triángulo inferior, la producción es máxima y a medida que se logra la pendiente máxima de la rampa la producción disminuye hasta llegar a cero
- Al formar un segundo panel, el ciclo empieza de cero para llegar al máximo cuando la cámara termina su vida útil.
- El sistema de ventilación es limitado.

**3.3. Explotación minera**

Todo el trabajo en las minas se realizaba por medio de contratistas, los cuales son distribuidos por niveles, labores, etc. según sea la importancia de la labor por desarrollar. El trabajo desarrollado en las minas es bastante satisfactorio, pues siempre se han tomado en consideración los tres grandes factores que deben regularlo; estos son los siguientes: factores técnicos, factores de seguridad y factores de económicos.

Respecto a la técnica en sí, siempre se ha procurado que los métodos de trabajo en general, sean lo mas adecuados a las diferentes circunstancias, por lo que no se ha dudado en combinar diferentes formas y normas.

La seguridad del personal era eficientemente controlada; todo obrero que entre a trabajar a la empresa pasaba por un examen médico completo.

### 3.3.1. Consideraciones técnicas

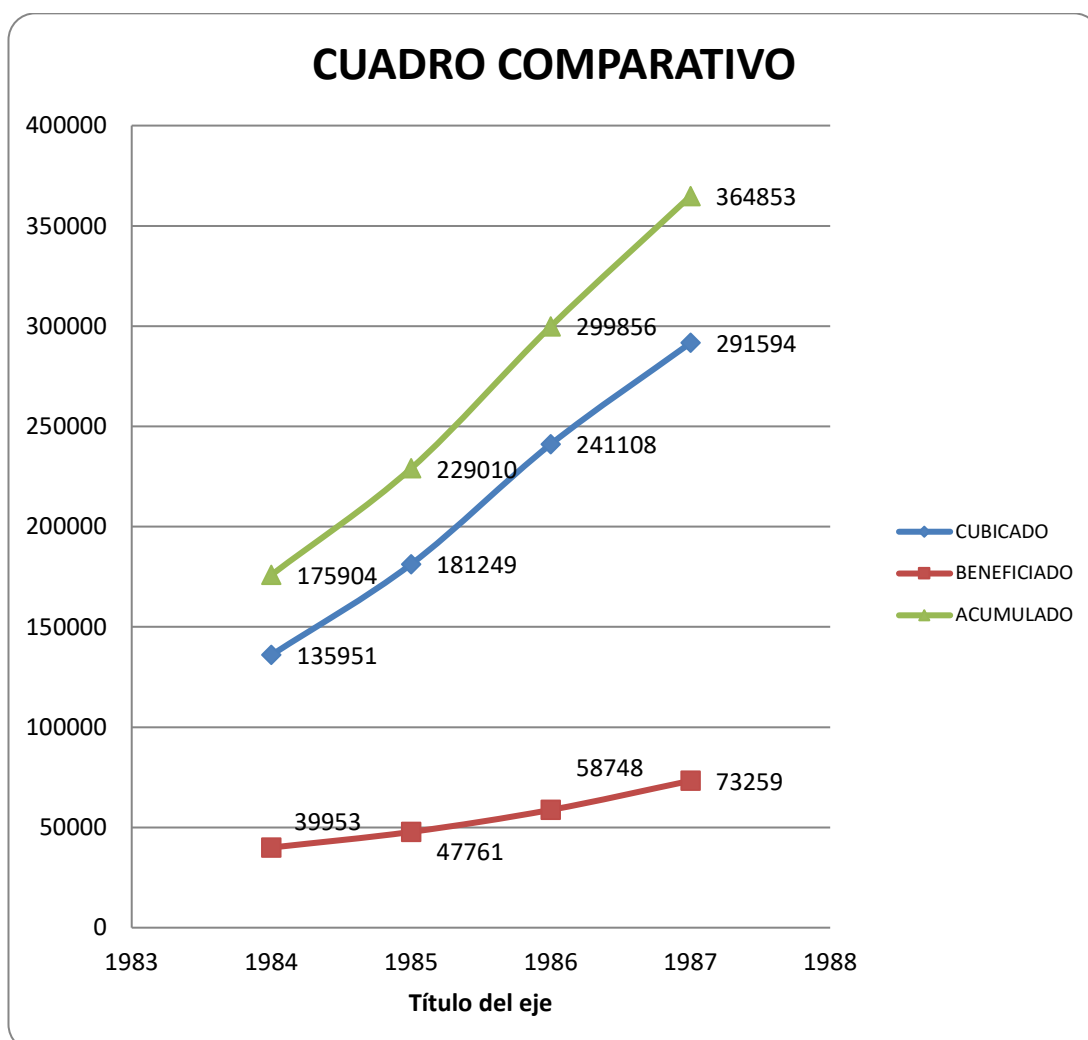
Dejando aparte el trabajo mismo, ya que él será explicado con más detalle más adelante, se puede apreciar que se ha tomado en cuenta el principal criterio técnico, que dicho en otras palabras, se ha tratado siempre de aumentar las reservas del mineral, al mismo tiempo que la producción; en efecto, las cubicaciones han ido aumentado considerablemente año tras año, y así tenemos el cuadro comparativo de cubicación con producción y su acumulado, o verdadera cubicación:

