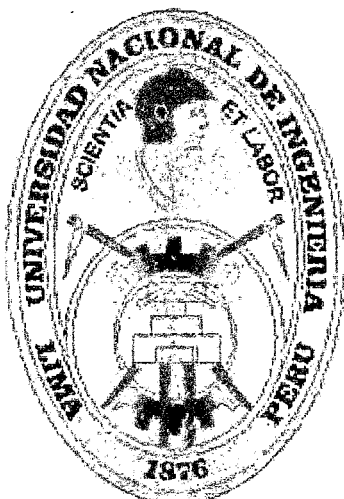


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROPUESTA DE MEJORA PRODUCTIVA EN LA COLOCACION DE  
SOSTENIMIENTO DE OBRAS SUBTERRÁNEAS: MINA CHIPMO-  
ORCOPAMPA-AREQUIPA**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de**

**INGENIERO CIVIL**

**ALFREDO VILA COMÚN**

**Lima-Perú**

**2010**

**Digitalizado por:**

**Consortio Digital del  
Conocimiento MebLatam,  
Hemisferio y Dalse**



**DEDICATORIA**

*A Dios por haberme dado  
fortaleza y salud para cumplir  
mis objetivos.*

*A mi familia por todo el cariño y  
apoyo incondicional que siempre  
me han demostrado.*

*A todas aquellas personas que  
colaboraron, mediante sus  
valiosas opiniones, en el  
desarrollo de este proyecto.*





## GLOSARIO DE TÉRMINOS EN INGLES

### MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN MINERA

Romm and Pilar	Minado por Pilares y Caserones
Longhole and Sublevel Open Stopping	Minado por subniveles
Bench and Fill Stopping	Minado por terrazas y relleno
Cut and Fill Stopping	Minado por corte y relleno
Shrinkage Stopping	Minado por contracción
Vertical Crater Retreat	Minado por retiro de craters verticales
Sublevel Caving	Excavación por subniveles
Block Caving	Excavación por bloques

### DINÁMICA GRUPAL

Focus Group	Grupo de Enfoque
-------------	------------------

### MATERIALES DE SOSTENIMIENTO

Split Set	Pernos de Fricción
Shotcrete	Concreto Proyectado





## INDICE

<b>RESUMEN</b>	(i)
<b>LISTA DE TABLAS</b>	(ii)
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	(iii)
<b>LISTA DE FOTOGRAFÍAS</b>	(iv)
<b>LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS</b>	(v)
<b>INTRODUCCIÓN</b>	(vi)
<b>CAPÍTULO I. MINERIA SUBTERRANEA</b>	1
1.1. MINERIA DE EXPLOTACIÓN SUBTERRANEA	2
1.2. COMPONENTES DE UNA MINA SUBTERRANEA	2
1.3. MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN SUBTERRANEA	4
1.3.1. SOPORTADO POR PILARES	5
1.3.1.1. Caserones y Pilares	5
1.3.1.2. Longhole and Sublevel Open Stopping	5
1.3.2. ARTIFICIALMENTE SOPORTADO POR RELLENO	6
1.3.2.1. Bench and Fill Stopping	6
1.3.2.2. Cut and Fill Stopping	6
1.3.2.3. Shrinkage Stopping	8
1.3.2.4. Vertical Crater Retreat con Relleno	8
1.3.3. SIN SOPORTE O DE HUNDIMIENTO	9
1.3.3.1. Sublevel Caving	9





1.3.3.2. Block Caving	10
1.4. MÉTODOS DE SOSTENIMIENTO	11
1.4.1. FIERRO HELICOIDAL CEMENTADO O CON RESINA	11
1.4.2. PERNOS DE FRICCIÓN	13
1.4.3. MALLA METÁLICA	14
1.4.4. CONCRETO LANZADO	15
1.4.5. CIMBRAS METÁLICAS	16
1.4.6. CUADROS	17
<b>CAPÍTULO II. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO</b>	
<b>“PROFUNDIZACION MINA ORCOPAMPA III”</b>	18
2.1. UBICACIÓN	19
2.2. ALCANCES	20
2.3. CARACTERÍSTICAS DEL CICLO DE TRABAJO	21
2.3.1. CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	21
2.3.2. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO	25
2.3.2.1. Perforación con jumbo	25
2.3.2.2. Carga y voladura	26
2.3.2.3. Ventilación	27
2.3.2.4. Limpieza y eliminación de desmonte	28
2.3.2.5. Sostenimiento	29
2.4. PRESUPUESTO Y ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS	30





2.5.	ORGANIGRAMA	31
<b>CAPÍTULO III. MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN OBRAS CIVILES</b>		<b>33</b>
3.1.	PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN	34
3.2.	HERRAMIENTAS PARA EL CONTROL DE PROCESOS	35
3.2.1.	DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO	35
3.2.2.	DIAGRAMAS DE CONTROL	36
3.2.3.	DIAGRAMAS DE FLUJO	36
3.2.4.	HISTOGRAMA	37
3.2.5.	DIAGRAMA DE PARETO	37
3.3.	GRUPO DE ENFOQUE COMO HERRAMIENTA DE PRODUCTIVIDAD	38
3.3.1.	ANTECEDENTES	39
3.3.2.	METODOLOGÍA	42
3.3.3.	VENTAJAS DEL MÉTODO	44
3.3.4.	DESVENTAJAS DEL MÉTODO	44
3.4.	MÉTODOLOGIAS PARA EVALUAR Y CONTROLAR LA PRODUCTIVIDAD	45
3.4.1.	MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD	47
3.4.1.1.	Estudio del trabajo	48
3.4.1.1.1.	<i>Estudio de métodos</i>	48
3.4.1.1.2.	<i>Estudio del tiempo</i>	49
3.4.1.2.	Muestreo de actividades	51





3.4.2. MÉTODOS PARA EL CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD	53
3.4.2.1. Modelo de factores	53
<b>CAPÍTULO IV. IMPORTANCIA DEL RECURSO HUMANO EN LA CONSTRUCCIÓN</b>	<b>56</b>
4.1. ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO HUMANO	57
4.2. MOTIVACIÓN Y PRODUCTIVIDAD	58
4.3. SISTEMA DE INCENTIVOS	60
4.4. LIMITACIONES FISIOLÓGICAS	62
4.4.1. LIMITACIONES DE ENERGÍA	62
4.4.2. FATIGA FÍSICA	63
4.4.3. FATIGA MENTAL Y ABURRIMIENTO	63
4.5. CONDICIONES AMBIENTALES EN EL TRABAJO	63
4.5.1. EL POLVO	63
4.5.2. EL CALOR	64
4.5.3. EL RUIDO	64
4.6. COMUNICACIÓN ENTRE TRABAJADORES	65
4.6.1. LA COMUNICACIÓN	65
4.6.2. EFECTO DE LA COMUNICACIÓN EN LA CONSTRUCCION	67
<b>CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROYECTO “PROFUNDIZACIÓN MINA ORCOPAMPA III”</b>	<b>69</b>
5.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO	70
5.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	70





5.3.	METODOLOGIA DE ESTUDIO	71
5.4.	MAPA DE PROCESOS	72
5.5.	APLICACIÓN DEL “GRUPO DE ENFOQUE”	72
5.5.1.	OBJETIVO	73
5.5.2.	PARTICIPANTES	73
5.5.3.	PREGUNTAS	74
5.5.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	74
5.5.4.1.	Recursos usados en el proyecto	74
5.5.4.2.	Ciclo de trabajo en el proyecto	79
5.5.4.3.	Turnos de trabajo	79
5.5.4.4.	Sostenimiento en excavaciones subterráneas	80
5.5.4.5.	Aspectos adicionales	80
5.5.5.	CONCLUSIONES	81
5.6.	CONTROL DE PRODUCTIVIDAD	82
5.6.1.	HERRAMIENTA IP	83
5.6.2.	DESVIACION DE COSTOS	86
5.6.3.	PORCENTAJE DE AVANCE CUMPLIDO	90
5.7.	EVALUACION DE PRODUCTIVIDAD	93
5.7.1.	NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD	93
5.7.2.	ANÁLISIS DEL CICLO DE ACTIVIDADES	98
5.7.3.	CARTA DE FLUJO DE PROCESOS	100





<b>CAPÍTULO VI. EVALUACIÓN DE MEJORAS PRODUCTIVAS</b>	<b>105</b>
6.1. IDENTIFICACION DE OPORTUNIDADES DE MEJORA	106
6.2. EVALUACIÓN DE LAS ACCIONES DE MEJORA	107
6.2.1. IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA HIDRÁULICA PARA SOSTENIMIENTO	107
6.2.1.1. Problema a solucionar	107
6.2.1.2. Características de la implementación de mejora	108
6.2.1.3. Análisis de costo y tiempo	109
6.2.1.4. Horas mínimas de uso de equipos	112
6.2.2. RENOVACION DE PERFORADORAS MANUALES	113
6.2.2.1. Problema a solucionar	113
6.2.2.2. Características de la implementación de mejora	114
6.2.3. IMPLEMENTACION DE BASTIDORES PARA LA COLOCACION DE MALLAS ELECTROSOLDADAS	115
6.2.3.1. Problema a solucionar	115
6.2.3.2. Características de la implementación de mejora	117
6.2.3.3. Análisis de costo y tiempo	118
6.3. MINERIA MECANIZADA	119
6.3.1. DESATADO DE ROCAS	119
6.3.2. PERFORACIÓN DE PERNOS	120
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>123</b>





<b>RECOMENDACIONES</b>	127
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	128
<b>ANEXOS</b>	





## PROPUESTA DE MEJORA PRODUCTIVA EN LA COLOCACION DE SOSTENIMIENTO: MINA CHIPMO-ORCOPAMPA-AREQUIPA

El desarrollo del presente trabajo corresponde a la elaboración de una propuesta de mejora productiva en la colocación de sostenimiento en las labores de excavación subterránea, de la Unidad Minera Orcopampa de la Compañía de Minas Buenaventura S.A., bajo la aplicación de herramientas de estudio del tiempo y medición del trabajo, además de presentar la alternativa de aplicación del Focus Group.

Ubicada en el distrito de Orcompampa, provincia de Castilla y departamento de Arequipa, a una altitud promedio de 3800 msnm, la Unidad Minera de Orcopampa, agrupa a varias minas, entre ellas la mina Chipmo.

La empresa constructora GyM S.A. desarrolla en la mina Chipmo el proyecto "Profundización Mina Orcopampa III", desde junio del año 2007, la cual consiste en el desarrollo de excavaciones subterráneas tales como: rampas, cruceros, galerías, ventanas, by passes, chimeneas, etc.

Teniendo como ciclo típico de trabajo a las actividades de: Carga, voladura, ventilación, limpieza, sostenimiento y perforación. El presente estudio enfoca el análisis en la actividad de sostenimiento debido a que la concentración de factores perjudiciales para la productividad se da en esta actividad.

Dentro de las muchas metodologías de estudio de productividad existentes en la literatura, en el presente trabajo se adoptó la metodología presentada en el Manual de Gestión de Proyectos de GyM S.A., la cual se puede resumir en tres etapas: Reconocimiento en campo, Análisis a Detalle, Propuesta de Mejora.

Teniendo en cuenta que en todo proyecto intervienen recursos tales como: mano de obra, materiales, metodología, maquinaria y ambiente de trabajo. La aplicación del focus group, permitió identificar que la metodología es el recurso más problemático para la productividad.

Considerando dentro de la metodología de trabajo a elementos como: comunicación, entrega de reportes de campo, cuidados de la salud en el trabajo, distribuciones en planta, mantenimiento preventivo de equipos, movilizaciones



en el interior de la zona de trabajo, entre otros. Se tuvo como resultado, que la comunicación es el elemento más problemático.

Factores adicionales identificados y que afectan la productividad en el proyecto fueron el trabajo a doble turno y la motivación de los trabajadores.

Dada la marcada diferencia entre los costos de excavación y los de sostenimiento, los índices de productividad (IP), utilizados como factores de control se encuentran orientados únicamente a los procesos de excavación. Obviando de este modo un control sobre el adecuado uso de materiales de sostenimiento, la correcta instalación de éstos o los retrabajos causados por una mala colocación de sostenimiento. Actividades que no pueden ser apreciados, pero que en algunos casos pueden retrasar el avance de los frentes de trabajo.

El ciclo típico de actividades contemplan dos turnos de 11 horas cada uno, dentro de las cuales existen perdidas de horas hombre debidas a un doble trabajo del scooptram, debido a los procedimientos de trabajo que contemplan un ingreso doble, de dicho equipo, al frente de trabajo. La reducción inmediata de estas actividades innecesarias constituye una reducción de 23 minutos.

Con la utilización de una carta del flujo de procesos se pudo identificar que dentro de las 3.50 horas de actividad de sostenimiento, la colocación de mallas y fierros representan tan solo el 44.50% del tiempo, quedando el otro 55.50% en procesos de demoras, esperas innecesarias o transportes excesivos.

El cálculo de los Niveles Generales de Actividad en el frente típico, permitió obtener valores de 32% para el trabajo productivo (TP), 45% para el trabajo contributorio (TC), y 23% para el trabajo no contributorio (TNC).

Dentro de las propuestas de mejora contempladas a partir de análisis y evaluación de la productividad, en el presente trabajo se ha precisado que existen acciones correctivas de implementación inmediata y acciones de mejora que requieren de una justificación técnica económico para su implementación.

En primer lugar se propone el uso de plataformas hidráulicas como solución a los problemas causados por la plataforma de desmonte actualmente utilizada.



Como segunda alternativa de mejora se vio que, la utilización de bastidores de altura regulable evitará la aglomeración de trabajadores para sostener la malla y facilitará el trabajo del operador para maniobrar el equipo de perforación manual.

Además se determinó que es necesaria la renovación de máquinas perforadoras manuales, pues las actuales no cubren la demanda de la cantidad de frentes de trabajo y adicionalmente, algunas ya cumplieron su vida útil.



## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1. <i>Recomendaciones de Sostenimiento Según Bienawisky</i>	22
Tabla 2.2. <i>Sostenimiento Aplicado en el proyecto "Profundización Mina Orcopampa III"</i>	22
Tabla 3.1. <i>Proyectos Estudiados por Dai, Goodrum, Maloney y Sayers (2005)</i>	40
Tabla 4.1. <i>Aspectos de importancia para los trabajadores. Serpell [1993]</i>	60
Tabla 4.2. <i>Impacto de los Niveles de Organización. Thomas [1998]</i>	67
Tabla 5.1. <i>Características del trabajo en Turno Día y Noche</i>	79
Tabla 5.2. <i>Índice de Productividad 2009</i>	85
Tabla 6.1. <i>Tabla Comparativa de Costos de Plataforma Hidráulica.</i>	111
Tabla 6.2. <i>Costo de Movilización Excesiva de Scooptrams.</i>	111



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Esquema de una Mina Subterránea. Dr. Castro, Raul. Ingeniería de Minas, Universidad de Chile.	2
Figura 1.2. Richard E. Gertsch and Richard L. Bullock (Edit). Techniques in Underground Mining	3
Figura 1.3. Dr. Castro, Raul. Ingenieria de Minas, Universidad de Chile.	4
Figura 1.4. Método de Cajas y Pilares. Fuente: Atlas Copco	5
Figura 1.5. Método Longhole and Sublevel Open Stopping. Atlas Copco	6
Figura 1.6. Método Bench and Fill Stopping Atlas Copco	6
Figura 1.7 Método de Corte y Relleno- Atlas Copco	7
Figura 1.8. Método de Shrinkage Stopping. Atlas Copco	8
Figura 1.9. Método Vertical Crater Retreat con Relleno. Atlas Copco.	9
Figura 1.10. Sublevel Caving. Atlas Copco.	10
Figura 1.11. Block Caving. Atlas Copco.	11
Figura 1.12. Sostenimiento con Fierros Helicoidales	12
Figura 1.13. Sostenimiento con Pernos de Fricción	13
Figura 1.14. Sostenimiento con Mallas	14
Figura 1.15. Sostenimiento con Cimbras Metálicas	16
Figura 2.1. Ingreso Principal de labores de GyM-Rampa Mario (Superior). Oficinas y taller GyM (Inferior)	19
Figura 2.2. Ubicación del Proyecto Profundización Mina Orcopampa III	20
Figura 2.3. Vista Transversal del Proyecto "Profundización Mina Orcopampa III"	21



Figura 2.4. Avance Histórico Según Tipo de Roca. Control de Oficina Técnica	23
Figura 2.5. Clasificación Global de Roca en el proyecto	23
Figura 2.6. Excavación Histórica Según Tipo de Labor	24
Figura 2.7. Diagrama de Pareto de Sostenimiento.	24
Figura 3.1. Factores que afectan la Productividad. Dai, Goodrum, Maloney y Sayers (2005)	40
Figura 3.2. Distribución de problemas identificados. Dai, Goodrum, Maloney y Sayers (2005)	41
Figura 3.3. Análisis de Información con Focus Group. Dai, Goodrum, Maloney y Sayers (2005)	41
Figura 3.4. Adaptado del "Modelo de Flujos", Virgilio Ghio, "Productividad en la Construcción". 2001	46
Figura 3.5. Adaptado de: "Productividad en la Construcción". Universidad de las Américas, Puebla; "Elaboración de una Guía Práctica para el Uso Conjunto de Análisis y Simulación de Operaciones de Construcción". Fuster A, Sebastian. Santiago de Chile, 2004; "Determinación de los factores que afectan la productividad de la mano de obra de la Construcción". Arcudia A., Carlos E. Mexico, 2004.	47
Figura 3.6. Modelo de Factores. Thomas, 1990	54
Figura 4.1. Analogía de un estanque de agua con el almacenamiento de energía en el cuerpo humano y su capacidad de reaprovisionamiento (adaptado de Oglesby 1989)	62
Figura 4.2. Proceso de la Comunicación. Thomas [1998]	67
Figura 5.1. Variabilidad y Complejidad. "Gestión de Procesos", Carlos Mendoza. Centro Corporativo de Aprendizaje de Graña y Montero.	72





Figura 5.2. Mapa de Procesos	72-A
Figura 5.3. Diagrama Ishikawa	72-B
Figura 5.4. Incidencia de recursos en obra	75
Figura 5.5. Diagrama Pareto de la Metodología de Trabajo en Obra	75
Figura 5.6. Flujo de Comunicación en Obra	81
Figura 5.7. Modelo de Control por Procesos y por Flujo de Procesos. Dr. Virgilio Ghio, 2001. Productividad en la Construcción	83
Figura 5.8. Control IP-2008. Fuente Propia	84
Figura 5.9. Índice de Productividad Mensual 2009. Fuente Propia	86
Figura 5.10. Índice de Costos. PMO3	87
Figura 5.11. Variabilidad de Costos Adicionales. Oficina Técnica	87
Figura 5.12. Distribución de Costos de Excavación y Sostenimiento	88
Figura 5.13. Materiales de Sostenimiento	88-A
Figura 5.14. Diagrama de Pareto del Sostenimiento. Fuente propia	89
Figura 5.15. Avances Acumulados Historicos Ejecutados vs. Programados	91
Figura 5.16. Relación entre Avance-Costo de Sostenimiento-Tipo de Roca	93
Figura 5.17. Nivel General de Actividad de Sostenimiento	95
Figura 5.18. Nivel General de Actividad Historico.	95
Figura 5.19. Nivel General de Actividad Historico Acumulado.	96
Figura 5.20. Descomposicion de Tiempo Contributorio	96



Figura 5.21. Descomposición de Tiempo No Contributorio.	98
Figura 5.22. Análisis de Ciclo de Actividades	99
Figura 5.23. Simbología ASME. Apuntes de Clase. Ing. Walter Rodríguez. UNI-FIC	101
Figura 5.24. Analisis de Flujo de Procesos	102
Figura 5.25. Ciclo de Actividades para colocar 1 malla electrosoldada.	103
Figura 6.1. Oportunidades de mejora en la actividad de sostenimiento.	106
Figura 6.2. Metodología de trabajo con bancos de desmote.	107
Figura 6.3. Plataformas hidráulicas de altura regulables.	108
Figura 6.4. Horas Maquina de Scooptram según turno y labor.	109
Figura 6.5. Horas Maquina por Scooptram.	109
Figura. 6.6. Distribución de Equipos en frentes de trabajo.	110
Figura 6.7. Análisis del Ciclo de Actividad de Colocación de Mallas	113
Figura 6.8. Incidencia de Tiempos en Colocación de Mallas	114
Figura 6.9. Características de perforadoras manuales	115
Figura 6.10. Implementación de Bastidores	118
Figura 6.11. Desatado de rocas con barretillas. Fuente Propia	119
Figura 6.12. Scaletec MC. Atlas Copco	120
Figura 6.13. Boltec MC. Atlas Copco	121





## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Foto 1.1. Crucero 942 Sostenido con Mallas y Pernos Helicoidales. PMO3	12
Foto 1.2. Ventana 942-12W Sostenida con Mallas y Split Sets. PMO3	12
Foto 1.3. Aplicación de Shotcrete Via Seca. Crucero 927 N. PMO3	15
Foto 1.4. Crucero 927 N sostenida con Cimbras. PMO3	17
Foto 2.1. Actividad de Perforación de frente con equipo manual	26
Foto 2.2. Actividad de Perforación de frente con equipo manual	27
Foto 2.3. Ventilación de labores mineras	28
Foto 2.4. Eliminación de desmonte	28
Foto 2.5. Labor sostenida con mallas y Split sets	29
Foto 4.1. Polvo de cemento durante la aplicación de shotcrete. PMO3	64
Foto 5.1. Dinámica grupal "Focus Group" en PMO3.	73
Foto 5.2. Acción de Vigilar en el frente de trabajo	97
Foto 5.3. Acción de Ayuda a perforación	97
Foto 6.1. Perforación de barrenos	116
Foto 6.2. Colocación de mallas	117
Foto 6.3. Pie Derecho de Perforadoras	118



## LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

H	Altura del frente de trabajo
IP	Índice de Productividad
M.S.N.M	Metros sobre el nivel del mar
M2	Metros cuadrados
M3	Metros cúbicos
NGA	Nivel General de Actividad
PMO3	Profundización Mina Orcopampa III
RMR	Rock Mass Rating
RQD	Rock Quality Designation
TC	Tiempo Contributorio
TM	Tonelada Métrica
TNC	Tiempo No Contributorio
TP	Tiempo Productivo
W	Ancho del frente de trabajo





## INTRODUCCIÓN

La baja productividad de la construcción no es un tema nuevo. Se han realizado numerosos estudios desde distintos puntos de vista, tanto en el extranjero como en nuestro país. Los cálculos y controles de los niveles productivos del Perú, realizados básicamente en edificaciones, muestran que tales niveles productivos se encuentran debajo de los estándares internacionales.

Por otro lado, en el campo de la infraestructura de obras civiles, tales como túneles, represas, carreteras, puertos, etc. Se tienen algunas diferencias con las edificaciones, pues las primeras son en magnitud más compleja y variabilidad. Por lo cual las herramientas de mejora productiva, van enfocadas en controlar estos factores.

Las excavaciones subterráneas mineras han sido poco estudiadas desde el lado de la productividad de las excavaciones y colocación de materiales de sostenimiento. Concentrando el estudio del lado de la producción minera y la geomecánica de la estructura rocosa.

El presente estudio tiene por objetivo proponer alternativas de mejora en la colocación de sostenimiento de las obras subterráneas del proyecto "Profundización Mina Orcopampa III", el cual se desarrolla en el distrito de Orcopampa, provincia de Castilla y departamento de Arequipa.

El contenido del presente trabajo incluye la importancia de la minería en nuestro país, la descripción del proyecto estudiado, una metodología de estudio de productividad incluida en el Manual de Gestión de Proyectos de la empresa GyM S.A., y el análisis de factibilidad de implementación de acciones de mejora.

Dicho contenido se encuentra dividido en 6 capítulos, las cuales se resumen del siguiente modo:

El Capítulo I, contiene una breve descripción de la tecnología de explotación en minería subterránea, haciendo énfasis en el tipo de explotación subterránea utilizado en el proyecto estudiado. Así también, se describe los métodos de sostenimiento utilizados para sostener las componentes de la mina.





El Capítulo II, describe las principales características del proyecto “Profundización Mina Orcopampa III”, con datos de ubicación, altitud, alcances contemplados al inicio de las operaciones, la secuencia típica de los ciclos de trabajo, la forma de organización y los sistemas de control utilizados.

En el Capítulo III, se contemplan las herramientas de la mejora productiva utilizadas en obras civiles, las cuales poseen como objetivo común, la identificación de factores que afectan de forma negativa la productividad del trabajo. Se incluye además la utilización de una herramienta, focus group, la cual no es muy difundida en la construcción y que posibilita conocer problemas de productividad no detectadas con estudios de tiempo o mediciones de trabajo.

En el Capítulo IV, se presenta la importancia de la organización y comunicación dentro de las obras civiles y de la construcción en general, la cual puede ser la causa de problemas de productividad en el trabajo.

En el Capítulo V, se describe el análisis de la productividad del proyecto estudiado. Este capítulo contiene la aplicación práctica de las herramientas y conceptos vistos en los dos capítulos previos.

En el Capítulo VI, se mencionan la propuesta de mejoras productivas que tienen por objetivo la colocación de forma más sencilla y más eficiente del sostenimiento, de las labores desarrolladas en el proyecto.

Si bien el presente trabaja, enfoca en análisis de estudio en un tipo de sostenimiento en particular, la metodología y secuencia de investigación presentada, es adecuada para cualquier estudio de productividad.





CAPÍTULO I<sup>1</sup>

# CARACTERÍSTICAS DE OBRAS SUBTERRANEAS MINERAS

---

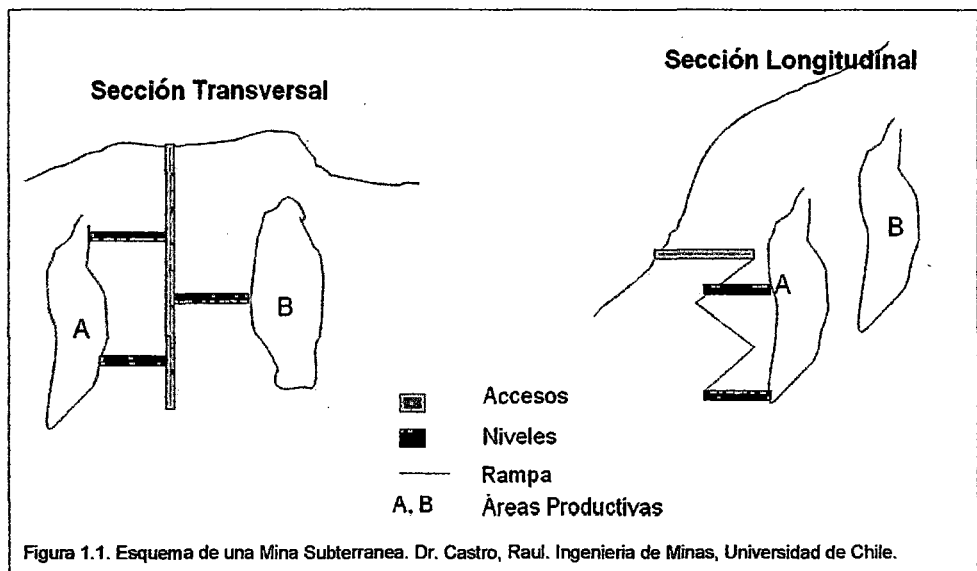
<sup>1</sup> La fotografía corresponde a la perforación del frente de trabajo con un equipo Jumbo de Atlas Copco, Modelo Rocket Boomer L2 D



## 1.1. MINERÍA DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA

La minería subterránea es usada para yacimientos de mediana y alta ley, además de ser más selectivo que el método a tajo abierto. El diseño de éste tipo de minería debe tener en cuenta los aspectos de:

- Geometría en la mina subterránea.
- Estabilidad y soporte.
- Ubicación de los accesos.
- Logística para el transporte y movimiento de mineral subterráneo.

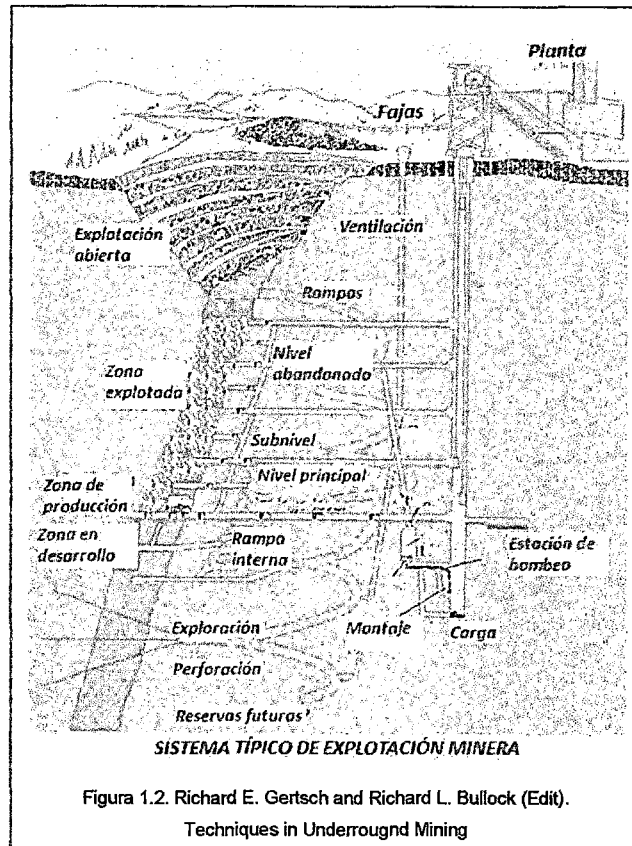


## 1.2. COMPONENTES DE UNA MINA SUBTERRÁNEA

Toda mina subterránea está compuesta por distintos componentes de acceso, exploración y explotación, las cuales son necesarias para extraer el recurso minero, asegurar adecuadas condiciones de trabajo, como ventilación e iluminación, y preservar la seguridad de todo el personal que labora en el interior. La figura 1.2 muestra el sistema típico de explotación minera propuesta por Gertsch [1998].

Se describe a continuación las componentes principales en obras subterráneas mineras:





- **Rampas:** Tienen como objetivo dar acceso a nuevos niveles de explotación.
- **Cruceros:** sirven de conexión entre galerías de explotación de un mismo nivel.
- **Galerías:** sirven para explotar el mineral y tienen la misma orientación de la veta a explotar.
- **By Pass:** son excavaciones paralelas a las galerías, sirven de apoyo a estas, para el correcto desplazamiento de equipos y personal que está excavando la galería.
- **Ventanas:** son excavaciones cortas que tienen varias funciones: sirven para conectar galerías y By Pass, sirven como zonas de exploración y también sirven como zona de acarreo temporal del material eliminado en las excavaciones.
- **Chimeneas:** son excavaciones verticales que tienen como objetivo ventilar los distintos niveles de explotación.

- **Piques:** son excavaciones verticales que cumplen doble función: servir como vía de transporte del mineral explotado y servir como vía de acarreo para la eliminación de material.
- **Sumideros:** son excavaciones cortas donde se almacena agua subterránea para su posterior eliminación por bombeo

### 1.3. MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN SUBTERRANEA<sup>2</sup>

Tomado como referencia el cuadro de selección del método de explotación minera propuesto por Hartman[1987], el profesor Dr. Raul Castro de la Universidad de Chile, resumen los métodos de explotación subterránea en tres grandes grupos, tal como se aprecia en la Figura 1.3. (Cuadro original, Anexo 1.1)

El primer grupo corresponde a las excavaciones Soportadas por pilares, utilizadas en macizos rocosos competentes<sup>3</sup>, el segundo grupo abarca a las excavaciones soportadas artificialmente, adecuadas en rocas moderadamente duras a débiles o incompetentes. Finalmente el tercer grupo pertenecen a las excavaciones subterráneas sin soporte o de hundimiento, en la cual la extracción del mineral y el relleno por material superpuesto se desarrolla de forma simultanea

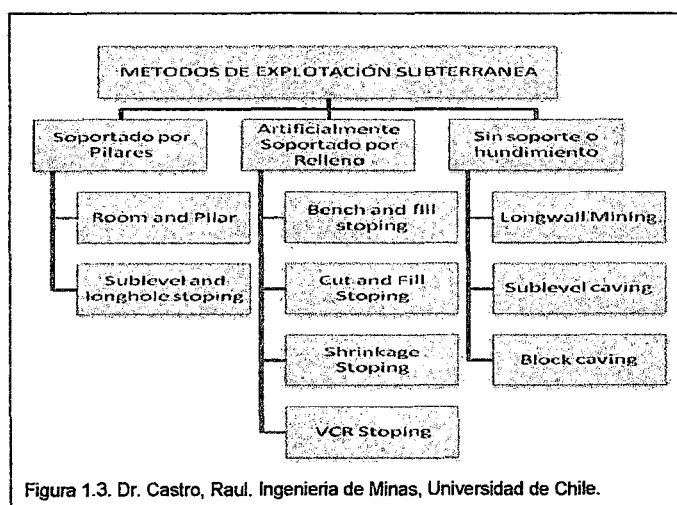


Figura 1.3. Dr. Castro, Raul. Ingeniería de Minas, Universidad de Chile.

<sup>2</sup> "Curso Diseño de Minas Subterráneas". Dr. Castro, Raúl. Universidad de Chile

<sup>3</sup> Hartman. "SME Mining Engineering Handbook, 1992.

"En voladura, las rocas se dividen en dos grupos: Competentes e Incompetentes, siendo las primeras rocas duras y macizas. Peña Castro, Manuel. "Control de Sobre-rompimiento en Excavaciones Subterráneas Mediante Técnicas de Voladura". Lima, 2009."

### 1.3.1. SOPORTADO POR PILARES

#### 1.3.1.1. Caserones y Pilares (Room and Pilar)

Es un método usado para cuerpos mineralizados mantiformes y de baja potencia. La calidad de la roca de la caja y mineral deben ser competentes (2B<sup>4</sup>).

Se dejan pilares para mantener el techo y las paredes estables, los cuerpos mineralizados con potencias mayores a 10m y menores a 30m se explotan por subniveles desde el techo al piso.

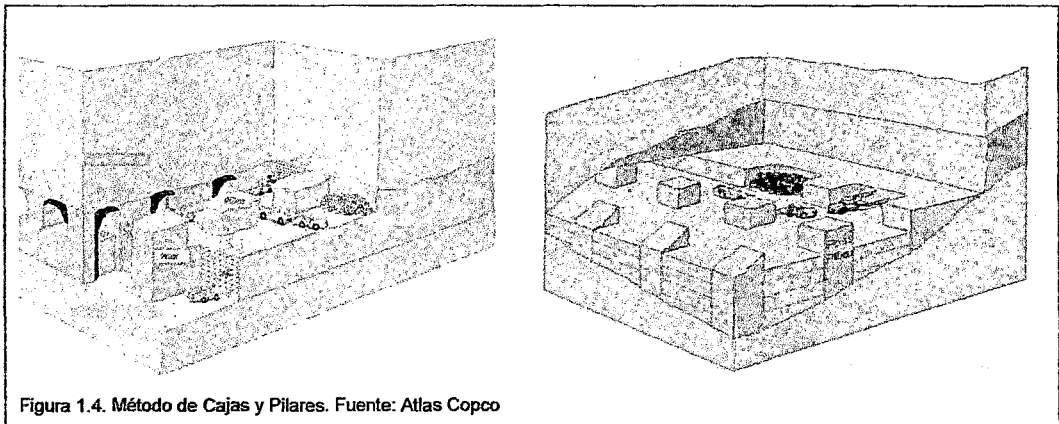


Figura 1.4. Método de Cajas y Pilares. Fuente: Atlas Copco

#### 1.3.1.2. Longhole and Sublevel Open Stopping

El sublevel stopping es un método en el cual se excava el mineral por tajadas verticales dejando el caserón vacío, por lo general de grandes dimensiones, particularmente en el sentido vertical.

El mineral arrancado se recolecta en embudos o zanjas emplazadas en la base del caserón, desde donde se extrae según diferentes modalidades.

La expresión "sublevel" hace referencia a las galerías o subniveles a partir de los cuales se realiza la operación de arranque del mineral.

<sup>4</sup> La clasificación "2B" a la cual hace mención la referencia, no existe. Por lo cual se intuye, es una adaptación de la clasificación de las Normas Alemanas B-2203. Ver detalles en Anexos

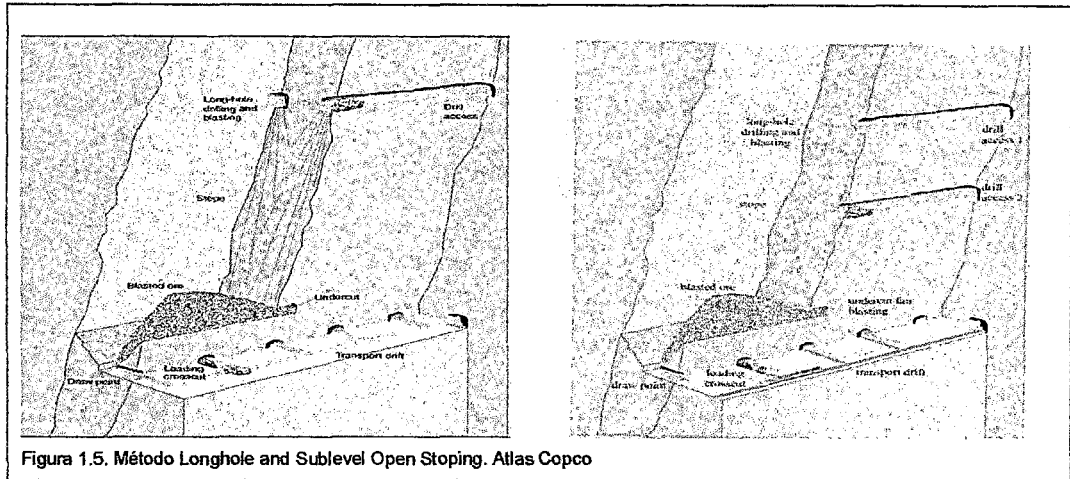


Figura 1.5. Método Longhole and Sublevel Open Stopping. Atlas Copco

### 1.3.2. ARTIFICIALMENTE SOPORTADOS POR RELLENO

#### 1.3.2.1. Bench and Fill Stopping

Alternativo al VCR, utilizado en cuerpos de menor competencia y mayor continuidad en la veta.

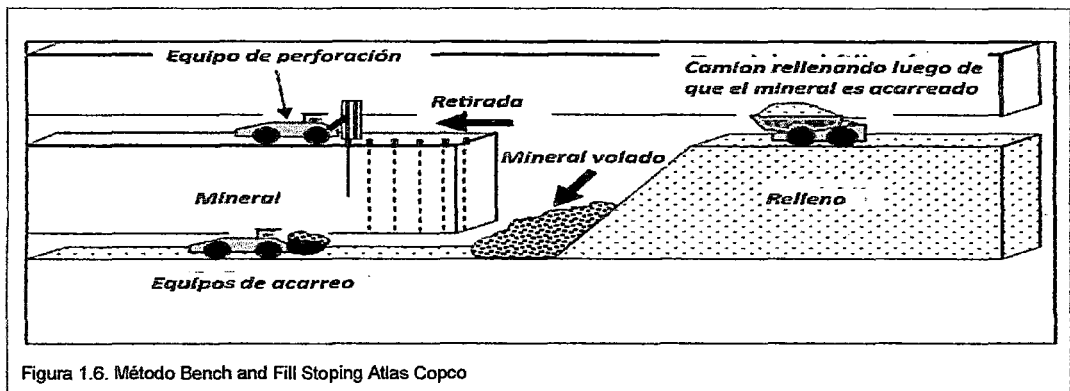


Figura 1.6. Método Bench and Fill Stopping Atlas Copco

#### 1.3.2.2. Corte y Relleno (Cut and Fill Stopping)

Método adecuado para cuerpos mineralizados con orientación vertical y potencias de 3 a 10m. La roca puede ser de baja competencia (4A) y la roca mineral de baja a media (3B<sup>5</sup>).

Se realiza por subniveles de manera ascendente, las zonas de explotación se pueden separar por muros y losas, para aumentar la estabilidad del sistema minero.

<sup>5</sup> Idem



Los rellenos pueden ser: material estéril, relleno hidráulico de relave, ambos con cemento.

El método es altamente selectivo, por lo tanto permite explotar cuerpos de baja regularidad y continuidad espacial.

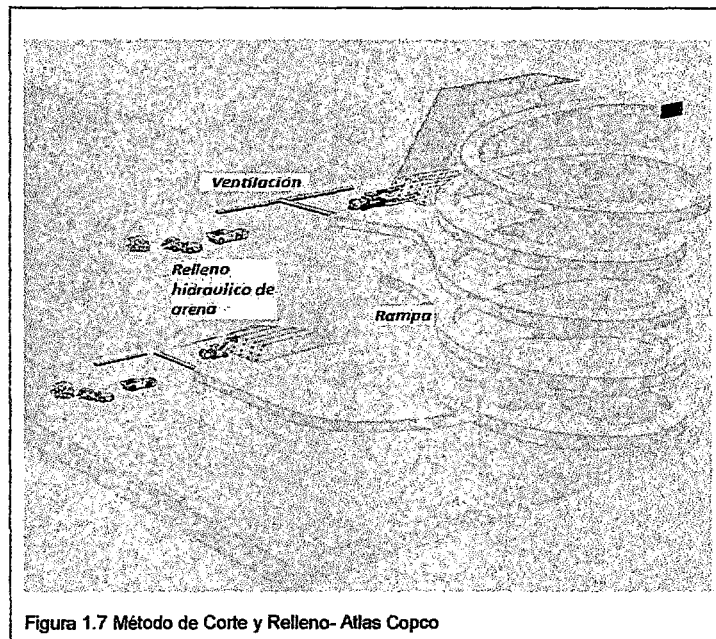


Figura 1.7 Método de Corte y Relleno- Atlas Copco

Como se apreciará en el desarrollo de la investigación, el proyecto en estudio corresponde a este tipo de explotación minera subterránea. Dentro del cual se combinan los métodos trackless y decauville, como formas de extracción y eliminación de material.

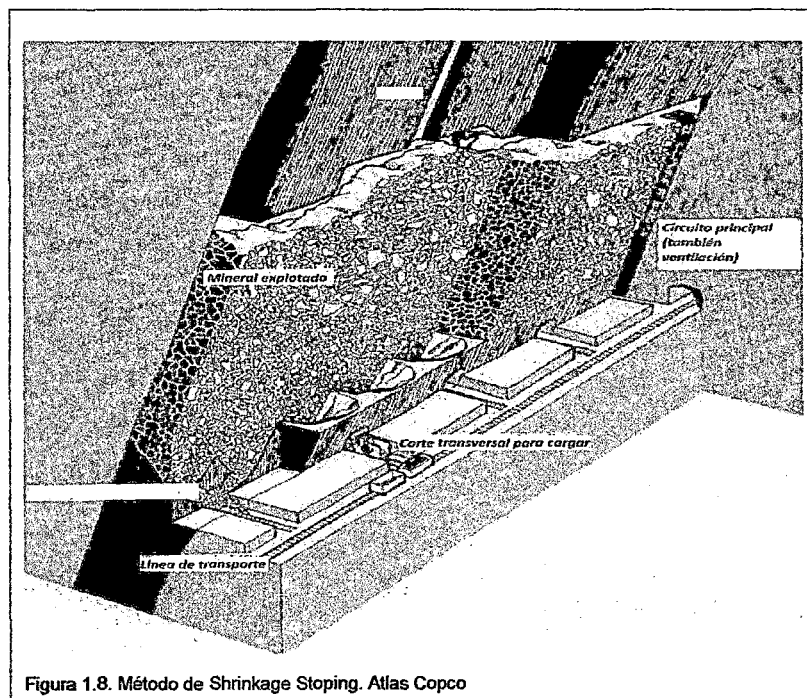
- **Método Trackless:** El material producto de la voladura es trasladado con equipos de ruedas neumáticas.
- **Método Decauville:** El material producto de la voladura es trasladado con vagones sobre rieles.



### 1.3.2.3. Shrinkage Stoping

Método para vetas angostas (potencia menor a 10m), la roca puede ser de baja competencia (4B) y la mineral de mediana a alta (3B).

Se remueve solamente el esponjamiento (40% del volumen) de la roca volada, el resto se almacena para mantener las paredes estables y proveer de piso al sistema de perforación.



### 1.3.2.4. Vertical Crater Retreat con Relleno (VCR)

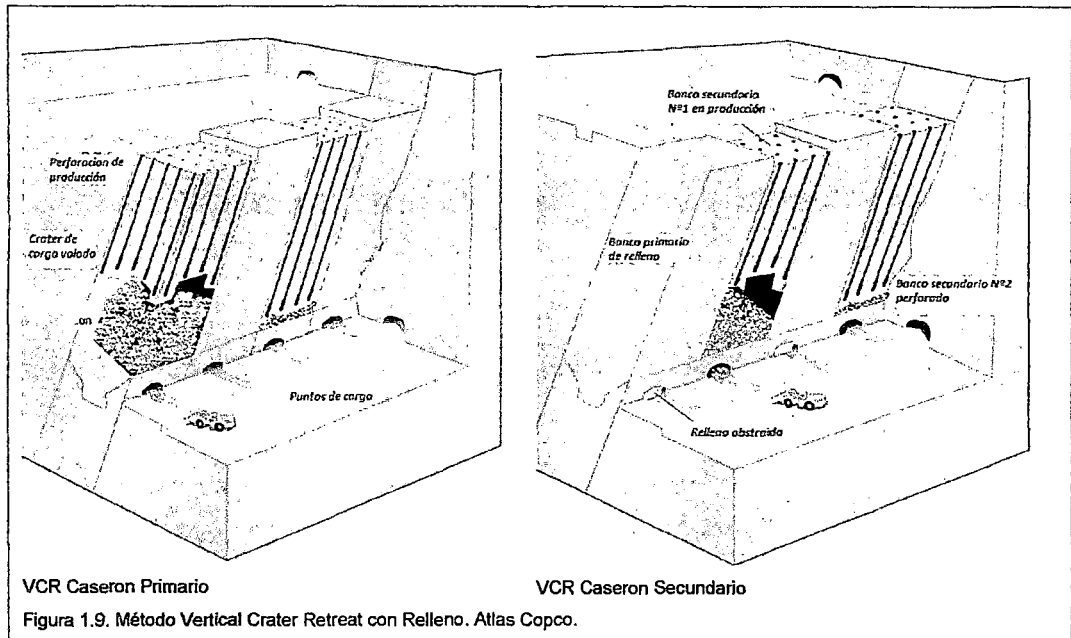
Se utiliza en cuerpos mineralizados de baja a mediana potencia y en rocas de mediana competencia (3B).

Se utiliza la técnica de cargas controladas en que el largo de la carga explosiva es menor a 6 veces el diámetro de perforación.

La secuencia de construcción es la siguiente:

- Nivel de transporte
- Arreglo de galerías de producción

- Corte basal
- Nivel de perforación
- Perforación de tiros largos menor a 40m en caso VCR.



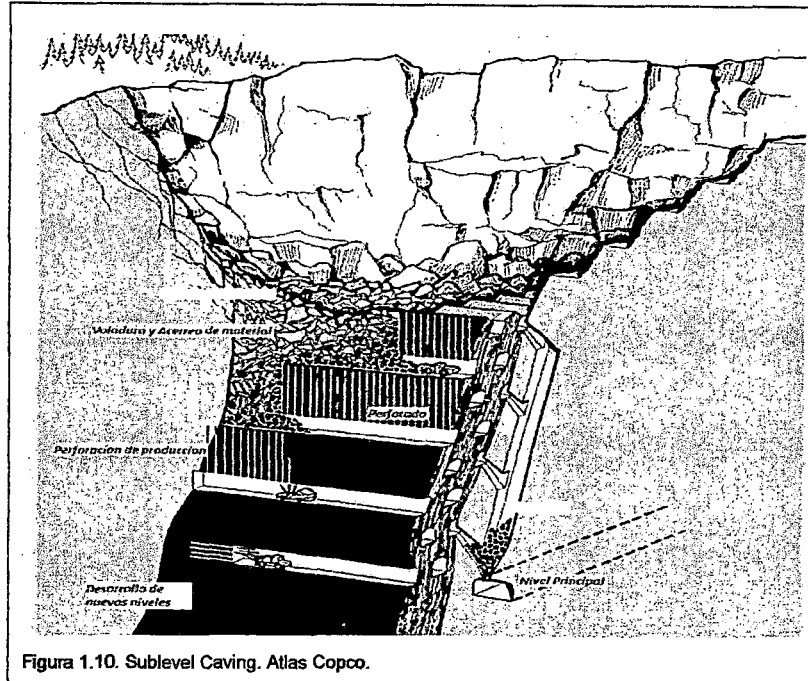
### 1.3.3. SIN SOPORTE O DE HUNDIMIENTO

#### 1.3.3.1. Sublevel Caving

En general el concepto de método por hundimiento implica que el material estéril superpuesto se derrumba y rellena el vacío que va dejando la extracción del cuerpo mineralizado. Este proceso se debe propagar hasta la superficie, creando así una cavidad o cráter.

Consiste en dividir el cuerpo mineralizado en subniveles espaciados verticalmente entre 10 a 20 m. En cada subnivel se desarrolla una red de galerías paralelas que cruzan transversalmente el cuerpo, a distancias del orden de 10 a 15 m.

Las galerías de un determinado subnivel se ubican equidistantes de las galerías de los subniveles inmediatamente vecinos. De este modo, toda la sección mineralizada queda cubierta por una malla de galerías dispuestas en una configuración romboidal.



### 1.3.3.2. Block Caving

El método de block caving se aplica, casi sin excepción, en yacimientos masivos de grandes dimensiones, como son por ejemplo, los depósitos minerales diseminados conocidos con el nombre de cobres porfíricos.

También es posible su aplicación en cuerpos de forma tabular de gran espesor.

Sus mejores condiciones de aplicación se dan en rocas mineralizadas relativamente incompetentes, con un alto índice de fracturas, que se hunden con facilidad quebrándose en fragmentos de tamaño reducido. Sin embargo, la tecnología disponible hoy en día permite también su aplicación en macizos rocosos que presentan alta resistencia a fragmentarse.

Es muy deseable o casi imprescindible que los límites del depósito sean regulares y que la distribución de leyes sea uniforme. Este método no permite la explotación selectiva o marginal de cuerpos pequeños, como a la inversa, tampoco es posible separar sectores de baja ley incluidos dentro del macizo mineralizado.



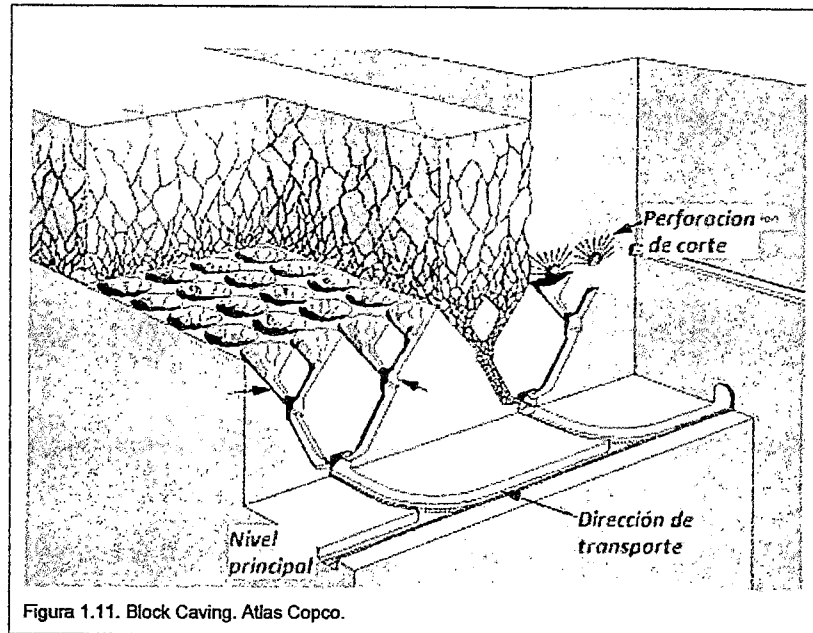


Figura 1.11. Block Caving. Atlas Copco.

#### 1.4. MÉTODOS DE SOSTENIMIENTO

En minería subterránea existen muchos métodos de sostenimiento, con un solo objetivo, impedir la generación de esfuerzos en el macizo rocoso que provoquen fisuras, fallas o desprendimientos de roca.

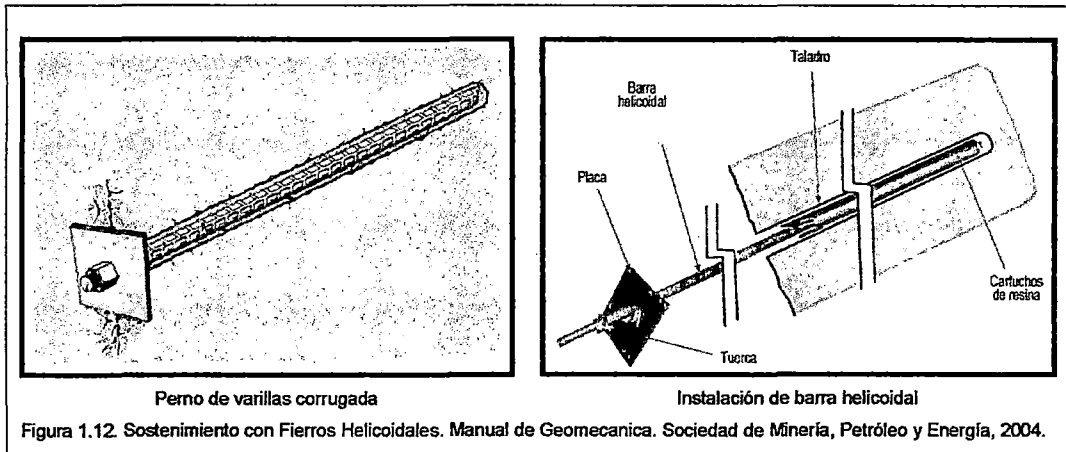
En ésta sección se realiza una descripción de los métodos empleados en el proyecto en estudio, con la finalidad, de estar familiarizado con los conceptos en las secciones sucesivas.

##### 1.4.1. FIERRO HELICOIDAL CEMENTADO O CON RESINA

Consiste en una varilla de fierro o acero, con un extremo biselado, que es confinado dentro del taladro por medio de cemento (en cartuchos o inyectados), resina (en cartuchos) o resina y cemento. La eficacia de estos pernos está en función de la adherencia entre el fierro y la roca proporcionada por el cementante, que a su vez cumple una función de protección contra la corrosión, aumentando la vida útil del perno. De acuerdo a esta función, en presencia de agua, particularmente en agua ácida, el agente cementante recomendado será la resina, en condiciones de ausencia de agua será el cemento.

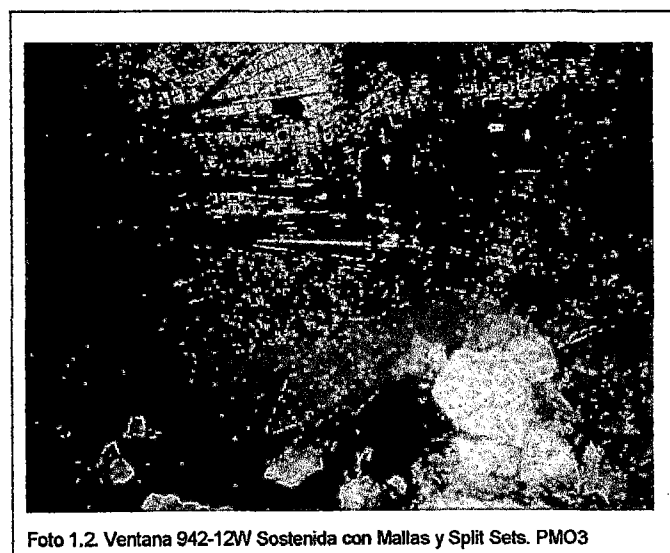
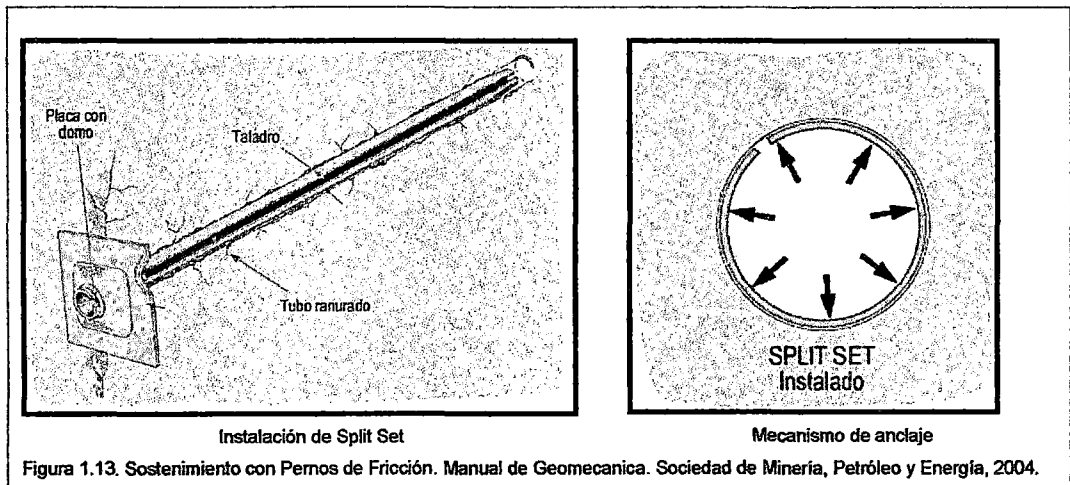
Dentro de este tipo de pernos, los de mayor utilización en el país son: la varilla de fierro corrugado, generalmente de 20 mm de diámetro y la barra helicoidal de

22mm de diámetro, con longitudes variables (de 5' a 12'). La barra helicoidal, tiene la forma de una rosca continua a lo largo de toda su longitud, esta característica le da múltiples ventajas comparada a la anterior. Entre otros, su mayor diámetro le confiere mayor resistencia y su rosca constante permite el reajuste de la placa contra la pared rocosa. La capacidad de anclaje de las varillas de fierro corrugado es del orden de 12 TM, mientras que de las barras helicoidales superan las 18 TM.



