

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

**DIMENSIONAMIENTO DE LA FLOTA DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO
EN LA MINA ANAMA - U.E.A. VALERIA ANTABAMBA – APURÍMAC**

PRESENTADO POR:

Br. LLACTAHUAMANI VALENZUELA, CLIMER

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

ASESOR:

Dr. Ing. VALDIVIA JORDÁN, MAURO

CUSCO – PERU

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

VICE RECTORADO DE INVESTIGACION

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe asesor del trabajo de investigación titulado: “**DIMENSIONAMIENTO DE LA FLOTA DE LOS EQUIPOS DE CARGUIO Y ACARREO EN LA MINA ANAMA – U.E.A. VALERIA ANTABAMBA - APURIMAC.**”

Presentado por **Climer Llactahuamani Valenzuela**, con DNI Nro. **72248079** para optar el Título Profesional de: **INGENIERO DE MINAS**. Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 03 (Tres) veces, mediante el software antiplagio Turnitin, conforme al Artículo 6° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de: **8% (Ocho por ciento)**.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación, tesis, textos, revistas, artículos científicos, material de enseñanza y otros (Art. 7, inc. 2 y 3)

Porcentaje	Evaluación y acciones	Marque con una X
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30%	Devolver al usuario para las correcciones.	-----
Mayores a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a ley.	-----

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software antiplagio.

Cusco, 13 de febrero del 2024

FIRMA

POST FIRMA: Dr. Mauro Valdivia Jordán

DNI Nro.: 23833142

ORCID ID: 0000-0002-7880-4637

Se adjunta:

1. Reporte Generado por el sistema Antiplagio
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio:
<https://unsaac.turnitin.com/viewer/submissions/oid:27259:331060271>

NOMBRE DEL TRABAJO

"Dimensionamiento de la flota de equipos de carguio y acarreo en la mina Anama - U.E.A. Valeria, Anta

AUTOR

Climer Llactahuamani Valenzuela

RECUENTO DE PALABRAS

22290 Words

RECUENTO DE CARACTERES

121184 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

164 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

9.8MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 13, 2024 4:19 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 13, 2024 4:20 PM GMT-5

● **8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 6% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

DEDICATORIA

Para mi **Padre**. Que descanse su alma en paz en la eternidad.

Para mi **Madre**. Por esa comprensión y amor incondicional a lo largo de mis estudios.

Para mi **hermano**; por ser mi guía y apoyo durante esta etapa universitaria y formación profesional.

A Mi familia, que es lo mejor que Dios me ha dado. por su respaldo y ser el motivo de seguir adelante en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Para el alma mater, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, escuela profesional de Ingeniería de Minas donde se impartieron sus conocimientos para mi formación profesional universitaria e inculcándome valores.

Para mi asesor, Dr. Ing. Mauro Valdivia Jordán, por el apoyo teórico - técnico en el presente trabajo.

A los compañeros y amigos de la empresa Anabí S.A.C. que compartieron conocimientos y experiencias, fueron de gran soporte para que se concrete este trabajo de investigación.

INTRODUCCIÓN

En la mina Anama, ubicada en la provincia de Antabamba – Apurímac, se explota a rajo abierto el mineral aurífero (Au), desde el año 2015, con una producción de 22 000 TMD. Esta explotación se realizó en un equilibrio económico, productivo y competitivo. Pero este año nos vemos en el inicio de la etapa final de la vida de la mina.

El cierre progresivo, se dio debido a la reducción del volumen de sus reservas, consecuentemente se tuvo frentes de carguío angostos, baja maniobrabilidad de equipos, etc. Reduciéndose así la productividad de los equipos, teniendo estos antecedentes operativos veo la oportunidad de dimensionar los equipos de carguío y acarreo, la cual lo realizamos en la presente investigación operativa.

Esta tesis sostiene como principal finalidad, estimar la flota de equipos de carga y acarreo, con la actualizada nueva producción de 14 500 TMD para ello se dimensionó bajo los parámetros de mina y se realizó la selección de equipos de minado, dándonos como resultado el match factor, indicándonos que contaremos con (03) tres equipos de carguío modelo Caterpillar y 17 equipos de acarreo modelo mercedes Benz, para explotar la mina en los 2 años y 5 meses próximos. Permittiéndonos así realizar una explotación óptima de la mina.

RESUMEN EJECUTIVO

A lo largo de la vida de una mina se presentan varios cambios operativos, ya sean por aumento/disminución de producción o diferentes eventos/factores que involucran el tema operativo. Por lo que, en la presente tesis se realiza un dimensionamiento de equipos de carguío y acarreo en un contexto de disminución de producción por cierre progresivo de la mina Anama en la provincia de Antabamba. Tomándose en cuenta su pre selección de equipos, parámetros (Reservas de mina, parámetros operativos de producción, Vida de mina, Propiedades de mineral, Rutas de acarreo, Ritmo de producción, Disponibilidad mecánica, porcentaje de utilización, factor de llenado, resistencia a la rodadura y Relación de pala/equipo) correspondientes para su selección y finalmente determinando el costo unitario y rendimiento de los equipos de carga y acarreo, siendo estos últimos, los pilares para determinar la selección final y consecuentemente la compatibilidad de pala/equipo, conformando así una nueva flota de equipos que se adecuará a la nueva producción en cierre progresivo de la mina Anama.

Siendo esta flota conformada por 01 (uno) Pala Caterpillar 345 N°4 con 3.2 m³ de capacidad para el carguío de desmonte y 01 (uno) Pala Caterpillar 365 Cl de 4.28 m³ de capacidad para el carguío de mineral y una Pala en stand by. Consecuentemente se contará con una flota de acarreo de 17 camiones mercedes Benz de 22.35 m³.

Palabras clave: dimensionamiento, equipos de carguío y acarreo, cierre progresivo

ABSTRACT

Throughout the life of a mine, several operational changes occur, whether due to an increase/decrease in production or different events/factors that involve the operational issue. Therefore, in this thesis a sizing of loading and hauling equipment is carried out in a context of decreased production due to the progressive closure of the Anama mine in the province of Antabamba. Taking into account your pre-selection of equipment, parameters (mine reserves, production operating parameters, mine life, ore properties, hauling routes, production rate, mechanical availability, utilization percentage, filling factor, resistance to rolling and shovel/equipment ratio) corresponding to their selection and finally determining the unit cost and performance of the loading and hauling equipment, the latter being the pillars to determine the final selection and consequently the compatibility of shovel/equipment, thus forming a new fleet of equipment to the new production in the progressive closure of the Anama mine.

This fleet is made up of 01 (one) Caterpillar 345 No. 4 Shovel with 3.2 m³ capacity for loading waste material and 01 (one) Caterpillar 365 Cl Shovel with 4.28 m³ capacity for loading mineral and one Shovel on standby. . Consequently, there will be a hauling fleet of 17 Mercedes Benz trucks of 22.35 m³.

