



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA: AGRONOMÍA

CARRERA: INGENIERÍA GEOLOGÍA Y MINAS

“ANÁLISIS DEL TRANSPORTE POR LOCOMOTORAS ELÉCTRICAS Y A BATERÍAS EN EL NIVEL PRINCIPAL Y ABASTECIMIENTO DE LOS NIVELES SECUNDARIO EN PRODUMIN S.A.”

Trabajo de titulación presentado previo a la Obtención del título de:

INGENIERO EN GEOLOGÍA Y MINAS

AUTOR:

WILMAR ALEJANDRO RIOS CALI

Macas – Ecuador
2016

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El tribunal del Proyecto Técnico de Titulación, Constituido por los Ing. Marco Mejía Flores e Iván Pino Loza, Luego de receptor la presentación del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de ingeniero en geología y minas cuyo tema es **“ANÁLISIS DEL TRANSPORTE POR LOCOMOTORAS ELÉCTRICAS Y A BATERÍAS EN EL NIVEL PRINCIPAL Y ABASTECIMIENTO DE LOS NIVELES SECUNDARIO EN PRODUMIN S.A.”** elaborado por el señor Wilmar Alejandro Ríos Cali, ha sido revisado y verificado, dando fe de la originalidad del presente trabajo y emite el siguiente veredicto: Se ha aprobado el informe del Proyecto Técnico por lo que se recomienda proceder a la recepción de la defensa oral.

En la ciudad de Macas a los 6 días del mes de julio del 2016


Ing. Marco Mejía Flores
DIRECTOR DEL PROYECTO TÉCNICO


Ing. Iván Pino loza
MIEMBRO

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Wilmar Alejandro Ríos Cali, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales, los textos constantes y los documentos provenientes de otra fuente están debidamente citados y referenciados

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Macas 21 de julio del 2016.



Wilmar Alejandro Rios Cali
CL: 1400690341

DEDICATORIA

*A Dios como ser supremo y creador nuestro y de todo lo que nos rodea y por habernos
dado la inteligencia, paciencia y ser nuestro guía en nuestras vidas.*

*A mi padre y a mi madre. Que siempre han estado ahí para mí, brindándome su apoyo
incondicional.*

A mi director de tesis, Ing Marco Mejía.

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso por brindarme la oportunidad de obtener este triunfo personal, y darme salud, sabiduría, y entendimiento para lograr esta metas.

A mis queridos Padres Franklin Tomás Ríos Rivadeneira & Carmen Guadalupe Cali Navas, por ser siempre incondicional y darme siempre su apoyo en todo momento, gracias por existir, y que Dios los bendiga siempre.

A la ilustre ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, a mis maestros que han sido parte fundamental de mi formación profesional.

Al Ingeniero Marco Mejía por su confianza, consejos y motivación constante, por ser parte importante en el desarrollo profesional personal.

Al Ingeniero Iván Pino, Miembro del Tribunal, quien amablemente me apoyó para la realización del presente trabajo de investigación.

Un agradecimiento especial a los Ingenieros Norma Mendoza, Apolinar Quispe, y Pedro Ildefonso, Jefferson Jaramillo por el apoyo para el presente trabajo de titulación.

A mis amigos y compañeros de la ESPOCH, quienes me han permitido formar parte de su vida y compartir gratos momentos, gracias de todo corazón.

TABLA DE CONTENIDO

APROBACION DEL TRIBUNAL -----	i
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD -----	ii
DEDICATORIA -----	iii
AGRADECIMIENTO -----	iv
CAPITULO I -----	3
1 MARCO REFERENCIAL -----	4
1.1. ENUNCIADO DEL TEMA -----	4
1.2. ANTECEDENTES -----	4
1.3. PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA -----	5
1.3.1. PRINCIPALES PROBLEMAS GENERALES DETECTADOS EN EL TRANSPORTE-----	6
1.4. JUSTIFICACIÓN -----	6
1.5. OBJETIVOS -----	7
1.5.1. OBJETIVO GENERAL -----	7
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS -----	7
1.6. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS -----	7
2. GENERALIDADES -----	8

2.1. MARCO INSTITUCIONAL	8
2.1.1. MISIÓN	8
2.1.2. VISIÓN	8
2.2. UBICACIÓN Y ACCESO	8
2.3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS	10
2.3.1. TEMPERATURA.....	10
2.3.2. PRECIPITACIÓN.	10
2.3.3. CLIMA.....	10
2.3.4. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	11
2.3.5. HIDROLOGÍA.....	11
CAPITULO II	12
2. MARCO TEÓRICO	13
2.1. GEOLOGÍA REGIONAL	13
2.2. TECTÓNICA	15
2.3. GEOLOGÍA LOCAL	15
2.4. GÉNESIS Y MINERALIZACIÓN	15
2.5. DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS EN OPERACIÓN MINA	16
2.5.1. EXPLORACIÓN	16
2.5.2. PREPARACIÓN DE MUESTRA	16
2.5.3. DESARROLLO	18
2.5.4. PREPARACIÓN PARA LA EXPLOTACIÓN	19
2.5.5. MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN ESTANDARIZADO:	19
2.5.6. OPERACIONES UNITARIAS O CICLO DE MINADO.....	21
2.6. TRANSPORTE	24

2.6.1.	CONSIDERACIONES GENERALES.	24
2.6.2.	CONSIDERACIONES BÁSICAS SOBRE LOS PROCEDIMIENTOS DE TRANSPORTE.	25
2.6.3.	GENERALIDADES SOBRE LOS TRANSPORTES EN EL INTERIOR DE LA MINA.	26
2.7.	CARACTERÍSTICAS DE LAS LOCOMOTORAS	27
2.7.1.	DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS DE UNA LOCOMOTORA	28
2.7.2.	LOCOMOTORAS ACUMULADORES	29
2.7.3.	ACUMULADORES O BATERÍA	29
2.8.	VAGONES	31
2.8.1.	CONDICIONES GENERALES.	31
2.8.2.	CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL EMPLEO DE VAGONES PEQUEÑOS O GRANDES.	32
2.8.3.	LOS RODÁMENES, DISTANCIA ENTRE EJES Y ANCHO DE LA VÍA.	34
2.8.4.	CONSTRUCCIÓN Y CUIDADO DE LOS RODÁMENES.	35
2.9.	BASE TEÓRICA	37
2.9.1.	TRACCIÓN HORIZONTAL.	37
2.9.2.	LOS ESFUERZOS RESISTENTES.	37
2.9.3.	GRADIENTE:	37
2.9.4.	PERALTE.	37
2.9.5.	RADIO DE CURVATURA	38
2.9.6.	RESISTENCIAS AL MOVIMIENTO	38
2.9.7.	RESISTENCIA NORMAL AL MOVIMIENTO	39
2.9.8.	RESISTENCIA A LA RODADURA (RR)	39
2.9.9.	RESISTENCIAS SUPLEMENTARIAS O INCIDENTES.	40
2.9.10.	RESISTENCIAS DEBIDO A LAS CURVAS (RC).	40
CAPITULO III		41
3.	MÉTODOS Y TÉCNICAS	42

3.1. FACTIBILIDAD -----	42
3.2. ACCESIBILIDAD A LA INFORMACIÓN -----	42
3.3. DISEÑO METODOLÓGICO -----	42
3.3.1. TIPO DE ESTUDIO-----	42
3.4. VOLUMEN DE EXTRACCIÓN DE LA MINA -----	46
3.5. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS LOCOMOTORAS A BATERÍA -----	46
3.5.1. DISTRIBUCIÓN LOCOMOTORA.-----	49
3.5.2. RENDIMIENTO DE LAS LOCOMOTORAS-----	50
3.5.3. CAPACIDAD DE LA BATERÍA.-----	51
3.5.4. RESULTADOS DEL ESFUERZO DE TRACCIÓN.-----	52
3.5.5. OPTIMIZACIÓN DEL TRANSPORTE.-----	53
3.5.6. LOS PARÁMETROS QUE DEBEN ESTAR SUJETOS A SER OPTIMIZADOS SON:-----	54
3.5.7. ELECCIÓN DE LAS RUEDAS, PESO DEL RIEL.-----	56
CAPITULO IV -----	58
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS -----	59
4.1. TABLA DE CONTROL DE TIEMPOS DE ACARREO CON CARROS MINEROS Z20 DE ABASTECIMIENTO DE LOS NIVELES SECUNDARIOS. -----	59
4.2. TABLA DE CONTROL DE TIEMPOS DE TRANSPORTE POR LOCOMOTORAS. -----	66
4.3. TIEMPOS DE TRANSPORTE PARA LA WINCHA -----	73
4.4. RESULTADOS Y MEDIDAS. -----	79
4.4.1. CARACTERÍSTICAS LOCOMOTORA TROLLEY.-----	79
CAPITULO V -----	86
5.1. CONCLUSIONES -----	87

5.2. RECOMENDACIONES	88
5.3. GLOSARIO	89
CAPITULO VI	93
6.1. RESUMEN	94
6.2. ABSTRACT	95
6.3. BIBLIOGRAFÍA	96
6.4. ANEXOS	97

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1-1: Coordenadas del área de estudio.</i>	9
<i>Tabla 1-2: Dimensiones de las labores (Secciones).</i>	18
<i>Tabla 2-2: Características de diseño.</i>	21
<i>Tabla 3-2: Condiciones normales de las vías.</i>	40
<i>Tabla 1-3: Extracción veta y caja.</i>	46
<i>Tabla 2-3: Parámetros técnicos de las locomotoras a batería.</i>	47
<i>Tabla 3-3: Características operativas de las locomotoras.</i>	48
<i>Tabla4-3: Costos de mantenimiento anual.</i>	48
<i>Tabla 5-3: Rendimiento de las Locomotoras.</i>	51
<i>Tabla 6-3: Capacidad de duración de las baterías.</i>	52
<i>Tabla 7-3: Esfuerzo a la tracción de la locomotora.</i>	52
<i>Tabla 8-3: Potencia del motor de las locomotoras.</i>	53
<i>Tabla 9-3: Calculo de requerimientos de hp según la gradiente.</i>	56
<i>Tabla10-3: Elección y peso del riel.</i>	56
<i>Tabla 1-4: Control de tiempos de acarreo en la galería Katty nivel 20</i>	60
<i>Tabla 2-4: Control de tiempos de acarreo en la galería Mary nivel 20</i>	61
<i>Tabla 3-4 Control de tiempos de acarreo en la galería Mary nivel 20 tolva 2</i>	62
<i>Tabla 4-4: Control de tiempos de acarreo en la galería Mary nivel 20 tolva 7</i>	63
<i>Tabla 5-4: Control de tiempos de acarreo en la galería Mary nivel 30 tolva 12</i>	64
<i>Tabla 6-4: Control de tiempos de acarreo en la galería Mary nivel 30 tolva 3</i>	65
<i>Tabla 7-4: Control de tiempos de transporte por locomotoras Katty y Mary tolva 2</i>	67
<i>Tabla 8-4: Control de tiempos de transporte por locomotoras Mary crucero 223</i>	68
<i>Tabla 9-4: Control de tiempos de transporte por locomotoras Kelly</i>	69
<i>Tabla 10-4: Control de tiempos de transporte por locomotoras Katty 557</i>	70
<i>Tabla 11-4: Control de tiempos de transporte por locomotoras crucero 557, Zapato y Maty.</i>	71
<i>Tabla 12-4: Control de tiempos de acarreo con Wincha Zapato.</i>	75
<i>Tabla 13-4: Control de tiempos de carga al Winche Zapato.</i>	78
<i>Tabla14-4: Costos de extracción anual de la mina.</i>	81
<i>Tabla 15-4: Características de las locomotoras trolley</i>	83
<i>Tabla16-4: Cuadro de precios de las locomotoras.</i>	83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Figura 1-2: División del distrito minero del Azuay.</i>	14
<i>Figura 2-2: Proceso de preparación de la muestra.</i>	17
<i>Figura 3-2: Método corte y relleno Ascendente.</i>	20
<i>Figura 2-2: Locomotora Trolley.</i>	28
<i>Figura 4-2: Locomotora a batería.</i>	29
<i>Figura 3-2: Locomotora a batería.</i>	31
<i>Figura 1-3: Distribución de las locomotoras a batería.</i>	49
<i>Figura 2-3: Sección de las labores.</i>	54
<i>Figura 1-4: Productividad de la locomotora.</i>	82

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<i>Fotografía 1-2: Veta con contenido de cuarzo, pirita, pirrotita, arsenopirita, calcopirita.</i>	<i>19</i>
<i>Fotografía 2-2: Perforación en veta.</i>	<i>21</i>
<i>Fotografía 3-2: Carguío de barrenos.</i>	<i>22</i>
<i>Fotografía 4-2: Transporte del material con locomotoras a baterías.</i>	<i>23</i>
<i>Fotografía 5-2: Acarreo del material en niveles secundarios con carretillas.</i>	<i>23</i>
<i>Fotografía 6-2: Acarreo del material en niveles secundarios con Z-20.</i>	<i>24</i>
<i>Fotografía 6-2: Banco de baterías.</i>	<i>30</i>

INTRODUCCIÓN

La minería subterránea existe desde el principio de la historia de la humanidad, desde entonces, ha sufrido un gran desarrollo tecnológico, muchas veces unido a grandes avances de la ciencia, como la aparición de las máquinas de vapor o de la electricidad en el siglo XIX, que supusieron el comienzo de la mecanización de las labores mineras, experimentando su mayor impulso durante el siglo XX, y esta evolución de los equipos continúa en el siglo actual (Díaz, 2006).

La adquisición de los equipos suele rondar el 40-45 % de los costos de capital de una mina y, de ellos, un gran porcentaje se destina a las operaciones de carga, transporte y extracción. Además, solo la carga y el transporte ocupan entre un 25 % y un 45 % del tiempo total de un relevo normal. Por tanto, las operaciones de carga, transporte y extracción adquieren una gran relevancia en el ciclo minero, y de su rendimiento y buena organización depende en gran medida la producción (Díaz, 2006).

La minería en el Ecuador se remonta a partir de las primeras comunidades que se formaron en las distintas partes del territorio ecuatoriano, siendo estas las propulsoras de los actuales avances mineros en el país, siendo un ente de progreso, en diferentes partes del país se puede observar la producción de minas subterráneas.

La Compañía Minera PRODUMIN S. A está situado junto a la comunidad La López, Cantón Camilo Ponce de la Provincia de Azuay, actualmente la Unidad Minera viene explotando reservas mineras auríferas a través de minado subterráneo de corte y relleno convencional.

Este mineral es tratado en la planta metalúrgica, que básicamente tiene 2 etapas: La concentración gravimétrica y la flotación.

El proceso emplea una molienda extremadamente fina (92% de malla -200). Para garantizar una alta recuperación de oro y plata, hasta obtener las barras Doré.

Los procesos en Operaciones Mina son: Perforación, voladura, extracción, sostenimiento y Transporte.

De las cuales el *sistema de transporte de material* representa los procesos productivos de mayor costo, debido a que es el proceso con mayor cantidad de equipos involucrados (flota), alto grado de mecanización, menor rendimiento productivo por equipo, con un alto índice de tiempos improductivos >20% de las horas programadas de operación.

En la actualidad la compañía minera no cuenta con estrategia alguna para la optimización de estas operaciones tan importantes.

Por ello el objetivo del trabajo es optimizar la asignación del transporte interior mina para la mejora de la productividad en base al análisis de las operaciones en función del tiempo, ya que el acarreo y transporte son variables que influyen en forma prioritaria en la reducción de costos, inicialmente se analizarán los factores que afectan positiva y negativamente la productividad de la operación del transporte interior mina (línea base), los métodos de trabajo, y los sistemas de control (en caso que se cuente con los mismos o cuál de ellos sería necesario implementar), a este análisis acompañaremos una propuesta de solución a la actividad que genera un mayor tiempo improductivo en el proceso, finalmente se propondrá la optimización del proceso.

Cabe resaltar que el rendimiento en el transporte se optimizará llevando labores a gradientes no mayores a 0.6% y conservando un buen piso de labor.

CAPITULO I

1 MARCO REFERENCIAL

1.1. ENUNCIADO DEL TEMA

Análisis del transporte por **locomotoras eléctricas** y a **baterías** en el **nivel principal**, y abastecimiento de los niveles secundarios en Produmin S.A. que cumpla con los objetivos de la empresa respetando rentabilidad, costos, seguridad y medio ambiente, para transportar el mineral desde interior mina hacia la planta concentradora que se encuentra en el campamento en superficie.

1.2. ANTECEDENTES

Hace miles de años atrás aparece la idea de hacer rodar un carro pesado a través de dos surcos de piedra, con el cual se logró cierta facilidad en el transporte, fueron los griegos los primeros en utilizar esta clase de vías.

En el siglo XVI en las minas de Alemania aparece por primera vez en el transporte de minerales con pequeños carros tirados por los mineros, caballos o mulas a lo largo de las galerías.

En 1814 Stevenson construye su primera máquina a vapor denominada “Blucher” que desarrollaba una velocidad de 6.5 Km. por hora con 30 toneladas de tracción. El 15 de setiembre de 1830 inaugura el primer tramo Manchester_Liverpool con el empleo de locomotora a vapor. Finalmente éstas fueron sustituidas con el uso de las locomotoras a aire comprimido, eléctricas y diésel.

La aparición de las locomotoras diésel-eléctricas en la primera parte del siglo XX aceleró el final de las locomotoras de vapor. No obstante, se emplearon en América del Norte y Europa hasta mediados del siglo y continuaron siendo utilizadas en otros países hasta el final del siglo XX (EcuRed conocimiento para todos, 2008).

Aunque pueden ser máquinas bastante sencillas y adaptables a una gran variedad de combustibles, son menos eficientes que los motores diésel o eléctricos y requieren un mantenimiento constante que implica un trabajo considerable.

Siendo el transporte de mineral y desmonte en la Unidad PRODUMIN S.A en base a locomotoras, Izaje y por gravedad, es fundamental optimizar la asignación de las locomotoras para incrementar su productividad durante el transporte de mineral, para ello se ha determinado las distancias óptimas (autonomía) en la distribución de las locomotoras para su mejor rendimiento durante el transporte. Así mismo, analizar el costo de mantenimiento y su rendimiento de las locomotoras según el tiempo de uso de éstas en el transporte.

Además, está justificado por el proyecto de incremento de la capacidad de tratamiento de 100 t/d a 150 t/d con un mínimo incremento de equipo. Por lo tanto, este proyecto es fundamentalmente para optimizar el rendimiento de capacidad de equipos y las reservas geológicas probadas actuales tienen mineral aproximadamente para 2 años, utilizando los mismos métodos de explotación minera y los mismos procesos metalúrgicos.

1.3. PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Proporcionar un análisis comparativo de costos, de transporte por locomotoras que funcionan a **batería** y locomotoras a **energía eléctrica** (Trole), en el nivel principal. Para definir el más económico, contribuyendo de esta manera a la implementación del tipo de locomotoras técnico-económica más ventajosa, como también con los otros sistemas de transporte complementario, tanto en el nivel principal como en los niveles secundarios.

1.3.1. Principales problemas generales detectados en el transporte

Entre los principales problemas detectados en la operación unitaria de transporte se destacan:

- No existe control de la gradiente en las galerías y cruceros.
- No se tiene estandarizado las secciones de las labores por donde va a recorrer la locomotora.
- Existe un peralte en las curvas mal establecido, debido a se los ha venido desarrollando en base a la experiencia de los rieleros, y no a un estudio técnico para definir esta variable.
- No existe un buen control topográfico de la gradiente.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El proceso de optimización en las operaciones de transporte, son puntos claves a mejorar en las etapas del proceso de minado, ya que se ha observado que las distancia de transporte están muy alejadas, con un recorrido de las locomotoras hasta 2800m superando el doble de distancia del punto de equilibrio de las locomotoras, haciendo que el ciclo sea ineficiente, además los costos de transporte es 3,64\$/ton promedio; costo que al ser optimizado, este proceso bajaría en un 50%.

Los rendimientos en la etapa del transporte son menores a la producción planificada necesitando en ocasiones reajuste de horas.

El material al ser extraído de los tajos, tienen que ser transportados por chimeneas ,estas chimeneas al tener un rumbo de 45° NE, el material no cae por gravedad, por lo que la incidencia en mano de obra es 50% más que cuando este proceso es mecanizado.

El transporte con la locomotora tiene una eficiencia operativa menor al 75% debido a un tendido deficiente de la línea de rieles por donde recorre las locomotoras, y porque no se lleva un control minucioso de las gradientes, punto de dirección en las líneas principales de acarreo y secciones estándares.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. *Objetivo General*

Demostrar técnicamente el tipo adecuado y económico de locomotoras a utilizarse en el nivel principal y el tipo de transporte en los secundarios.

1.5.2. *Objetivos Específicos*

- Realizar un diagnóstico de las operaciones de acarreo y transporte de material en el nivel principal.
- Definir los parámetros de operación en el acarreo y transporte de material en los niveles.
- Realizar el estudio del tipo de locomotoras a utilizarse.
- Determinar tiempos utilizados en el carguío de vagones.
- Determinar tiempos utilizados en el transporte de mineral y desmonte (caja).
- Definir características que se presentan en el transporte ascendente y descendente.

1.6. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

El análisis a las locomotoras eléctricas y a baterías a utilizarse como transporte en el nivel principal como al abastecimiento en los niveles secundarios, establecerán medidas de mejoras a las condiciones técnico económico de la empresa.

2. GENERALIDADES

2.1. MARCO INSTITUCIONAL

2.1.1. Misión

El desarrollo de la minería altamente competitiva, sustentable y con responsabilidad social solo se puede conseguir mediante la integración de sus empleados, accionistas y comunidades locales, así como trabajando de una manera ética, responsable y transparente.

PRODUMIN S. A. asume este compromiso con la certeza de cumplirlo y mejorarlo modificando sus procesos con enfoque a la calidad y los requerimientos del mercado. Contando para ello con profesionales capacitados y dispuestos a generar un cambio en la organización y posicionarla como la mejor empresa minera del Ecuador.

2.1.2. Visión

La visión de la **COMPAÑÍA PRODUCTOS MINEROS S.A. PRODUMINSA** es contar con una operación **SUSTENTABLE**, limpia, segura y saludable. Ser la mayor empresa minera del Ecuador, y superar los patrones consagrados de excelencia en investigación, desarrollo, implantación de proyectos y operación de sus negocios.

2.2. UBICACIÓN Y ACCESO

La Unidad Minera Produmin S.A. se encuentra ubicada en el Sector La López, Cantón Camilo Ponce Enríquez, Provincia de Azuay. A 4.5 km al SE en línea recta respecto a la Ponce Enríquez, en camioneta se demora 15 min, la vía de acceso hasta el sector la López se encuentra asfaltada, continuando así el trayecto con una vía lastrada hasta el campamento.

Las coordenadas UTM, son las siguientes:

COORDENADAS UTM	
ESTE	642 993.8
NORTE	9 659 075.7
COTA	375msnm.