### 1.4.2. PERNOS DE FRICCIÓN (SPLIT SETS)

El split set, consiste de un tubo ranurado a lo largo de su longitud, uno de los extremos es ahusado y el otro lleva un anillo soldado para mantener la platina. Al ser introducido el perno a presión dentro de un taladro de menor diámetro, se genera una presión radial a lo largo de toda su longitud contra las paredes del taladro, cerrando parcialmente la ranura durante este proceso. La fricción en el contacto con la superficie del taladro y la superficie externa del tubo ranurado constituye el anclaje, el cual se opondrá al movimiento o separación de la roca circundante al perno, logrando así indirectamente una tensión de carga.





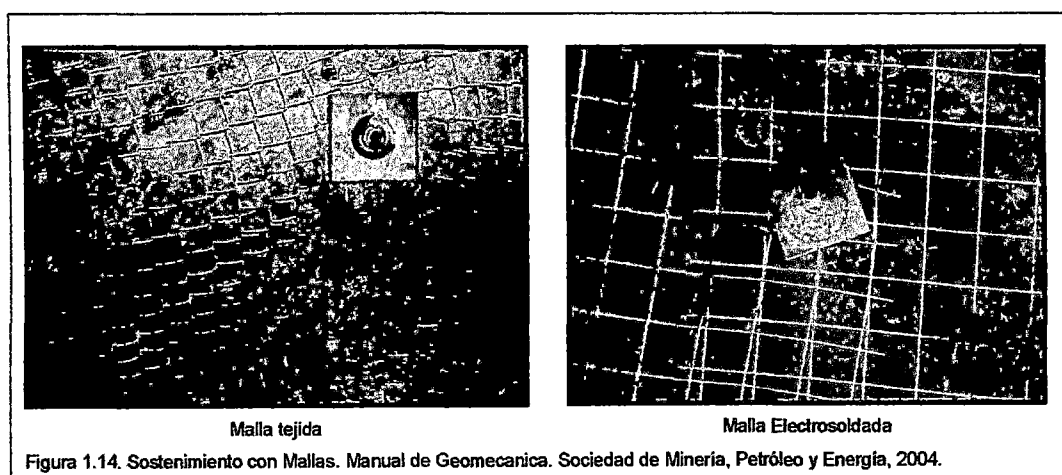
### 1.4.3. MALLA METÁLICA

La malla metálica principalmente es utilizada para los siguientes tres fines: primero, para prevenir la caída de rocas ubicadas entre los pernos de roca, actuando en este caso como sostenimiento de la superficie de la roca; segundo, para retener los trozos de roca caída desde la superficie ubicada entre los pernos, actuando en este caso como un elemento de seguridad; y tercero, como refuerzo del concreto proyectado. Existen dos tipos de mallas: la malla eslabonada y la malla electrosoldada.

La malla eslabonada o denominada también malla tejida, consiste de un tejido de alambres, generalmente de # 12/10, con cocadas de 2"x2" ó 4"x4", construida en material de acero negro que puede ser galvanizada para protegerla de la corrosión.

Por la forma del tejido es bastante flexible y resistente. Esta malla no se presta para servir de refuerzo al concreto lanzado, por la dificultad que hay en hacer pasar el concreto por las mallas, no recomendándose para este uso.

La malla electrosoldada consiste en una cuadrícula de alambres soldados en sus intersecciones, generalmente de # 10/08, con cocadas de 4"x4", construidas en material de acero negro que pueden ser galvanizada. Esta malla es recomendada para su uso como refuerzo del concreto lanzado.



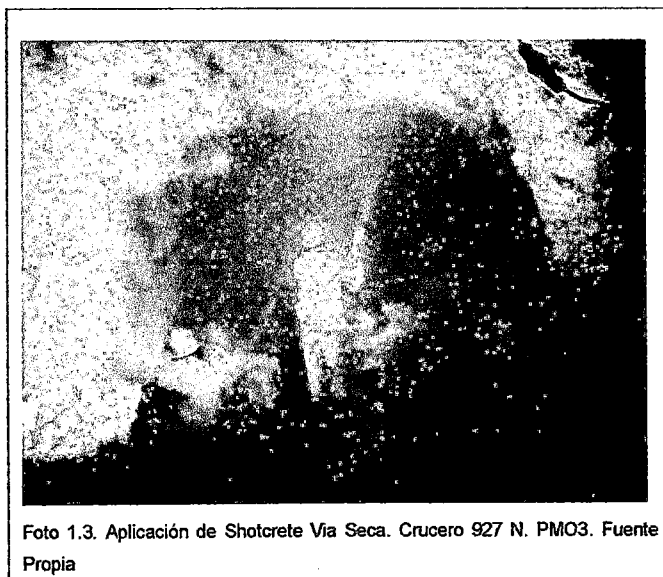
#### 1.4.4. CONCRETO LANZADO

Concreto lanzado (shotcrete) es el nombre genérico del concreto cuyos materiales componentes son: cemento, agregados, agua, aditivos y elementos de refuerzo, los cuales son aplicados neumáticamente y compactados dinámicamente a alta velocidad sobre una superficie.

La tecnología del concreto lanzado comprende los procesos de mezcla seca y de mezcla húmeda.

En el proceso de mezcla seca, los componentes del concreto lanzado seco o ligeramente pre-humedecidos, son alimentados a una tolva con agitación continua. El aire comprimido es introducido a través de un tambor giratorio o caja de alimentación para transportar los materiales en un flujo continuo hacia la manguera de suministro. El agua es adicionada a la mezcla en la boquilla.

En el proceso de mezcla húmeda, los componentes del concreto lanzado y el agua son mezclados antes de la entrega a una unidad de bombeo de desplazamiento positivo, la cual luego suministra la mezcla hidráulicamente hacia la boquilla, donde es añadido el aire para proyectar el material sobre la superficie rocosa.



### 1.4.5. CIMBRAS METÁLICAS

Este típico sostenimiento pasivo o soporte es utilizado generalmente para el sostenimiento permanente de labores de avance, en condiciones de masa rocosa intensamente fracturada y/o muy débil, sometida a condiciones de altos esfuerzos. Para lograr un control efectivo de la estabilidad en tales condiciones de terreno, las cimbras son utilizadas debido a su excelente resistencia mecánica y sus propiedades de deformación, lo cual contrarresta el cierre de la excavación y evita su ruptura prematura. La ventaja es que este sistema continúa proporcionando soporte después que hayan ocurrido deformaciones importantes.

Las cimbras son construidas con perfiles de acero, según los requerimientos de la forma de la sección de la excavación, es decir, en forma de baúl, herradura o incluso circulares, siendo recomendable que éstos sean de alma llena.

Hay dos tipos de cimbras, las denominadas “rígidas” y las “deslizantes o fluyentes”. Las primeras usan comúnmente perfiles como la W, H, e I, conformadas por dos o tres segmentos que son unidos por platinas y pernos con tuerca. Las segundas usan perfiles como las V y  $\Omega$ , conformadas usualmente por tres segmentos que se deslizan entre sí, sujetados y ajustados con uniones de tornillo.

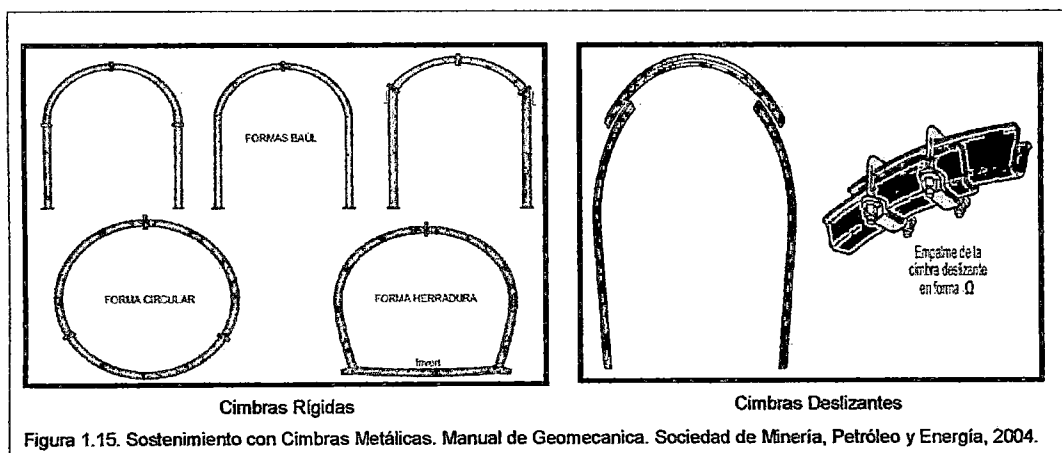


Figura 1.15. Sostenimiento con Cimbras Metálicas. Manual de Geomecánica. Sociedad de Minería, Petróleo y Energía, 2004.



Foto 1.4. Crucero 927 N sostenida con Cimbras. PMO3. Fuente Propia

#### 1.4.6. CUADROS

Éstos son utilizados para sostener galerías, cruceros y otros trabajos de desarrollo, en condiciones de roca fracturada a intensamente fracturada y/o débil, de calidad mala a muy mala y en condiciones de altos esfuerzos. Si las labores son conducidas en mineral, el enmaderado debe ser más sustancial para mantener la presión y el movimiento de roca en los contornos de la excavación.

Los principales tipos de cuadros que usualmente se utilizan son: los cuadros rectos, los cuadros trapezoidales o denominados también cuadros cónicos y los cuadros cojos. Todos estos son elementos unidos entre sí por destajes o por elementos exteriores de unión, formando una estructura de sostenimiento.

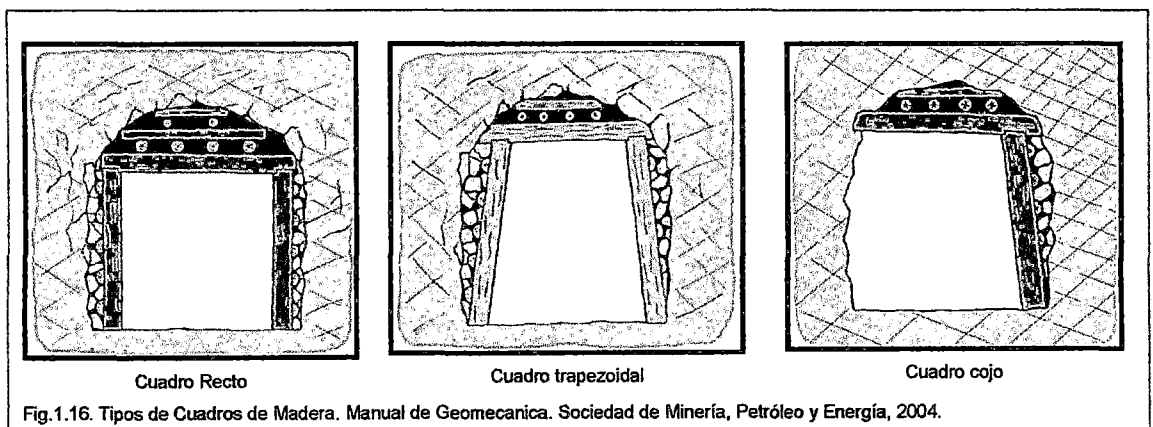
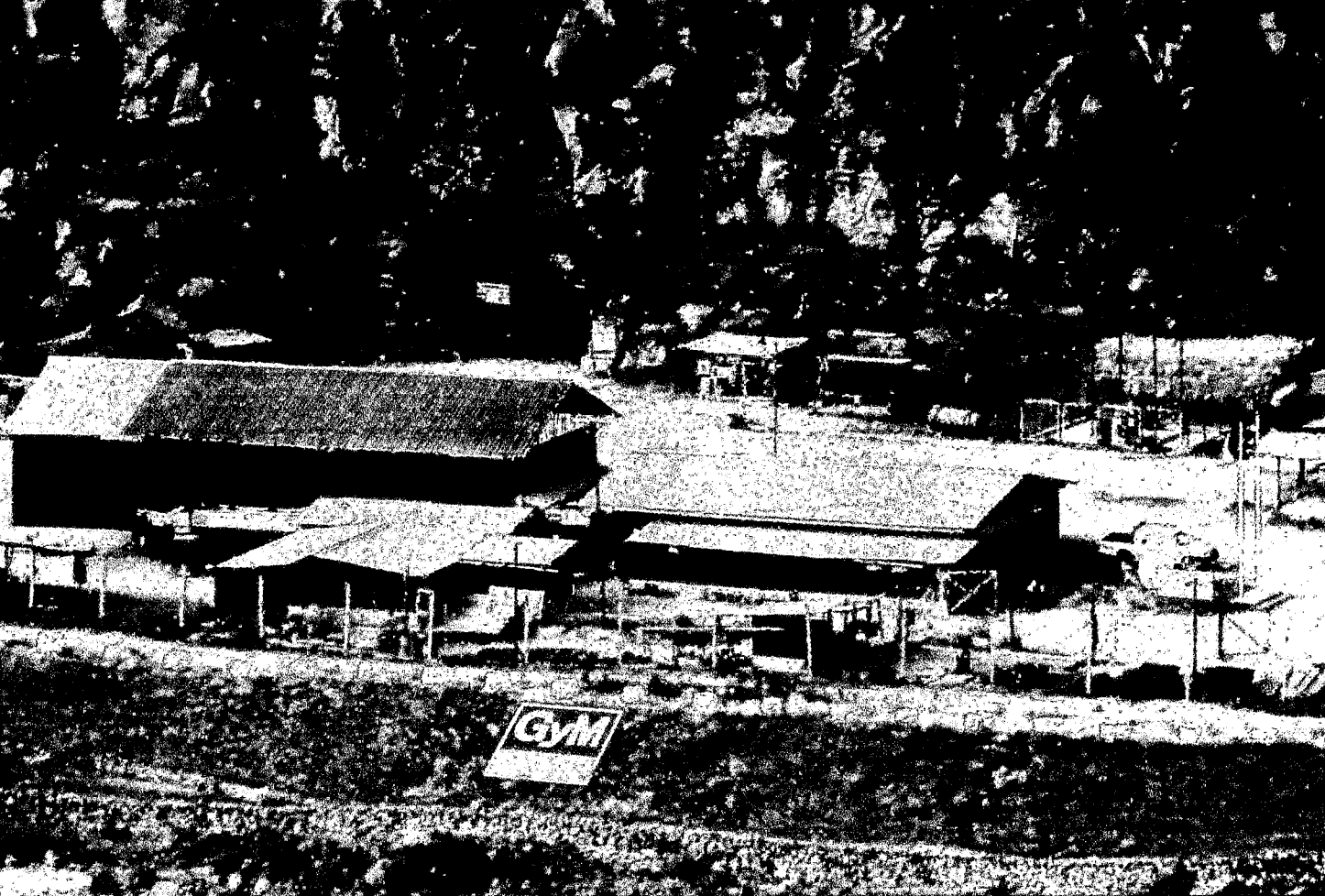


Fig.1.16. Tipos de Cuadros de Madera. Manual de Geomecánica. Sociedad de Minería, Petróleo y Energía, 2004.



CAPÍTULO II <sup>1</sup>

## CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO “PROFUNDIZACIÓN MINA ORCOPAMPA III”

---

<sup>1</sup> La fotografía corresponde a una Vista Panorámica del Campamento de GyM en la entrada de la rampa Mario.



El proyecto "Profundización Mina Orcopampa III", se inició en junio del año 2007, con el objetivo de ejecutar obras subterráneas mineras, tales como rampas, cruceros, chimeneas, ventanas, etc; que permitan realizar la explotación de minerales, por parte de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

Similar a otros proyectos de explotación minera, son muchas empresas las que operan en la zona, siendo una de ellas GyM S.A. La cual, en 25 meses, desde junio del 2007, ha excavado cerca de 8 500m<sup>2</sup>.

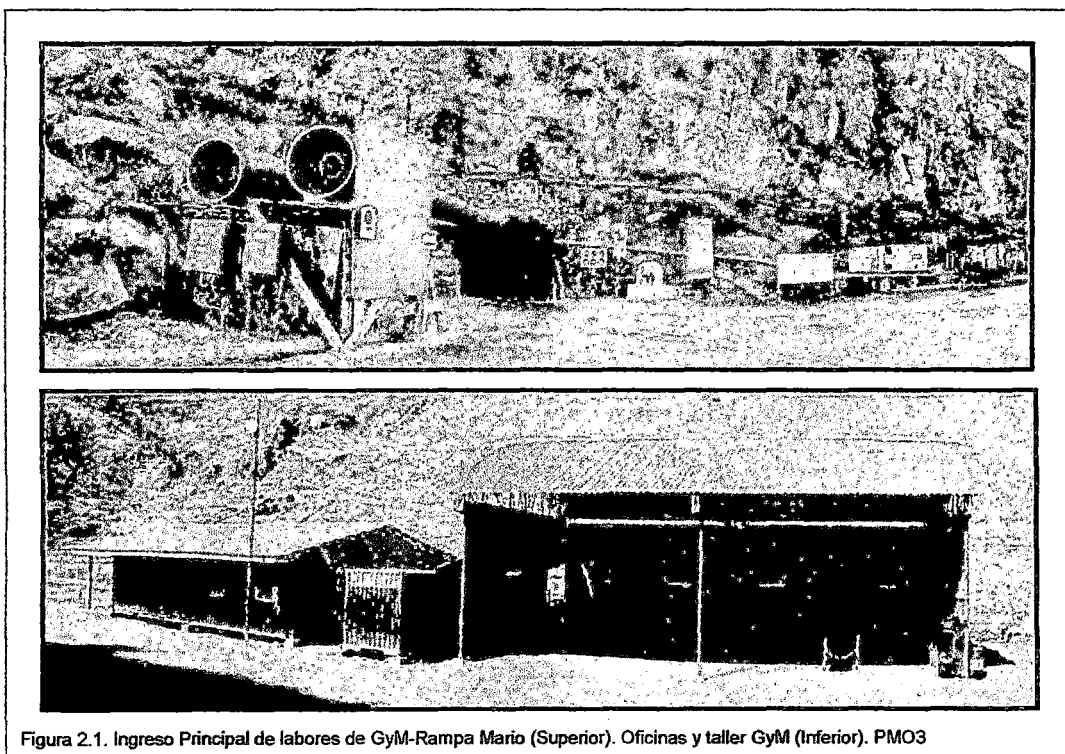


Figura 2.1. Ingreso Principal de labores de GyM-Rampa Mario (Superior). Oficinas y taller GyM (Inferior). PMO3

## 2.1. UBICACIÓN

El proyecto se encuentra ubicado al noroeste del departamento de Arequipa, en la provincia de Castilla, distrito de Orcopampa.

Forma parte de las unidades de explotación de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A, quien ha estado en operación, en la zona, desde el año 1960<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Considerando las dos primeras etapas, Orcopampa I y Orcopampa II, la longitud excavada a la fecha supera los 21 Km.

<sup>3</sup> [www.buenaventura.com](http://www.buenaventura.com)



El distrito de Orcopampa se encuentra una altitud promedio de 3800 m.s.n.m, y la Mina Chipmo, en la cual se encuentra el proyecto "Profundización Mina Orcopampa III", se encuentra a unos 15 minutos del mencionado distrito.

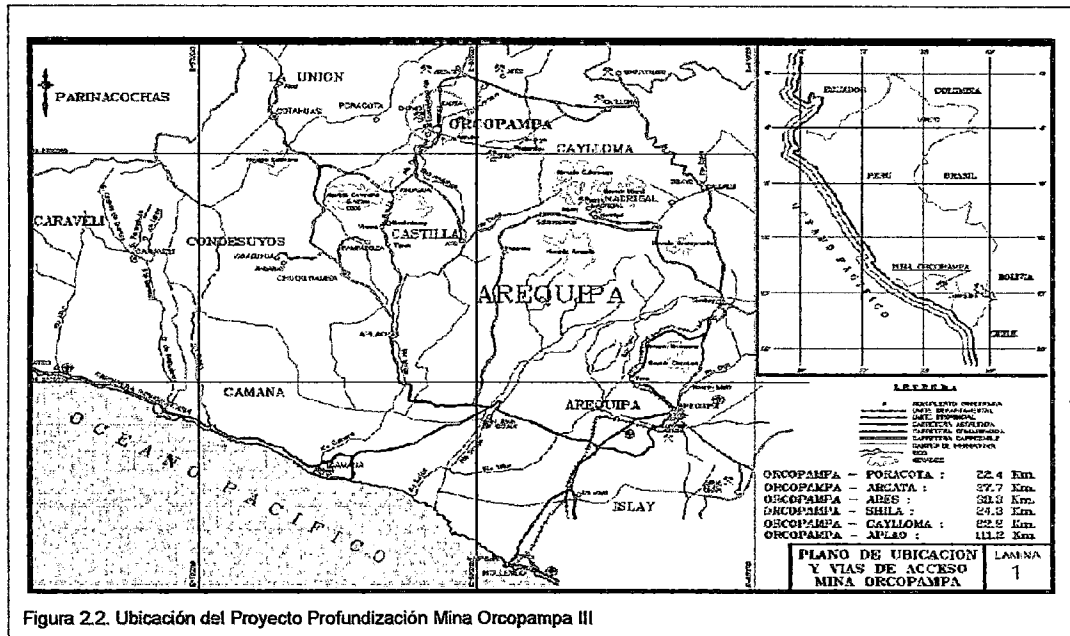


Figura 2.2. Ubicación del Proyecto Profundización Mina Orcopampa III

## 2.2. ALCANCES

Las labores desarrolladas bajo el proyecto "Profundización Mina Orcopampa III", poseen las siguientes características:

- Rampas positivas y negativas con pendientes de 14%, con una sección de 4.0Wx3.50H, cuya area de excavación es de 12.67 m<sup>2</sup>.
- Galerías Sub-horizontales con una sección de 3.0Wx3.0H y 3.2Wx3.2H con un área de excavación de 8.25 y 9.25 m<sup>2</sup> respectivamente.
- By Pass sub-horizonta con una sección de 3.5Wx3.5H haciendo un área de 11.12 m<sup>2</sup>
- Cruceros que unen las rampas de diferentes zonas de mineral con una sección de 3.5Wx3.5H.
- Chimeneas en secciones de 2.10x2.10 con alturas de hasta 60 metros promedio.

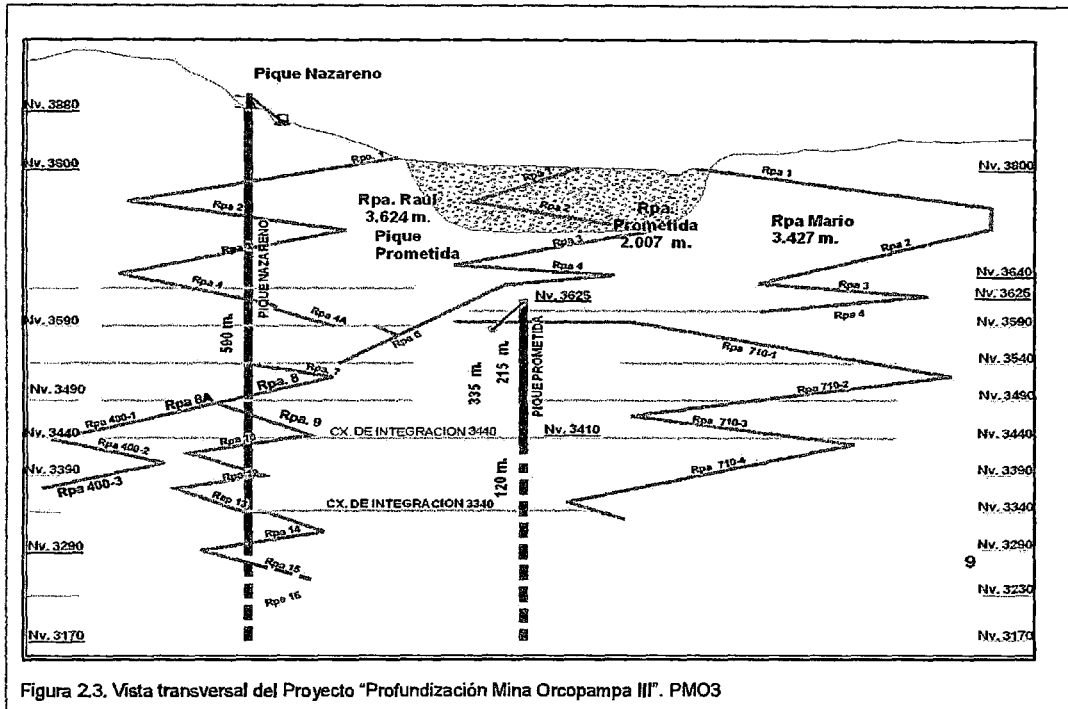


Figura 2.3. Vista transversal del Proyecto "Profundización Mina Orcopampa III". PMO3

## 2.3. CARACTERÍSTICAS DEL CICLO DE TRABAJO

### 2.3.1. CARACTERÍSTICAS GEOMECAÑICAS







Las obras subterráneas del proyecto, son excavaciones en roca, por lo cual, las características mecánicas de la roca, determinaran muchos de los indicadores de control y producción.

Dentro de las muchas clasificaciones de rocas que se tienen, la adoptada para éste proyecto es la propuesta por Bienawiski en 1973, la que fue modificada sucesivamente en 1976, 1979, 1984 y 1989. El siguiente cuadro detalla éste tipo de clasificación, también conocida como Clasificación RMR.

El RMR se obtiene estimando cinco parámetros: la resistencia a compresión simple de la roca, el RQD (Rock Quality Designation), la separación entre las diaclasas, su estado y la presencia de agua freática. Al resultado de cada uno de los parámetros se le asigna, según tablas, un valor, y se suman todos ellos para obtener el índice de calidad RMR sin correcciones.



Tabla 2.1. Recomendaciones de Sostenimiento Según Bienawisky

TIPO DE MACIZO ROCOSO	TIPO I	TIPO II	TIPO III	TIPO IV	TIPO V-A	TIPO V-B
CLASE DE TERRENO EXCAVADO	Roca estable poco fracturada	Roca algo fracturada	Roca friable o muy friable	Roca de empuje inmediato	Roca de empuje inmediato fuerte	Roca sin cohesión alguna
FASES DE EJECUCIÓN ESQUEMA						
TIPO DE SOSTENIMIENTO	Pernos aislados donde lo requiera el terreno	Concreto rociado, pernos, mallas, sostenimiento sistemático en bóveda, y cuando lo requiera concreto rociado en las paredes.	Sostenimiento sistemático en bóveda y paredes. Concreto rociado, pernos y mallas.	Sostenimiento sistemático en toda la sección. Concreto rociado + pernos + mallas.	Sostenimiento sistemático en toda la sección en dos alternativas: - Concreto rociado + pernos + mallas. - Concreto rociado + cerchas metálicas + invert metálico o concreto	

Con dicha referencia, la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A, ha establecido 7 tipos de rocas, desdoblado los tipos III y IV en A y B; de los cuales, en el proyecto se tuvieron rocas del tipo III al V, detallados en el cuadro.

Tabla 2.2. Sostenimiento Aplicado en el proyecto "Profundización Mina Orcopampa III". PMO3

TIPO ROCA	RMR	CALIDAD	CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA	TIPO DE SOSTENIMIENTO
III B	41-50	REGULAR B	Roca medianamente dura con regular cantidad de fracturas y presencia de algunas fallas, alteración, ligeros goteos.	Pernos sistemáticos 7pies de longitud (cementado o con resina), Splitset espaciados 1.50m., Malla electrosoldada o Straps si se trata de bloques por sostener. Alternativamente una capa de shotcrete de 2" de espesor.
IV A	31-40	MALA A	Roca suave muy fracturada con algunas fallas panizadas de moderada a fuerte alteración, con goteo en fracturas y fallas.	Pernos sistemáticos 7pies de longitud, espaciados 1 a 1.5m. con malla de refuerzo y una capa de shotcrete de 2" de espesor.
IV B	21-30	MALA B	Roca suave muy fracturada con múltiples fallas panizadas, fuertemente alterada, con goteo o flujo constante de agua.	Pernos sistemáticos de 7pies de longitud, espaciados cada 1m. con malla y shotcrete de 3" de espesor. Alternativamente cerchas 4W13 o equivalente espaciados 1.5m.
V	0-20	MUY MALA	Roca suave intensamente fracturada, fallada y alterada, con flujo continuo de agua.	Cerchas 4W13 o equivalentes, espaciados a cada 1m. En terrenos sumamente pesados cerchas 6W20 o equivalentes, espaciados de 1 a 1.5m. Previamente una capa preventiva de shotcrete o splitsets con malla.

De acuerdo a la clasificación mostrada, el histórico de avances de excavación, muestran que fue predominante el tipo de roca III-B. (Valores detallados en Anexo 2.1)

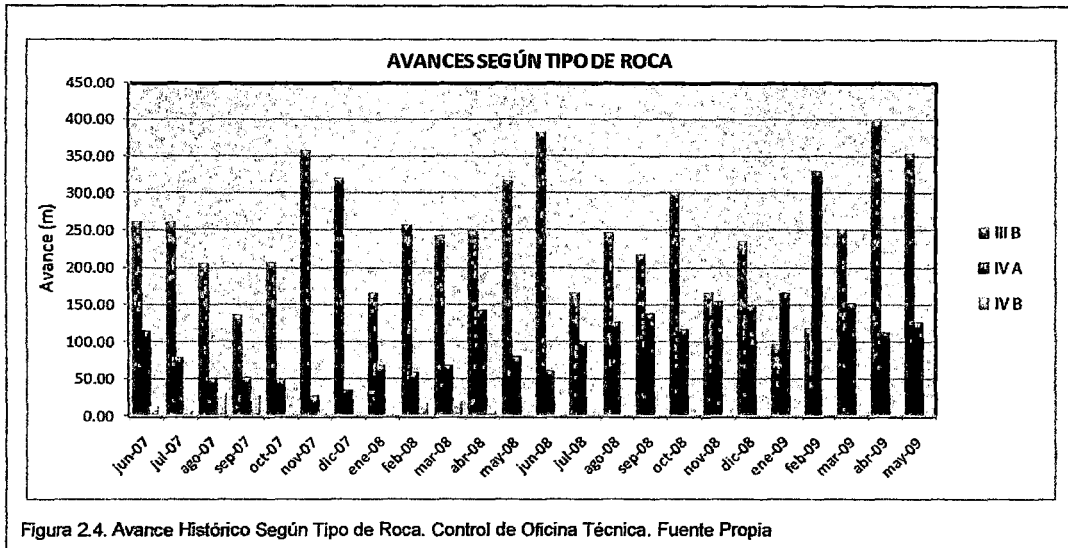


Figura 2.4. Avance Histórico Según Tipo de Roca. Control de Oficina Técnica. Fuente Propia

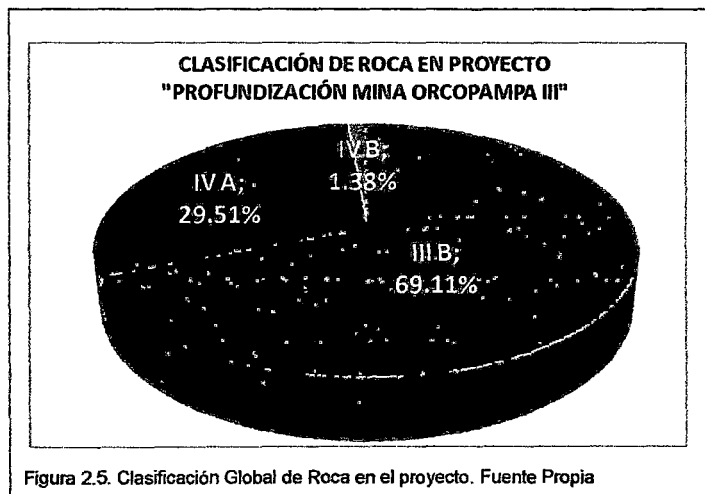


Figura 2.5. Clasificación Global de Roca en el proyecto. Fuente Propia

Dentro de los cerca de 8.5 km que ha construido GyM S.A. dentro del proyecto "Profundización Mina Orcopampa III", existen galerías, rampas, cruceros, by pass, ventanas, etc. Los cuadros siguientes detallan la estructura de los avances de acuerdo a cada tipo de obra subterránea.

La siguiente figura muestra las longitudes excavadas por tipo de excavación y para cada tipo de roca. Si bien las ventanas no son excavaciones de gran longitud, la cantidad de labores que se han realizado, determinan que a mayo del 2009 se hayan tenido 2342.59 m, siendo la de mayor incidencia en la longitud total excavada. (Anexo 2.2)

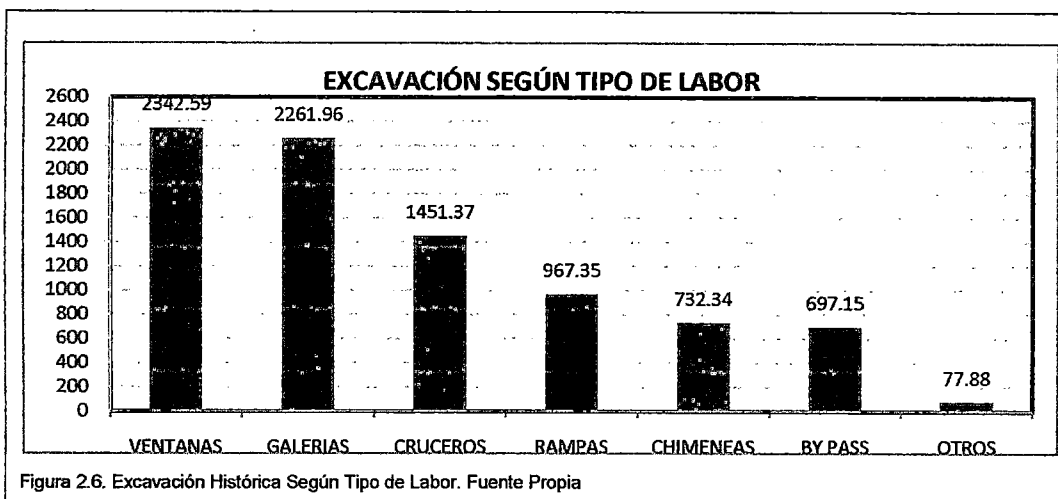


Figura 2.6. Excavación Histórica Según Tipo de Labor. Fuente Propia

Dentro de los materiales de sostenimientos usados en las excavaciones subterráneas se tienen: mallas electrosoldadas, split sets, fierros helicoidales, concreto proyectado, cimbras metálicas y cuadros de madera.

El Diagrama de Pareto, mostrado en la figura, señala que de este grupo, tanto el concreto proyectado como los split sets de 7' y las mallas electrosoldadas, son los materiales más incidentes respecto al costo. (Anexo 2.3)

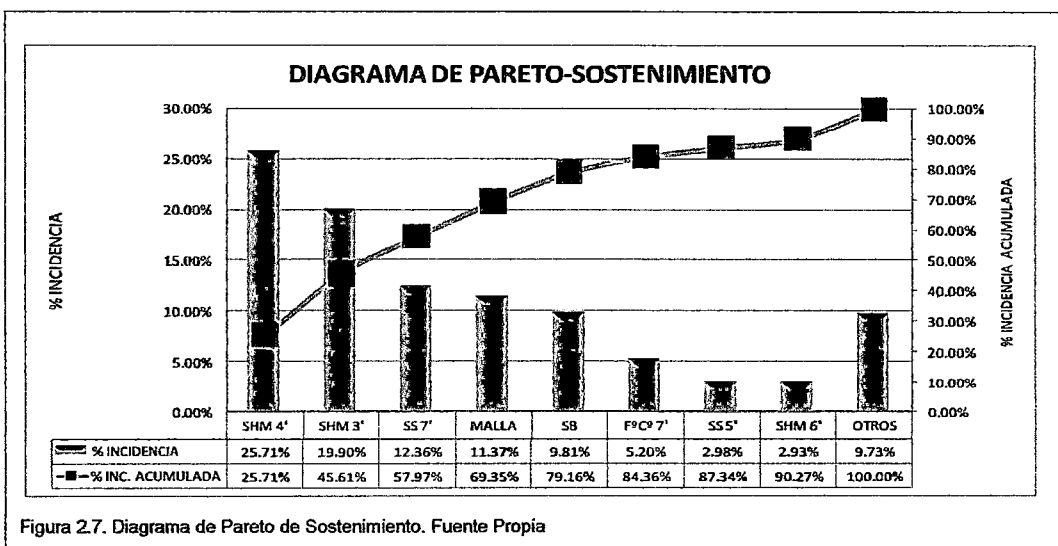


Figura 2.7. Diagrama de Pareto de Sostenimiento. Fuente Propia

- SHM4": Shotcrete sobre malla de 4 pulgadas
- SHM3": Shotcrete sobre malla de 3 pulgadas
- SS7': Split Set de 7 pies
- Malla: Malla electrosoldada
- SB: Spilling Bars



De acuerdo a las condiciones del macizo rocoso, un material de buena calidad podría tener un tiempo prolongado de sostenimiento, así como se muestra en el cuadro.

Tabla 2.3. Tiempos de Autosostenimiento. Excavaciones Subterráneas (Hoek&Brown, 1980)

TIPO DE ROCA	R.M.P.	TIEMPO DE AUTOSOSTENIMIENTO
I	81 - 100	Mayor a 2 años
II	61 - 80	2 años
III-A	51 - 60	3 meses
III-B	41 - 50	1.5 semanas
IV-A	31 - 40	1 día
IV-B	21 - 30	8 horas
V	0 - 20	Colapso inmediato

### 2.3.2. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

La ejecución de obras subterráneas mineras del proyecto en estudio involucra la realización de varias fases de trabajo, tales como: Perforación, carga y voladura, ventilación, eliminación y sostenimiento.

Cada una de estas fases posee un procedimiento de trabajo establecido, que tiene el objetivo de asegurar un trabajo de calidad y cuidado de la salud y la seguridad del trabajador.

A continuación se detalla brevemente el procedimiento de trabajo adoptado para el caso del proyecto estudiado.

#### 2.3.2.1. Perforación con jumbo

La perforación es la primera fase del ciclo de excavación, su planeamiento y/o correcta ejecución determinan los resultados de cualquier voladura, los cuales implican el manejo de ciertos criterios básicos. Los más importantes son la forma de cálculo del número de taladros y su distribución en la sección de excavación. Por lo tanto la perforación de los taladros para la voladura se efectúan de acuerdo a una plantilla, denominada Malla de Perforación, que busca optimizar los resultados de la voladura y reducir los costos de excavación.

El principio de la voladura de túneles consiste en la apertura de una cavidad inicial, usualmente central, denominada cuele, arranque o cut; para crear una



segunda cara libre y efectuar la voladura del resto de la sección hacia dicha cavidad.

La importancia de una voladura está supeditada al tipo de arranque que se vaya a ejecutar; con el desarrollo de los jumbos de perforación que poseen paralelismo automático, ha hecho que los arranques en paralelo (con taladros centrales de mayor diámetro) sea de mayor aplicación por su mayor eficiencia en el avance.

El programa de disparo esta con dirección a la sección del túnel y al tipo de roca al excavar y debe de tratar de conseguir la mayor longitud de perforación para una sección dada.



Foto 2.1. Actividad de Perforación de frente con equipo manual. PMO3. Fuente Propia

#### 2.3.2.2. Carga y voladura

Una vez terminada la perforación, se inicia la operación de carga de los taladros. El acoplamiento físico entre el taladro y el explosivo es muy importante para la eficiencia de la voladura. Se logra mediante una operación de acomodo denominada retaqueo, cuyo efecto adicional es aumentar la densidad del explosivo en el taladro. Un buen retacado incrementa el avance efectivo, por lo que debe efectuarse cuidadosamente. Es preferible retacar individualmente cada cartucho que varios al mismo tiempo; así mismo, conviene utilizar diámetros de cartuchos tan cercanos al del taladro como sea posible.

(Retocar: compactar el explosivo en el taladro, con un palo de madera denominado atacador)





La Carga Especifica es una excelente referencia para el cálculo de la cantidad de explosivo requerida para un disparo. Tan importante como está es la distribución de la carga dentro de la malla de perforación. Este factor define la eficiencia de la voladura, medida en términos de avance efectivo, conservación de la roca remanente y fragmentación.

También es importante la distribución de la carga dentro del taladro. Por ello en algunos casos se diseñan con una carga de fondo y otra carga de columna.

Es costumbre usar para el arranque y arrastres explosivos de mayor potencia. En los cuadradores se usa explosivos de menor potencia, de ser necesario se utilizan espaciadores de carga, a fin de repartirla a lo largo del taladro y disminuir sus efectos.

La secuencia de encendido, será utilizando retardos de mili segundos para el arranque (FANEL rojo) y de medio segundos para el resto de la sección (FANEL blanco).

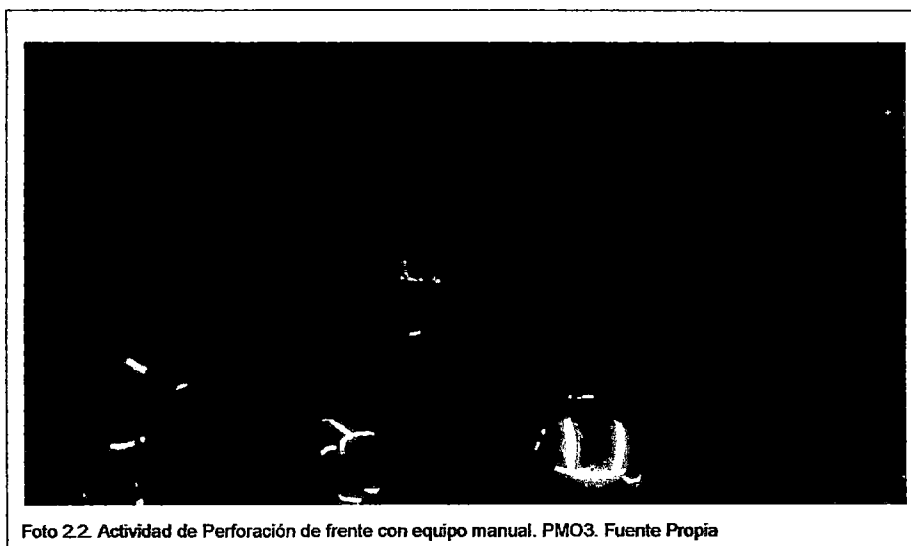


Foto 2.2. Actividad de Perforación de frente con equipo manual. PMO3. Fuente Propia

### 2.3.2.3. Ventilación

Los objeto de la ventilación en labores subterráneas es proporcionar un ambiente de trabajo con suficiente oxígeno y libre de gases nocivos para dotarlo de una salubridad adecuada y, si es posible, de cierta comodidad para el trabajador. Para lograrlo se elimina el aire viciado y se hace circular aire fresco y limpio, ya sea en forma natural o mediante ventilación mecanizada.

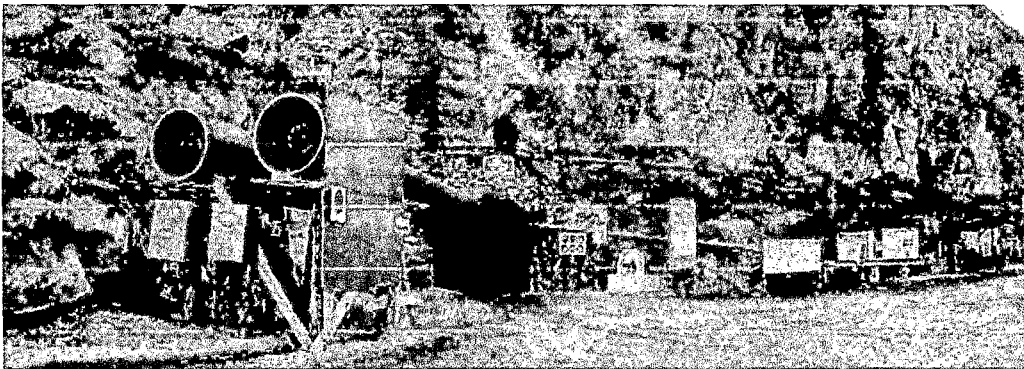


Foto 2.3. Ventilación de labores mineras. PMO3. Fuente Propia

#### 2.3.2.4. Limpieza y eliminación de desmonte

La eliminación del desmonte de la voladura y el desate de rocas sueltas remanentes de la "voladura" son las penúltimas fases del ciclo de excavación en subterráneo. Estas actividades casi siempre se efectúan de manera simultánea, la primera generalmente con equipo y la segunda manualmente, con desquinchadores y barretas de peso apropiado.

La finalidad del desate es proporcionar condiciones seguras para las labores siguientes. Su ejecución debe ser cuidadosa, pues la experiencia demuestra que la mayoría de los accidentes en el túnel se producen por desprendimientos de fragmentos de roca, debidos a un desate deficiente o a labores de protección insuficientes o inoportunas.

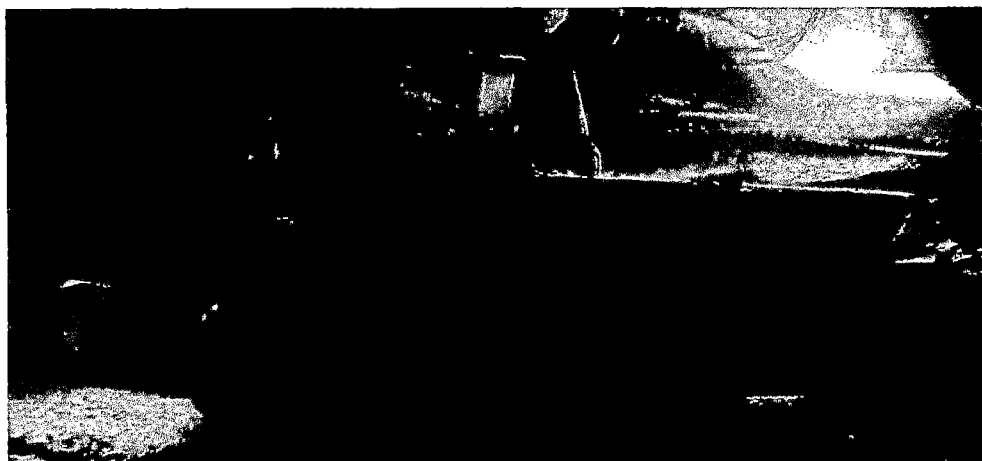


Foto 2.4. Eliminación de desmonte. PMO3. Fuente Propia



### 2.3.2.5. Sostenimiento

La excavación subterránea se debe considerar como estructura con soporte de roca. Para ello se requiere transformar el macizo rocoso que circunda la excavación, de un elemento que ejerce cargas a un elemento capaz de resistir cargas.

Cuando se efectúa una excavación subterránea, se genera un desbalance de presiones en la roca remanente, producto de que el equilibrio de los elementos en el perfil de la excavación ha sido roto. En efecto, la presión del lado de la excavación se ha reducido a cero, produciéndose lo que se denomina descompresión de la roca.

Como consecuencia se produce una deformación radial, que es en realidad una forma de adaptación de la roca a la excavación para compensar la descompresión.

Los elementos de sostenimiento cumplen esta función, proveyendo a la roca de la resistencia que le falta y ayudándola a soportarse. Pueden ser temporales o definitivos, dependiendo la función que cumple la excavación, de su importancia y de si tendrán recubrimiento de concreto o no.

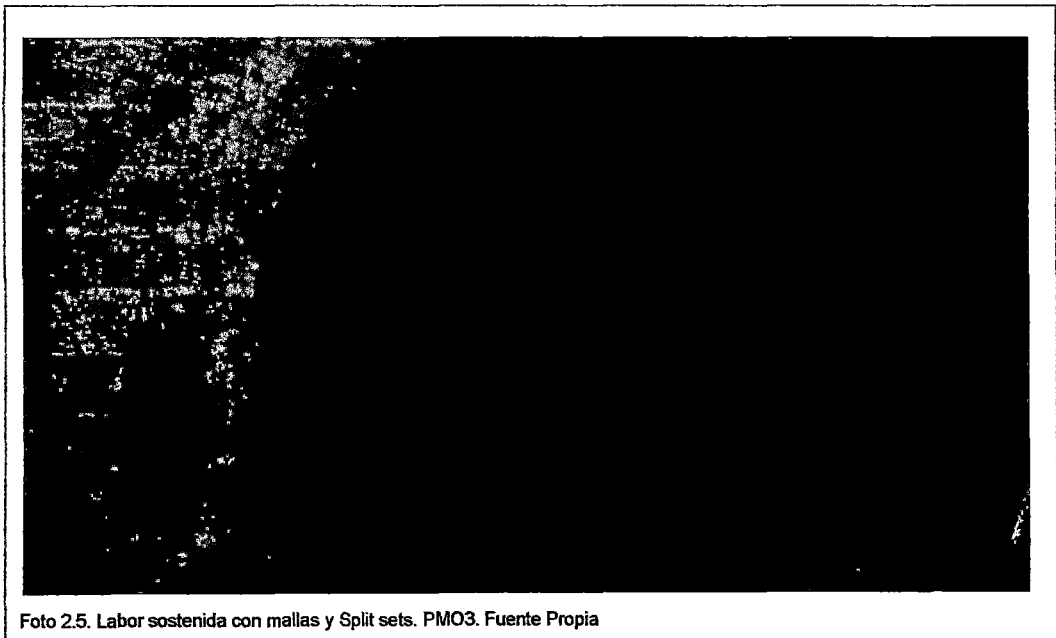


Foto 2.5. Labor sostenida con mallas y Split sets. PM03. Fuente Propia



## 2.4. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Respecto al presupuesto y los análisis de costos unitarios del proyecto en estudio se debe mencionar que desde la etapa uno, iniciada el año 2003, las formas de contrato y operación han variado, así por ejemplo.

La primera etapa del proyecto, denominada "Profundización Mina Orcopampa I", tuvo un contrato formal con inicio o fecha de término específicos. Dicha etapa se realizó de agosto del 2003 al 15 de mayo del 2004.

La segunda etapa, "Profundización Mina Orcopampa II", se realizó en el periodo de mayo del 2004 a octubre del 2005.

Luego de finalizada la segunda etapa del proyecto se realiza un adenda con presupuesto y cronogramas conciliados.

Los precios unitarios de la etapa de adenda no fueron nuevos, sino, precios ajustados de la segunda etapa.

Dicha adenda fue ejecutada en el periodo de noviembre del 2005 a mayo del 2007.

Luego de esta etapa se realiza un acta de acuerdo denominado "Profundización Mina Orcopampa III", cuyo plazo de ejecución ya no fue requisito contractual. Se tuvo un cronograma con plazo referencial, medido referencial de 2 500 metros de excavación. Los precios contemplados para esta etapa fueron los mismo de la etapa anterior, Orcopampa II Adendum.

Actualmente no se tienen cronogramas generales, sino metas mensuales dadas por el cliente.

El presupuesto estimado para el proyecto es estudio se encuentra en el Anexo 2.4

El detalle de los análisis de costos unitarios de las partidas más relevantes se encuentra en el Anexo 2.5.



## 2.5. ORGANIGRAMA

La forma de organización de empresas o proyectos en general, es un factor a tomar en cuenta en todo estudio de productividad, debido a que la estructura organizacional influye en los flujos de comunicación e información dentro y fuera del proyecto.

Una adecuada organización posibilitará la transmisión de información en forma oportuna y adecuada, además de reflejar las funciones y responsabilidades de cada miembro.

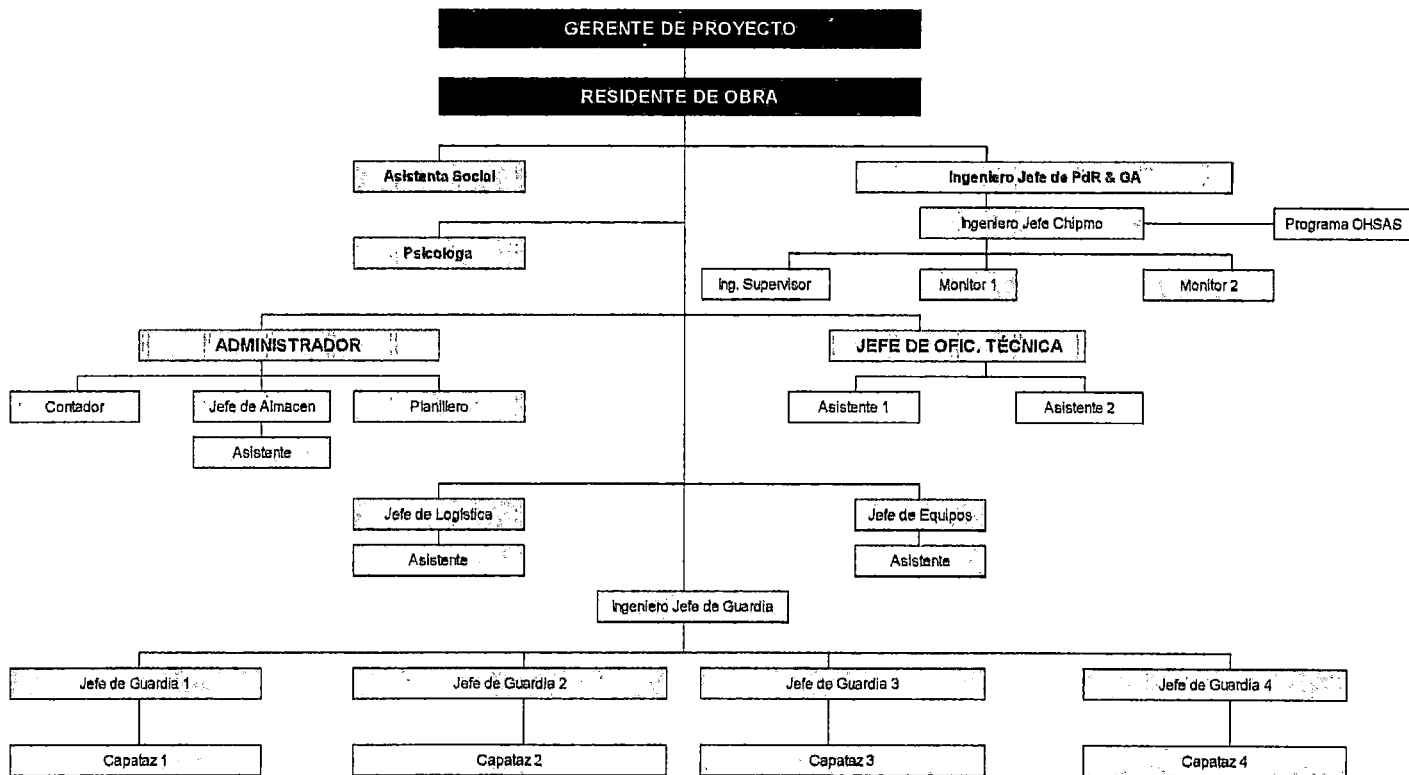
La organización del proyecto "Profundización Mina Orcopampa III", es del siguiente modo:

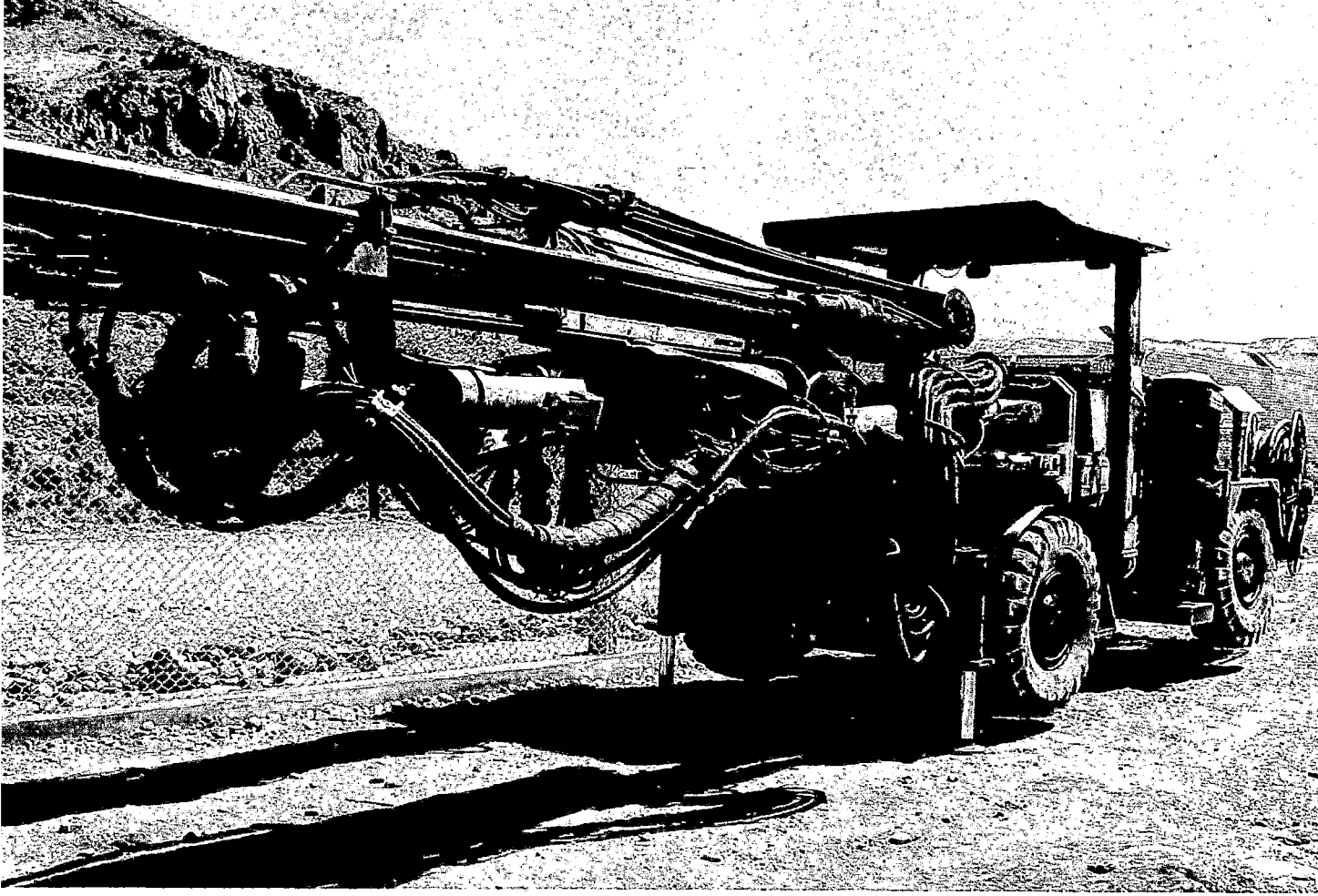


### ORGANIGRAMA



**Obra** : Profundización Mina Orcopampa  
**Contratista**: G y M S.A.  
**Cliente** : CMBSAA





<sup>1</sup>CAPÍTULO III

## MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN OBRAS CIVILES

---

<sup>1</sup> La fotografía corresponde a un equipo de perforación jumbo de Atlas Copco. Modelo Rocket Boomer.