Keywords: sizing, loading and hauling equipment, progressive closure

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Tajo de la mina Anama</i>	16
Figura 2 <i>Equipos de perforación DML/DM45 E</i>	17
Figura 3 <i>Cargado de taladros con solución explosiva</i>	18
Figura 4 <i>Zona con taladros cargados para la voladura</i>	18
Figura 5 <i>Acarreo del material</i>	19
Figura 6 <i>Carguío de Material</i>	20
Figura 7 <i>Equipo de Perforación DML</i>	22
Figura 8 <i>Partes de un equipo de perforación</i>	23
Figura 9 <i>Equipo de Carguío – Pala Caterpillar N° 345</i>	25
Figura 10 <i>Equipo de Carguío – Pala Caterpillar 365 Cl</i>	26
Figura 11 <i>Equipo de carguío - Pala Caterpillar 374 D</i>	27
Figura 12 <i>Dimensiones del Volquete minero Mercedes Benz serie Actros 4144</i>	28
Figura 13 <i>Flota de equipos de Acarreo de material</i>	29
Figura 14 <i>Mantenimiento de vías con Motoniveladora Caterpillar 140 K</i>	30
Figura 15 <i>Limpieza de Tractor Caterpillar D8T</i>	31
Figura 16 <i>Limpieza de frente Tractor Caterpillar D6T</i>	32
Figura 17 <i>Limpieza de frente Tractor Caterpillar 824H</i>	33
Figura 18 <i>Camión cisterna de agua – camión cisterna de combustible</i>	34
Figura 19 <i>Vida económica (Costo Horario Vs Horas de trabajo)</i>	37
Figura 20 <i>Plano de Ubicación de la mina Anama</i>	43
Figura 21 <i>Plano geológico Regional de la mina Anama</i>	47
Figura 22 <i>Plano geológico local de la mina Anama</i>	48
Figura 23 <i>Columna estratigráfica de la mina Anama</i>	49
Figura 24 <i>Plano del tajo de la mina Anama</i>	51

Figura 25 Secciones del tajo de la mina Anama	52
Figura 26 Alteraciones del tajo de la mina Anama.....	53
Figura 27 Secciones con alteraciones del tajo de la mina Anama	55
Figura 28 Parámetros de diseño de banco - mina Anama.....	58
Figura 29 Malla de perforación mina Anama.....	60
Figura 30 Rendimiento de perforación – mina Anama	61
Figura 31 Disponibilidad mecánica – Utilización de equipos de perforación	62
Figura 32 Diseño de carguío de taladros con explosivo.....	63
Figura 33 Disponibilidad mecánica – utilización de camión fabrica.....	64
Figura 34 Rendimiento y Velocidad de carguío de camión fabrica.....	65
Figura 35 Produccion de equipos de carga.	66
Figura 36 D.M. vs Porcentaje de Utilización - equipos de carga.....	67
Figura 37 Rendimiento Operativo vs Rendimiento Efectivo.	67
Figura 38 Carguío de material en mina Anama	68
Figura 39 Acarreo de material en mina Anama.....	69
Figura 40 Rendimiento operativo vs rendimiento efectivo de camiones.....	71
Figura 41 Disponibilidad mecánica de camiones	71
Figura 42 Utilización de los equipos de acarreo	72
Figura 43 Bulldozer D6T- mina Anama.....	73
Figura 44 Croquis de trabajo del bulldozer D6T	76
Figura 45 Bulldozer D8T – mina Anama	77
Figura 46 Croquis de trabajo del Bulldozer D8T	80
Figura 47 Weeldozer 824H - Mina Anama	81
Figura 48 Croquis de trabajo de Weeldozer 824H	84
Figura 49 Motoniveladora 140k - Mina Anama	85

Figura 50 <i>Rodillo compactador CS86B - Mina Anama</i>	87
Figura 51 <i>Cisterna VW-22 260 - Mina Anama</i>	89
Figura 52 <i>Limpieza de mineral en el pad de lixiviación.</i>	92
Figura 53 <i>Riego de mineral - Mina Anama</i>	92
Figura 54 <i>Diagrama de flujo de proceso - Planta MC</i>	95
Figura 55 <i>Tajo Anama - Dureza y RMR de material</i>	99
Figura 56 <i>Plano de tajo con rutas de acarreo en planta</i>	100
Figura 57 <i>Tabla de equivalencia RR - %pendiente</i>	104
Figura 58 <i>Diagrama de fuerzas de carga</i>	105
Figura 59 <i>Rendimiento de equipo de carguío-desmote</i>	111
Figura 60 <i>Rendimiento de equipos de carguío-mineral</i>	111
Figura 61 <i>Costo Unitario de carguío - desmote</i>	113
Figura 62 <i>Costo unitario de carguío – mineral</i>	114
Figura 63 <i>Perfil de ruta de acarreo</i>	117
Figura 64 <i>Rendimiento de equipo bulldozer</i>	128
Figura 65 <i>Rendimiento equipo Wheeldozer</i>	129
Figura 66 <i>Tendencia de falla de un equipo</i>	133
Figura 67 <i>Casusas en fallas de equipos</i>	133
Figura 68 <i>Indicadores de mantenimiento</i>	134
Figura 69 <i>Rendimiento de equipos de carguío de mineral.</i>	142
Figura 70 <i>Rendimiento de equipos de carguío desmote</i>	142
Figura 71 <i>Costo Unitario - Mineral</i>	143
Figura 72 <i>Costo Unitario Desmote.</i>	144
Figura 73 <i>Numero de camiones por material</i>	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Variables de Investigación</i>	7
Tabla 2 <i>Software de procedimiento de información</i>	10
Tabla 3 <i>Especificaciones de la perforadora DM45 E</i>	24
Tabla 4 <i>Limites de la mina Anama</i>	41
Tabla 5 <i>Áreas de Concesión - Unidad minera Anama</i>	42
Tabla 6 <i>Coordenadas geográficas de la Mina Anama</i>	42
Tabla 7 <i>Rutas de Accesibilidad N°1</i>	43
Tabla 8 <i>Rutas de Accesibilidad N°2</i>	44
Tabla 9 <i>Estaciones Meteorológicas cercanas</i>	45
Tabla 10.....	60
Tabla 11 <i>Rendimiento, Disponibilidad mecánica y utilización del equipo de perforación</i>	61
Tabla 12 <i>Disponibilidad mecánica – utilización de camión fabrica</i>	63
Tabla 13 <i>Rendimiento y Velocidad de carguío de camión fabrica</i>	64
Tabla 14 <i>Rendimiento, disp. mecánica, utilización de equipos de carga</i>	66
Tabla 15 <i>Rendimiento, Disponibilidad mecánica, Utilización de equipos de acarreo</i>	70
.....	70
Tabla 16 <i>Factor de corrección administrativo</i>	74
Tabla 17 <i>Corrección de Factor de abundamiento</i>	75
Tabla 18 <i>Factor de corrección administrativo</i>	78
Tabla 19 <i>Factor de corrección de abundamiento</i>	79
Tabla 20 <i>Parámetros de Producción de mina Anama</i>	97
Tabla 21 <i>Valores de resistencia a la rodadura</i>	104
Tabla 22 <i>Rendimiento de equipos de carguío de desmonte</i>	109