Tabla 1-1: Coordenadas del área de estudio.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

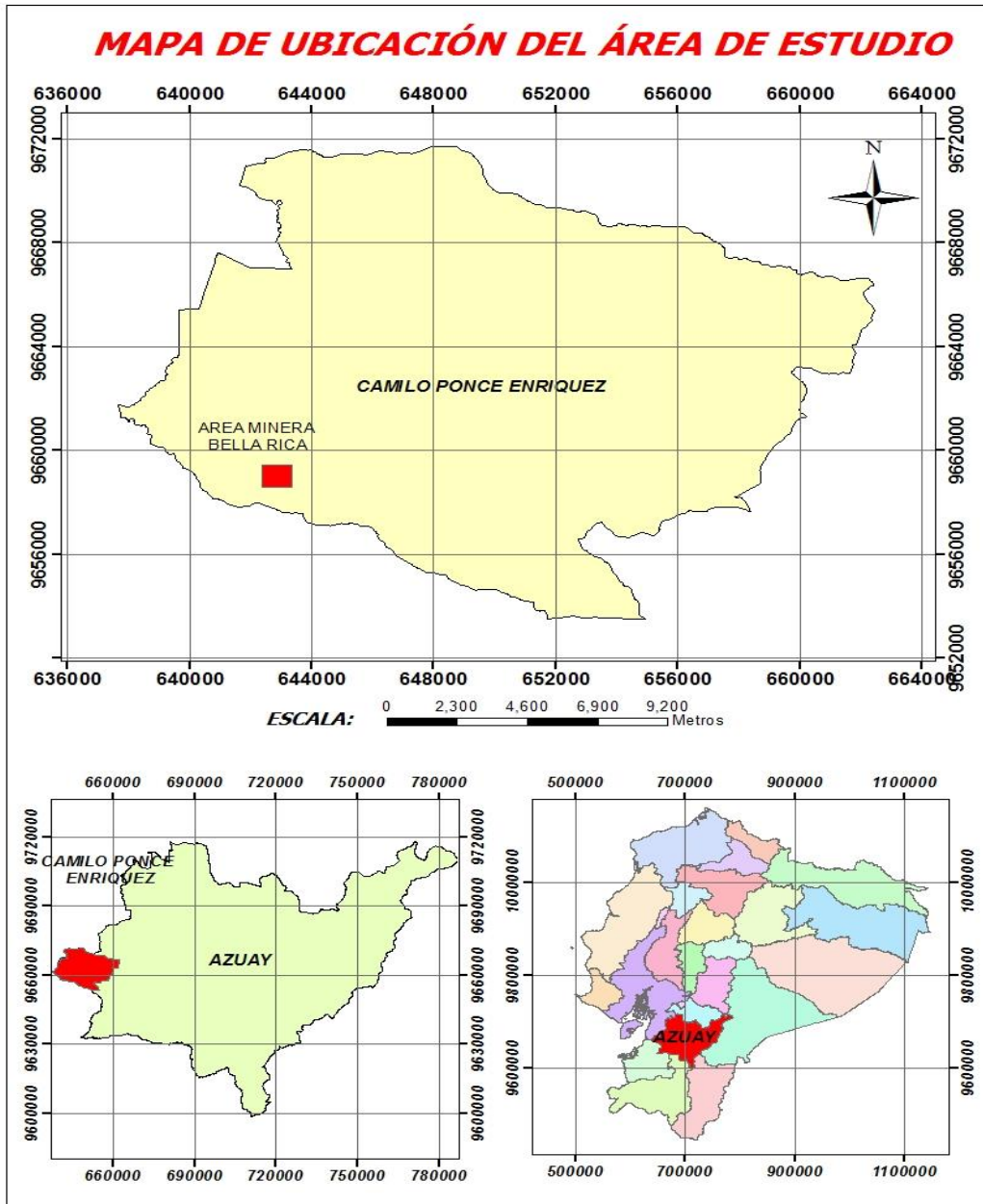


Figura 1-1: Mapa de Ubicación del Área de estudio.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

2.3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

2.3.1. Temperatura.

Según los datos de la Estación Climatológica Pagua ubicada cerca del cabecera cantonal, se registraron temperaturas en el área baja del territorio que oscilan desde una mínima 21.07 °C y una máxima de 27.62 °C (GAD Camilo Ponce Enriquez, 2014).

Tomándose como temperatura promedio de 22 °C, presentándose las temperaturas bajas en los meses de agosto a noviembre, las temperaturas más altas en los meses de diciembre a julio donde se han registrado temperaturas muy altas, pero que en ninguna de las condiciones supera los 30 °C (GAD Camilo Ponce Enriquez, 2014).

2.3.2. Precipitación.

La precipitación promedio anual es de 1455,3 mm. En Camilo Ponce Enríquez y en La López se caracterizan las lluvias marcadas de los meses de enero a julio y una temporada relativamente seca desde julio a diciembre; los años con menor precipitación corresponden a 1990 con 557,3 mm, las máximas precipitaciones (GAD Camilo Ponce Enriquez, 2014).

2.3.3. Clima

Se caracteriza por la presencia de un clima tropical húmedo, existiendo dos momentos climáticos, el invierno húmedo en los meses de diciembre a abril y el verano seco desde mayo a noviembre (GAD Camilo Ponce Enriquez, 2014).

Además, se registra una formación de varios pisos ecológicos, en los cuales se evidencia tres tipos de climas como son:

Clima tropical mega térmico seco que alcanza hasta los 800 msnm.

Clima tropical mega térmico semi húmedo se ubica entre las curvas de los 800 al 1200 msnm.

Clima Ecuatorial meso térmico semi húmedo a frío se ubica desde los 1200 hasta los 3600 msnm.

2.3.4. Características del suelo

El 63.07% del territorio es utilizado a actividades agrícolas y ganaderas, conservando su carácter agrario; por otra parte hay un 10.3% de suelo dedicadas a las actividades productivas, expresada en la explotación minera; la pesca representa el 0.4%; lo que completa el carácter primario con un 73.77%, y el 26,23% se encuentra cubierta por bosque natural y vegetación natural: bosques naturales, vegetación arbustiva (GAD Camilo Ponce Enriquez, 2014).

2.3.5. Hidrología

El agua en la zona de estudio es de carácter lineal (ríos y arroyos). De acuerdo a la densidad de corrientes y forma de la cuenca ésta es de textura media. La forma en ángulos rectos con que los drenajes convergen en la Quebrada La Florida y esta a su vez desagua en el río Margarita da lugar a la cuenca de drenaje rectangular, posiblemente controladas por las fracturas y las discontinuidades de las rocas del lecho del río. Esta forma de drenaje también es propia de una cubierta fina del suelo (GAD Camilo Ponce Enriquez, 2014).

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. GEOLOGÍA REGIONAL

El Campo mineral de Ponce Enríquez está situado en la Unidad Pallatanga del Cretácico Medio temprano (pre - Senoniense), que forma una banda casi continua limitada por fallas a lo largo de las estribaciones occidentales de la Cordillera Occidental. La unidad comprende basaltos toleíticos lávicos masivos y almohadillados con intrusiones básicas y cantidades subordinadas de volcans clásticas, sedimentos pelágicos y rebanadas tectónicas de rocas ultramáficas. La base de esta unidad no está expuesta y, hacia el Este, está cubierta discordantemente por las rocas volcánicas sub aéreas, de composición intermedia a silícea calco – alcalina del Grupo Saraguro (Eoceno Medio tardío o Mioceno Inferior).

El espesor de esta unidad ha sido estimado en más de 1 Km al Este de Ponce Enríquez.

Las rocas volcánicas Basálticas se encuentran ampliamente distribuidas en toda la zona de Bella Rica, con el pórfido hornbléndico y feldespático delimitando las zonas de mineralización. Cabe indicar que la brecha magmática hidrotermal y el pórfido feldespático indican la existencia de un pórfido mineralizado en profundidad. Además es característico los depósitos superficiales ubicados en los márgenes de las quebradas Guanache, Tres de Mayo, La Florida y el Paraíso constituidos de gravas, arenas y clastos rocosos semi-redondeados cuyos tamaños varían de centímetros a metros. De acuerdo a observación directa los basaltos incluyen lavas, hialoclastitas e intrusiones de doleritas sub volcánicas, aparentemente la secuencia buza hacia el Este (PRODEMINCA, 2000).

La base de la Cordillera de los Andes ecuatorianos especialmente la parte sur consiste en gran parte de rocas volcánicas del Cretáceo hasta Paleoceno (lavas, tobas y piro clastos de composición intermedia: andesítica principalmente) con grandes batolitos de granodioritas, dioritas y gabros de edad Cenozoica.

La base de la cordillera Real está compuesta por rocas metamórficas de edad Paleozoico hasta Jurásico. Son principalmente esquistos, gneis, cuarcitas y localmente mármol (Hall y Calle, 1982; Zamora y Litherland, 1993 en Lips, 1998). Estas rocas afloran en las vertientes externas de la sierra (PRODEMİNCA, 2000).

En la cordillera Real, el Valle Interandino y El Oro consiste principalmente en flujos de andesitas a riolitas y piro clastos pero también incluye arcillas, tobas, areniscas y conglomerados. Con las tobas, conglomerados y brechas de la formación Turi del Plioceno terminó el volcanismo en el Sur del Ecuador (PRODEMİNCA, 2000).

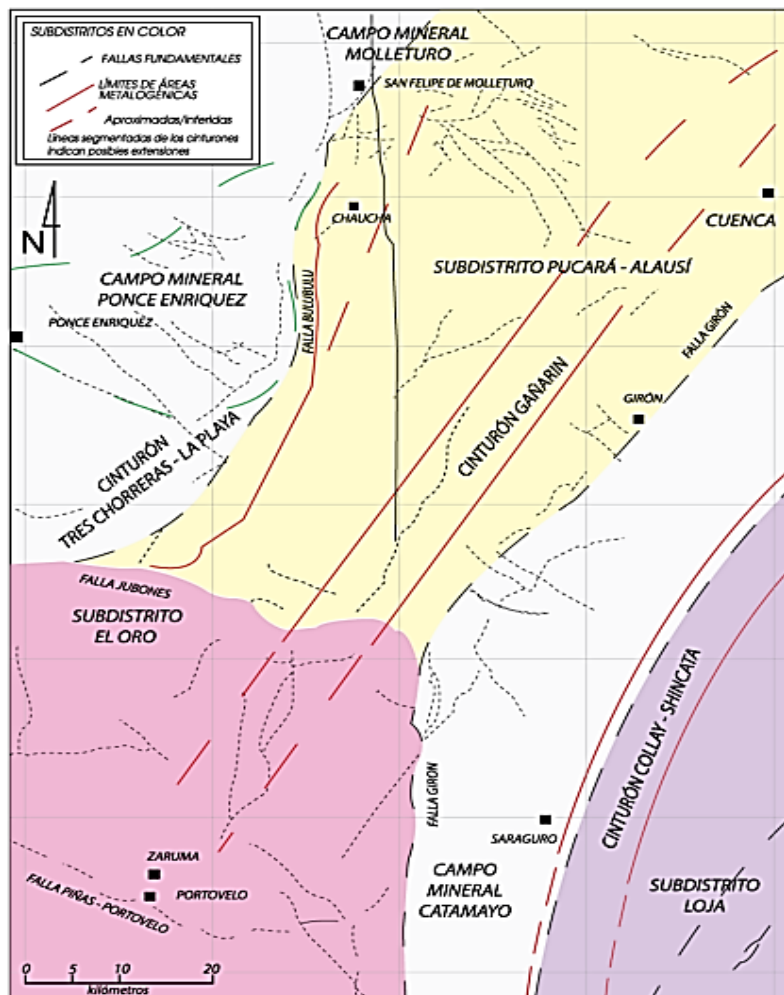


Figura 1-2: División del distrito minero del Azuay.

Fuente: Evaluación de distritos minerales del Ecuador Junio 2000.

2.2. TECTÓNICA

Las fallas regionales que localmente marcan el límite entre terrenos tienen, predominante, direcciones SE-NW y NE-SW. El campo mineral de Ponce Enríquez está fragmentado por fallas de dirección NW; el sector Gaby-Bella Rica está bordeada por las fallas Margarita por el SW Y Río Tenguel por el NE. Estas fallas son especialmente de edad Cenozoica, pero han sido reactivadas periódicamente y dan lugar a pronunciadas expresiones geomorfológicas (PRODEMINCA, 2000).

2.3. GEOLOGÍA LOCAL

En cuanto a la geología local la mineralización está encajada en rocas andesíticas de la Unidad Pallatanga, esta roca intrusiva está formada de fenocristales de plagioclasas y clorita dispuestos en una matriz afanítico finamente granulada de estructura micro cristalina compuesta de magnetita, clorita y diseminaciones de pirita.

2.4. GÉNESIS Y MINERALIZACIÓN

Estas vetas se han originado a partir de fallamientos longitudinales (dirección predominante N – S) en la roca caja que han sido rellenadas con soluciones hidrotermales de naturaleza epi – meso termal que contiene los siguientes minerales: pirita, calcopirita, pirrotina, arsenopirita, marcasita, galena, oro, cuarzo y carbonatos. Las vetas del yacimiento buzan hacia el E con ángulo entre 20 y 80 grados. Su potencia no sobrepasa los 0,60 m.

Alteración y Mineralización

La secuencia de alteración y mineralización en el pórfido La LOPEZ es compleja pero se puede simplificar en tres etapas: (I) alteración silicatada K (o alteración potásica) asociada con entrada limitada de metales, (II) alteración silicatada Na – Ca (o alteración propi lítica) acompañada del aporte principal de sulfuros y, por lo menos, del 90 % de oro, cobre y molibdeno., y finalmente (III) alteración Sericitica (o alteración filítica)

restringida volumétricamente y acompañada por casi todo el arsénico, < 10% del oro y trazas de cobre y molibdeno.

Paragénesis

Las vetas del “stockwork” desarrolladas dentro del pórfido presentan la magnetita en primer lugar en la paragénesis, pero en las brechas hidrotermales su deposición coincide con la calcopirita y pirrotina. Si la magnetita está encerrada por la pirita, invariablemente la magnetita incluye pirrotina.

2.5. DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS EN OPERACIÓN MINA

2.5.1. Exploración

Es la determinación de las áreas de interés económico mediante el reconocimiento geológico y la toma de muestras de afloramiento superficial.

2.5.2. Preparación de muestra

Es el proceso previo al análisis químico de la muestra. Este proceso se considera de mucha importancia para la certeza del resultado final del análisis.

Este proceso consiste de las siguientes etapas:



Figura 2-2: Proceso de preparación de la muestra.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

En esta etapa se emplea el muestreo para conocer las dimensiones del depósito de mineral y la distribución del mineral por su calidad y zonificación mineralógica con la finalidad de acondicionarlo para la preparación y extracción.

En este aspecto el muestreo es más detallado y corresponde a programas de trabajo con túneles o diversos tipos de perforación, de tal forma que es posible conocer los límites del depósito, su geometría, mineralogía, saneamiento y distribución de calidad de mineral.

También se realizan labores horizontales y verticales (cruceos, galerías, estocadas, chimeneas) cuyos objetivos son: llegar a las proyecciones de las vetas para su posterior desarrollo.

Dimensiones de las labores

LABOR	SECCIONES	ESPECIFICACIONES
Galerías	6' x 7'	Sobre Veta
Pozo(pique)	8' x 10'	En estéril
Chimenea	4' x 5'	Camino
Chimenea	5' x 6'	Echadero
Sub nivel	4' X 6'	Cada 35 m
Estocada	4' x 6'	Hacia los ramales/vetas

Tabla 1-2: Dimensiones de las labores (Secciones).
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

2.5.3. Desarrollo

Es la etapa final en que se extrae en forma sistemática el recurso mineral preparado y cubicado en las zonas de trabajo los cuales son denominados “Tajos”.

Las vetas en producción actualmente son: Mary, Katherine, Kelly. La mineralización se encuentra emplazada en rocas andesíticas de tipo lávico masivo y almohadillado, dentro de las cuales se formaron las vetas de tipo lazo simoide, con dirección promedio N 20° W y buzamiento 40° E, las cuales son afectadas por fallas de rumbo: E – W y NE-SW, buzamiento al N y NW respectivamente.

Las vetas están rellenas por minerales de: cuarzo, pirita, pirro tita, arsenopirita, calcopirita; minerales accesorios de: calcita, epidota, sericita, óxido de hierro.



Fotografía 1-2: Veta con contenido de cuarzo, pirita, pirrotita, arsenopirita, calcopirita.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

2.5.4. Preparación para la explotación

Primeramente se comunican chimeneas extremas a una distancia de 70 m, variando de acuerdo a los blocks de cubicación presentados por Geología, luego en la zona media se inicia las labores de preparación con subniveles de sección 4' x 6', donde se avanza en caja generalmente al techo de la veta, para luego proceder a descolgar la veta después de comunicar a la chimenea extrema.

Por lo general se deja un puente de seguridad de 3.00 m respecto a la galería.

2.5.5. Métodos de Explotación estandarizado:

Corte y Relleno Ascendente Convencional

El método utilizado es de corte y relleno ascendente convencional selectivo. Es un método que garantiza una adecuada recuperación, estabilidad y selectividad del mineral. Las labores donde se realizan la explotación de mineral están compuestas por uno o más blocks, las dimensiones son en promedio de 70m de longitud x 50m de altura.

Las vetas por lo general son angostas (potencia 0.10 a 0.15m.), e irregulares para lo cual se emplea el “sircado”, que tiene la particularidad de ser muy selectiva, consiste

en disparar primero la roca caja al techo, con 2 cortes (altura 3.00 m), para luego proceder a des quinchar la veta, ver Anexo C.

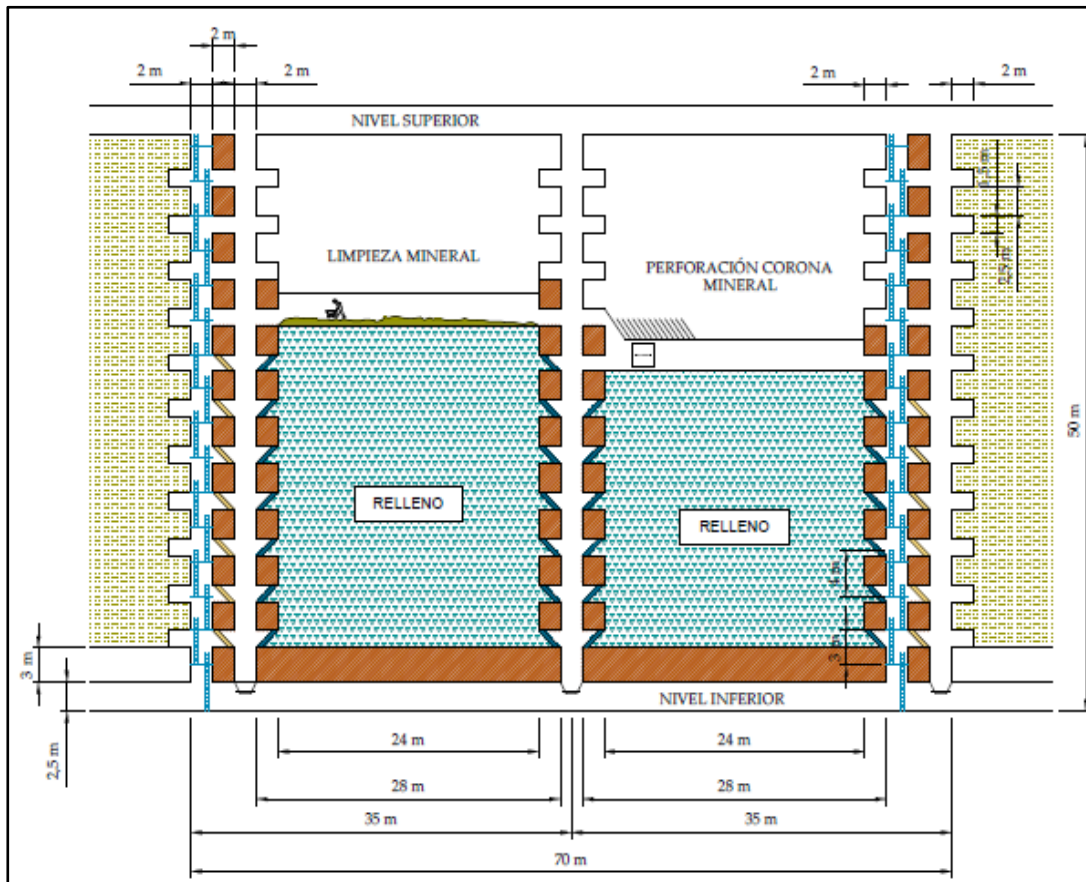


Figura 3-2: Método corte y relleno Ascendente.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

DESCRIPCION	ESPECIFICACIONES
Yacimiento	Veta angosta
Potencia de la veta	0.10 a 0.15 m. promedio
Buzamiento de la veta	35° - 55°
Forma del Tajero	Rectangular
Altura del Block	50 m.
Longitud del Block	70 m.
Estribos o Pilares	2 x 2 m.

Puente de galería a subnivel	3.00 m.
Relación desmonte – mineral	2:1
Recuperación en el block	80 - 90 %
Producción	80 M/día

Tabla 2-2: Características de diseño.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

2.5.6. Operaciones unitarias o ciclo de minado

Perforación

La Perforación se realiza con perforadoras Marca Sheng Yang, empleando barrenos de 4 y 6 pies de longitud con broca de botones de 36mm y 38mm de diámetro. Al perforar y disparar se busca una sección en forma de arco para lograr el equilibrio de fuerzas y evitar caída de rocas.



Fotografía 2-2: Perforación en veta.
Elaborado por: Ríos Wilmar.

Voladura

Para la voladura se emplea dinamita de 1"x7" de 60% como cebo y para la columna de carga cartuchos de Anfo, el diseño de la malla de voladura es con espaciamiento de 0.4 m. x0.40m con un Factor de Potencia de 2,40 kg/ton.

Carguío

Se emplea como accesorios de voladura mecha lenta y fulminantes, El proceso de carguío de taladros se realiza en función al tipo de roca generalmente este son los $\frac{3}{4}$ de la longitud del taladro. Se utiliza 1,00 m de mecha de seguridad como mecha de tiempo para el chispeo manual. Se ha establecido los horarios de disparo a las 2:30 pm. En el turno día y 2:30 am. En el turno noche.



Fotografía 3-2: Carguío de barrenos.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

Transporte principal por locomotoras

Se realiza con Locomotoras accionados por un motor eléctrico el cual es alimentado por una batería en corriente continua, la función es de remolcar 10 vagones

U35 los cuales están cargados con mineral o desmonte; trabajan en el Nivel 0 (340.72 msnm) que es el nivel principal de extracción.



Fotografía 4-2: Transporte del material con locomotoras a baterías.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

Acarreo secundario (galerías y tajos).

El acarreo secundario se lo realiza desde los tajos que se encuentra en los diferentes niveles ya sean ascendentes o en los niveles inferiores.



Fotografía 5-2: Acarreo del material en niveles secundarios con carretillas.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

- **El abastecimiento (acarreo) secundario se divide en cuatro etapas:**
 1. Acarreo secundario con la utilización de carretillas
 2. Acarreo secundario mediante carros mineros Z 20 (burras)
 3. Acarreo secundario por gravedad.
 4. Acarreo secundario utilizando winches de Izaje.



Fotografía 6-2: Acarreo del material en niveles secundarios con Z-20.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

2.6. TRANSPORTE

2.6.1. Consideraciones generales.

El transporte comprende todas las instalaciones, mecanismos y disposiciones que sirven para mover los minerales arrancados, las tierras estériles y las máquinas, materiales y útiles necesarios, así como para el accionamiento de estas instalaciones.

Los transportes interiores incluyen el movimiento entre el taller de explotación y los enganches interiores, mientras que el transporte en la superficie tiene su punto de partida en el enganche del pozo y comprende el movimiento hasta la preparación, el embarque o la escombrera.

2.6.2. Consideraciones básicas sobre los procedimientos de transporte.

Según el tipo del proceso de transporte pueden distinguirse fundamentalmente dos grupos principales de sistemas de transporte: transportes continuos y transportes pendulares. En los transportes continuos el proceso de traslado se efectúa de una manera uniforme y en la misma dirección, mientras que en el transporte pendular el proceso se descompone en un cierto número de tramos de transporte diferentes con distinta dirección cada vez. Cada uno de estos grandes grupos puede subdividirse luego en otras dos secciones:

1. Los transportadores de corriente o flujo continuo, que trasladan los materiales en corriente uniforme sobre una base móvil, entre los que se cuentan los transportadores de canales, cintas y cadenas, así como los transportadores que trabajan con una corriente de agua o aire (por ejemplo, en el relleno hidráulico o por aire comprimido) y otros.
2. Las transportadoras con medio de tracción sin fin (cable o cadena), al cual se sujetan, a distancias regulares, vagonetas o vasijas de transporte como en los cables aéreos o transportes con cable o cadena de arrastre sin fin.