### 3.1. PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Dentro de la bibliografía acerca de la definición de productividad en la construcción, existen muchas definiciones, así por ejemplo se puede mencionar que:

La Revista Bit (2001), define a la productividad como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla. Estos recursos productivos incluyen, el factor trabajo, capital y otros insumos como la tierra, energía, materias primas e incluso, la información.

El Manual de Gestión de Proyectos de la empresa constructora GyM S.A. define **productividad** como la **eficiencia** en el uso de los **recursos**. Resultado de un flujo productivo continuo, una buena Programación, una alta confiabilidad y la optimización de los recursos utilizados en los procesos constructivos.

En construcción, toda actividad es susceptible a mejoras ya desde el inicio del proyecto o durante su ejecución. Es así como, todo estudio de productividad se enfoca en reducir los tiempos improductivos, interferencias, uso inadecuado de equipos, etc.

El criterio básico para la realización de un estudio de productividad en los proyectos de ingeniería, debe incluir lo siguiente:

1. **Realizar un seguimiento en campo del proceso productivo, recogiendo algunos datos como:**
  - Secuencia real que sigue el proceso constructivo en análisis.
  - Tiempos improductivos del personal obrero
  - Opiniones y sugerencias del personal obrero respecto a las causas de demoras
  - Grado de utilización de los equipos
  - Principales problemas observados que paralizaron los trabajos
  - Esquema de distribución del personal de equipos.





2. **Analizar con mayor detalle los problemas detectados**, mediante un Estudio de Tiempos o Medición del Trabajo. Con este análisis se podrá cuantificar la magnitud de las pérdidas y de las oportunidades.
3. **Proponer alternativas de mejora y probarlas.**

### 3.2. HERRAMIENTAS PARA EL CONTROL DE PROCESOS

Las experiencias indican que con las siete herramientas básicas de la calidad, los problemas relacionados con la calidad disminuirían, mejorarían los procesos y se establecerían controles en las operaciones de los procesos.

#### 3.2.1. DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO

##### ✓ OBJETIVO

Identificar la raíz o causa principal de un problema o efecto

Clasificar y relacionar las interacciones entre factores que están afectando al resultado de un proceso

##### ✓ CARACTERÍSTICAS

Los diagramas de causa-efecto, ilustran como los diversos factores pueden estar vinculados con los posibles problemas o efectos, agrupando estas causas en distintas categorías, que generalmente se basan en máquinas, mano de obra, materiales y metodología de trabajo.

##### ✓ VENTAJAS

Metodología simple y clara

Facilita el entendimiento y comprensión del proceso.

Estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene sobre el proceso.



### 3.2.2. DIAGRAMAS DE CONTROL

#### ✓ OBJETIVO

Controlar variaciones anormales, distinguiéndolas por causas asignables y causas al azar.

#### ✓ CARACTERÍSTICA

Grafico donde se representan los valores de alguna medición estadística para una serie de muestras y que consta de una línea límite superior y una línea inferior, que definen los límites de capacidad del sistema.

#### ✓ VENTAJAS

Son útiles para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas, así como para estimar la capacidad del proceso.

Permite distinguir entre causas aleatorias (desconocidas) y específicas (asignables) de variación de los procesos.

### 3.2.3. DIAGRAMAS DE FLUJO

#### ✓ OBJETIVO

Realizar una revisión crítica del proceso, proporcionando una visión general para facilitar su comprensión.

Ayudar a analizar cómo se producen los problemas

#### ✓ CARACTERÍSTICAS

Representación grafica que muestra las diferentes actividades y etapas asociadas a un proceso. Pueden ser de muchos estilos, pero todos los diagramas de flujo de procesos muestran actividades, puntos de decisión y el orden de procesamiento.

La simbología usada en los diagramas de flujo, debe ser sencilla y fácil de entender y utilizar.



Los diagramas de flujo pueden ayudar al equipo de proyecto a prever cuales pueden ser los problemas de calidad y donde pueden producirse, para de esta forma, desarrollar enfoques para tratarlos.

✓ VENTAJAS

Facilita la comprensión del proceso y promueve el acuerdo entre los miembros del equipo.

Herramienta fundamental para obtener mejoras mediante el rediseño del proceso, o el diseño de uno alternativo

Identifica problemas, oportunidades de mejora y puntos de ruptura del proceso.

### 3.2.4. HISTOGRAMA

✓ OBJETIVO

Revelar la posible estructura estadística de un grupo de datos para poder interpretarlos.

✓ CARACTERISTICAS

Un histograma es un diagrama de barras que muestra una distribución variable.

Cada columna representa un atributo o una característica de un problema.

La altura de cada columna representa la frecuencia relativa de la característica.

La aplicación de los histogramas está recomendada como análisis inicial en todas las tomas de datos que corresponden a una variable continua.

✓ VENTAJAS

Su construcción ayuda a comprender la tendencia central, dispersión y frecuencias relativas de los distintos valores de grandes cantidades de datos.

### 3.2.5. DIAGRAMA DE PARETO

✓ OBJETIVO

Poner de manifiesto los problemas más importantes sobre los que deben concentrarse los esfuerzos de mejora y determinar en qué orden resolverlos.



### ✓ CARACTERISTICAS

Un diagrama de Pareto es un tipo específico de histograma, ordenado por frecuencia de ocurrencia, que muestra cuantos defectos se han generado por tipo o categoría de causa identificada.

La técnica de Pareto se usa principalmente para identificar y evaluar incumplimientos.

Los diagramas de Pareto están conceptualmente ligados a la Ley de Pareto, que sostiene que un número relativamente pequeño de causas van a causar típicamente la gran mayoría de los problemas o defectos (80/20).

### ✓ VENTAJAS

Ayuda a concentrarse en las causas que tendrán mayor impacto sobre los defectos en los procesos.

El ordenamiento por rango es usado para guiar la acción correctiva para arreglar problemas que están causando el mayor número de defectos

Ayuda a evitar que empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras.

### **3.3. GRUPO DE ENFOQUE, "FOCUS GROUP", COMO HERRAMIENTA DE PRODUCTIVIDAD**

De acuerdo a lo mencionado en la sección 3.1., la primera etapa en la realización de un estudio de la productividad, consiste en la identificación de aspectos como: secuencia real de los procesos constructivos, tiempos improductivos del personal, opiniones, sugerencias, utilización de equipos, paralización de trabajos y distribuciones en planta.

Cuando se requiere información primaria, se tienen dos posibilidades: recurrir a un enfoque cualitativo o utilizar técnicas cuantitativas. Cuya elección debiera hacerse en función del tipo de información que se necesita obtener.

Los grupos de enfoque se llevan a cabo para investigar en el "porqué" subconsciente. Permiten adentrarse en la dinámica interna de los participantes, profundizar en sus sentimientos, actitudes, creencias, motivaciones y en todo aquello que subyace en su conducta.



Esta técnica es recomendable cuando se requiere<sup>2</sup>

- a) Recoger información exploratoria sobre un tema o segmento del mercado.
- b) Generar ideas sobre nuevos productos o servicios, o para la mejora de los existentes.
- c) Identificar argumentos y contraargumentos con respecto a la adopción de determinados comportamientos o políticas
- d) Evaluar estrategias comunicacionales antes o después de una exposición.
- e) Evaluar marcas, nombres o conceptos buscando conocer las connotaciones, asociaciones, sentimientos y expectativas generadas por los clientes o consumidores.
- f) Elaborar hipótesis, listar preguntas y establecer tipologías de los consumidores.
- g) Ampliar, profundizar y comprender algunos resultados cuantitativos.

### 3.3.1. ANTECEDENTES

Si bien la aplicación de la técnica de los grupos de enfoque no es nueva en la construcción, aun no es bastante difundida. Dai, J; Goodrum, P; Maloney, W; y Sayers, C. [2005], realizan una investigación conjunta en 9 proyectos de Estados Unidos sobre la perspectiva que tienen tanto obreros como supervisores inmediatos, sobre los factores que disminuyen su productividad.

En la Tabla 3.1 se aprecian los proyectos analizados, los cuales se dividieron en 18 grupos para la realización de la dinámica grupal, diferenciado además, el tipo de proyecto, la ubicación, el estado y el tamaño de éstas.

---

<sup>2</sup> "La investigación cualitativa mediante la técnica de Focus Groups". Asociación Peruana de Empresas de Investigación de Mercados (1999).



Tabla 3.1. Proyectos Estudiados por Dai, Goodrum, Maloney y Sayers (2005)

Nº	TIPO	UBICACIÓN EN E.E.U.U.	ESTADO	TAMAÑO <sup>3</sup>
1	Industrial	Este	2do año de 5	Grande
2	Generación Eléctrica	Este	1er año de 5	Grande
3	Industrial	Este	25% de 12 meses	Pequeño
4	Industrial	Sur	Finalizado	Grande
5	Petroquímica	Sur	10%	Grande
6	Industrial	Sur	50%	Pequeño
7	Generación Eléctrica	Medio Este	15%	Grande
8	Generación Eléctrica	Este	15%	Grande
9	Generación Eléctrica	Sur	75%	Grande

Los resultados de la investigación permitieron descubrir que la gestión del proyecto es el factor más problemático, seguido de problemas con equipos y herramientas. Se determinó de igual forma que los métodos de trabajo y procesos eran los recursos que más conflictos causaban dentro de los proyectos.

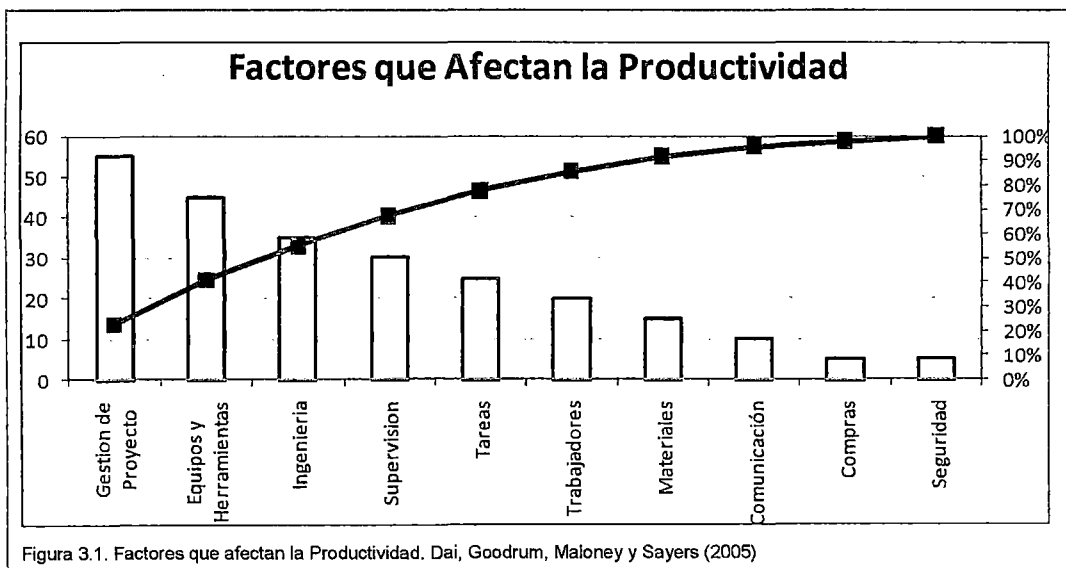


Figura 3.1. Factores que afectan la Productividad. Dai, Goodrum, Maloney y Sayers (2005)

<sup>3</sup> Se entiende por proyecto grande, aquel con presupuesto mayor a \$50 millones, y proyecto pequeño a aquel con menor a \$50 millones.

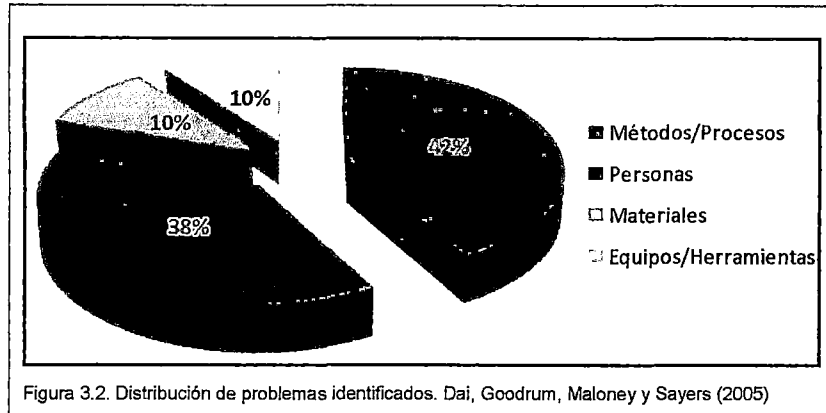


Figura 3.2. Distribución de problemas identificados. Dai, Goodrum, Maloney y Sayers (2005)

Finalmente se analizó la incidencia del tamaño de los proyectos y estado en que se encuentran, en los conflictos causados por los recursos mencionados en la Figura 3.2.

Si bien en promedio, se identificó que el 42% de los conflictos fueron causados por los métodos y procesos, se pudo descubrir, que ésta incidencia se acentúa en proyectos pequeños (Figura 3.3).

De igual forma se pudo verificar que el estado de los proyectos no altera en forma notoria ésta incidencia, caso contrario sucede si se diferencia la opinión de obreros y capataces, ya que para los primeros consideran que los métodos y procesos generan el 43% de conflictos y para los capataces ésta incidencia es de 39%, inferior a lo causado por las personas (44%).

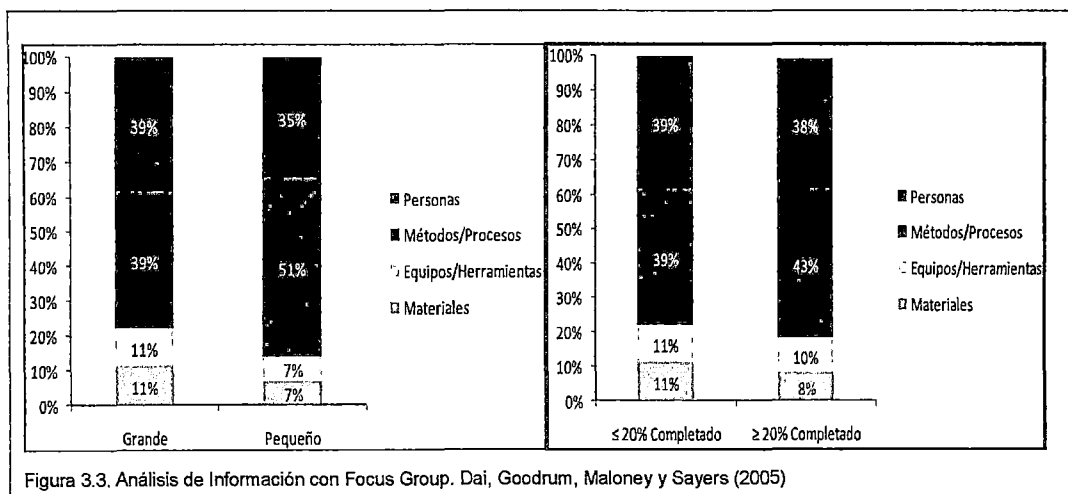


Figura 3.3. Análisis de Información con Focus Group. Dai, Goodrum, Maloney y Sayers (2005)



### 3.3.2. METODOLOGÍA

La correcta realización del Grupo de Enfoque, involucra tener en consideración una metodología clara y precisa a fin de obtener resultados coherentes con la situación real.

#### ✓ PLANEAMIENTO

- Los grupos de análisis deben tener entre 6 a 10 miembros, siendo 8 el número ideal según algunas referencias<sup>4</sup>.
- Las reuniones deben llevarse a cabo en lugares tranquilos y cómodos cuya duración promedio debe ser entre 1-1.5 horas.
- Sobre el número de grupos, es recomendable tener por lo menos dos grupos por cada característica o variable muestral. Por ejemplo, si se tiene como variables al sexo y la edad (para asegurar pertinencia y consistencia).

Grupo	Sexo	Edad
1	Femenino	18-25
2	Femenino	26-35
3	Masculino	18-25
4	Masculino	26-35

- Se debe tener en cuenta que los miembros integrantes no deben tener parentescos familiares u otros, a fin de mantener la independencia de opinión de cada uno.
- El moderador debe ser externo, y experimentado. Para evitar el sesgo de el "querer" defender su proyecto o idea.

<sup>4</sup> Partner Consulting S.A.C. 2008





## ✓ EJECUCIÓN

Los aspectos a tomar en cuenta durante la realización de la dinámica grupal, se pueden citar los siguientes:

- Delimitar los temas importantes para profundizar.
- Entregar al o a los moderadores la mayor información posible.
- Se debe prestar atención a las señales no verbales, además de pedir autorización a los miembros para filmar la sesión, para ver otros detalles no observados.
- No se debe entregar notas escritas al moderador. Puede bloquear a los participantes.
- El análisis no sólo debe ser descriptivo, sino que debe llegar a niveles profesionales e interpretativos.

## ✓ ANALISIS

Para un correcto análisis e interpretación de resultados, se debe tener presente las siguientes sugerencias:

- Revisar la información obtenida en cada focus group, revisando apuntes, transcripciones y grabaciones de audio y video.
- Identificar y clasificar los hallazgos según temas
- Sistematizar y consolidar los hallazgos, determinando las posibles diferencias por variables muestrales.
- Evaluar la fortaleza de los resultados y respaldarlos con testimonios textuales consignados en el registro de los grupos.



### 3.3.3. VENTAJAS DEL MÉTODO

El estudio realizado por Dai, Goodrum, Maloney y Sayers (2005), mencionado párrafos atrás, sienta una base acerca de las ventajas de la aplicación de grupos en enfoque en los análisis de productividad de todo proyecto en general. Ya que a partir de ella se pueden enfocar estudios cuantitativos en recursos o procesos específicos, sirviendo de éste modo como complemento de los estudios basados en datos de campo.

Otro factor importante en la aplicación del focus group, es que trabaja sobre la información del recurso más importante, la mano de obra. Pero también puede desarrollarse a nivel de todo cargo jerárquico del proyecto.

### 3.3.4. DESVENTAJAS DEL MÉTODO

La investigación preliminar de factores que afectan la productividad requiere de herramientas rápidas y representativas del grupo de estudio, en éste caso el grupo de obreros. Para tal objetivo es usual usar herramientas tales como encuestas, cuestionarios o lluvia de ideas.

Por otro lado, siendo el Grupo de Enfoque una herramienta altamente usada en el marketing, tiene la característica de mostrar una alternativa a un estudio de mercado reducido a números y porcentajes en un informe, cambiándolos por una información de comportamiento y actitudes, orientada a conocer la verdadera necesidad de las personas y como éstas se manifiestan en sus deseos.

Por ejemplo, en el campo inmobiliario, la necesidad de las personas será una vivienda, pero la manifestación de sus deseos estará afectada por varios factores, tales como: cultura, estatus económico y social, estilos de vida, etc. Con lo cual dicha necesidad podría manifestarse en un departamento amplio y con acabados de lujo, o en una pequeña casa con ambientes básicos y sin requerimientos de acabado. Ambas viviendas brindan cobijo, pero satisfacen deseos distintos.

Para el caso de la productividad, lo importante es conocer los factores que impiden una productividad mayor, al aplicar la metodología del grupo de enfoque lo que se logra es conocer el pensamiento y las necesidades de cada uno de los



participantes. Se debe tener presente que las necesidades de las personas, a pesar que tengan orígenes y condiciones socio-económicas similares, varían.

Por lo tanto, se obtiene información acerca de sus necesidades y deseos. Sin embargo, para cuestiones de obtener un panorama general e información preliminar es necesario únicamente conocer sus deseos, manifestadas en su percepción acerca de los factores que afectan la productividad, herramientas como la lluvia de ideas pueden desarrollarse con mayor rapidez e igual efectividad.

Con lo cual se puede resumir que el grupo de enfoque es una herramienta útil y valedera en el estudio de la productividad, pero cuya rigurosidad es más aprovechada en el campo del marketing y la psicología clínica.

### **3.4. MÉTODOLOGÍAS PARA EVALUAR Y CONTROLAR LA PRODUCTIVIDAD**

Se mencionó que dentro de las etapas de todo estudio de productividad, se tiene como segundo paso, el realizar un análisis más detallado de los problemas detectados, mediante estudios de tiempo o medición del trabajo. Con las cuales se pueden cuantificar pérdidas y oportunidades.

En ésta sección se detallarán metodologías de control y evaluación de productividad enfocados tanto a procesos como a flujos que enlazan procesos.

Sin embargo es necesario conocer en primer lugar, la interrelación entre procesos y flujos, no solo dentro de la actividad productiva, sino más allá de los límites de ésta, identificando la incidencia de factores externos, como, condiciones ambientales, procesos de gestión, salud ocupacional y otros.

El Mapa de Procesos, es una herramienta que permite definir la organización o el proyecto, como un sistema de procesos interrelacionados. El mapa de procesos impulsa a poseer una visión más allá de sus límites geográficos y funcionales, mostrando cómo sus actividades están relacionadas con los clientes externos, proveedores y grupos de interés. Tales "mapas" dan la oportunidad de mejorar la coordinación entre elementos clave. Asimismo dan la oportunidad de distinguir entre procesos clave, estratégicos y de soporte, constituyendo el primer paso para seleccionar los procesos sobre los que actuar.

La Gestión de Proyectos<sup>5</sup> de Ingeniería indica que la productividad involucra que se realicen dos procedimientos de trabajo: Control de Productividad y Mejora de Productividad (denominada a veces como optimización de procesos).

El Control de Productividad es el proceso a través del cual se mide la eficiencia de la ejecución lograda, se analiza la información y se identifican las acciones posibles para mejorarla, dentro de un proceso de Mejora Continua.

Los trabajos desarrollados en los proyectos de construcción son una secuencia de actividades correctamente engranadas, la cual contiene a procesos de conversión y a flujos de trabajo. De este modo, la productividad tiene dos etapas de análisis: Control de Productividad y Evaluación de Productividad.

Usualmente los controles de productividad son los primeros en analizarse, a pesar de que se desarrollan en una etapa final de cualquier tipo de actividad productiva, tal como se señala en la figura 3.1.

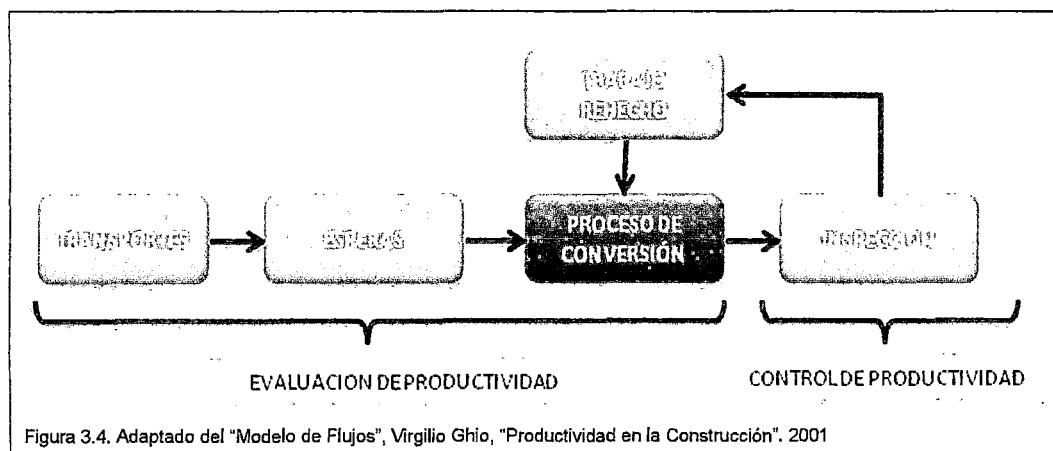


Figura 3.4. Adaptado del "Modelo de Flujos", Virgilio Ghio, "Productividad en la Construcción". 2001

Como se puede apreciar los controles de productividad se realizan posteriores a los Procesos de Conversión, con lo cual la información que se obtenga será consecuencia del buen o mal desarrollo de ciclo de actividades.

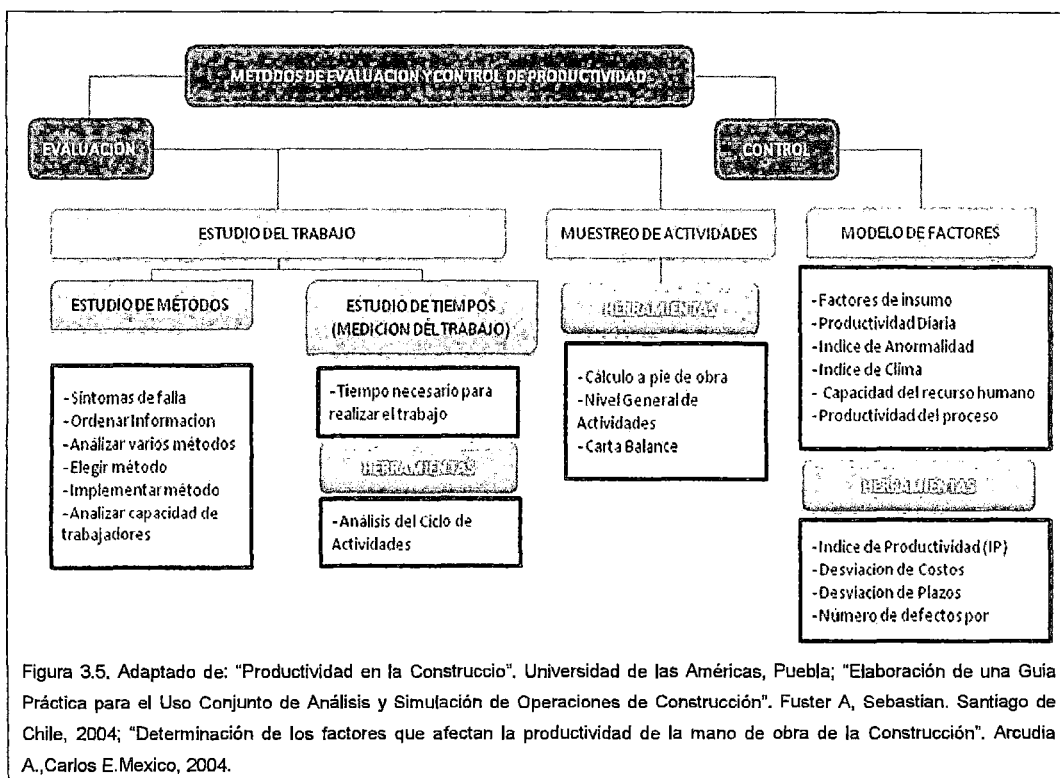
La Evaluación de Productividad por el contrario, va enfocado tanto al proceso de conversión, como al flujo de procesos previos, permitiendo de este modo obtener información acerca de las causas del buen o mal desarrollo del ciclo de actividades.

<sup>5</sup> Los conceptos mostrados corresponden al Manual de Gestión de Proyectos de GyM S.A.

Usualmente el análisis de la productividad en proyectos de construcción civil es retrospectivo. A partir de la información obtenida con los controles de productividad se toman decisiones acerca de la necesidad de realizar una evaluación del proceso constructivo, la cual permita identificar el factor perjudicial.

Las metodologías existentes para el estudio de la productividad son variadas y cada una tiene características distintas, pero un mismo objetivo, poder realizar una mejora de la productividad.

La figura 3.5 resume algunas de las metodologías más usadas en la construcción.



### 3.4.1. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

Dentro de la evaluación de la productividad, una investigación de la Universidad de las Américas, sustentada en lo mencionado por Harris, F. (1999), señala dentro de las metodologías de usadas al Estudio del Trabajo, la cual trata sobre técnicas de métodos, estudio de tiempos y control de retrasos de periodos de



tiempo. Otro método es el Muestreo de Actividades, que describe un método de trabajo particular para comprobar la productividad sin tener que esperar hasta que finalice una fase de trabajo o tener que seguir las operaciones en forma continua.

Cabe mencionar que la referencia hace mención también a los Incentivos como forma de evaluación de la productividad, sin embargo, en la presente investigación, se considera a los Incentivos como parte de Mejoras Productivas, por lo cual no es considerado en ésta sección.

#### **3.4.1.1. Estudio del trabajo**

El Estudio del Trabajo tiene dos aspectos muy importantes y bastante diferenciados:

- Encontrar el mejor modo de realizar una tarea
- Determinar cuánto de debe tardar en ésta tarea

Así, el Estudio del Trabajo, consta de dos técnicas relacionadas entre sí. La primera, el Estudio de Métodos, se ocupa del modo de hacer un trabajo. La segunda, la medición del trabajo, tiene como meta, averiguar cuánto tiempo se requiere para ejecutarlo.

##### **3.4.1.1.1. Estudio de métodos**

Es el registro de los procedimientos de trabajo y el análisis de los modos de realizar las actividades con el fin de efectuar mejoras.

Los síntomas de un inadecuado procedimiento de trabajo pueden ser:

- Recurrir a un exceso de horas extras laborales.
- Cuellos de botellas en el flujo de materiales
- Excesivo desperdicio de materiales
- Problemas frecuentes con los equipos
- Trabajos que provocan agotamiento físico
- Un programa atrasado



- Mala calidad en la ejecución de los trabajos
- Escasez de recursos
- Costos excesivos

El procedimiento para analizar y reducir los problemas mencionados, con el estudio de métodos es:

**Obtención de los hechos:** Reunir todos los hechos importantes en relación al producto realizado.

**Presentación de los hechos:** Toda la información se registra en orden para su estudio.

**Efectuar análisis:** para decidir la mejor alternativa de producto o servicio. El análisis requiere de un análisis crítico para cada operación.

**Desarrollo del método ideal:** seleccionar el mejor procedimiento para cada operación

**Presentación del método:** a los responsables de su operación y mantenimiento.

**Implantación del método:** considerando todos los detalles del proyecto

**Análisis de trabajo:** para asegurar que los operadores estén adecuadamente capacitados, seleccionados y estimulados.

**Estándares de tiempo:** estos deben ser justos y equitativos.

**Seguimiento del método:** hacer una revisión o examen del método implantado a intervalos regulares.

#### 3.4.1.1.2. Estudio del tiempo (medición del trabajo)

La OIT considera a la **Medición del Trabajo**, como: "La aplicación de técnicas para determinar el tiempo de invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma de ejecución preestablecida"<sup>6</sup>

<sup>6</sup> OIT: Introducción al Estudio del Trabajo. Ginebra, 1983



Entendiendo por **Técnicas**, al uso de distintas herramientas que nos permiten medir el trabajo en sus distintas formas.

**Trabajador Calificado**, es aquel que es capaz de realizar una actividad especializada, la cual refiere tener cierto conocimiento o habilidad.

Sin embargo, en la construcción, las metodologías para el estudio del trabajo no son realizadas sobre las actividades de trabajadores calificados, como maestros o capataces, ya que ellos desarrollan labores de control y supervisión.

Por otro lado, los trabajadores de construcción civil en nuestro país, en gran mayoría no han sido técnicamente capacitados sino que han ido adquiriendo la habilidad y la pericia con los años, con lo cual la definición de "trabajador calificado" no se ajustaría a la realidad de la construcción nacional.

El propósito de la medición del trabajo es averiguar cuánto debe tardarse en realizar el trabajo. Esta información se puede usar para dos objetivos principales:

- Se puede emplear retrospectivamente, para analizar el rendimiento en el pasado.
- En segundo lugar, se puede usar para fijar los objetivos futuros.

La aplicación de la medición de trabajo puede ser útil para:

- La determinación de niveles de mano de obra
- La determinación de niveles de referencia de utilización de maquinaria y rendimiento humano.
- Proporcionar las bases de control de costos fijando niveles de referencia para los objetivos de rendimiento.
- La determinación del método más económico entre las alternativas

## ❖ HERRAMIENTAS

### **ANÁLISIS DEL CICLO DE ACTIVIDADES**

Es el nombre con el que se le conoce al procedimiento de la medición de trabajo, el método intenta cuantificar los factores que intervienen con las condiciones





normales para poder establecer un plazo correcto para el trabajo en estudio, como son: la habilidad del trabajador, el estado de los equipos empleados, entre otros. El procedimiento a seguir para la medición del trabajo es el siguiente:

El trabajo a observar se divide en elementos, para facilitar su posterior análisis.

Contar con herramientas básicas de medición y registro de información en obra, que consisten en un cronómetro, hojas, tablero de estudio, calculadora, cinta métrica.

Hablar con los trabajadores y supervisores para explicarles el objetivo del estudio

Elaborar un croquis de trabajo y anotar detalles generales de las condiciones del clima, condiciones de obra, hora y fecha, acceso al lugar, proximidad de suministros, herramientas y equipos.

#### **3.4.1.2. Muestreo de actividades**

Es una metodología sencilla, económica y bastante precisa, que es utilizado para estimar la eficiencia productiva.

Algunos autores agrupan a las herramientas usadas en la metodología de Muestreo de Actividades, dentro del concepto de Análisis de Operaciones.

Fuster A., Sebastián (2004), señala que el objetivo del Análisis de Operaciones es examinar las formas de hacer el trabajo con el objetivo de desarrollar operaciones o métodos de construcción más simples y efectivos, determinando distribuciones en planta óptimas, seleccionando los equipos de trabajadores y maquinaria más adecuados y balanceando cuadrillas de trabajo para su uso más eficiente.

A continuación se detallarán algunas de las herramientas más usadas:

#### **❖ HERRAMIENTAS**

##### ***MEDICIONES DE NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD***

Es una medición del uso del tiempo durante el desarrollo de los procesos de construcción, separando el trabajo en tres categorías: trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo.



La adecuada medición del Nivel General de Actividad (NGA), requiere de los siguientes pasos:

Definición del alcance de la medición: Actividades a medir, sectores a medir, objetivos de la medición, grado de detalle de la medición, etc.

Antes de iniciar la medición se deben identificar los trabajos que componen las diferentes categorías (TP, TC y TNC).

Observar de manera aleatoria los trabajos que realiza el personal obrero, y registrarlos en un formato clasificándolo de acuerdo a la división del trabajo previamente realizado.

Durante el muestreo se debe considerar las siguientes pautas:

La muestra no debe tener menos de 384 observaciones, pues con éste número se obtiene una confiabilidad del 95%.

Identificar al personal que se incluirá en la medición y a los que se excluirá, como el capataz, por ejemplo.

Las observaciones deben realizarse aleatoriamente.

La observación debe ser instantánea, descartando las acciones inmediatamente precedentes o siguientes.

La observación debe realizarse desde una zona donde no se interrumpa el normal flujo de trabajo.

### **CARTAS BALANCE**

Es una herramienta específica que permite el análisis de una actividad en particular. Permite analizar el método de trabajo usado y a determinar la cantidad de obreros más adecuada para la empresa.

El objetivo de las cartas balance es analizar la eficiencia del método constructivo empleado. No se pretende conseguir que el obrero trabaje más duro, sino en forma más inteligente. Las vías para mejorar la eficiencia del grupo de trabajo son la reasignación de tareas entre sus miembros o la modificación del tamaño del grupo que conforma la cuadrilla, para realizarla se debe tener en cuenta:



- Observar y entender la actividad que se va a muestrear.
- Identificar a cada uno de los integrantes de la cuadrilla.
- Definir y asignar una letra a los TP, TC y TNC
- Registrar minuto a minuto el trabajo de cada obrero según formatos previamente definidos
- Procesar los datos graficando las barras de distribución del uso del tiempo en las diferentes actividades.
- Se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones para la realización de cartas balance.
- Dividir la actividad en tareas simples y representarla por símbolos para su fácil reconocimiento.

Se debe realizar un mínimo de 30 mediciones, registradas a cada minuto. La cuadrilla observada podrá tener un máximo de 8 a 10 integrantes.

Es recomendable que se realice anotaciones de cómo se realizaba el trabajo, con que materiales, herramientas o equipos, que tipo de interrupciones hubieron, cuánto avanzó, etc.

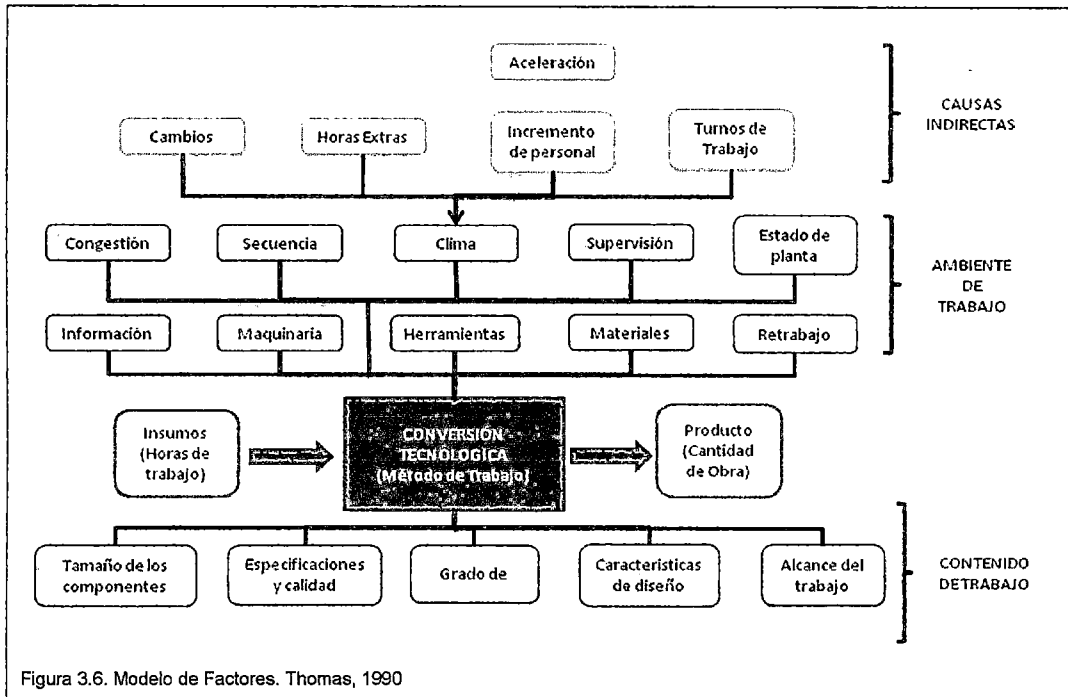
### **3.4.2. MÉTODOS PARA EL CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD**

#### **3.4.2.1. Modelo de factores**

El Método de Factores es una metodología de medición de la productividad propuesta por Randolph Thomas en 1990. Según la cual, en la industria de la construcción, la productividad se ve afectada durante el proceso de conversión, por influencias tanto internas como externas y también por perturbaciones no definidas. Thomas clasifica las influencias en dos categorías:

- Ambiente de trabajo, relacionado con el contexto interno y externo del proyecto.
- Contenido de trabajo, referido al grado de complejidad del trabajo.

La figura 2.1 muestra la representación detallada propuesta por Thomas



Según el esquema, cada factor influyente en la productividad podrá ser cuantificado a través de indicadores. Se realiza a continuación la metodología propuesta por Thomas, la cual se adoptará a las condiciones particulares del proyecto en estudio en el Capítulo III.

## ❖ HERRAMIENTAS

### INFORME PRODUCTIVIDAD (IP)

El IP es un informe que mide la eficiencia con que se ejecutan las actividades que conforman el Proyecto, comparando la eficiencia real con la eficiencia prevista en el Presupuesto.

La eficiencia se expresa como la cantidad de recursos consumidos por cada unidad de trabajo realizado. En función al tipo de recursos controlados, se tienen normalmente dos tipos de informes.

#### - IP de Mano de Obra

Mide la eficiencia de un equipo de trabajadores en el consumo de mano de obra al ejecutar trabajos. Se expresa en horas-hombre.

Para el cálculo se requiere de la siguiente información:



- Los avances y las HH reales.
- El valor de HH acumuladas previstas
- Ratios reales
- **IP de Equipos**

Mide la eficiencia de un pull de equipos como consumo de recurso de equipos al ejecutar trabajos. Si bien la cantidad de recursos consumidos se mide en horas-maquina, la medición del IP se suele realizar en función al costo de las HM consumidas, ya que el pull de equipos alberga distintos modelos y tamaños.

- **IP de Materiales**

Mide la eficiencia de una cuadrilla en el consumo de materiales al realizar trabajos. Se suele elaborar este tipo de IP cuando existe variabilidad en los consumos esperados o cuando existen dificultades para su control y distribución.

- **Toma de acciones correctivas**

Las acciones correctivas que se puedan evaluar están dirigidas en tres etapas bien definidas:

Sobre el Diseño de Procesos, se corrige la actividad predecesora

Sobre el flujo, se corrige las actividades de flujo entre dos procesos continuos

Sobre el proceso, se corrige las actividades de conversión.

### **DESVIACION DE COSTOS**

El fin de este indicador es saber qué tan confiables son los presupuestos en los que se basa la obra. En caso de tener un valor mayor a cero, podemos inferir que se han gastado más recursos de los proyectados, ya sea por que el presupuesto estuvo mal elaborado o porque hubo un desperdicio de recursos.

### **PORCENTAJE DE AVANCE CUMPLIDO**

Este indicador sirve para conocer el grado de confiabilidad para proyectar el tiempo de ejecución de la obra. Como se sabe, tiempo es sinónimo de dinero, por tanto, una obra atrasada es sinónimo de pérdida.



<sup>1</sup>CAPÍTULO IV

## IMPORTANCIA DEL RECURSO HUMANO EN LA CONSTRUCCIÓN

---

<sup>1</sup> La fotografía corresponde a la metodología de trabajo con marchavantis en una zona de derrumbes.



#### 4.1. ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO HUMANO<sup>2</sup>

Menciona Werther[1980] que resulta muy discutible una afirmación que establezca, autoritariamente, que "llegar a la luna ha sido el avance más importante del siglo XX" o que "el campo de la biogenética constituye el área más interesante de la actualidad". En realidad, todos los avances significativos de nuestra época – desde el desarrollo de la aviación y la liberación de la energía atómica, hasta los trasplantes de órganos y el perfeccionamiento de supercomputadoras – muestran una característica común, haber sido producidos por organizaciones.

Se menciona además que el viejo mito del investigador aislado, que avanza increíblemente en el dominio de una ciencia o de una técnica trabajando en la soledad de su laboratorio, se ha derrumbado para siempre. El signo de ésta época es, sin duda, el de la labor grupal.

Toda organización está integrada por personas, y son las personas quienes llevan a cabo los avances, logros y errores. Por lo cual no resulta exagerado afirmar que constituyen el recurso más importante de toda organización y/o proyecto<sup>3</sup>. Por ejemplo, si dentro del proyecto se dispusiera de grandes capitales, equipos modernos y magníficas instalaciones, pero con equipos de trabajo mal dirigidos y desmotivados, el éxito sería imposible.

Pocas naciones podrían ejemplificar tan bien como el Japón la importancia vital de administrar adecuadamente los recursos humanos disponibles. En 1945, la economía japonesa se encontraba destrozada. Dos ciudades importantes habían sido reducidas literalmente a cenizas. La industria del país había experimentado bombardeos aéreos durante cinco años. Se redujo la producción agrícola a niveles de hacía milagrosa la sobrevivencia de los japoneses; la banca, el comercio y las industrias extractivas se encontraban en bancarrota. El grupo de islas que componen el País del Sol Naciente no contiene yacimientos minerales, petróleo, grandes ríos, o un manto de tierra vegetal. Pero el Japón contaba con recursos humanos. Diez años después de la derrota, asombraba al mundo con su recuperación.

Veinte años después sobrepasó a sus antiguos competidores, y solo las dos grandes superpotencias lo aventajaban en producción industrial.

---

<sup>2</sup> Werther, W.; Keith, D. "Administración de Personal y Recursos Humanos".

<sup>3</sup> *Idem*



## 4.2. MOTIVACIÓN Y PRODUCTIVIDAD

La motivación es definida por Serpell [1993] como un impulso psicológico y fisiológico para satisfacer las necesidades propias de una persona, y se manifiesta a través del comportamiento, el que se adecua para obtener los medios de satisfacer dichas necesidades.

Existen muchas teorías que hablan sobre la naturaleza de la motivación en el ser humano. Muchas de estas teorías son comparadas por Shamim [1993], quien inicia dicha comparación considerando a la motivación como un factor significativo en la productividad.

Dentro de las teorías comparadas se incluyen las de Maslow, quien indica que la motivación está basada en necesidades humanas, Herzberg basa la motivación en el enriquecimiento del trabajo y las condiciones laborales, McGregor en las maneras de percibir a las personas, Adams en el tratamiento equitativo, Vroom y Porter-Lawer las basa en expectativas y Skinner en la penalidad o el castigo.

Cada una de ellas sugiere una forma distinta del manejo de la motivación en las organizaciones, a fin de conseguir el máximo de productividad por parte de los trabajadores, las cuales según Shamim [1993] se pueden combinar deseablemente del siguiente modo:

- Confiar en la honestidad, compromiso, responsabilidad, imaginación, creatividad, auto dirección, auto control de los trabajadores.
- Asegurarse que los trabajadores tengan el entrenamiento apropiado y el apoyo de la organización.
- Tratar a los trabajadores bajo condiciones equitativas (en términos de salarios y bonificaciones).
- Premiar y reconocer los desempeños superiores.
- Otorgar condiciones seguras de trabajo para ganar con su compromiso y lealtad.
- Utilizar la penalidad como último recurso, y de aplicarse, no debe ser publicado.

Pero aun queda la interrogante de saber cómo es que afecta la motivación a la productividad. De principio no se sabe si una alta satisfacción en el trabajo entrega una alta productividad o viceversa. Tampoco hay evidencias de que una gran





satisfacción en el trabajo afecte negativamente a la productividad. Sin embargo, la combinación de una alta productividad con una baja satisfacción es una situación difícil de mantener. Serpell [1993]

Por otro lado Serpell [1993] menciona que el esfuerzo gastado por un trabajador es la manifestación física de la motivación, por lo que a mayor motivación, mayor es el esfuerzo aplicado en el trabajo.

Adicionalmente, señala que las determinantes de la productividad de un trabajador en obra, son cuatro:

- **La duración del esfuerzo aplicado por el trabajador:** Es la proporción de tiempo en que el trabajador realiza trabajo productivo, durante un período de tiempo determinado.
- **La intensidad del esfuerzo aplicado por el trabajador:** Es el nivel del esfuerzo aplicado, o el grado en el cual el trabajador hace uso de sus habilidades.
- **La eficiencia con que el esfuerzo del trabajador es combinado con la tecnología y otros recursos:** Grado en el cual el potencial productivo de la tecnología y otros recursos es utilizado por el trabajador.
- **La eficiencia del esfuerzo del trabajador:** Es la cantidad de trabajo de una calidad aceptable, que es producida por el trabajador con su esfuerzo.

Por lo que el aumento de la productividad indica que la motivación tiene una influencia significativa sobre las determinantes de la productividad de un trabajador.

De acuerdo a lo revisado, resulta importante implementar programas motivacionales en los proyectos, para lo cual Serpell [1993] recomienda tomar en cuenta las siguientes medidas:

1. Investigar qué tipo de incentivos tienen valor para los trabajadores.
2. Analizar las diversas necesidades y valores manifestados por el personal, y cómo pueden acomodarse estas diferencias en una solución general.
3. Actuar sobre el desempeño del trabajador en el trabajo.
  - a. Informar al trabajador sobre su desempeño. Reconocimiento de sus logros y comunicación en general.
  - b. Permitirle que sienta responsabilidad por una porción significativa de su trabajo.



- c. Entregarle incentivos que sean bien valorados por el trabajador.
4. Hacer sentir al trabajador, integrado a la empresa e identificado con la obra que está construyendo.
5. Establecer incentivos que estén relacionados con el nivel de desempeño del trabajador o cuadrilla.
6. Aumentar la participación del trabajador en diferentes actividades y decisiones que los afectan.
7. Mantener una actitud positiva y preocupada en relación a la motivación del personal en obra.
8. Administrar eficientemente la obra, otorgando al trabajador todo lo que necesita para ejecutar su trabajo.

Un ejemplo y antecedente a considerar sobre la importancia de la motivación en la construcción y la productividad es el estudio realizado por Serpell [1993], en la cual se consultó a 849 trabajadores sobre aspectos más relevantes del trabajo en obra para ellos, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 4.1. Aspectos de importancia para los trabajadores. Serpell [1993]

Orden de importancia	DESCRIPCIÓN
1	Tener un trabajo estable
2	Tener oportunidades de especializarse y aprender más
3	Tener jefes abiertos que apoyen a sus trabajadores
4	Tener buenas condiciones de trabajo y seguridad
5	Tener jefes que organicen bien el trabajo
6	Tener responsabilidad en el trabajo
7	Poder opinar y participar en las decisiones que afecten su trabajo
8	Tener información sobre lo que sucede en la obra
9	Sentirse con la "camiseta puesta" en la obra en la cual trabajan
10	Tener exigencias para trabajar más y mejor en menos tiempo

### 4.3. SISTEMA DE INCENTIVOS

Los incentivos son mecanismos adecuados para inducir a los empleados a alcanzar los niveles de eficiencia óptimos, es mediante la implementación de un sistema de incentivos laborales mediante el cual el trabajador mejorará su situación económica dentro de la empresa logrando al mismo tiempo un incremento de la eficiencia global de la mano de obra.



Existen cuatro clasificaciones genéricas de los incentivos:

- **POSITIVOS:** El sistema se basa en un plan de recompensas por mejoras en el desempeño.
- **NEGATIVOS:** El sistema se basa en un plan de multas y castigos por malos desempeños con relación a un nivel esperado.
- **DIRECTOS:** Conocidos también como beneficios pecuniarios, son pagos proporcionales a los niveles incrementales de producción.
- **INDIRECTOS:** Llamados también beneficios no pecuniarios, son aquellos que no están estipulados en términos monetarios entre los cuales tenemos, por ejemplo: vacaciones, promociones, estímulos morales, etc.

En general, los incentivos monetarios son los más importantes y efectivos, para lo cual lo más importante es poder medir. La medida mas usada es el tiempo, para lo cual es recomendable establecer tiempos normales a través de estudios de tiempos, que sirvan como base para el pago de incentivos.

Los típicos estilos de conceder incentivos por desempeños superiores son: Unidades producidas, Ahorros logrados, Reducción de desperdicios, Reducción de reprocesos, Comisiones por ventas, etc.

Estableciendo lo siguiente:

- E: Ingresos totales por periodo
- R: Salario horario
- H: Horas reales trabajadas
- s: Tiempo normal por unidad
- N: Número de piezas o unidades producidas
- S: Total de horas normales concedidas = sN
- P: Precio por unidad
- F: Factor de participación de la mano de obra en el incentivo

PARÁMETRO	Participación de obreros	Formula de incentivo
Productividad	F%	$E=RH+R(sN-H)F$
Unidades producidas		$P=Rs$
Ahorro de tiempo		$E=RH[1+(S-H)/S]$

#### 4.4. LIMITACIONES FISIOLÓGICAS

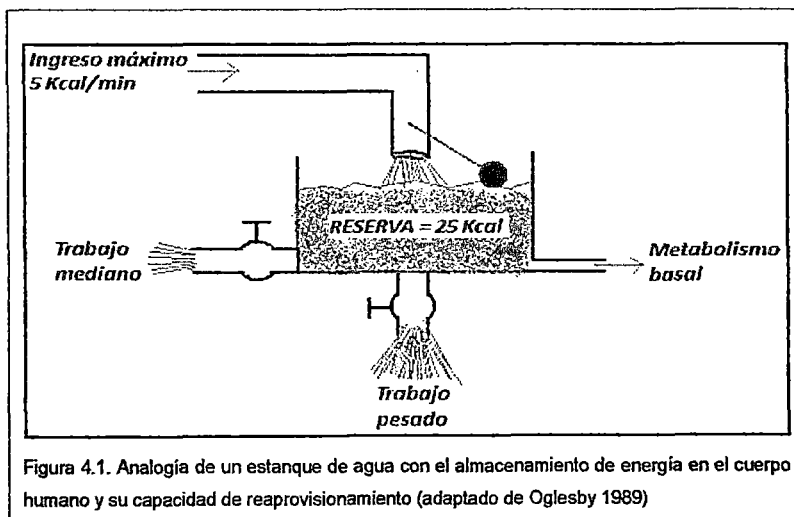
El reconocimiento de lo que una persona es y no es capaz de hacer físicamente, permitirá un trabajo más efectivo y una optimización del esfuerzo productivo.

Dentro de las limitaciones del recurso humano se tienen: limitaciones de energía, la fatiga tanto física como mental.

##### 4.4.1. LIMITACIONES DE ENERGÍA

Esta limitación está ligada a la capacidad de los seres humanos para transformar los alimentos en energía. Según Oglesby, un hombre adulto tiene la capacidad de conversión de energía de 5 Kcal/min y una capacidad de almacenamiento de 25 Kcal. La mantención de los procesos de la vida requiere de 1 Kcal/min disponibles para el trabajo.

Si un hombre requiere gastar más de 4 Kcal/min, empieza a utilizar energía de la reserva y, al agotarse ésta, es necesario un descanso. Serpell [1993]





#### 4.4.2. FATIGA FÍSICA

La fatiga puede ser una condición a corto plazo causada por un sobre-esfuerzo o una condición a largo plazo causada por un esfuerzo general superior al nivel que el cuerpo puede tolerar manteniendo aun un equilibrio de energía. Una condición de fatiga provoca una marcada disminución en la atención o vigilancia, lo que se refleja directamente en los promedios de accidente.

Algunos estudios indican que las tasas de accidentes tienden a aumentar cuando baja el nivel de producción, ambos efectos presumiblemente como resultado de un aumento en el nivel de cansancio.

#### 4.4.3. FATIGA MENTAL Y ABURRIMIENTO

En trabajos de naturaleza repetitiva y que requieren un alto grado de atención, alerta y vigilancia, se ha encontrado que hay un decaimiento después de 60 a 75 minutos. Serpell [1993]

Por lo tanto es altamente recomendable planificar descansos periódicos para los trabajadores en este tipo de situaciones. Un caso propio de la construcción en que este problema puede ser importante es el del operador de equipos tales como una grúa.

#### 4.5. CONDICIONES AMBIENTALES EN EL TRABAJO

Las condiciones ambientales del lugar de ejecución de la obra, pueden tener un efecto adverso en la comodidad, productividad, seguridad y salud de los trabajadores. La magnitud de este efecto depende de la magnitud de la aberración ambiental.

Serpell [1993] indica que los principales riesgos para la salud, derivan de los siguientes factores ambientales:

- El polvo
- El calor
- El ruido

##### 4.5.1. EL POLVO

Es una de las mayores causas de incapacidad en los trabajos de la construcción, debido al daño paulatino que provoca la creciente acumulación de polvo en los

pulmones. En proyectos de obras subterráneas en particular, el inadecuado sistema de ventilación puede provocar la acumulación de gases tóxicos producto de las voladuras y del tránsito de vehículos.

Adicionalmente, existen partículas minerales en suspensión que causan problemas pulmonares a largo plazo como la silicosis.



Foto 4.1. Polvo de cemento durante la aplicación de shotcrete. PMO3

#### 4.5.2. EL CALOR

Cuando se realizan trabajos en ambientes de alta temperatura, se deben tomar algunas precauciones:

- Mantener una observación permanente de las condiciones del personal, y establecer descansos periódicos.
- Preocuparse de que los trabajadores reemplacen el agua y la sal perdidas a través de la transpiración para evitar la deshidratación.
- Proteger a los trabajadores de la radiación directa del sol en trabajos del aire libre.

#### 4.5.3. EL RUIDO

El ruido puede causar un daño irreparable en el sistema auditivo de las personas. Además, normalmente produce la reducción de la capacidad del trabajo del hombre.

Esto debido a que los ruidos producen fatiga auditiva o acústica en las personas, la que tiene un efecto similar al de la fatiga física y trae consigo efectos tales como falta de atención, irritabilidad y propensión a accidentes.