Tabla 23 <i>Rendimiento de equipos de carguío de Mineral</i>	110
Tabla 24 <i>Costo unitario de carguío de desmonte</i>	112
Tabla 25 <i>Costo unitario de carguío de mineral</i>	113
Tabla 26 <i>Análisis de ruta de acarreo mineral - Ida</i>	119
Tabla 27 <i>Análisis de ruta de acarreo mineral - Vuelta</i>	120
Tabla 28 <i>Tiempo variables - Mineral</i>	120
Tabla 29 <i>Tiempos Fijos-Mineral</i>	121
Tabla 30 <i>Ciclo total - mineral</i>	121
Tabla 31 <i>Análisis de ruta de acarreo desmonte – Ida</i>	121
Tabla 32 <i>Análisis de ruta de acarreo desmonte-vuelta</i>	122
Tabla 33 <i>Tiempo variables - desmonte</i>	123
Tabla 34 <i>Tiempo fijos - desmonte</i>	123
Tabla 35 <i>Ciclo total - desmonte</i>	123
Tabla 36 <i>Costo unitario de acarreo</i>	124
Tabla 37 <i>Número de equipos de acarreo</i>	125
Tabla 38 <i>Match factor – mina Anama</i>	126
Tabla 39 <i>Rendimiento de equipos auxiliares - bulldozer</i>	128
Tabla 40 <i>Flota de equipos auxiliares</i>	131
Tabla 41 <i>Programa de mantenimiento de equipos de carguío.</i>	136
Tabla 42 <i>Programa de mantenimiento de equipos de Acarreo.</i>	138
Tabla 43 <i>Programa de mantenimiento de equipos auxiliares</i>	140

INDICE

1.	DEDICATORIA.....	2
2.	AGRADECIMIENTO	3
3.	INTRODUCCIÓN.....	4
4.	RESUMEN EJECUTIVO	5
5.	ABSTRACT	6
6.	ÍNDICE DE FIGURAS	7
7.	ÍNDICE DE TABLAS.....	10
8.	INDICE.....	12
1.	CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1	SUSTENTACIÓN DEL ESTUDIO	1
1.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2.1	<i>Problema general</i>	<i>2</i>
1.2.2	<i>Problemas específicos.....</i>	<i>3</i>
1.3	JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.4	DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO.....	4
1.5	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.5.1	<i>Objetivo general</i>	<i>5</i>
1.5.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>5</i>
1.6	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.6.1	<i>Hipótesis General.....</i>	<i>6</i>
1.6.2	<i>Hipótesis específicos</i>	<i>6</i>
1.7	VARIABLES E INDICADORES.....	6
1.8	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	7
1.8.1	<i>Tipos de Investigación</i>	<i>7</i>

1.8.2	<i>Nivel de Investigación</i>	8
1.8.3	<i>Diseño de la Investigación</i>	8
1.9	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	8
1.9.1	<i>Población del Estudio</i>	8
1.9.2	<i>Muestra del Estudio</i>	9
1.10	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	9
1.10.1	<i>Técnicas de recolección de datos</i>	9
1.10.2	<i>Instrumentos de recolección</i>	9
1.10.3	<i>Proceso de Información de Datos</i>	10
2.	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	11
2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
2.1.1	<i>Antecedentes a nivel Local</i>	11
2.1.2	<i>Antecedentes a nivel Nacional</i>	13
2.2	BASES TEÓRICAS.....	15
2.2.1	<i>Minería Superficial</i>	15
2.2.2	<i>Operaciones Unitarias</i>	16
2.2.3	<i>Maquinarias y Equipos</i>	22
2.2.4	<i>Dimensionamiento de Equipos</i>	35
2.2.5	<i>Parámetros de Selección de equipos de carguío y acarreo</i>	35
2.2.6	<i>Vida Útil y Vida Económica de los equipos</i>	37
2.2.7	<i>Rendimiento de Equipos</i>	38
2.2.8	<i>Costo de Operación de Equipos</i>	39
2.2.9	<i>Mantenimiento de Equipos</i>	39
3.	CAPITULO III: ASPECTOS GENERALES DE LA MINA ANAMA	41
4.	UBICACIÓN Y ACCESO.....	41
3.1.1	<i>Ubicación</i>	41
3.1.2	<i>Accesibilidad</i>	43
3.2	HISTORIA DE LA MINA ANAMA - U.E.A. VALERIA.....	44

3.3	CLIMA	45
3.4	HIDROGRAFÍA	46
3.5	GEOLOGÍA.....	46
3.5.1	<i>Geología regional</i>	46
3.5.2	<i>Geología Local</i>	48
3.5.3	<i>Litología</i>	49
3.5.4	<i>Geología Estructural</i>	52
3.5.5	<i>Alteración:</i>	53
3.6	PARÁMETROS DE MINA ACTUAL.....	58
3.6.1	<i>Capacidad de Producción</i>	58
3.6.2	<i>Diseño de Banco</i>	58
3.6.3	<i>Aspectos técnicos</i>	59
3.7	ASPECTOS TÉCNICOS DE PLANTA DE BENEFICIO	91
3.7.1	<i>Proceso de Lixiviación</i>	91
3.7.2	<i>Proceso metalúrgico – Merrill Crowe</i>	93
4	CAPITULO IV: PROPUESTA DE DIMENCIONAMIENTO DE EQUIPOS DE CARGUIO Y ACARREO ..96	
4.1	PARÁMETROS DE SELECCIÓN DE EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO	96
4.1.1	<i>Parámetros Operativos de Producción</i>	96
4.1.2	<i>Nueva capacidad de Producción</i>	97
4.1.3	<i>Reserva de Mineral</i>	98
4.1.4	<i>Vida de Mina</i>	98
4.1.5	<i>Propiedad del Material</i>	98
4.1.6	<i>Distancia de recorrido (Frente – Pad de Lixiviación)</i>	99
4.1.7	<i>Disponibilidad Mecánica</i>	101
4.1.8	<i>Utilización</i>	102
4.1.9	<i>Factor de Llenado</i>	102
4.2	RESISTENCIA A LA RODADURA POR TIPO DE GRADIENTE DE VÍA.....	103
4.3	RELACIÓN DE PALA/EQUIPOS	107