Entre los transportes pendulares cabe distinguir luego los sistemas que trabajan solamente con una unidad de transporte en cada ciclo (transporte en balanzas, planos inclinados, y extracción por pozos), donde esta unidad puede ser: una jaula, una vasija, una vagoneta, etc. Y aquellos que permiten distribuir el volumen de transporte según la necesidad, sobre un número mayor o menor de unidades (transporte con locomotoras, caballerías y tractores). En el primer grupo podemos separar además el transporte simple del doble, o sea, según que en los diferentes ciclos de transporte se muevan las unidades llenas y vacías, simultáneamente o sucesivamente.

Partiendo de las características de los dos grupos principales, resultan luego otras particularidades: En los transportadores continuos (con excepción de los canales oscilantes) no existen, como en los transportadores pendulares, las pérdidas de energía por aceleraciones y frenados (menos en caso de interrupciones de servicio), y la capacidad de la instalación de transporte no depende de la longitud del recorrido. Por otra parte, el

transporte continuo está sujeto a cierto rendimiento máximo, y si se quiere que trabaje económicamente, también a cierto rendimiento mínimo, es, pues, más rígido y de menor adaptabilidad, mientras que el transporte pendular se ajusta mejor a las diferentes exigencias, variables local y temporalmente.

2.6.3. Generalidades sobre los transportes en el interior de la mina.

La división del transporte en el interior es el resultado, en primer lugar, de sus diferentes direcciones, ya que las instalaciones de transporte varían notablemente, según se trate de trasladar masas en recorridos horizontales o aproximadamente horizontales, o en sentido ascendente o descendente, en dirección inclinada o vertical. Otra subdivisión proviene de la consideración de los lugares en los cuales se realiza el transporte, como el de las explotaciones, en las galerías de explotación, en los niveles intermedios, en las galerías principales y la extracción por pozos. Este orden corresponde al camino que siguen las zafras hacia la superficie.

Los medios de transporte que se suelen emplear en las explotaciones, valen generalmente también en las galerías de explotación y hasta la galería principal de arrastre. Por otra parte, en las galerías principales se adoptan procedimientos de transporte, que, con algunas modificaciones, están introducidos también en galerías de explotación, y que pueden ser utilizados también en explotación en capas muy echadas y con suficiente amplitud de espacio. Finalmente la extracción por balanzas y pozos principales tienen también muchos detalles en común.

Teniendo en cuenta el empleo de los distintos procedimientos de transporte en las diferentes labores entre el frente y los enganches, resulta la siguiente distribución del transporte interior:

1. Transporte en talleres de explotación inclinados u horizontales, donde el material a transportar se mueve sobre una base.
2. El transporte con vagonetas en galerías horizontales.

3. El transporte efectuado en dirección efectuado en dirección inclinada o vertical en balanzas, planos inclinados y pozos de extracción.

El transporte en labores inclinadas y horizontales con transportadores continuos comprende ampliamente la mayor parte del transporte en las explotaciones (tanto tajos largos como galerías, cámaras y pilares. Etc.), el transporte en labores de preparación ascendentes y descendentes, como en galerías de roca, y comprende una parte del transporte en las galerías de explotación. A parte los canales fijos, se utilizan como medios de transporte los canales oscilantes, las cintas de caucho y elementos de acero y los transportadores de cadena.

También los transportes pendulares son empleados en forma de cucharas de arrastre en la explotación, especialmente en la minería de sales, y a veces también en las minas metálicas y rara vez en las hullas. El transporte sobre carriles en galerías horizontales comprende todo el transporte en las galerías principales de arrastre, el transporte en galerías de explotación, mientras no sea efectuado por transportadores continuos, y en yacimientos potentes y horizontales también el transporte en la explotación. Lo más frecuente en el transporte pendular con locomotoras, en menor escala con tractores o caballerías, o con cable abierto.

Además suele utilizarse también con un sistema de tracción sin fin con cable o cadena. Un caso especial constituye finalmente el transporte efectuado en dirección inclinada o vertical en balanzas, planos inclinados y pozos de extracción.

2.7. CARACTERÍSTICAS DE LAS LOCOMOTORAS

Son máquinas de tracción por adherencia que sirven para movilizar a las vagonetas durante la operación del transporte, existen en el mercado diferentes tipos de locomotoras de las cuales destacan como las más utilizadas y reconocidas son las de batería, Trole y Diésel.

2.7.1. Dispositivos eléctricos de una locomotora

- Dos Motores de corriente continua;
- Un Controlador de marcha hacia delante y hacia atrás;
- Dos Faros y un Interruptor;
- Una Bocina (Corneta);
- Un Contacto Móvil;
- Resistencia

a. El Contacto Móvil

Es el dispositivo que los operadores de locomotoras/ Motoristas, debemos tener muy en cuenta; es considerado el más importante o de mayor cuidado para evitar los accidentes con locomotoras.

También debe tenerse en cuenta dispositivos que excedan las dimensiones normales de la locomotora; así por ejemplo los dispositivos de enganche, que también son móviles.

b. Corriente continua, para locomotoras

El desplazamiento de las locomotoras, es por medio de dos motores de Corriente Continua (CC), que hacen girar las ruedas metálicas, para que formen la tracción en las líneas de riel.



Figura 2-2: Locomotora Trolley.
Fuente: Industrias IMIN

2.7.2. Locomotoras acumuladores

Son locomotoras eléctricas que funcionan con corriente eléctrica continua generada por unos acumuladores del tipo ácido o básico. Su peso varía de 1 a 5 TC con una potencia de 30 a 150 HP y que alcanza velocidades de trabajo de 10 a 15 Km. /h. Son utilizados en las galerías de transporte en minas grisutasas de carbón, o en aquellas lugares donde las condiciones de explotación no permiten tender el conductor aéreo la altura necesaria y para el transporte de pequeños tonelajes; siendo su radio de acción limitado por la capacidad de los acumuladores. Algunas partes son similares a la locomotora a trolley con la diferencia de los acumuladores, el trolley, la rondana y el palo de trolley.

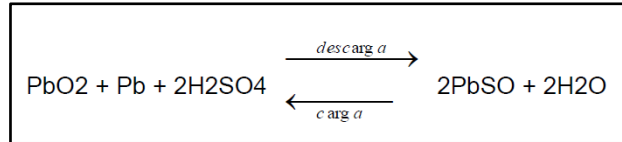


Figura 4-2: Locomotora a batería.
Fuente: Industrias IMIN

2.7.3. Acumuladores o Batería

En las locomotoras de minas se utilizan dos tipos de acumuladores: ácidos y alcalinos. Un acumulador consta de un recipiente lleno de líquido (electrolito), en el cual van sumergidos unas placas paralelas. Un grupo de placas tiene la polaridad positiva (ánodo), mientras que otras placas intercaladas entre ellas (de composición química diferente) la negativa (cátodos). Cada grupo se conecta con un tomacorriente.

En los acumuladores ácidos; el electrolito utilizado en los acumuladores de plomo es la solución de ácido sulfúrico de 1.23 de densidad. En una batería cargada, la masa activa es el plomo esponjoso Pb sobre el cátodo y el peróxido de plomo PbO₂, sobre el ánodo. La carga y descarga durante la marcha se puede representar mediante la siguiente reacción:

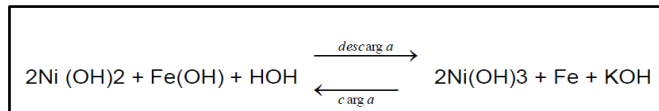


La fuerza electromotriz de un acumulador cargado es de 2.1 V por el elemento, decreciendo con la descarga. Al alcanzar la tensión a 1.75 V se debe retirar la batería del servicio, sino será destruida rápidamente por el fenómeno de sulfatación.



Fotografía 6-2: Banco de baterías.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

Los acumuladores alcalinos o básicos utilizan como electrolito la solución de potasa al 20%, de una densidad 1.18 a 1.20, con agregado de LiOH (10g por litro). La masa activa de las placas positivas consta de una mezcla de hidróxido de níquel Ni(OH)₃ y de grafito, este último para el aumento de la conductividad. La masa activa de las placas negativas se prepara con hierro esponjoso. La reacción de carga y descarga para este tipo de acumulador es:



Ventajas

- Se puede transportar a cualquier lugar donde exista riel.
- Es muy fácil de operar
- Responde rápidamente a los controles

- No se requiere de instalación previa para la operación

Desventajas

- Se requiere de una estación de carguío de baterías.
- No se puede utilizar en el transporte de grandes tonelajes.
- Tiene limitaciones de capacidad debido a la poca duración de la batería

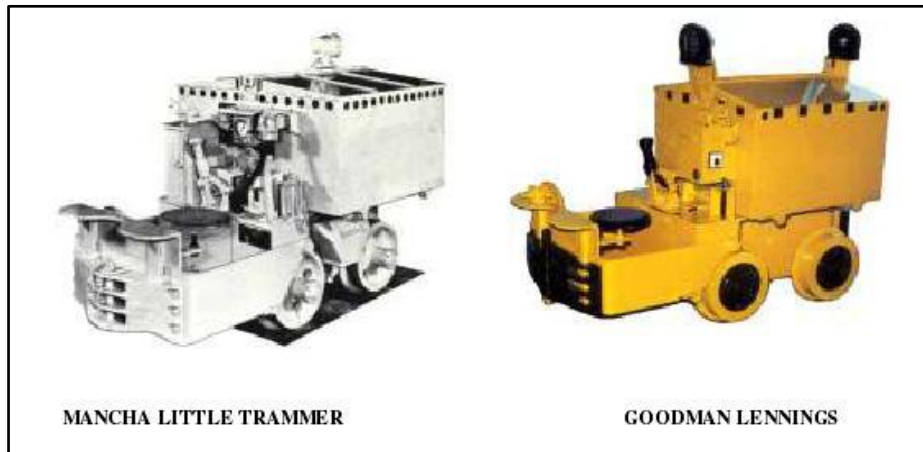


Figura 3-2: Locomotora a batería.
Fuente: Industrias GODMAN.

2.8. VAGONES

2.8.1. Condiciones generales.

Un vagón se comprende de la caja, que suele ser cerrada, del rodamen y del bastidor que une a ambas partes y lleva los elementos de tracción y choque.

Los vagones deben satisfacer numerosas exigencias , que incluso se contradicen en parte, siendo las más importantes : Poco peso con gran volumen, resistencia a los golpes, desgaste y aguas ácidas, marcha segura, facilidad para el paso de curvas, solidez suficiente y descarga lo más comoda posible.

Finalmente, deben adaptarse a las condiciones especiales de la mina, expresadas por el tamaño y forma de la sección de las galerías de arrastre y de la sección del pozo. El cumplimiento de estas condiciones no es posible en su totalidad. Por ejemplo, la vagoneta de

madera es barata, pero poco resistente al desgaste y los choques, Los vagones bajos son estables, se arrastran y gargan fácilmente, pero para que tengan bastante volumen tienen que ser o más largos o más anchos, lo que es desventajoso para el aprovechamiento de la sección. Los vagones de vía ancha son seguros, pero pasan peor las curvas. Los vagones con poca distancia entre ejes toman con facilidad las curvas, son descargados fácilmente en volcadores de cabeza y se colocan fácilmente en la vía cuando haya descarrilamientos; pero cuando su longitud es grande, no son aptos para la tracción mecánica por su predisposición al balanceo y a los descarrilamientos. Las mayores dificultades para elegir el tipo de vagón nacen de la necesidad de tener en cuenta la sección de las galerías y las condiciones en el interior.

Estos extremos cobran especial importancia cuando se tratan de emplear vagones grandes.

2.8.2. Consideraciones generales sobre el empleo de vagones pequeños o grandes.

El tamaño de los vagones empleados actualmente oscila entre algunos cientos y varios miles de litros de capacidad. La carga útil depende en cada caso del peso específico aparente del material a transportar, que se puede estimar para mineral en 1.5 a 3 ton/m³, Los vagones medios y grandes, tienen varias ventajas frente a los pequeños. En primer lugar haremos notar, que al aumentar el tamaño de los vagones mejora la relación entre peso en vacío y la carga útil.

De acuerdo a con su volumen se consideran como:

1. Vagones pequeños, hasta 1400 litros de capacidad

Las cajas de los vagones se construyen soldadas con chapas galvanizadas a fuego de unos 5 mm de espesor. Los ensayos hechos con vagones de metal ligero no han encontrado hasta ahora aceptación, a pesar de haber disminuido el peso hasta un 40 %, porque resultan poco resistentes contra aguas salinas y ácidas y otras influencias químicas, siendo su precio ocho veces mayor que el de los vagones de caja de acero.

Las cajas en forma de cuba se sueldan sobre el bastidor formado por dos vigas, a los que están sujetos los topes rígidos de acero fundido o forjado. Para el acoplamiento se utilizan dispositivos de gancho y anillo. Los vagones llevan rodamientos rígidos, sin resortes de suspensión.

2. Vagones medios de 1400 a 2700 litros de capacidad

En su construcción se parecen a los vagones pequeños. Sin embargo, para estos vagones la normalización no ha sido tan completa como para los pequeños. Estos vagones llevan frecuentemente un rodamiento pendular y otro fijo.

También suelen tener topes elásticos. El rodamiento pendular tiene la ventaja de que las ruedas se adaptan bien a las irregularidades de los asientos de carriles, con lo cual se evitan descarrilamientos. Por lo demás, depende la elección de la sujeción del rodamiento (rígido, pendular o incluso con resortes). En gran parte, de las exigencias de servicio de la mina.

3. Vagones grandes de 2700 a 5400 litros de capacidad

Lo más frecuente en las minas es el vagón largo, ya que permite mejor aprovechamiento de la sección del pozo. Pero incluso cuando en la extracción por skips no hace considerar este detalle, debe tenerse en cuenta que en galerías de doble vía el vagón largo tiene menos exigencias sobre el ancho de la galería que un vagón ancho, circunstancia ésta que tiene mucha importancia para la fortificación y la conservación de la galería, ya que las galerías altas y estrechas resisten mejor las presiones del terreno que las anchas y bajas. En cambio el vagón ancho es más ventajoso, para moverse en curvas y también se le da más fácilmente la vuelta, gracias a su menor largo. Para la carga a mano es más ventajoso un vagón corto; para carga mecánica, en cambio, un vagón largo.

La caja del vagón se construye como en los vagones pequeños y medios, con chapas de acero galvanizado soldada con espesores de 5 a 6 mm. Cuando se usan vagones grandes junto con pequeños, se recomienda achaflanar los frentes para evitar que se atasquen o descarrilen los vagones cuando entran en planos inclinados o enganches interiores o exteriores. Todos los vagones grandes llevan suspensión elástica dada la importancia de la

carga. Los rodámenes se contruyen, bien en forma que las ruedas esten dentro del bastidor y los muelles fuera, debajo del mismo, o los muelles dentro y las ruedas fuera.

La elección de una u otra disposición depende de la anchura del vagón y del ancho de la vía, resultando que la vía estrecha se prefiere la colocación exterior de los muelles. Generalmente emplean ballestas de hojas, que amortiguan los golpes de la fricción de unas hojas sobre otras. La misión de los muelles es, por una parte, la preservación de los ejes y ruedas, asi como el material cargado; por otra, reducir el riesgo de descarrilamiento, porque logran que las ruedas sean apretadas contra los carriles, incluso cuando el asiento de vía sea defectuoso y así se mantengan sobre ellos, como topes, se utilizan exclusivamente topes elásticos del tipo medio, a los cuales se los puede adaptar, bien acoplamientos de ganchos, semiautomáticos, o de giro.

2.8.3. Los rodámenes, Distancia entre ejes y ancho de la vía.

El conjunto de ejes, ruedas y piezas de unión se denomina rodámen. En los rodámenes hay dos dimensiones de suma importancia: La distancia entre ejes y la distancia entre los bordes interiores de las cabezas de los carriles, o sea, el ancho de vía.

La distancia entre ejes debe aumentar a medida que aumenta el largo del vagón, aunque dentro de ciertos límites, para evitar el balanceo de los vagones. No obstante, se suele mantenerla lo más corta posible, pues si es grande, se origina en las curvas ciertas resistencias debido al gran ángulo de desviación. En vagones pequeños, esta distancia oscila generalmente entre 400 y 600 mm; en vagones del tipo medio, entre 1000 y 1200 mm, y y en vagones grandes, entre 1200 y 1700 mm. En un vagon grande, por ejemplo, de 3500 mm de largo, puede considerarse normal una distancia entre ejes de 1300 milímetros. Esta distancia permite el pso perfecto de curvas de 10 m de radio. Con una distancia entre ejes de 1100 mm, puede disminuirse el radio de las curvas hasta 8 m. Además, los vagones sueltos pasan mejor las curvas que un tren entero, hecho que tiene cierta importancia para la instalación de disposiciones de cambio de dirección, etc.

En cierto modo el ancho de la vía debe ajustarse a la distancia entre ejes, aunque también tiene que quedar limitado en lo posible para facilitar el paso de curvas, pues en otro caso se originan fuertes resistencias por la tendencia de ambos ejes a rotarse.

2.8.4. Construcción y cuidado de los rodámenes.

Para todos los vagones de minas y vagones especiales se emplean se emplean rodámenes con cojinetes de rodillos cónicos, mientras que en los rodamientos con cojinetes de rodillos cónicos apenas son usados, debido a su gran fricción. Por otra parte, como es difícil que cierren bien, aumentan los costos de lubricación, y como además las manguetas son más largas, resultan más sencibles a las torceduras por sobrecarga y esfuerzos de arrastre.

En este tipo de rodámenes las ruedas giran independientemente una de la otra, alrededor de un eje fijo, mientras que en los rodámenes con cojinetes corrientes gira el eje con una rueda fija y otra loca. Esto es necesario, ya que en el pase por curvas la rueda que corre sobre el carril exterior recorre un camino mayor que la rueda interior, por lo cual las ruedas fijas aumentaría el rozamiento y el desgaste a causa del frenado mutuo. Los retenes de los cojinetes son de primera importancia para la duración de los rodámens. Un rodamiento bien protegido contra la entrada de cuerpos extraños puede durar hasta 20 años.

Topes.

Los fuertes choques que reciben los vagones durante el servicio son absorbidos en los vagones pequeños por topes rígidos, y en el de tipo medio y grandes, por topes elásticos. Deben de tener tal medida, que en las curvas no choquen las cajas de los vagones.

Acoplamientos o enganches.

Disponer de enganches prácticos o bien conservados tiene una importancia inapreciable para que el transporte se desarrolle sin trabas: No deben colgar demasiado entre vagones juntos, con el objeto de que no golpeen en el suelo o se enganchen, y cuando esta sueltos, tampoco deben sobresalir sobre los frentes de los vagones. Para que puedan engancharse en los frentes de extracción. Además, deben poseer cierta flexibilidad en la

curvas, no obstante, sin demasiada tolerancia, con el fin no resulten en exceso bruscos los tirones de la puesta en marcha, especialmente para el último vagón, y conseguir que el tren en conjunto sea lo más corto y rígido posible.

No deben originar dificultades en el arrastre con cadena flotante. Uno de los enganches más usados en vagones es el de gancho y anillo según la norma DIN 20582

Transporte de personal.

Para el transporte de personal se suelen utilizar los vagones corrientes, en los cuales se colocan tablas de asiento o se cuelgan correas. No obstante es cada vez mas frecuente el uso de vagones especiales para el personal, que pueden ser utilizados en trenes completos.

Limpieza de los vagones de transporte.

Cuanto mayor es el transporte en una mina, tanto mas importancia tiene la limpieza de vagones de restos de materiales pegados, especialmente cuando éstos están húmedos. Se puede efectuar la limpieza de los vagones con ayuda de cepillos. Con chorros de agua a presión o con vibradores. Ayuda, además, a mantener limpios los vagones, la colocación de papel aceitado en el piso del vagón o echar serrín.

Importancia y coste del parque de vagones.

El número de vagones necesarios en una mina depende del volumen de transporte, en toneladas, del contenido útil I de un vagón, y del mismo número de circulaciones U , o sea, del aprovechamiento del vagón. Se puede calcular el número de vagones por la fórmula:

$$x = \frac{F}{IU} + f$$

Siendo f el número de vagones auxiliares, que se estimará para vagones pequeños y medios en un 10 % y para vagones grandes en un 15 %, del número normal de vagones necesarios.

2.9. BASE TEÓRICA

2.9.1. Tracción horizontal.

Es la fuerza de empuje que se opone a los esfuerzos resistentes debido al movimiento en función a una velocidad.

2.9.2. Los Esfuerzos Resistentes.

Los Esfuerzos Resistentes son una composición de esfuerzos para un tren (locomotora + material remolcado) producida a una velocidad constante. Esta composición se da de la siguiente manera:

- La suma de resistencias de cualquier naturaleza que, en línea recta y horizontal, se oponen al movimiento del tren (resistencia normal al movimiento).
- La resistencia ocasional debido a curvas y la gradiente.
- Los esfuerzos de inercia de las grandes masas (en los arranques y aceleraciones).

2.9.3. Gradiente:

Variación de una magnitud en función de la distancia, a partir de la línea en que esta variación es máxima en las magnitudes cuyo valor es distinto en los diversos puntos de una región del espacio.

2.9.4. Peralte.

El peralte tiene por finalidad evitar la volcadura de los vehículos, ya que permite equilibrar la acción de la fuerza centrífuga ocasionado por el paso del equipo por una curva. Para el cálculo del peralte ha de intervenir las fuerzas centrífugas y gravitacionales; en este sentido tendremos que valernos de las Sigüientes fórmulas:

$$h = \frac{V^2 \times a}{R \times g}$$

Dónde:

h: peralte en m.

V: velocidad m/s

R: radio de curvatura promedio en m.

g: aceleración de la gravedad m/s

a: ancho de la labor en m.

2.9.5. Radio de curvatura

Tenemos 2 tipos de curvatura:

- a.** Radio de curvatura interno (RI)
- b.** Radio de curvatura externo (RE)

Para elegir el radio de curvatura óptimo en una mina, se tomará el radio interno del equipo más grande en longitud, que se empleará. Para los cálculos se tomará el radio de curvatura promedio que se obtiene por la siguiente fórmula:

$$R_p = \frac{RI + RE}{2}$$

Dónde:

RE: Radio externo

RI: Radio interno

Rp: Radio promedio

2.9.6. Resistencias al movimiento

Son las fuerzas no controlables que aparecen durante el movimiento sobre la vía y que se oponen al movimiento, se observan dos tipos de resistencias; resistencia normal al movimiento y resistencias suplementarias o incidentes.

2.9.7. Resistencia normal al movimiento

Son las fuerzas que actúan durante el movimiento en el tramo rectilíneo horizontal con velocidades constantes. La resistencia normal al movimiento consta de:

1. La resistencia interna de los vagones (frotamiento de los cojinetes) (RIC).

2. La resistencia del aire, que es proporcional a la sección transversal del convoy al cuadrado de la velocidad, no se toma en cuenta en tracción subterránea y hasta se puede omitir en canteras, donde la velocidad de los trenes no sobrepasa de 40Km/h (RA).

3. La resistencia de la vía (frotamiento en rodadura entre la rueda y el carril), (RV).

2.9.8. Resistencia a la rodadura (RR)

Viene representada por la sumatoria de la resistencia normal al movimiento. Además se puede calcular con la siguiente expresión matemática:

$$RR = \frac{f}{D/2} + (Q + G_r)$$

Dónde:

f: Brazo de palanca de la resistencia a la rodadura.

D. Diámetro de la rueda

Q: Peso del vehículo sin incluir los rodámenes.

Gr: Peso total del vehículo.

El coeficiente de rozamiento a la rodadura:

$$\mu_r = \frac{f}{D/2}$$

Como datos prácticos, para determinar la resistencia a la rodadura se puede utilizar la tabla siguiente.

VIAS EN CONDICIONES NORMALES	RR (Ib./Tc)
Carros con cojinetes de bolas ordinarias	30
Carros con cojinetes de rodillos cilíndricos	15 - 20
Carros con cojinetes son rodillos cilíndricos	10
Carros con cojinetes planos	30

Tabla 3-2: Condiciones normales de las vías.