**Tabla N° 3.7.- Cuadro comparativo de cubicación con producción y su acumulado**

AÑO	CUBICADO	BENEFICIADO	ACUMULADO
1984	135951,00	39953,00	175904,00
1985	181249,00	47761,00	229010,00
1986	241108,00	58748,00	299856,00
1987	291594,00	73259,00	364853,00

**Fuente:** Sindicato Minero Pacococha S.A.

Para poder apreciar mejor el cuadro anterior, adjunto un gráfico comparativo.



**Figura Nº 3.3** - Grafico comparativo de cubicación con producción y su acumulado

**Fuente:** Sindicato Minero Pacococha S.A.

### **3.3.2. Consideraciones económicas**

Como se explicó anteriormente, este era el factor más importante, pues los demás se reducen a él. Hay que hacer notar que no debe confundirse con una “economía mal entendida”, como aquello de comprar materiales usados que ya no son eficientes, solo porque son más baratos que los nuevos.

Todas las operaciones de cualquier empresa estaban sujetas a este factor el cual manda la política a seguir. Se puede decir que el Sindicato Minero Pacococha S. A. había tomado estas consideraciones bien en alto debido a sus resultados los cuales son altamente eficientes, seguros y económicos.

### **3.3.3. Discusión del método empleado**

Teniendo en cuenta las condiciones geológicas presentes, se puede decir que el método “Corte y relleno” usado por la empresa en sus trabajos, es el más adecuado.

Debido a la bastante buena calidad de la roca encajonante existente, y con el objeto de tratar de bajar un poco los costos de producción.

Debe darse el caso, que en los lugares en los cuales la potencia de la veta no sobrepase 1,00 a 1,50 m, se podría probar el uso del método de “Reducción o Shrinkage” dejando pilares en las partes donde se