4.4	DIMENSIONAMIENTO DE FLOTA DE EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO	107
4.4.1	<i>Dimensionamiento de Equipo de Carguío.....</i>	108
4.4.2	<i>Dimensionamiento de Equipos de Acarreo.....</i>	116
4.5	FACTOR DE PROPORCIONALIDAD (MATCH FACTOR).....	125
4.6	DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS AUXILIARES	126
4.6.1	<i>Preselección de Equipos.....</i>	126
4.6.2	<i>Número de equipos auxiliares en operación.....</i>	127
4.6.3	<i>Selección de equipo de Equipos Auxiliares.....</i>	131
4.7	MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO.....	132
4.7.1	<i>Mantenimiento preventivo.....</i>	132
4.7.2	<i>Mantenimiento Correctivo.....</i>	132
4.7.3	<i>Mantenimiento predictivo.....</i>	132
4.7.4	<i>Indicadores de mantenimiento de equipos.....</i>	134
4.7.5	<i>Programa de mantenimiento de equipos de carguío</i>	135
4.7.6	<i>Programa de mantenimiento de equipos de acarreo</i>	137
4.7.7	<i>Programa de mantenimiento de equipos Auxiliares.....</i>	139
5	CAPITULO V: ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	141
5.1	INTRODUCCIÓN	141
5.2	EQUIPOS DE CARGUÍO	141
5.2.1	<i>Análisis y discusión Técnicos.....</i>	141
5.2.2	<i>Análisis y discusiones económicas de los equipos de carguío.....</i>	143
5.3	EQUIPOS DE ACARREO	144
5.3.1	<i>Análisis y discusión Técnicos.....</i>	144
5.3.2	<i>Análisis y discusiones económicos de acarreo</i>	145
9.	CONCLUSIONES.....	146
10.	RECOMENDACIONES	148
11.	BIBLIOGRAFÍA	149
12.	ANEXOS	150

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Sustentación del estudio

En la mina Anama, perteneciente a la U.E.A. Valeria, distrito de Huaquírca, Antabamba-Apurímac. Se explota a rajo abierto de un yacimiento aurífero desde el año 2015, con una reserva de mineral de 52'000,000 Ton. de mineral y 21'000,000 de Ton. de Desmonte.

La producción a finales del 2021 fue de 18,000 TMD de material, contando así con 24 volquetes (MB serie ACTROS 4144) de una capacidad de 22.35 m³, cada una. Así como también cuenta con equipos de carguío conformada por cinco Palas; Pala 345 N°4(capacidad:3.2m³), 345 N°8(capacidad:3.2m³), 365 CL(capacidad 4.28m³), 374 D N°1(Capacidad: 5.2m³) y 374 D N°2(Capacidad: 5.2m³), a su vez tiene equipos auxiliares (Tractor D8T, Tractor D6T, Tractor sobre ruedas 824H, Motoniveladora 140K, Camión cisterna de agua, Camión cisterna de combustible, Rodillo compactador, Camión cama baja y Martillo Hidráulico) para la limpieza del frente de carguío, acumulación del mineral, apertura de accesos, nivelamiento de terrenos, perfilado de talud, mantenimiento y lastrado de vías.

Teniendo en cuenta que las reservas en la actualidad son de 8 7820,000 Toneladas de mineral y 3 600,000 toneladas de desmonte (área de geología-Mina Anama) y Debido al descenso de la producción diaria, actualmente con 14500 TMD de material; teniendo así frentes de carguío angostos, inaccesibles y poco maniobrables para equipos de capacidad mayor (pala 374 D), disminuyendo así la productividad de la flota de carga y equipos de acarreo. Lo que conlleva a tener equipos con bajos rendimientos o en stand by tanto de carguío como de acarreo, generándonos un mayor costo. En vista a esta variación de cifras en descenso y teniendo en cuenta el plan de minado, la gerencia decidió que el proyecto entre en el proceso de cierre progresivo.

Para lo cual teniendo en cuenta estos antecedentes, se ve la necesidad de hacer un nuevo redimensionamiento de la flota de equipos de carga y acarreo. Esta nueva flota estará señalada bajo los parámetros de; reserva del mineral, vida de la mina, producción, rendimiento de equipos de carga y acarreo, densidad del mineral, factor de llenado, factor de utilización y ciclos de minado.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

- ¿Cuál será el dimensionamiento de la flota de los equipos de carguío y acarreo para la nueva producción en cierre progresivo de la mina Anama de la empresa ANABI S.A.C.?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Qué parámetros son fundamentales para la selección de los equipos de carguío y acarreo para la nueva producción en cierre progresivo en la mina Anama?
- b. ¿Cuál será la vida de la mina para la producción en cierre progresivo en la mina Anama?
- c. ¿Cuáles serán los costos unitarios de los equipos de carguío y acarreo para la capacidad de producción establecida en la mina Anama?
- d. ¿Qué equipos conformarán la flota de equipos auxiliares para la producción en cierre progresivo en la mina Anama?

1.3 Justificación del Problema

En un proyecto minero, como parte del proceso de la vida de una mina, se tienen distintas etapas. Una de ellas es la etapa del cierre de minas. Esta etapa final viene con cambios en la producción, las cuales repercutirán en el área operativa. Por lo que si no se tiene un planeamiento adecuado para el manejo operativo de la flota de equipos, los costos tendrán un gran impacto.

El desarrollo del presente trabajo de tesis es importante porque a través de la misma se dimensionará la flota de equipos para carga y acarreo, para la nueva producción en cierre progresivo en la mina Anama, de la empresa ANABI S.A.C. esto conllevará a una mejor distribución de los equipos en cada frente de carguío y así se mejorará el rendimiento, generando mayor beneficio para la empresa.

Se considera también que la presente, es significativa porque permite afirmar nuestros conocimientos operativos y económicos en beneficio del área de operaciones mina, en la mina Anama de la empresa ANABI S.A.C.

Finalmente, como justificación personal se menciona que mediante el desarrollo y finalización de la tesis se conseguirá asentar nuestros conocimientos académicos en beneficio a la sociedad, empresa minera y sus diferentes áreas, Consecuente de toda esta investigación adjudicar al título de ingeniero de minas de la UNSAAC.

1.4 Delimitación del estudio

- a. **La delimitación espacial de la investigación**, se circunscribe a la mina Anama-ANABI S.A.C. ubicada en la provincia de Antabamba.
- b. **La delimitación temporal**, este estudio de investigación se realizó en el año 2022 respecto a las actividades unitarias de carga y acarreo para la producción de mina Anama.
- c. **La delimitación tecnológica**, abarca equipos pesado de acarreo Mercedes Benz y equipos de carguío; Caterpillar.
- d. **La delimitación en la actividad**, se encuentra dentro de las Operaciones Unitarias de carga y acarreo para nueva producción en cierre en la mina Anama.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

- Determinar el dimensionamiento de la flota de los equipos de carguío y acarreo para la nueva producción en cierre progresivo de la mina Anama - empresa ANABI S.A.C.