3.9.9. Resistencias suplementarias o incidentes.

Son las fuerzas que se oponen al movimiento de la locomotora en determinadas circunstancias y son los que se presentan en los tramos no rectos ni horizontales de las vías, son las resistencias según la presencia de curvas, gradiente, la inercia durante el movimiento con velocidades variables, etc.

3.9.10. Resistencias debido a las curvas (RC).

El paso de las curvas necesita un aumento del esfuerzo de tracción porque se opone al movimiento de los vagones debido a las siguientes razones:

3.9.11. Resistencia por gradiente.

Como se puede apreciar en la fórmula eestán representados los componentes de las fuerzas que se tomaran en consideración para cálculo de la resistencia por gradiente, los que estarán en función de la gravedad.

$$R_g = G \cdot \text{sen } \theta$$

R_g = Resistencia total en gradiente debida al peso.

θ = Angulo que el camino hace con el plano horizontal.

G = Peso del tren.

CAPITULO III

3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.1. FACTIBILIDAD

Para el desarrollo de esta investigación se cuenta con los suficientes recursos tanto bibliográficos como económicos, el talento humano del estudiante, tutores y el asesoramiento técnico de los profesionales de la División para llegar a concluir satisfactoriamente el presente trabajo.

3.2. ACCESIBILIDAD A LA INFORMACIÓN

La unidad minera Produmin S.A. está dispuesta a proporcionar las facilidades para el acceso al área minera y a la información pertinente para la realización del proyecto anteriormente mencionado.

3.3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.3.1. Tipo de estudio

Método general: Análisis y comparación

Método específico: Observación y medición

El estudio se divide en las siguientes etapas:

1. Trabajo de campo

Que se basa en la observación directa de las actividades en el interior de la mina subterránea, tanto del sistema de transporte del nivel principal y abastecimiento de los niveles secundarios, así como un análisis de las posibles interferencias que pueden ocurrir en alguna de estas fases. También comprende la obtención de datos provenientes de reportes históricos de las diferentes fases del transporte.

2. Trabajo de oficina

En el cual está establecido el orden, tabulación y análisis de la información obtenida. Para esta labor se utilizarán herramientas informáticas orientadas a facilitar la estadística de los datos obtenidos.

Universo

Universo está conformado todos los procesos de producción (Perforación, Evacuación, Voladura, Ventilación, Carguío, Transporte, Chancado, Molienda y Flotación) de la Mina Subterránea Produmin S.A, ubicada en el Sector La López, Cantón Camilo Ponce Enríquez, Provincia de Azuay.

Población y Muestra

Población: Unidad Minera Produmin S.A.

Muestra: Crucero 223, crucero 557, Galerías, Chimeneas, Piques y Línea principal.

Variables

Variables Dependientes

- Rendimiento técnico-económico del sistema de transporte analizado.

Indicadores

- Tiempo de operación
- Costo de operación

Variables Independientes

- Características técnicas de la galería de transporte.

- Características técnicas del sistema de transporte ascendente y descendente.

Indicadores

- Pendiente de inclinación de las chimeneas de transporte
- Punto de Dirección, gradiente y sección de la labor.
- Costo horario de operación de los equipos de acarreo y transporte.
- Tiempos improductivos.

Unidades de Observación

Ratio de transporte (Ton/tarea), Eficiencia operativa equipos (%), Costo horario (\$/h), Rendimiento (Ton/Tarea), Disponibilidad mecánica (%), Ratio Km/Hr.

Diseño de Investigación

Para efectos de la contratación de la hipótesis se utilizó el diseño:

- Experimental
- Correlacional –causal

Nivel de investigación

- Descriptiva
- Correlacional
- Explicativa

Método de Investigación

- Experimental

Técnicas

Para recolectar la información necesaria para el desarrollo del presente estudio, se recopilará información teórica y bibliográfica de fuentes calificadas como tesis de grado, folletos y revistas especializadas, libros pertinentes al tema de análisis, estudios mineros de la zona.

También se hará uso de toda la tecnología disponible y útil para una adecuada recolección de los datos necesarios para el desarrollo del presente estudio.

Materiales y equipos a utilizar

Computadoras, cámaras fotográficas y otros.

3.4. VOLUMEN DE EXTRACCIÓN DE LA MINA

Actualmente en la Unidad Minera PRODUMIN S.A, realiza la extracción entre mineral y desmonte es de 132629 ton/año y 281.59 ton/día. (Ver tabla 1-3). La extracción se realiza con Locomotoras a Batería.

MES 2015	Extracción veta (Ton/mes)	Extracción veta (Ton/diarias)	Extracción caja (Ton/mes)	Extracción caja (Ton/diarias)	Total veta y caja (Ton)
Ene-15	3072.0	102.4	6552.30	145.6	9624.3
Feb-15	2710.4	96.8	6580.31	156.7	9290.7
Mar-15	3214.0	110.8	8475.89	194.8	11689.9
Abr-15	2664.9	88.8	7579.15	168.4	10244.0
May-15	2884.4	96.1	9367.64	208.2	12252.0
Jun-15	2851.2	95.0	7813.31	173.6	10664.5
Jul-15	2609.3	84.2	8570.09	184.3	11179.4
Ago-15	3173.4	102.4	9191.34	197.7	12364.8
Sept-15	2760.3	92.0	8039.99	178.7	10800.3
Oct-15	2941.1	94.9	9903.51	213.0	12844.6
Nov-15	2755.3	91.8	8765.03	194.8	11520.4
Dic-15	2805.7	112.2	7348.58	196.0	10154.2
Ton/año	34441.9	1167.4	98187.1	2211.7	132629
Capacidad Vagón = 1.49ton				Promedio/mes	11052.4
Numero vagones *locomotora =10				Promedio/ton/día	365.37
Ton viaje = 14.9				Promedio viajes/locomotora	6.1

Tabla 1-3: Extracción veta y caja.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

3.5. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS LOCOMOTORAS A BATERÍA

Se trabaja con locomotoras a batería, impulsadas por dos motores eléctricos trifásicos asíncronos de ejecución inexplorable de 10 HP con una capacidad de 3TM, con enfriamiento autónomo y con regulación de revoluciones por convertidor de frecuencias, el cual facilita una marcha constante y frenado efectivo.

Se tienen por regla contar con 02 bancos de batería; un banco en operación y el otro en carga para la 2da guardia, ya que no es recomendable hacer trabajar una locomotora con un solo

banco batería porque reduce el rendimiento de la máquina y acorta sensiblemente la vida útil del banco de batería.

PARÁMETROS TÉCNICOS DE LA LOCOMOTORA A BATERÍA	
EMPRESA PRODUMIN S.A	
DATOS TÉCNICOS LOCOMOTORA	
DATOS	Locomotora a batería 220/60HZ CTY5
CAPACIDAD LOCOMOTORA	Locomotora a batería de 2.00 Ton
MODELO	ZQ - 4 B
MOTOR	10 hp
Control	Electromecánico de ejes de levas y contactos
Resistencias	Banco de resistencias para arranque de motor
Transmisión	Tipo Tornillo Sin Fin y Corona dentada para trabajo pesado.
Trocha	600 mm
Sistema de frenos	Mecánico de Discos a la volante accionado por palanca rápida
Suspensión	Tipos resortes helicoidales
Chasis	Plancha de acero estructural A-36, con cabina y asiento para operador.
Sistema de señalización	Con dos faros sellado para cada sentido de marcha.
Jale Optimo	10 CARROS MINEROS U-35
Precio sin IVA(US\$)	28.343,32

DATOS TECNICOS DE BANCO DE BATERIAS	
Batería BEV TUBULAR de 70 celdas	140 Volt,390 AH
Baterías	2 bancos de baterías, con placas tubulares de fabricación Europea
Garantía	03 años
Precio sin IVA(US\$)	14.062,30
N° Baterías	2,00
Precio sin IVA(US\$)	28.124,60

DATOS TECNICOS DE CARGADOR DE BATERIAS	
Cargador de BATERIA BEV P.P 140VCD,80A,3HP de 440 VAC	
Sistema de alimentación	220/380/440 VAC. 60Hz trifásico
Tensión de carga	140 VDC
Transformador	14 Kva. Trifásico
Precio sin IVA(US\$)	

TOTAL sin IVA(US\$)	56.467,92
----------------------------	------------------

Tabla 2-3: Parámetros técnicos de las locomotoras a batería.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

CARACTERISTICAS	Locomotora # 1	Locomotora # 2	Locomotora # 3	Locomotora # 4
N° Carros	10	10	10	10
Potencia (HP)	5	10	10	10
Capacidad (m3)	0.96	0.96	0.96	0.96
Velocidad Mínima (km/h)	6.71	6.71	6.71	6.71
Velocidad Máxima	9.69	9.69	9.69	9.69
Marca	GOODMAN	GOODMAN	GOODMAN	GOODMAN
Código	MA	MA	MA	MA
Peso	2 ton	3 ton	3 ton	3 ton
Fuente de Energía	42 V ----	90 V ----	90 V ----	90 V ----

Tabla 3-3: Características operativas de las locomotoras.

Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

Gastos de Mantenimiento.

El gasto anual fue de US\$/24.140,14 y con un gasto promedio por locomotora de US\$/ 6034,10, ya que contamos con 04 Unid. Operativas.

MTTO PREVENTIVO Y REPARACIÓN LOCOMOTORAS	
Enero	2.500,00
Febrero	2.120,00
Marzo	2.012,14
Abril	1.985,65
Mayo	1.245,89
Junio	2.350,15
Julio	1.965,58
Agosto	2.000,14
Septiembre	1.985,45
Octubre	1.850,00
Noviembre	2.100,00
Diciembre	2.025,14
TOTAL	24.140,14

Tabla4-3: Costos de mantenimiento anual.

Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

3.5.2. Rendimiento de las Locomotoras

Del cuadro de control de tiempos, obtenemos el tiempo total que dura el ciclo de transporte con locomotora, en función a la distancia del transporte. (Ver cuadro adjunto).

En función de la capacidad de transporte de la locomotora y su convoy asignado (carros mineros), obtenemos el tonelaje de transporte por locomotora. Para lo cual aplicamos parámetros de incidencia como son el factor de llenado, el factor de esponjamiento del material y el peso específico de la misma.

CICLO DE TRANSPORTE LOCOMOTORA A BATERÍA		
Extracción de TV8N Mary Norte a superficie		
Parámetros	Unid.	Mineral + desmante
Equipo de transporte		Locomotora
Capacidad nominal de vagón	m3	0.96
Densidad del desmante(Ton/m3)	TM/m3	1.64
Factor de llenado (f ll)	%	98
Capacidad real de vagón (CRV)	TM	1.49

Distancia Total de acarreo	m	1513.00
Velocidad de transporte con carga	m/min	161.47
Velocidad de transporte con carga	km/h	9.69
Velocidad de transporte sin carga	m/min	111.83
Velocidad de transporte sin carga	km/h	6.71
Tiempo de carga	min	5.24
Tiempo Descarga	min	14.05
Tiempo transporte con carga	min	9.37
Tiempo transporte vacío	min	13.53
Tiempos muertos(maniobras)	min	24.52
Tiempo Total del ciclo	min	66.71
Número de viajes/hora	h/viaje	0.90

Rendimiento

Capacidad del vagón	Ton.	1.49
Extracción/día	Ton.	365.37
Producción/guardia/día	Ton.	182.69
Nº vagones/viaje	Unid	10.00
Nº Ton/viaje	Ton/viaje	14.90
Horas netas de trabajo/guardia/día	Hr	6.50
Nº viajes/guardia/día	Viajes	11.70
Nº locomotoras/guardia/día	Unid.	2.00
Horas programadas/guardia/día	horas	5.00
Eficiencia operativa	%	83.00

Nro. De horas efectivas para limpieza		4.11
Nro. De min. efectivas para limpieza		246.60
Utilización efectiva equipo		63%

Tabla 5-3: Rendimiento de las Locomotoras.

Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

3.5.3. Capacidad de la batería.

Se trata que la capacidad de la batería alcance para todo un turno

El consumo de energía por viaje:

N° VIAJES	CAPACIDAD (KWH)	CAPACIDAD(A)	N° CELDAS
6	13,58	153,15	45
4	9,02	100,29	45
3	6,77	75,19	45

Tabla 6-3: Capacidad de duración de las baterías.

Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

Análisis: se hizo la simulación de viajes relacionados con la capacidad de las baterías, con un resultado que para una longitud de 3026m del tramo PA (ida y vuelta) y con una gradiente crítica de 1,7%, en 4 viajes se baja la batería. Las baterías que se usan en la empresa son de 45 celdas, y 90 AH.

3.5.4. Resultados del esfuerzo de tracción.

El primer paso, consiste en hallar el esfuerzo de tracción, requerido por la locomotora, para comparar el cálculo del esfuerzo de tracción de las locomotoras que se utiliza en la unidad.

ESFUERZO DE TRACCIÓN LOCOMOTORA		
Gradiente	Negativa	UND.
Gradiente tramo P - A	1,28	%
Gradiente tramo A - B	1,7	%
N° Carros / Locomotora	10	Unid.
Peso carro vacío	1800	Lb.
Peso carro con mineral	3401,53	Lb.
Velocidad locomotora	9,69	km / H
Peso convoy con mineral	26,01	TC
Peso locomotora	3,73	TC
Esfuerzo de tracción necesario	0,94	TC
Potencia del motor (HP)	42,79	HP

Tabla 7-3: Esfuerzo a la tracción de la locomotora.

Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

Análisis: El esfuerzo de tracción (En) es la fuerza máxima utilizada por la locomotora para efectuar un trabajo, es decir poner en movimiento su propio peso y el peso del

convoy. En este caso La potencia para mover el peso de locomotora más el peso del convoy es de 39,96HP con un esfuerzo de tracción de 0,94TC.

Con estos parámetros debemos contar con una locomotora de 4 TM de peso y de 30HP, que observando los catálogos solo hay locomotoras de 4TM de peso y Potencia de 14HP o de 4 TM de peso y Potencia 20 HP.

La locomotora actual es de 5 TM de capacidad y funciona con dos motores de 10HP.

PESO LOCOMOTORA(TM)	POTENCIA MOTOR (HP)
3	20
4	30
5	45
6	70
8	80
10	90
12	120
15	150
20	244

Tabla 8-3: Potencia del motor de las locomotoras.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

3.5.5. Optimización del transporte.

Se realizó los cálculos de requerimiento según la producción y se verificó que la locomotora de 3 TM no cumple con los requisitos de motor y batería, porque la locomotora actual trabaja con 10 HP y 90 A. , se requiere una locomotora de 4TM y potencia de 40HP (2 motores), voltaje de 250, este parámetro cumple las locomotoras Trolley, caso contrario una locomotora a batería de peso 4TM, potencia de 20HP, voltaje de 80V y Motores: 2 motores de corriente continua de 10HP y capacidad de arrastre de 28TM pero en una gradiente de 0,6% máximo.

3.5.6. Los parámetros que deben estar sujetos a ser optimizados son:

Los cambios, utilizar cambios tipo Stub Switch, este tipo de cambio es conocido en la actividad minera como “cambio tipo mona” o simplemente “mona”. Es mucho más simple que el “Split switch” y económico ya que pueden elaborarse en la mina. Utilizar este cambio en las labores de avance, para posteriormente instalar el cambio tipo “Split switch” considerando el peralte.

La sección de las labores: Se trabaja con secciones variadas en las galerías y cruceros, ya que no se tiene establecido las secciones estándares para labores que son áreas de transporte, logrando fluidez en el ciclo de transporte.

Se sugiere trabajar con secciones de 2,40mx2, 40m ya que es una sección donde se hace el tendido de los servicios auxiliares e incluso cumpliendo con el Reglamento de Seguridad se deja 0,75 m para paso peatonal. Ver figura 2-3.

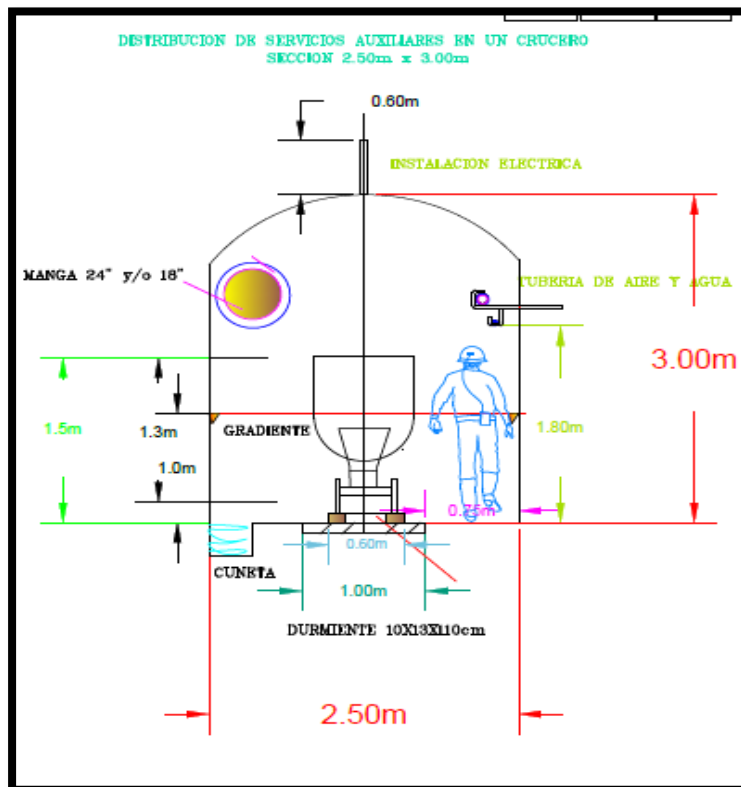


Figura 2-3: Sección de las labores.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

Control de la gradiente: La gradiente es una variable básica, que no se lleva el control al momento de correr un frente, queda la responsabilidad del líder de cuadrilla y del área de topografía hacer el seguimiento, la gradiente actual en la galería principal está en 1,7% generando gastos adicionales:

- En un frente donde la limpieza es manual, con una gradiente de 0,6% trabajan 2 hombres, pero por la gradiente trabajan de 3 a 4 hombres.
- Hay riesgos de accidentarse.

Resistencia a la gradiente (%). Esta resistencia se debe a la componente del peso que actúa por debajo del inclinado. El coeficiente de gradiente, entonces la fuerza necesaria para superar la gradiente para una locomotora y tren de masa.

El tramo de son: Tramo P-A una gradiente de 1,28%, y del Tramo A-B una gradiente de 1,7%; es claro que las gradientes son 100% más del estándar de gradiente para las locomotoras de 0,6%.

Todos los cálculos se realizaron con la gradiente más crítica que es de 1,7% para evaluar si la locomotora actual es la adecuada técnicamente para el arrastre de 10 vagones de 1,54 ton/vagón en carga promedio.

N°CARROS	GRADIENTE	ESFUERZO DE TRACCION	PESO LOCOMOTORA	HP
10	1,45%	0,85	3,4	62,79
8	1,45%	0,68	2,72	50,23
6	1,45%	0,51	2,04	37,67

N°CARROS	GRADIENTE	ESFUERZO DE TRACCION	PESO LOCOMOTORA	HP
10	1,70%	0,86	3,45	63,75
8	1,70%	0,69	2,76	51,00
6	1,70%	0,52	2,07	38,25

NºCARROS	GRADIENTE	ESFUERZO DE TRACCION	PESO LOCOMOTORA	HP
10	0,45%	0,54	2,15	24,69
8	0,45%	0,43	1,72	19,76
6	0,45%	0,32	1,29	14,82

Tabla 9-3: Calculo de requerimientos de hp según la gradiente.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

Análisis: Como se observa en los cuadros, la gradiente es una variable que influye directamente en el esfuerzo de tracción, el peso de la locomotora y la potencia del motor. En nuestro caso con una gradiente de 1,70% el esfuerzo de tracción se incrementa en 37% del estándar; por lo que la potencia del motor debería ser de 60 HP mínimo para el movimiento de la locomotora, pero las locomotoras trabajan con dos motores de 10HP C/u, esto estaría repercutiendo en el mayor consumo de energía, ya que las baterías usualmente duran más de 8 Horas, en este caso se descargan a las 4 Horas.

Caso contrario reducir la capacidad de arrastre a 6 vagones/locomotora. Una gradiente de 0.45 % facilita un arrastre de 10 vagones y potencia de 25 HP.

3.5.7. Elección de las ruedas, peso del riel.

Los rieles, el diámetro de las ruedas se eligen en función al peso de la locomotora, ver tabla 10-3.

Clavos de riel	
Dimensiones/ Pulg.	Peso riel recomendado(Lbs/Yd)
21/2x 5/16	6-12
21/2x3/8	12-16
3 x3/8	12-20
31/2 x3/8	12-20
4x3/8	16-25
31/2 x 7/16	16-25
4x7/16	20-30
41/2 x 7/16	20-30
4 x1/2	25-35
41/2x1/2	25-35
5x9/16	40-56
51/2 x9/16	45-90
6 x9/16	50-100

Tabla10-3: Elección y peso del riel.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

Análisis: La locomotora de 5TM de peso debería trabajar en rieles de 25 Lb/Yd con clavos de riel de 4"x3/8", pero actualmente se trabaja con rieles de 25 Lb/yd y pernos de 3"x1/2"

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. TABLA DE CONTROL DE TIEMPOS DE ACARREO CON CARROS

MINEROS Z20 DE ABASTECIMIENTO DE LOS NIVELES SECUNDARIOS.

Los datos de distancias de los anexos A, B y C en los cuales se puede apreciar la situación actual de la mina con las características de los diferentes puntos de carga y descarga de material en los cuales se realizó el control de los tiempos.