Obra : Profundización de Mina Orcopampa III

### REPORTE DEL MONITOREO CALIDAD DE AIRE - MEDICION DE GASES

Nivel	Fecha	CO (ppm)	O2 (%)	Vel. (m/seg)	T°.Nor(°C)	T°. Ef (°C)	Hum. (%)
3390	19/12/2009	19.0	20.9	0.0	31.2	30.0	81.1
	21/12/2009	8.0	20.4	0.0	30.7	30.0	90.1
	22/12/2009	49.0	20.5	0.1	31.8	29.0	80.6
<b>Promedio 3390</b>		<b>25.3</b>	<b>20.6</b>	<b>0.0</b>	<b>31.2</b>	<b>29.7</b>	<b>83.9</b>
3340	07/12/2009	13.3	19.8	0.1	30.2	28.0	76.9
	08/12/2009	10.0	20.8	0.0	30.0	28.0	75.8
	09/12/2009	11.3	20.9	0.0	30.8	28.3	78.8
	11/12/2009	11.3	20.9	0.0	30.8	28.3	78.8
	14/12/2009	7.0	21.2	0.4	30.4	26.0	80.4
	15/12/2009	20.5	20.4	0.3	32.9	28.5	71.9
	17/12/2009	10.8	20.9	0.6	31.5	28.0	82.4
	18/12/2009	22.3	21.3	0.3	32.0	29.0	83.2
	19/12/2009	21.5	21.1	0.1	32.0	29.5	80.6
	21/12/2009	16.0	20.1	1.0	31.9	28.0	85.1
	22/12/2009	41.0	20.8	0.5	30.6	28.5	82.7
	23/12/2009	8.0	20.9	0.0	30.8	29.0	81.3
	28/12/2009	24.6	21.3	0.2	31.5	28.5	66.1
	29/12/2009	40.0	19.8	0.0	33.1	29.5	69.7
05/01/2010	14.7	20.0	0.0	31.5	28.0	67.4	
<b>Promedio 3340</b>		<b>18.2</b>	<b>20.7</b>	<b>0.2</b>	<b>31.3</b>	<b>28.3</b>	<b>77.4</b>
3290	14/12/2009	5.7	21.1	0.8	30.4	25.0	64.8
	15/12/2009	8.7	21.1	0.8	30.4	25.3	62.6
	17/12/2009	17.1	21.5	0.8	32.6	29.0	80.4
	18/12/2009	14.1	21.0	0.6	32.4	29.3	78.0
	19/12/2009	27.2	20.9	0.4	33.1	29.4	74.1
	21/12/2009	12.5	20.3	0.5	34.1	30.5	86.9
	22/12/2009	13.0	20.9	0.4	33.6	29.5	71.5
	23/12/2009	12.8	20.9	0.4	33.1	29.5	75.7
	29/12/2009	11.7	21.0	0.5	33.0	29.3	71.4
	05/01/2010	11.0	21.1	0.8	32.6	28.0	63.6
06/01/2010	8.7	21.1	0.8	30.4	25.0	64.8	
<b>Promedio 3290</b>		<b>12.9</b>	<b>21.0</b>	<b>0.6</b>	<b>32.3</b>	<b>28.2</b>	<b>72.2</b>
3230	07/12/2009	8.0	19.7	0.5	32.2	29.0	81.2
	08/12/2009	12.5	20.4	1.3	33.0	28.0	70.0
	09/12/2009	6.0	20.9	0.7	32.0	29.0	82.0
	11/12/2009	6.0	20.9	0.7	32.0	29.0	82.0
	16/12/2009	10.5	20.4	0.5	34.3	31.4	81.4
	17/12/2009	17.0	20.6	0.7	34.2	31.0	83.8
	18/12/2009	18.8	20.7	0.9	34.1	29.5	74.6
<b>Promedio 3230</b>		<b>11.3</b>	<b>20.5</b>	<b>0.8</b>	<b>33.1</b>	<b>29.6</b>	<b>79.3</b>
<b>Limite Permisible</b>		<b>25</b>	<b>19.5</b>		<b>30</b>	<b>30</b>	



## 4.6. COMUNICACIÓN ENTRE TRABAJADORES

### 4.6.1. LA COMUNICACIÓN

La comunicación es "el proceso de intercambio efectivo y entendimiento entre dos o más personas" (Flippo y Munsinger 1975). En otras palabras, es simplemente el envío y recepción de información entre miembros de un equipo. Sin embargo, en realidad es un "proceso complejo" bajo la percepción de varios autores (Sigband y Bell 1989).

Un análisis de la representación grafica de la comunicación revela un conjunto común de partes. Dichas partes (Figura4.2), representan una adaptación del "modelo de comunicación interpersonal", descrito por varios autores.

#### ✓ *El emisor*

Quien origina la comunicación. Él es quien conoce mejor que nadie la idea y debe codificarla dentro de un mensaje para que sea enviado.

#### ✓ *El receptor*

La comprensión del mensaje por parte del receptor depende de un gran número de factores, incluyendo:

- Que tanto conoce él del tema, "receptibilidad del mensaje".
- La relación y confianza que existe entre el emisor y receptor
- La percepción del receptor acerca del mensaje que está recibiendo

#### ✓ *El mensaje*

El mensaje es la idea codificada que es transmitida y puede ser verbal o no verbal

#### ✓ *Canal*

Es el medio a través del cual puede fluir el mensaje. Puede ser formal, siguiendo líneas de mando, o informal con cualquier estructura virtual.

Los canales formales usualmente fluctúan de arriba hacia abajo y normalmente son directos (Sigband y Bell 1989). Ellos transmiten programaciones, memos, ordenes, etc. Estos canales también pueden ser usados para conservar información de alta dirección; progreso de proyectos y data de costos pasados.





Si una información no es transmitida a través de canales formales, éste seguramente tomara lugar por medio informales” (Sigband y Bell 1989). Estos canales informales, son usados cuando los canales formales fallan para satisfacer los requerimientos de comunicación individuales (Sigband y Bell 1989). Los canales informales de comunicación son usualmente menos efectivos, debido a que raramente existe presión para comunicarse en esta dirección. Sin embargo, estos canales llevan muchos mensajes de vital importancia para el éxito del proyecto.

### ✓ **Barreras y filtros de comunicación**

Las barreras y filtros de comunicación son aspectos que limitan el adecuado flujo de información a ser transmitido (Flippo y Munsinger 1975). Ellos pueden estar relacionados a problemas interpersonales como el prejuicio o también ser debido a educación deficiente o pobre entrenamiento. Las tácticas de comunicación bajo redacción y escritura básica, usualmente son enseñadas en la educación secundaria.

El lenguaje es normalmente “la barrera más común para la efectiva comunicación” (Sigband y Bell 1989).

Las características del proyecto como la estructura organizacional, tamaño y localización también influyen en la efectividad de la comunicación. Una estructura organizacional débil resulta en una inadecuada representación de los involucrados del proyecto contribuyendo a una falta de información esencial. Muchos niveles de organización pueden igualmente ser perjudiciales ya que el número de filtros de organización crece con los niveles de organización (Flippo and Munsinger 1975).

El resultado de un estudio provisto en la Tabla 4.2, muestra claramente éste impacto (Gibson y Hodgetts 1990). Los trabajadores de niveles inferiores de la organización han mostrado recibir tan solo el 20% de la información diseminada. Aunque en niveles superiores, vice presidentes, segundos en la cadena, reciben el 63%. Los canales pueden sobrecargarse de muchos niveles de organización y, sin un adecuado control, contribuir a fallas del sistema de comunicación,

Excesivos canales largos, a veces causados por localizaciones remotas del proyecto, frenan el flujo de comunicación.

Barreras y filtros impiden o alteran el flujo de comunicación existente para algunos grados en todo el sistema de comunicación.

### ✓ Retroalimentación

La respuesta al mensaje por parte del receptor provee una retroalimentación para el emisor. Este puede ser verbal o no verbal, pero es esencial para la correcta finalización del proceso de comunicación. Sin retroalimentación, el emisor no sabe si el mensaje fue recibido y entendido.

Durante el ciclo de vida del proyecto, así como miembros se unen o dejan el proyecto, nuevos canales son creados y borrados. Tanto como participantes son entrenados o ganan experiencia, barreras son eliminadas y filtros son desarrollados. La efectividad de la comunicación depende no solamente del intercambio entre participantes, sino también del entendimiento entre ellos.

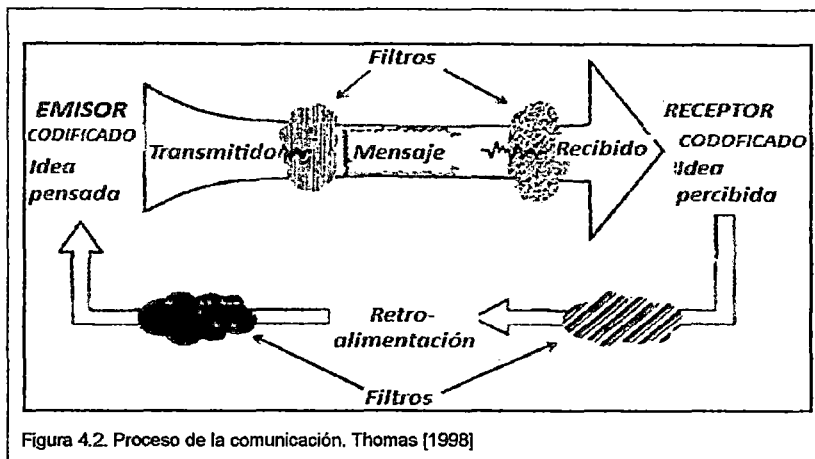


Tabla 4.2. Impacto de los niveles de organización. Thomas [1998]

NIVEL	% de información recibida
Junta Directiva	0
Vicepresidente	63
Supervisor General	56
Jefe de Planta	40
Capataz	30
Obreros	20

#### 4.6.2. EFECTO DE LA COMUNICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

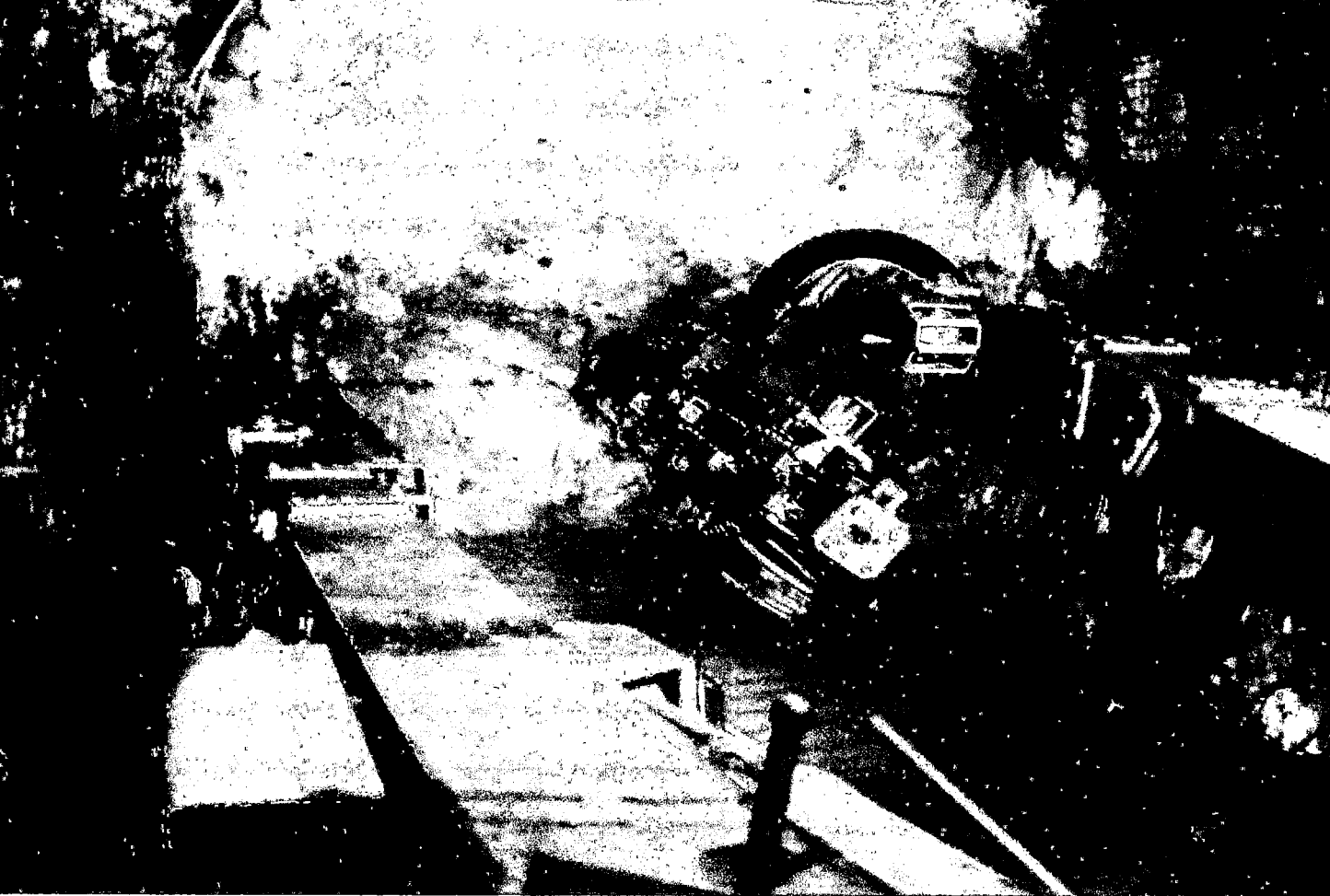
Thamhain y Wilemon (1986), en un estudio de organizaciones de ingeniería, mencionó a la "comunicación efectiva entre grupos de trabajo" como el tercer mas incidente factor que contribuye a proyectos exitosos. Adicionalmente el análisis de Thamhain concluyo que los 30 mayores problemas que contribuyen a una pobre eficiencia de



proyectos podría ser clasificado usando las siguientes cinco categorías (Thamhain 1992):

- Problemas con la organización del equipo de proyecto.
- Deficiente liderazgo del proyecto
- Problemas de comunicación
- Conflictos y confusión
- Involucramiento deficiente de la alta dirección

A pesar de que los problemas de comunicación están listados como la tercera categoría, todas las cinco categorías involucran a la comunicación de alguna manera. Por ejemplo, la clara organización del equipo de proyecto requiere de una efectiva comunicación, y los conflictos y confusiones son resultado de una pobre o deficiente comunicación.



CAPÍTULO V<sup>1</sup>  
**ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD  
DEL PROYECTO**

---

<sup>1</sup> La fotografía corresponde a un equipo jumbo de Sandvik, modelo Axera, perforando el frente de trabajo.



## 5.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Se debe recordar que el objetivo general del presente estudio es mejorar la productividad de la actividad de sostenimiento en las obras subterráneas mineras del proyecto "Profundización Mina Orcopampa III". Para lo cual se han planteado los siguientes objetivos particulares:

- Analizar el estado del nivel de productividad de las operaciones relacionadas con la actividad de sostenimiento de la excavación de obras subterráneas mineras.
- Evaluar alternativas de mejora
- Implementar la o las estrategias de mejoramiento seleccionadas

## 5.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Enfocado en el estudio de la actividad de sostenimiento, los principales problemas identificados se pueden resumir del siguiente modo:

Los materiales usados en el frente de trabajo son manipulados de distinto modo los las cuadrillas de día y de noche, con lo que se generan movimientos de materiales no reportados, falta de materiales, reparto de materiales entre mas de un frente. Lo cual no es controlado y provoca incertidumbre acerca de la cantidad de materiales utilizados realmente.

La maquinaria repartida al interior de la mina genera contaminación de los frentes de trabajo, además lo operarios realizan maniobras forzadas durante las actividades de limpieza y plataformado, con lo que se acelera el desgaste de los neumáticos. Por otro lado las fallas mecánicas menores no son reportadas, y si a esto de agrega que no se cumplen efectivamente los programas de mantenimiento, el resultado que se genera es la paralización de maquinaria no planificada, acarreando retrasos en los frentes de trabajo.

La metodología de trabajo y las condiciones de frente multiple al interior de la mina no contemplan supervisión constante de los trabajos, por lo que existen problemas de comunicación y falta de medidas correctivas a partir de los controles de trabajo que se tienen en los frentes de trabajo. Además, a menudo



se trabajo en condiciones de temperatura y gases peligrosas, provocando afecciones a la salud de los trabajadores.

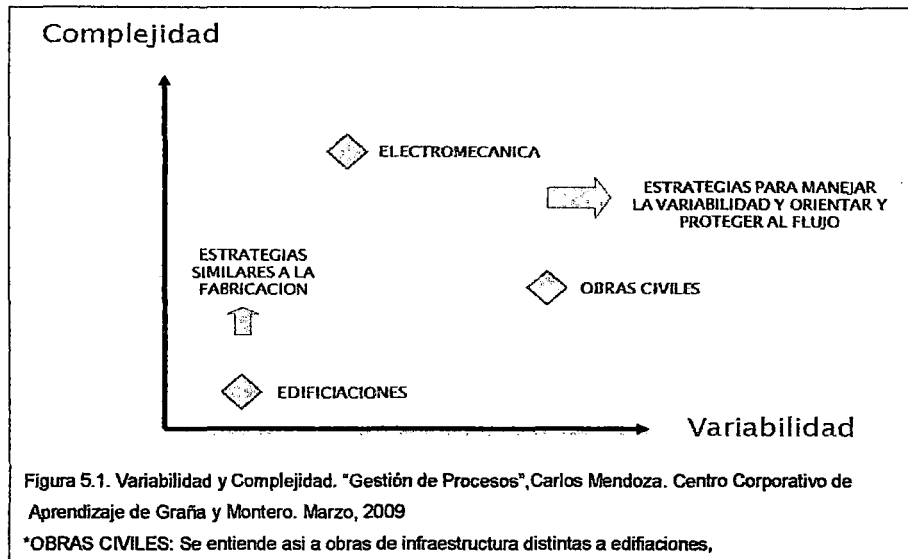
### 5.3. METODOLOGIA DE ESTUDIO

La metodología de estudio adoptada se encuentra fundamentada en lo visto en el Capítulo 3, en la cual se realizará una descripción de las distintas herramientas existentes tanto para la identificación preliminar de problemas, como para el control y evaluación de la productividad.

Las herramientas usadas en ésta sección se pueden resumir de la siguiente manera:

- Para la identificación global de los procesos interrelacionadas dentro de la actividad de sostenimiento de obras subterráneas mineras, se hace uso del Mapa de Procesos
- Para la identificación preliminar de factores que afectan la productividad se utiliza la metodología del Focus Group.
- Para el Control de Productividad se utiliza el Método de Factores, la cual permite realizar un control en base a indicadores tanto globales, como particulares.
- Para la Evaluación de Productividad se hace una combinación del Estudio del Trabajo y el Muestreo de Actividades, a fin de tener un análisis más compacto y preciso.

Se debe tener en cuenta que tanto la variabilidad y la complejidad de las obras civiles son de mayor magnitud que en el caso de edificaciones (Figura 5.1), donde las estrategias de mejora productiva industriales pueden ser mejor adaptadas.



#### 5.4. MAPA DE PROCESOS

El mapa de procesos impulsa a la organización a poseer una visión más allá de sus límites geográficos y funcionales, mostrando cómo sus actividades están relacionadas con los clientes externos, proveedores y grupos de interés

La Figura 5.2., muestra el Mapa de Proceso del sostenimiento. En las cuales se puede ver la interrelación entre los procesos productivos, procesos de gestión y procesos de apoyo.

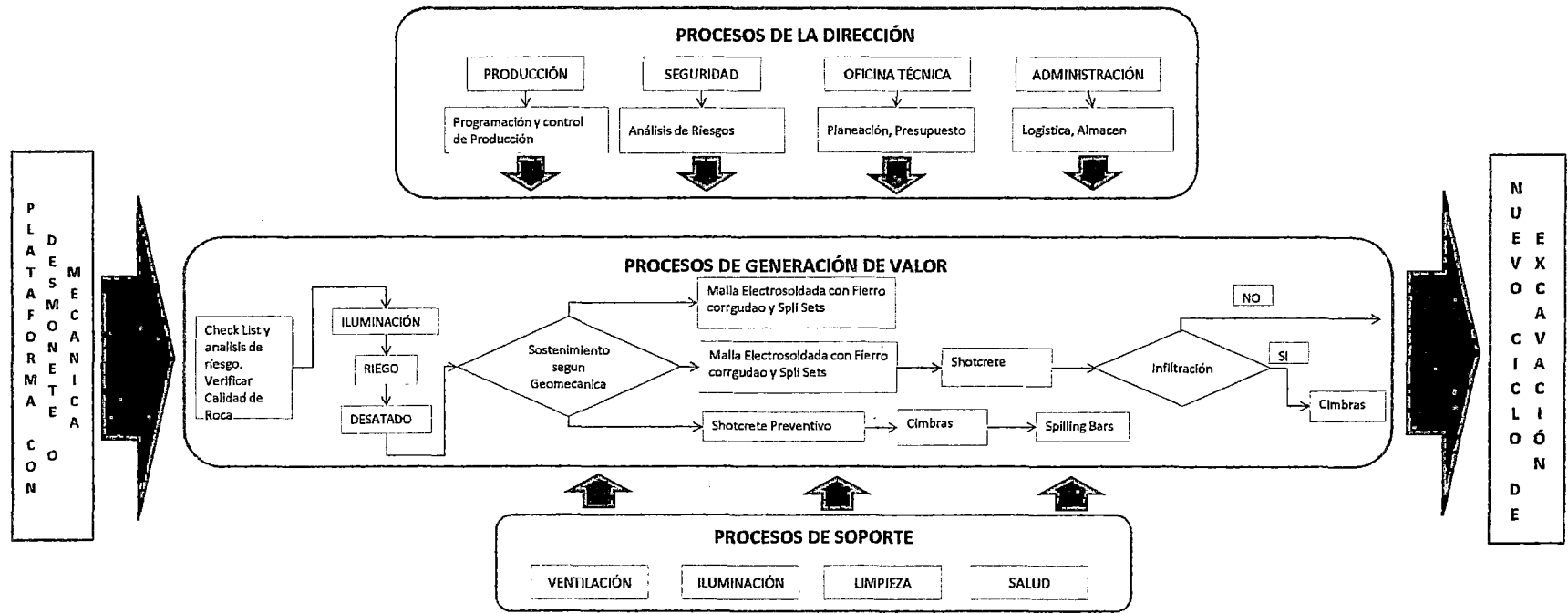
Partiendo del mapa de procesos mostrado, se puede apreciar que las mejoras productivas no solamente podrían estar orientadas en los Procesos de Generación de Valor, sino también existen potenciales oportunidades de mejora en los Procesos de Gestión o Dirección y los Procesos de Soporte.

Según las metodologías de evaluación y control vistas en el tercer capítulo, en el presente estudio se hará un uso combinado de ellas afin de tener un análisis más detallado y profundo.

#### 5.5. APLICACIÓN DEL GRUPO DE ENFOQUE

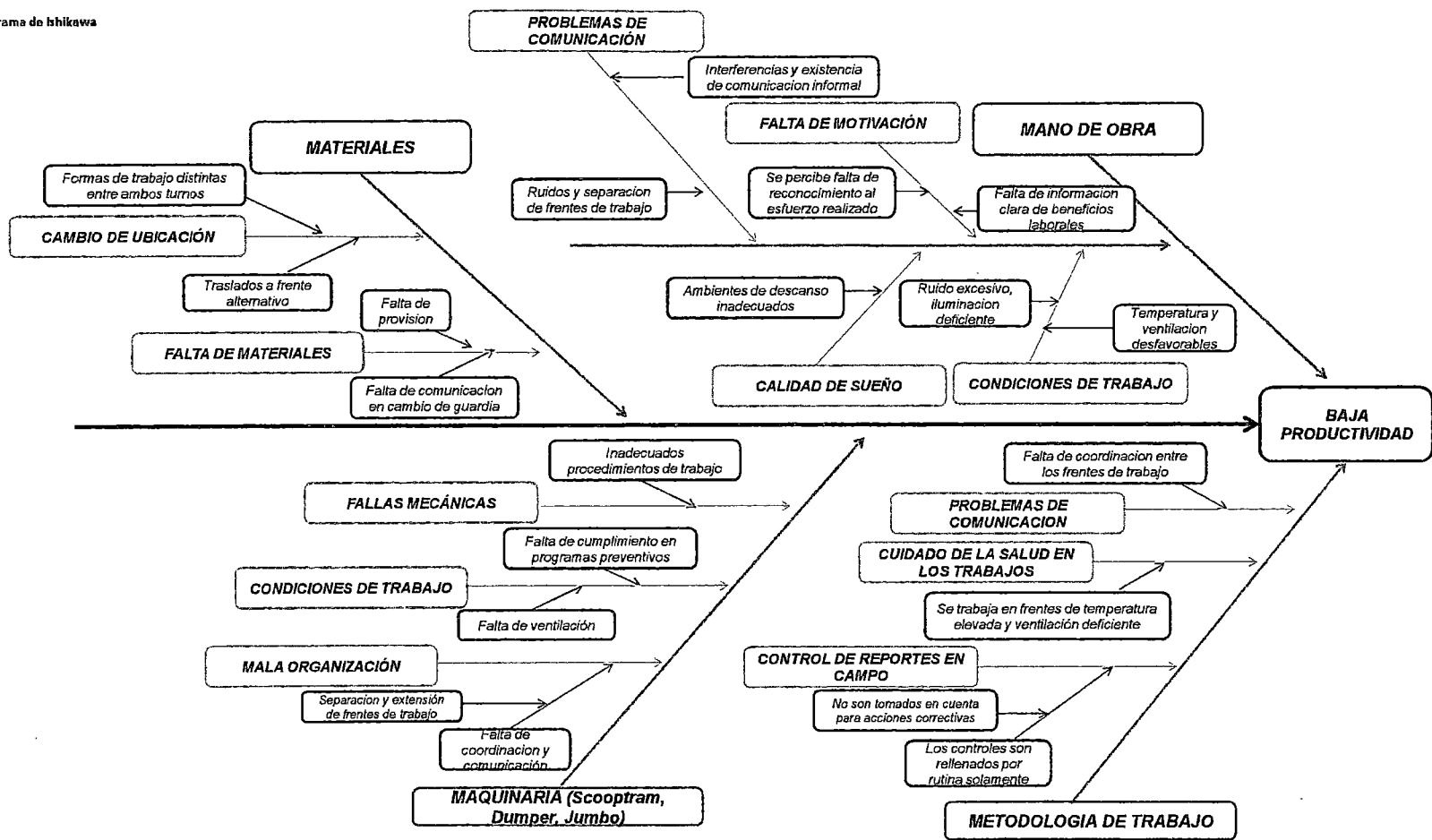
La Figura 5.3., en la que se presenta un diagrama de Ishikawa, resume los resultados conseguidos con la aplicación de la dinámica focus group.

Fig. 5.2. Mapa de Procesos de la Actividad de Sostenimiento



"Propuesta de Mejora de la Productividad en la Colocación de Sostenimiento de Obras Subterráneas: Mina Chipmó-Orcopampa-Arequipa"  
Vila Común, Alfredo







**BASE DE DATOS - FOCUS GROUP**

Nro Prgta	Recurso	Proceso	Factor Especifico	Importancia Soste.	Detalle
1	MAQ				Existen fallas mecánicas menores que tardan en atenderse y dejan poco tiempo para realizar el ciclo
1	ME				Los informes sobre problemas que los trabajadores hacen saber a los supervisores, se perciben como no atendidos
1	MAT				No existe la disposición necesaria de materiales en el frente de trabajo
1	ME				Se percibe que hay falta de personal en el frente (sin embargo la cantidad de personal parece ser adecuada)
1	MAQ				Los trabajadores tienen el ánimo y las ganas de completar el ciclo de trabajo, pero siente que existe demasiada dependencia de materiales y equipos que impiden a veces conseguirlo.
1	ME				La disposición en planta de la preparación de shotcrete es inadecuada, ya que causa dependencia de maquinaria para arrimar la arena a la zona de mezclado.
1	MAQ				Los trabajadores rellenan reportes de incidentes en obra pero perciben que no son tomados en cuenta, ni se solucionan
1	ME				Los trabajadores perciben que lo se menciona en los cambios de guardia difieren de lo que se encuentra en los frentes realmente, se percibe que no existe adecuada comunicación entre frentes sucesivos
1	MO				Se percibe que la forma de trabajo de una guardia y otra son distintas en un mismo frente, lo cual causa cambios de ubicación de materiales
1	MAQ				Se percibe que la disposición de equipos es un factor que afecta el trabajo continuo y productivo
1	ME				Los inconvenientes que suceden en obra son comunicados al capataz o supervisor pero se percibe que la información es mal recibida y a veces no tomada en cuenta
1	ME				Se percibe que el flujo de comunicación entre trabajadores y supervisores posee inconvenientes
1	ME				Se percibe que no funcionan los programas de mantenimiento preventivo en equipos
1	MAT				Algunos materiales son reutilizados en los trabajos, lo cual causa inseguridad y retraso
1	MAT				El grupo percibe que los materiales son los recursos mas perjudiciales para la productividad
1	ME				Perciben que si no hay material en el frente no pueden hacer nada, (a pesar de que se tienen frentes alternativos)
1	ME				Se percibe que existe mala provision de materiales pro falta de comunicación
1	ME				Falta de coordinacion en supervision
1	ME				No se tienen procedimientos de trabajo en frentes problema (zona de derrumbes)
1	MO				Se tiene un objetivo obsesivo por sacar el disparo en el ciclo de trabajo
1	AMB				El ambiente y las condiciones de trabajo, ventilacion, temperatura y gases, son perjudiciales para el trabajo productivo
1	ME				Se tiene la percepcion de que no hay un afan por velar por el bienestar del trabajador a pesar de que eso manda la política
1	ME				Los trabajos de mantenimiento de via no son adecuadamente programados ya que se tiene poco avance y mucha interrupcion por el transito de equipos
1	ME				Se percibe de que los reportes rellenos tanto por trabajadores como por supervisores, son solo formalidades y no se analizan para realizar mejoras
1	MAT				La provision de madera perjudica algunas labores ya que no se tiene adecuada provision
1	MAQ				Algunos equipos, como las perforadoras manuales estan gastadas y no funcionan adecuadamente
1	AMB				Existen problemas con la ventilacion al interior de mina
1	MAQ				No existe ningun equipo destinado a realizar trabajos de mantenimiento de via
1	ME				Los trabajadores perciben que su capacidad y experiencia es superior al de otras empresas pero no son adecuadamente recompensados. Existe desmotivacion
2	AMB	VENT			La ventilacion es el mayor problema existente
2	AMB	VENT			Se percibe que algunos proyectos de ventilacion necesarios no se ejecutan sino hasta que lleguen a limites de riesgo e incomodidad en el frente de trabajo
2	ME	SH			El polvo generado en la preparacion y lanzamiento de shotcrete es perjudicial para la salud de los trabajadores
2	AMB	VENT			Existen problemas de dolores de cabeza, cansancio y fatiga por falta de ventilacion
2	AMB	VENT			El funcionamiento de los equipos se ve perjudicado por la falta de ventilacion
2		DESAT			Se considera el desatado como un proceso muy importante para resguardar la salud e integridad de los trabajadores
2	AMB	VENT			El grupo menciona que la ventilacion es el proceso mas importante dentro del ciclo de trabajo
2	AMB	VENT			La temperatura elevada perjudica el trabajo productivo
2	MAT	VENT			Existen problemas con los respiradores ya que no cubren toda la cara
2	ME				Problemas menores de salud no son informados por temor a recibir dementos y no conseguir ascensos y/o reconocimientos
2	ME	VENT			Las condiciones de temperatura y ventilacion son monitoreadas a diario pero a pesar de las condiciones inadecuadas no se toman acciones correctivas
2	ME				Los trabajadores realizan incidentes sobre problemas en el trabajo pero la falta de atencion a estas desalienta el que se sigan rellenando
2	AMB	SOST			Existen problemas de falta de presion de agua
2	ME				La solucion a inconvenientes en el trabajo toma mucho tiempo por parte de supervisores y/o mecanicos
2	AMB	SOST			La presion de agua es deficiente en chimeneas
2	AMB	SOST			La falta de presion de agua retarda trabajos en los frentes ya que las llaves de cierran para atender la necesidad de otros frentes
2	ME	SOST			La metodología de trabajo en rocas matas sufre variantes y alarga el ciclo de trabajo
2	ME				Con el equivocado objetivo de lograr mayor avance, en algunos frentes se perforan y vuelan grandes longitudes, afectando y sobreexcavando los bores. Provocando que se tome mas tiempo en realizar el desatado de rocas
2	ME	VOL			Se percibe falta de compañerismo entre los frentes
2	MO				Existe resentimiento y queja por el trato de algunos capataces
2	MO				Existe una competencia desmedida entre los capataces para lograr mayores avances
2	MO				La exigencia de avance no analizada por parte de capataces y supervisores desmotiva a los trabajadores
2	MO				No se percibe imagen de liderazgo en algunos capataces
2	MO				Existe resentimiento y queja por el trato de algunos capataces
3					Se percibe mayor rendimiento en el turno dia
3					No se tiene calidad de sueño cuando se duerme de dia y se trabaja de noche



Nro Prgta	Recurso	Proceso	Factor Especifico	Importancia Soste.	Detalle
3					El cuerpo esta acostumbrado a una rutina, trabajar de dia y dormir de noche, el cambio de éste afecta su rendimiento
3					No existe variacion en las condiciones de trabajo de los frentes, ya que se puede decir que en el interior siempre se esta de noche (a oscuras)
3					Falta calidad de sueño durante el día
3					Se tienen menos gastos trabajando de noche
3					Hay menos presión de los supervisores en el turno noche
3					A pesar de no tener una intensa supervisión, se rezan adecuados trabajos de noche, debido a que los trabajadores se sienten mas relajados
3					Hay mayor tensión en el trabajo de día
3					De noche existe el problema del frío en los trabajos de superficie
3					De día existen mayores ruidos molestos
3					Se siente mayor esfuerzo en los trabajos de noche
4	ME		POLVO		La generación de polvo en el shotorete perjudica la salud de los trabajadores
4	ME		COMUNICACION		Existe mala coordinación entre los supervisores
4	AMB		RUIDO		El exceso de ruido perjudica la comunicación entre los trabajadores
4	AMB		RUIDO		El exceso de ruido perjudica el desatado, pues para esta actividad es imprescindible escuchar el sonido de la roca
4	MO		SUPERVISION		Se tiene sensación de que los supervisores de parte del cliente son mas amables con los trabajadores
4	AMB		VENTILACION		Problemas de ventilacion en frentes
4	ME		EQUIPOS		Se percibe un transito de equipos desordenado
4	MAT		LENTES		Las condiciones de ventilacion, temperatura, empañan los lentes, perjudicando la vision de los trabajadores
5				SEGURIDAD	
5				COMODIDAD	
5				CONFIANZA	
5				AVANCE	
5				RENDIMIENTO	
5				PROTECCION	
5				SALUD	
5				CALIDAD	
5				PREVENCION	



Foto 5.1. Dinámica grupal "Focus Group" en PMO3. Fuente Propia

### 5.5.1. OBJETIVO

El objetivo central del grupo de enfoque es conocer, desde la percepción de los obreros, los factores que afectan su desempeño productivo en el trabajo.

### 5.5.2. PARTICIPANTES

Se tomaron en cuenta dos variables para la selección de los participantes de la dinámica grupal:

- Categoría: Peón, Oficial
- Turno de Trabajo: Día, Noche

Por lo tanto se tuvieron 4 grupos, cada uno conformado por 8 participantes:

GRUPO	CARGO	TURNO
1	Peones	Día
2	Peones	Noche
3	Oficiales	Día
4	Oficiales	Noche





Para el rol de moderador de las dinámicas grupales se contó con la participación de personal del Área de Psicología del proyecto, a fin de que fuera una personal neutral respecto a las actividades productivas de la obra.

### 5.5.3. PREGUNTAS

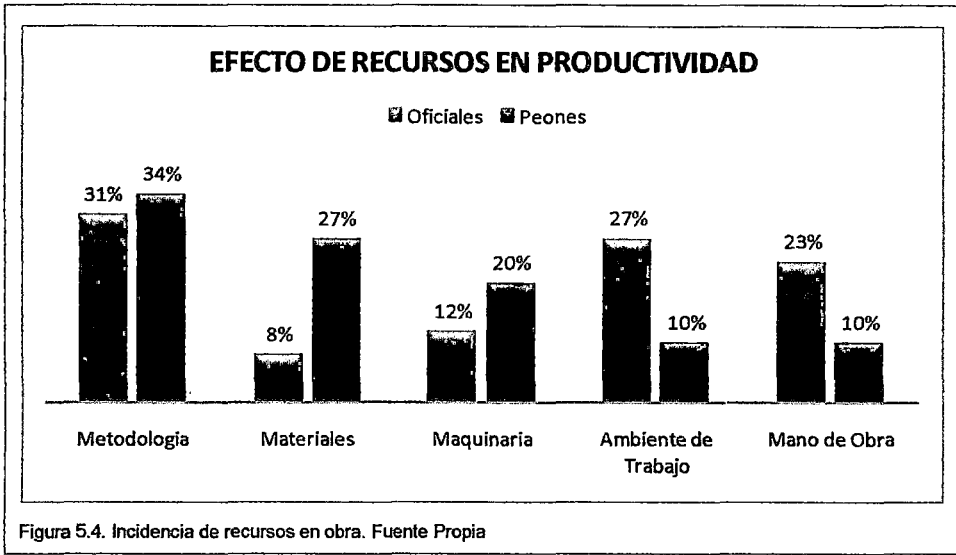
El debate se llevo a cabo entorno a cinco preguntas. Se hace una breve descripción de la justificación de cada una de ellas:

- **Recursos:** para conocer la importancia de cada tipo de recursos en los trabajos de excavaciones subterráneas mineras.
- **Ciclo de trabajo:** Dentro del ciclo de excavación de obras subterráneas, cada etapa tiene características y problemas diferentes, por lo cual es importante identificarlas.
- **Turno de trabajo:** La realización de proyectos en doble turno siempre genera algunos conflictos, conocer sus características ayudaría a buscar alternativas de solución.
- **Actividades según tipo de labor:** Existen diferencias en los trabajos dependiendo el tipo. Por ejemplo, en las rampas se tienen problemas de acumulación de agua, mientras que en las galerías, el problema principal es la calidad de roca por seguir la dirección de la veta.
- **Sostenimiento:** es una actividad que no solo involucra el concepto de productividad o producción, sino también el de seguridad sobre la vida de los trabajadores.

### 5.5.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

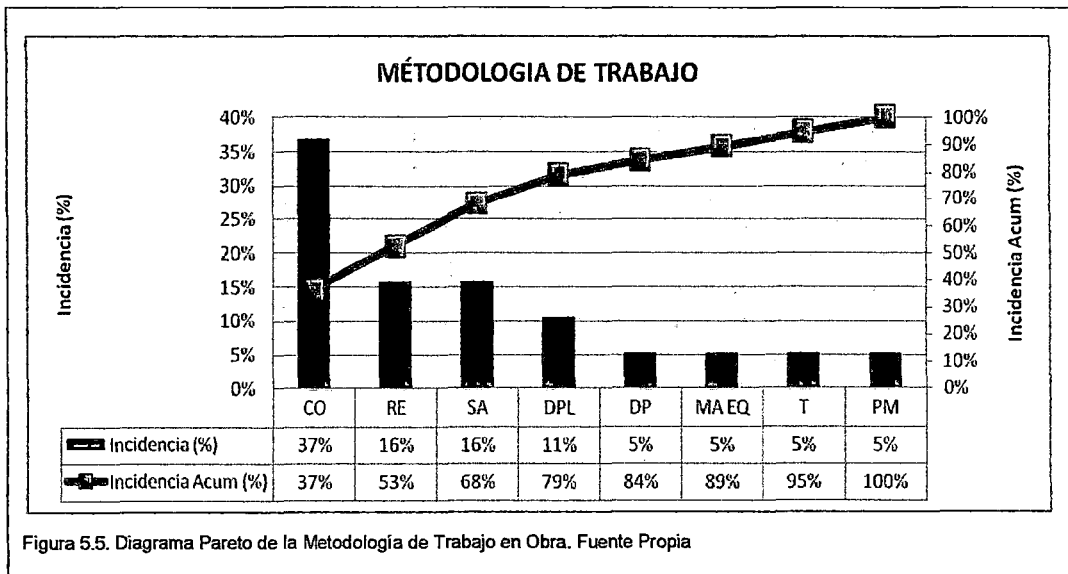
#### 5.5.4.1. Recursos usados en el proyecto

Entorno a los recursos usado en el proyecto, cada uno de ellos es percibido con una intensidad distinta sobre la producción. La Fig. 5.4 muestra la percepción de personal obreros sobre la incidencia de los recursos.



Si bien se ha hecho una diferenciación entre la percepción por categorías (peones y oficiales), se puede notar un consenso en tipificar a la metodología del trabajo como el de mayor incidencia.

A su vez, **Metodología**, alberga una gran cantidad de factores, por lo que se identifican a continuación los que están involucrados en este porcentaje que gira alrededor del 30%.





Donde:

- CO: Comunicación
- RE: Reportes
- SA: Salud Ocupacional
- DPL: Distribución en Planta
- DP: Distribución de Personal
- MA EQ: Mantenimiento Preventivo de Equipos
- T: Transportes
- PM: Provisión de Materiales

Tal como se muestra en la Fig.5.5., dentro de los factores involucrados con la Metodología de Trabajo, la Comunicación es el punto central de los problemas manifestado de muchas formas.

A continuación se realiza una breve descripción de los recursos mencionados y los factores involucrados con la Metodología:

### ***Metodología***

El personal obrero percibe que el flujo de comunicación entre una y otra guardia tiene falencias, tanto a nivel de trabajadores como de jefes de guardia. A nivel de trabajadores debido a no hay comunicación directa entre obreros del mismo frente de ambos turnos.

Por ejemplo una se los participantes menciona: "Nosotros tenemos una forma de trabajo fija y sabemos dónde ubicamos nuestros materiales y dejamos cada cosa en su sitio, pero viene la otra guardia y mueve los materiales o los llevan a otros frentes, de lo cual no nos informamos y perdemos tiempo por no tener materiales cuando se necesitan".

A nivel de jefes de guardia, debido a que ellos transmiten la información reportada por sus capataces y estos a su vez, la reportada por sus cuadrillas, siendo en varios casos información incorrecta o genérica, provocando problemas de ubicación de materiales, condiciones de frente, requerimiento de materiales, etc.

Por otro lado, se percibe también falta de coordinación entre supervisores en cuanto a las indicaciones en los frentes debido a que se tiene más de una indicación, retardando con esto el trabajo. Además de que la solución a



problemas imprevistos sufre demoras para problemas en el flujo de comunicación y demoras en el transporte de superficie al interior de mina.

Otro aspecto relevante tiene que ver con los controles de campo realizados a diario. Tanto supervisores como obreros rellenan formatos, ya sean para reportar incidentes o para constatar condiciones geomecánicas y de ventilación. Sin embargo, se percibe que no se toman acciones en función a lo que se reporta o se rellena, lo cual termina por desalentar, a los trabajadores, a reportar incidentes y a la revisión de los check lists, conservándolos como formalidades, únicamente.

La tecnología de algunas actividades, se percibe como que no contemplan el adecuado cuidado de la salud de los obreros, como en el caso del shotcrete y labores de profundización, donde tanto la falta de adecuadas condiciones externas de trabajo, como ventilación y temperatura, como también condiciones de protección, como ropa e implementos adecuados, desaliente la realización de un buen trabajo.

Existe un desanimo entre el personal de actividades de apoyo, como en el caso de mantenimiento de vías, ya que tienen la sensación de no ser tomados en cuenta por no desarrollar labores de avance.

### ***Materiales***

Bajo la percepción de oficiales, los materiales son poco incidentes en la productividad, pues mencionan que cuentan con ellos en forma oportuna. Para los peones por el contrario, a menudo tienen problemas con los materiales pues *no cuentan con ellos en momento y cantidad oportunos, debido a que en su opinión no siempre se encuentra la cantidad e materiales reportadas por contraguadía.*

Cuando no se tienen los materiales oportunos, la cuadrilla queda parada, acortando el tiempo para llegar a la hora del disparo. Una vez solucionado el inconveniente, aceleran el trabajo, lo cual incrementa la probabilidad de accidentes.

Además, Existe reutilización de materiales cuyo desempeño no es confiable y genera una reducción en el desempeño de los trabajadores.





### **Maquinaria**

Existen fallas mecánicas leves que no se reportan porque los trabajadores perciben que este tipo de fallas no son tomadas en cuenta por el personal de mantenimiento.

Al tránsito de maquinaria por algunos frentes, perjudica el ambiente, llenándolo de gases contaminantes, además de perjudicar los trabajos de mantenimiento de vías, ya que deben paralizar sus labores constantemente.

Se percibe que la no provisión oportuna de maquinaria, acorta el tiempo para llegar disparar, acelerando el resto de las actividades y aumentando la probabilidad de ocurrencia de accidentes.

El transporte de materiales desde superficie toma tiempo prolongado, retrasando de éste modo el ciclo de trabajo.

Labores de apoyo del mantenimiento de vía sufren doble perjuicio debido a maquinarias, primero porque no cuentan con una para los trabajos de mantenimiento y segundo porque el tránsito de maquinaria impide al buen avance de esta actividad.

### **Ambiente de Trabajo**

Agrupan a éste concepto los inconvenientes generados por responsabilidad externa, como la ventilación, las condiciones de temperatura y ruido.

El ambiente de trabajo con los problemas mencionados perjudica el desempeño de los trabajadores, causando fatiga, cansancio, dolores de cabeza, etc.

Si bien la responsabilidad es externa, se percibe que las medidas correctivas para cuidar la salud de los trabajadores no son adecuadas.

### **Mano de Obra**

Existe personal no experimentado que debido al peligro de los trabajo, provoca el sobreesfuerzo de personal preparado. Uno de los participante manifiesta: "Yo tengo años de experiencia en el trabajo de perforación, pero a veces mi ayudante que no es muy experimentado tiene miedo a la caída de rocas cuando



perforamos lá bóveda, cuando le pido que sostenga el barreno en un punto determinado, lo hace cerrando los ojos y con temor, lo que provoca que yo tenga que operar la perforadora y a la vez ir corrigiendo la colocación del barreno, esto me provoca mejor esfuerzo y fatiga.

#### 5.5.4.2. Ciclo de trabajo en el proyecto

Se notó un consenso en que dentro de los ciclos de trabajo, la actividad más perjudicial es la ventilación, pues a menudo se tiene un ambiente contaminado y lleno de gases, lo cual no solo genera problemas médicos, como fatiga, cansancio, dolor de cabeza o agotamiento, sino también retrasa el trabajo y genera un sobre esfuerzo de los obreros.

Sin embargo, se debe mencionar que existió una mala interpretación de la pregunta, pues los problemas mencionados por causa de la ventilación no corresponden a la actividad de aplicación de ventilación (a la cual iba dirigida la pregunta), sino que los problemas corresponden a una deficiencia en la cantidad de equipos de ventilación y de labores para ventilación debido a la ingeniería y planeamiento de mina subterránea en conjunto.

#### 5.5.4.3. Turnos de trabajo

Tabla 5.1. Características del trabajo en Turno Día y Noche, Fuente Propia

	TURNO DÍA	TURNO NOCHE
<b>Rendimiento M.O.</b>	Mayor Rendimiento en el trabajo	Se siente más cansancio y fatiga
<b>Calidad de sueño</b>	Adecuado descanso ya que se duerme de noche	Mala calidad de sueño ya que no se puede dormir de día
<b>Ruido</b>	No existen ruidos molestos durante sus horas de descanso	Existencia de ruidos molestos, de vehículos, vecinos, etc. Mientras descansan
<b>Supervisión</b>	Mayor personal de supervisión tanto de GyM como por personal de la mina	Menor personal de supervisión en los frentes
<b>Estrés</b>	Mayor tensión y estrés en el trabajo debido a la mayor supervisión	Sensación de menor estrés y presión por parte de la supervisión.

Se percibe que existen ciertas diferencias entre ambos turnos de trabajo, entre las que se destacan los aspectos de rendimiento de mano de obra, calidad de sueño, ruido, supervisión y estrés, las cuales se muestran en la Tabla 5.1.



#### 5.5.4.4. Sostenimiento en excavaciones subterráneas

El sostenimiento es percibido como una actividad muy importante para obtener una adecuada productividad, dentro del ciclo de trabajo.

Las causas del efecto de la actividad de sostenimiento en la obtención de una buena productividad son varias, por ejemplo se menciona que una buena aplicación de sostenimiento otorga seguridad a los trabajadores para poder trabajar con el máximo desempeño en el frente de excavación.

Por otro lado existe mayor comodidad en el trabajo con un adecuado sostenimiento, de otro modo se generaría retrabajos en el desatado, desquinches y mayor vigía a la ocurrencia de caída de rocas.

También se tiene mayor velocidad en el ciclo de trabajo cuando se tiene adecuado sostenimiento.

La mala calidad de los trabajos de sostenimiento provoca inseguridad, riesgo, retrabajo, mayor riesgo de accidentes.

#### 5.5.4.5. Aspectos adicionales

A menudo se presentan problemas leves entre trabajadores, como dolor de cabeza, excesiva fatiga, etc. que no son reportados por temor a ser vistos como trabajadores ineficientes y no aptos a recategorización.

Las señalizaciones en el ingreso de frentes, tales como cuerdas amarillas, no son respetadas por los supervisores, lo cual no es bien percibido por los trabajadores, pues genera la idea de que dichas señalizaciones no tienen razón de ser.

Los trabajadores perciben que la capacidad de GyM es superior al de las demás empresas que conforman el proyecto y como tal, la retribución económica debe ser bien recompensada. Asimismo se siente que el esfuerzo desarrollado por ellos causa mayor fatiga y cansancio, aspecto que no se toma en cuenta y los desmotiva.

### 5.5.5. CONCLUSIONES

- Dentro de los recursos usados en el proyecto, se observó que el de mayor incidencia es la Metodología de Trabajo, manifestada en factores tales como: Comunicación, Reportes de Campo, Cuidado de la Salud de los Trabajadores, Distribución en planta, Distribución de personal, mantenimiento preventivo de equipos, transportes de superficie a interior de mina y provisión de materiales en los frentes de trabajo.
- La comunicación es el factor más problemática dentro de la metodología de trabajo, según la percepción de los trabajadores. Problemas que son debido a los distintos flujos de comunicación existentes, resumidos en el siguiente esquema:

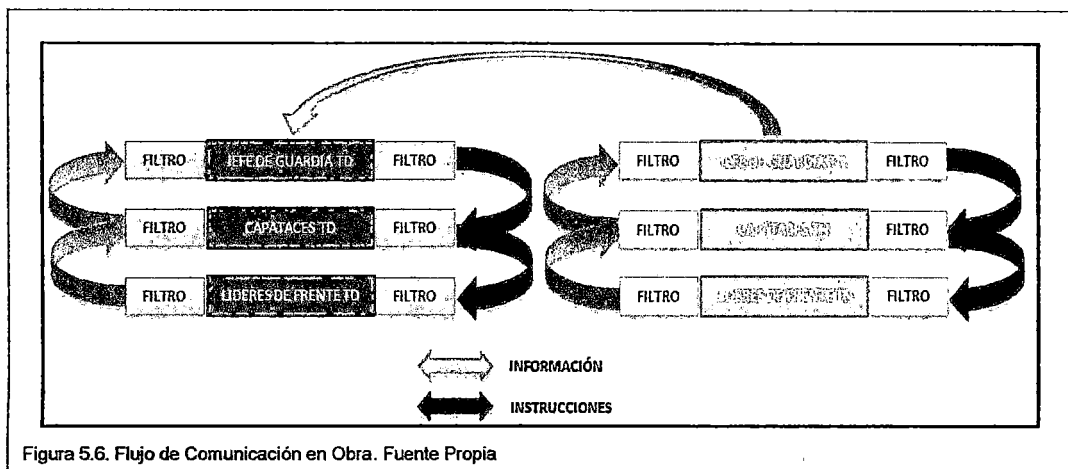


Figura 5.6. Flujo de Comunicación en Obra. Fuente Propia

- Dentro del ciclo de trabajo, las condiciones de ventilación y ruido perjudican el desempeño de los trabajadores, sin embargo no se percibe acciones de mejora que beneficio de su salud e integridad.
- El punto central de la diferencia entre laborar de noche o de día es la calidad de sueño. Se percibe que se puede descansar mejor de noche ya que no existen interrupciones para almorzar o ruidos molestos de vehículos y personas, las cuales si se manifiestan de día.
- El sostenimiento es considerado con alta importancia para una adecuada productividad debido a que genera confianza, seguridad, y mayor desempeño entre los trabajadores.
- Existe desmotivación entre los trabajadores debido a que se percibe, por un lado, mayor esfuerzo y calidad en los trabajos de GyM en



comparación de otras empresas y por otro lado, una remuneración menor que los trabajadores de otras empresas.

## 5.6. CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD

Haciendo uso de la metodología de Factores dada por Thomas [1990], se pueden controlar y conocer los factores incidentes en la productividad de cualquier actividad con indicadores que muestren el desempeño de los mismos.

Los indicadores elegidos en esta ocasión, se han extrapolado de las sugeridas en la investigación realizada por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) para el caso de edificaciones, titulada "Indicadores de Productividad y Calidad en la Construcción de Edificios [2005]"<sup>2</sup>.

Es así que se consideran los siguientes factores:

- Índice de Productividad (IP)
- Desviación de Costos
- Desviación de Plazos (*dado que en el proyecto en estudio, los programas de avance son mensuales, se tomará como indicador el Porcentaje de Avance Cumplido*)

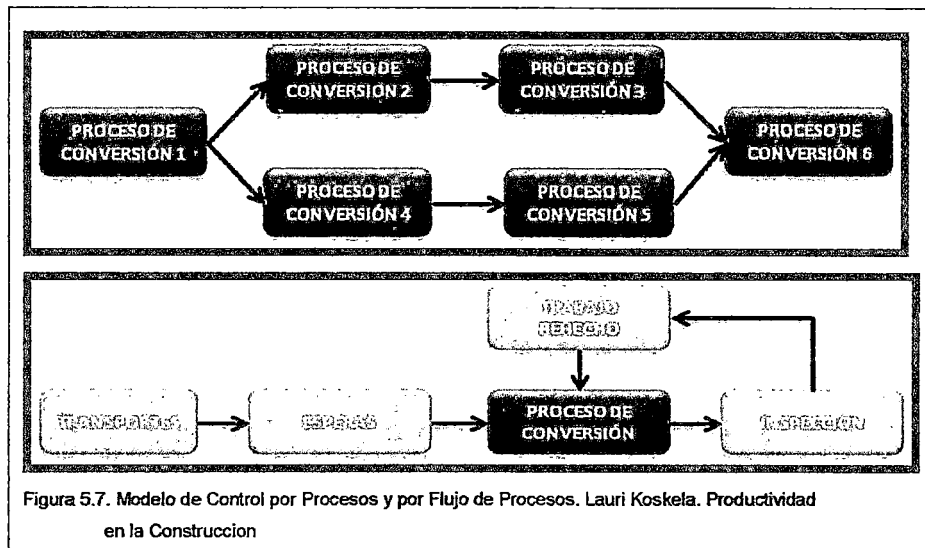
Es preciso mencionar que, en este caso, el control se realiza con estos indicadores de categoría global, y no se hacen uso de indicadores específicos. Esto debido a características propias del proyecto, donde las actividades son lineales y críticas, donde el buen desempeño en un proceso no involucra el buen desempeño del ciclo de trabajo, y por el contrario un mal desempeño en un proceso repercute en un mal desempeño en todo el ciclo de trabajo. Por lo tanto se requieren de indicadores que representen la actividad en conjunto y no procesos particulares.

Teniendo en cuenta que toda actividad constructiva es una secuencia lógica de flujos y procesos. Los métodos de control están orientados a tener un panorama claro y real de los procesos de conversión. Las cuales son, generalmente, las

---

<sup>2</sup> Dirección Académica de Investigación de la Pontificia Universidad Católica del Perú

unicas controladas y analizadas para evaluar medidas de mejora. Sin embargo, tal y como se considera en el presente informe, se deben controlar tanto procesos de conversión como los flujos de información, transporte, espera, etc.



### 5.6.1. HERRAMIENTA IP

Como se mencionó anteriormente, para el caso del control de productividad, las herramientas utilizadas van enfocadas a la actividad de excavación de obras subterráneas en conjunto debido a la interrelación y secuencialidad de los procesos involucrados.

Dentro de los controles de recursos que se tienen en el proyecto, tenemos:

- IP de Mano de Obra: (HH/ML)
- IP de Materiales
- IP de Equipos: (\$/ML)
- ❖ IP de Mano de Obra (hh/ml)

La forma de control ha variado a lo largo de la ejecución del proyecto. Hasta la mitad del año 2008, los controles con IP se realizaban diferenciando partidas. Es así que, siendo el sostenimiento el objeto de estudio, las siguientes figuras muestran el control de IP en la colocación de mallas electrosoldadas y split sets.