1.5.2 Objetivos específicos

- a. Determinar qué parámetros son fundamentales para la selección de los equipos de carguío y acarreo para la nueva producción en cierre progresivo de la mina Anama.
- b. Determinar la vida de la mina, para la nueva producción en cierre progresivo de la mina Anama.
- c. Determinar los costos unitarios de los equipos de carguío y acarreo para la capacidad de producción establecida en la mina Anama.
- d. Determinar qué equipos conformarán la flota de equipos auxiliares para la producción en cierre progresivo en la mina Anama.

1.6 Hipótesis de la Investigación

1.6.1 Hipótesis General

Dimensionamiento de la flota de los equipos de carguío y acarreo para la nueva producción en cierre progresivo en la mina Anama - empresa ANABI S.A.C. se realizó la forma más adecuada de cumplir con la producción actual.

1.6.2 Hipótesis específicos

- El conocimiento de los parámetros fundamentales para la selección de los equipos de carguío y acarreo facilitó el dimensionamiento real de la flota para cumplir con la capacidad de producción.
- La vida de la mina para la producción en cierre progresivo en la mina Anama, se determinó partiendo del ritmo de producción.
- Se determinó los costos unitarios de los equipos de carguío y acarreo para la capacidad de producción en cierre progresivo en la mina Anama.
- Se dimensionó los equipos conforman la flota de equipos auxiliares para la producción en cierre progresivo en la mina Anama.

1.7 Variables e Indicadores

Como variables se consideró a las siguientes:

Tabla 1*Variables de Investigación*

IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES		
VARIABLES	DESCRIPCIÓN	INDICADOR
INDEPENDIENTES	Reserva mineral	Tm
	Capacidad de Producción	TmD
	Rendimientos	%
	Costos unitarios	\$/Tm
DEPENDIENTES	Dimensionamiento de flota de equipos	Número

Fuente: Elaboración propia

1.8 Metodología de Investigación

1.8.1 Tipos de Investigación

- **Tipo Descriptiva:** Estudio descriptivo debido a la recolección de datos de tiempo de ciclos y determinación del rendimiento de los equipos de carga y acarreo. Para la nueva producción en cierre progresivo en la mina Anama de la empresa ANABI SAC.
- **Tipo Analítica:** Necesaria para la hallar el rendimiento de los equipos de carga y acarreo y abastecer el requerimiento de planta.

1.8.2 Nivel de Investigación

- **Nivel correlacional;** Busca optimizar los tiempos y costos, al evaluar los resultados de las op. unitarias de carga y acarreo, con el redimensionamiento para la flota de carga y acarreo. Además de determinar los rendimientos de los equipos auxiliares.
- **Nivel Descriptivo;** Porque busca responder a condiciones y situaciones de bajo rendimiento de equipos en las operaciones unitarias, como consecuencia de la producción en cierre progresivo de la mina Anama.

1.8.3 Diseño de la Investigación

- **Diseño de Investigación Experimental;** Porque busca dimensionar adecuadamente la flota de equipos de carga y acarreo para la nueva producción en cierre progresivo en la mina Anama. Para ello es necesario una selección de equipos a través de los parámetros mencionados, así como un análisis de los rendimientos y costos.

1.9 Población y Muestra

1.9.1 Población del Estudio

Sé conformó por la flota de equipos de las operaciones unitarias de carga y acarreo - mina Anama., donde se realizará el estudio de Dimensionamiento de equipos de carga y acarreo de la producción en cierre progresivo, teniendo así:

05 equipos de carguío(palas)

22 equipos de acarreo (camiones Mercedes Benz)

1.9.2 Muestra del Estudio

Se realizará mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia:

Por lo tanto, al ordenar se tomaron 5 equipos de acarreo como muestra.

El tamaño de la muestra de los equipos de carguío fue determinado mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, formando tres estratos según capacidad pala.

Por lo tanto, el tamaño de la muestra será de 3 equipos de carguío:

- 01 Unid Pala 345 N°4 (Cap. 3.2 m3).
- 01 Unid. Pala 365 Cl (Cap. 4.28 m3).
- 01 Unid. Pala 374 D N°1 (Cap. 5.2 m3).

1.10 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

1.10.1 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de información científica comprenden:

⇒ ***Trabajo en campo- Gabinete***

- Observación directa
- Recolección de datos
- Recolección de imágenes
- Características geológicas y topográficas
- Datos operacionales

1.10.2 Instrumentos de recolección:

El procedimiento y análisis de los datos de carga y acarreo se realizarán empleando los siguientes softwares, a su vez también se aplicará:

- Proceso numérico; se realiza con el análisis estadístico/numérico y descriptivo.
- Proceso Computarizado; se inicia con la entrada de datos, cadena de operaciones.

1.10.3 Proceso de Información de Datos

Será procesada de manera manual, así como también con un Excel macros.

Tabla 2

Software de procedimiento de información.

SOFWARE	DESCRIPCION
Microsoft Excel	Macros - Hojas de Calculo
Talpac	Simulación del Dimensionamiento de equipos

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Antecedentes a nivel Local

- A.** Lima Uchupe, Aldo. (2016). “**Dimensionamiento de equipos de carguío y acarreo en el proyecto minero Constancia, Chumbivilcas, Cusco**”. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco. Perú.

La presente investigación de tesis describe que por el año 2012, iniciándose la construcción del proyecto minero “Constancia”, teniéndose en cuenta el planeamiento de minado. Se presenta una reserva de 620 MTm de mineral y 450 MTm de desmonte, a partir de los datos mencionados se realizó cálculos determinándose así un ritmo de producción de 70 MTm/año, con capacidad de tratamiento de 82 000 TMD. Siendo el costo operaciones

representada como el 65% aprox. del costo total, por tal importancia. Se vio la obligación de realizar la investigación de tesis.

Teniendo, así como principal objetivo; el dimensionar el tamaño de flota de equipos. Este proceso se determinó tomando en cuenta los factores de minado, parámetros de selección de equipos y parámetros de diseño de mina.

Llegando así a Dimensionar la flota de equipos de acarreo, dando así 25 camiones mineros (7 de mineral y 15 desmonte) con capacidad de 240 Tm cada una. Así mismo se determinó la flota de equipos de carguío, determinándose 3 equipos de marca Hitachi EX5600, cada pala de capacidad de 27 m³.

- B. Quispe Quispe, Elvis. (2011). “**Dimensionamiento de flota de equipos de carguío y acarreo en la unidad minera ANABI S.A.C.**” (Tesis pregrado - PROING MINAS 2011). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco. Perú.

En la mina ANABI el año 2010, se tuvo una reserva mineral de 20 202 096 Tm, 10 855 767 Tm desmonte, como producto de nuevas exploraciones se evidencio un aumento en las reservas a 22 853 482 Tm de mineral y 15 519 852 Tm de desmonte.

La siguiente investigación tiene un fin principal de establecer las flotas de equipos principales; para el mineral y desmonte en la unidad minera Anabí, debido al incremento de nuevas reservas de mineral, las cuales fueron de 11532 onzas.