ACARREO

FECHA: 10/09/2015 GUARDIA: DIA
PERSONAL: 2 MATERIAL: VETA

Inicio del Acarreo 8:31:00

Finalización del Acarreo 13:15:00

KATTY NIVEL 20

TOLVA 13 NORTE A CHIMENEA 10

LIMPIEZA CON CARROS MINEROS EN GALERIAS POR TAREA

VIAJE	N° CARROS	GRANULOMETRIA	DISTANCIA	TIEMPO DE CARGA	TIEMPO. TRANSP. CON/CARGA	TIEMPO DESCARGA	TIEMPO. TRANSP. SIN/CARGA	MANIOBRAS	TIEMPO CICLO	OBSERVACION
			Metros	seg	seg	seg	seg	seg	seg	
1	1	10 cm	171.15	15	86	7	77	13	198	Ninguno
2	1	10 cm	171.15	39	89	8	86	10	232	Ninguno
3	1	10 cm	171.15	16	88	9	155	5	273	Ninguno
4	1	10 cm	171.15	18	93	16	82	14	223	Ninguno
5	1	10 cm	171.15	17	82	16	89	6	210	Ninguno
6	1	10 cm	171.15	21	86	14	102	13	236	Ninguno
7	1	10 cm	171.15	15	87	20	87	11	220	Ninguno
8	1	10 cm	171.15	16	77	19	88	6	206	Ninguno
9	1	10 cm	171.15	17	95	30	81	14	237	Ninguno
10	1	10 cm	171.15	10	90	19	94	7	220	Ninguno
11	1	10 cm	171.15	26	93	8	87	9	223	Ninguno
12	1	10 cm	171.15	27	92	11	89	18	237	Ninguno
13	1	10 cm	171.15	17	94	18	95	9	233	Ninguno
14	1	10 cm	171.15	17	94	18	95	12	236	Ninguno
15	1	10 cm	171.15	26	96	15	88	14	239	Ninguno
16	1	10 cm	171.15	17	94	18	89	16	234	Ninguno
17	1	10 cm	171.15	16	87	14	77	14	208	Ninguno
18	1	10 cm	171.15	17	98	29	98	8	250	Ninguno
19	1	10 cm	171.15	16	98	12	91	10	227	Ninguno
20	1	10 cm	171.15	19	89	11	91	12	222	Ninguno
21	1	10 cm	171.15	19	85	13	95	14	226	Ninguno
22	1	10 cm	171.15	23	83	19	92	10	227	Ninguno
23	1	10 cm	171.15	27	95	15	96	14	247	Ninguno
24	1	10 cm	171.15	18	99	28	91	17	253	Ninguno
25	1	10 cm	171.15	16	105	17	94	13	245	Ninguno
26	1	10 cm	171.15	17	96	25	89	9	236	Ninguno
27	1	10 cm	171.15	15	97	21	91	11	235	Ninguno
28	1	10 cm	171.15	11	99	13	97	10	230	Ninguno
29	1	10 cm	171.15	17	92	9	97	6	221	Ninguno
30	1	10 cm	171.15	12	91	13	95	14	225	Ninguno
31	1	10 cm	171.15	13	96	8	97	12	226	Ninguno
32	1	10 cm	171.15	15	89	11	93	11	219	Ninguno
33	1	10 cm	171.15	25	118	14	115	12	284	Ninguno
34	1	10 cm	171.15	10	115	11	105	17	258	Ninguno
35	1	10 cm	171.15	11	95	15	118	11	250	Ninguno
36	1	10 cm	171.15	14	97	12	98	12	233	Ninguno
37	1	10 cm	171.15	12	97	14	105	9	237	Ninguno
38	1	10 cm	171.15	17	97	11	108	9	242	Ninguno
39	1	10 cm	171.15	16	98	10	96	4	224	Ninguno
40	1	10 cm	171.15	18	105	16	107	8	254	Ninguno
41	1	10 cm	171.15	24	104	10	106	11	255	Ninguno
42	1	10 cm	171.15	19	96	11	117	16	259	Ninguno
43	1	10 cm	171.15	18	89	12	127	11	257	Ninguno
44	1	10 cm	171.15	17	87	16	118	17	255	Ninguno
45	1	10 cm	171.15	17	94	17	123	16	267	Ninguno
46	1	10 cm	171.15	14	96	15	109	2748	2982	volcamiento del U 35
47	1	10 cm	171.15	11	97	12	107	12	239	Ninguno
PROMEDIO U 35								295 seg		

Tabla 1-4: Control de tiempos de acarreo en la galería Katty nivel 20
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

LUGAR: MARI NIVEL 20 GALERIA

TAREAS: 2 personas

MATERIAL: VETA

RECORRIDO: TV 2 norte hasta CH 8 norte

RESUMEN

TAREAS	2
HORAS LABORABLES	6:00:00
TIEMPO DE ACARREO	2:32:47
ALMUERZO	0:30:00
RECORRIDO DE BOCAMINA HASTA PUESTO DE TRABAJO	0:50:00
TOTAL	3:52:47

LIMPIEZA CON CARROS MINEROS EN GALERIAS POR TAREA

N° VIAJE	N° CARROS	DISTANCIA	TIEMPO. TRANSP. CON/CARGA	TIEMPO. TRANSP. SIN/CARGA	TIEMPO DE CARGA	TIEMPO DESCARGA	MANIOBRAS O TIEMPOS MUERTOS	TIEMPO CICLO	OBSERVACIONES
		Metros	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.	
1	1	80	112	62	15	10	729	928	material atrancado en la tolva
2	1	80	122	63	11	12	17	225	
3	1	80	106	68	12	15	35	236	
4	1	80	86	71	11	17	15	200	
5	1	80	103	68	29	23	20	243	
6	1	80	93	70	17	21	10	211	
7	1	80	109	72	31	11	16	239	
8	1	80	110	75	16	7	249	457	Se descanso
9	1	80	98	72	12	14	182	378	
10	1	80	122	70	13	10	387	602	material atrancado en la tolva
11	1	80	115	65	10	9	64	263	
12	1	80	119	67	9	16	100	311	Se descanso
13	1	80	111	70	10	19	85	295	
14	1	80	97	69	11	18	50	245	
15	1	80	110	72	10	11	181	384	material atrancado en la tolva
16	1	80	96	66	14	13	7	196	
17	1	80	105	67	18	14	6	210	
18	1	80	115	63	12	12	15	217	
19	1	80	118	62	10	11	8	209	
20	1	80	118	70	10	15	77	290	
21	1	80	101	71	12	16	537	737	material atrancado en la tolva
22	1	80	90	75	13	19	84	281	
23	1	80	97	79	10	9	75	270	
24	1	80	107	74	18	7	78	284	
25	1	80	103	88	10	7	26	234	
26	1	80	118	73	15	14	121	341	Se descanso
27	1	80	89	71	13	11	38	222	
28	1	80	103	79	22	7	10	221	
29	1	80	111	65	11	13	38	238	
TOTAL			3084	2037	405	381	3260	9167	

NOTA: EL PISO SE ENCUENTRA NIVELADO Y EL MATERIAL SE ATRANCA EN LA TOLVA DEVIDO A LA GRANULOMETRIA DEL MATERIAL

TOTAL: 2h 32min 47 seg

POR VIAJE 5min 16seg

Tabla 2-4: Control de tiempos de acarreo en la galería Mary nivel 20

Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

RESUMEN

HORAS LABORABLES	6:00:00
TIEMPO DE ACARREO	3:33:23
ALMUERZO	0:30:00
RECORRIDO DE BOCAMINA HASTA PUESTO DE TRABAJO	0:50:00
TOTAL	4:53:23

LUGAR: GALERIA PRINCIPAL MARY NIVEL 20

TOLVA: 2 NORTE

MATERIAL: CAJA

RECORRIDO: TV 2 norte hasta ch4 norte

LIMPIEZA CARROS GALERIAS POR TAREA									
N° VIAJE	N° CARROS	TIEMPO DE CARGA	TIEMPO. TRANSP. CON/CARGA	TIEMPO. TRANSP. SIN/CARGA	TIEMPO DESCARGA	TIEMPOS MUERTOS	TIEMPO CICLO	DISTANCIA	OBSERVACIONES
		seg	seg	seg	Seg	seg	seg	Metros	
1	1	174	91	96	12	7	380	53	Descanso
2	1	176	115	158	36	8	493	53	
3	1	146	96	84	27	12	365	53	
4	1	85	100	116	18	23	342	53	
5	1	112	117	268	56	5	558	53	EL materia se atranca
6	1	45	142	126	36	2	351	53	
7	1	47	102	108	21	63	341	53	
8	1	72	84	156	14	2	328	53	
9	1	201	80	96	11	2	390	53	
10	1	77	127	98	32	9	343	53	
11	1	45	136	127	12	7	327	53	
12	1	168	150	269	62	42	691	53	Material atrancado
13	1	69	144	126	18	3	360	53	
14	1	121	146	103	32	9	411	53	
15	1	222	123	153	13	70	581	53	
16	1	106	108	123	9	1702	2048	53	caída de carrito minero
17	1	68	110	108	21	24	331	53	
18	1	123	117	106	15	116	477	53	
19	1	128	104	96	16	5	349	53	
20	1	103	118	213	26	19	479	53	
21	1	68	194	156	14	5	437	53	
22	1	98	156	220	19	10	503	53	
23	1	114	234	153	26	3	530	53	
24	1	81	108	168	15	19	391	53	
25	1	110	146	108	16	3	383	53	
26	1	227	201	142	34	10	614	53	
TOTAL							12803		

NOTA: EL PISO TIENE UNA PENDIENTE LO CUAL HACE QUE EL TRANSPORTE VACIO SE MAS DEMORADO QUE EL DE CARGADO

3h 33min 23seg

POR VIAJE 5min 56 seg

Tabla 3-4 Control de tiempos de acarreo en la galería Mary nivel 20 tolva 2

Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

RESUMEN

LUGAR: GALERIA PRINCIPAL MARY NIVEL 20

TOLVA: 7 NORTE

MATERIAL: VETA

RECORRIDO: TV 7 norte hasta CH 8 norte

TAREAS: 2

HORAS LABORABLES	6:00:00
TIEMPO DE ACARREO	3:03:58
ALMUERZO	0:30:00
RECORRIDO DE BOCAMINA HASTA PUESTO DE TRABAJO	0:55:00
TOTAL	4:28:58

LIMPIEZA CARROS GALERIAS POR TAREA									
N° VIAJE	N° CARROS	TIEMPO DE CARGA	TIEMPO. TRANSP. CON/CARGA	TIEMPO. TRANSP. SIN/CARGA	TIEMPO DESCARGA	TIEMPOS MUERTOS	TIEMPO CICLO	DISTANCIA	OBSERVACIONES
		seg	seg	seg	seg	seg	seg	Metros	
1	1	23	95	105	25	15	263	72	
2	1	35	85	99	16	5	240	72	
3	1	31	74	94	18	7	224	72	
4	1	36	86	103	25	11	261	72	
5	1	15	84	97	14	10	220	72	
6	1	36	99	86	18	8	247	72	
7	1	32	79	89	16	6	222	72	
8	1	16	94	86	19	5	220	72	
9	1	14	53	78	17	4	166	72	
10	1	17	59	81	16	9	182	72	
11	1	25	60	79	18	4	186	72	
12	1	13	71	83	19	10	196	72	
13	1	16	84	84	14	5	203	72	
14	1	14	52	113	18	7	204	72	
15	1	15	61	90	19	13	198	72	
16	1	41	59	86	27	15	228	72	
17	1	11	54	84	26	12	187	72	
18	1	30	95	89	28	305	547	72	material atascado en la tolva
19	1	22	133	84	19	18	276	72	
20	1	12	61	94	18	10	195	72	
21	1	15	94	86	26	12	233	72	
22	1	11	65	130	24	14	244	72	
23	1	19	91	95	22	111	338	72	
24	1	16	62	95	24	20	217	72	
25	1	14	70	86	23	12	205	72	
26	1	20	119	96	28	560	823	72	material atascado en la tolva
27	1	22	80	103	24	13	242	72	
28	1	40	78	96	29	10	253	72	
29	1	25	88	106	26	11	256	72	
30	1	17	90	96	23	13	239	72	
31	1	30	95	97	18	18	258	72	
32	1	21	85	100	17	300	523	72	Descansando
33	1	26	81	91	23	17	238	72	
34	1	16	86	95	25	9	231	72	
35	1	14	88	95	42	11	250	72	
36	1	20	81	119	40	10	270	72	
37	1	18	94	118	26	9	265	72	
38	1	12	72	96	23	12	215	72	
39	1	14	59	84	29	480	666	72	Descansando
40	1	16	57	95	26	7	201	72	
41	1	20	71	80	30	5	206	72	Se acaba el material de la tolva 7 norte
TOTAL							11038		

NOTA: EL MATERIAL DE LA TOLVA SE TERMINO Y EXISTE UNA PENDIENTE DE MANERA QUE EL TIEMPO DE TRANSPORTE VACIO ES MAS DEMORADO QUE EL TRANSPORTE LLENO

3 h 03min 58 seg

POR VIAJE 4min 29seg

Tabla 4-4: Control de tiempos de acarreo en la galería Mary nivel 20 tolva 7.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

LUGAR: MARY NIVEL 30 GALERIA

TOLVA: 12 SUR

MATERIAL: CAJA

RECORRIDO: De tolva 12 sur hasta ch 8 de caja

TAREAS: 3

RESUMEN

HORAS LABORABLES	6:00:00
TIEMPO DE ACARREO	4:07:09
ALMUERZO	0:30:00
RECORRIDO DE BOCAMINA HASTA PUESTO DE TRABAJO	1:06:00
TOTAL	5:43:09

LIMPIEZA CON CARROS MINEROS EN GALERIAS POR TAREA

CARRO 1	T. LLENADO CARRO	T. TRSNP. CARRO LLENO	T. TRASN. CARRO VACIO	VACIADO	TIEMPO MUERTO	TIEMPO CICLO	OBSERVACIONES
	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.
1	17	144	86	8		255	
2	17	148	83	7		255	
3	13	150	85	8		256	
4	13	127	88	7		235	
5	16	140	98	8		262	
6	18	109	89	10		226	
7	38	109	89	21	30	287	
8	43	146	95	26	114	424	Material Atrancado en chimenea
9	43	106	84	35	37	305	
10	94	95	106	26	59	380	
11	78	126	110	17	150	481	Material Atrancado en chimenea
12	43	106	68	52	147	416	
13	25	112	95	16	167	415	Material Atrancado en chimenea
14	46	82	82	19	22	251	
15	29	106	115	31	227	508	
16	40	99	82	31		252	
17	30	101	111	31	235	508	Material Atrancado en chimenea
18	31	109	84	37	268	529	Material Atrancado en chimenea
19	34	124	64	58		280	
20	39	104	90	3	221	457	
21	47	139	77	78		341	
22	80	102	83	34	217	516	
23	32	113	89	56		290	
24	36	93	80	19		228	
25	36	95	76	17	356	580	
26	53	94	87	96	239	569	
27	43	103	72	39		257	
28	170	101	88	19	241	619	
29	181	100	89	40	117	527	
30	25	89	82	23	392	611	
31	41	104	94	69		308	
32	21	94	81	16	240	452	
33	56	127	111	16		310	
34	111	96	89	15	123	434	
35	59	191	128	16		394	
36	33	446	96	12		587	
37	56	123	153	12		344	
38	53	100	96	12		261	
39	19	95	86	19		219	
TOTALES	1859	4748	3561	1059	3602	14829	

NOTA: EXISTE PRESENCIA DE GAS DEVIDO A LOS DISPAROS DEL AVANCE DEL NIVEL 40

EL PISO TIENE PENDIENTES IRREGULARES QUE DIFICULTAN EL TRANSPORTE

4h 07min 09seg

POR VIAJE 6min 20seg

Tabla 5-4: Control de tiempos de acarreo en la galería Mary nivel 30 tolva 12.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

LUGAR:

GALERIA PRINCIPAL MARY NIVEL 30

TIEMPO DE LLEGADA AL FRENTE DE TRABAJO: 49 minutos

TOLVA: 3 SUR**MATERIAL:** VETA**RECORRIDO:** Desde la tolva 3 sur hasta el chimenea 7 norte**LIMPIEZA CON CARROS MINEROS EN GALERIAS POR TAREA**

N° VIAJE	N° CARROS	DISTANCIA	TIEMPO. TRANSP. CON/CARGA	TIEMPO. TRANSP. SIN/CARGA	TIEMPO DE CARGA	TIEMPO DESCARGA	MANIOBRAS O TIEMPOS MUERTOS	TIEMPO CICLO	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	OBSERVACIONES
		Metros	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.	M3/Hr	TM/Hr	
1	1	130	115	121	28	35	35	334			botar material de la parrilla
2	1	130	113	120	29	33	45	340			botar material de la parrilla
3	1	130	110	121	27	35	30	323			botar material de la parrilla
4	1	130	108	106	29	21	40	304			botar material de la parrilla
5	1	130	110	107	11	17	150	395			rocas muy grandes
6	1	130	114	110	26	20	33	303			botar material de la parrilla
7	1	130	112	112	13	11	42	290			botar material de la parrilla
8	1	130	117	110	30	8	120	385			tolva vacía
9	1	130	120	112	10	19	74	335			botar material de la parrilla
10	1	130	134	117	13	8	60	332			botar material de la parrilla
11	1	130	135	115	13	10	70	343			botar material de la parrilla
12	1	130	131	119	12	11	40	313			botar material de la parrilla
13	1	130	141	118	12	8	269	548			limpiar carrito minero
14	1	130	140	114	11	10	253	528			descanso
15	1	130	142	121	12	9	44	328			botar material de la parrilla
16	1	130	141	113	8	23	40	325			botar material de la parrilla
17	1	130	132	111	8	17	25	293			botar material de la parrilla
18	1	130	130	109	9	15	17	280			botar material de la parrilla
19	1	130	135	120	10	8	19	292			botar material de la parrilla
20	1	130	130	115	12	10	24	291			botar material de la parrilla
21	1	130	119	109	8	12	10	258			botar material de la parrilla
22	1	130	121	115	7	11	7	261			botar material de la parrilla
23	1	130	114	110	13	11	15	263			botar material de la parrilla
24	1	130	113	113	8	12	8	254			botar material de la parrilla
25	1	130	113	111	9	8	10	251			botar material de la parrilla
26	1	130	120	118	7	25	360	630			exceso de material en el carrito minero
27	1	130	135	120	8	15	300	578			botar material de la parrilla
28	1	130	118	120	10	20	512	780			botar material de la parrilla y descanso
TOTAL			3463	3207	393	442	2652	10157			
PROMEDIO			124	115	14	16	95	363			

2h 49min 17s

NOTA: Piso irregular que aumenta el tiempo de viaje de regreso a la tolva, además de la sección angosta donde el carrito minero se choca.

A partir de las 11 de la mañana se tomaron descanso los trabajadores.

Tabla 6-4: Control de tiempos de acarreo en la galería Mary nivel 30 tolva 3.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

4.2. TABLA DE CONTROL DE TIEMPOS DE TRANSPORTE POR LOCOMOTORAS.

Se tomó el control de los tiempos para los diferentes puntos de carga de material a continuación se presenta las tablas con los diferentes datos obtenidos, para observar de mejor manera los diferentes tramos de recorrido de las locomotoras apreciar el Anexo F.

LOCOMOTORA (Katty Crucero 557 & Mary N 0 Tolva 2 Norte)

Descripción	Hora	Tiempo	Observaciones
Entrada a la mina	7:05	33 min	
Llegada al frente de Trabajo	7:38		

LIMPIEZA LOCOMOTORA POR TAREA

N° VIAJE	N° LOCOMOTORA	N° VAGONES	VETA	CAJA	TOLVA O LABOR	TIEMPO CARGA	TIEMPO. TRANSP. CON/CARGA	TIEMPO DE DESCARGA	TIEMPO. TRANSP. SIN/CARGA	TIEMPO CICLO	TIEMPOS MUERTOS			TIEMPO TOTAL			
											Descripción	seg	Total	Total	h	min	seg
1	1	10	5	5	Crucero 557	811	432	756	965	2964	Acoplamiento	235	1142	4106	1	8	26
											Desacoplamiento	85					
											Descarrilamiento	293					
											Maniobra de estacionamiento	353					
											Cambio de Tolva de Carga	176					
2	1	10		10	Tolva 2 Sur	478	585	545	949	2557	Obstaculización por la Locomotora 2 en Bocamina	40	40	2597		43	17
3	1	10		10	Crucero 557	0	813	387	1094	2294	Cambio de Vagones	349	2559	4853	1	20	53
											Colocado de cadenas a los vagones	318					
											Atascamiento con las tolvas por un bloque de roca	345					
											Descarrilamiento por choque del bloque con una tolva	1547					
4	1	10		10	Tolva 2 Sur	639	535	506	1053	2733	Cambio de batería de la Locomotora 2	92	797	3530		58	50
											Traslado de los alimentos	287					
											Descarrilamiento en la Mary N 0 Norte (VACÍO)	63					
											Equivocación de ruta	92					
											Descarrilamiento en la Mary N 0 Norte (CARGADO)	263					
5	1	10		10	Tolva 2 Sur	757	405	321	705	2188	Paso para la Locomotora 2	160	601	2789		46	29
											Cambio de la batería de la Locomotora	441					
6	1	10		10	Crucero 557	568	711	436	1807	3522	Desacoplamiento de 5 vagones (VACÍOS)	411	636	4158	1	9	18
											Acoplamiento con 5 vagones (CARGADOS)	225					
															6h	7min	13seg

Tabla 7-4: Control de tiempos de transporte por locomotoras Katty y Mary tolva 2
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

ACARREO LOCOMOTORA CRUCERO 223, MARY

N° LOCOMOTORA	N° VIAJES	N° VAGONES	VETA	CAJA	TOLVA O LABOR	UBICACIÓN	TIEMPO CARGA	TIEMPO. TRANSP. CON/CARGA	RECORRIDO	TIEMPO DE DESCARGA	TIEMPO. TRANS. SIN/CARGA	RECORRIDO	TIEMPO CICLO	TIEMPOS MUERTOS				TIEMPO TOTAL
							min	min		min	min			min	min	Descripción	Lugar	
1	1	10	10		Tolva 4 Sur	Mary	0:09:02	0:06:37	De TV 4 S - BM	0:09:31	0:18:15	Bodega - TV 4 S	0:43:25	Descarrilamiento (Cargado).	En el cambio LP	0:28:19	0:45:33	1:28:58
														Desacoplamiento de Vagones vacíos	Cambio LP	0:04:25		
														Acoplamiento de Vagones Llenos	Cambio LP	0:06:47		
														Obstaculización por la Locomotora 1.	Bodega	0:06:02		
1	1	10	6		Tolva 8 Norte	Mary	0:09:45	0:12:33	De TV 9 N - BM	0:07:18	0:15:00	BM - TV 9 N	0:49:56	Material regado en el suelo. Cargan con palas	TV 8 Norte	0:04:22	0:09:16	0:59:12
					Cambio de tolva de carga del 8 al 9.									TV 9 Norte	0:02:17			
				4	Tolva 9 Norte		0:05:20							Mary Norte, Tolva 4 material caído al suelo. Retiran	TV 4 Norte	0:02:37		
1	1	10		10	CX 223	Mary		0:44:10	De CX223 - BM	0:03:10	0:39:58	BM - CX 223	1:27:18	Maniobra en el cambio de la Kelly	Cambio Kelly	0:02:12	1:31:44	2:59:02
														Descarrilamiento (VACIO), provocado por un vagón cruzado en el camino	LP cambio de la akira	0:21:30		
														Desacoplamiento de Vagones vacíos	Cambio CX 223	0:02:32		
														Acoplamiento de Vagones Llenos	Cambio CX 223	0:17:12		
														Obstaculización por la Locomotora 1. Estaba cargando el material de la TV 8N Y TV 9N	TV 8 Norte	0:28:18		
														Almorzar.	Comedor interior mina	0:20:00		
1	1	10		10	CX 223	Mary		0:42:34	De CX223 - BM	0:04:35	0:40:45	BM - CX 223	1:27:54	Desacoplamiento de Vagones vacíos	Cambio CX 223	0:03:25	0:13:37	1:41:31
														Acoplamiento de Vagones Llenos	Cambio CX 223	0:10:12		
TOTAL	4	40	16	24			0:24:07	1:45:54		0:24:34	1:53:58		4:28:33			2:40:10	7:08:43	

Tabla 8-4: Control de tiempos de transporte por locomotoras Mary crucero 223
Elaborado por: Ríos Wilmar.(2016)

ACARREO LOCOMOTORA CRUCERO TV 8N, TV 9N, TV 1S, Kelly PQ

N° LOCOMOTORA	VIAJE	N° VAGONES	VETA	CAJA	TOLVA O LABOR	UBICACIÓN	TRANS. SIN/CARGA	RECORRIDO	TIEMPO CARGA	TRANSP. CON/CARGA	RECORRIDO	DESCARGA	TIEMPO CICLO	TIEMPOS MUERTOS				TIEMPO TOTAL
							min		min	min		min	min	Total	Descripción	Lugar	min	Total
1	1ro	9	10		Tolva 9 Norte	Mary	0:13:54	Bodega - TV 9N	0:05:56	0:10:12	De TV 9N - BM	0:11:10	0:41:12	Material pegado en tres vagones	Escombrera	0:03:00	0:31:33	1:12:45
														Uniendo un vagón a la locomotora	Superficie	0:02:34		
														Llenando 2 vagones con mezcla para fundición	Superficie	0:06:20		
														Buscando cadena para acoplar 1 vagón	Superficie	0:06:00		
														Esperando a la otra locomotora que salga de mina	Superficie	0:05:39		
														Maniobras para dar paso a la otra locomotora	Cambio Superficie	0:08:00		
1	2do	10		10	TV 4 Sur	Mary	0:15:05	BM - TV 4 S	0:12:25	0:10:01	De TV 4S - BM	0:04:14	0:41:45	Se demora en cargar debido a que estaba una roca cruzada en la tolva, lo cual fue necesario de acuña con la barretilla	TV 4 S	0:16:32	0:24:32	1:06:17
														Maniobras	Cambio Superficie	0:08:00		
1	3ro	10	10		TV 8 Norte	Mary	0:13:53	BM - TV 8N	0:05:24	0:09:37	TV 8N - BM	0:14:05	0:42:59	Esperando a la otra locomotora que salga de mina	Superficie	0:04:01	0:42:59	
														Maniobras	Cambio Superficie	0:02:32		
1	4to	10	10		TV 8 Norte	Mary	0:14:28	BM - TV 8N	0:06:00	0:10:02	TV 8N - BM	0:11:27	0:41:57	Acoplado ranchera de comida	Superficie	0:01:56	0:10:56	0:52:53
														Maniobras	Cambio Superficie	0:03:00		
														CAMBIANDO BATERIAS	Superficie	0:06:00		
1	5to	10	10		TV 8 Norte	Mary	0:14:50	BM - TV 8 N	0:09:00	0:09:25	TV 8N - BM	0:11:22	0:44:37	Apegando material de Chimenea	CH 8N	0:05:00	0:07:23	0:52:00
														Material en el piso. Se recoge a pala y se carga al último vagón	TV 8N	0:02:23		
1	6to	10	7		TV PQ	Kelly	0:20:54	BM - TV PQ	0:19:34	0:09:56	TV 8N - BM	0:21:22	1:18:02	Material atrancado en la tolva (material grueso) se usa barretilla	TV Kelly PQ	0:12:00	0:44:32	2:02:34
														Almuerzo	Comedor interior	0:30:00		
			3		Tv 8 Norte	Mary	0:04:24	TV PQ - TV 8N	0:01:52	Maniobras	Cambio Kelly	0:02:32						
1	7mo	10			BODEGA	Mary	0:08:12	BM - BODEGA					0:08:12	Dejan los vagones vacíos junto a la bodega y sacan la parrilla de comida	Cambio LP	0:10:00	0:10:00	0:18:12
TOTAL	1	7	69	50	10		1:45:40		1:00:11	0:59:13		1:13:40	4:58:44					7:07:40