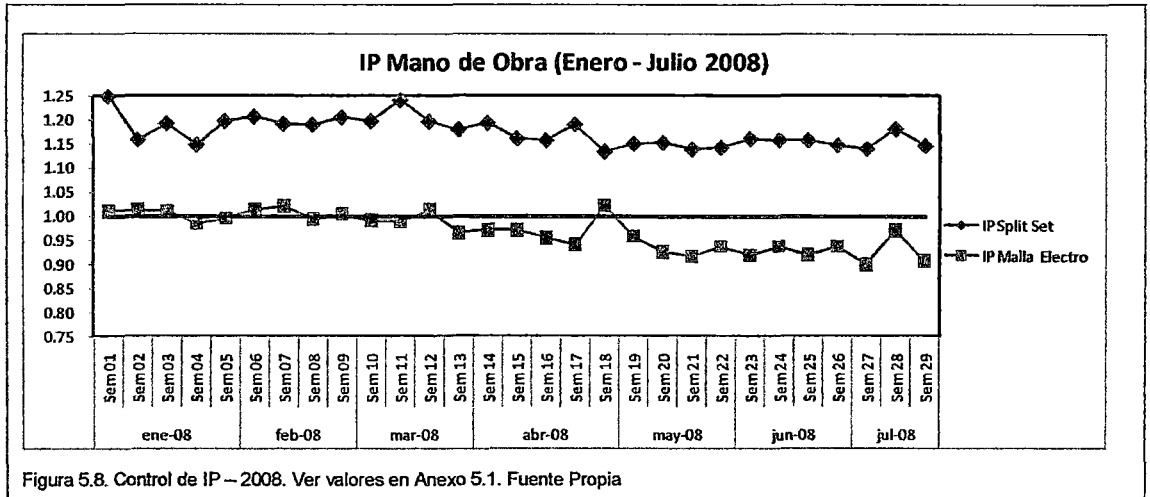


Figura 5.8. Control de IP – 2008. Ver valores en Anexo 5.1. Fuente Propia

Se puede observar en forma general un adecuado desempeño de la mano de obra las actividades de colocado de split sets y mallas electrosoldadas.

En el caso de los split sets, con un rendimiento presupuestado de 0.72 hh/und, el valor promedio en el intervalo de tiempo analizado fue de 0.61 hh/und. Para las mallas electrosoldadas, el rendimiento presupuestado fue de 0.40 hh/m2, y se obtuvo como rendimiento real promedio 0.41 hh/m2.

Sin embargo, a lo largo del desarrollo del proyecto, se generaron algunas circunstancias que afectarán esta forma de control de productividad, entre las que se puede mencionar:

- Las cuadrillas de trabajo no fueron constantes. Cada mes se formaban nuevos frentes y se removían otros.
- Los frentes de trabajo variaban en número. A partir de julio del 2008 se adoptaron programaciones mensuales donde se tenían frentes de trabajo variables.

Por tales motivos, a partir de julio del 2008 se adoptó un nuevo control de IP, el cual considera las horas hombre totales en el ciclo de trabajo.

A partir de entonces, el calculo realizado en obra es semanal, y viene determinado por la relacion entre el total de horas hombre y el avance lineal en metros.



El Tabla 5.2. muestra el resumen de las horas hombre y los avances del último año del proyecto, el cual muestra hasta mayo del 2009, un IP promedio mensual de 96.70 hh/ml y un IP promedio semanal de 98.22 hh/ml.

Tabla 5.2. Índice de Productividad 2009

INDICE DE PRODUCTIVIDAD 2009- MO						
Mes	Semanas	hh	Avance	Rendimiento	IP Parcial	IP Acumu.
ago-08	Sem 31	8,876.00	62.10	142.93	0.52	0.52
	Sem 32	7,392.00	68.90	107.29	0.70	0.61
	Sem 33	8,290.00	105.81	78.35	0.96	0.73
	Sem 34	9,208.00	72.95	126.22	0.59	0.69
sep-08	Sem 35	8,876.00	80.00	110.95	0.68	0.69
	Sem 36	7,392.00	60.60	121.98	0.61	0.63
	Sem 37	8,290.00	52.80	157.01	0.48	0.65
	Sem 38	9,208.00	65.50	140.58	0.53	0.54
oct-08	Sem 39	8,876.00	73.90	120.11	0.62	0.63
	Sem 40	7,392.00	47.30	156.28	0.48	0.55
	Sem 41	8,290.00	57.45	144.30	0.52	0.61
	Sem 42	9,208.00	76.40	120.52	0.62	0.54
nov-08	Sem 43	8,876.00	47.60	186.47	0.40	0.59
	Sem 44	7,392.00	83.80	88.21	0.85	0.62
	Sem 45	8,290.00	57.00	145.44	0.52	0.61
	Sem 46	9,208.00	49.40	186.40	0.40	0.59
dic-08	Sem 47	9,208.00	59.10	155.80	0.48	0.59
	Sem 48	7,392.00	54.90	134.64	0.56	0.59
<b>Promedio General</b>		<b>8425.78</b>	<b>65.31</b>	<b>134.64</b>		
ene-09	Sem 01	1,945.00	5.30	366.98	0.20	
	Sem 02	6,507.00	62.90	103.45	0.72	0.72
	Sem 03	7,209.00	91.95	78.40	0.96	0.84
	Sem 04	10,126.00	98.80	102.49	0.73	0.80
	Sem 05	10,136.00	110.30	91.89	0.82	0.81
feb-09	Sem 06	7,291.00	91.90	79.34	0.95	0.88
	Sem 07	7,623.00	75.90	100.43	0.75	0.82
	Sem 08	7,400.50	85.20	86.86	0.86	0.81
	Sem 09	6,806.00	59.00	115.36	0.65	0.80
mar-09	Sem 10	8,395.00	119.40	70.31	1.07	0.83
	Sem 11	8,056.50	75.70	106.43	0.70	0.82
	Sem 12	8,220.00	76.20	107.87	0.70	0.81
	Sem 13	8,114.00	129.90	62.46	1.20	0.84
abr-09	Sem 14	7,750.00	121.50	63.79	1.18	0.87
	Sem 15	7,751.50	105.50	73.47	1.02	0.88
	Sem 16	7,981.00	117.70	67.81	1.11	0.89
	Sem 17	7,792.00	72.50	107.48	0.70	0.88
	Sem 18	7,778.00	98.40	79.04	0.95	0.89
may-09	Sem 19	8,731.50	127.00	68.75	1.09	0.90
	Sem 20	8,325.00	126.20	65.97	1.14	0.91
	Sem 21	8,722.00	102.50	85.09	0.88	0.91
	Sem 22	8,476.00	109.80	77.19	0.97	0.91
<b>Promedio General</b>		<b>7778.91</b>	<b>93.80</b>	<b>98.22</b>		

Considerando un rendimiento máximo teórico de 75 hh/ml, se puede apreciar que tan solo el ultimo mes (mayo 2009), se estuvo con un margen aceptable de 74.25 hh/ml, y todos los meses anteriores se obtuvieron rendimientos elevados.



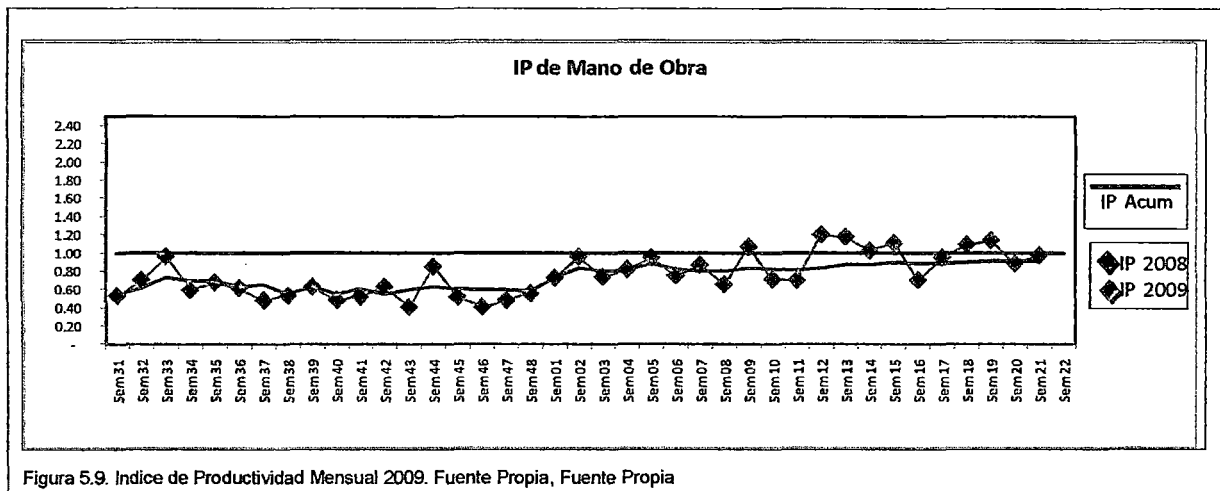


Figura 5.9. Índice de Productividad Mensual 2009. Fuente Propia, Fuente Propia

La figura 5.9 permite apreciar la evolución de los Índices de Productividad, desde enero 2009 a mayo 2009, según la cual se ha generado un mejor aprovechamiento del recurso de mano de obra.

## 5.6.2. DESVIACION DE COSTOS

Tal como se explicó en el capítulo III, el indicador de desviación de costos sirve para controlar el nivel de los costos de producción mensuales respecto a los presupuestados al inicio de proyecto.

La Figura 5.10 muestra un diagrama de control, donde los valores son las razones entre los costos de producción acumulados ejecutados versus los programados.

Si bien a lo largo del proyecto se puede apreciar un adecuado control de costos, ya que no difieren significativamente de los presupuestados, en febrero del 2009 se tiene un valor pico. Dicho valor significa una notoria superioridad de la valorización respecto al presupuesto –para éste mes– originado por los mayores costos adicionales<sup>3</sup>. Tal detalle se puede corroborar en la figura 5.11., donde se muestran los valores de costos adicionales.

<sup>3</sup> Detalles de incremento en el Asiento 1545 del 06 de febrero del 2009 del Cuaderno de Obra, Ver Anexo 5.2.

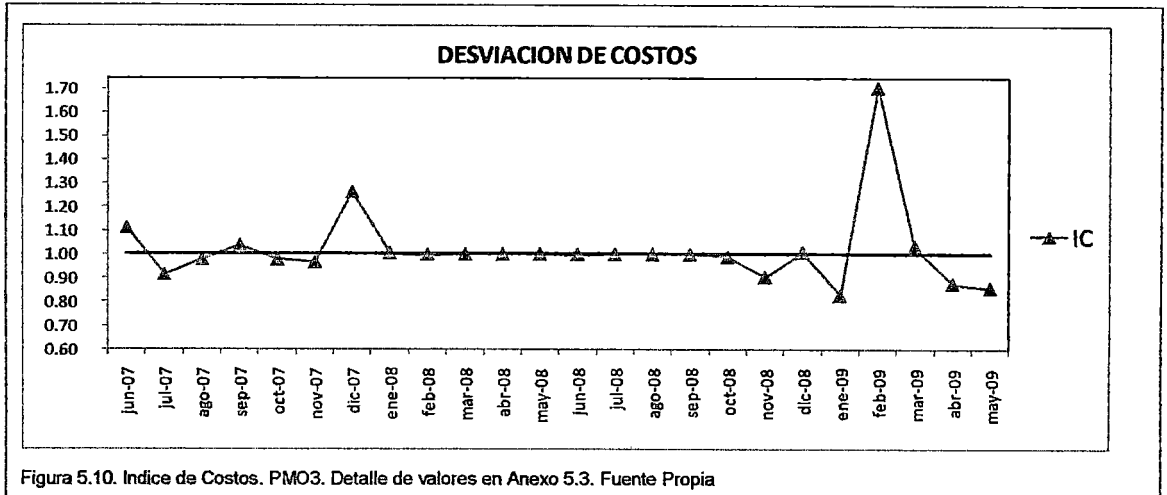


Figura 5.10. Índice de Costos. PMO3. Detalle de valores en Anexo 5.3. Fuente Propia

Se mencionó anteriormente acerca de la variabilidad existente en obras subterráneas, de forma más acentuada que en el caso de edificaciones u obras electromecánicas. En relación con ésta característica y el valor pico de la figura anterior, se puede apreciar en la Figura 5.11, donde se muestra la evolución de los costos por trabajos adicionales, las cuales tienen como fundamento: Retrasos por responsabilidad del cliente, mayores consumos de equipo, mayores costos de materiales y de mano de obra.

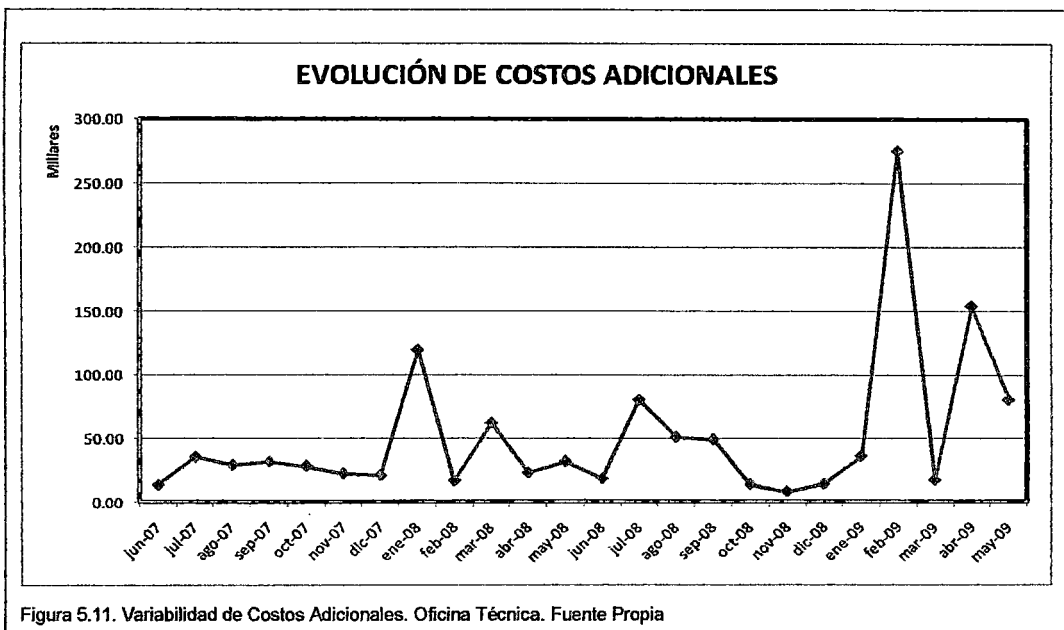


Figura 5.11. Variabilidad de Costos Adicionales. Oficina Técnica. Fuente Propia

En cuanto a control de costos, es importante mencionar la relación que existe entre los costos de excavación y los de sostenimiento.

Los costos de excavación albergan varias actividades; carga, voladura, eliminación y actividades complementarias como el bombeo del agua infiltrada o la adecuada señalización de la zona.

Por otro lado, los costos de sostenimiento, albergan únicamente esta actividad. En la Figura 5.12 se puede apreciar la comparación entre ambos costos, en las cuales la de mayor influencia es la de excavación.

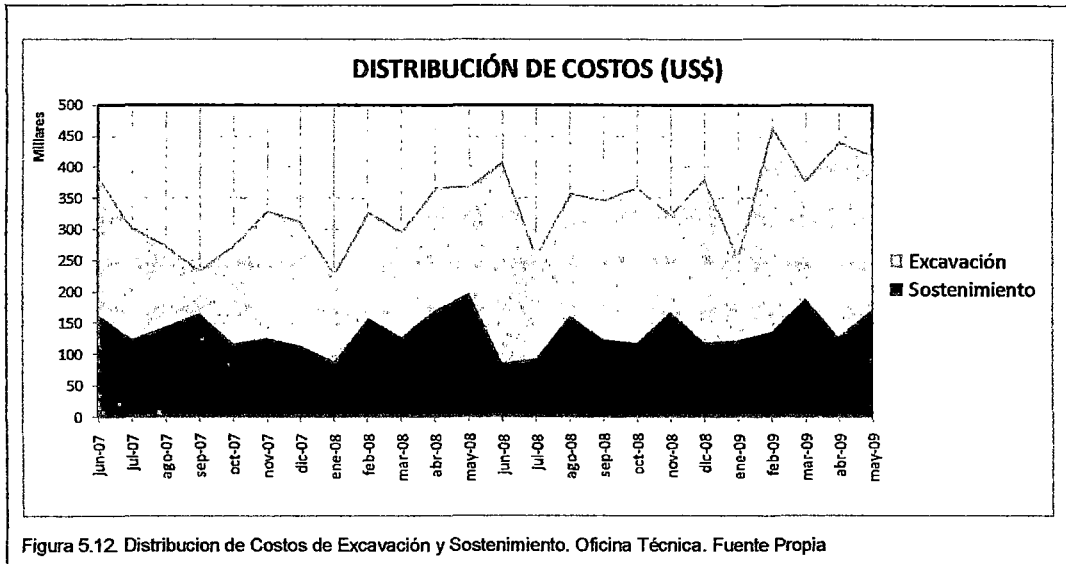


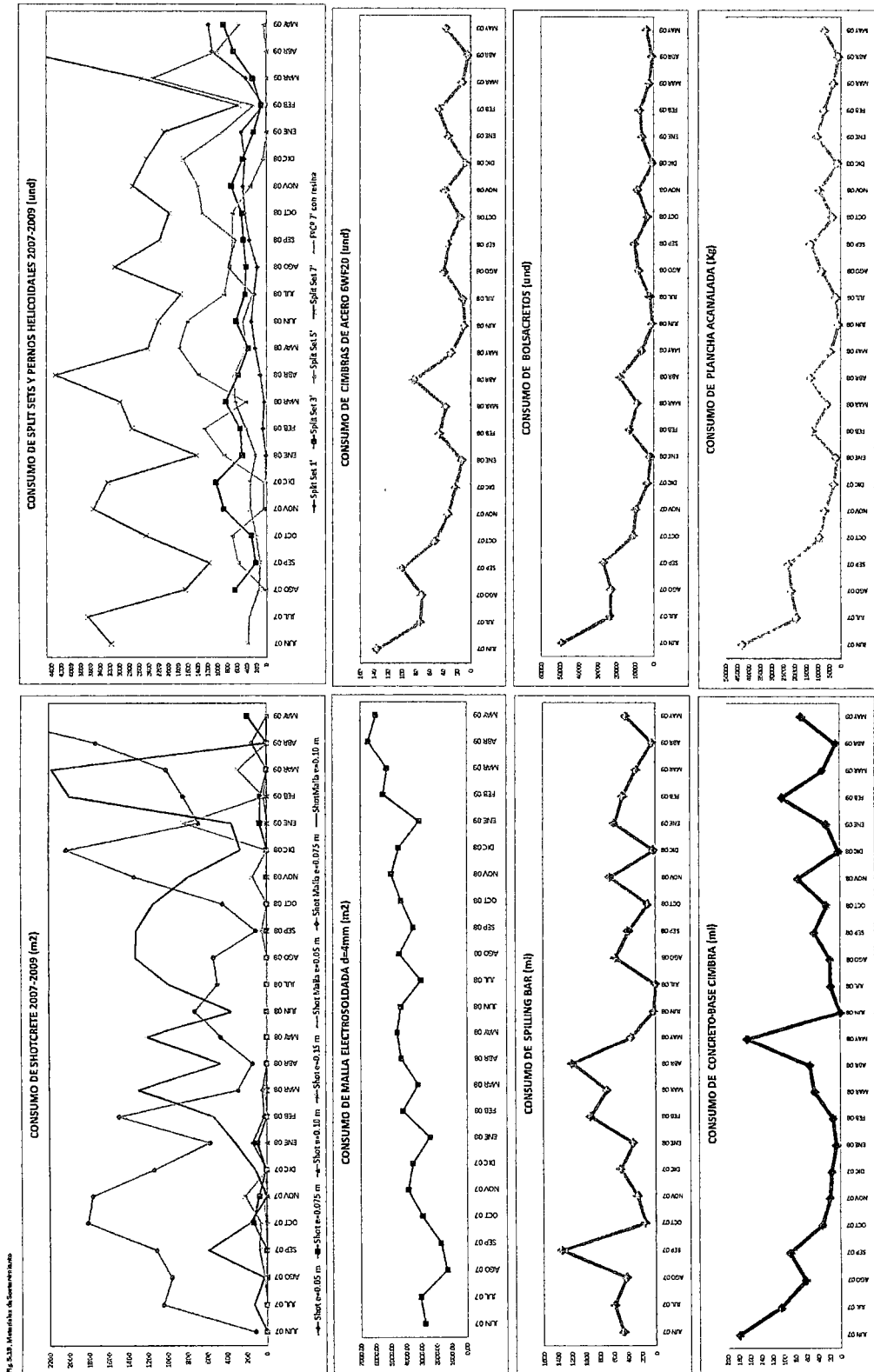
Figura 5.12. Distribución de Costos de Excavación y Sostenimiento. Oficina Técnica. Fuente Propia

La elevada variabilidad de los costos valorizados mensualmente genera un efecto negativo en el control y desempeño de la productividad, como por ejemplo: incertidumbre de programaciones, problemas de proyección, problemas de inversión.

Las causas principales de la variabilidad mensual son las programaciones de avance mensual, condiciones ambientales de trabajo y dificultades geomecánicas.

La importancia del proceso de sostenimiento, sin embargo, no solo está basada en los costos valorizables, ya que como se mencionó, al ser el proceso de excavación de obras subterráneas un proceso cíclico, todas las etapas de ésta son actividades críticas.

Enfocando el análisis en lo referente al control de costos del sostenimiento, es importante mencionar la influencia de los distintos tipos de sostenimiento usados en el proyecto.



La evolución gráfica de los materiales de sostenimiento mencionados, se muestran graficamente en la Figura 5.13.

A fin de comparar la influencia de los distintos tipos de sostenimiento mencionados en la costo total de ésta actividad, se muestra en la Figura 5.14 muestra un Diagrama de Pareto basado unicamente en costos, según la cual el shotcrete (de 3 y 4 pulgadas de espesor), los pernos de fricción y las mallas electrosoldadas gobiernan cerca del 70% del total en costos.

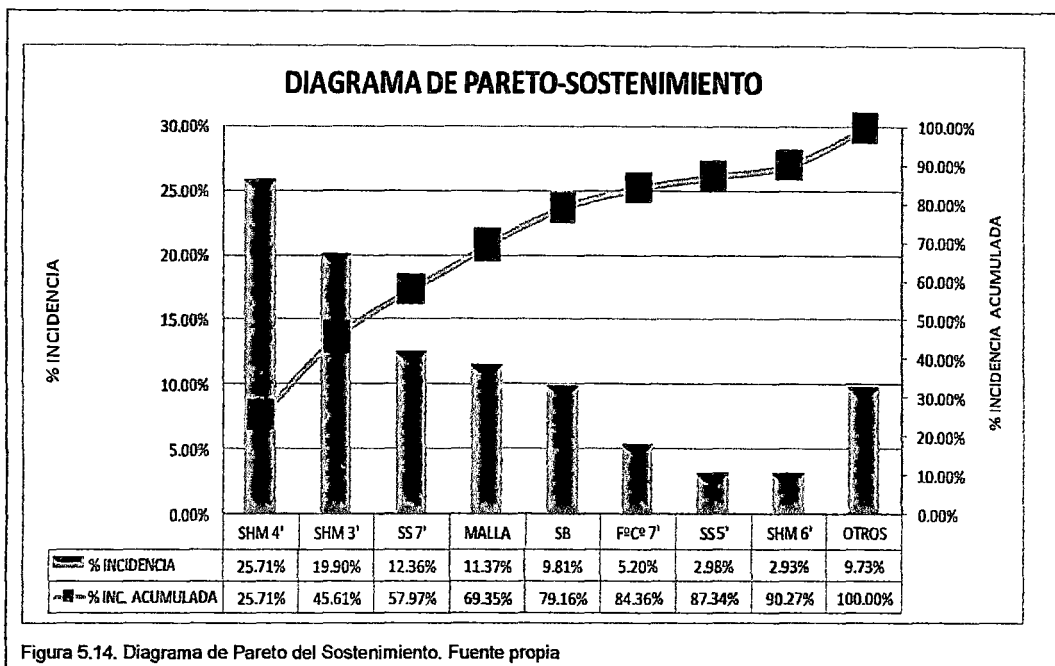


Figura 5.14. Diagrama de Pareto del Sostenimiento. Fuente propia

- SHM4'': Shotcrete sobre malla de 4 pulgadas
- SHM3'': Shotcrete sobre malla de 3 pulgadas
- SS7': Split Set de 7 pies
- Malla: Malla electrosoldada
- SB: Spilling Bars
- FºCº7': Fierro corrugado de 7 pies

Se vio en las características del sostenimiento que la roca predominante es del tipo IIIB, según recomendaciones geomecánicas el tipo de sostenimiento debe ser en base a: Pernos sistemáticos 7pies de longitud (cementado o con resina), Split set espaciados 1.50m., Malla electrosoldada o Straps si se trata de bloques



por sostener. Alternativamente una capa de shotcrete de 2" de espesor. Lo cual guarda relación con la mayor incidencia de éstas en los costos de sostenimiento.

Un detalle importante a mencionar es que el Diagrama de Pareto de la figura 5.14, muestra la incidencia en base únicamente a costos. Si consideramos la influencia de la mano de obra, expresada en horas-hombre, posiblemente se pueda notar una mayor influencia de métodos como: cimbras, spilling bars o cuadros de madera. Sin embargo la variabilidad de las actividades y la particularidad de ser, la ejecución de las excavaciones, procesos lineales, provoca que la mano de obra se controle en forma global para un lapso de tiempo, que pueden ser semanas, quincenas o meses, con lo cual se hace tedioso el control de mano de obra por actividad.

### 5.6.3. PORCENTAJE DE AVANCE CUMPLIDO

Los controles de avance en el proyecto se realizan de dos formas: Avances lineales y Avances en Volumen.

Los avances lineales corresponden a trabajos propios del frente, mientras los avances en volumen se deben a trabajos de desquinche, ensanche, radios de curvatura, etc.

Desde la primera etapa del proyecto en estudio a la fecha, han surgido varios cambios en los programas de producción. Desde programas con proyección a 8 meses y fecha de cierre definido hasta programas de avance mensual sin un horizonte fijo.

En las Figuras 5.15, se pueden apreciar los avances mensuales a partir de enero del 2008, fecha en la cual se empieza la producción en base a programas mensuales.

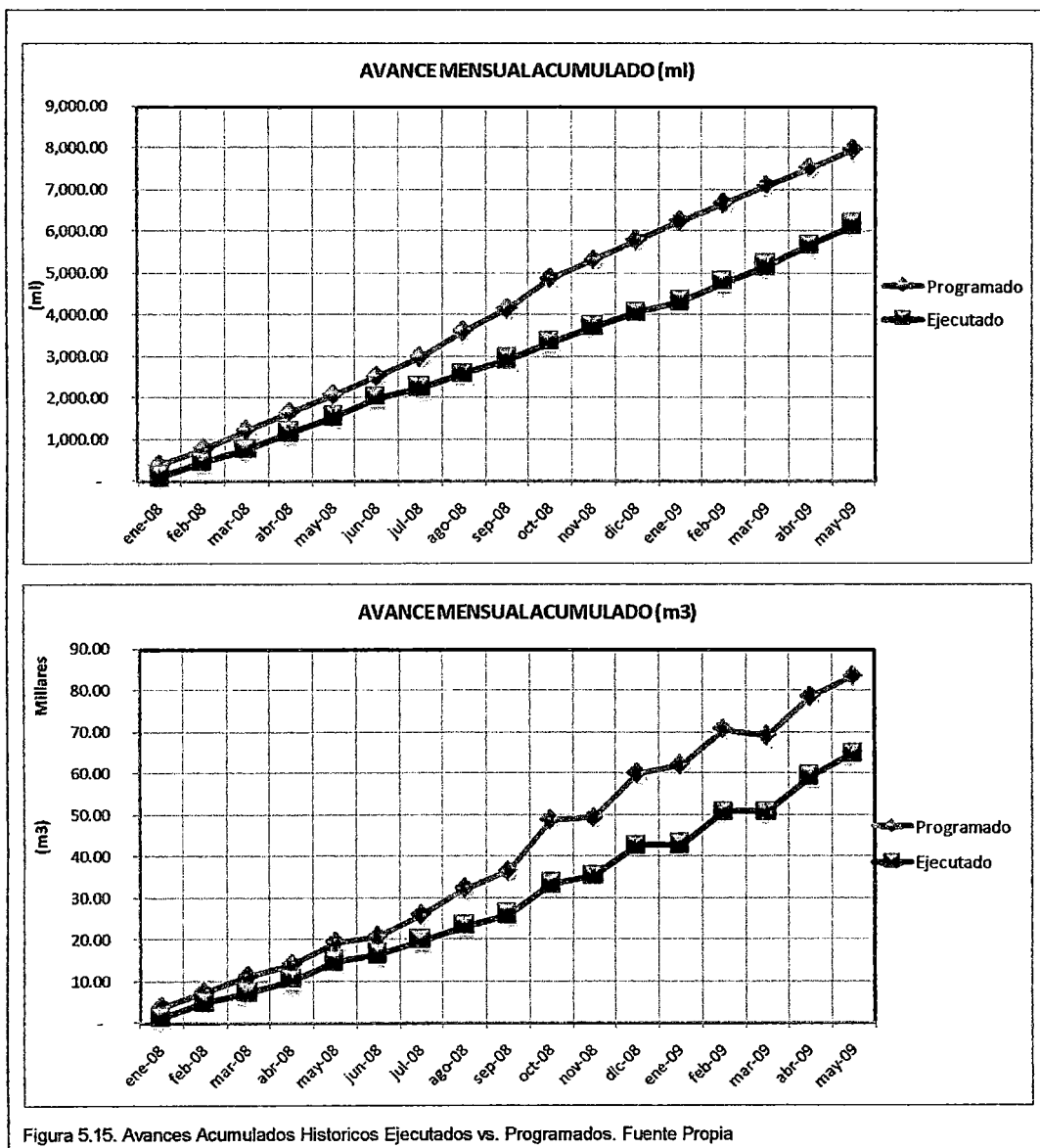


Figura 5.15. Avances Acumulados Historicos Ejecutados vs. Programados. Fuente Propia

Se puede apreciar que los avances ejecutados han estado siempre por debajo de los avances programados. Sin embargo se debe tener en cuenta que debido al gran numero de frentes de trabajo mensuales, en algunos de ellos los avances ejecutados superan los programados, y en otros, estos avances son iguales, representando la figura 5.15, la suma de avances en todos los frentes.

La Tabla 5.3. muestra los valores de Porcentaje de Cumplimiento según los avances en metros cúbicos, con lo cual en un lapso de 12 meses el promedio del porcentaje de avance mensual logrado es de 69.87% de lo programado.

Tabla 5.3. Porcentaje Promedio Cumplido

Mes	Progra. (ml)	Real (ml)	Progra. Acum. (ml)	Real Acum. (ml)	Real. (m3)	Secc. Prom. (m2)	Progra. Acum. (m3)	Real Acum. (m3)	Avance %
ene-08	384.00	100.40	384.00	100.40	105.36	9.94	3,816.96	1,103.34	28.91%
feb-08	384.00	330.04	768.00	430.44	793.58	9.47	7,272.96	4,869.85	66.96%
mar-08	445.00	325.85	1,213.00	756.29	237.88	9.26	11,232.38	7,241.13	64.47%
abr-08	430.00	401.40	1,643.00	1,157.69	197.30	8.55	14,047.65	10,095.55	71.87%
may-08	410.00	387.65	2,053.00	1,545.34	349.93	9.28	19,051.84	14,690.69	77.11%
jun-08	473.00	448.90	2,526.00	1,994.24	280.40	8.13	20,536.38	16,493.57	80.31%
jul-08	458.00	254.75	2,984.00	2,248.99	105.37	8.66	25,841.44	19,581.62	75.78%
ago-08	632.00	326.26	3,616.00	2,575.25	232.58	8.87	32,073.92	23,075.05	71.94%
sep-08	509.00	343.50	4,125.00	2,918.75	350.10	8.79	36,258.75	26,005.91	71.72%
oct-08	739.00	411.85	4,864.00	3,330.60	50.19	9.99	48,591.36	33,322.88	68.58%
nov-08	448.00	393.60	5,312.00	3,724.20	725.37	9.27	49,242.24	35,248.70	71.58%
dic-08	472.00	337.70	5,784.00	4,061.90	666.26	10.35	59,864.40	42,706.93	71.34%
ene-09	465.50	259.01	6,249.50	4,320.91	-	9.91	61,932.55	42,820.22	69.14%
feb-09	410.50	446.17	6,660.00	4,767.08	241.02	10.61	70,662.60	50,819.74	71.92%
mar-09	442.00	400.96	7,102.00	5,168.04	288.75	9.75	69,244.50	50,677.14	73.19%
abr-09	423.00	507.89	7,525.00	5,675.93	147.19	10.44	78,561.00	59,403.90	75.61%
may-09	437.00	477.51	7,962.00	6,153.44	113.60	10.5	83,601.00	64,724.72	77.42%

La Figura 5.16, muestra la relacion existente entre avances mensuales, costos de sostenimiento promedio por longitud excavada y avances según el tipo de roca.

Analizando lo que sucedido en Septiembre del 2007, se puede apreciar que la curva de avance decrece notoriamente, la curva de costo promedio por longitud excavada tambien sufre un quiebre notorio pero positivamente, además para el mismo mes el tipo de roca buena IIIB decrece, mientras permanecen constantes los tipos de roca IVA y IVB.

Todo lo contrario sucede en julio del 2008, donde la curva de avance se incrementa, al mismo tiempo que la curva de costos de sostenimiento promedio decrece, y también, existe un incremento en la presencia de tipo de roca buena IIIB.

Se puede inferir por lo tanto, que: a medida que se tenga presencia de roca buena, los avances mensuales de incrementarán y los trabajos de sostenimiento se reducirán. Por el contrario, si predomina la existencia de tipo de roca mala



(IVA, IVB o V), se obtendrán menores avances y mayores costos de sostenimiento.

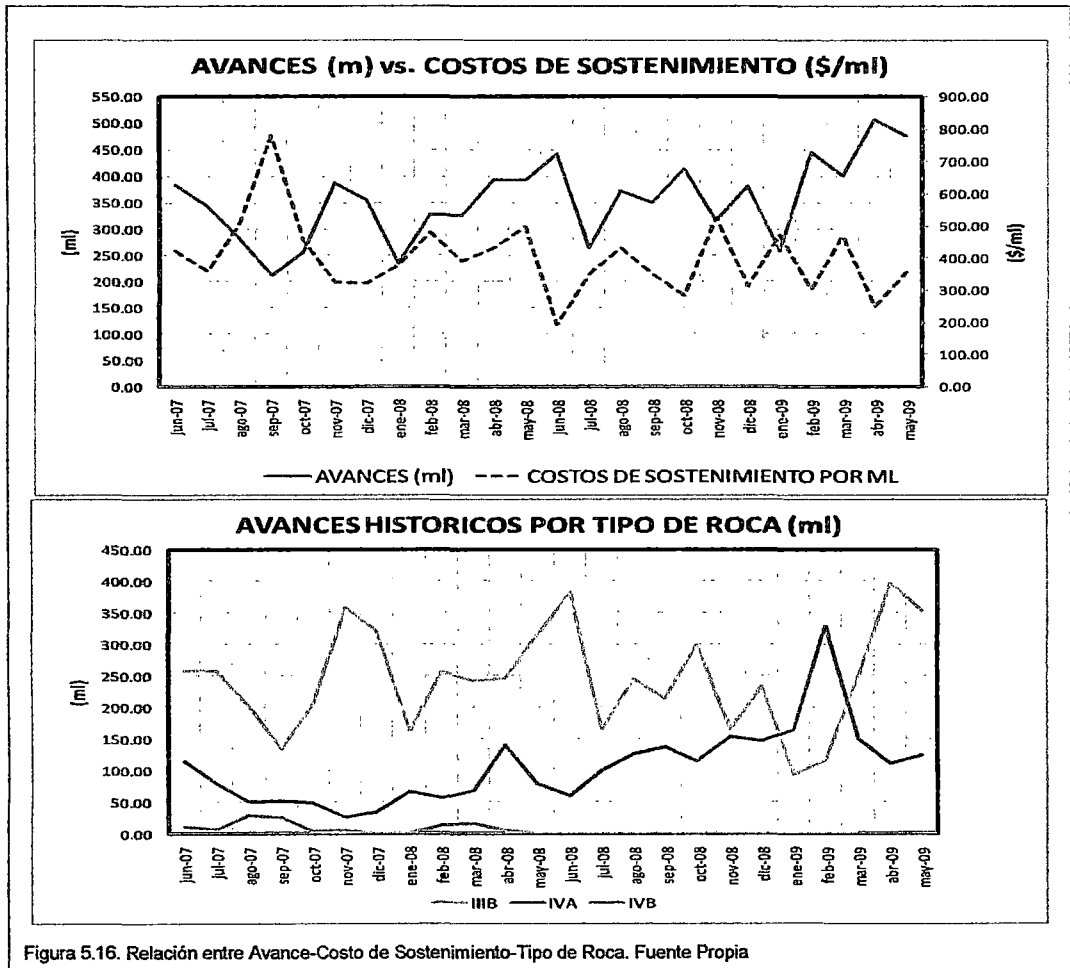


Figura 5.16. Relación entre Avance-Costo de Sostenimiento-Tipo de Roca. Fuente Propia

## 5.7. EVALUACIÓN DE PRODUCTIVIDAD

### 5.7.1. NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

Para el caso de la actividad de sostenimiento, el trabajo de recolección de datos en campo se llevó a cabo del siguiente modo:

- Dado que las excavaciones se realizan por varios frentes simultáneamente, se realizó una selección de actividades representativas a estudiar, para lo cual se optó por considerar labores con las siguientes características:



- Tipo de Roca IIIB.
  - Sostenimiento con Malla y Split Sets.
  - Frentes con dos maquinas perforadoras BBC34.
  - Perforación del frente con maquinas manuales.
  - Iluminacion y ventilacion tolerables.
- Las mediciones se realizaron en horas de la mañana (horas en las cuales se desarrolla sostenimiento de frentes), lo cual, sin embargo, no significó medir solo un proceso, ya que dependiendo de la calidad de la roca y la accesibilidad de los frentes, existian variantes en los trabajos.
  - Se definieron las actividades realizadas en sostenimiento, y se clasificaron según su tipo, para una mejor identificación en campo. Las actividades consideradas, fueron las siguientes:

TIEMPO PRODUCTIVO (TP)	TIEMPO CONTRIBUTORIO (TC)	TIEMPO NO CONTRIBUTORIO (TNC)
Perforar Barreno Perforar Split Set Instalar Malla	Q: Preparar material DC: Descargar perforadora T: Transportar-Mover Equipo L: Revisar labor I: Instrucciones S: Seleccionar Material X: Vigilar M: Sostener Malla CB: Colocar barreno AP: Ayuda a perforista DR: Desatar roca	V: Viajes E: Espera R: Arreglar perforadora D: Descansar B: Necesidad Fisiologica H: Hablar o conversar Y: Otros TNC RM: Romper malla

Los resultados obtenidos, se resumen en la figura 5.17, según la cual, la actividad de sostenimiento tiene un TP de 32%, TC de 45% y un TNC de 23%. (Base de Datos en Anexo 5.4).

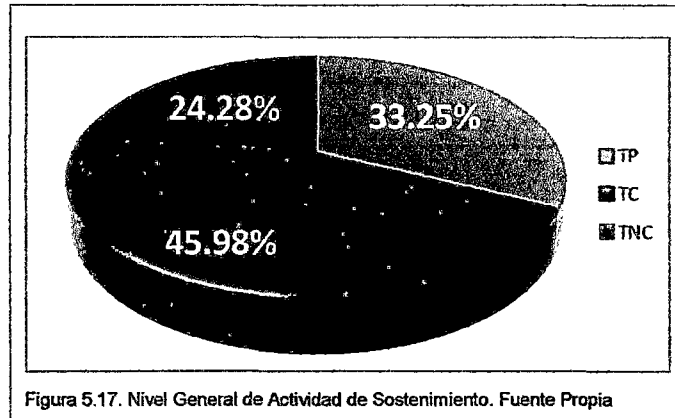


Figura 5.17. Nivel General de Actividad de Sostenimiento. Fuente Propia

La Figura 5.18., muestra la variación de estos niveles productivos a lo largo de una semana. Los trabajos TNC, son por lo general mas incidentes a los TP, debido a características del proyecto, por realizar trabajos de alto riesgo.

Se mencionó, que a pesar de haber relizado la toma de datos en la mañana y aproximadamente en las mis horas, no siempre se encontraban los mismos trabajos en los frentes. Esto se puede apreciar en los datos tomados el 06 de julio, en la cual el TNC se incremento, sobrepasando el TC. En esta fecha se tuvo un frente muy fracturado producto de una perforacion y voladura de mayor longitud a la recomendada, con lo cual se incremento el tiempo de desquinche, actividad en la cual el TP disminuye.

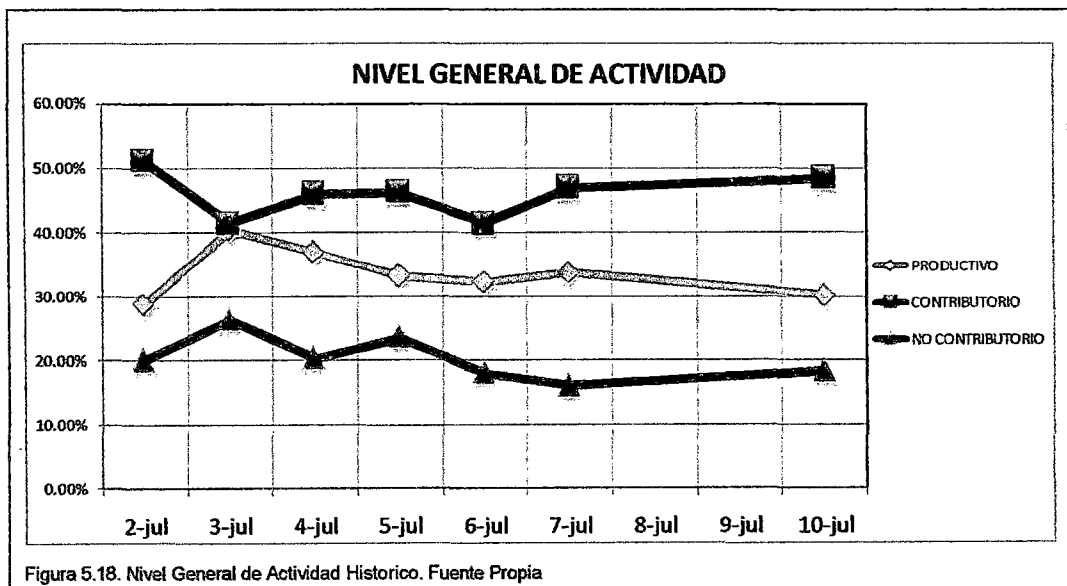


Figura 5.18. Nivel General de Actividad Historico. Fuente Propia

Si se consideran los trabajos acumulados, los porcentajes serian como lo muestra la Figura 5.19, la cual sustenta mejor la mayor incidencia del TNC sobre el TP.

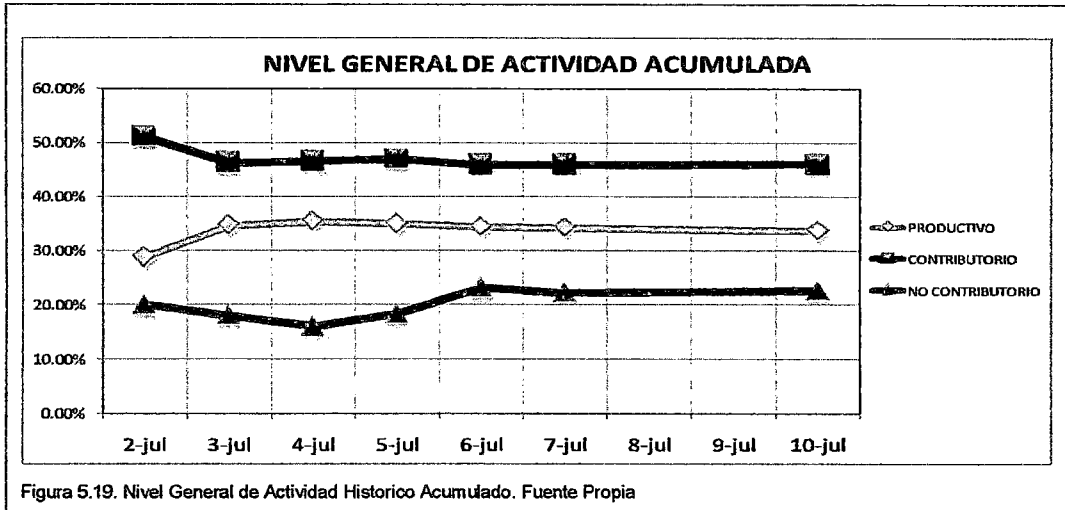


Figura 5.19. Nivel General de Actividad Historico Acumulado. Fuente Propia

La descomposicion del TC se puede apreciar en la figura 5.20. En la figura, se ve la mayor incidencia del la accion de Vigilar, que como se habia mencionado anteriormente, es una accion propia de trabajos de alto riesgo como lo son las obras subterranas mineras. Sin bien la actividad de vigilar, en otras condicones podria considerarse como una actividad no productiva, en este caso particular contribuye a que el trabajador que este realizando una accion productiva, lo haga en condiciones seguras y sea advertido de posibles desprendimientos de roca.

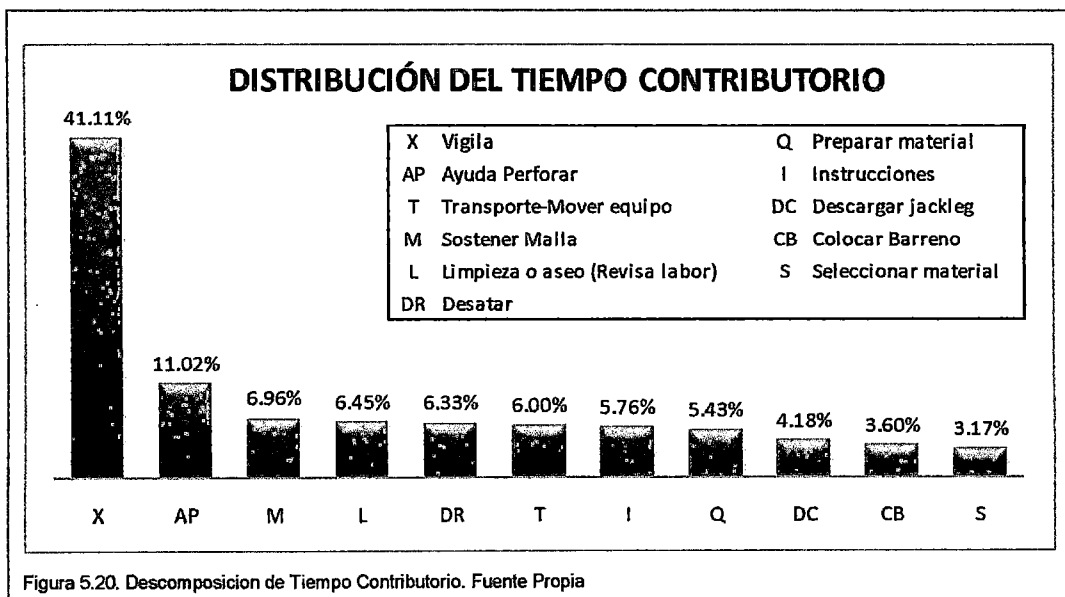


Figura 5.20. Descomposicion de Tiempo Contributorio. Fuente Propia

Acerca de la división del Trabajo No Contributorio, el Descanso es la de mayor incidencia con un 50.72%, según lo que se muestra en la Figura 5.21. La principal causa de éste alto porcentaje, son las condiciones propias de la mina subterránea, en la cual existen ciertas falencias en la ventilación, provocando la rápida fatiga y agotamiento de lo que trabajan en su interior.

Por otra parte, es también causa, la exigencia física de los trabajos, como son: el manejo de perforadoras manuales, desatado de rocas, colocación de mallas, etc.

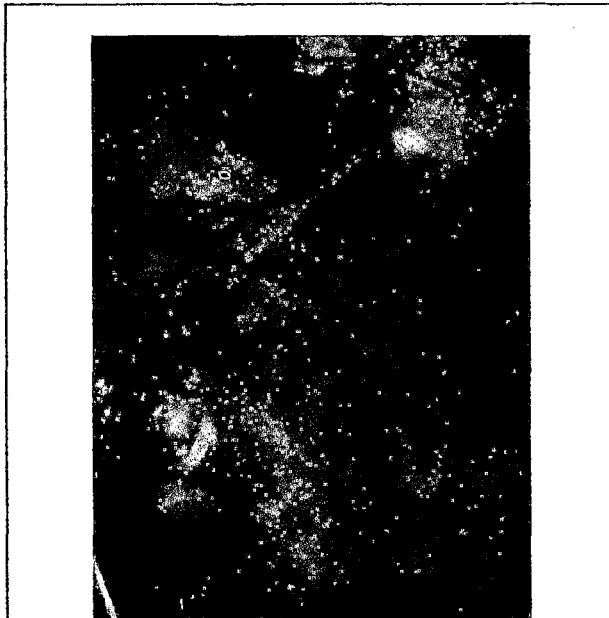
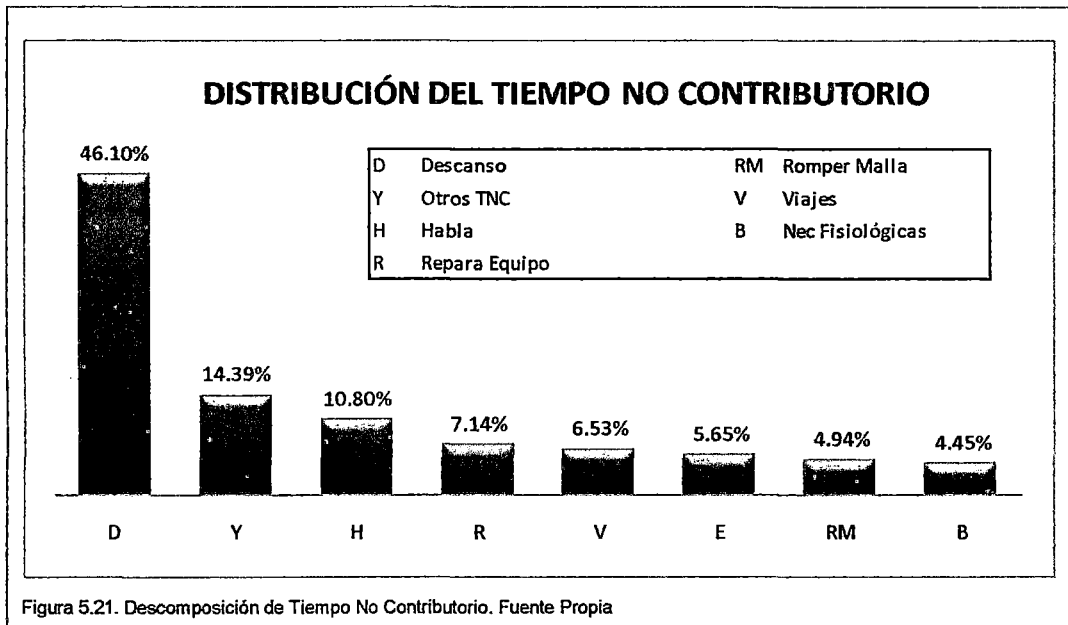


Foto 5.2. Acción de Vigilar en el frente de trabajo. PMO3. Fuente Propia



Foto 5.3. Acción de Ayuda a perforación. PMO3. Fuente Propia



### 5.7.2. ANALISIS DE CICLO DE ACTIVIDADES

Tomando en consideración las mismas restricciones que para el caso del cálculo del NGA, se analizó la utilización del tiempo en los ciclos de trabajo.

El objetivo de la aplicación de esta herramienta, fue identificar la importancia en tiempo de la actividad de sostenimiento dentro del ciclo de trabajo.

La Figura 5.22 muestra el ciclo de actividades típico, considerando todas las actividades. En algunos casos se presentan actividades traslapadas como en el caso de Ventilación y Desatado. Con lo cual las 11 hrs 39 min mostradas como duración total, se dan en el supuesto caso de que ninguna actividad se traslapa.

Con esta consideración, la duración del ciclo de trabajo excedería el tiempo por turno, que es de 11 hrs y media.



ANÁLISIS DE JORNADA DE TRABAJO			
Actividades	TIEMPO		
	Hora inicio	Hora final	Duración (min)
Ingreso del personal a la obra-Registro y vestuario	6:00:00 AM	6:30:00 AM	0:30:00
Charla de Seguridad y Cambio de guardia	6:30:00 AM	7:12:00 AM	0:42:00
Transporte en superficie	7:12:00 AM	7:28:00 AM	0:16:00
Transporte interior mina	7:28:00 AM	7:58:00 AM	0:30:00
Chequeo de implementos y materiales en bodega	7:58:00 AM	8:16:00 AM	0:18:00
Instalación de luz, agua y manga de ventilación	8:16:00 AM	8:31:00 AM	0:15:00
Desatado	8:20:00 AM	8:59:00 AM	0:39:00
Sostenimiento	8:46:00 AM	11:45:00 AM	2:59:00
Almuerzo	11:45:00 AM	12:45:00 PM	1:00:00
Perforación del frente	1:00:00 PM	2:48:17 PM	1:48:17
Limpieza de plataforma con scooptram	2:48:17 PM	3:49:12 PM	1:00:55
Sostenimiento al tope	3:49:12 PM	5:00:00 PM	1:10:48
Carga de voladura	5:00:00 PM	5:30:00 PM	0:30:00
<b>Total del día</b>	<b>11:30:00</b>	<b>11:39:00</b>	

Figura 5.22. Análisis de Ciclo de Actividades. Fuente Propia

Sin embargo, si se realiza el cálculo de la duración de las actividades solo productivas y/o contributorias, la duración en campo del ciclo de trabajo se reduce a 11 hrs con 17 minutos, a pesar de considerar el supuesto anterior, que ninguna actividad se traslape.

Esto significaría una reducción aproximada de media hora con la reducción de tiempos improductivos como:

- **Vestuario:** el personal se vuelve a cambiar de ropa debido a la diferencia de temperaturas entre superficie e interior mina.
- **Ventilación por scooptram:** cuando el scoop entra a operar al frente, contamina la labor y el personal tiene que esperar en una zona alejada, además del tiempo que toma el scoop en el frente, un tiempo adicional para dejar que el frente se ventile



- **Retiro del frente para limpieza:** Debido a que el scoop entre a los frentes en dos ocasiones, toda herramienta y personal debe retirarse de la labor para dejar que el scoop realice su trabajo (plataforma y limpieza)

### 5.7.3. CARTA DE FLUJO DE PROCESOS

Tomando como base el análisis del ciclo de actividades, se realizó el análisis del flujo de procesos de la mano de obra, con el uso de los códigos ASME. (Figura 5.23).

Con éste análisis se identificaron actividades que causan demora y transporte en exceso a la mano de obra.

La figura 5.23 muestra el análisis, de la cual se puede deducir lo siguiente.

- La concentración de demoras temporales de la mano de obra se dan desde la supervisión hasta la limpieza de la plataforma.
- Los trabajos de platabormado, ventilación y limpieza, están relacionadas con la actividad de sostenimiento y operación del scoop.

Las actividades mostradas en el análisis del ciclo de actividades productivas y contributivas, se agrupan en actividades mayores según el ciclo típico de la excavación de obras subterráneas mineras, resultando la figura 5.23.



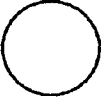
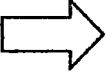



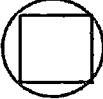
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	INTERPRETACIÓN
	Operación	Un paso definido en un proceso, método o procedimiento. Generalmente se produce cambios, como por ejemplo: se hace una perforación, se vibra el concreto, se carga una grúa, etc.
	Transporte	Cualquier movimiento de obreros, materiales o equipos. Por ejemplo: acarreo de ladrillos, transporte de concreto en camiones mixer, etc.
	Almacenamiento	Almacenamiento planificado y autorizado, que es controlado.
	Demora o almacenamiento temporal.	Una demora no prevista, generalmente temporal, producto de una secuencia poco apropiada, o del que no se logró una coordinación perfecta entre los pasos de la operación. Por ejemplo: materiales en espera de procesamiento, obreros en espera de materiales y/o herramientas.
	Inspección	Control de calidad o verificación de cantidades, medidas, peso, etc.
	Combinado	Cuando dos o más eventos se realizan juntos, los símbolos apropiados son combinados con el evento predominante al exterior.