Por lo que se estableció la flota de equipos, según los factores que afectaban la productividad, costo y parámetros (los ciclos de los equipos, las

velocidades de los camiones y rendimientos). Para ello se analizó la posibilidad de recalcular la producción diaria, teniendo así un incremento de la producción diaria de mineral en un 1.5% y en de 2.1% de desmonte. Para ello se evaluó los costos asociados al carguío y acarreo

Llegándose a dimensionar los equipos de carguío para mineral, conformada; por una Pala 345 CL de 2.8 m³ de capacidad y cargador frontal 992C de 10 m³ de capacidad. ´

Para el carguío de desmonte, conformada; por una Pala 345 CL de 2.5 m³ de capacidad y un cargador frontal 966G de 3.5 m³.

La flota de acarreo, conformada; por 26 camiones, de los cuales; 17 camiones para mineral y 9 camiones para desmonte.

2.1.2 Antecedentes a nivel Nacional

- A.** Barreto Huamán, Juan Carlos. (2008). “**Criterios de selección y reemplazamiento de equipos para la construcción de accesos y plataformas.**” “(Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.”

En las zonas de exploración Tunshuruco – San Antonio del proyecto Toromocho En la construcción de accesos y plataformas, observamos baja eficiencia, consecuentemente se tiene una elevación del costo de operación, en este sentido el presente trabajo de investigación prevé como objeto principal de disminuir el costo de operativos y aumentar la eficiencia de los equipos para el levantamiento de accesos y plataformas en la exploración para el Proyecto Toromocho. Para ello se planea un reemplazamiento de equipos para lo cual se

hace una evaluación técnica considerando para su selección la ingeniería inversa y resistencia total del equipo, y una evaluación económica para la adquisición o alquiler de los equipos.

Como resultado de esta ardua investigación y según los criterios de la ingeniería inversa, se seleccionó 6 equipos de carguío con una eficiencia calculada de 88% y dos equipos de acarreo, las cuales se tomaron en alquiler debido.

Se realiza una evaluación económica para decidir si alquilar o comprar el equipo. El resultado es la opción de alquiler más económica con un ahorro de \$1,222,376,420.

B. Rojas Ortiz, Itamar Fernando. (2019). “Optimización del proceso de carguío y acarreo mediante el uso de KPI’S en la fase de relleno del espaldón de la presa de relaves – Antamina.”

“(Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Piura. Piura. Perú.”

En la presente el problema toma como punto de partida al no poder llevar un control bueno de nuestros equipos de carga y acarreo, generando balances negativos en la gestión de Costos, por lo que se realizó un análisis de indicadores de rendimiento para procedimiento de carga (disponibilidad mecánica, Utilización, Consumo de combustible Gal/Hr, Producción en Tm/Hr, Costo USS/Hr, Costo por Unitario USS/Tm) y transporte (Disp. mecánica, Porcentaje de utilización, Consumo de combustible Gal/Hr, Producción en Tm/Hr, Costo USS/Hr, Costo por Unitario USS/Tm, Indicador de viajes por Hr).

Planteando, así como fin, Controlar los procesos de Carga y Acarreo a través de Indicadores. “Estos Indicadores Clave de Rendimiento permiten

optimizar los Procesos mencionados debido a que se mapearon las desviaciones operativas y pudiendo tomar acciones correctivas”. Así como también un análisis en los costos.

Llegándose a la conclusión; Obteniéndose que la rentabilidad en los equipos de carga del 50.98 %, y en los equipos de acarreo con $d < 1$ km la rentabilidad es de 8.31 % y con $d > 1$ km 9.44%. Demostrándose así que el empleo de KPI's refuerza el control los procesos de Carga y transporte y determinar el grado de Rentabilidad.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Minería Superficial

“Los términos tajo abierto, cielo abierto, cantera y ocasionalmente la palabra anglosajona open pit, son empleados indistintamente para referirse a una operación de minado de un material o materiales específicos que deberán ser extraídos de una matriz o formación donadora, empleando para ello técnicas de explotación superficial. La condición fundamental para poder llevar a cabo una explotación a cielo abierto, es la de que el cuerpo mineral por explotar se encuentre localizado en la superficie natural del terreno o cercano a ella, de forma tal que resulte económicamente costeable la remoción del material estéril que sobre yace al depósito en cuestión.” (Lopez)2012, p299).

Figura 1*Tajo de la mina Anama*

Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

2.2.2 Operaciones Unitarias**2.2.2.1 Perforación**

Lopez (2012) menciona que, “La penetración se logra por fragmentación de la roca dentro del barreno y la consecuente expulsión de los detritos o pedazos producidos durante la acción.” (p287).

Figura 2

Equipos de perforación DML/DM45 E.



Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

2.2.2.2 Voladura

La voladura cuyo fin es romper el macizo rocoso mediante explosivos. El proceso de voladura consiste principalmente en cargar los taladros con explosivos.

Figura 3

Cargado de taladros con solución explosiva



Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

Figura 4

Zona con taladros cargados para la voladura



Fuente: Tomada en Mina Anama [Fotografía], Climer, 2022.

2.2.2.3 Carguío y acarreo

Este proceso unitario consiste en cargar el material tronado en camiones mineros, para así ser transportado al Pad de lixiviación, este último proceso se considera como acarreo.

La flota de acarreo de mineral y desmonte está constituida por camiones mineros de marca Mercedes Benz Serie Actros 4144, con una capacidad de 22.35 m³ c/u, poseyendo así una flota de 24 unidades para el movimiento de materiales a sus diferentes puntos, teniendo así dos puntos de descarga;

- Acarreo de mineral del frente - pad de lixiviación es de 2.83km.
- Acarreo de desmonte del frente - botadero es de 2.66 Km.

Figura 5

Acarreo del material



Fuente: Tomada en Mina Anama [Fotografía], Climer, 2022.

La flota de equipos de carguío de material está compuesta por cinco Palas de marca Caterpillar; Dos (02) unidades 345 Cl de 3,2 m³ de capacidad, 01 unidades 365 Cl con una capacidad de 4.28 m³ y Dos (02) unidades 374 D de 5.2 m³ capacidad.

Figura 6

Carguío de Material



Fuente: Tomada en Mina Anama [Fotografía], Climer, 2022.

2.2.2.4 Sistema de control

A lo largo del tiempo el sistema de control vino adaptándose con las necesidades y automatizándose para optimizar procesos de productivos. En los procesos de carguío - acarreo son necesarias un sistema de control, para la acumulación de datos, análisis y toma de decisiones,

cada equipo de carguío y acarreo está claramente codificado. Los sistemas de control que se pueden apreciar son:

2.2.2.4.1 *Sistema de control automatizado*

Es un paquete informático integrados de gestión de flotas avanzadas, utilizando sistemas de cómputo y georreferenciación de los equipos con el fin de optimizar las operaciones unitarias y así dar un mejoramiento a la productividad.