Tabla 9-4: Control de tiempos de transporte por locomotoras Kelly
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

Labores: Katty Cx 557 - Tolva 2 Sur

Nombre del Operador: Ángel Ordoñez			
FECHA: 07- 08 - 2015	GUARDIA:	DIA	X
		NOCHE	

N° VIAJE	N° LOCOMOTORA	N° VAGONES	VETA	CAJA	TOLVA O LABOR	TIEMPO CARGA seg	TIEMPO. TRANSP. CON/CARGA seg	TIEMPO DE DESCARGA seg	TIEMPO. TRANSP. SIN/CARGA seg	TIEMPO CICLO seg	TIEMPOS MUERTOS			TIEMPO TOTAL			
											Descripción	seg	Total	Total	h	min	seg
1	1	10	5	5	Crucero 557	811	432	756	965	2964	Acoplamiento	235	1142	4106	1	8	26
											Desacoplamiento	85					
											Descarrilamiento	293					
											Maniobra de estacionamiento	353					
											Cambio de Tolva de Carga	176					
2	1	10		10	Tolva 2 Sur	478	585	545	949	2557	Obstaculización por la Locomotora 2 en Bocamina	40	40	2597		43	17
3	1	10		10	Crucero 557	0	813	387	1094	2294	Cambio de Vagones	349	2559	4853	1	20	53
											Colocado de cadenas a los vagones	318					
											Atascamiento con las tolvas por un bloque de roca	345					
											Descarrilamiento por choque del bloque con una tolva	1547					
4	1	10		10	Tolva 2 Sur	639	535	506	1053	2733	Cambio de batería de la Locomotora 2	92	797	3530		58	50
											Traslado de los alimentos	287					
											Descarrilamiento en la Mary N 0 Norte (VACÍO)	63					
											Equivocación de ruta	92					
											Descarrilamiento en la Mary N 0 Norte (CARGADO)	263					
5	1	10		10	Tolva 2 Sur	757	405	321	705	2188	Paso para la Locomotora 2	160	601	2789		46	29
											Cambio de la batería de la Locomotora	441					
6	1	10		10	Crucero 557	568	711	436	1807	3522	Desacoplamiento de 5 vagones (VACÍOS)	411	636	4158	1	9	18
											Acoplamiento con 5 vagones (CARGADOS)	225					
															6h	7min	13seg

Tabla 10-4: Control de tiempos de transporte por locomotoras Katty 557
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

Tabla 11-4: Control de tiempos de transporte por locomotoras crucero 557, Zapato y Mary.

TRANSPORTE DE MATERIAL POR LOCOMOTORA (CRUCERO 557, ZAPATO, MARY)																						
LOCOMOTORA	N° VAGONES	VETA	CAJA	TOLVA O LABOR	UBICACIÓN	CARGA	TRANSP. CON/CARGA	RECORRIDO	DESCARGA	TRANS. SIN/CARGA	RECORRIDO	TIEMPO CICLO	TIEMPOS MUERTOS				TOTAL T. CICLO + T. MUERTOS					
													min	min	min	min		min	min	min	min	
1	10	0	10	Crucero 557	Katty		0:17:10	De CX 557 hasta B.M.	0:04:10	0:09:27	De B.M a TV Veta PQ	0:30:47	Descarrilamiento	cambio LP	0:19:30	0:38:35	1:09:22					
													Desacoplamiento *	Cambio CX 557	0:06:25							
													Acoplamiento *	Cambio CX 557	0:03:40							
													Esperando que cargue 2 vagones *	En CX	0:09:00							
1	10	10	0	Tv Veta PQ	Zapato	0:08:55	0:08:55	Desde TV de veta PQ a B.M.	0:02:50	0:21:40	De B.M a CX 557	0:42:20	2 vagones descarrilados	Cerca de la TV DE VETA	0:01:20	0:01:20	0:43:40					
1	10		10	Crucero 557	Katty		0:18:30	De CX 557 hasta B.M.	0:02:28	0:16:20	De B.M a TV 4 Sur	0:37:18	Cambio de vagones(vacíos por llenos)	En cambio en el CX 557	0:03:05	0:13:11	0:50:29					
													Desacoplamiento *	Cambio CX 557	0:05:36							
													Acoplamiento *	Cambio CX 557	0:03:00							
													2 vagones descarrilados	Cerca TV 12	0:01:30							
1	10		2	TV 3sur	Mary	0:06:00	0:10:10	De TV 4Sur a B.M.	0:03:30	0:09:50	De B.M a TV 1 Sur	0:31:00	Traslado de una tolva a otra para completar la carga *	De tv 3 A TV 4	0:03:00	0:03:00	0:34:00					
		8	TV 4 sur	0:01:30																		
1	10	10		TV 1 Sur	Mary	0:09:12	0:08:40	De TV 1 Sur a B.M.	0:04:50	0:13:05	De B.M TV8 Norte	0:35:47	Material atrapado en la tolva, utilización de barretilla.	TV 1 S	0:10:04	0:21:19	0:57:06					
													Material atrapado en depósito de veta (fuera de boca mina (haciéndolo caer.)	Buzón de trituradora	0:11:15							
1	10		10	TV 8 Norte	Mary	0:09:30	0:09:40	De TV 8 Norte a B.M.	0:06:30	0:20:37	De B.M. a CX 557	0:46:17	Apegando material hacia la tolva	TV 8 N	0:12:20	0:41:45	1:28:02					
													almuerzo	Comedor interior mina	0:21:05							
													Material atrapado en depósito de veta (fuera de boca mina (haciéndolo caer.)	Buzón de trituradora	0:08:20							
1	10		6	Crucero 557	KATTY		0:05:30	Desde Cx 557 hasta TV 12 N	0:05:10	0:09:20	De B.M. a Bodega	0:32:52	Empujando pala neumática para dejarla en su sitio. *	Desde el cambio del CX hasta frente de trabajo	0:00:50	0:23:56	0:56:48					
																				Intercambio de vagones, llenos por vacíos(6 carritos)	CX 557	0:02:50
																				Descarrilamiento de un vagón	En cambio CX 557	0:00:30
																				Descarrilamiento de la locomotora	En el cambio CR 557	0:02:50
																				Acoplamiento de los 6 vagones que tenían material a la locomotora *	En el CX 557	0:01:12
																				Unión de 4 vagones restantes vacíos *	En el CX 557	0:01:00
																				Llenado de 4 vagones en TV 12 Katty *	TV 12 Katty	0:03:12
			4	TV 12 N		0:03:12	0:09:40	De TV 12 N Hasta Boca Mina					Dejando Vagones vacíos en interior mina *	Junto a Bodega	0:11:32							
TOTAL	7	70	20	38		0:38:19	1:28:15		0:29:28	1:40:19		4:16:21				2:23:06	6:39:27					
						TIEMPO DE CARGA	0:38:19						TIEMPO DESCARRILAMIENTO	0:25:40								
						TRANSPORTE CON CARGA	1:28:15						TIEMPO CAMBIO DE VAGONES	0:05:55								
						TIEMPO DESCARGA	0:29:28						APEGANDO MATERIAL	0:22:24								
						TRANSPORTE SIN CARGA	1:40:19						ALMUERZO	0:21:05								
					TOTAL:	HORAS EFECTIVAS	4:16:21						VARIOS *	1:08:02								
						TOTAL:							TIEMPOS MUERTOS	2:23:06								
													LOCOMOTORA CON PERSONAL Y ESPERANDO LOC. 1	0:37:23								
															TOTAL DE HORAS TRABAJADAS	7:16:50						

4.3. TIEMPOS DE TRANSPORTE PARA LA WINCHA

TIEMPOS DE TRANSPORTE PARA LA WINCHA

LUGAR: WINCHA ZAPATO

EXTRACCIÓN DE MATERIAL DEL NIVEL 200

Nro. VALDE	T. transporte Balde lleno	T. transporte balde vacío	TIEMPO DESCARGA	Tiempo Ciclo transporte
	Seg.	Seg.	Seg.	Seg.
1	103	59	10	172
2	105	58	9	172
3	96	57	8	161
4	90	57	10	157
5	93	38	12	143
6	93	58	9	160
7	84	40	5	129
8	101	44	8	153
9	96	37	7	140
10	102	43	6	151
11	88	37	4	129
12	94	47	9	150
13	97	50	8	155
14	104	38	7	149
15	48	49	5	102
16	105	43	6	154
17	103	48	4	155
18	102	58	9	169
19	102	41	8	151
20	115	40	7	162
21	105	37	8	150
22	104	43	7	154
23	107	39	8	154
24	98	56	7	161
25	95	48	8	151
26	107	37	7	151
27	101	39	8	148
28	100	41	7	148
29	99	32	9	140
30	97	42	6	145
31	100	39	8	147
32	109	41	6	156

33	96	37	8	141
34	99	49	6	154
35	997	42	8	1047
36	100	41	7	148
37	88	42	7	137
38	96	44	9	149
39	83	32	10	125
40	99	39	7	145
41	90	37	8	135
42	95	37	7	139
43	97	44	8	149
44	88	40	7	135
45	96	38	8	142
46	94	49	7	150
47	97	45	8	150
48	88	40	7	135
49	93	38	9	140
50	108	41	6	155
51	97	40	8	145
52	84	43	6	133
53	96	37	7	140
54	97	36	8	141
55	100	38	7	145
56	94	33	8	135
57	95	39	7	141
58	80	41	8	129
59	98	30	7	135
60	101	41	8	150
61	92	38	7	137
62	97	33	9	139
63	94	39	6	139
64	92	35	8	135
65	95	37	6	138
66	92	38	7	137
67	97	43	8	148
68	96	41	7	144
69	90	39	9	138
70	99	40	6	145
71	84	40	8	132
72	74	42	7	123
73	95	40	8	143
74	94	41	7	142
75	97	38	8	143
76	95	41	7	143
77	96	42	8	146
78	99	40	7	146

	79	95	32	8	135
	80	95	41	7	143
	81	96	48	9	153
	82	83	51	6	140
	83	85	38	8	131
	84	103	47	6	156
	85	93	40	8	141
	86	96	36	7	139
	87	78	42	8	128
	88	91	43	7	141
	89	98	42	8	148
	90	101	41	7	149
TOTAL	90	9481	3757	673	13911
TIEMPO		2 h 38min 1seg	1h 2min 37seg	11min 13seg	3h 51min 51seg

Tabla 12-4: Control de tiempos de acarreo con Wincha Zapato
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

TABLA TIEMPOS DE CARGA DE MATERIAL AL VALDE DEL WINCHE

LUGAR:	WINCHE ZAPATO
	Nivel 200
HASTA:	MARY
	NIVEL 0/TOLVA 2
MATERIAL :	CAJA

LLEGADA A FRENTE DE TRABAJO:	7:10 AM
------------------------------	---------

VALDES	TIEMPO CARGA	TIEMPO TRANSP. LLENO	TIEMPO TRANSP. VACIO	T. CICLO DE TRASPORTE
	Seg.	Seg.	Seg.	seg
1	8	14	7	29
2	7	13	8	28
3	8	10	6	24
4	4	20	6	30
5	5	7	7	19
6	6	11	5	22
7	8	8	8	24
8	7	10	7	24
9	6	11	6	23
10	6	9	6	21
11	7	10	7	24
12	8	12	7	27
13	7	11	7	25
14	11	7	6	24
15	8	12	6	26
16	6	7	5	18
17	9	10	10	29
18	10	8	5	23
19	5	9	10	24
20	22	6	8	36
21	5	8	7	20
22	4	7	7	18
23	5	8	8	21
24	11	6	5	22
25	26	8	8	42
26	6	6	8	20
27	6	9	10	25

28	4	6	6	16
29	4	11	8	23
30	8	12	9	29
31	4	10	11	25
32	5	9	7	21
33	5	9	11	25
34	4	7	8	19
35	5	9	8	22
36	4	7	7	18
37	4	10	7	21
38	3	7	8	18
39	5	11	9	25
40	10	7	10	27
41	6	7	8	21
42	8	8	10	26
43	7	11	13	31
44	5	8	10	23
45	5	9	11	25
46	9	8	8	25
47	15	8	8	31
48	5	7	7	19
49	10	7	8	25
50	14	7	9	30
51	6	10	6	22
52	14	7	7	28
53	8	9	9	26
54	8	7	8	23
55	6	9	12	27
56	6	9	6	21
57	5	9	8	22
58	10	8	6	24
59	11	10	7	28
60	12	10	10	32
61	9	11	9	29
62	11	7	7	25
63	10	10	7	27
64	6	5	7	18
65	9	7	9	25
66	9	4	7	20
67	12	8	8	28
68	6	6	7	19
69	12	8	9	29
70	12	8	8	28
71	10	8	9	27
72	13	6	7	26

73	8	9	8	25
74	10	6	9	25
75	6	7	7	20
76	8	7	7	22
77	14	10	8	32
78	16	8	8	32
79	8	6	8	22
80	9	8	7	24
81	3	13	7	23
82	5	9	7	21
83	6	10	8	24
84	13	7	6	26
85	5	7	6	18
86	5	7	7	19
87	4	6	9	19
88	3	6	9	18
89	5	11	6	22
90	6	6	7	19
91	4	8	6	18
92	3	5	9	17
93	4	8	7	19
94	5	6	8	19
95	3	6	5	14
96	4	6	7	17
97	5	6	6	17
98	3	7	5	15
99	6	6	5	17
100	5	7	6	18
101	4	7	6	17
102	4	5	5	14
103	5	9	7	21
104	4	5	7	16
105	5	5	8	18
106	5	5	8	18
107	9	6	6	21
108	9	6	7	22
109	8	7	6	21
110	10	6	8	24
TOTAL:	814	897	830	2541

42min 21seg

Tabla 13-4: Control de tiempos de carga al Wincha Zapato
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

4.4. RESULTADOS Y MEDIDAS.

Al hacer el análisis de esfuerzo de tracción y potencia del motor para superar una gradiente de 1,7% y determinando las características del motor de las locomotoras una alternativa sería locomotoras con Motores eléctricos por alambre trolley.

Las locomotoras eléctricas son máquinas que arrastran carros de un tren (carros mineros) y son impulsados por medio de motores que funcionan con C. C., constituidos por equipos y accesorios eléctricos y mecánicos.

Las locomotoras a trolley son las más eficientes, si bien el costo inicial más elevado, los beneficios que reporta tener este sistema. Aparte de confiabilidad es el rendimiento lo que se traduce en un menor costo/beneficio, una línea de trolley bien instalada con todos sus elementos de protección y seguridad. Y con lo consiguiente correcta ubicación de los rectificadores a lo largo de la línea, siempre permite que las locomotoras estén alimentadas con una tensión de +1-10% de la tensión nominal de sus motores.

4.4.1. Características locomotora trolley.

Las locomotoras mineras a trolley, están destinadas para el transporte horizontal sobre rieles, especialmente en minas con medio húmedo y polvoriento sin riesgo de explosión de los polvos de carbón y gases metano. Es capaz de desplazarse por carriles con pendiente superable de hasta (2%) y a temperaturas desde - 10 hasta + 35 °C. Las locomotora en sus diferentes modelos están impulsadas por dos motores eléctricos trifásicos asíncronos con enfriamiento autónomo y con variación de revoluciones por convertidor de frecuencias, el cual facilita una marcha constante, así como también un frenado efectivo, garantizado por dos sistemas de frenos independientes para ambos puentes, el freno electrodinámico - con los motores eléctricos y cajas de velocidades, y los

frenos mecánicos de dos circuitos directamente en las ruedas. Esta locomotoras cuenta con una o dos cabinas cerrada con visión y mando para ambas direcciones de desplazamiento.

El código de la minería da las pautas necesarias referentes a la sustentación de la línea, como así la altura mínima permisible.

- Línea de Cauville o riel de 25 lb. con sus respectivos accesorios, para locomotoras de 5 TM., con carros mineros de 2 TM. Los durmientes deben ser colocados a 1 metro y con sus respectivas sapas y monas en los cambios; con guarda líneas en cambios y curvas.
- Línea trolley a un metro ochenta (1.8m) de altura como mínimo desde la línea de cauville o riel.
- Establecer semáforos en cruces con su respectiva sirena.
- El circuito de la línea cauville debe ser cerrado para que la locomotora ingrese y salga jalando el convoy.
- El personal: 1 Motorista y 1 ayudante.
- La tensión de la línea trolley debe ser corriente continua mínimo de 220 V.

Análisis técnico económico

Para el cálculo de las características del motor de las locomotoras se considerará la trayectoria que tenga la mayor distancia total, es decir, la trayectoria crítica. En el caso del presente trabajo, se seleccionará la segunda opción, es decir, una locomotora con motor eléctrico, por razones medioambientales (no genera monóxido de carbono, como es el caso de los motores a diésel) y requieren conexiones a fuentes de energía de forma intermitente (en el caso de trolley, se requiere una conexión constante y además existen peligros adicionales por las instalaciones de alambres que se requieren, superables con las correspondientes medidas de seguridad).

En la mina anualmente en promedio se extrae entre desmonte y mineral 132380,00 Ton. Con gasto anual de US\$ 161 030,66.

2015	TOT.TON_VETA	TOT.TON_CAJA	EXTRACCION_VETA		EXTRACCION_CAJA		TOTAL		RELACION GASTO(VETA/CAJA)US\$
			US\$-EXTRACCION_VETA	US\$-EXTRACCION_VETA_A C.	US\$_EXTRACCION_CAJA	US\$_EXTRACCION_CAJA_AC.	US\$_TOTAL	US\$_TOTAL_AC	
Ene	2.823	6.552	3.161,5	3.161,51	8.190	8.190,38	11.351,89	11.351,89	2,59
Feb	2.711	6.580	3.036,6	6.198,14	8.225	16.415,76	11.262,01	22.613,90	2,71
Mar	3.214	8.476	3.599,7	9.797,83	10.595	27.010,63	14.194,55	36.808,45	2,94
Abr	2.665	7.579	2.984,6	12.782,47	9.474	36.484,56	12.458,58	49.267,03	3,17
May	2.884	9.368	3.230,5	16.012,99	11.710	48.194,11	14.940,07	64.207,10	3,62
Jun	2.851	7.813	3.193,3	19.206,29	9.767	57.960,75	12.959,94	77.167,04	3,06
Jul	2.609	8.570	2.922,4	22.128,68	10.713	68.673,36	13.635,01	90.802,04	3,67
Ago	3.173	9.191	3.554,2	25.682,91	11.489	80.162,54	15.043,41	105.845,45	3,23
Sep	2.760	8.040	3.091,5	28.774,42	10.050	90.212,53	13.141,50	118.986,95	3,25
Oct	2.941	9.904	3.294,0	32.068,44	12.379	102.591,91	15.673,41	134.660,36	3,76
Nov	2.755	8.765	3.086,0	35.154,40	10.956	113.548,20	14.042,25	148.702,60	3,55
Dic	2.806	7.349	3.142,3	38.296,73	9.186	122.733,93	12.328,05	161.030,66	2,92
TOTAL	34.193,5	98.187,1	38.296,7		122.733,93		161.030,66		
PROMEDIO	2.849,5	8.182,3	3.191,4		10.227,83		13.419,22		3,02

Tabla14-4: Costos de extracción anual de la mina.

Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

Productividad en el transporte con locomotora.

El gráfico mostrado obtenemos los costos unitarios por ciclo de la locomotora; de la cual, debemos hallar un “punto de equilibrio” entre el rendimiento de la locomotora y sus respectivos costos unitarios por ciclo, para determinar un punto en la cual nos indique una productividad equilibrada a un costo y distancia económica.

Esta locomotora cuenta con 10 carros U-35, el objetivo es conseguir el Rendimiento Horario (TM/Hr), el recorrido que realiza la locomotora en evaluación desde Bocamina a la TV 8N de ciclo de trabajo 3.026 km., transporta 13,41 TM/Hr. A un costo de 1.46US\$/TM (a todo costo equipo y operación).

Al observar el grafico la productividad equilibrada a un costo y distancia económica de transporte es de 1.90 km y que a medida que se incrementa la distancia el tonelaje de transporte disminuye y el costo por ciclo se incrementa en 3% promedio.

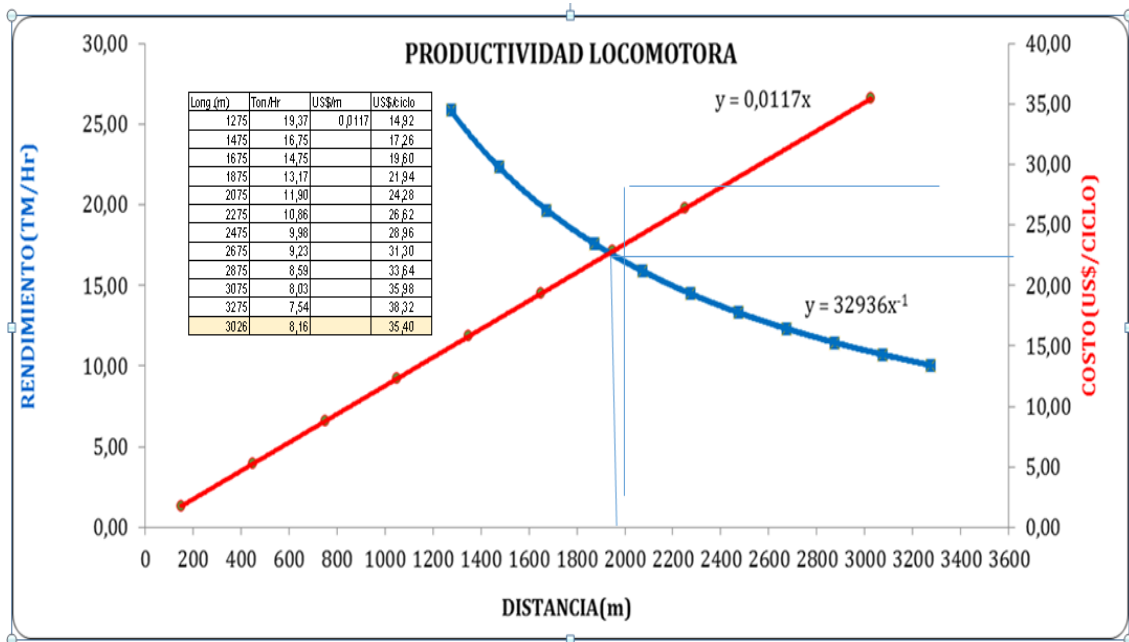


Figura 1-4: Productividad de la locomotora.
Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

Resultados de mejoras en transporte de locomotoras.