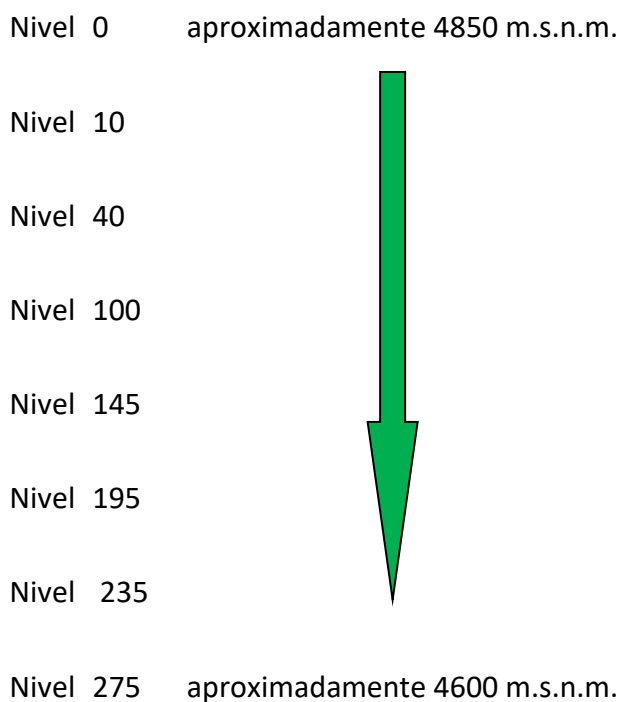
empobrece el mineral. Otra recomendación sería darle mayor longitud a los tajos.

### 3.4. LABOREO

#### 3.4.1. Veta principal

En lo referente a las vetas principales “Purísima” y “Santiago mayor”. Las otras vetas tienen menor importancia en lo que a producción se refiere, y están la mayoría en desarrollo, preparación o exploración.

La nomenclatura de las labores es bastante sencilla; existen los siguientes niveles (de arriba hacia abajo):



El nivel 0 es el nivel superior y el nivel 275 el inferior. La veta corre con un rumbo aproximado de Norte a Sur, que es el mismo rumbo aproximado de la quebrada, y por lo tanto ha sido necesario realizar labores de cortada en cada nivel, siendo las principales las de los niveles 40, 100, 145 y 275 (Hay que hacer notar que los niveles 195 y 235 no tienen salida a superficie). Para determinar la dirección se ha tomado la siguiente convención: Donde la cortada 145 corta la veta es el punto de coordenadas 00; esto da lugar a términos como 145 S y 145 N. El punto de coordenadas 00; conocido como punto "0" da lugar a sus correspondientes puntos en los demás niveles. Las chimeneas se denominan por sus distancias al punto "0" además de la dirección relativa que están con respecto a este mismo punto. Como ejemplo sería la chimenea Ch-251-S, que significa que es una chimenea que está a 251 m al Sur del punto de coordenadas 00. Los tajos se denominan según las chimeneas que lo limitan.

#### **3.4.1.1. Explosivos**

Los explosivos más usados por la empresa eran los del tipo "Semexa", de 45% y 65%, ambos de 1 1/8" y de 7/8".

#### **3.4.1.2. Trazos**

Se usaba el "Corte Quemado"; en el de tipo Pirámide se hacían 4 taladros para el Arranque, 2 para cada cuadrador, 3



para las alzas y 3 para los arrastres; además, y como lo mande el terreno, se usaban ayudas, principalmente para el arranque.

### 3.4.1.3. Equipos mineros

a) **Perforadoras:** La empresa contaba con 30 máquinas perforadoras, las cuales estaban distribuidas de la siguiente manera:

Nivel 10	Stoper	1 Atlas Copco
	Jack-Hamer	1 Denver S-58
Nivel 40	Stoper	1 Atlas Copco
	Jack-Hamer	1 Atlas Copco
		1 Denver S-58
		1 Joy LM47
Nivel 100	Stoper	1 Atlas Copco
		1 Holman
	Jack-Hamer	BA Atlas Copco
Nivel 145	Stoper	4 Atlas Copco

	Jack-Hamer	1 Atlas Copco
		2 Ingersoll Rand
Nivel 195	Stoper	1 Atlas Copco
		1 Holman
	Jack -Hamer	2 Atlas Copco
Nivel 275	Stoper	1 Atlas Copco
		1 Holman
	Jack-Hamer	1 Denver S-58
		1 Atlas Copco
B-J-II	Stoper	1 Atlas Copco
	Jack-Hamer	2 Atlas Copco
Ernesto II	Jack-Hamer	1 Atlas Copco

b) **Carros Mineros:** La empresa contaba con distintos tipos de carros mineros, según sea la labor que se les destine: estos son los siguientes:

Extracción General (nivel 275): Carros Denver U-35, de 35 pies cúbicos = 2 ton, de capacidad; son de volteo lateral.