2.2.2.4.2 *Sistema de control convencional*

Este control se presenta en minas de mediana y pequeña escala, debido a que la flota es menor y los puntos de carguío son puntuales.

En la mina Anama se utiliza el sistema de control convencional semi automatizado, la cual consiste en registrar en cada viaje a cada volquete minero, su punto de carguío, destino, alteración de mineral y finalmente hacer una conciliación al finalizar la guardia.

Este tipo de sistema consta de:

- Caseta con operador en punto estratégico.
- Un programa de macros habilitada para el registro, recolección de datos (Código de camión, Etiqueta de Banco, Tipo de mineral, Alteración del mineral, tiempo de carguío y acarreo, ciclo de acarreo, Destino).
- Distribución de camiones a puntos de carguío.
- Etiquetado de Camiones según el contenido que transportan.
- Supervisión constante del flujo de equipos de carguío.

2.2.3 Maquinarias y Equipos

En cuanto a equipos se refiere en minería existen diferentes tipos, cada uno con características diferentes tales como equipos; de perforación, carga y acarreo y finalmente equipo auxiliares o secundarios. Estos fueron seleccionados teniendo en cuenta la topografía, capacidad de producción, etc. Todos con el objetivo principal de transportar los materiales.

2.2.3.1 Equipos de Perforación

Para la perforación de bancos en minería se requiere equipos de dimensiones significativas, por lo que se utiliza las perforadoras DM 45 E y DML, una en cada guardia a continuación se tiene a los siguientes:

Figura 7

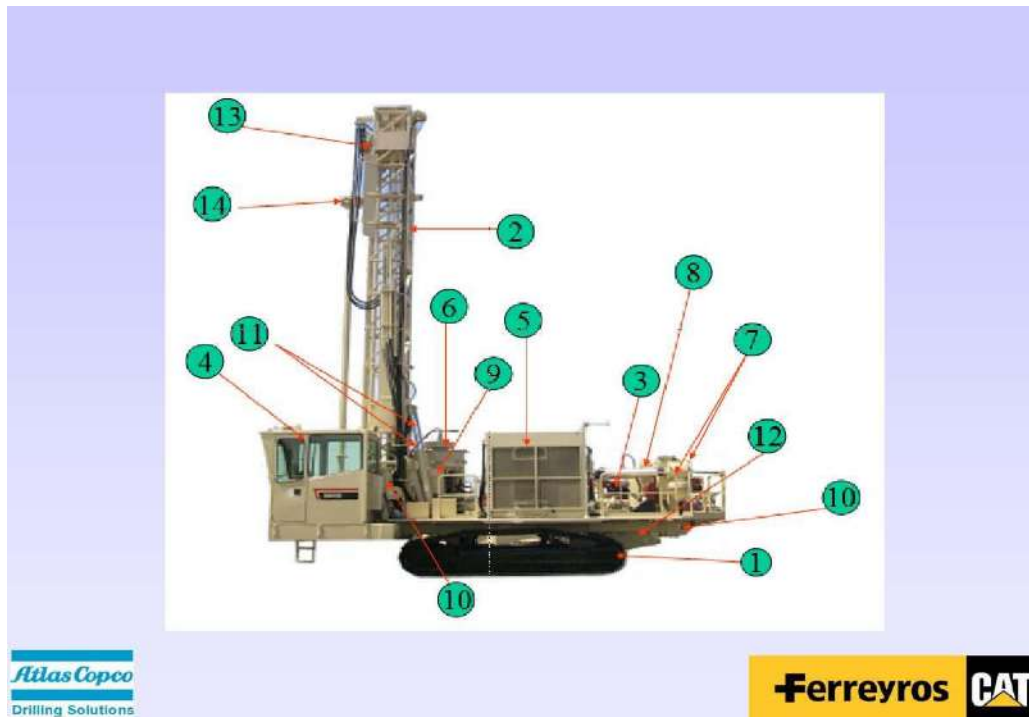
Equipo de Perforación DML



Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

Figura 8

Partes de un equipo de perforación



Fuente: Tomada de Ferreyros CAT[Imagen], Ferreyros, 2015.

Perforadora DM45 E

La perforadora en mención esta articulada de varias partes:

Según manual de Caterpillar (2015), “Orugas de Tracción (1), Torre(2), Compresor (3), Cabina (4), Enfriadores (5), Colector de Polvo (6), filtros de Aire Motor / Compresor (7), Tanque Separador (8), tanque Hidráulico (9), Cilindros de Nivelación (10), Cilindros de Levante de Torre (11), Tanque de Combustible (12), Cabezal de Rotación (13) y Carrusel Intercambiador de Barra (14)”.

Tabla 3*Especificaciones de la perforadora DM45 E*

ESPECIFICACIONES PERFORADORA DM45 E	
Rango de perforación con tri cono	5 1/8" a 7-7/8" (130 a 200 mm)
Rango de perforación con martillo	6" a 8-7/8 (152 a 225 mm)
Capacidad de <u>pulldown</u>	45 000 Lbs (20 400 Kg)
Capacidad <u>pullback</u>	37 700 Lbs (17.100 Kg)
Torque Máximo del cabezal	6,200 ft – Lb (8.400 Nm)
Rango de velocidad cabezal	0 a 200 rpm
Compresor	1070 CFM/350 PSI
Motor diésel	CATERPILLAR C-18 630 HP
Sistema hidráulico	Dos bombas desplazamiento variable. Una bomba de dos cuerpos

Fuente: Diapositivas, atlas copco – Ferreyros.

2.2.3.2 Equipos de Carguío

Como operación unitaria se tiene a los equipos de carguío, maquinarias que cuentan con un brazo móvil con cucharón para la carga de material a las unidades de transporte, para ello en la mina Anama se tiene equipos de carguío con tres capacidades diferentes, las cuales se enumerara según sus características.