Figura 5.23. Simbología ASME. Apuntes de Clase. Ing. Walter Rodríguez. UNI-FIC

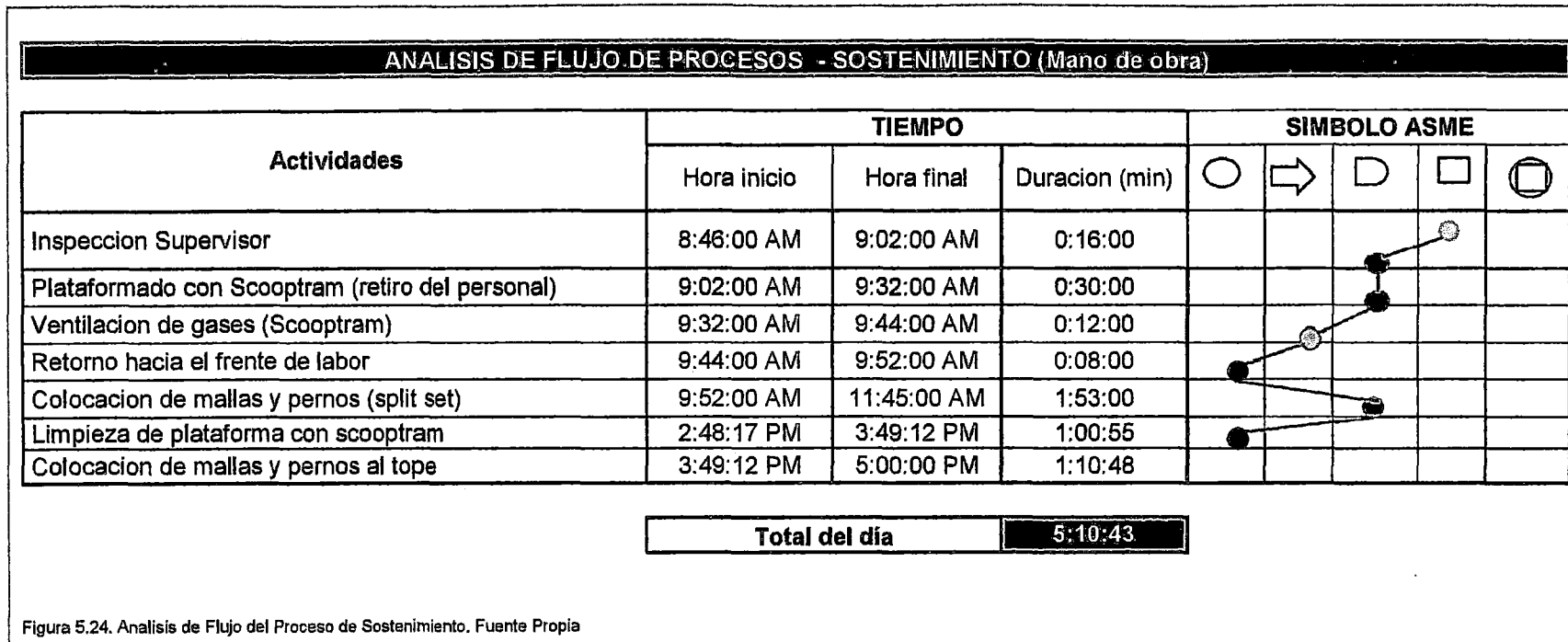


Figura 5.24. Análisis de Flujo del Proceso de Sostenimiento. Fuente Propia



De éstas dos últimas figuras, se puede notar que existe mayor concentración de tiempos de demora temporal o espera en la actividad global de sostenimiento, además de ser la actividad más incidente en tiempo, dentro del ciclo de trabajo.

Teniendo en cuenta que dentro de un proceso lineal, como lo es la excavación de obras subterráneas, todos los procesos son críticos; el proceso de mayor consumo de tiempo será el cuello de botella de ciclo de trabajo.

A partir de éste análisis se puede mencionar, que las mejoras productivas del ciclo de proceso irán enfocadas en actividades dentro del proceso de sostenimiento.

Por otro lado, también se deduce que dichas mejoras tendrán como objetivo reducir los tiempos que provocan demora o demasiado transporte al personal.

Si bien las figuras anteriores muestran a la actividad netamente productiva de sostenimiento, a la acción de colocar pernos (split sets) y mallas, el análisis de la identificación de TP, TC, TNC, y/o demoras en el proceso, puede realizarse a todo nivel. Por tal razón, a continuación se detalla un análisis referente a esta actividad productiva.

El sostenimiento realizado con mallas y split set dividido en operaciones más simples se realiza del siguiente modo:

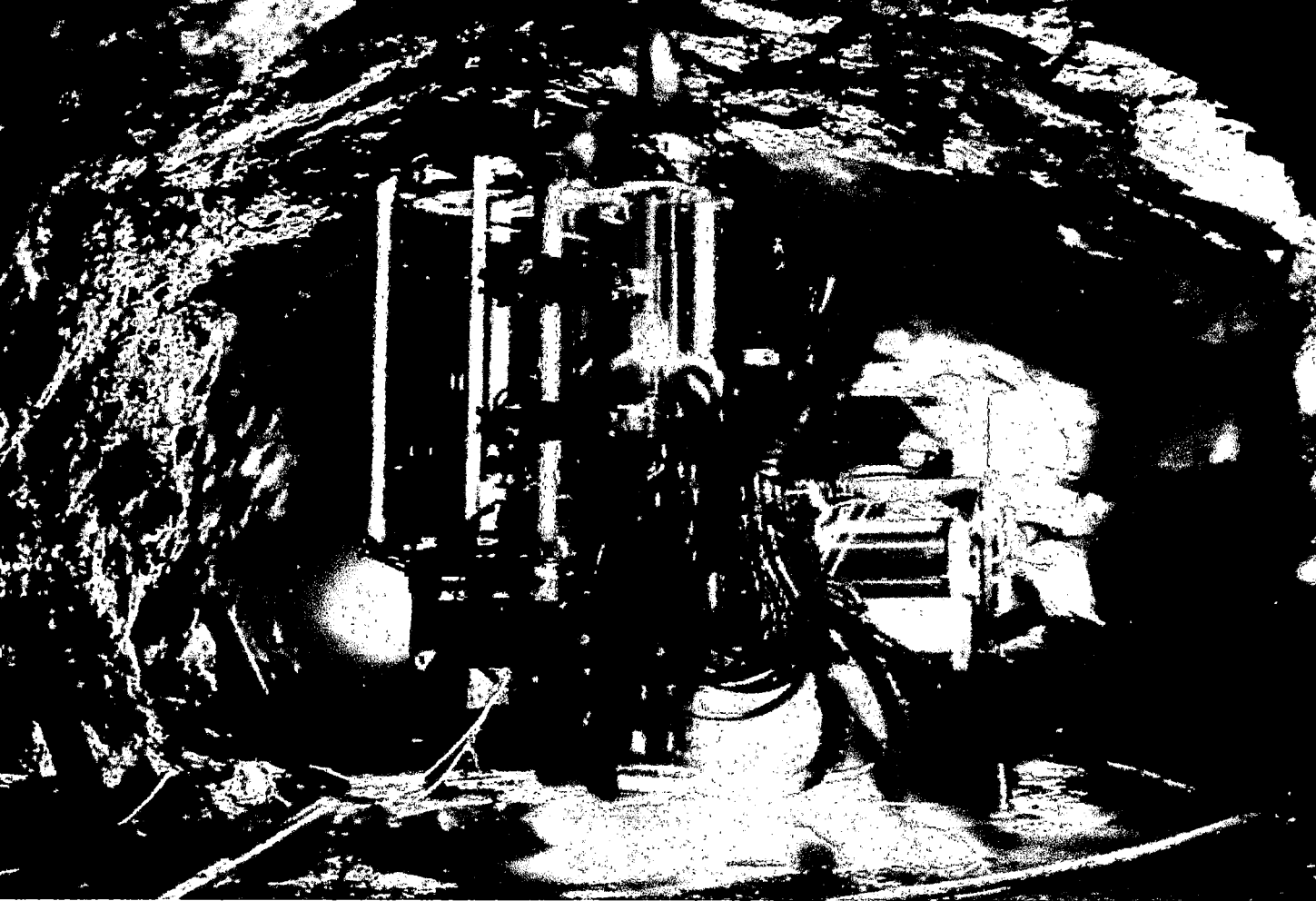
ACTIVIDAD	t(seg)
Perforar taladro	680
Sostener malla	490
Martillar split set	440
Retirar perforadora	240
Encender perforadora y ubicar punto	120
Colocar split set en taladro	120
Colocar barreno	80
Transportar malla	30
Presentar malla	12

Figura 5.25. Ciclo de Actividades para colocar 1 malla electrosoldada. Fuente Propia



Se puede constatar el alto uso de la máquina perforadora manual para los trabajos de sostenimiento.

Adicionalmente, es importante mencionar que la presentación y colocación de malla requiere de mayor número de personas, además de exponer a los trabajadores al riesgo de caída de rocas. Durante la colocación de la malla también se genera mayor concentración en el área de trabajo, provocando desorden y conflictos.



CAPÍTULO VI<sup>1</sup>

## EVALUACIÓN DE MEJORAS PRODUCTIVAS

---

<sup>1</sup> La fotografía corresponde a un equipo de perforación Atlas Copco, modelo Boltec MC.



### 6.1. IDENTIFICACION DE OPORTUNIDADES DE MEJORA

El desarrollo de los capítulos anteriores ha posibilitado identificar los factores que podrían estar afectando positiva o negativamente la productividad en obra. Dentro de este grupo, se puede señalar que existen algunas de solución inmediata y otras que requieren de una evaluación más rigurosa para su implementación en campo.

En ésta sección se desarrolla un recuento de los factores encontrados luego de utilizar las herramientas del focus group y las de control y evaluación de productividad.

Categoría	Descripción del problema	Acción correctiva
Proceso Constructivo	Actividades no coordinadas de topografía	Programar trabajos de topografía en el frente
	No existen trabajos de estandarización de labores	Incluir la estandarización en el ciclo de trabajo
	No existen controles de calidad de los trabajos	personal de calidad
	La supervisión es dificultosa debido a la distancia de labores	disponer de camioneta
	Se realizan perforación excesivas que provocan sobre excavación	Cumplir recomendaciones geomecánicas para las voladuras
	Se acumula desmonte en ventanas	No acumular demasiado desmonte en ventanas
Equipos	No existe un desplazamiento ordenado y planificado de equipos	Entregar radios a los operadores de equipos pesados
	No existe un control preventivo riguroso de equipos menores	Cumplir los programas preventivos de CEQ
	Algunos diseños deficientes causan daños en equipos	Revisar el diseño de los planos con topografía
Organización y Administración	Existen problemas en el flujo de comunicación entre turnos	Incentivar la comunicación formal
	No existe comunicación entre turnos a nivel de obreros	Realizar reuniones semanales entre ambos frentes
	Se percibe desmotivación entre los trabajadores	Realizar programas de motivación con el área de psicología
	No existe comunicación entre frentes durante el trabajo	Implementar radios en los frentes de trabajo

Figura 6.1. Oportunidades de mejora en la actividad de sostenimiento. Fuente Propia

## 6.2. EVALUACIÓN DE ACCIONES DE MEJORA

### 6.2.1. IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA HIDRÁULICA PARA SOSTENIMIENTO

#### 6.2.1.1. Problema a solucionar

La plataforma para sostenimiento actualmente utilizada, corresponde a una de desmorte de una altura promedio de 60 cm, la cual posibilita a los trabajadores poder colocar las mallas y pernos en la bóveda de la sección, ya que éstas tienen una altitud entre 3.20 m a 3.50 m. Además la plataforma sirve de apoyo al pie derecho de perforadoras manuales.



Figura 6.2. Metodología de trabajo con bancos de desmorte. Fuente Propia

Sin embargo, la realización de estas plataformas involucra también aspectos como:

- Al ser desmorte, los pies derechos se hunden al realizar la perforación, siendo un apoyo ineficiente.
- Si el desmorte no es adecuadamente compactado por el scooptram, se forma una superficie irregular, dificultando las maniobras realizadas por los trabajadores.

- Al ser una plataforma estática, se imposibilita el maniobrar la altura para facilitar la colocación de pernos y mallas en realces.
- Se impide la colocación completa de sostenimiento en los hastiales.
- El scooptram ingresa dos veces al mismo frente, elevando las horas de movilización (tiempo improductivo) dentro de la mina.
- Durante los procesos de formación de plataforma y limpieza, se contamina el ambiente, debido a la operación del scooptram en el frente.

#### 6.2.1.2. Características de la implementación de mejora

En la figura 6.2, se puede observar la instalación y retiro de la plataforma hidráulica, la cual posee las siguientes características:

- Dimensiones: 2.40x2.40m
- Capacidad: 1 tonelada
- Regulable hasta una altura de 1.70m
- Posee neumáticos para facilitar su traslado.

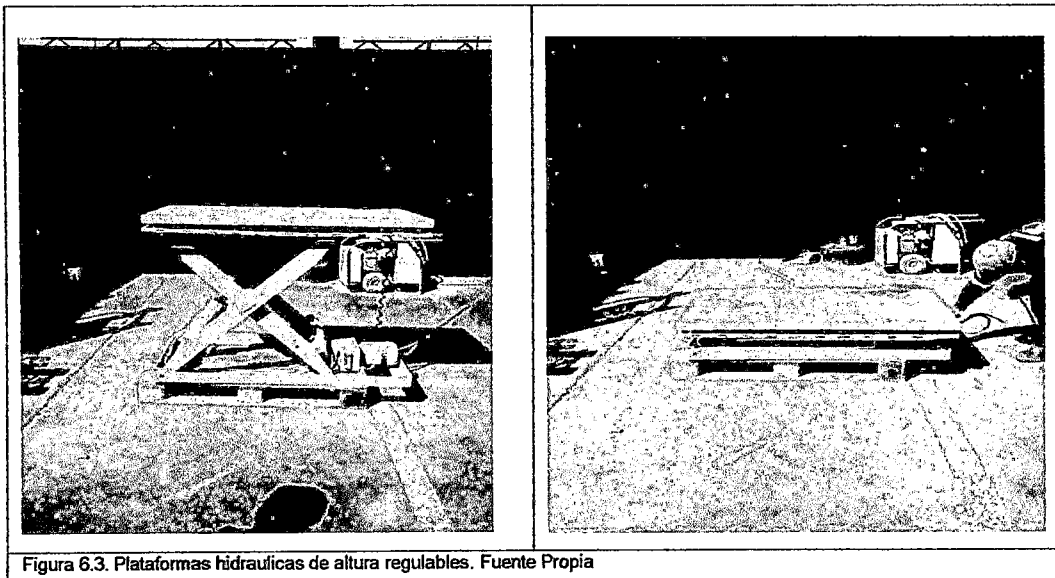


Figura 6.3. Plataformas hidráulicas de altura regulables. Fuente Propia



### 6.2.1.3. Análisis de costo y tiempo

Actualmente se consumen en promedio de 252.2 hm de scooptram (con 4 de estos equipos) en realizar la plataforma de desmonte, siendo 130.27 hm realizadas en el turno día y 121.95 hm en el turno noche.

Del mismo modo, las horas-maquina de scooptram en realización de plataforma, divididas según el tipo de labor, indican que se realizan más trabajos en galerías.

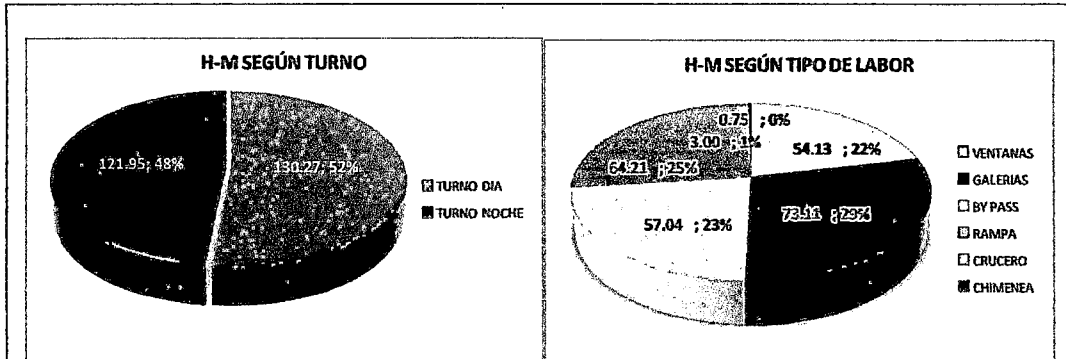


Figura 6.4. Horas Maquina de Scooptram según turno y labor. Fuente Propia

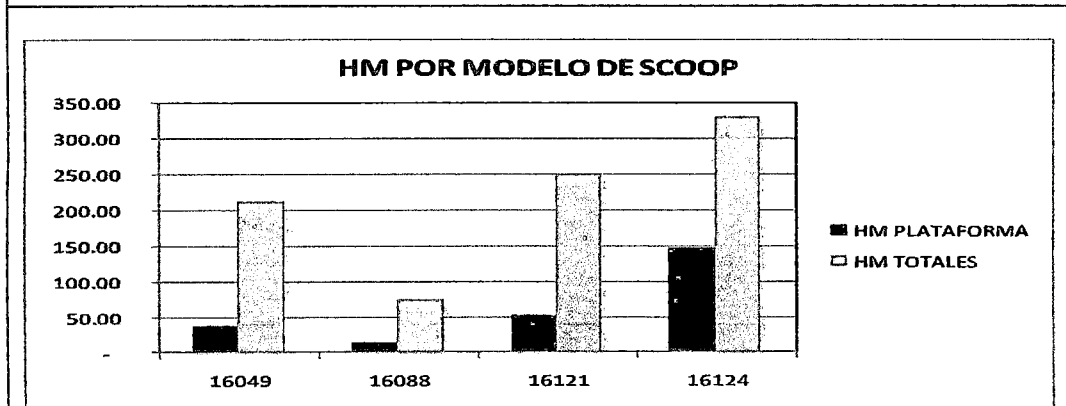


Figura 6.5. Horas Maquina por Scooptram. Fuente Propia

Sin embargo, si se esquematiza el desplazamiento total mensual de éstos equipos al interior de toda la mina, se puede apreciar el efecto que causa la separación de frentes de trabajo y la mala coordinación que pudiera haber en la distribución de los equipos en el trabajo.

La figura muestra lo sucedido en dos meses arbitrarios, que representa de forma general lo que pasa a menudo con los equipos scooptram. Existe un gran consumo de horas maquina en desplazamiento de un frente a otro debido a; la distancia que los separa, el hecho de realizar dos actividades en un mismo

frente, primero para realizar la plataforma y luego para realizar la limpieza de desmonte.

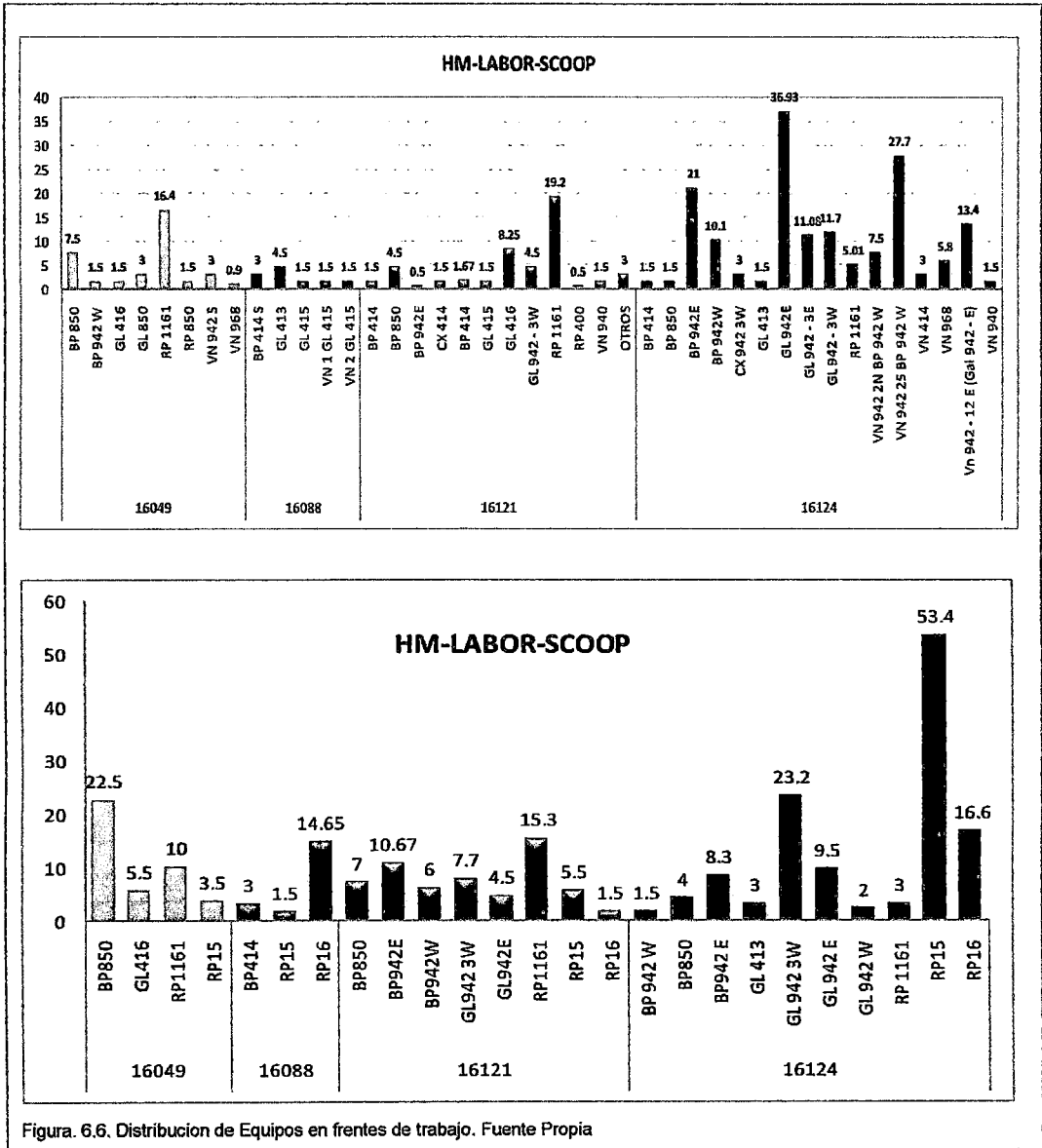


Figura. 6.6. Distribución de Equipos en frentes de trabajo. Fuente Propia

Entendiendo que la función principal de los equipos scooptram es el de acarrear desmonte de los frentes, producto de la voladura, hacia los equipos dumper o a ventanas de acumulación. Las HM consumidas en realización de plataforma y en desplazarse de un frente a otro, pudieran no ser económicamente rentables.

La tabla resume el total de HM promedio mensual y la valorización de éstas en US\$, con la consideración de que se toma en cuenta únicamente los costos de operación, es decir, los costos de posesión no son tomados.



Tabla 6.1. Tabla Comparativa de Costos de Plataforma Hidráulica. Fuente Propia

Equipo	Código	Unidad	Tarea Oper. (US\$/HM)	TOTAL HM	TOTAL (US\$)	COSTO PLATAFORMA	US\$ EN PLATAFORMA	%HM EN PLATAFORMA	%US\$ EN PLATAFORMA
Scooptram ST3.5YD3	16049	HM	21.38	212	4,532.56	38.40	820.99	18.11%	18.11%
Scooptram Electrico EIC 145E	16088	HM	33.30	75.325	2,508.32	15.58	518.65	20.68%	20.68%
Scooptram Atlas Copco ST710	16121	HM	27.00	248.45	6,708.15	53.15	1,434.92	21.39%	21.39%
Scooptram Atlas Copco ST710	16124	HM	27.00	331.15	8,941.05	145.10	3,917.70	43.82%	43.82%
				<b>866.93</b>	<b>22,690.08</b>	<b>252.22</b>	<b>6,692.25</b>	<b>29.09%</b>	<b>29.49%</b>

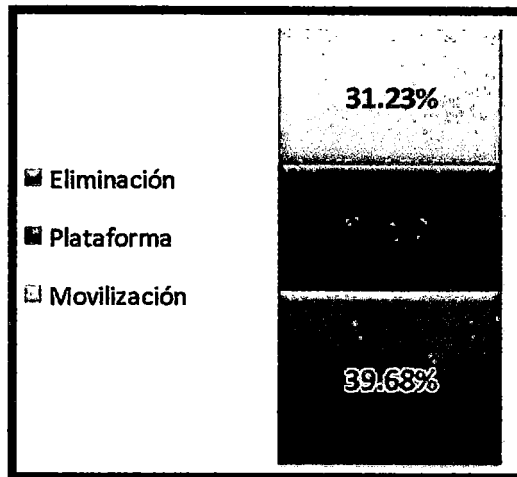
Se puede deducir que el porcentaje de HM utilizadas en la realización de plataformado es de 29.09%, mientras que el US\$ la incidencia del plataformado es de 29.49%.

Teniendo en cuenta el problema de la distribución de equipos en la zona de trabajo y la influencia del plataformado en costo y tiempo, se realiza un análisis de la utilización del tiempo del scooptram, teniendo como actividades: Eliminación de material, Movilización, Plataformado.

Tabla 6.2. Costo de Movilización Excesiva de Scooptrams. Fuente Propia

Avance Lineal Promedio Mensual (A)	492.70	m
Area de sección promedio (B)	10.47	m <sup>2</sup>
Volumen para voladura (C) = (A)*(B)	5,158.57	m <sup>3</sup>
Factor de Esponjamiento (D)	30.00%	
Volumen de desmorte (E)=(C) *(D)	6,706.14	m <sup>3</sup>
Avance en Volumen Promedio Mensual (F)	197.64	m <sup>3</sup>
Volumen Promedio Mensual (E)+(F)	6,903.78	m <sup>3</sup>
Capacidad Scooptram	2.68	m <sup>3</sup>
Nro de ciclos de carga	2,577.00	und
Tiempo promedio por ciclo	8.00	min
HM Necesario para Eliminar Desmorte (G)	344.00	hm
HM Promedio Mensual (H)	866.93	hm
HM Promedio Mensual en Plataformado (I)	252.22	hm
HM Disponible para Eliminar Desmorte (J)=(H)-(I)	614.71	hm
HM Promedio en Movilización (J)-(G)	270.71	hm
Transporte en Costo (Aprox US\$)	7,355.19	US\$

Representando la utilización de tiempos en un grafico representativo entre las tres actividades antes mencionadas se obtiene:



#### 6.2.1.4. Horas mínimas de uso de equipos

Un factor importante a tomar en cuenta en la implementación de mejoras que involucren el uso de maquinarias, es el mínimo de HM que tienen estos. Una mejora que signifique reducir las HM operativas a un nivel inferior a las HM mínimas no significarían ningún ahorro ya que al finalizar el mes, los costo de los equipos se pagaría en función a estas horas mínimas y no a las HM operativas.

En la figura, donde se resume el uso del scooptram en HM, se puede ver que las horas teóricas necesarias para eliminar material es mayor a 600 HM mensuales

La mejora optima que se obtendría, sería la eliminación de HM en plataforma y HM en eliminación.

De los cuatro scooptram, se considera no optimizable el equipo eléctrico por lo que no tomamos en cuenta su influencia en hm mininas. Las otras tres tienen un HM mínimo de 200 horas, con lo cual se tienen 600 HM mínimas mensuales, lo cual concuerda con el mínimo teórico.

Esto significa que la implementación de la plataforma hidráulica involucra tener las maquina operando hm mensuales alrededor del mínimo y solo en la actividad de eliminación y realizar los trabajos de plataformado con las plataformas.



## 6.2.2. RENOVACIÓN DE PERFORADORAS MANUALES

### 6.2.2.1. Problema a solucionar

Dentro del análisis de ciclo de actividades, descrito en el capítulo 4, se ha podido apreciar que la actividad de colocación de mallas con split set y la perforación de frentes, en conjunto representan el 43.18% (4.75 hrs) del total de 11 horas del turno de trabajo. Dentro de los recursos necesarios para realizar dichas actividades, resalta el uso de las perforadoras manuales.

Para el caso de la colocación de mallas con split sets, la figura muestra los tiempos promedios para cada operación componente de ésta actividad.

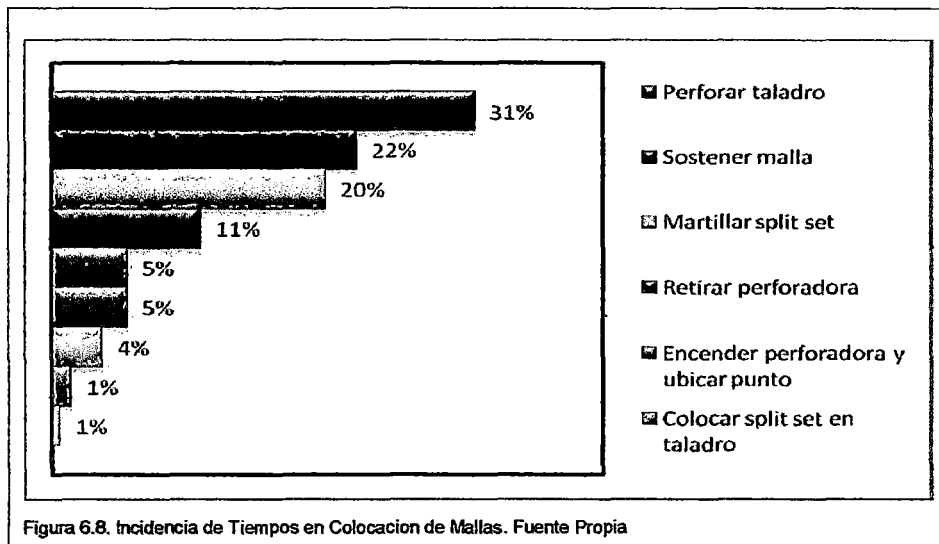
ACTIVIDAD	t (min)
Encender perforadora y ubicar punto	2.00
Colocar barreno	1.33
Perforar taladro	11.33
Retirar perforadora	4.00
Transportar malla	0.50
Presentar malla	0.20
<i>Sostener malla*</i>	<i>8.17</i>
Colocar split set en taladro	2.00
Martillar split set	7.33

Figura 6.7. Análisis de Ciclo de Actividad de Colocación de mallas. Fuente Propia

La figura muestra la secuencia de operaciones para la colocación de la primera malla, la cual incluye la colocación de 8 split sets, lo cual toma en promedio 28 min.

La operación de "sostener malla" es colocada en cursiva debido a que se desarrolla en paralelo con otras actividades y no representa un incremento de tiempo en el ciclo de colocación de mallas. Ésta actividad será analizada con mayor detalle en la siguiente sección.

Según la incidencia en tiempo, las operaciones quedarían ordenadas del siguiente modo:



Esta figura permite notar que dentro de las operaciones más incidentes se tienen a la perforación de taladros y el martillado de split sets. Por lo tanto existirá gran dependencia del uso de perforadoras manuales, las cuales, de no estar en adecuadas condiciones de funcionamiento paralizarán las labores.

Otro aspecto relevante a la incidencia de uso de perforadoras manuales es el ambiente de trabajo. Las máquinas perforadoras requieren de buena presión de agua, buena iluminación, buena ventilación. Dichas condiciones, tal como se detalló a lo largo de la investigación no siempre se tienen y por lo tanto perjudican el desarrollo de las actividades.

#### 6.2.2.2. Características de la implementación de mejora

Las perforadoras utilizadas actualmente son de la marca Atlas Copco, en dos modelos distintos: BBC16 y BBC21.

Se tienen 8 perforadoras del tipo BBC16 y 4 perforadoras del tipo BBC21, las cuales poseen varios años de utilización.

El Nivel General de Actividad calculado en la actividad de sostenimiento muestra un 45% de trabajo no contributivo, dentro del cual se tiene un 15.97% en la operación de "ayudar a perforar", la cual agrupa a las operaciones relacionadas con la maniobrabilidad de la perforadora manual.



Una mejora productiva con nuevas perforadoras, reducirá el porcentaje del trabajo no contributivo y por ende aumentará el porcentaje del trabajo productivo.

Las principales características de las perforadoras manuales son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS	BBC 16	BBC 34
Peso (kg)	26.00	31.00
Consumo de aire	134 cfm	88 l/s
Bocina portabarrenos	7-8"	7/8"
Conexión de manguera	1" diámetro	1" diámetro

Figura 6.9. Características de perforadoras manuales. Atlas Copco

### 6.2.3. IMPLEMENTACIÓN DE BASTIDORES PARA LA COLOCACIÓN DE MALLAS ELECTROSOLDADAS

#### 6.2.3.1. Problema a solucionar

Se ha comentado sobre las el riesgo y la peligrosidad de los trabajos realizados en la excavación de obras subterráneas mineras. Dentro de las principales causas de accidentes, la caída de rocas es la de mayor incidencia, tal como lo muestra el Anuario de Minería del Perú.

Por tal motivo, durante la ejecución de las actividades en los frentes de trabajo, se procura tener la menor exposición posible en zonas aun no sostenidas. Con ésta consideración, se nota en campo que la metodología de colocación de mallas electrosoldadas no es la más adecuada.

En un frente de cuatro trabajadores y dos maquinas perforadoras, se forman dos cuadrillas: dos operadores y dos ayudantes, cada grupo trabajando en un hastial.



Foto 6.1. Perforación de barrenos. Fuente Propia

Sin embargo, durante la presentación de la malla en el frente y la posterior colocación, se produce un desorden y mayor concentración de trabajadores para ayudar a sostener la malla mientras se martillan los split sets.

En la Foto 6.2., se puede apreciar que el trabajador A, martilla los split sets con el uso de la perforadora manual.

Los trabajadores B y C usan barretillas para sostener la malla mientras se colocan los split sets.

El trabajador perteneciente a una segunda cuadrilla, va perforando los barrenos sin ayudante de vigila y con la imposibilidad de colocar mallas pues necesita personal de ayuda.



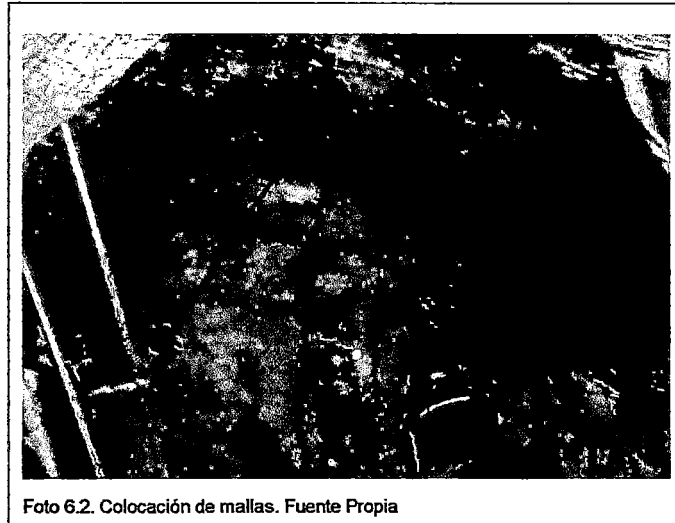


Foto 6.2. Colocación de mallas. Fuente Propia

### 6.2.3.2. Características de la implementación de mejora

El problema descrito puede ser solucionado con la implementación de bastidores, las cuales deben ser regulables en altura para facilitar la colocación de mallas electrosoldadas. Estos bastidores tendrán los siguientes beneficios:

Evitarán la congestión y/o concentración de trabajadores bajo bóvedas aun no sostenidas o propensas a caídas de roca.

Se podrá realizar un trabajo más rápido y sencillo durante la colocación de split sets.

Posibilitarán la mayor producción de colocado de mallas debido a que ambas cuadrillas avanza al mismo rendimiento.

Se realizan trabajos mas seguros debido a que los trabajadores no estarán bajo superficies no sostenidas con posible caída de rocas.

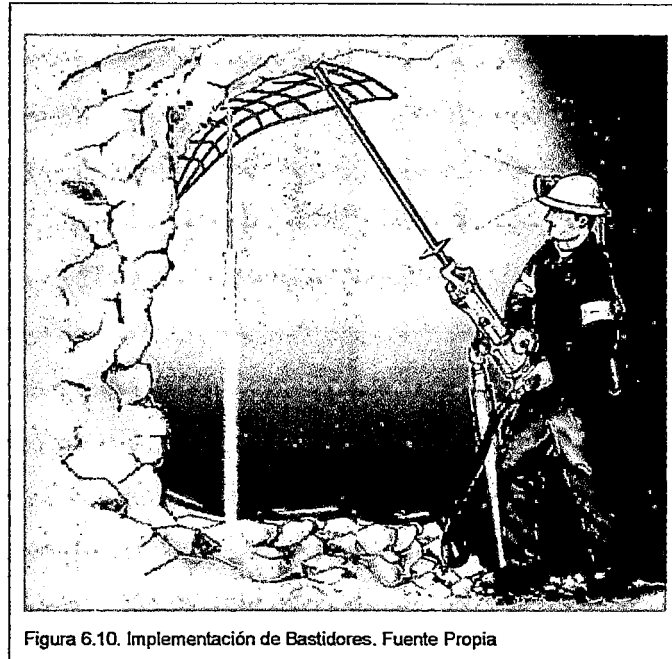


Figura 6.10. Implementación de Bastidores. Fuente Propia

### 6.2.3.3. Análisis de costo y tiempo

Debido a que la función de los bastidores es la de ser un apoyo temporal de las mallas electrosoldadas, mientras los split sets son colocados, no requieren soportar fuerzas axiales, o si estas existen serán significativas.

Por tal motivo se plantea la utilización de pies derechos gastados, los cuales, al ser livianos y regulables en altura, son adecuados para cumplir esta función.



Foto 6.3. Pie Derecho de Perforadoras

### 6.3. MINERÍA MECANIZADA

Si bien en el capítulo se han descrito las posibles alternativas de mejora en el proyecto estudiado, se debe entender que son mejoras acordes a las condiciones particulares tanto técnicas como administrativas.

Sin embargo, dejando de lado las consideraciones de inversión, administrativas y políticas del proyecto estudiado, considerando únicamente la parte técnica y productiva de la ejecución de obras subterráneas mineras, en particular en la actividad de sostenimiento.

#### 6.3.1. DESATADO DE ROCAS

La actividad de desatado de rocas, que según el análisis de productividad detallado en el capítulo 4, dura en promedio 39 minutos en una roca tipo IIIB. Actividad que es realizada con barretillas, exponiendo a los trabajadores a la caída de rocas.



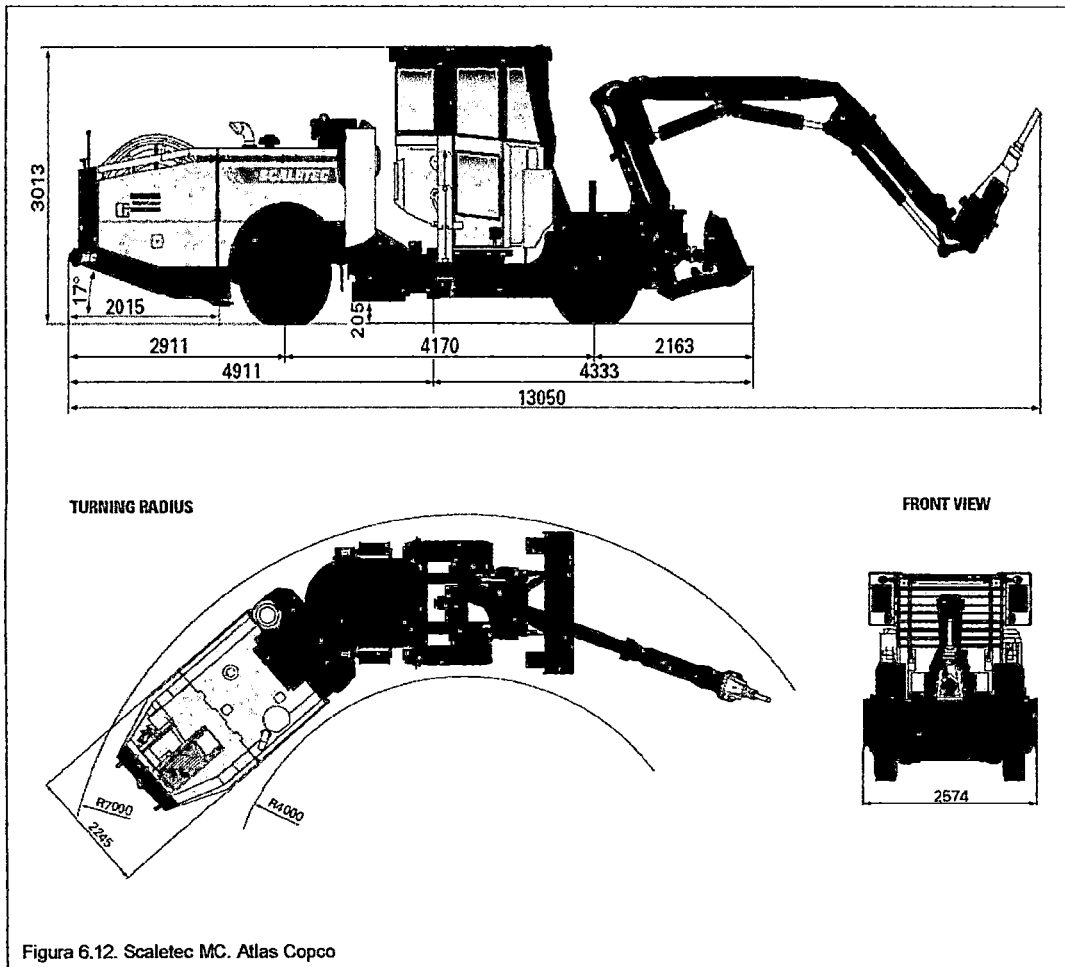
Figura 6.11. Desatado de Rocas con barretillas. Fuente Propia

El avance de la tecnología y la mayor atención a la seguridad en el trabajo han posibilitado que estos trabajos de alto riesgo se realicen de forma mecanizada, con los siguientes objetivos:

- Incrementar la productividad de las operaciones
- Reducir los costos de producción

- Tecnificar las metodologías de trabajo
- Realizar trabajos seguros
- ✓ **SCALETEC MC**

Este equipo es un quebrantador mecánico que tiene una altura de 3010 mm y un ancho de 2210 mm, la cual es impulsada por un motor de 115 kW. El brazo potentado tiene un alcance de 9m de altura, lo cual permite seguir a la unidad eficazmente el contorno del frente, el techo y las galerías del área de trabajo



### 6.3.2. PERFORACIÓN DE PERNOS

La actividad de colocación de pernos en el mundo ha pasado por tres etapas muy bien diferenciadas.

La primera, en la cual tanto la perforación de barrenos como la colocación de pernos se realizan de forma manual con ayuda de las perforadoras manual hidráulicas.

La segunda, es una metodología semiautomática donde la perforación de barrenos se realiza con equipos hidráulicos jumbo, y la colocación de pernos se hace de forma manual con ayuda de una plataforma móvil adjunto al equipo de perforación, que permite al trabajador desplazarse por todo el contorno de frente de trabajo,

La tercera es la forma mecanizada de todo el ciclo de trabajo, donde la perforación de los frentes se realiza con equipos jumbo, el desatado de rocas se realiza con los equipos Scaletec MC y la colocación de pernos se realiza con equipos Boltec.

#### ✓ BOLTEC MC

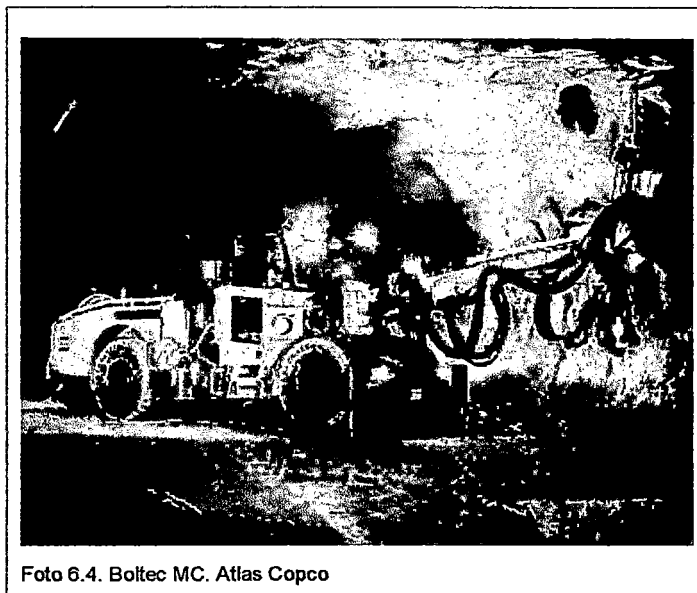


Foto 6.4. Boltec MC. Atlas Copco

Los equipos mecanizados Boltec MC, permiten disminuir al máximo la exposición de los trabajadores a las posibles caídas de roca.

Una característica a tomar en cuenta antes de la implementación de estos equipos mecanizados son las dimensiones.

En el caso de los equipos Scaletec MC, en términos generales se tiene un ancho de 2.5 metros, una longitud de 13 metros y una altura de 3 metros.

Si se considera que los frentes de trabajo en el proyecto "Profundización Mina Orcopampa III", tienen secciones iguales o menores a 3.5x3.5, se puede entender que no serían aplicables estos equipos para el proyecto debido a la complicación de su desplazamiento en el interior.

En el caso de los equipos Boltec MC, las dimensiones generales son: un ancho de 2.2 m, una longitud de 13.4 m y una altura de 3.0 m, por lo que las dificultades de implementación son las mismas que en los equipos Scaletec.

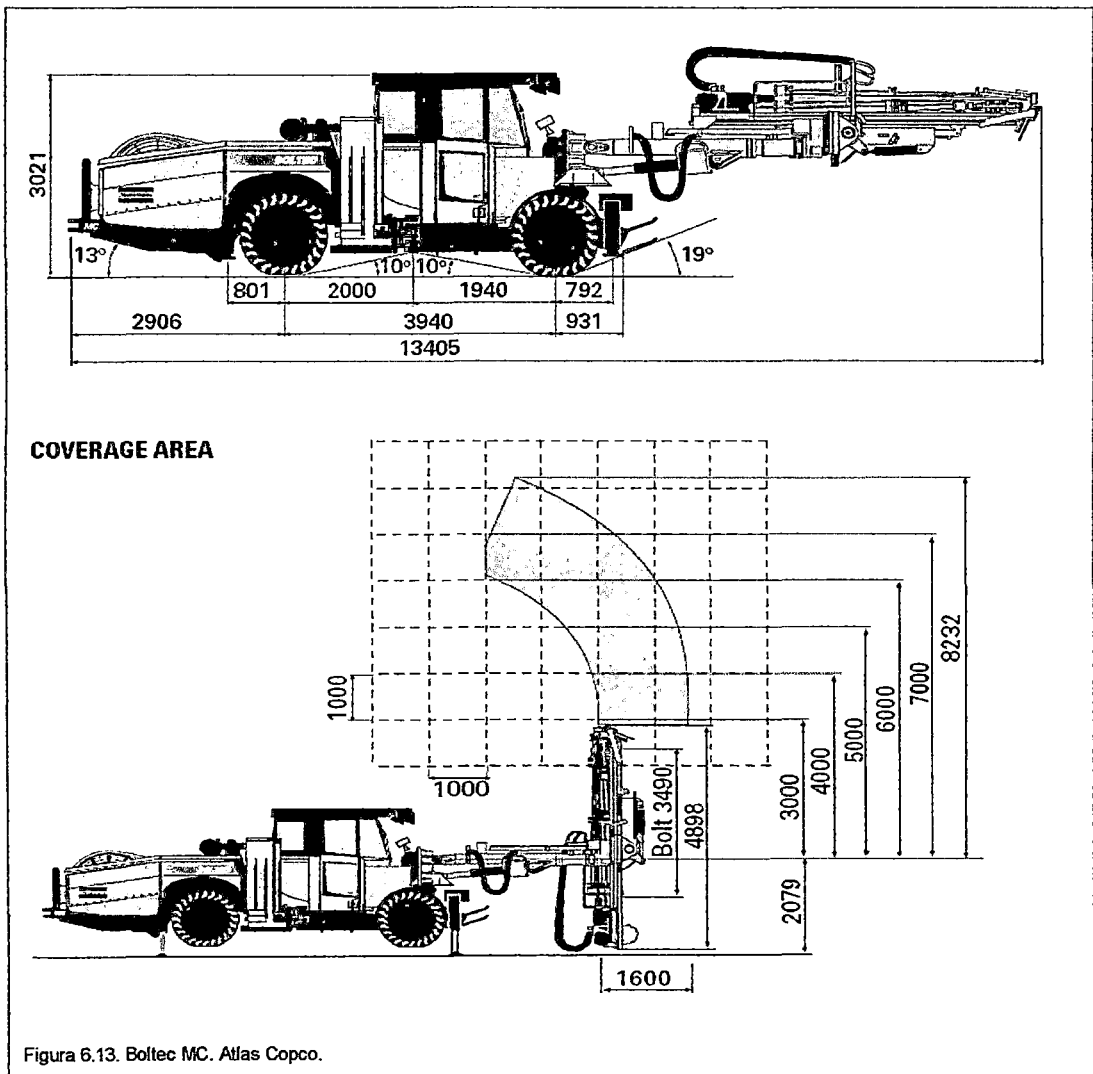


Figura 6.13. Boltec MC. Atlas Copco.



## CONCLUSIONES

1. Es de resaltar la importancia del estudio de mejoras productivas en la minería, ya que esta actividad representa el 51.9% de las exportaciones nacionales, además de que de las 30 principales minas, el 66% son del tipo subterráneo.
2. Las actividades del ciclo de trabajo de minería subterránea, en el proyecto estudiado, son del tipo multifuncional. Lo cual significa que una misma cuadrilla realiza las actividades de: Perforación, carga, voladura y sostenimiento. Se justifica la multifuncionalidad debido a que se realizan, en promedio, 10 labores simultáneamente. Esto obliga a reducir al mínimo el tiempo desplazamiento de personal y demás tiempos improductivos, los cuales serían notorios con cuadrillas especializadas.
3. Se comentó en el planteamiento de la investigación que una de las principales estrategias de mejora productiva debe ser: "concebir mejoras adaptadas a situaciones reales". Si se toma en cuenta además, que existen dos formas generales de mejora: Innovación tecnológica y Mejora Continua. En la investigación se ha optado por la segunda alternativa, ya que la Innovación tecnológica tiene, en este caso, restricciones en: Diseño geométrico de la mina, Incertidumbre de contrato, Condiciones ambientales, etc. Por ejemplo, no se podría implementar un equipo Boltec, ya que no podría trabajar en secciones con alturas menores 5 m.
4. Debido a que las componentes de la mina subterránea estudiada, tales como: galerías, rampas, cruceros, by passes, etc.; tienen dimensiones variadas, el estudio se ha realizado con una sección típica de 3.5x3.5 (60% de la longitud total excavada) y una pendiente de  $\pm 0.05\%$  de pendiente.



Sección	Long (m)
1.50 x 2.10	36.60
1.50 x 2.20	29.80
1.80 x 2.10	58.16
2.10 x 1.50	565.76
2.10 x 1.80	254.28
2.10 x 2.10	186.26
2.40 x 2.10	31.40
2.70 x 2.70	16.50
3.00 x 3.00	3,066.82
3.20 x 3.20	328.22
3.50 x 3.50	10,168.94
4.00 x 3.50	2,318.54
<b>TOTAL</b>	<b>17,061.28</b>

Longitud de labores por sección de frente

5. Dentro de las características del proyecto "Profundización Mina Orcopampa III", se pudo apreciar que el tipo de roca predominante es IIIB (69.11%), cuyo sistema de sostenimiento sugerido es una aplicación sistemática de pernos y mallas. Por lo cual el estudio de mejora se orientó en éste tipo de sostenimiento.
6. Las condiciones ambientales de trabajo en el proyecto muestran que los valores promedio se encuentran cercanos a los límites permisibles, tal como se muestra en la tabla. Esto influirá en el desempeño de los trabajadores pues la fatiga y el cansancio serán más notorios. En algunos casos inclusive, pueden presentarse dolores de cabeza y deshidratación en el personal.

	Valores Promedio	Limite Permissible
CO2 (ppm)	17	25
O2 (%)	20	19.5
T° Nor (C°)	32	30
T° Efect. (C°)	29	30

7. Si bien dentro de la incidencia de costos predomina el de la excavación con 76.25% en promedio, donde el sostenimiento representa el 23.75%; la actividad de sostenimiento es la más incidente en tiempo (31.81% del ciclo de trabajo), y además donde se registran mayores dificultades, tal como se aprecia en el diagrama de Ishikawa.
8. En la presente investigación se ha descrito la novedosa herramienta del Grupo de Enfoque. La cual permitió conocer la percepción de los trabajadores sobre la productividad. Los resultados de su aplicación fueron satisfactorios pero igualmente podría haberse aplicado una





herramienta más simple y directa como la Lluvia de Ideas, tal como se explicó en el capítulo 4.

9. El problema de la comunicación al nivel de obreros, detectado con el Grupo de Enfoque, guarda relación con otras investigaciones respecto a factores de efecto negativo en la productividad, las cuales consideran a la comunicación como uno de los mayores factores negativos. Sin embargo las metodologías de gestión de proyectos actuales enfocan el estudio de comunicación tan solo al nivel de dirección, dejando de lado este importante aspecto.
10. La comunicación a nivel de trabajadores entre ambos turnos necesita ser mejorada con la implementación de reuniones periódicas y de la implementación de radios en los frentes de trabajo, así como una comunicación constante entre supervisores y operadores de equipos, a fin de tener una distribución adecuada de la maquinaria en las zonas de trabajo.
11. El uso de un Mapa de Procesos y la aplicación del Grupo de Enfoque, permite apreciar que las oportunidades de mejora no solo se encuentran en los procesos de producción, sino también en los procesos de Dirección y de Apoyo.
12. Se ha podido ver que los avances semanales son, en promedio, ligeramente superiores en el turno noche. Sin embargo, la percepción de los trabajadores indica que tienen mayor rendimiento en el turno día. Por lo que se puede inferir lo siguiente: En el turno día, el ciclo de trabajo se corta en 1 hora para almorzar, en cambio en el turno noche, solo se toma un leve descanso, con lo que queda mayor tiempo para completar el ciclo. Además los trabajadores perciben que en el turno noche siente menos estrés que en el turno día.
13. Dentro del control de productividad se mencionó que se realizó un cambio en la metodología; hasta mediados del 2008 el control de productividad en la actividad de sostenimiento se realizaba en función a cada tipo de material usado (en éste caso se ha mencionado el control de mallas y pernos de fricción). A partir de julio del 2008 se empieza un control



global, con lo cual solo se toma en cuenta la longitud avanzada versus las horas hombre totales utilizadas.

Dicho control se resume en el cuadro adjunto. Se puede apreciar las diferencias de valores del Índice de Productividad (IP) influenciadas por la forma de control. Con un control individual se tenía hasta junio del 2008 un IP de 1.18 para split sets y 0.97 para mallas, lo cual sugiere mayor consumo de recursos que de los programados, sin embargo cuando se cambia a un control global, éste valor desciende hasta un promedio de IP=0.59, sugiriendo un excelente consumo de recursos.

		IP		IC*	PPC**
		Split set	malla		
2008	Ene – Jun	1.18	0.97	1.00	65%
	Jul – Dic	0.59		0.98	72%
2009	Ene – May	0.88		1.06	73%

\*IC: Índice de Costos    \*\*PPC: Porcentaje de plan cumplido

14. Se ha podido apreciar en el cuadro anterior que si bien el porcentaje de plan cumplido se encuentra alrededor del 70%, el IC se mantiene en 1. Esto debido a que el cálculo de PPC se ha realizado considerando únicamente el avance en metros lineales, sin embargo existen trabajos adicionales valorizados en metros cúbicos.
  
15. El análisis del Nivel General de Actividad del sostenimiento en obra muestra un porcentaje de Tiempo Contributorio elevado (45.98%). Dicho porcentaje representa características propias de una actividad de alto riesgo que requiere de personal de vigía en el frente de trabajo. Es así que se puede ver que dentro de la división del Trabajo Contributorio, la actividad de Vigilar, representa el 41.11%, seguido de 11.02% en Ayuda de Perforación y 6.96% en Sostenimiento de Mallas. Por el lado del Trabajo No Contributorio, la actividad más incidente es el Descanso, con una incidencia de 46.10%, debido a la alta exigencia física del trabajo.
  
16. Dentro del ciclo de trabajo promedio calculado se tienen 11.66 hrs, lo cual supera ligeramente las 11 horas del ciclo de trabajo, debido a que el cálculo se realizó sin traslapar algunas actividades. Por otro lado, dentro



del ciclo de trabajo la actividad de sostenimiento contiene 4.67 hrs, entre procesos productivos y de apoyo, teniendo la actividad productiva de la colocación de mallas y split set, 1.88 hrs.

17. La implementación de una plataforma hidráulica posibilita la reducción del retrabajo hecho por el scooptram, cuyo trabajo mensual en plataformado es de 243.32 hrs (27.37 %) y con un costo del 24.83% del total.
18. Las plataformas hidráulicas posibilitarán reducir el tiempo de colocado de sostenimiento en 42min en promedio, e incrementará el uso efectivo de los scooptrams, actualmente de 39.68%.
19. Las renovación de maquinas de perforación manual incrementarán la productividad del colocado de mallas y split sets, ya que el tiempo de ciclo actualmente de 28 minutos se reducirá debido a una mayor velocidad de perforación.
20. Los bastidores para el colocado de mallas, permitirán además de realizar un trabajo más ordenado, sencillo y seguro, la posibilidad de la reutilización de materiales gastados, como lo son los pies derechos de las perforadoras manuales.