Mina: Carros Denver U-18, de 17,5 pies cúbicos = 1 Ton. de capacidad.

Carros tipo cantera (en V) de 1 ton de capacidad de volteo lateral.

Carros tipo ferrostal: son de tolva cuadrada; con tornamesa y compuerta de 1 ton de capacidad.

Exploraciones: Carros tipo “cachuchas”

- c) **Locomotora:** La empresa contaba con una locomotora para la extracción del mineral, la cual operaba en el nivel 275. Tiene las siguientes características Marca General Electric; Modelo GOODMAN Peso 2 1/2 ton; Capacidad para 8 a 10 carros metaleros de 2 ton c/u. = 16 a 20 ton, de capacidad total permisible

### **3.4.2. Exploración y prospección**

La compañía estaba abocada en labores de exploración en distintas zonas; las principales son las siguientes:

#### **3.4.2.1. Zona de Chanape**

Estaba situado aproximadamente 7 Km de la zona de Pacococha, en las nacientes del río Lurín a 4300 metros sobre el nivel del mar. A fines de 1963 fue terminada la carretera construida por la empresa y que da acceso a las

minas. Con estas facilidades es que se ha instalado una compresora portátil con capacidad para dos máquinas perforadoras. Se están continuando unas labores antiguas de los denuncios “10 de Julio” y “San Antonio de Chanape”; además se piensa hacer una cortada 40 m más abajo que el nivel inferior de estas labores.

#### 3.4.2.2. Zona de la Huaquia

Recién se estaba comenzando a construir la carretera que da acceso a la zona para poder comenzar su exploración. Hasta el momento solo se han realizado labores de reconocimiento superficial, pero existen pequeños desarrollos antiguos los cuales han sido muestreados y cubicados dándonos alrededor de 10000 ton. Se presenta un cuadro general de los metros corridos por exploración en las distintas zonas, en las cuales están involucradas los realizados en las labores de exploración de la zona de Pacococha:

**Tabla N° 3.8** - Cuadro general de los metros corridos por exploración

CONCESIONES	GALERIAS	CHIMENEAS
San Lucas	104,40	31,64
Sin Complemento	42,80	6,40
B-J-8	0,90	0,00
Ernesto Segundo	123,40	11,25
10 de Julio	71,95	0,00

**Fuente:** Sindicato Minero Pacococha S.A.

### 3.4.3. Desarrollos

Como ya se mencionó, en la parte correspondiente a cubicación, la política que sigue la empresa, estaba dirigida a tratar de aumentar sus reservas para lo cual trata siempre de realizar la mayor cantidad de metros en desarrollo. Por desarrollo se entiende toda labor realizada con el objeto de dar acceso a un cuerpo mineralizado.

**Tabla Nº 3.9** - Cuadro general de los metros corridos por el concepto de desarrollos  
(1985)

CONCESIONES	GALERIAS	CHIMENEAS	LB. AUX	TOTALES
Purísima	596,45	307,25	655,09	1558,79
Victoria	176,45	0,00	52,55	228,55
B. J. II	97,10	50,60	116,90	264,60
TOTAL GENERAL	869,55	357,85	824,54	2051,94

**Fuente:** Sindicato Minero Pacococho S.A.

#### 3.4.4. Preparación

Por preparación se entiende a todas las operaciones que tenían por objeto “preparar” el mineral para su posterior extracción. Estas labores comprenden el enmaderamiento de las galerías (muy rara vez se dejan puentes ya que el mineral se presenta en forma de grandes bolsonadas con leyes altas) y la construcción de los chutes 6 tolvas o echaderos los que servirán a los tajos adyacentes. En la construcción de los cuadros y chutes se usan los diseños clásicos.