De los gráficos mostrados podemos notar que la locomotora trolley, tendrá mayor rendimiento y menores costos, para las distancias de transporte de las locomotoras existentes, la locomotora a batería transporta 38.56 TM/Hr, para una distancia de 3.35 Km. A un costo de 1.46 \$/TM. En cambio la locomotora trolley rendiría 63.56 TM/Hr, a un costo de 1.04 \$/TM. Haciéndola más productiva a dicha distancia.

Especificaciones de las locomotoras trolley.

CARACTERISTICAS DE LA LOCOMOTORA TROLLEY			
CARACTERISTICAS	LOCOMOTORA TROLLEY 1	LOCOMOTORA TROLLEY 2	LOCOMOTORA TROLLEY 3
POTENCIA(hp)	20	18	48.27
CAPACIDAD DE ARRASTE (Ton)	40	30	60
VELOCIDAD Km/h	20	10	30
MARCA	SERMINSA WR20T	Shuangli CJY3	Shuangli CJY6
PESO (Ton)	4	3	6
FUENTE DE ENERGIA	220 V	220V	220/550 V

Tabla 15-4: Características de las locomotoras trolley

Elaborado por: Ríos Wilmar. (2016)

Análisis: al implementar las locomotoras trolley según los parámetros técnicos estas pueden superar fácilmente gradientes mayores al 2% y trabajar eficientemente ya que son suministradas una carga constante de energía.

Cuadro comparativo de precios entre locomotoras a batería y trolley.

COSTO LOCOMOTORA A BATERÍA	
Descripción	costo anual
Costo locomotora	5668.66
Costo de la fuente de alimentación	9374.87
Personal	16200
Cargador de baterías	11293.58
Mantenimiento preventivo	6034.1
costo total anual	48571.21
costo diario/locomotora	133.80
Promedio/ton/día	91.34
Promedio viajes/locomotora	6.1
Costo transporte/Ton	1.46
Observaciones: se tiene en consideración la vida útil de cada uno de los elementos como son, locomotora(5 años),banco de baterías(3 años), cargador de baterías(5años); dividiendo el costo total para la vida útil del mismo	

COSTO LOCOMOTORA TROLLEY	
Descripción	costo anual
Costo locomotora	4400
Costo de la fuente de alimentación	4539
Personal	16200
generador 220v/400v	7000
Mantenimiento preventivo	2400
costo total anual	34539
costo diario/locomotora	95.15
Promedio/ton/día	91.34
Promedio viajes/locomotora	6.1
Costo transporte/Ton	1.04
Observaciones: se tiene en consideración la vida útil de cada uno de los elementos como son, locomotora(5 años),tendido eléctrico, generador(5años); dividiendo el costo total para la vida útil del mismo	

Tabla16-4: Cuadro de precios de las locomotoras.

Elaborado por: Ríos Wilmar (2016).

Análisis: Como podemos apreciar en el cuadro anterior al implementar las locomotoras trolley existe un ahorro de 42 ctvs. Por tonelada transportada lo que equivale un ahorro de 6.26 dólares por viaje, suponiendo un ahorro anual por transporte de 55704.18 dólares.

Análisis de los elementos para la implementación del trolley.

Para la implementación del trolley se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros constantes y variables para realizar la comparación entre la propuesta y las locomotoras ya existentes (baterías):

- Gradiente
- Rieles
- Tendido eléctrico
- Cambios de vía

Análisis de optimización por locomotoras a baterías: de los parámetros ya mencionados se deben optimizar para un mayor rendimiento la gradiente y los cambios de vía para evitar descarrilamientos, no es necesario tendido eléctrico.

Pero si bien estos parámetros deben ser mejorados no son económicamente rentables es decir realizar un cambio de la gradiente sugiere reestructurar el diseño de la mina ya que disminuir la gradiente de 1.7 (crítica) a 0.6(óptima) en una distancia de 1500 metros hasta el lugar de carga tv 8N, implica cambiar 16.5 metros verticales y por un ancho de la vía de 2.5 metros lo que nos da un volumen a extraer de material estéril de 31000 metros cúbicos equivalentes a 5 meses de explotación de la mina sin beneficios.

Análisis de optimización por locomotoras trolley.

De los parámetros ya mencionados para la utilización del trolley se debe implementar el tendido eléctrico que funcione con corriente continua a 220v y optimizar los cambios de vía para evitar descarrilamientos. El tendido eléctrico para el nivel principal tiene un costo de 15\$ por metro lineal generando un costo total de 45390 dólares.

Análisis del acarreo en los niveles secundarios.

Actualmente el transporte en las galerías o niveles secundarios, se lo realiza mediante carros mineros Z20 con la ayuda de dos a tres personas por la dificultad que demanda las condiciones del terreno como son: no se lleva un control topográfico en cuanto a la gradiente, falta de estandarización en las secciones, irregularidades del piso de la galería.

Es necesario evaluar el sistema de transporte en dicho sector para mejorar sus condiciones y optimizar tiempos y costos.

Análisis del transporte de material por winchas.

La situación actual del transporte de material por winchas como podemos apreciar en el control de, Por la irregularidad de la superficie del pique ocurren descarrilamientos del balde ocasionando pérdidas en los tiempos. Se recomienda estandarizar el ángulo de los piques para optimizar los tiempos evitando descarrilamientos y optimizando tiempo.

CAPITULO V

5.1. CONCLUSIONES

- El transporte con locomotoras a baterías tiene la particularidad de trabajar en mejores condiciones con gradientes no mayores a 0.6%, pero al trabajar con una gradiente crítica de 1.7% es necesario mayores costos de mantenimiento con menor número de viajes, haciendo que la vida útil de las locomotoras y de las baterías disminuyan considerablemente.
- Según el análisis realizado en el control de tiempos de las locomotoras el mayor problema que produce pérdidas de tiempos, es el descarrilamiento por el deterioro de los cambios de rieles.
- Para optimizar el transporte por locomotoras, sea a batería o trolley es necesario considerar parámetros técnicos (ratio de curvatura, peralte, ancho entre riel-riel y especificaciones técnicas del equipo) con el fin de evitar descarrilamientos y aumentar la eficiencia en el transporte.
- Las locomotoras tipo trolley son más eficientes para el transporte de material, pues estas pueden trabajar a pendientes elevadas (2%), y no es necesario detener el transporte cambiar su fuente de alimentación (baterías).
- Para la utilización de las locomotoras trolley no es necesario cambiar los rieles debido a que se cuenta con tendido para las locomotoras a batería actualmente disminuyendo el costo de presupuesto.
- Para la implementación del trolley es necesario un tendido eléctrico que funcione con corriente continua a 220v y 120 amperios.
- La implementación del trolley supone un ahorro de 42ctvs por tonelada transportada.

- Para mejorar el transporte en los niveles secundarios se recomienda estandarizar las pendientes ya que la irregularidad de los piques y el terreno provoca pérdidas de tiempos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener en cuenta este proyecto técnico para el uso adecuado en la optimización del transporte en minería subterránea.
- Se recomienda que para los avances posteriores se considere una gradiente no mayor al 0.6% con ayuda de topografía para aumentar la eficiencia en el transporte.
- Se sugiere realizar el mantenimiento preventivo de todos los equipos de transporte mecanizado.
- Se recomienda que para el caso de implementar las locomotoras trolley se lo realice progresivamente en un periodo de 6 meses para no obstaculizar el ciclo actual de transporte.
- Se recomienda al utilizar las locomotoras trolley, emplear las locomotoras a batería que posee la compañía actualmente como uso exclusivo para transporte de personal, accesorios de mina (madera, cerchas, explosivos) y para emergencias.

5.3. GLOSARIO

Locomotora: Las Locomotoras eléctricas de mina son equipos fundamentales en el proceso de extracción de minerales, realizando múltiples funciones, tales como: Transportes personal, de maquinarias y equipos, de materiales y principalmente el transporte de mineral.

Vagón U35: Pequeño vehículo que circula por rieles tendidos de vía estrecha para el transporte de minerales y estériles de una mina, mediante una locomotora a la que es enganchada.

Vagón Z20: Pequeño vehículo que circula sobre la superficie por medio de llantas de caucho, en minería subterránea se la emplea para la extracción de mineral o estéril.

Acarreo: Es el transporte de material que se lo efectúa en las galerías dentro de mina, mediante los vagones Z20 desde la tolva de alimentación hasta la chimenea de descarga.

Baterías de Locomotora: Se denomina batería, batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente acumulador, al dispositivo que consiste en una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en electricidad. Cada celda consta de un electrodo positivo, o ánodo y un electrodo negativo, o cátodo y electrolitos que permiten que los iones se muevan entre los electrodos, facilitando que la corriente fluya fuera de la batería para llevar a cabo su función.

Cargador de baterías: Un cargador de baterías es un dispositivo utilizado para suministrar la corriente eléctrica o tensión eléctrica que almacenará una -o varias simultáneamente- pila recargable o una batería. La carga de corriente depende de la tecnología y de la capacidad de la batería a cargar.

Gradiente: Se toma como campo escalar el que se asigna a cada punto del espacio una presión P (campo escalar de 3 variables), entonces el vector gradiente en un punto genérico del espacio indicará la dirección en la cual la presión cambiará más rápidamente.

Riel: Son barras metálicas sobre las que se desplazan las ruedas de los trenes y tranvías. Los rieles se disponen como una de las partes fundamentales de las vías férreas y actúan como soporte, dispositivo de guiado y elemento conductor de la corriente eléctrica.

Durmientes: En vías férreas, las traviesas o durmientes son los elementos transversales al eje de la vía que sirven para mantener unidos y a la vez a una distancia fija a los dos

carriles que conforman la vía, así como mantenerlos unidos al balasto, transmitiendo el peso del material rodante al balasto y, por intermedio de éste, al suelo.

Cargadora Neumática: Esta máquina funciona a base de aire comprimido y sirven para cargar los vagones U 35, a este mecanismo se lo manipula con controles que presenta en su exterior, necesariamente se debe contar con una persona que la manipule para su funcionamiento.

Motorista: Es la persona autorizada para el manejo de las locomotoras de mina. Posee un BREVETE especial. El motorista es el responsable de las maniobras del convoy, además, es quien debe reportar al personal de mantenimiento Eléctrico – mecánico toda falla que sabe del equipo

Ayudante de Motorista: Es la persona que acompaña al motorista durante el proceso de transporte de mineral o estéril.

Cuevear: Técnica de voladura controlada que consiste en sircar a la veta, generalmente se trabaja en vetas angostas.

Crucero: Obra minera subterránea que se desarrolla en caja que tiene un rumbo perpendicular a la dirección de las vetas principales paralelas.

Chimenea: Excavación vertical o inclinada que desemboca directamente en la superficie y está destinada a la extracción del mineral, al descenso y al ascenso del mineral y los materiales. En la chimenea van canalizados los cables eléctricos, las tuberías de conducción de agua y aire comprimido; a través de la chimenea se efectúa la ventilación de todas las labores subterráneas.

Estéril: Parte del yacimiento sin contenido mineral o que éste no es de valor comercial, encontrados entre los materiales de desmonte y la mena. Terrenos que recubren o rodean la formación geológica que forma el yacimiento.

Falla: Superficie de contacto entre dos bloques que se desplazan en forma diferencial uno con respecto al otro. Se pueden extender espacialmente por varios cientos de km y en forma temporal por varios millones de años.

Frente: “Superficie libre en una voladura”

Galería: Excavación horizontal, o poco inclinada que reciben distintos nombres según su función o su posición respecto a la roca a explotar. La parte superior de una galería se denomina corona, y las paredes hastiales, se emplea para el acceso de las personas a la mina, para sacar el mineral, para ventilación situado cerca del pozo principal lleva aire fresco y evita la acumulación de gases peligrosos.

Malla: “Es la forma en la que se distribuyen los taladros de una voladura, considerando básicamente a la relación de burden y espaciamiento y su dirección con la profundidad de taladros”.

Martillo Perforador: Equipo manual o mecánico, operado por una fuente de poder o hidráulico, utilizado para perforar agujeros o barrenos destinados a la detonación o a la instalación de pernos de anclaje para la roca.

Nivel: Galerías horizontales en un horizonte de trabajo en una mina; es usual trabajar las minas desde una chimenea de acceso, y se establecen niveles a intervalos regulares, generalmente con una separación de 50 metros o más.

Pala Mecánica: Máquina usada, particularmente en minería subterránea, para el arrastre, cargue y transporte de mena, carbón o material estéril en distancias cortas. Consiste en una pala pequeña (un balde con un borde cortante) accionada por un malacate neumático equipado con dos o tres tambores de cable.

Perforación: “Es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es el de abrir en la roca huecos cilíndricos destinados a alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores, denominados taladros, barrenos, hoyos, o blasthole”.

Pique: Perforación vertical para el acceso de las personas a los niveles y para sacar el mineral y para mejorar el sistema de ventilación.

Scraper: Equipo eléctrico utilizado para el rastrillaje mediante una cuchara de arrastre, el equipo consta de los siguientes componentes: Rastrillo, cuchara de arrastre o scraper, winche o cabrestante (motor y tambora), roldana o polea, cable metálico, plataforma o base de apoyo.

Señalética: Son señales que nos indican las normas y procedimientos a realizar o seguir dentro de la mina.

Subterráneo: “Excavación natural o hechas por el hombre debajo de la superficie de la tierra”.

Subnivel: Nivel intermedio elaborado a una corta distancia por encima o debajo de un nivel principal, con el objeto de facilitar la extracción de una cámara de explotación.

Sulfuros: Compuesto de azufre y algún otro elemento.

Tanda: “Es el número de taladros de perforación efectuados en una tarea normal de 6 horas al día”.

Tolva: Apertura subterránea en el fondo de una cámara o frente de explotación por donde se conduce el material extraído.

Veta: Cuerpo de roca tabular o laminar que penetra cualquier tipo de roca. Se aplica este término particularmente para intrusiones ígneas de poco espesor como diques o silos y cuyos componentes más comunes son cuarzo o calcita.

Voladura: “De acuerdo con los criterios de la mecánica de rotura, la voladura es un proceso tridimensional, en el cual las presiones generadas por explosivos confinados dentro del taladro perforados en roca, originan una zona de alta concentración de energía que produce dos efectos dinámicos; fragmentación y desplazamiento”.

Wincha: Es una máquina utilizada para levantar, bajar, empujar o tirar la carga mediante un sistema de poleas.

CAPITULO VI

6.1. RESUMEN

La presente investigación propone: realizar un análisis del transporte por locomotoras eléctricas y a baterías en el nivel principal, abastecimiento de los niveles secundarios en Produmin S.A; este análisis servirá para definir cuál transporte es más económicamente rentable, y los problemas por los cuales el transporte en interior mina es ineficiente. Para la interpretación de los resultados se debe tomar en cuenta la base teórica como son: resistencia a la gradiente, esfuerzo a la tracción, radio de curvatura, peralte, entre otros. La metodología de este trabajo se lo realizó llevando un control de tiempos de los diferentes ciclos de transporte y abastecimiento, obteniendo como resultado que el factor más relevante que produce pérdidas en transporte por locomotoras que son los descarrilamientos, gradiente muy elevada, falta de potencia (hp) del motor y la capacidad de la locomotora a batería (TM); en el abastecimiento de los niveles secundarios. Se concluye que el abastecimiento es ineficiente ya que no se tiene un control técnico de las características del terreno, existiendo irregularidades. Se recomienda estandarizar las secciones y llevar un control topográfico de la gradiente. Al realizar la comparación entre las locomotoras a batería y trolley se obtuvo como resultado que el más eficiente es a trolley lo que supone un ahorro anual de 55704.18 dólares.

Palabras claves: locomotoras eléctricas – locomotora trolley -gradiente - interior mina – carro minero z20 – vagones U35

Por: Wilmar Alejandro Ríos Cali



6.2. ABSTRACT

This research proposes: an analysis of transport and battery electric locomotives on the main level, providing secondary levels in Produmin S.A ; this analysis will serve to transport definer that is more economically profitable, and problems by the previous transport is inefficient. For the interpretation of results must take into account the theoretical basis as: gradient resistance, traction effort, radius of curvature, camber, among others. The methodology of this work is done by keeping track of time of different transport and supply cycles, the result being that the most important factor that produces transport losses locomotives are derailments, very high gradient, lack of power (hp) engine and locomotive capacity battery (TM) ; in providing secondary levels. It is concluded that the supply is inefficient because it does not have a technical control of the ground, existing irregularities. It is recommended to standardize sections and bring a topographic gradient control. When comparing between battery and trolley locomotive was obtained as a result that the most efficient trolley is representing an annual savings of \$ 55704.18.

Keywords: electric locomotives - trolley locomotive - gradient - inside the mine - mine cart z20 - U35 wagons.



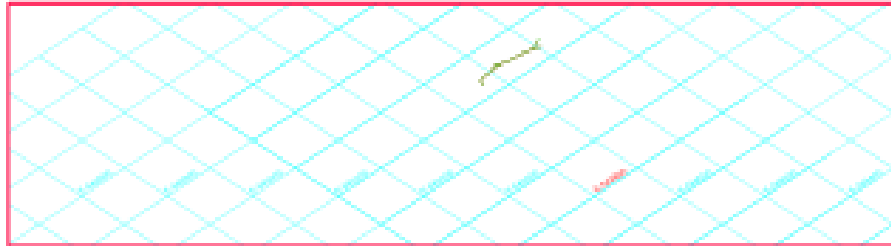
6.3. BIBLIOGRAFÍA

- Arias, S. (1998). *selección de locomotoras electricas para trabajo en mineria*. Simposium, Peru.
- Dayan, A. R. (2015). *Comportamiento geo ambiental de pasivos a partir de datos mineralógicos y análisis químicos de matales pesados de la zona Ponce Enríquez-Bella Rica Proviencia del Azuay*. Loja.
- Díaz, M. (2006). *Carga, transporte y extracción en mineria subterranea*. Asturias: Septem.
- Dunod, S. (1996). *Trasporte, ventilación y servicios generales del fondo* (Vol. II). Barcelona - España: OMEGA.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Canton Camilo Ponce Enriquez. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Del Canton Camilo Ponce Enriquez*. Camilo Ponce Enriquez.
- García, E. O. (2014). *optimización del sistema de explotación utilizado en la mina liga de oro*. Quito.
- Iglesias, J. A. (2013). *perfeccionamiento del sistema de laboreo del nivel principal de la mina subterránea liga de oro, SOMILOR S.A*. Cuenca.
- PRODEMINCA. (2000). *Evaluación de distritos mineros del Ecuador: depósitos porfídicos y Epi – Mesotermales relacionados con Intrusiones de las Cordilleras Occidental y Real*. QUITO.

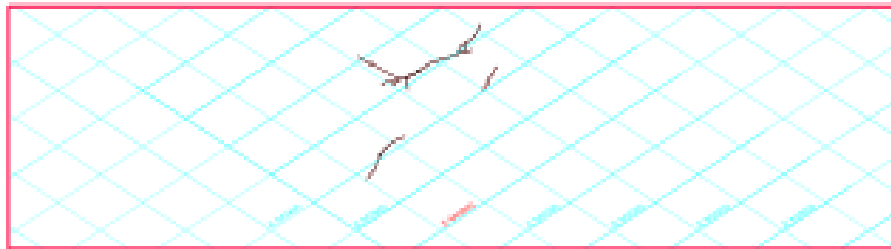
6.4. ANEXOS

A. Plano del nivel principal y los niveles secundarios.

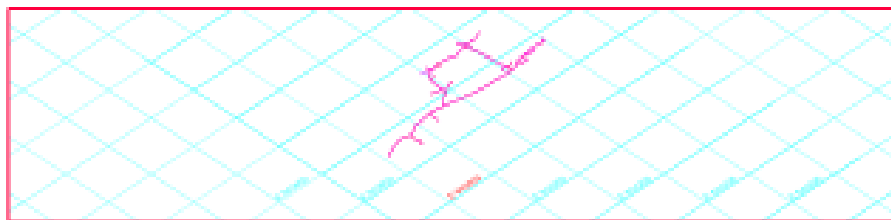
NIVEL 50



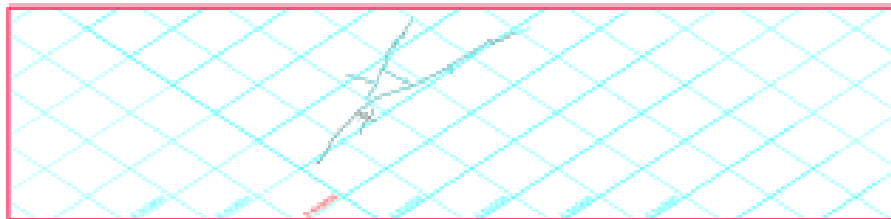
NIVEL 40



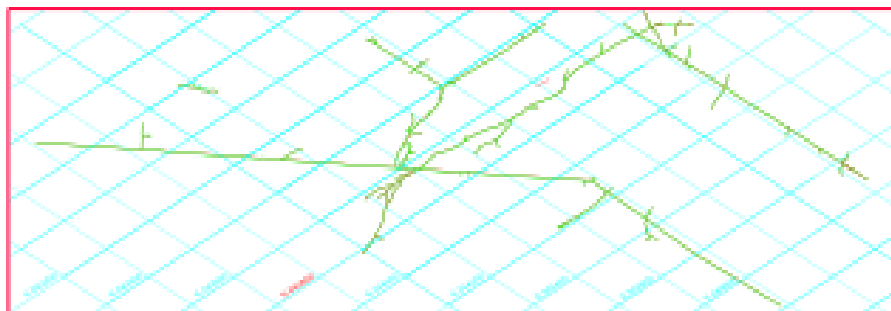
NIVEL 30



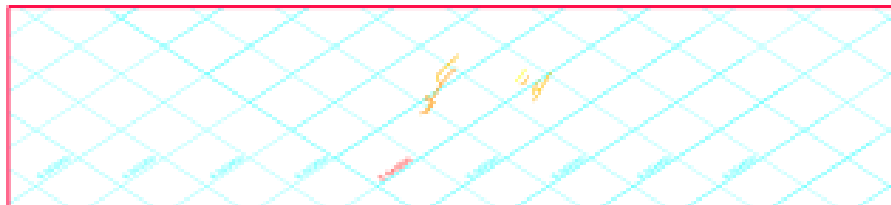
NIVEL 20



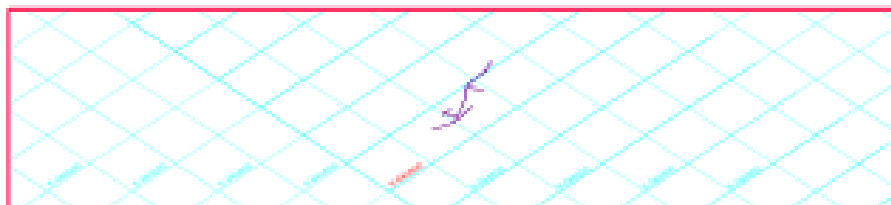
NIVEL 00



NIVEL 100



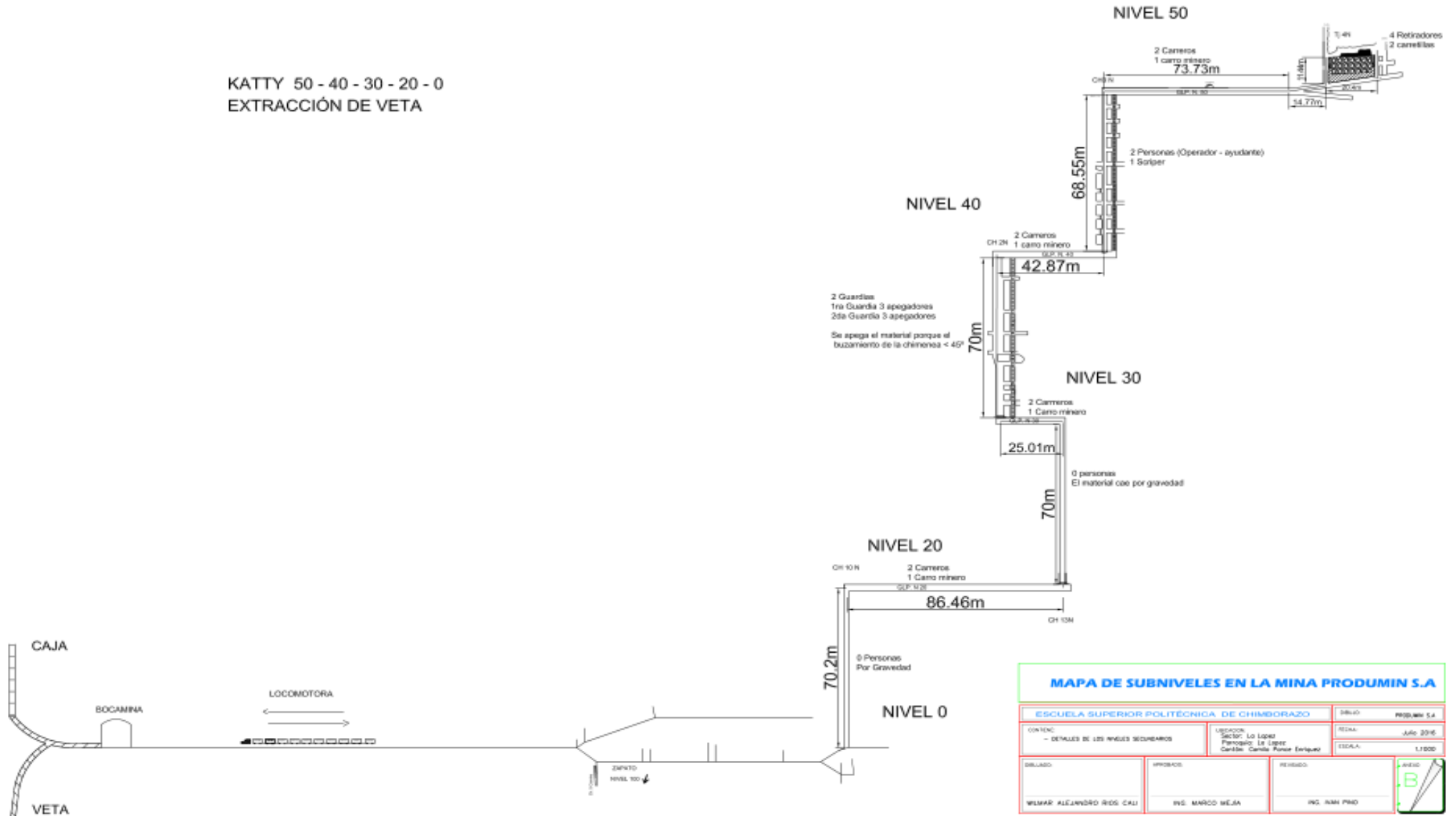
NIVEL 200



B. Mapa de recorrido del nivel 50 de la mina Produmin s.a.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL DEL NV.50 A SUPERFICIE