## RECOMENDACIONES

1. Dentro de la organización y control de las actividades, es recomendable implementar reuniones constantes entre los trabajadores de ambas guardias a fin de programar formas de trabajo similares y evitar retrasos por falta de ubicación de materiales, mayores tiempos de desatado por sobre excavación excesiva, etc.
2. Las actividades de estandarización, que como parte de la certificación OHSAS 18001, se intensificaron durante la ejecución del presente estudio, mostraron que de no llevarse a la par con los trabajos productivos, en el futuro retrasan los trabajos y en algunos casos los paralizan. Por lo cual es recomendable que estas actividades sean incorporadas dentro del ciclo de trabajo.
3. Los costos de excavación y sostenimiento son variables a lo largo del tiempo, lo cual dificulta el control y la proyección de gastos. Se deben buscar formas de reducir dicha variabilidad.
4. Si bien se tiene un área de psicología en obra, la cotidianidad del trabajo y los tiempos ajustados no permiten la realización de dinámicas grupales. Es recomendable programar dichas dinámicas a fin de solucionar problemas de desmotivación encontrados dentro de la aplicación del focus group.
5. Se mencionó que no se tienen estudios contundentes que relacionen motivaciones elevadas con producción elevada o desmotivación con reducción de producción. Pero si es conocido que no existen proyectos donde haya desmotivación y producción elevada a la vez. Por lo que es adecuado mejorar en la medida de lo posible el confort tanto de trabajadores como supervisores. Es necesario el descanso adecuado y abrigado, teniendo en cuenta la altitud del lugar de trabajo.
6. Es necesario realizar un monitoreo constante de la distribución de personal y de equipo en la zona de trabajo a fin de no concentrar recursos en pocos frente y descuidar otros.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Altez, G.; Bolívar, K. *"Mejoramiento de la Productividad con redes operacionales cíclicas y construcción sin pérdidas, Proyecto Interceptor Norte"*. Tesis UNI-FIC, 2003.
2. Asociación Peruana de Empresas de Investigación de Mercados (1999). *"La investigación cualitativa mediante la técnica de Focus Groups"*.
3. Asociación Peruana de Empresas de Investigación de Mercados. *"La Investigación Cualitativa Mediante la Aplicación del Focus Group"*. Perú, 1999.
4. Borcharding, J.; Oglesby, C. (1974). *"Construction productivity and job satisfaction"*. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE. Setiembre.
5. Botero, Luis F. (2004). *"Guía de Mejoramiento Continuo"*. Medellín-Colombia.
6. Brioso, X.; Villagarcía, S.; Orihuela, P.; Gómez, M. (2006). *"Indicadores de Productividad y Calidad en la Construcción de Edificaciones"*. Dirección Académica de Investigación (DAI)-PUCP. Lima, Perú.
7. Castro, R. *"Curso de Diseño de Minas Subterráneas"*. Facultad de Ingeniería de Minas. Universidad de Chile.
8. Dai, Goodrum, Maloney, Sayers, C. (2005). *"Analysis of Focus Group Data Regarding Construction Craft Workers' Perspective of the Factors Affecting their Productivity"*. Construction Research Congress 2005. ASCE.
9. Eldin; Neil; Egger, S. (1990). *"Productivity Improvement Tool: Camcorders"*. Journal of Construction Engineering and Management. ASCE, Vol 116, N°1. Marzo, 1990.



10. Fuster, S.(2004). *"Elaboración de una Guía Práctica para el Uso Conjunto de Análisis y Simulación de Operaciones de Construcción"*. Memoria para Optar el Título de Ingeniero Civil. Chile.
11. Gertsch, R. (1998). *"Techniques in Underground Mining"*. Society for Mining and Metallurgy&Exploration.
12. Ghio, V.(2001). *"Productividad en Obras de Construcción"*. Perú.
13. GyM S.A.(2008). *"Manual de Gestión de Proyectos"*. Corporación Graña y Montero.
14. Hernandez, S. *"Metodología de la Investigación"*. McGraw Hill. Mexico, 2006.
15. Jones, W.L. (1964). *"Human factors as they affect methods improvement in construction"*. Standford University.
16. López, Luis A. (2000). *"Producción sin pérdidas en la Construcción"*. Colombia. Editorial Santander.
17. Maloney, W. *"Productivity Improvement: The Influence of Labor"*. Journal of Construction. ASCE. 1983.
18. Organización Internacional de Trabajo (1983). *"Introducción al Estudio del Trabajo"*. Ginebra.
19. Ponce, O. (2008). *"Focus Group: ¿Cómo hacerlo más efectivo?"*. Partner Consulting S.A.C.
20. Randolph, T. (1997). *"Scheduled Overtime and Labor Productivity: Quantitative Analysis"*. Journal of Construction Engineering and Management. Nueva York.
21. Revista BIT (2001). *"Productividad en la Industria de la Construcción Chilena"*. Chile. Agosto.
22. Rodriguez, W. (2008). *"Apuntes de clase de Calidad y Productividad en la Construcción"*. Perú.



23. Serpell, A. (1993). *"Administración de Operaciones en Construcción"*. Alfaomega. Chile.
24. Society for Mining and Metallurgy&Exploration. Hartman, H. (1987). *"Mining Engineering Handbook"*.
25. Thamhain, H.J. *"Engineering management, managing effectively in technology-based organizations"*. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1992.
26. Tucker, R.L. *"Management of construction productivity"*. Journal of Management in Engineering. ASCE. Julio, 1986.
27. Werther, W.; Keith, D. (2000) *"Administración de Personal y Recursos Humanos"*. Mexico. McGraw-Hill Interamericana.
28. [www.buenaventura.com.pe](http://www.buenaventura.com.pe). Visita hecha en Abril 2009

# ANEXOS

## Anexo 1.1. Selección de métodos de minería

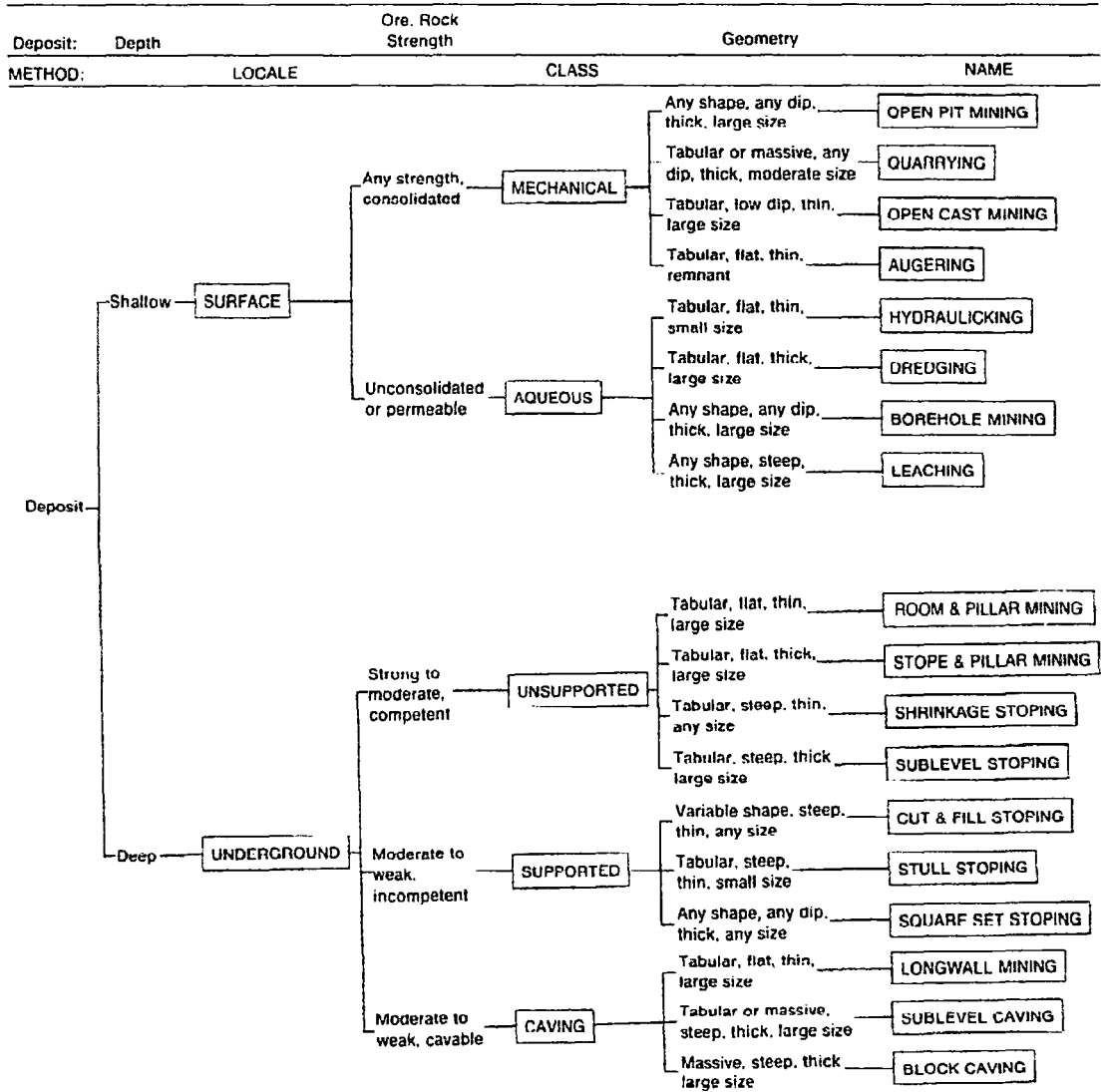


Fig. 23.4.1. Hartman's chart for selection of a mining method (Hartman, 1987).



## Anexo 1.2. Normas Alemanas B-2230

- TIPO 1 Terreno Estable. Excavación en una única fase, sin sostenimiento
- TIPO 2 Roca poco fracturada. Excavación en una única fase, sostenimiento donde se requiera
- TIPO 3 Roca algo más fracturada. Excavación en una única fase, sostenimiento en la bóveda
- TIPO 4 Roca fracturada y poco friable. Excavación en dos fases y contrabóveda, sostenimiento sistemático en toda la sección
- TIPO 5 Roca muy friable, empuje inmediato. Excavación en dos o tres fases, dependiendo de la sección, sostenimiento con cerchas metálicas
- TIPO 6 Roca de empuje inmediato fuerte. Excavación en varias fases (núcleo central) y contrabóveda. Sostenimiento sistemático en toda la sección igual que tipo 5
- TIPO 7 Terreno sin cohesión. Excavación en varias fases, con núcleo central y contrabóveda concreto rociado en frente inmediato y sostenimiento sistemático en toda la sección, igual que tipo 6

**ANEXO 2.1. Avances lineales según tipo de roca**

<b>MES</b>	<b>III B (ml)</b>	<b>IV A (ml)</b>	<b>IV B (ml)</b>
jun-07	259.33	113.22	11.13
jul-07	259.30	77.87	6.50
ago-07	204.25	48.86	28.92
sep-07	134.45	51.07	26.37
oct-07	206.71	47.56	2.48
nov-07	358.10	25.09	4.05
dic-07	321.02	33.22	-
ene-08	164.25	66.07	1.24
feb-08	256.92	56.59	14.68
mar-08	242.44	66.71	16.70
abr-08	247.85	140.31	5.60
may-08	315.47	79.19	-
jun-08	382.29	59.05	-
jul-08	165.04	99.15	-
ago-08	246.02	125.74	-
sep-08	215.90	136.11	-
oct-08	300.08	114.27	-
nov-08	164.71	152.14	-
dic-08	235.22	146.50	-
ene-09	94.18	164.83	-
feb-09	117.08	329.09	-
mar-09	251.17	149.79	-
abr-09	397.60	110.29	-
may-09	353.57	123.94	-
<b>Sub total</b>	<b>5,892.95</b>	<b>2,516.66</b>	<b>117.67</b>
<b>%</b>	<b>69.11%</b>	<b>29.51%</b>	<b>1.38%</b>

ANEXO 2.2. Avances lineales según tipo de roca, labor y fecha

FECHA	LABOR	Avances lineales			
		H B (m)	V/A(m)	V/B(m)	V (m)
Junio 2007	Ch 891-1 - CHIMENEA 891-2	9.00	-	-	-
	Ch 949-3 - CHIMENEA 960	19.50	-	-	-
	CRUCERO 1300 N	62.16	35.95	11.13	-
	CRUCERO 1300 N - VENTANA 1300-3E (BODEGA)	5.50	-	-	-
	CRUCERO 1300 N - Vn 1300 1E (Der.)	12.30	-	-	-
	CRUCERO 1300 N - Vn 1300 2W (Izq.)	10.00	-	-	-
	CRUCERO 942 N - BP 942 1N - BY PASS N	18.53	-	-	-
	CRUCERO 942 N - Vn 866 W - VENTANA 866 W	12.90	7.90	-	-
	CRUCERO 942 N - Vn 942 1W - VENT. ACC. RAISE CLIMBER 820	8.10	-	-	-
	CRUCERO 942 N - Vn 942 2E - VENT. ACC. PIQUE PROMETIDA	-	18.00	-	-
	CRUCERO 942 N - Vn 942 3W - CABINA DE SALVATAJE	6.20	-	-	-
	CRUCERO 942 NE	-	33.60	-	-
	RAMPA 14	23.90	6.90	-	-
	RAMPA 710 (4)	17.24	3.87	-	-
	VENTANA 1310 N (Izq.) - VENTANA 1063 N (RPA 14)	5.00	7.00	-	-
	VENTANA 1310 S (Der.) - VENTANA 1063 S (RPA 14)	10.40	-	-	-
	VENTANA 968 S - POZA DE DESLAMADO (RAMPA 13)	26.30	-	-	-
	VENTANA 980 N - SUMIDERO N° 2 (RAMPA 13)	12.30	-	-	-
<b>Total jun-2007</b>	<b>259.33</b>	<b>113.22</b>	<b>11.13</b>	<b>-</b>	
Julio 2007	Ch 850-1E - CHIMENEA 850	25.00	-	-	-
	Ch 891-1 - CHIMENEA 891-2	1.40	-	-	-
	Ch 949-3 - CHIMENEA 960	30.50	-	-	-
	CRUCERO 1250 S	-	29.42	2.76	-
	CRUCERO 1300 N	91.73	-	-	-
	CRUCERO 1300 N - Vn 1300 4E (Der.)	12.00	-	-	-
	CRUCERO 1300 N - Vn 1300 5W (Izq.)	10.00	-	-	-
	CRUCERO 942 N - Vn 942 4 - CABINA RAISE CLIMBER	17.15	-	-	-
	CRUCERO 942 N - Vn 942 5 - ACC. A CABINA	18.40	-	-	-
	CRUCERO 942 N - Vn 942 S - ACC. A RAISE CLIMBER	21.20	-	-	-
	CRUCERO 942 NE	10.22	11.18	-	-
	GALERIA 850 - Vn 900 1 - VENTANA PARA CHIMENEA 850	1.50	-	-	-
RAMPA 14	-	37.27	3.74	-	
VENTANA 968 S - POZA DE DESLAMADO (RAMPA 13)	15.10	-	-	-	
VENTANA 980 N - SUMIDERO N° 2 (RAMPA 13)	5.10	-	-	-	
<b>Total jul-2007</b>	<b>259.30</b>	<b>77.87</b>	<b>6.50</b>	<b>-</b>	
agosto 2007	Ch 1300-1 - CHIMENEA 1300-1	2.80	-	-	-
	Ch 850-1E - CHIMENEA 850	16.95	-	-	-
	Ch 949-3 - CHIMENEA 960	39.36	-	-	-
	CRUCERO 1300 N	55.99	-	-	-
	CRUCERO 942 N - BP 942 2E	12.47	2.49	19.99	-
	CRUCERO 942 N - BP 942 2W	6.30	-	-	-
	CRUCERO 942 N - Vn 942 3W	10.15	-	-	-
	CRUCERO 942 NE	45.10	-	-	-
	GALERIA 850	13.63	-	-	-
	GALERIA 850 - Vn 900 1 - VENTANA PARA CHIMENEA 850	1.50	-	-	-
RAMPA 14	-	46.37	8.93	-	
<b>Total ago-2007</b>	<b>204.25</b>	<b>48.86</b>	<b>28.92</b>	<b>-</b>	
septiembre 2007	CHIMENEA 942-1	10.00	-	-	-
	CRUCERO 1250 S	-	10.85	2.49	-
	CRUCERO 942 - VENTANA 942-6 (Ch 966)	1.70	-	-	-
	CRUCERO 942 N - BP 942 2E	-	-	14.80	-
	GALERIA 850	46.37	5.48	-	-
	GALERIA 850 - ES 850 3E (Vn. Gal 850 D)	9.25	-	-	-
	GALERIA 850 - ES 850 4E (Vn. Gal 850 I)	4.40	-	-	-
	RAMPA 10 - VENTANA 900 S (SUMIDERO 1)	40.40	-	-	-
	RAMPA 13 - VENTANA 1039 N (Bga Rpa 13)	6.60	-	-	-
	RAMPA 14	14.33	34.74	9.08	-
RAMPA 14 - VENTANA 1000 N	1.40	-	-	-	
<b>Total sep-2007</b>	<b>134.45</b>	<b>51.07</b>	<b>26.37</b>	<b>-</b>	
octubre 2007	CHIMENEA 990 (Ch 987)	13.00	-	-	-
	CRUCERO 1250 S	-	5.32	2.48	-
	CRUCERO 367 N	30.40	-	-	-
	CRUCERO 367 N - Ventana 367 S	12.00	-	-	-
	CRUCERO 411 N	7.80	-	-	-
	Es 850 4E (Vn. Gal 850 I)	8.60	-	-	-
	GALERIA 850 1E	23.60	11.00	-	-
	GALERIA 942 E (Gal 863 NE)	4.47	9.13	-	-
	GALERIA 942 W (Gal 863 SW)	12.70	10.00	-	-
	RAMPA 14	70.89	9.21	-	-
	RAMPA 14 - VENTANA 1000N	7.50	2.90	-	-
	RAMPA 14 - VENTANA 1000S	10.00	-	-	-
VENTANA 990 N (Acceso Ch 990)	5.75	-	-	-	
<b>Total oct-2007</b>	<b>206.71</b>	<b>47.56</b>	<b>2.48</b>	<b>-</b>	
	CHIMENEA 850 2E	25.10	-	-	-
	CHIMENEA 927	12.80	-	-	-

FECHA	LABOR	Avances lineales			
		III B (ml)	IV A (ml)	IV B (ml)	V (ml)
noviembre 2007	CHIMENEA 990 (Ch 987)	13.65	-	-	-
	CRUCERO 411 N	57.35	-	-	-
	CRUCERO 927 N	54.40	-	-	-
	CRUCERO 927 N - Vn 927 1E (Acc a pique)	14.00	-	-	-
	CRUCERO 927 N - Vn 927 2W	7.30	-	-	-
	CRUCERO 927 N - Vn 927 S	12.80	-	-	-
	GALERIA 411 E	28.70	-	-	-
	GALERIA 411 W	19.10	-	-	-
	GALERIA 850 1E	-	3.86	-	-
	GALERIA 850 W	4.42	19.93	4.05	-
	GALERIA 942 E (Gal 863 NE)	67.63	-	-	-
	GALERIA 942 W (Gal 863 SW)	-	1.30	-	-
	RAMPA 14	40.85	-	-	-
	<b>Total nov-2007</b>	<b>358.10</b>	<b>25.09</b>	<b>4.05</b>	-
diciembre 2007	CHIMENEA 850 (2E - ES 850-2E1N)	1.50	-	-	-
	CHIMENEA 850 (2E - ES 850-2E1S)	13.00	-	-	-
	CHIMENEA 850 2E	12.20	-	-	-
	CHIMENEA 927	16.00	-	-	-
	CRUCERO 411 N	17.34	-	-	-
	CRUCERO 927 N	32.48	15.97	-	-
	GALERIA 411 E	38.75	15.50	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 4111 E	6.40	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 4112 E	6.40	-	-	-
	GALERIA 411 W	45.87	-	-	-
	GALERIA 411 W - Vn 4111 W	7.70	-	-	-
	GALERIA 411 W - Vn 4112 W	2.80	-	-	-
	GALERIA 850 W	5.70	-	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 9425 E	4.70	-	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 9426 E	7.00	-	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 942-7 E	11.32	-	-	-
GALERIA 942 E (Gal 863 NE)	15.00	1.75	-	-	
RAMPA 14	32.21	-	-	-	
RAMPA 15	44.65	-	-	-	
<b>Total dic-2007</b>	<b>321.02</b>	<b>33.22</b>	-	-	
enero 2008	BY PASS 850	12.00	15.00	-	-
	CHIMENEA 850 2E	6.06	-	-	-
	CHIMENEA 927	13.00	-	-	-
	CRUCERO 927 N	-	1.45	1.24	3.36
	GALERIA 411 E	51.71	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 3E	9.00	14.75	-	-
	GALERIA 411 W	4.03	34.87	-	-
	RAMPA 14 - Vn 906 N (Sumidero 2)	7.85	-	-	-
	RAMPA 14 - Vn 914 N (Sumidero 1)	5.00	-	-	-
	RAMPA 15	42.90	-	-	-
	RAMPA 15 - Vn 922 N	12.70	-	-	-
<b>Total ene-2008</b>	<b>164.25</b>	<b>66.07</b>	<b>1.24</b>	<b>3.36</b>	
febrero 2008	BY PASS 850	43.61	26.73	-	-
	CHIMENEA 411 1E	12.20	-	-	-
	CHIMENEA 850 3E	9.90	-	-	-
	CHIMENEA 927	9.10	-	-	-
	CRUCERO 411 N	37.42	-	-	-
	CRUCERO 927 N	22.75	17.27	14.68	-
	CRUCERO 940	21.70	-	-	-
	GALERIA 411 E	42.62	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 4E	2.90	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 412 N	9.60	-	-	-
	GALERIA 411 W	-	0.90	-	-
	GALERIA 850 E - Vn 850 2E	14.15	6.75	-	-
	GALERIA 850 W	-	4.94	-	-
	RAMPA 14 - Vn 906 N (Sumidero 2)	8.77	-	-	-
RAMPA 14 - Vn 914 N (Sumidero 1)	10.90	-	-	-	
RAMPA 15 - Vn 940 S	11.30	-	-	-	
<b>Total feb-2008</b>	<b>256.92</b>	<b>56.59</b>	<b>14.68</b>	-	
marzo 2008	BY PASS 850	35.44	-	-	-
	CHIMENEA 411 1E	17.70	-	-	-
	CHIMENEA 411 1E - Es 411 - 1E 1N	14.60	-	-	-
	CHIMENEA 411 1E - Es 411 - 1E 1S	3.50	-	-	-
	CHIMENEA 850 3E	20.00	-	-	-
	CRUCERO 411 N	19.95	-	-	-
	CRUCERO 927 N	-	3.00	16.70	-
	CRUCERO 940	48.70	-	-	-
	CRUCERO 940 - Vn 940 1W	6.20	-	-	-
	GALERIA 411 E	5.80	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 5E	18.60	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 6E	-	4.20	-	-
	GALERIA 850 E - Vn 850 2E	-	33.30	-	-
	GALERIA 850 E - Vn 850 3E	18.05	15.01	-	-
GALERIA 850 W	-	11.20	-	-	

FECHA	LABOR	Avances lineales			
		III B (mi)	IV/A(mi)	IV/B(mi)	V(mi)
	RAMPA 15	33.90	-	-	-
	<b>Total mar-2008</b>	<b>242.44</b>	<b>66.71</b>	<b>16.70</b>	-
abril 2008	CHIMENEA 411 1E	11.76	-	-	-
	CHIMENEA 411 1E - Es 411 - 1E 2N	20.50	-	-	-
	CHIMENEA 411 1E - Es 411 - 1E 2S	1.50	-	-	-
	CHIMENEA 850 3E	1.55	-	-	-
	CHIMENEA 927	8.00	-	-	-
	CRUCERO 411 N	6.74	30.52	-	-
	CRUCERO 927 N	-	30.07	5.60	-
	CRUCERO 927 N - Vn 927 3E	34.00	-	-	-
	CRUCERO 927 N - Vn 927 5E	7.20	-	-	-
	CRUCERO 940	10.57	4.38	-	-
	CRUCERO 940 - Vn 940 1E	17.60	4.00	-	-
	CRUCERO 940 - Vn 940 1W	4.70	-	-	-
	GALERIA 411 1E	-	6.60	-	-
	GALERIA 411 E	38.28	27.00	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 5E	20.80	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 7E	39.10	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 8E	-	5.20	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 9E	-	9.00	-	-
	GALERIA 850 E - Vn 850 3E	-	3.34	-	-
	GALERIA 850 W	-	20.20	-	-
RAMPA 15	25.55	-	-	-	
	<b>Total abr-2008</b>	<b>247.85</b>	<b>140.31</b>	<b>5.60</b>	-
mayo 2008	CHIMENEA 411 2E	16.10	-	-	-
	CHIMENEA 850 3E	5.45	-	-	-
	CRUCERO 411 N	46.83	24.48	-	-
	CRUCERO 927 1N	-	12.30	-	-
	CRUCERO 942 N - Vn 866 E (Comedor)	20.42	-	-	-
	GALERIA 411 2E	27.60	-	-	-
	GALERIA 411 2W	32.70	-	-	-
	GALERIA 411 E	31.31	18.44	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 10E	11.80	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 11E	25.70	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 12E	3.20	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 13E	5.30	-	-	-
	GALERIA 412 E	-	3.00	-	-
	GALERIA 412 W	-	3.10	-	-
	GALERIA 850 W	3.76	17.89	-	-
	RAMPA 15	45.40	-	-	-
RAMPA 15 - Vn 1010 N (Acceso a Ch. 990)	27.90	-	-	-	
RAMPA 15 - Vn 1014 S (Vn. Carguío - Frente a Vn 1010 N)	12.00	-	-	-	
	<b>Total may-2008</b>	<b>315.47</b>	<b>79.19</b>	-	-
junio 2008	CHIMENEA 411 2E	18.10	-	-	-
	CHIMENEA 411 2E - Es 411 - 2E 1N	17.60	-	-	-
	CHIMENEA 411 2E - Es 411 - 2E 1S	2.40	-	-	-
	CHIMENEA 850 3E	7.60	-	-	-
	CRUCERO 411 1W	10.50	8.40	-	-
	CRUCERO 411 N	-	6.65	-	-
	CRUCERO 927 N - Vn 927 6E (Acceso a Ch. 890)	6.30	2.00	-	-
	GALERIA 411 E	87.85	5.00	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 12E	6.40	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 5E	8.60	-	-	-
	GALERIA 412 E	18.60	-	-	-
	GALERIA 412 W	-	31.00	-	-
	GALERIA 850 W	35.00	-	-	-
	GALERIA 850 W - Vn 850 1W	6.80	1.00	-	-
	RAMPA 13 - Vn 1030 1 (Cabina de aireación)	10.35	-	-	-
	RAMPA 13 - Vn 1030 S (Poza de deslamado)	32.80	5.00	-	-
RAMPA 15	87.29	-	-	-	
RAMPA 16	26.10	-	-	-	
	<b>Total jun-2008</b>	<b>382.29</b>	<b>59.05</b>	-	-
julio 2008	CHIMENEA 411 2E	7.49	-	-	-
	CHIMENEA 850 3E	11.35	-	-	-
	CHIMENEA 990-1	12.30	-	-	-
	CRUCERO 411 1W	4.80	6.10	-	-
	GALERIA 411 E	-	40.05	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 14E	2.10	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 15E	11.00	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 16E	-	8.90	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 2AE	11.00	-	-	-
	GALERIA 413 W	-	24.80	-	-
	GALERIA 850 W - Vn 850 1W	1.40	-	-	-
	GALERIA 850 W - Vn 850 2W	9.70	-	-	-
	GALERIA 850 W - Vn 850 3W	6.00	4.40	-	-
	GALERIA 942 E	-	14.90	-	-
	RAMPA 13 - Vn 1030 S (Poza de deslamado)	17.10	-	-	-
RAMPA 16	47.90	-	-	-	

FECHA	LABOR	Avances lineales			
		III B (ml)	IV/A(ml)	IV/B(ml)	V.(ml)
	RAMPA 16 - Vn 1075 N	11.60	-	-	-
	RAMPA 16 - Vn 1075 S	11.30	-	-	-
	<b>Total jul-2008</b>	<b>165.04</b>	<b>99.15</b>	-	-
agosto 2008	BY PASS 942-1E	14.09	16.11	-	-
	CHIMENEA 990-1	19.51	-	-	-
	CRUCERO 411 1E	24.80	-	-	-
	CRUCERO 886 N	12.85	33.15	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 14E	11.40	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 15E	-	0.90	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 16E	2.00	-	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 17E	9.00	2.00	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 411 3E	14.67	-	-	-
	GALERIA 412 W	-	25.17	-	-
	GALERIA 413 W	-	23.10	-	-
	GALERIA 942 E	-	6.70	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 942 10E	15.00	3.00	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 942 9E	10.00	5.61	-	-
	RAMPA 16	48.80	-	-	-
	RAMPA 16 - Vn 1015 N	17.00	-	-	-
RAMPA 16 - Vn 1015 S	8.60	-	-	-	
RAMPA 850-1	38.30	10.00	-	-	
	<b>Total ago-2008</b>	<b>246.02</b>	<b>125.74</b>	-	-
septiembre 2008	BY PASS 942-1E	-	34.00	-	-
	CHIMENEA 910-2	11.80	-	-	-
	CHIMENEA 990-2	22.00	-	-	-
	CRUCERO 886 N	-	8.80	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 412 1W	8.70	1.00	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 412 2W	3.70	2.00	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 412 3W	-	10.90	-	-
	GALERIA 411 E - Vn 418 E	10.30	-	-	-
	GALERIA 412 E	21.90	12.00	-	-
	GALERIA 412 W	-	31.61	-	-
	GALERIA 886 E	-	4.50	-	-
	GALERIA 886 W	-	26.50	-	-
	GALERIA 942 1E	17.30	-	-	-
	GALERIA 942 1W	11.60	-	-	-
	GALERIA 942 E	-	3.80	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 942 11E	17.90	1.00	-	-
	RAMPA 16	38.80	-	-	-
	RAMPA 16 - Vn 1015 N	39.20	-	-	-
RAMPA 850-1	12.70	-	-	-	
	<b>Total sep-2008</b>	<b>215.90</b>	<b>136.11</b>	-	-
octubre 2008	BY PASS 942-1E	-	6.80	-	-
	BY PASS 942-1W	36.26	4.04	-	-
	CHIMENEA 910-2	26.50	-	-	-
	CRUCERO 411 N	2.10	-	-	-
	CRUCERO 947 N	30.50	-	-	-
	CRUCERO 947 S	20.60	-	-	-
	GALERIA 414 W	62.85	13.00	-	-
	GALERIA 886 E	-	4.70	-	-
	GALERIA 886 W	27.27	4.00	-	-
	GALERIA 886 W- Vn 886 1W	7.40	3.00	-	-
	GALERIA 886 W- Vn 886 2W	5.70	5.00	-	-
	GALERIA 942 1E	7.50	26.89	-	-
	GALERIA 942 1W	6.10	-	-	-
	GALERIA 942 E	-	39.84	-	-
	RAMPA 16	25.00	-	-	-
	RAMPA 16 - Vn 1015 S	2.40	-	-	-
RAMPA 400 - Vn 290 S	39.90	7.00	-	-	
	<b>Total oct-2008</b>	<b>300.08</b>	<b>114.27</b>	-	-
noviembre 2008	BY PASS 942-1W	-	38.40	-	-
	CHIMENEA 910-2	13.80	-	-	-
	CHIMENEA 927-2	14.90	-	-	-
	CHIMENEA 942-1E	11.98	-	-	-
	CRUCERO 886 1N	53.36	11.60	-	-
	CRUCERO 927 N - Vn 927 5W	21.60	-	-	-
	CRUCERO 947 N	15.45	-	-	-
	CRUCERO 947 N - Vn 947 1W	8.25	-	-	-
	GALERIA 414 W	-	50.25	-	-
	GALERIA 886 W	-	25.60	-	-
	GALERIA 886 W- Vn 886 3W	9.82	1.00	-	-
	GALERIA 886 W- Vn 886 4W	9.50	-	-	-
	GALERIA 942 1E	-	5.44	-	-
	GALERIA 942 E	-	16.35	-	-
GALERIA 942 E - Vn 942 12E	4.00	3.50	-	-	
GALERIA 942 E - Vn 942 4E	2.05	-	-	-	
	<b>Total nov-2008</b>	<b>164.71</b>	<b>152.14</b>	-	-
	BY PASS 942-1W	49.25	-	-	-

FECHA	LABOR	Avances lineales			
		IB (m)	V/A(m)	V/B(m)	V(m)
diciembre 2008	CHIMENEA 927-2	17.10	-	-	-
	CRUCERO 414 N	-	6.10	-	-
	CRUCERO 886 1N	10.90	-	-	-
	CRUCERO 947 N	15.15	-	-	-
	CRUCERO 947 N - Vn 947 1E	8.00	-	-	-
	CRUCERO 947 N - Vn 947 2E	25.30	-	-	-
	CRUCERO 947 N - Vn 947 3E	5.20	-	-	-
	GALERIA 414 W	-	31.40	-	-
	GALERIA 886 1E	-	32.10	-	-
	GALERIA 886 W	-	39.33	-	-
	GALERIA 942 E	-	24.11	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 942 12E	-	6.86	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 942 13E	15.40	-	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 942 14E	-	6.60	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 942 1E	8.40	-	-	-
	GALERIA 942 W - Vn 942 2W	8.30	-	-	-
	GALERIA 942 W - Vn 942 4W	6.80	-	-	-
	RAMPA 400 - Vn 290 S	65.42	-	-	-
<b>Total dic-2008</b>		<b>235.22</b>	<b>146.50</b>	-	-
enero 2009	BY PASS 942-1W	34.18	-	-	-
	BY PASS 942-1W - Vn 942 2W	-	19.60	-	-
	CHIMENEA 927-2	18.30	-	-	-
	CRUCERO 414 N	-	32.30	-	-
	CRUCERO 414 S	-	17.30	-	-
	CRUCERO 942 N - VN 866E	7.00	-	-	-
	GALERIA 886 1E	-	34.00	-	-
	GALERIA 886 W	-	16.07	-	-
	GALERIA 942 E	-	1.40	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 942 13E	-	23.76	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 942 14E	-	14.60	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 942 1E	-	5.80	-	-
	RAMPA 13 - VN 968 N	34.70	-	-	-
<b>Total ene-2009</b>		<b>94.18</b>	<b>164.83</b>	-	-
febrero 2009	BY PASS 942-1E	21.86	-	-	-
	BY PASS 942-1W	16.20	-	-	-
	BY PASS 942-1W - Vn 942 2W	-	27.05	-	-
	BY PASS 942-1W - Vn 942 5W	14.57	-	-	-
	CRUCERO 414 N	-	58.95	-	-
	CRUCERO 414 S	-	5.95	-	-
	CRUCERO 886 N	-	29.70	-	-
	CRUCERO 942 N - VN 866 1E	10.25	-	-	-
	CRUCERO 942 N - VN 866 2E	-	10.10	-	-
	CRUCERO 942 N - VN 866 5W	-	9.70	-	-
	CRUCERO 942 N - VN 866 6W	9.80	-	-	-
	CRUCERO 942 N - VN 866 7W	23.00	-	-	-
	GALERIA 886 1E	-	32.45	-	-
	GALERIA 886 W	-	21.70	-	-
	GALERIA 942 2E	-	14.56	-	-
	GALERIA 942 2W	-	26.70	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 942 14E	-	29.30	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 942 15E	-	12.50	-	-
	GALERIA 942 E - Vn 942 16E	-	10.70	-	-
RAMPA 13 - VN 968 1N	8.66	-	-	-	
RAMPA 13 - VN 968 1S	12.74	-	-	-	
RAMPA 13 - VN 968 N	-	39.73	-	-	
<b>Total feb-2009</b>		<b>117.08</b>	<b>329.09</b>	-	-
marzo 2009	BY PASS 850 E - Vn 850- 17E	9.90	-	-	-
	BY PASS 942 1E - Vn 942- 17E	17.00	-	-	-
	BY PASS 942-1E	76.84	5.50	-	-
	BY PASS 942-1W	67.02	-	-	-
	CHIMENEA 290-2	13.10	0.90	-	-
	CRUCERO 411 N	8.20	-	-	-
	CRUCERO 414 S	4.15	-	-	-
	CRUCERO 886 N	6.16	1.04	-	-
	CRUCERO 942 N - ES 942-1E-1	1.70	-	-	-
	CRUCERO 942 N - ES 942-1E-2	1.60	-	-	-
	GALERIA 415 W	7.20	63.05	-	-
	GALERIA 416 E	-	33.90	-	-
	GALERIA 942 E	-	38.35	-	-
RAMPA 13 - VN 968 N	38.30	7.05	-	-	
<b>Total mar-2009</b>		<b>251.17</b>	<b>149.79</b>	-	-
	By Pass 850E	-	5.30	-	-
	By Pass 942 E	34.05	-	-	-
	By Pass 942 W	28.51	-	-	-
	Ch 290-2	14.80	-	-	-
	Ch 987-2	13.84	-	-	-
	Gal 415 E	33.20	-	-	-
	Gal 416 1E	24.46	3.00	-	-

FECHA	LABOR	Avances lineales			
		III B (ml)	V/A(m)	V/B(m)	V.(m)
abril 2009	Gal 416 E	24.49	4.00	-	-
	Galería 942-3E	10.00	10.00	-	-
	Galería 942-3W	26.75	2.00	-	-
	Galería 942-E	24.57	19.43	-	-
	Rampa 1161	28.74	17.70	-	-
	Vn 942 - 6W	52.30	-	-	-
	Vn 942 - 7W	12.00	-	-	-
	Vn 968-W	1.90	-	-	-
	Vn. 1161-1N	11.30	-	-	-
	Vn. 1161-1S	11.70	-	-	-
	Vn. 415-1W	3.26	23.00	-	-
	Vn. 415-2W	10.00	1.90	-	-
	Vn. 942-12E	5.20	1.92	-	-
	Vn. 942-17E	14.50	3.04	-	-
	Vn. 942-18E	10.00	-	-	-
	Vn. 968-1S	2.03	-	-	-
	Vn. 968-2N	-	5.30	-	-
Vn. 968-2S	-	13.70	-	-	
Total abr-2009		397.60	110.29	-	-
mayo 2009	By Pass 414 S	20.90	-	-	-
	By Pass 850E	-	55.06	-	-
	Ch 290-2	9.73	-	-	-
	Ch 987-2	14.56	-	-	-
	Gal 413 -1W	17.40	-	-	-
	Gal 413 E	21.05	-	-	-
	Gal 415 E	-	7.86	-	-
	Galería 942-3E	-	5.15	-	-
	Galería 942-3W	66.94	-	-	-
	Galería 942-E	-	20.28	-	-
	Rampa 1161	-	34.09	-	-
	Vn 942 - 6W	4.73	-	-	-
	Vn 942 - 8W	8.50	1.50	-	-
	Vn 942 - 9W	14.00	-	-	-
	Vn. 1075 S	59.34	-	-	-
	Vn. 940 S	91.85	-	-	-
	Vn. 942-19E	9.85	-	-	-
Vn. 942-20E	12.25	-	-	-	
Vn. 968-1N	2.47	-	-	-	
Total may-2009		363.67	123.94	-	-
Total general		5,892.95	2,516.66	117.67	3.36



ANEXO 2.3. Analisis de Pareto - Materiales de Sostenimiento

Item	Descripción	Unidad	Metrado	P.Unitario US\$	Parcial US\$	Total US\$	Incidencia (%)
02.19.01a	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.025 m, con y sin fibra	m2		11.5	0		0.00%
02.19.01	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.05 m, con y sin fibra	m2	472.1	15.01527801	7088.71		0.13%
02.19.02	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.075 m, con y sin fibra	m2	557.08	20.84218198	11610.76		0.22%
02.19.03	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.10 m, con y sin fibra	m2	55.15	28.02387949	1545.52		0.03%
02.19.04	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.15 m, con y sin fibra	m2	0	42.04033733	0		0.00%
02.19.01b	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.05 m, SOBRE MALLA	m2	2179.06	20.69	45084.75		0.85%
02.19.02b	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.075 m, SOBRE MALLA	m2	34034.94	31.16	1060528.73		19.90%
02.19.03b	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.10 m, SOBRE MALLA	m2	33055.87	41.44	1369835.25		25.71%
02.19.04b	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.15 m, SOBRE MALLA	m2	2471.76	63.26	156363.54		2.93%
02.19.05	Pernos Split Set o Swellex de 7 pies	un	103826	6.343835859	658655.1		12.36%
02.19.06	Pernos corrugados de 7 pies, con resina	un	30433	9.10480848	277086.64		5.20%
02.19.07	Malla electrosoldada de 750x750 mm, d= 4 mm	m2	162787.536	3.722884153	606039.14		11.37%
02.19.08	Cimbras de acero 6 WF20	un	934	125.9948713	117679.21		2.21%
02.19.09	Planchas acanaladas e>= 3 mm	kg	221591.39	0.189136813	41911.09		0.79%
02.19.10	Spiling bars	m	10338.9	50.55650892	522698.69		9.81%
02.19.11	Concreto en túnel f'c = 210 Kg/cm2, obras de arte	m3	110.47	121.52	13424.31		0.25%
02.19.12	Bolsacretos en exceso	m3	423.29	107.24	45393.62		0.85%
02.19.13	Concreto en cunetas, f'c = 210 Kg/cm2; h = 0.40 m, b = 0.40	m	282.81	55.15	15596.97		0.29%
02.19.14	Base de concreto para cimbras, f'c = 210 Kg/cm2; h = 0.40 m, b = 0.20	m	1127.325	16.35	18431.76		0.35%
02.19.15	Colocación de invertis entre cimbras	un	20	102.36	2047.2		0.04%
02.19.16	Pernos Split Set o Swellex de 5 pies	un	29892.5	5.32	159028.1		2.98%
02.19.16a	Pernos Split Set o Swellex de 3 pies	un	20788.5	4.3	89390.55		1.68%
02.19.17	Pernos Split Set o Swellex de 1 pies	und	9762	1.064	10386.77		0.19%
02.19.19	Cuadros de madera	und	382.5	257.83	98619.98	5328446.39	1.85%

**ANEXO 2.3.a. Metrado de Materiales de Sostenimiento - Shotcrete**

AÑO	MES	Shotcrete e= 0.05 m con y sin fibra (40 kg/m3)	Shotcrete e= 0.075 m con y sin fibra (40 kg/m3)	Shotcrete e= 0.10 m con y sin fibra (40 kg/m3)	Shotcrete e= 0.15 m, con fibra (40 kg/m3)	Shotcrete sobre malla e= 0.05 m, sin fibra (40 kg/m3)	Shotcrete sobre malla e= 0.075 m sin fibra (40 kg/m3)	Shotcrete sobre malla e= 0.10 m sin fibra (40 kg/m3)	Shotcrete sobre malla e= 0.15 m sin fibra (40 kg/m3)	PARCIAL (m2)
		(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	
2007	JUN 07	-	-	-	-	-	119.02	-	-	119.02
	JUL 07	-	-	-	-	-	1,044.17	128.42	-	1,172.59
	AGO 07	-	-	12.10	-	27.30	959.58	30.24	-	1,029.22
	SEP 07	-	-	-	-	75.64	1,118.78	592.80	-	1,787.22
	OCT 07	-	137.51	11.12	-	61.98	1,812.38	171.80	-	2,194.79
	NOV 07	-	75.76	31.93	-	221.56	1,764.80	-	-	2,094.05
	DIC 07	-	9.60	-	-	-	1,138.95	117.51	25.25	1,291.31
PARCIALES (m2)		-	222.87	55.15	-	386.48	7,957.68	1,040.77	25.25	9,688.20
2008	ENE 08	143.25	98.00	-	-	-	577.43	319.70	-	1,138.38
	FEB 08	32.70	-	-	-	-	1,495.72	540.10	-	2,068.52
	MAR 08	43.33	-	-	-	21.85	292.14	1,294.52	-	1,651.84
	ABR 08	-	-	-	-	-	145.77	466.36	-	612.13
	MAY 08	-	-	-	-	-	469.60	1,207.12	791.73	2,468.45
	JUN 08	-	-	-	-	-	728.91	358.18	-	1,087.09
	JUL 08	-	-	-	-	-	500.64	991.95	-	1,492.59
	AGO 08	-	-	-	-	-	540.81	1,328.06	-	1,868.87
	SEP 08	-	-	-	-	51.43	110.65	1,318.88	-	1,480.96
	OCT 08	-	-	-	-	-	449.65	1,147.70	-	1,597.35
	NOV 08	-	-	-	-	143.55	1,340.21	784.67	-	2,278.43
	DIC 08	-	-	-	-	-	2,026.76	268.46	-	2,295.22
PARCIALES (m2)		219.28	98.00	-	-	216.83	8,678.29	10,035.70	791.73	20,039.83
2009	ENE 09	-	72.35	-	-	837.29	687.97	359.57	-	1,957.18
	FEB 09	33.54	65.86	-	-	33.25	848.43	1,995.10	71.32	3,047.50
	MAR 09	-	-	-	-	293.40	1,017.05	2,174.01	-	3,484.46
	ABR 09	155.21	-	-	-	-	1,729.24	-	-	-
	MAY 09	-	197.01	-	-	-	2,828.76	-	-	-
PARCIALES (m2)		408.03	433.22	-	-	1,575.75	21,956.97	21,979.40	1,654.78	43,097.93
TOTAL (m2)		627.31	754.09	55.15	-	2,179.06	38,592.84	33,055.87	2,471.76	72,825.86

ANEXO 2.3.b. Metrado de Materiales de Sosténimiento - Split set y Fierro Corrugado

AÑO	MES	Split set 1'	Split set 3'	Split set 5'	Split set 7'	Pernos corrugado de 7' con resina. Perno 5/8" F°C 3/4"	PARCIAL
		(und)	(und)	(und)	(und)	(und)	
2007	JUN 07	-	-	-	3,186.00	387.00	3,573.00
	JUL 07	-	-	-	3,658.00	356.00	4,014.00
	AGO 07	-	647.50	21.00	1,671.50	166.00	2,506.00
	SEP 07	-	219.00	583.00	1,175.00	140.00	2,117.00
	OCT 07	-	312.00	704.00	2,472.00	217.00	3,705.00
	NOV 07	-	877.00	58.00	3,547.00	331.00	4,813.00
	DIC 07	20.00	1,037.00	63.00	3,252.00	340.00	4,712.00
	PARCIALES (m2)	20.00	3,092.50	1,429.00	18,961.50	1,937.00	25,440.00
2008	ENE 08	17.00	502.00	865.00	1,438.00	224.00	3,046.00
	FEB 08	76.00	542.00	1,273.00	2,757.00	425.00	5,073.00
	MAR 08	48.00	836.00	424.00	2,993.00	641.00	4,942.00
	ABR 08	128.00	581.00	1,394.00	4,325.00	659.00	7,087.00
	MAY 08	235.00	372.00	1,789.00	2,427.00	417.00	5,240.00
	JUN 08	315.00	625.00	1,623.00	2,216.00	486.00	5,265.00
	JUL 08	257.00	440.00	868.00	1,756.00	289.00	3,610.00
	AGO 08	190.00	417.00	762.00	3,104.00	786.00	5,259.00
	SEP 08	354.00	470.00	691.50	2,191.50	631.00	4,338.00
	OCT 08	449.00	508.00	703.00	1,990.00	1,321.00	4,971.00
	NOV 08	485.00	719.00	329.00	2,732.00	1,403.00	5,668.00
	DIC 08	445.00	487.00	73.00	2,456.00	1,698.00	5,159.00
	PARCIALES (m2)	2,999.00	6,499.00	10,794.50	30,385.50	8,980.00	59,658.00
2009	ENE 09	518.00	264.00	6.00	2,090.00	908.00	3,786.00
	FEB 09	68.00	110.00	22.00	575.00	267.00	1,042.00
	MAR 09	428.00	286.00	8.00	2,556.00	2,330.00	5,608.00
	ABR 09	1,116.00	674.00	7.00	5,032.00	1,025.00	7,854.00
	MAY 09	1,186.00	878.00	54.00	4,787.00	552.00	7,457.00
PARCIALES (m2)	9,045.00	12,749.00	17,730.00	64,298.00	21,093.00	124,915.00	
TOTAL (m2)	12,064.00	22,340.50	29,953.50	113,645.00	32,010.00	210,013.00	

**ANEXO 2.3.c. Metrado de Materiales de Sostenimiento - Mallas Electrosoldadas**

AÑO	MES	Malla electrosoldada	Malla electrosoldada
		750x750 mm d=4mm (No inc Malla)	750x750 mm d=4mm (No inc Malla)
		(PZA)	(m2)
2007	JUN 07	615.00	2,767.50
	JUL 07	678.00	3,051.00
	AGO 07	289.50	1,302.75
	SEP 07	381.00	1,714.50
	OCT 07	654.00	2,943.00
	NOV 07	857.50	3,858.75
	DIC 07	792.00	3,564.00
PARCIALES (m2)		4,267.00	19,201.50
2008	ENE 08	540.50	2,432.25
	FEB 08	934.50	4,205.25
	MAR 08	715.00	3,217.50
	ABR 08	961.75	4,327.89
	MAY 08	1,021.50	4,596.75
	JUN 08	968.50	4,358.25
	JUL 08	674.50	3,035.25
	AGO 08	988.00	4,446.00
	SEP 08	784.00	3,528.00
	OCT 08	964.00	4,338.00
	NOV 08	1,104.00	4,968.00
	DIC 08	999.00	4,495.50
PARCIALES (m2)		10,655.25	47,948.64
2009	ENE 09	699.00	3,145.50
	FEB 09	1,226.00	5,517.00
	MAR 09	1,169.00	5,260.50
	ABR 09	1,440.50	6,482.25
	MAY 09	1,329.00	5,980.50
PARCIALES (m2)		24,022.25	108,100.14
TOTAL (m2)		38,944.51	175,250.29

ANEXO 2.3.d. Metrado de Materiales de Sostentamiento - Cimbras, Planchas, Spilling Bars, Inverts, Concreto, Cuadros de madera

AÑO	MES	Cimbras de acero 6WF20 (No inc cimbra)	Bolsacrefos	Plancha acanalada ≥ 3 mm (No inc plancha)	Spilling bar D= 25 mm, de acero corrugado (inc material)	Colocación de inverts entre cimbras	Concreto en cunetas, f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> , h = 0.40 m, b = 0.40 m	Báse de concreto para cimbras, f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> ; h = 0.40m, b = 0.20 m	Concreto en túnel, obras de arte, f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Cuadros de madera
		(und)	(sacos)	(Kg)	(ml)	(und)	(ml)	(ml)	(m <sup>3</sup> )	(und)
2007	JUN 07	136.00	49,250.00	42,986.03	467.00	-	-	178.75	9.13	-
	JUL 07	74.00	23,304.00	19,226.93	593.00	-	12.77	105.39	-	-
	AGO 07	71.00	22,860.00	21,550.73	420.00	-	-	62.02	-	-
	SEP 07	100.00	26,897.00	22,725.23	1,338.00	16.00	42.54	89.56	15.87	6.00
	OCT 07	52.00	11,250.00	9,084.60	151.00	4.00	15.10	31.86	-	10.50
	NOV 07	33.00	9,510.00	6,800.40	261.00	-	12.60	18.20	-	11.00
	DIC 07	23.00	3,110.00	2,895.75	503.00	-	-	15.60	30.00	16.00
PARCIALES (m2)		489.00	146,181.00	125,269.67	3,733.00	20.00	83.01	501.38	55.00	43.50
2008	ENE 08	13.00	1,880.00	1,721.25	321.00	-	9.00	8.04	2.40	4.00
	FEB 08	46.00	12,970.00	12,452.85	931.50	-	-	13.46	-	6.00
	MAR 08	36.00	8,655.00	5,802.53	695.40	-	-	45.71	-	18.00
	ABR 08	82.00	18,060.00	13,020.53	1,186.00	-	-	54.38	7.47	57.00
	MAY 08	28.00	6,280.00	4,514.63	351.00	-	12.60	164.36	-	33.00
	JUN 08	9.00	870.00	971.55	30.00	-	18.00	-	5.16	8.00
	JUL 08	11.00	2,048.00	1,876.95	-	-	-	17.00	-	13.00
	AGO 08	38.00	8,190.00	8,097.08	572.00	-	-	18.12	-	25.00
	SEP 08	33.00	10,130.00	12,915.00	390.00	-	-	46.06	7.70	9.00
	OCT 08	15.00	3,190.00	3,460.73	108.00	-	16.50	24.45	-	56.00
	NOV 08	37.00	8,397.00	9,238.95	651.00	-	30.75	74.18	-	42.00
	DIC 08	7.00	670.00	1,396.13	25.00	-	3.35	3.12	3.46	16.00
PARCIALES (m2)		355.00	81,340.00	75,468.18	5,262.90	-	90.20	468.88	26.19	287.00
2009	ENE 09	32.00	6,211.00	10,323.45	588.00	-	-	24.05	12.80	-
	FEB 09	46.00	7,410.00	7,237.13	471.00	-	45.70	102.38	16.48	13.00
	MAR 09	12.00	2,510.00	3,292.96	284.00	-	63.90	30.64	-	39.00
	ABR 09	4.00	880.00	1,111.63	54.00	-	-	7.40	-	6.00
	MAY 09	35.00	3,835.00	7,101.97	424.50	-	-	68.43	-	3.00
PARCIALES (m2)		129.00	20,846.00	29,067.14	1,821.50	-	109.60	232.90	29.28	61.00
TOTAL (m2)		973.00	248,367.00	229,804.99	10,817.40	20.00	282.81	1,203.16	110.47	391.50



COMPAÑIA MINERA BUENAVENTURA  
PRESUPUESTO ORCOPAMPA III

Item	Descripción	Unidad	Metrado	P.Unitario U.S.\$	Parcial U.S.\$	Total U.S.\$
<b>01</b>	<b>OBRAS GENERALES</b>					
01.01	Movilización y desmovilización	gbl	1.00	8,940.00	8,940.00	
01.02	Campamento de obra	mes	15.00	2,996.00	44,940.00	53,880.00
<b>02</b>	<b>OBRAS SUBTERRANEAS: FRENTE 1</b>					
02.01	Rampa 8 (hasta Inicio de Rampa 9) de 4,0x3,5m (128,23 m) + Sus Cámaras de carguío (20.0m)					
02.01.01	Excavación en roca tipo III-b	m	45.65	741.97	33,867.96	
02.01.02	Excavación en roca tipo IV-a	m	100.02	937.00	93,718.18	
02.01.03	Excavación en roca tipo IV-b	m	1.28	1,238.17	1,587.71	
02.01.04	Excavación en roca tipo V	m	1.28	1,352.28	1,734.03	130,907.88
02.02	Rampa 8A (desde Inicio de Rampa 9) de 4,0x3,5m (401,22 m) + Sus Cámaras de Carguío (60.00m)					
02.02.01	Excavación en roca tipo III-b	m	140.24	759.07	106,455.01	
02.02.02	Excavación en roca tipo IV-a	m	312.95	954.10	298,587.12	
02.02.03	Excavación en roca tipo IV-b	m	4.01	1,247.03	5,003.33	
02.02.04	Excavación en roca tipo V	m	4.01	1,364.00	5,472.64	415,516.10
02.03	Rampa 9 y 87m de Rampa 10 de 4,0x3,5m (437,38 m) + Sus Cámaras de carguío y al echadero (73,60m)					
02.03.01	Excavación en roca tipo III-b	m	150.14	760.13	114,122.88	
02.03.02	Excavación en roca tipo IV-a	m	351.53	955.16	335,767.78	
02.03.03	Excavación en roca tipo IV-b	m	4.51	1,250.95	5,637.78	
02.03.04	Excavación en roca tipo V	m	4.51	1,365.06	6,152.05	461,680.49
02.04	Rampa 10 (116,12m) y Rampa 11 de 4,0x3,5m (390,14 m) + Sus Cámaras de carguío (40,00m)					
02.04.01	Excavación en roca tipo III-b	m	151.58	877.81	133,061.95	
02.04.02	Excavación en roca tipo IV-a	m	380.58	1,133.98	431,567.39	
02.04.03	Excavación en roca tipo IV-b	m	4.88	1,444.31	7,047.08	
02.04.04	Excavación en roca tipo V	m	4.88	1,690.73	7,761.49	679,437.91
02.05	Sumidero de 4,0x3,5m en Rampa 8 (107,00 m)					
02.05.01	Excavación en roca tipo III-b	m	70.00	759.07	53,134.90	53,134.90
02.06	Sumidero de 4,0x3,5m en Rampa 11 (107,00 m)					
02.06.01	Excavación en roca tipo III-b	m	107.00	877.81	93,925.67	93,925.67
02.07	Galerías niv 490 de 3,2x3,2m (274,21 m)					
02.07.01	Excavación en roca tipo III-b	m	132.79	652.32	86,624.77	
02.07.02	Excavación en roca tipo IV-a	m	132.79	851.01	113,009.79	
02.07.03	Excavación en roca tipo IV-b	m	2.71	909.60	2,465.11	
02.07.04	Excavación en roca tipo V	m	2.71	1,042.74	2,826.93	204,925.60
02.08	Galerías niv 440 de 3,2x3,2m ( 449,92 m)					
02.08.01	Excavación en roca tipo III-b	m	233.86	770.99	180,301.72	
02.08.02	Excavación en roca tipo IV-a	m	233.86	1,031.36	241,191.17	
02.08.03	Excavación en roca tipo IV-b	m	4.77	1,111.49	5,304.70	
02.08.04	Excavación en roca tipo V	m	4.77	1,288.80	6,150.93	432,948.52
02.09	Refugios, Subestaciones y similares					
02.09.01	Excavación de Refugios, Sub-estac y similares en roca III-b	m3	1.00	62.78	62.78	62.78
02.10	Sostenimiento					
02.10.01	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.05 m, con y sin fibra	m2	1,440.00	14.96	21,542.40	
02.10.02	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.075 m, con y sin fibra	m2	2,542.00	20.74	52,721.08	
02.10.03	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.10 m, con y sin fibra	m2	1,017.00	27.90	28,374.30	
02.10.04	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.15 m, con y sin fibra	m2	0.00	41.86	0.00	
02.10.05	Pernos Swellex de 7 pies	un	7,967.00	6.00	47,802.00	
02.10.06	Pernos corrugados de 7 pies, con resina	un	0.00	8.95	0.00	
02.10.07	Malla electrosoldada de 750x750 mm, d= 4 mm	m2	7,643.00	3.49	26,674.07	
02.10.08	Cimbras de acero 6 W/F20	un	810.00	142.55	115,465.50	
02.10.09	Planchas acanaladas e= 3 mm	kg	252,920.00	0.17	42,996.40	
02.10.10	Spilling bars	m	126.00	46.70	5,884.20	341,459.95
<b>03</b>	<b>OBRAS SUBTERRANEAS: FRENTE 2</b>					
03.01	Rampa 4 de 4,0x3,5m (220 m)					
03.01.01	Excavación en roca tipo III-b	m	173.80	894.25	155,420.65	
03.01.02	Excavación en roca tipo IV-a	m	41.80	1,223.73	51,151.91	
03.01.03	Excavación en roca tipo IV-b	m	2.20	1,489.48	3,276.86	
03.01.04	Excavación en roca tipo V	m	2.20	1,662.67	3,657.87	213,507.29
03.02	Rampa 710 de 4,0x3,5m (880 m)					
03.02.01	Excavación en roca tipo III-b	m	651.20	933.81	608,097.07	
03.02.02	Excavación en roca tipo IV-a	m	211.20	1,248.06	263,590.27	
03.02.03	Excavación en roca tipo IV-b	m	8.80	1,493.94	13,146.67	
03.02.04	Excavación en roca tipo V	m	8.80	1,667.13	14,670.74	899,504.75
03.03	Sumidero de 4,0x3,5m en Rampa 7 (107,00 m)					
03.03.01	Excavación en roca tipo III-b	m	107.00	872.18	93,323.26	93,323.26
03.04	Cruceiros de 3,2,x3,2m (100 m)					
03.04.01	Excavación en roca tipo III-b	m	40.00	774.63	30,981.20	
03.04.02	Excavación en roca tipo IV-a	m	12.00	1,094.20	13,130.40	
03.04.03	Excavación en roca tipo IV-b	m	47.00	1,196.01	56,212.47	
03.04.04	Excavación en roca tipo V	m	1.00	1,416.38	1,416.38	101,740.45
03.05	Refugios, Subestaciones y similares					
03.05.01	Excavación de refugios, sub-estac y similares en roca III-b	m3	1.00	65.08	65.08	65.08
03.06	Sostenimiento					
03.06.01	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.05 m, con y sin fibra	m2	1,042.00	14.96	15,588.32	
03.06.02	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.075 m, con y sin fibra	m2	1,135.00	20.74	23,539.90	
03.06.03	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.10 m, con y sin fibra	m2	270.00	27.90	7,533.00	
03.06.04	Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.15 m, con y sin fibra	m2	0.00	41.86	0.00	
03.06.05	Pernos Swellex de 7 pies	un	4,887.00	6.00	29,322.00	
03.06.06	Pernos corrugados de 7 pies, con resina	un	0.00	8.95	0.00	
03.06.07	Malla electrosoldada de 750x750 mm, d= 4 mm	m2	5,095.00	3.49	17,781.55	
03.06.08	Cimbras de acero 6 W/F20	kg	200.00	142.55	28,510.00	
03.06.09	Planchas acanaladas e= 3 mm	kg	65,010.00	0.17	11,051.70	
03.06.10	Spilling bars	m	110.00	46.70	5,137.00	138,463.47
<b>04</b>	<b>CHIMENEAS</b>					
04.01	Excavación de Chimeneas	ml	70.00	515.62	36,093.40	36,093.40
	Costo Directo					4,250,578.60
	Gastos Generales					1,345,157.03
	Subtotal					5,595,735.63
	Utilidad					671,488.38
	<b>Total (sin IGTV) U.S.\$</b>					<b>6,267,224.91</b>