#### 3.4.5. Explotación

El trabajo realizado en las minas es bastante satisfactorio. Este se realizaba en dos turnos: Diurno de 7 a 15 horas, y Nocturno de 19:00 a 03:00 horas.

La explotación, tal como se sigue en Pacococha, se puede sub-dividir en las siguientes etapas:

- a) **Perforación:** Esta se realizaba durante toda la guardia.
- b) **Voladura:** Al terminar cada guardia, se cargaban los taladros y se disparan.
- c) **Extracción:** Todo el mineral fragmentado al final de cada guardia era extraído durante la sub-siguiente

**Tabla N° 3.10 – Cuadro estadístico de “Producción Mina” desde el año 1983 hasta el año 1987**

AÑO	TOTAL	PURISIMA		SANTIAGO		CORTADA		EXPLOR. Ton.
		Desar. Ton.	Explot. Ton.	Desar. Ton.	Explot. Ton.	Desar. Ton.	Explot. Ton.	
1987	73519,00	9429,00	59248,00	1000,00	224,00	551,00	3067,00	
1986	57427,00	8837,00	45920,00	815,00	1225,00	109,00	457,00	64,00
1985	48452,00	2566,00	39948,00	579,00	5135,00	0,00	0,00	224,00
1984	39458,00	1644,00	36816,00	656,00	190,00	0,00	0,00	153,00
1983	30311,00	3304,00	27007,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Fuente:** Sindicato Minero Pacococha S.A.

### 3.5. SERVICIOS AUXILIARES

Por servicios auxiliares, se entiende todos aquellos servicios que se prestan a la mina, directa o indirectamente, para su desenvolvimiento, Los principales - en el caso de Pacococha - son los siguientes:

#### 3.5.1. Aire Comprimido

Para el abastecimiento de aire comprimido la empresa contaba con 3 compresoras principales, que son las que estaban en la Casa Compresora a la entrada de la cortada 145 de la veta Purisima - que son las siguientes:

- 2 Garden Denver, mod. WBK de 450 pies<sup>3</sup> c/u.
- 1 Joy, modelo WN 102 de 500 pies<sup>3</sup>

La distribución del aire comprimido era realizada por medio de una red troncal de tuberías de 3" y 4" de diámetro, la cual baja a tuberías de 2" en las labores.

### **3.5.2. Ventilación**

La ventilación en todas las labores de la mina se podía considerar como buena, ya que tiene varios niveles que comunican a superficie, lo mismo que ciertas chimeneas; además hay que hacer notar que entre guardia y guardia, se sigue suministrando aire a las labores con el fin de ventilarlas lo mejor posible.

### **3.5.3. Transporte**

En el momento, el transporte estaba muy bien reglamentado, dando como resultado que los costos por este concepto sean bastante moderados.

#### **3.5.3.1. Transporte Subterráneo**

En las labores subterráneas se llevaba una gradiente uniforme de 0.5%. Los rieles usados son de buena calidad y son de 30 lb/yd. El mineral era llevado en carros mineros -los cuales son cargados a los shutes del principal del nivel. Todo el mineral fragmentado cae por gravedad a sus tolvas



respectivas, no necesitándose lampeo alguno. Los echaderos principales para cada nivel, son los siguientes:

Del nivel	10 al 40	700S
Del nivel	40 a1 100	365S
Del nivel	100 al 145	311S
Del nivel	145 a1 275	251S

### **3.5.3.2. Transporte Superficial**

Todo el mineral que se extraía, era transportado de la mina a la Planta Concentradora por medio de la locomotora de trolley, ya descrita anteriormente. Esta entra a la mira por el nivel principal de extracción, el 275, y carga mineral en el echadero principal. 251S. El mineral es depositado en la tolva de gruesos de la planta haciendo un recorrido total de 3 Km, por viaje (ida y vuelta).

### **3.5.4. Alumbrado**

Se deriva del mismo sistema de energía eléctrica que viene de San Mateo.