KATTY 50 - 40 - 30 - 20 - 0
EXTRACCIÓN DE VETA

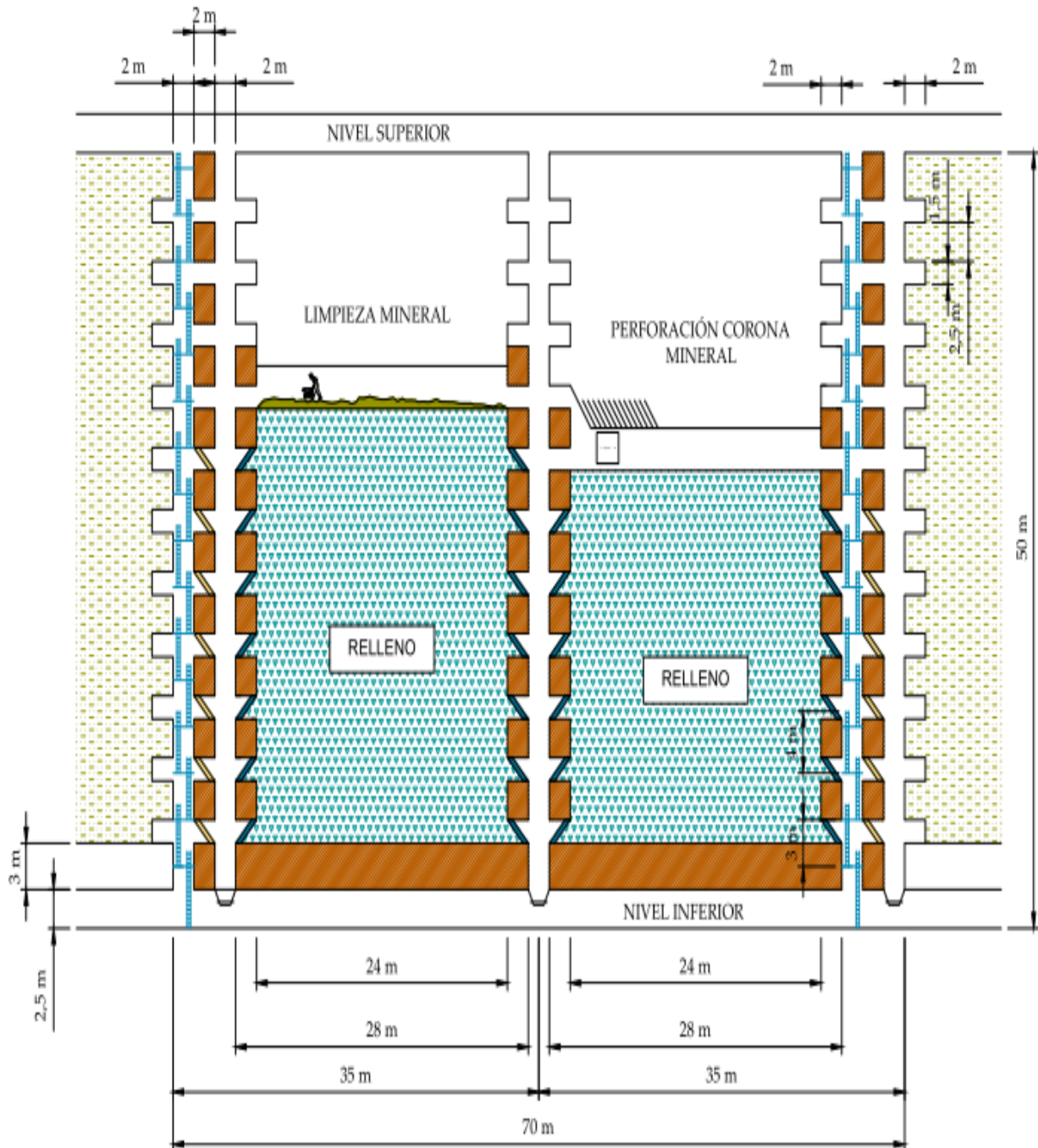


MAPA DE SUBNIVELES EN LA MINA PRODUMIN S.A.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		SECTOR:	PRODUMIN S.A.
CONTENIDO: - DETALLES DE LOS NIVELES SUBTERRANOS		UBICACION: Sector: La Lajita Parroquia: La Lajita Cantón: Cantón Ponce Enriquez	FECHA: JUNIO 2016
DISEÑADO: WILMAR ALEJANDRO RIVERA CAJAL	APROBADO: ING. MARCO VELAZ	REVISADO: ING. JUAN PINO	ESCALA: 1:1000

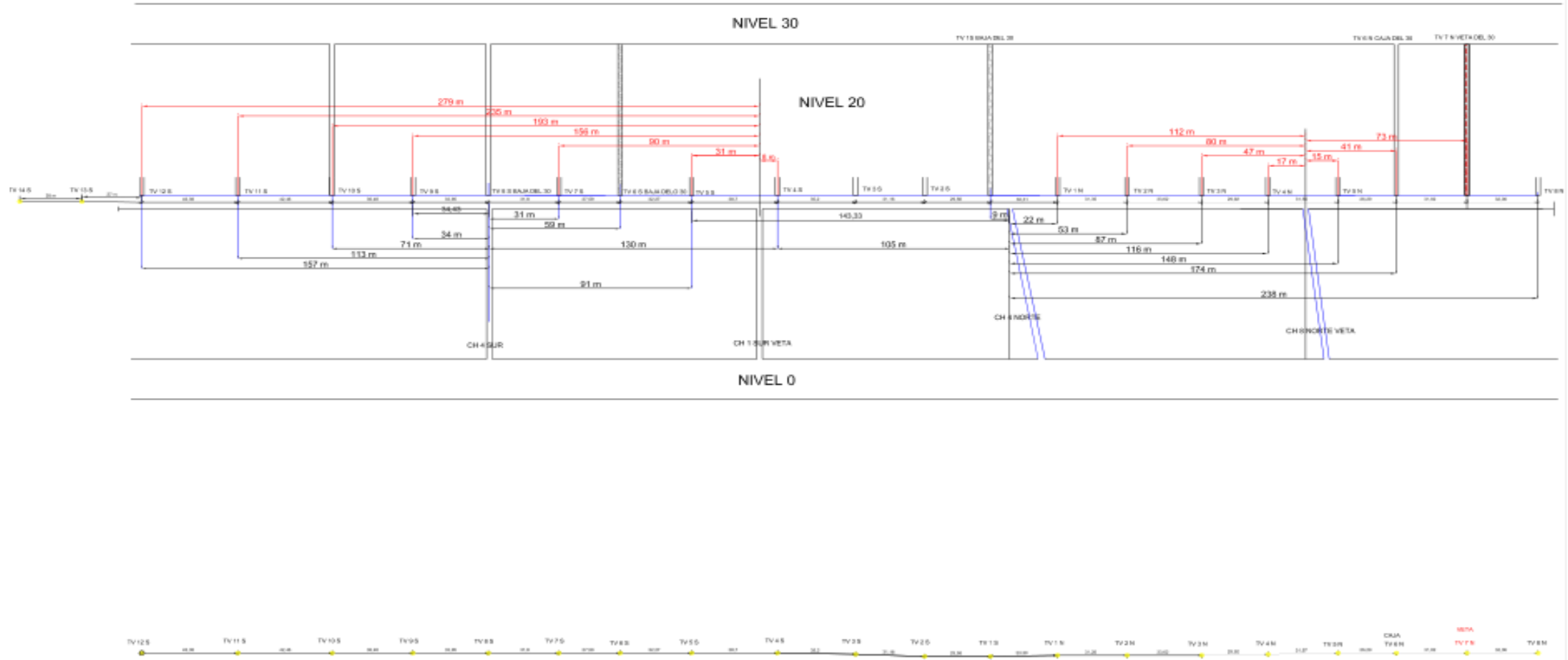
C. Mapa de método de corte y relleno ascendente.

MÉTODO DE EXPLOTACIÓN CORTE Y RELLENO ASCENDENTE SELECTIVO



D. Mapa de distancias de la galería Mary nivel 20.
MARY NIVEL 20 SUR

MARY NIVEL 20 NORTE



GALERÍA MARI NIVEL 20



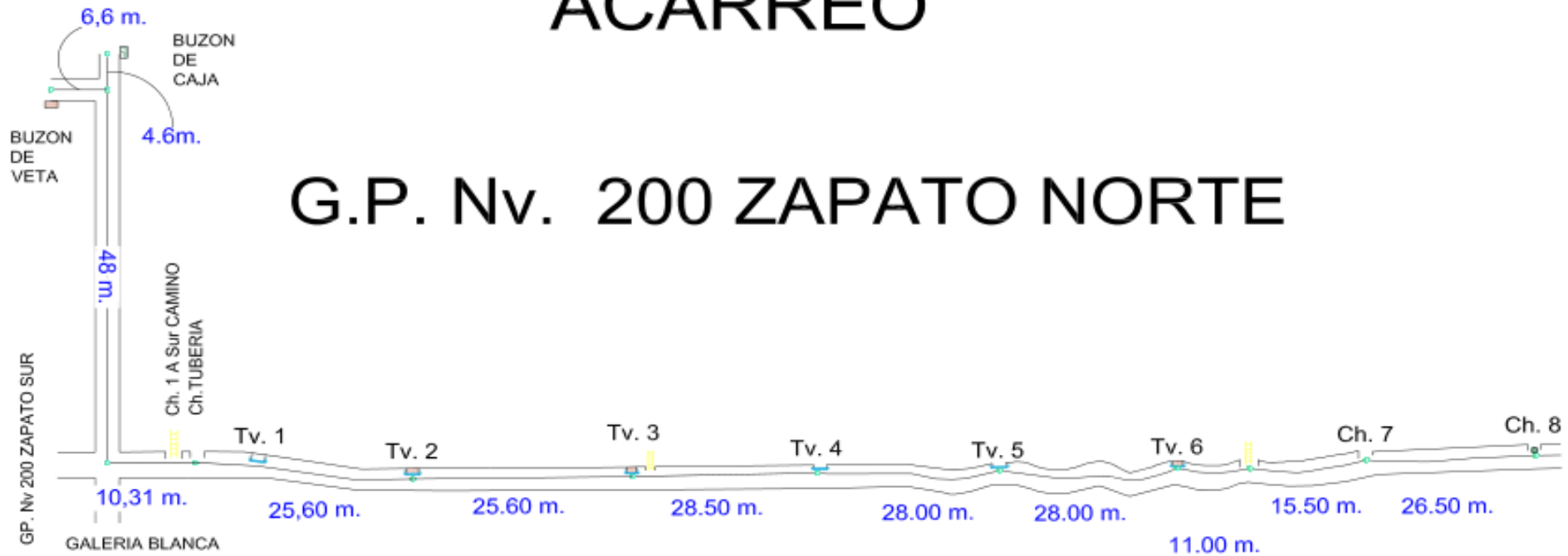
MAPA DE DISTANCIAS DE LA GALERÍA MARY NIVEL 20

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		DESAO:	PRODIMAR S.A.
EDICIÓN: - DISTANCIAS ENTRE OMBONES + BUZONES		SECCION: Sector: La Laguna Parroquia: La Laguna Cantón: Corchillo Panza Chiriquiz	FECHA: Julio 2018
DISEÑO: RILMAR ALEJANDRO RIOS CALI		APROBADO: ING. MARCO MELER	ESCALA: 1:1200
REVISADO: ING. IVAN PINO			

E. Mapa de la galería Zapato nivel 200.

ACARREO

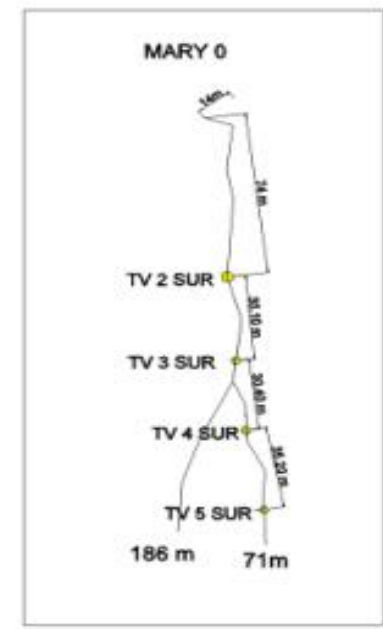
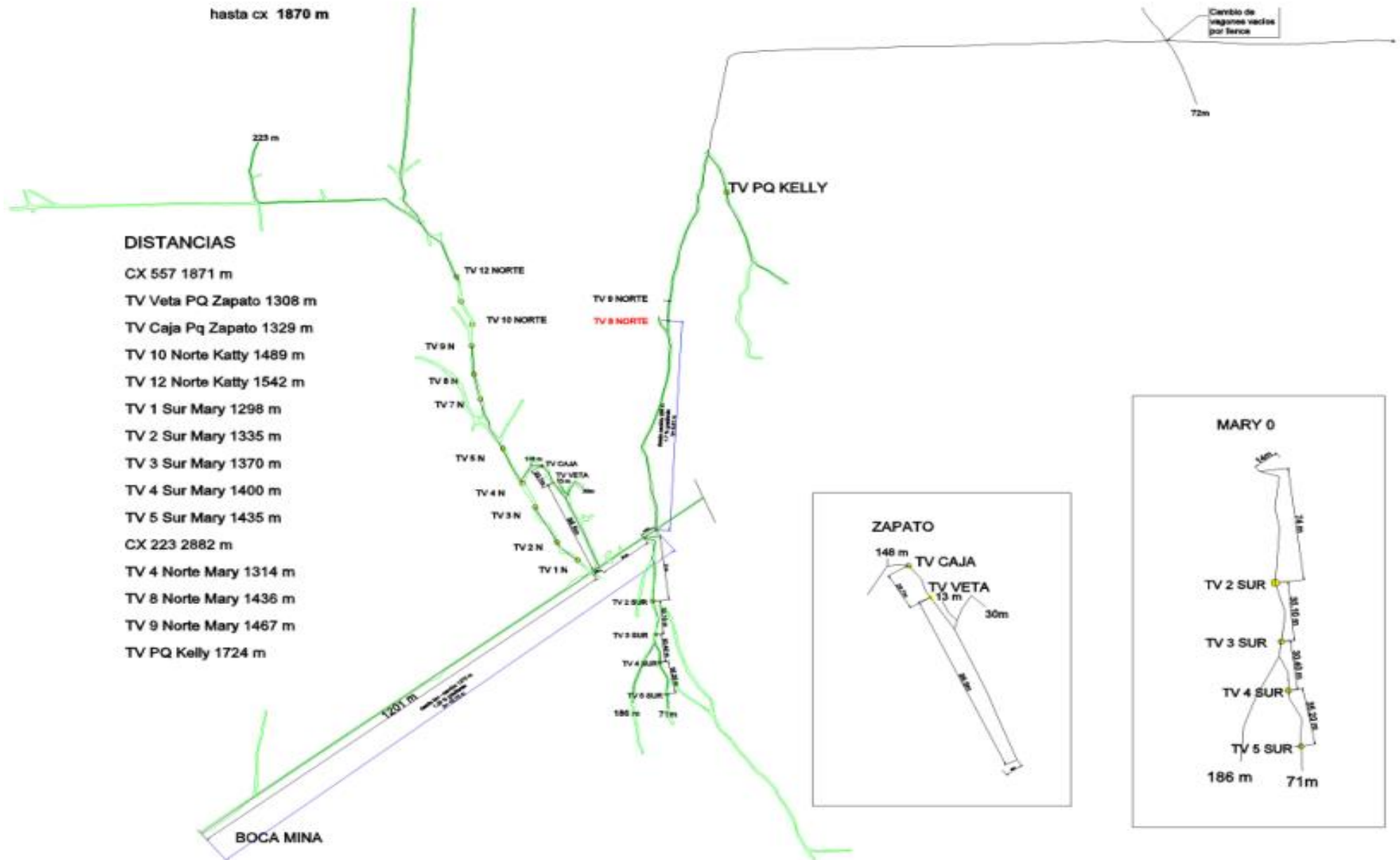
G.P. Nv. 200 ZAPATO NORTE



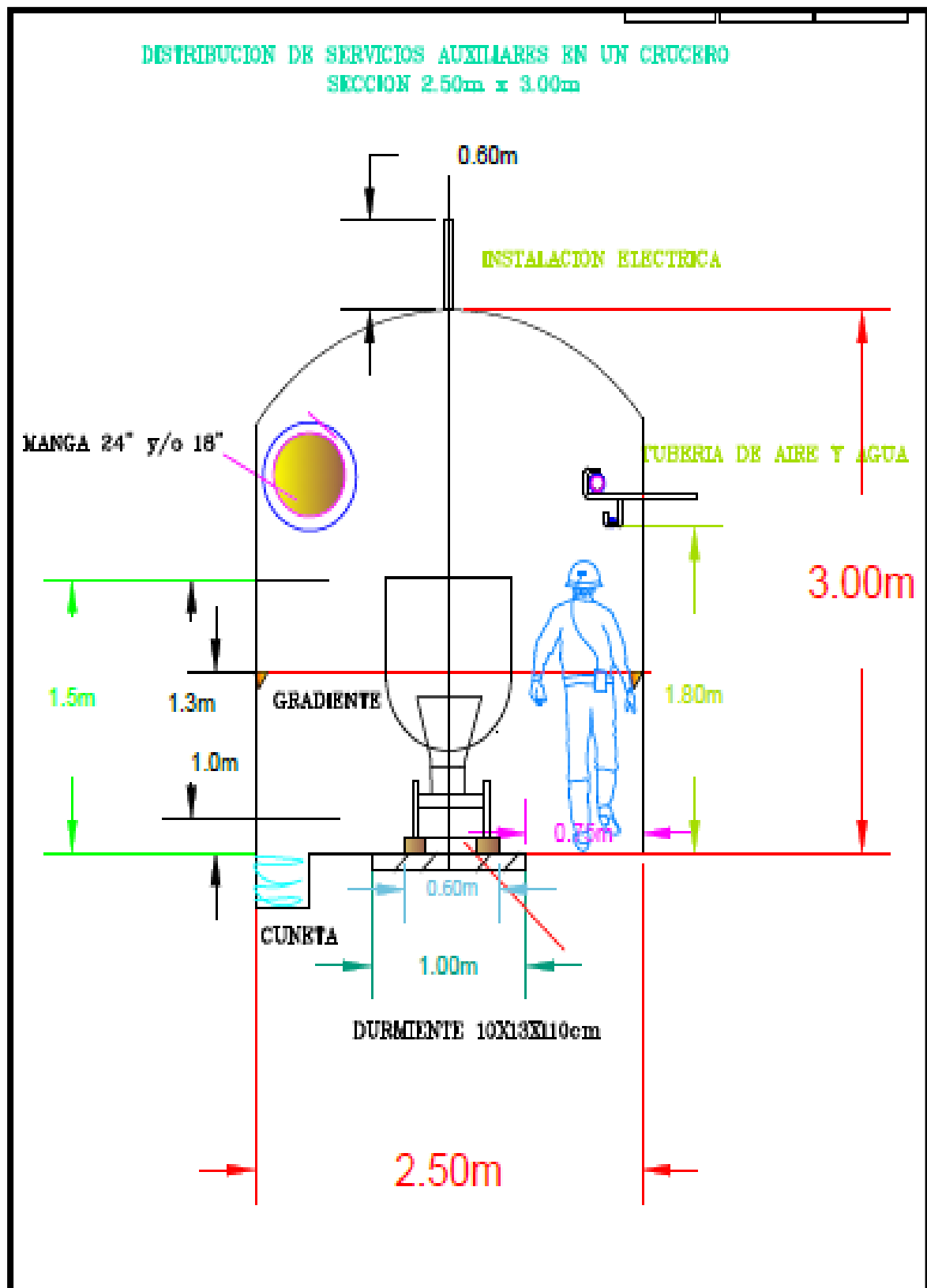
Buzon VETA	90.51 m	Tv. 2	Z 20 = 18	en	01:10:41
Buzon VETA	116.11 m	Tv. 3	Z 20 = 19	en	02:36:00
Buzon VETA	162.61 m	Tv. 6	Z 20 = 6	en	00:59:00
Buzon CAJA	213.61 m	Ch. 8	Z 20 = 2	en	00:33:00

MAPA DE LA GALERIA ZAPATO NIVEL 200			
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		DEBIDO:	PRODIGAR S.A.
CONTROL:	UBICACIÓN:	FECHA:	ESCALA:
-DETALLE DE DISTANCIAS ENTRE TOLMAS	Sección: La Ujasta Parque: La Ujasta Cantón: Comita Paríce Enriquez	Julio 2016	1:500
DEBIDO:	APROBADO:	REVISADO:	ANEXO
WILMAR ALEJANDRO RIOS CALU	ING. MARCO MEJIA	ING. IVAN PINO	E

F. Mapa nivel principal del transporte por locomotoras.



G. Esquema de secciones estándar.



Carros mineros Z20



Cambios de Vías.



Cargadora Neumática.



Acarreo de niveles secundarios.



Planta de tratamiento de mineral.



Generador eléctrico.



Escombrera, transporte del material estéril.



Acarreo del material con wincha.



Tolva de descarga.