**Anexo 2.5. Análisis de Costos Unitarios del Proyecto Profundización Mina Orcopampa III**

**- Excavación en Roca IIIB**

<b>Excavación en roca tipo III-b</b>					
				<b>741.97</b>	
C.U. directo por : m					
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Und</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$</b>	<b>Parcial \$</b>
<b>Sub-partidas</b>					
Mano de obra, sección 4.0x3.5m, Frente-1	dia		0.09810	1,739.61	170.66
Costo de Posesión, sección 4.0x3.5m, Frente-1	dia		0.09810	953.29	93.52
Costo Operativo en roca 3-b, sección 4.0x3.5m (Frente-1)	ml		1.00000	115.79	115.79
Materiales para roca 3-b (sección 4.0x3.5m)	ml		1.00000	152.36	152.36
Eliminacion-1: Nicho-Botadero para Rampa 8 (hasta inicio R-9)	ml		1.00000	209.64	209.64
					<b>741.97</b>

<b>Mano de obra, sección 3.5x3.5m</b>						
<b>Rendimiento EQ.1.00</b>		<b>C.U. por : dia</b>			<b>1,739.61</b>	
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Und</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$</b>	<b>Parcial \$</b>	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz Civil	dia	2.0000	2.0000	43.42	86.84	
Topógrafo	dia	1.0000	1.0000	43.42	43.42	
Operador Pesado	dia	3.0000	3.0000	42.14	126.42	
Operador de Jumbo	dia	2.0000	2.0000	46.83	93.66	
Operador Liviano	dia	2.0000	2.0000	38.44	76.88	
Operario	dia	19.0000	19.0000	38.44	730.36	
Oficial	dia	6.0000	6.0000	29.93	179.58	
Peón	dia	13.0000	13.0000	27.06	351.78	
					<b>1,688.94</b>	
<b>Equipos</b>						
Herramientas	%MO		3.0000	1,688.94	50.67	
					<b>50.67</b>	

<b>Costo de Posesión, sección 3.5x3.5m</b>						
<b>Rendimiento EQ.1.00</b>		<b>C.U. por : dia</b>			<b>953.29</b>	
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Und</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$</b>	<b>Parcial \$</b>	
<b>Equipos</b>						
T-Jumbo de 2 brazos (C.Pos)	dia	1.0000	1.0000	283.85	283.85	
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Diesel (C.Pos)	dia	0.7800	0.7800	225.02	175.52	
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3, Eléctrico (C.Pos)	dia	0.3000	0.3000	262.33	78.70	
T-Perforadora manual (C.Pos)	dia	6.0000	6.0000	6.67	40.02	
T-Martillo neumático (C.Pos)	dia	4.0000	4.0000	6.11	24.44	
T-Electrobomba de 25 kw (C.Pos)	dia	6.0000	6.0000	25.68	154.08	
T-Mezcladora 11-16 p3 (C.Pos)	dia	1.0000	1.0000	23.36	23.36	
T-Camión utilitario (C.Pos)	dia	1.0000	1.0000	76.92	76.92	
T-Shotcretera de 10 m3/h (C.Pos)	dia	1.6500	1.6500	40.24	66.40	
Equipo de Topografía	dia	1.0000	1.0000	30.00	30.00	
					<b>953.29</b>	

<b>Costo Operativo en roca 3-b, sección 3.5x3.5m</b>					
	C.U. por : ml			115.79	
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Und</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$</b>	<b>Parcial \$</b>
<b>Equipos</b>					
T-Jumbo de 2 brazos (C.Operativo)	hm		0.7900	74.46	58.82
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Diesel (C.Operativo)	hm		0.9900	21.38	21.17
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Electrico (C.Operativo)	hm		0.3800	33.30	12.65
T-Perforadora manual (C.Operativo)	hm		0.1500	1.95	0.29
T-Martillo neumatico (C.Operativo)	hm		0.3000	0.67	0.20
T-Electrobomba de 25 kw (C.Operativo)	hm		6.8400	2.32	15.87
T-Camion utilitario (C.Operativo)	hm		0.4200	16.17	6.79
					<b>115.79</b>

<b>Materiales para roca 3-b (sección 4.0x3.5m)</b>					
	C.U. por : ml			152.36	
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Und</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$</b>	<b>Parcial \$</b>
<b>Materiales</b>					
Dinamita 65% (1 1/8" x 7")	kg		38.0800	2.01	76.54
Conector	und		0.6900	0.14	0.10
Mecha de seguridad	ml		1.2900	0.09	0.12
Cordon detonante	ml		53.4200	0.13	6.94
Fanel 4.0 ml (Fulminante No Electrico de Retardo)	und		21.6600	1.25	27.08
Fulminante Comun No 6-45	und		0.3400	0.09	0.03
					<b>110.81</b>
<b>Subcontratos</b>					
Instalaciones Provisionales en Túneles	m3		12.6700	2.35	29.77
Acero de Perforación	ml		23.5500	0.50	11.78
					<b>41.55</b>

<b>Eliminacion-1: Nicho-Botadero para Rampa 8 (hasta inicio R-9)</b>					
	C.U. por : ml			209.64	
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Und</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$</b>	<b>Parcial \$</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Operador Pesado	dia	0.9252	0.9252	42.14	38.99
					<b>38.99</b>
<b>Equipos</b>					
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Diesel (C.Pos)	dia	0.1296	0.1296	225.02	29.16
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3, Electrico (C.Pos)	dia	0.0520	0.0520	262.33	13.64
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Diesel (C.Operativo)	hm	0.0020	0.0220	21.38	0.47
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Electrico (C.Operativo)	hm	0.0008	0.0090	33.30	0.30
T-Camion de bajo perfil 20 ton (C.Operativo)	hm	0.1876	2.0640	26.20	54.08
T-Camion de bajo perfil, 20 ton (C.Pos)	dia	0.2810	0.2810	255.62	71.83
Herramientas	%MO		3.0000	38.99	1.17
					<b>170.65</b>



- **Sostenimiento de Obras Subterráneas**

Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.05 m, sin fibra						
Rendimiento	MO / EQ	170.00		C.U. (m2)	14.96	
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz Civil	dia	0.3300	0.00194	43.42	0.08	
Operador Pesado	dia	0.9200	0.00541	42.14	0.23	
Operador Liviano	dia	0.7000	0.00412	38.44	0.16	
Operario	dia	0.7000	0.00412	38.44	0.16	
Oficial	dia	0.7000	0.00412	29.93	0.12	
Peón	dia	1.0000	0.00588	27.06	0.16	
					<b>0.91</b>	
<b>Materiales</b>						
Cemento Tipo I	bls		1.04000	5.30	5.51	
Agregado para Shotcrete	m3		0.14000	0.50	0.07	
Sigunit R (Acelerante Concretos y Morteros)	kg		1.32000	1.38	1.82	
Humo de Sílice	kg		4.40000	0.83	3.65	
Materiales Varios	glb		0.10000	1.00	0.10	
					<b>11.15</b>	
<b>Equipos</b>						
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Diesel (C.Operativo)	hm	0.0910	0.00589	21.38	0.13	
T-Mezcladora de Concreto Tipo Tambor (C.O.),16 p3 , 20-35 hp , Gasolinero	hm	2.0000	0.12941	1.95	0.25	
T-Camion de bajo perfil 20 ton (C.Operativo)	hm	0.2727	0.01765	26.20	0.46	
T-Shotcretera 10 m3/h (C.Operativo)	hm	1.0000	0.06471	31.37	2.03	
Herramientas	%MO		3.00000	0.91	0.03	

Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.075 m, sin fibra						
Rendimiento	MO./ EQ	116.00		C.U. (m2)	20.74	
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz Civil	dia	0.3300	0.00284	43.42	0.12	
Operador Pesado	dia	0.9200	0.00793	42.14	0.33	
Operador Liviano	dia	0.7000	0.00603	38.44	0.23	
Operario	dia	0.7000	0.00603	38.44	0.23	
Oficial	dia	0.7000	0.00603	29.93	0.18	
Peón	dia	1.0000	0.00862	27.06	0.23	
					<b>1.32</b>	
<b>Materiales</b>						
Cemento Tipo I	bls		1.41000	5.30	7.47	
Agregado para Shotcrete	m3		0.19500	0.50	0.10	
Sigunit R (Acelerante Concretos y Morteros)	kg		1.80000	1.38	2.48	
Humo de Sílice	kg		6.00000	0.83	4.98	
Materiales Varios	glb		0.15000	1.00	0.15	
					<b>15.18</b>	
<b>Equipos</b>						
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Diesel (C.Operativo)	hm	0.0910	0.00863	21.38	0.18	
T-Mezcladora de Concreto Tipo Tambor (C.O.),16 p3 , 20-35 hp , Gasolinero	hm	2.0000	0.18966	1.95	0.37	

T-Camion de bajo perfil 20 ton (C.Operativo)	hm	0.2727	0.02586	26.20	0.68
T-Shotcretera 10 m3/h (C.Operativo)	hm	1.0000	0.09483	31.37	2.97
Herramientas	%MO		3.00000	1.32	0.04
					<b>4.24</b>

<b>Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.10 m, sin fibra</b>						
Rendimiento	MO./ EQ	87.00		C.U.(m2)	27.90	
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz Civil	dia	0.3300	0.00379	43.42	0.16	
Operador Pesado	dia	0.9200	0.01057	42.14	0.45	
Operador Liviano	dia	0.7000	0.00805	38.44	0.31	
Operario	dia	0.7000	0.00805	38.44	0.31	
Oficial	dia	0.7000	0.00805	29.93	0.24	
Peón	dia	1.0000	0.01149	27.06	0.31	
					<b>1.78</b>	
<b>Materiales</b>						
Cemento Tipo I	bls		1.92000	5.30	10.18	
Agregado para Shotcrete	m3		0.26000	0.50	0.13	
Sigunit R (Acelerante Concretos y Morteros)	kg		2.40000	1.38	3.31	
Humo de Sílice	kg		8.00000	0.83	6.64	
Materiales Varios	glb		0.20000	1.00	0.20	
					<b>20.46</b>	
<b>Equipos</b>						
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Diesel (C.Operativo)	hm	0.0910	0.01151	21.38	0.25	
T-Mezcladora de Concreto Tipo Tambor (C.O.), 16 p3 , 20-35 hp , Gasoliner	hm	2.0000	0.25287	1.95	0.49	
T-Camion de bajo perfil 20 ton (C.Operativo)	hm	0.2727	0.03448	26.20	0.90	
T-Shotcretera 10 m3/h (C.Operativo)	hm	1.0000	0.12644	31.37	3.97	
Herramientas	%MO		3.00000	1.78	0.05	
					<b>5.66</b>	

<b>Shotcrete f'c= 21 Mpa, e= 0.15 m, sin fibra</b>						
Rendimiento	MO /EQ.	58.00		C.U.(m2)	41.86	
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz Civil	dia	0.3300	0.00569	43.42	0.25	
Operador Pesado	dia	0.9200	0.01586	42.14	0.67	
Operador Liviano	dia	0.7000	0.01207	38.44	0.46	
Operario	dia	0.7000	0.01207	38.44	0.46	
Oficial	dia	0.7000	0.01207	29.93	0.36	
Peón	dia	1.0000	0.01724	27.06	0.47	
					<b>2.67</b>	
<b>Materiales</b>						
Cemento Tipo I	bls		2.88000	5.30	15.26	
Agregado para Shotcrete	m3		0.39000	0.50	0.20	
Sigunit R (Acelerante Concretos y Morteros)	kg		3.60000	1.38	4.97	
Humo de Sílice	kg		12.00000	0.83	9.96	
Materiales Varios	glb		0.30000	1.00	0.30	
					<b>30.69</b>	

<b>Equipos</b>					
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Diesel (C.Operativo)	hm	0.0910	0.01726	21.38	0.37
T-Mezcladora de Concreto Tipo Tambor (C.O.),16 p3 , 20-35 hp , Gasolinero	hm	2.0000	0.37931	1.95	0.74
T-Camion de bajo perfil 20 ton (C.Operativo)	hm	0.2727	0.05172	26.20	1.36
T-Shotcretera 10 m3/h (C.Operativo)	hm	1.0000	0.18966	31.37	5.95
Herramientas	%MO		3.00000	2.67	0.08
					<b>8.50</b>

<b>Pernos Split Set de 7 pies</b>						
Rendimiento	MO./ EQ	36.00		C.U.(und)	6.00	
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz Civil	dia	0.1000	0.00278	43.42	0.12	
Operador Pesado	dia	0.2000	0.00556	42.14	0.23	
Operario	dia	1.0000	0.02778	38.44	1.07	
Peón	dia	1.0000	0.02778	27.06	0.75	
					<b>2.17</b>	
<b>Materiales</b>						
Perno Swellex de 7 pies	und		1.00000	0.01	0.01	
Materiales Varios	glb		0.15000	1.00	0.15	
					<b>0.16</b>	
<b>Equipos</b>						
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Diesel (C.Operativo)	hm	0.2000	0.06111	21.38	1.31	
T-Perforadora manual (C.Operativo)	hm	2.0000	0.61111	1.95	1.19	
Herramientas	%MO		3.00000	2.17	0.07	
					<b>2.57</b>	
<b>Subcontratos</b>						
Acero de Perforación	ml		2.20000	0.50	1.10	
					<b>1.10</b>	

<b>Pernos corrugados de 7 pies, con resina</b>						
Rendimiento	MO. / EQ	44.00		C.U.(und)	8.95	
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz Civil	dia	0.1000	0.00227	43.42	0.10	
Operador Pesado	dia	0.1000	0.00227	42.14	0.10	
Operario	dia	1.0000	0.02273	38.44	0.87	
Peón	dia	1.0000	0.02273	27.06	0.62	
					<b>1.69</b>	
<b>Materiales</b>						
Perno de Roca D=25 mm.L=2.00 ml	und		1.00000	0.01	0.01	
Resina Epóxica para Anclaje (Acción Lenta)	cap		3.00000	0.75	2.25	
Resina Epóxica para Anclaje (Acción Rápida)	cap		3.00000	0.73	2.19	
Materiales Varios	glb		0.15000	1.00	0.15	
					<b>4.60</b>	
<b>Equipos</b>						
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Diesel (C.Operativo)	hm	0.1000	0.02500	21.38	0.53	
T-Perforadora manual (C.Operativo)	hm	2.0000	0.50000	1.95	0.98	

Herramientas	%MO		3.00000	1.69	0.05
					<b>1.56</b>
<b>Subcontratos</b>					
Acero de Perforación	ml		2.20000	0.50	1.10
					<b>1.10</b>

<b>Malla electrosoldada de 750x750 mm, d= 4 mm</b>						
Rendimiento	MO. / EQ	60.00		C.U. (m2)	3.49	
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz Civil	dia	0.1000	0.00167	43.42	0.07	
Operador Pesado	dia	0.0900	0.00150	42.14	0.06	
Operario	dia	0.7000	0.01167	38.44	0.45	
Oficial	dia	0.7000	0.01167	29.93	0.35	
Peón	dia	0.7000	0.01167	27.06	0.32	
					<b>1.25</b>	
<b>Materiales</b>						
Fierro Corrugado	kg		1.20000	0.74	0.89	
Malla electrosoldada	m2		1.15000	0.01	0.01	
Materiales Varios	glb		0.50000	1.00	0.50	
					<b>1.40</b>	
<b>Equipos</b>						
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Diesel (C.Operativo)	hm	0.0910	0.01668	21.38	0.36	
T-Perforadora manual (C.Operativo)	hm	0.5300	0.09717	1.95	0.19	
Herramientas	%MO		3.00000	1.25	0.04	
					<b>0.59</b>	
<b>Subcontratos</b>						
Acero de Perforación	ml		0.50000	0.50	0.25	
					<b>0.25</b>	

<b>Cimbras de acero 6 WF20</b>						
Rendimiento	MO. / EQ	2.500		C.U.(und)	120.05	
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz Civil	dia	0.1700	0.06800	43.42	2.95	
Operador Pesado	dia	0.1200	0.04800	42.14	2.02	
Operario	dia	0.7000	0.28000	38.44	10.76	
Oficial	dia	0.7000	0.28000	29.93	8.38	
Peón	dia	1.0000	0.40000	27.06	10.82	
					<b>34.93</b>	
<b>Materiales</b>						
Bolsacreto 1 m3	und		1.50000	45.00	67.50	
Materiales Varios	glb		8.00000	1.00	8.00	
					<b>75.50</b>	
<b>Equipos</b>						
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Diesel (C.Operativo)	hm	0.0910	0.40040	21.38	8.56	
Herramientas	%MO		3.00000	34.93	1.05	
					<b>9.61</b>	
<b>Subcontratos</b>						
Cimbra metalica 6WF20	und		1.00000	0.01	0.01	
					<b>0.01</b>	

<b>Planchas acanaladas e&gt;= 3 mm</b>						
Rendimiento	MO / EQ.	<b>600.00</b>		C.U. (kg)	<b>0.17</b>	
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz Civil	dia	0.0800	0.00013	43.42	0.01	
Operario	dia	0.7000	0.00117	38.44	0.04	
Peón	dia	0.7000	0.00117	27.06	0.03	
					<b>0.08</b>	
<b>Materiales</b>						
Plancha acanalada de 3 mm	kg		1.00000	0.01	0.01	
Materiales Varios	glb		0.04000	1.00	0.04	
					<b>0.05</b>	
<b>Equipos</b>						
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Diesel (C.Operativo)	hm	0.0910	0.00167	21.38	0.04	
Herramientas	%MO		3.00000	0.08		
					<b>0.04</b>	

<b>Spiling bars</b>						
Rendimiento	MO / EQ.	<b>44.00</b>		C.U.(m)	<b>46.70</b>	
Descripción Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$	
<b>Materiales</b>						
Fierro Corrugado	kg		4.45000	0.74	3.29	
Materiales Varios	glb		0.50000	1.00	0.50	
					<b>3.79</b>	
<b>Equipos</b>						
T-Jumbo de 2 brazos (C.Operativo)	hm	0.1000	0.02500	74.46	1.86	
T-Cargador de bajo perfil 3.5 y3 Diesel (C.Operativo)	hm	0.1000	0.02500	21.38	0.53	
T-Perforadora manual (C.Operativo)	hm	2.0000	0.50000	1.95	0.98	
T-Camion utilitario (C.Operativo)	hm	1.0000	0.25000	16.17	4.04	
					<b>7.41</b>	
<b>Subcontratos</b>						
Acero de Perforación	ml		1.00000	0.50	0.50	
					<b>0.50</b>	
<b>Subpartidas</b>						
Mano de obra, seccion 4.0x3.5m, Frente-1	dia		0.01300	1,739.61	22.61	
Costo de Posesion, seccion 4.0x3.5m, Frente-1	dia		0.01300	953.29	12.39	
					<b>35.00</b>	

## Anexo 5.1. Valores de Control de Productividad

### IP Mano de Obra - Colocación de Split Set

Rend. Teorico (HH/und)

0.72

Mes	Semanas	Frente 22		Frente 28		Frente 29		Frente 31		Frente 34		Rend Prom	IP
		hh	Avance	hh	Avance	hh	Avance	hh	Avance	hh	Avance		
ene-08	Sem 01	7.00	11.00			120.00	203.00			144.00	287.00	0.58	1.25
	Sem 02	75.00	113.00			313.00	509.00	94.00	153.00	170.00	287.00	0.62	1.16
	Sem 03	76.00	126.00			288.00	480.00	71.00	118.00	214.00	351.00	0.60	1.19
	Sem 04	41.00	63.00			217.00	354.00	123.00	196.00	403.00	654.00	0.63	1.15
	Sem 05	168.00	278.00			222.00	373.00	11.00	18.00	130.00	219.00	0.60	1.20
feb-08	Sem 06	157.00	261.00			299.00	495.00	68.00	114.00	185.00	317.00	0.60	1.21
	Sem 07	61.00	97.00			170.00	289.00	170.00	286.00			0.60	1.19
	Sem 08	131.00	211.00	123.00	207.00	45.00	75.00	126.00	211.00	11.00	18.00	0.60	1.19
	Sem 09					57.00	96.00	31.00	51.00	16.50	28.00	0.60	1.21
mar-08	Sem 10	70.00	115.00	48.00	80.00	256.00	423.00	187.00	337.00	145.00	228.00	0.60	1.20
	Sem 11	58.00	96.00	9.50	16.00	157.00	261.00	176.00	354.00	216.00	358.00	0.58	1.24
	Sem 12	65.00	104.00	67.00	110.00	141.00	238.00	29.00	51.00	172.00	281.00	0.60	1.20
	Sem 13	46.00	74.00	59.00	98.00	416.00	695.00			181.00	293.00	0.61	1.18
abr-08	Sem 14	43.00	71.00	104.00	171.00	419.50	692.00	28.50	49.00	140.00	228.00	0.60	1.19
	Sem 15	19.00	30.00	49.00	80.00	380.00	617.00			194.00	314.00	0.62	1.16
	Sem 16	44.00	71.00	29.00	46.00	305.00	500.00			195.00	311.00	0.62	1.16
	Sem 17	16.00	26.00			211.00	340.00	29.50	52.00	125.00	203.00	0.60	1.19
may-08	Sem 18	18.00	28.00	116.00	184.00	369.00	584.00			76.00	120.00	0.63	1.13
	Sem 19	6.50	10.00	53.00	85.00	455.00	741.00			167.00	272.00	0.63	1.15
	Sem 20	52.00	81.00	22.00	35.00	418.00	686.00			162.00	262.00	0.62	1.15
	Sem 21	207.00	321.00			428.00	700.00			101.00	158.00	0.63	1.14
	Sem 22	157.00	243.00			304.00	495.00			193.00	307.00	0.63	1.14
jun-08	Sem 23	80.50	130.00			427.00	692.00			248.00	398.00	0.62	1.16
	Sem 24	119.50	189.00			366.00	599.00			172.00	277.00	0.62	1.16
	Sem 25	126.00	202.00			443.50	720.00			226.00	361.00	0.62	1.16
	Sem 26	216.00	350.00			420.00	674.00			291.00	454.00	0.63	1.15
jul-08	Sem 27	102.00	165.00	129.00	199.00	361.00	565.00			202.50	327.00	0.63	1.14
	Sem 28					121.00	195.00			85.00	142.00	0.61	1.18
	Sem 29			6.50	10.00	187.00	303.00			119.50	194.00	0.63	1.15

### IP Mano de Obra - Colocación de Mallas Electrosoldadas

Rend. Teorico (HH/m2)

0.40

Mes	Semanas	Frente 22		Frente 28		Frente 29		Frente 31		Frente 34		Rend Prom	IP
		hh	Avance	hh	Avance	hh	Avance	hh	Avance	hh	Avance		
ene-08	Sem 01	3.50	9.00			62.00	157.50			106.00	261.00	0.40	1.01
	Sem 02	36.00	92.25			155.00	391.50	54.00	132.75	126.00	324.00	0.40	1.01
	Sem 03	38.00	92.25			158.00	400.50	48.00	126.00	127.00	319.50	0.40	1.01
	Sem 04	20.00	49.50			106.00	265.50	88.00	211.50	264.00	652.50	0.41	0.99
	Sem 05	91.00	220.50			129.50	328.50	7.00	18.00	78.00	189.00	0.40	0.99
feb-08	Sem 06	78.00	189.00			167.00	443.25	51.00	130.50	124.00	310.50	0.39	1.01
	Sem 07	24.50	63.00			79.00	198.00	152.00	391.50			0.39	1.02
	Sem 08	56.00	139.50	110.00	270.00	23.00	58.50	80.00	198.00	5.50	13.50	0.40	0.99
	Sem 09					24.00	63.00	22.00	54.00	11.00	27.00	0.40	1.00
mar-08	Sem 10	33.00	81.00	36.00	85.50	127.00	315.00	128.00	326.25	89.00	225.00	0.40	0.99
	Sem 11	26.00	63.00	7.50	18.00	79.00	202.50	137.00	346.50	143.00	351.00	0.40	0.99
	Sem 12	31.00	78.75	60.00	148.50	82.00	209.25	14.00	36.00	124.00	310.50	0.40	1.01
	Sem 13	23.00	57.38	38.00	90.00	208.00	486.00			110.00	270.00	0.41	0.96
abr-08	Sem 14	22.00	54.00	78.00	189.00	243.00	578.25	11.00	27.00	104.00	252.00	0.41	0.97
	Sem 15	61.00	144.00	34.00	85.50	207.00	504.00			148.00	355.50	0.41	0.97
	Sem 16	23.00	54.00	21.00	49.50	162.00	396.00			150.00	360.00	0.42	0.95
	Sem 17	8.00	18.00			121.50	292.50	22.50	54.00	111.00	261.00	0.43	0.94
may-08	Sem 18	12.50	27.00	89.00	193.50	192.00	468.00			22.00	94.50	0.39	1.02
	Sem 19	4.00	9.00	45.00	108.00	275.00	686.25			132.00	324.00	0.42	0.96
	Sem 20	36.00	81.00	22.00	49.50	253.00	621.00			144.00	333.00	0.43	0.93
	Sem 21	120.00	258.75			259.00	612.00			80.00	189.00	0.44	0.92
	Sem 22	79.00	175.50			158.00	373.50			156.00	382.50	0.43	0.94
jun-08	Sem 23	46.00	99.00			233.50	544.50			225.00	544.50	0.44	0.92
	Sem 24	66.50	146.25			217.00	535.50			155.00	369.00	0.43	0.94
	Sem 25	62.50	137.25			179.00	423.00			180.50	423.00	0.44	0.92
	Sem 26	125.50	285.75			225.50	531.00			219.50	526.50	0.43	0.94
jul-08	Sem 27	61.50	132.75	68.00	148.50	198.50	456.75			141.00	333.00	0.44	0.90
	Sem 28					61.50	146.25			69.00	171.00	0.41	0.97
	Sem 29			6.50	13.50	88.00	207.00			94.00	225.00	0.44	0.91

## Anexo 5.2. Anotaciones del Cuaderno de Obra. Asiento 1545

### ANOTACIONES CUADERNO DE OBRA

Pendiente, no responden	P
Aprobación de solicitud	A
Comentario +/-	C
No requiere respuesta	NRR

ASIEN TO N°	FECHA	ASUNTO	DESCRIPCIÓN DEL ASIEN TO	REFERENCIA	FECHA	OBSERVACIONES
1545	08/02/2009	VALORIZACIÓN DEJADA DE PAGAR UNILATERALMENTE	<p>Dejamos constancia que mediante cartas GyM-PMO2-034-09 y GyM-PMO2-036-09, de fecha 05 de febrero '09, se envió a la Supervisión el sustento de que el derrumbe acontecido en el Crucero 886 N no es responsabilidad de GyM y que no estamos de acuerdo con el dejar de pagarnos la Orden de Trabajo N° 7, conciliada y firmada con la Supervisión, respectivamente. Adicionalmente a estas cartas, está también pendiente de valorización el reintegro de Mano de Obra por el periodo de Jun '07 a Jul '07, presentada con carta GyM-PMO2-151-07 de fecha 02 de Septiembre '07, el reintegro de Mano de Obra por los meses de Sept, Oct y Nov '08 presentados cada uno mensualmente y el reintegro por Tipo de Cambio Acordado en reunión llevada a cabo el 14 de Enero, que según Acta firmada con fecha 14 de Enero '09, debía reconocerse y valorizarse en la liquidación de Enero del 2,009. Solicitamos a la reunión para dar validez a los acuerdos conciliados y firmados que a la fecha no han sido atendidos y generan problemas de financiamiento al proyecto.</p> <p>Asimismo, en el mes de Enero 09 en la medición de Avances, no se midieron las siguientes labores:            VN 968 LA MEDICION DEL RADIO DE CURVATURA            GL 942 1E EL REALCE BRESTING            VN 866E DESQUINCHE DEL COMEDOR            GL 886 W REALCE            GL 886 1E REALCE CON RESPECTO A LA MEDICION DE AVANCES            GL 886 W VN 6W</p> <p>Por todos estos hechos, creemos necesaria una REUNION DE CONCILIACION para definir y aclarar que estos acontecimientos lo único que hacen es perjudicar a GyM, y que se respete el contrato para un trato justo al Contratista, valorizándose lo que se tiene que valorizar en la fecha adecuada.</p>			

### Anexo 5.3. Valores de Control de Costos

FECHA	PRESUPUESTADO		EJECUTADO		Indice Costo	
	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	(CD+GG)real/(CD+GG)presup	
Saldo*		21,516.00		21,470.36	Parcial	Acumulado
jun-07	652.26	22,168.26	724.79	22,195.14	1.11	1.00
jul-07	662.61	22,830.86	605.76	22,800.91	0.91	1.00
ago-07	592.26	23,423.13	578.41	23,379.32	0.98	1.00
sep-07	593.29	24,016.42	615.47	23,994.79	1.04	1.00
oct-07	590.53	24,606.94	576.73	24,571.52	0.98	1.00
nov-07	619.58	25,226.53	597.84	25,169.35	0.96	1.00
dic-07	495.94	25,722.46	626.95	25,796.30	1.26	1.00
ene-08	575.00	26,297.46	577.72	26,374.03	1.00	1.00
feb-08	667.00	26,964.46	666.50	27,040.53	1.00	1.00
mar-08	638.00	27,602.46	637.86	27,678.39	1.00	1.00
abr-08	723.00	28,325.46	722.87	28,401.26	1.00	1.00
may-08	762.00	29,087.46	762.33	29,163.59	1.00	1.00
jun-08	669.00	29,756.46	668.62	29,832.20	1.00	1.00
jul-08	580.00	30,336.46	580.15	30,412.35	1.00	1.00
ago-08	740.00	31,076.46	740.35	31,152.71	1.00	1.00
sep-08	676.00	31,752.46	675.87	31,828.58	1.00	1.00
oct-08	663.00	32,415.46	655.27	32,483.85	0.99	1.00
nov-08	735.00	33,150.46	664.83	33,148.68	0.90	1.00
dic-08	685.00	33,835.46	690.53	33,839.21	1.01	1.00
ene-09	680.00	34,515.46	562.24	34,401.45	0.83	1.00
feb-09	620.00	35,135.46	1,058.91	35,460.36	1.71	1.01
mar-09	715.00	35,850.46	739.41	36,199.78	1.03	1.01
abr-09	650.00	36,500.46	569.71	36,769.48	0.88	1.01
may-09	690.00	37,190.46	592.21	37,361.69	0.86	1.00

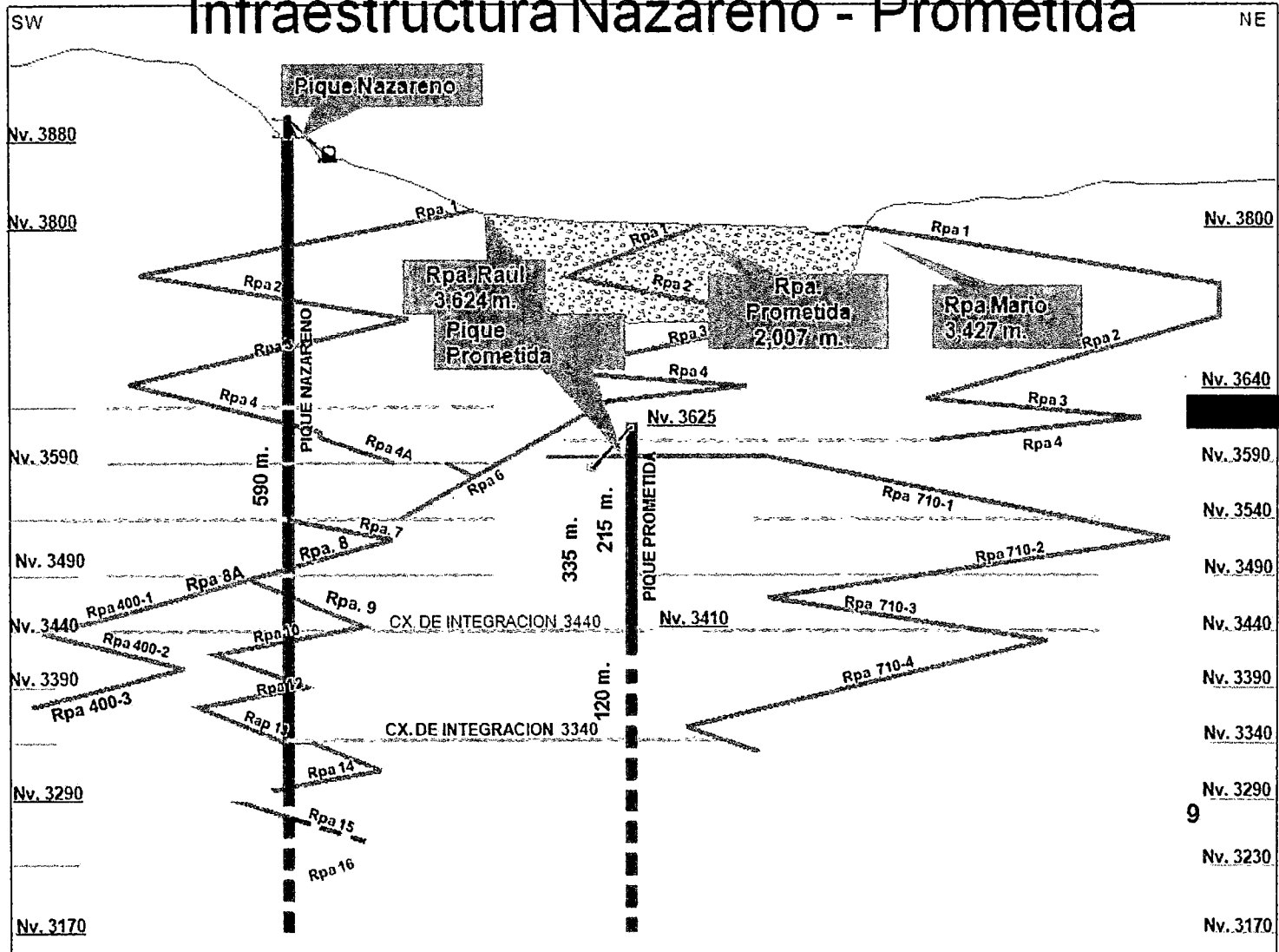
\* Proyecto Profundizacion Mina Orcopampa II

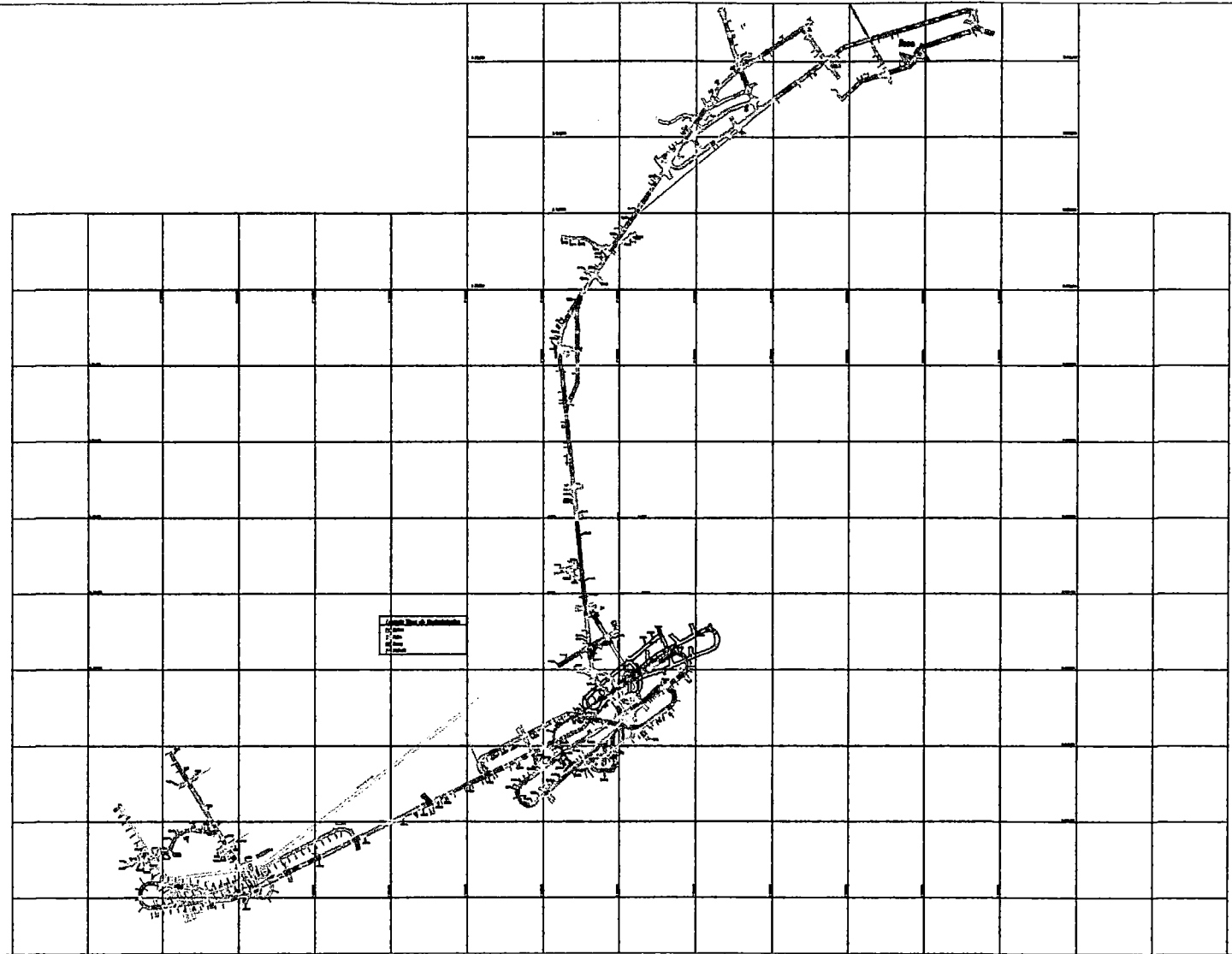


## **PLANO DE LABORES VISITADAS DURANTE EL CONTROL DE CAMPO**

- Esquema en Elevacion
- Planta del Nivel 3440 – Tipos de Sostenimiento “As Built”
- BP850 – By Pass 850
- CX1161N-S : Crucero 1161 Norte y Sur
- GL942E : Galeria 942 Este
- GL942 3E-3W : Galeria 942 Zona Oeste
- CX927N : Crucero 927 Norte
- RP16 HHD : Cabina de Sondaje Rampa 16
- RP16-17 : Rampa 16 y 17

# Infraestructura Nazareno - Prometida

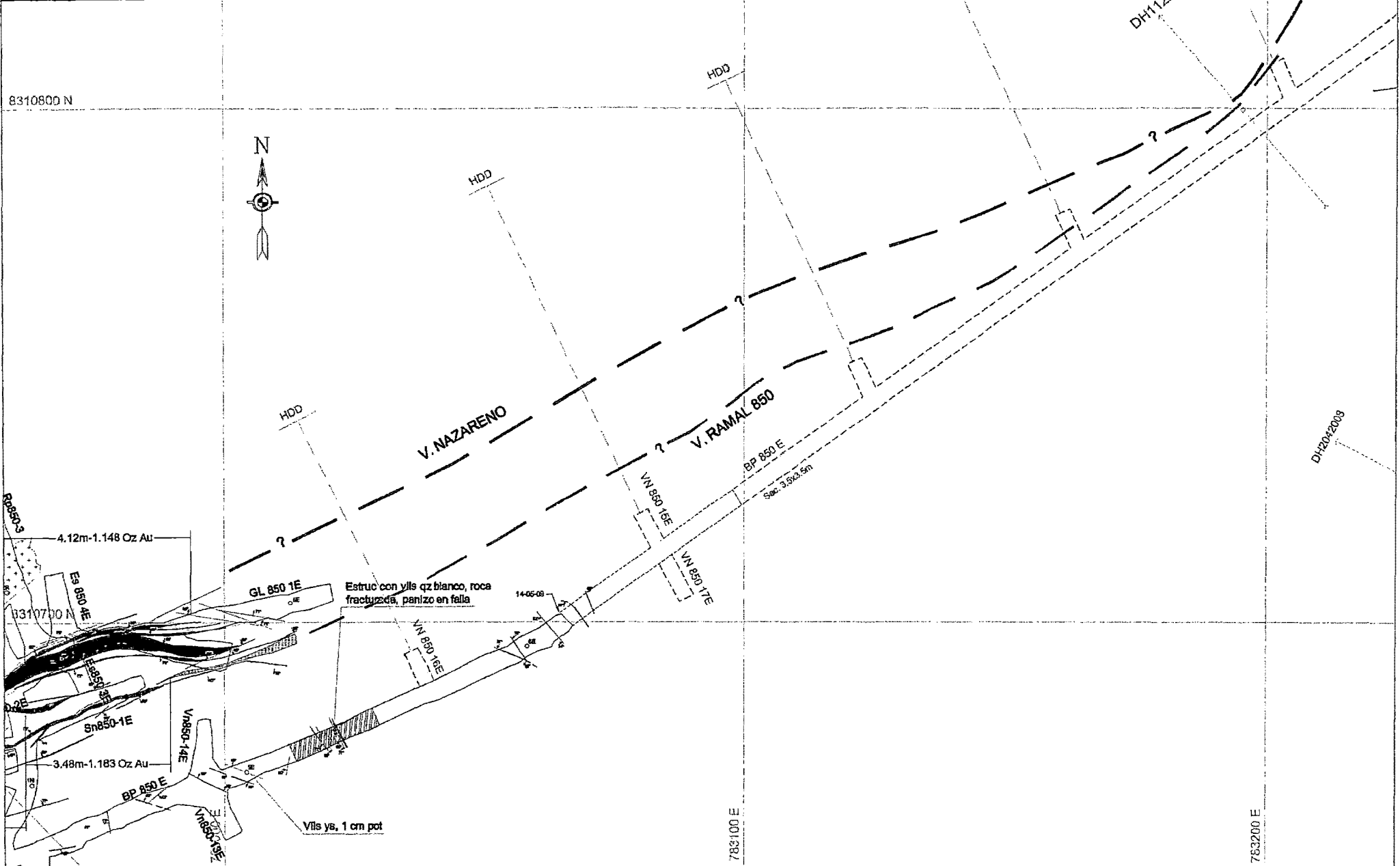




Leyenda:  
 --- Línea de galería  
 --- Línea de ventilación  
 --- Línea de agua  
 --- Línea de cable

Compañía de Minas		Empresa minera S.A. del Cerro		<b>Mina Chipmo - Nazareno</b> <b>GALERIA 420W</b> <b>Nv.3440</b>		Formato : A-4
Diseñado :	PERISA	Reducido :	ABR/2008	Área/Departamento :	Escala :	Hoja : 12000
Aprobado :		Fecha :				

8310800 N



Rp850-3

4.12m-1.148 Oz Au

1310700 N

GL 850 1E

Estruc con vils qz blanco, roca fracturada, panizo en falla

14-06-08

VN 850-15E

BP 850 E

Sec. 3,5x3,5m

VN 850-16E

Sn850-1E

3.48m-1.183 Oz Au

VN850-14E

Vils ys, 1 cm pct

BP 850 E

VN850-15E

783100 E

783200 E

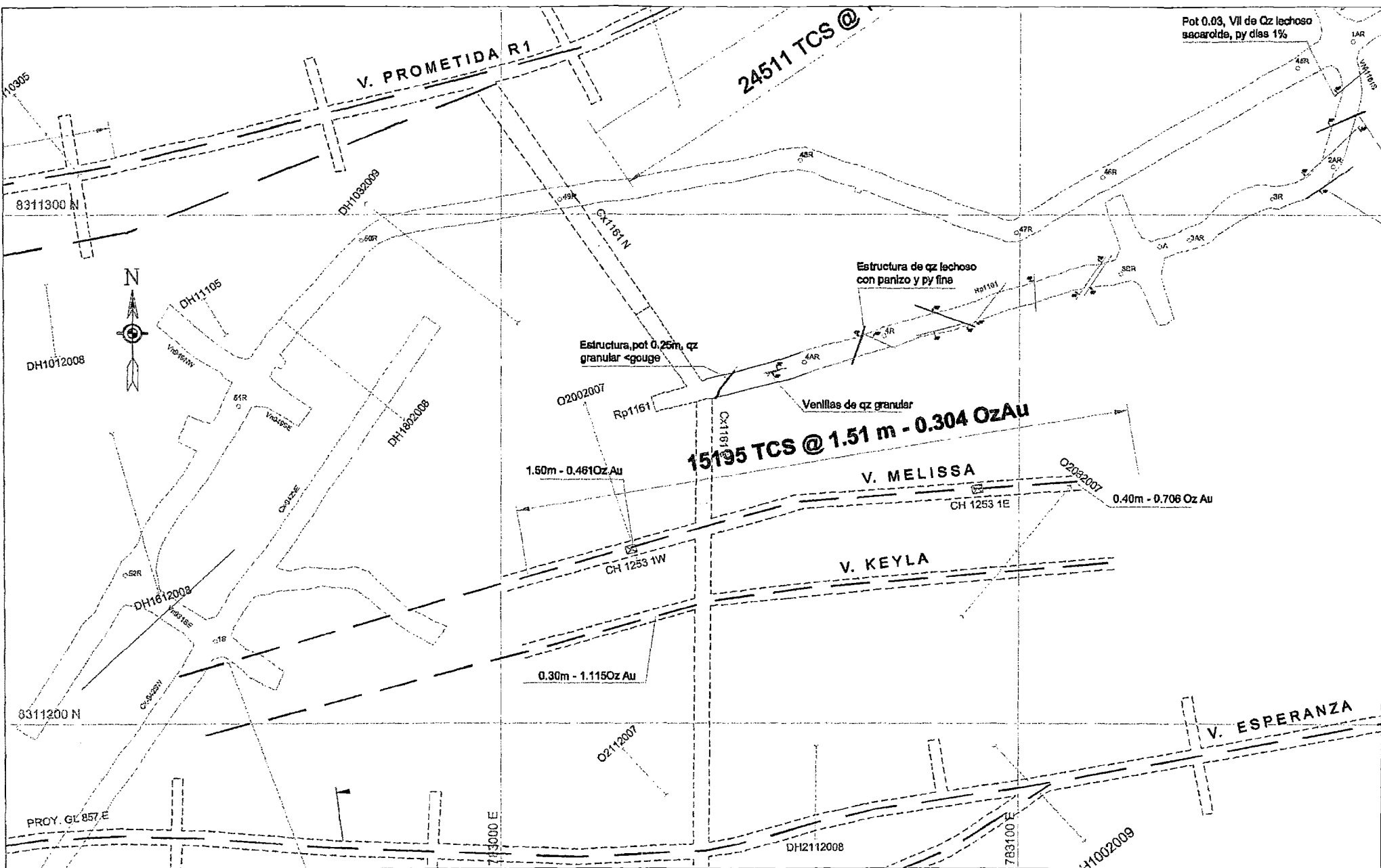
LEYENDA

- ESTRUCTURA DE CUARZO
- - - ESTRUCTURA INFERIDA
- - - FALLA
- - - FALLA INFERIDA
- DIQUE
- BONDADJE DIAMANTINO HORIZONTAL
- BONDADJE DIAMANTINO INCLINADO
- PROYECTO
- AREA DE TRABAJO DEL MES

RANGO DE LEYES

- MENA > 0.344 Oz/TM Au
- MARGINAL 0.254 - 0.344 Oz/TM Au
- SUBMARGINAL 0.258 - 0.284 Oz/TM Au
- BAJA LEY 0.037 - 0.258 Oz/TM Au

 Competencia de Minas Buena Ventura U.S.A. Group		<b>MINA CHIPMO - VETA NAZARENO</b> <b>PLANO GEOLÓGICO</b> <b>Bp 850 E - Vn 850-15E - Vn 850-16E</b> <b>Nivel 3390</b>		Laminas: <b>G-1</b>
Elaborado: Ing. Carlos Vilán	FECHA: Julio, 2009	Escala: 1/1000		
Diseñado: Dibujo CAD		Formato: AA		
Revisado: Ing. Juan Carlos Belazac C.	Área/Departamento: Geología			
Aprobado: Ing. Luis Velasco P.	Sección: Geología			
Ruta: D:ORCO USPROORAMA DE AVANDES 2009 Programa De Avances Año 02 Exploración SP 6824.jpg				



Pot 0.03, Vil de Oz lechoso sacarolde, py dias 1%



**LEYENDA**

- ESTRUCTURA DE CIARZO
- - - ESTRUCTURA INFERIDA
- - - FALLA
- - - FALLA INFERIDA
- DIQUE
- BONDAJE DIAMANTINO HORIZONTAL
- BONDAJE DIAMANTINO INCLINADO
- PROYECTO
- AREA DE TRABAJO DEL MES

**RANGO DE LEYES**

- MENA  $\geq 0.344$  Oz/TM Au
- MARGINAL  $>0.284 - <0.344$  Oz/TM Au
- SUBMARGINAL  $>0.225 - <0.284$  Oz/TM Au
- BAJA LEY  $>0.037 - <0.225$  Oz/TM Au

		<b>MINA CHIPMO - VETA PROMETIDA R1</b> <b>PLANO GEOLÓGICO</b> <b>Cx1161N Cx1161S</b> <b>Nivel 3390</b>		Lámina: <b>G-16</b>
Elaborado : Ing. Michel Avendaño Dibuja : Dibujo CAD		FECHA: Julio, 2009		Escala: 1/1000
Revisado : Ing. Juan Carlos Salazar C. Aprobado : Ing. Luis Velazco P.		Área/Departamento : Geología Geodina : Geología		Formato: A4
Ruta : D:ORCO B:\PROGRAMA DE AVANCES 2009\Programa De Avances Julio 09\Escalación\16_CX1161N-6.dwg				





Vila de qz lechoso 7%, py cubica 7%, vila kao 10% y silicificación 5%

Estruc And traquelada, fragmentos angulosos en matriz de arcillas (kaolin) 2%, vils de qz blanco 1%, py diss 1%

Estruc qz lechoso, vils qz gris 10% vils qz blanco 3%, py diss 3%

Estruc qz lechoso, vils qz gris 10%, nucleos qz sacarolde 3%, py diss 3%

Estruc de qz lechoso con py diss 2%

Estruc brechada de qz lechoso, englobando fragmentos de andesita, qz gris 10%, py diss 5%

Estruc con vils qz blanco, py diss 3%, py vils 1%

Estruc brechada de qz lechoso, vils qz gris 5% con py diss 1%

Estruc qz blanco 20%, qz gris 7%, py diss 5%, vnil dck 2%

Estruc brechada qz blanco englobando fragmentos de qz gris 2%, py fina diss 5%

Estr qz, qz sacarolde 7%, py diss 5%, vnil Dck 2%

3.54m - 0.398 Oz Au

1.10m - 0.716 Oz Au

2.09m - 0.480 Oz Au

1.70m - 1.359 Oz Au

1.10m - 1.140 Oz Au

1.35m - 1.473 Oz Au

782600 E

782700 E

8310500 N

8310400 N

**LEYENDA**

- ESTRUCTURA DE CUARZO
- - - ESTRUCTURA INFERIDA
- - - FALLA
- - - FALLA INFERIDA
- DIQUE
- BONDAGE DIAMANTINO HORIZONTAL
- BONDAGE DIAMANTINO INCLINADO
- - - PROYECTO
- ARSA DE TRABAJO DEL MES

**RANGO DE LEYES**

- MENA >= 0.344 Oz/TM Au
- MARGINAL >= 0.284 - < 0.344 Oz/TM Au
- SUBMARGINAL >= 0.258 - < 0.284 Oz/TM Au
- BAJA LEY >= 0.237 - < 0.258 Oz/TM Au

Elaborado: Inge. Carlos Vilán-Michael Alvarado  
 Dibuja: Delfo CAD  
 Revisado: Inge. Juan Carlos Salazar C.  
 Aprobado: Inge. Luis Velazco P.  
 Fecha: Julio, 2007  
 Área/Departamento: Geología  
 Escala: 1/1000  
 Formato: A4  
 Ruta: DJORO - PROGRAMA DE AVANCO 2008 Programa De Avanza Julio 09 Exploración 17\_Gl 942-3W.dwg

**MINA CHIPMO - VETA RAMAL411**  
**PLANO GEOLÓGICO**  
 Vn 942-6W - Gl 942-3E - Gl 942-3W  
 Vn 942-12W - Vn 942-13W  
 Nivel 3340

Lamin: **7**



8210700 N

CX 927N

CH-910-2

VN-927BE

BP-927E

O1392007

1.30 - 1.589 Oz Au

3.70 - 0.007 Oz Au

VN-927E

GL-927E

V. RAMAL 850

O1462007

DH11105

O1172007

O1822007

Estr de qz bco,qz  
gris2%,py dls3%,dck frod

8319600 N

DH12106

762800 E

752900 E

O1242007

VN1000N

46R

**LEYENDA**

- ESTRUCTURA DE CUARZO
- - - ESTRUCTURA INFERIDA
- - - FALLA
- - - FALLA INFERIDA
- DIQUE
- BONDAGE DIAMANTINO HORIZONTAL
- ◀ BONDAGE DIAMANTINO INCLINADO
- PROYECTO
- AREA DE TRABAJO DEL MES

**RANGO DE LEYES**

- MEANA  $\geq 0.344$  Oz/TM Au
- MARGINAL  $>0.284 - <0.344$  Oz/TM Au
- SUBMARGINAL  $>0.258 - <0.284$  Oz/TM Au
- BAJA LEY  $>0.037 - <0.258$  Oz/TM Au

		<b>MINA CHIPMO - VETA NAZARENO</b> <b>PLANO GEOLÓGICO</b> CX 927N - BP 927 Nv 3290		Lámina: <b>26</b>
Elaborado: Ing. Carlos Vilán	Jun-2009	Escala: 1/1000		Formato: A4
Dibujado: Dibujo CAD				
Revisado: Ing. Juan Carlos Salazar C.		Área/Departamento: Geología		
Aprobado: Ing. Luis Velasco P.		Sección: Geología		
Ruta: D:\ORCO I\PROGRAMA DE AVANCES 2008\Programa De Avances Julio 08\Exploración\13_CX 927N.dwg				





SW

NE