### **3.5.5. Desagüe**

En vista de la no existencia de piques u otra clase de labores que no tengan acceso a su parte inferior desde superficie, el desagüe de la mira es algo bien sencillo ya que teniendo las galerías con sus gradientes convenientes y manteniendo las cunetas limpias y bien acondicionadas no existe ningún problema.

Hay que tener presente, que en el caso de Pacococha este problema no tiene importancia ya que el volumen de agua no es excesivo; además esta es prácticamente neutra, y por lo tanto no ocasiona daño a los rieles, tuberías, etc.

## CONCLUSIONES

- Los ventiladores con que contaba la empresa eran suficientes ya que se trataba de una pequeña minería, además, se complementaba la ventilación con las chimeneas y el poco personal de trabajo
- Las palas cavo estaban bien dimensionados en cuanto a potencia y capacidad de cuchara
- Las horas paradas por fallas mecánicas y o eléctricas para los equipos de minería perjudicaban la optimización de los tiempos de producción corrigiéndose estas con un adecuado sistema de control
- Como los anchos de minado eran angostos era importante reducir los niveles de desviación de taladros que generen sobre roturas en las cajas de

la estructura mineralizada ocasionando problemas de dilución y estabilidad en las cajas

- El sostenimiento era con madera de eucalipto que por la escases de estas se acondicionaba de otras galerías que ya no se utilizaban.
- Para la crisis vivida en los años 80 el Ing. de Minas tenía que ser una mezcla de economista y administrador para tomar las decisiones técnico-económicas adecuadas al proyecto a emprender, por esos tiempos el día día era un reto para poder hacer frente a la reducción de la dilución que era uno de los grandes problemas.
- En plena crisis minera teníamos como concepto fundamental reducir los costos de explotación e incrementar nuestra recuperación, por la que se inició los llamados tajos pilotos denominados así porque se delimitaba la potencia de la veta y los trazos a realizar, dando como resultados incremento de ley en el mineral extraído.

## RECOMENDACIONES

- Se debe tener cuidado en el paralelismo de los taladros de avance usando plataformas de perforación adecuados.
- Se debe implementar mejoras en equipos para el levantamiento de tajeos de taladros largos para el mejor control de la dilución en estos tajos.
- Los levantamientos de labores que servirán de base de perforación deben ser al detalle, para tomar en cuenta las imperfecciones que afectan el posicionamiento del taladro

## BIBLIOGRAFIA

1. **CUMMINS**, A. B. SME Mining Engineering Handbook. Edit. Advisory Board.  
New York 1973
2. **DIAZ**, J. Análisis económico para optimizar métodos de explotación  
subterránea 1993
3. **DIAZ**, H. S., Mapa Geológico del cuadrángulo de Matucana INGEMMET –  
1979
4. **FAMESA**. Manual de explosivos 1987
5. **HELLMUT**, F. C, Tratado de laboreo de minas T. I y T. II. 1965
6. **LOPEZ**, J. C., Manual de Evaluación y diseño de explotaciones mineras. 1997
7. **PERSSON**, H. L. Explosive and Blasting Procedure Manual US Department of  
interior, Bureau of Mines USA – 1982

8. **SAMAME**, B. M. Perú país minero. 1979
9. **THOMAS**, L.J. An introduction to mining. Methunen, Australia. 1979
10. **UNESCO**, Atlas of mining methods. 1977

## EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS Y COSTO DE LA MINERÍA

1979-1982

PRECIO DE LOS METALES				
AÑOS	COBRE	PLOMO	ZINC	PLATA
	¢ US\$ x Lib.	¢ US\$ x Lib.	¢ US\$ x Lib.	US\$ x Onz.
1979	90.1	54.6	35.8	11.1
1980	99.3	41.3	36.1	20.6
1981	70.0	33.3	41.3	10.5
1982	65.6	24.7	37.8	7.9