- Pala 345 Cl – Marca Caterpillar 3.2 m³
- Pala 365 Cl - Marca Caterpillar 4.28 m³
- Pala 374 D – Marca Caterpillar 5.20 m³

- **Pala 345 – Marca Caterpillar**

Especificaciones según catalogo Caterpillar

- **Peso: 50.6 ton**
- **Longitud de transporte: 11.6 m**
- **Anchura transporte: 3 m**
- **Altura de transporte: 4 m**
- **Capacidad cuchara: 3.2 m³**
- **Profundidad de excavación: 7,51 m**
- **Fabr. del motor: Caterpillar**
- **Rendimiento de motor: 239 kW**

Figura 9

Equipo de Carguío – Pala Caterpillar N° 345



Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

- **Pala 365 Cl – Marca Caterpillar**
 - Peso **69.19 t**
 - Longitud de transporte **12.16 m**
 - Anchura transporte **3.5 m**
 - Altura de transporte **3.535 m**
 - Capacidad cuchara **4.28 m³**
 - Profundidad de excavación **6,896 m**
 - Ancho cuchara **1,99 m**
 - Fabr. del motor **Caterpillar**
 - Rendimiento de motor **302 kW**

Figura 10

Equipo de Carguío – Pala Caterpillar 365 Cl



Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

Pala 374 D – Marca Caterpillar

- **Peso: 71.16 tm**
- **Longitud de transporte: 13.33 m**
- **Anchura transporte: 4.34 m**
- **Altura de transporte: 4.52 m**
- **Capacidad cuchara: 5.2 m³**
- **Profundidad de excavación 8.58 m**
- **Rendimiento de motor 362 kW**

Figura 11

Equipo de carguío - Pala Caterpillar 374 D



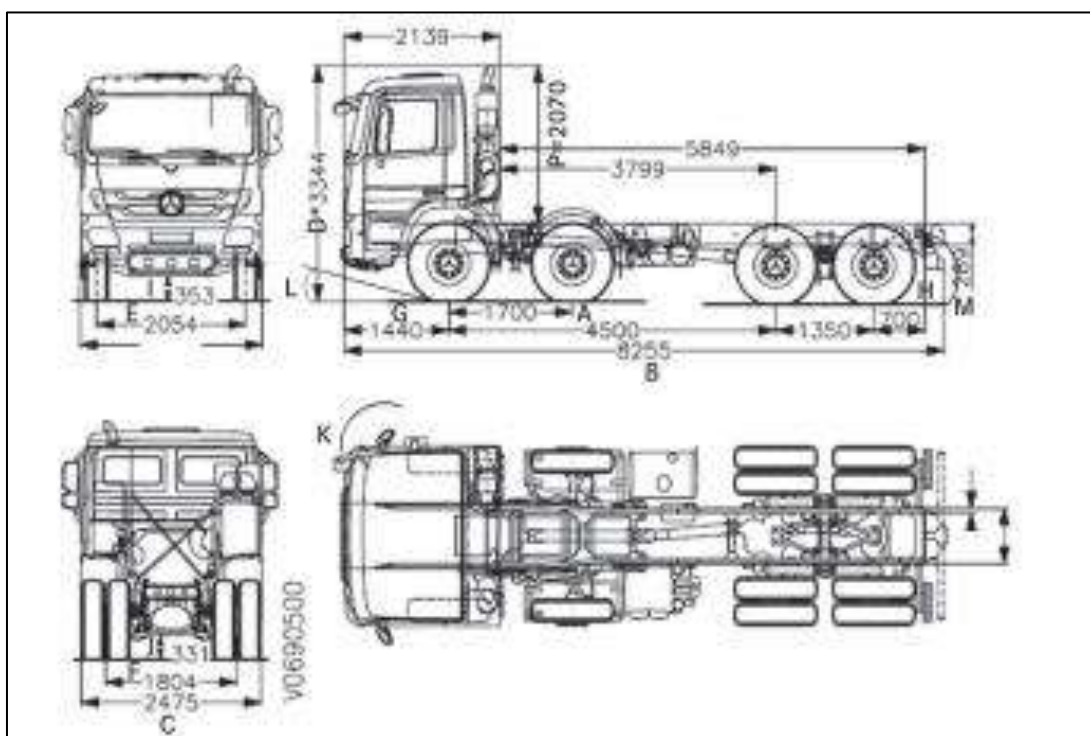
Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

2.2.3.3 Equipos de Acarreo

Una parte complementaria de las operaciones unitarias es acarreo de mineral, este proceso es completado por los Volquetes mineras, marca mercedes Benz serie Actros 4144, de 22.35 m³ de capacidad de tolva.

Figura 12

Dimensiones del Volquete minero Mercedes Benz serie Actros 4144



Fuente: Tomada de catálogo Mercedes Benz [Fotografía], MB, 2021.

Figura 13

Flota de equipos de Acarreo de material



Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

2.2.3.4 Equipos auxiliares

Los equipos auxiliares cumplen un rol importante en las operaciones de producción de una mina, como lastrado de vías, perfilado de taludes, apertura de accesos, acumulación de material, nivelación de terreno, etc. para ello en la mina Anama se tiene los siguientes equipos:

- **Motoniveladora Caterpillar 140 K;** Es una maquinaria que consta de una hoja metálica ubicada por debajo del equipo que cumple la función del nivelamiento de terrenos, mantenimiento de vías y accesos, perfilado de taludes.

Especificaciones principales

- Potencia Base: 128 Kw
- Peso bruto del vehículo 17271 kg
- Ancho de la hoja 3.7 m

Figura 14

Mantenimiento de vías con Motoniveladora Caterpillar 140 K



Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

- **Retroexcavadora Cat 410;** Equipo utilizado para realizar excavaciones en terrenos poco accesibles, Habitualmente se utiliza para movimientos de tierras de tuberías, drenajes, etc.

Especificaciones Principales

- Peso 7730 Kg
- Fuerza de Rotura: 49.8 kN
- Ancho de cuchara 2.26 m
- Fuerza de rotura Exc.: 64.1 kN
- Capacidad de cuchara: 0.96 m³

- **Tractor Caterpillar D8T;** Corresponde a un equipo pesado que se utiliza fundamentalmente para el movimiento de tierras. Apertura de accesos, rampas, acumulación de material, este tipo de movimiento de tierras lo realiza por arrastre.

Especificaciones Principales:

Pot. del Motor: 273 kW

Capacidad de la Hoja: 11.7 m³

Peso 38, 351 Kg

Nº de Ripper: 01

Fuerza de Pen.: 129.8 kN

Figura 15

Limpieza de Tractor Caterpillar D8T.



Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

- **Tractor D6T;** Corresponde a un equipo pesado que se utiliza fundamentalmente por su mayor versatilidad para el movimiento de tierras. Apertura de accesos,

rampas, acumulación de material, este tipo de movimiento de tierras lo realiza por arrastre.

Especificaciones Principales:

Pot del Motor: 171 kW

Capacidad de la Hoja: 5.61 m³

Peso: 20 449 Kg

Capacidad de cuchara 3.9 m³

Nº de Ripper: 3

Fuerza de Pen.: 6.603 Kg.

Figura 16

Limpieza de frente Tractor Caterpillar D6T



Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

- **Tractor Sobre ruedas 824H;** Denominados también como Wheeldozer, tiene como componente hojas topadoras. Utilizados en la minería para la limpieza y nivelación de terreno, utilizados como tractores de empuje de materiales.

Especificaciones Principales:

Pot de Motor: 264 kW

Peso: 29 Tn

Ancho de Placa frontal: 4.506 m

Anchura de Transporte: 3.7 m

Altura de Transporte: 3.7 m

Figura 17

Limpieza de frente Tractor Caterpillar 824H



Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

- **Martillo Hidráulico SM400:** Equipos de componente principal de un martillo hidráulico, aplicable a equipos de 38 -36 Tn, cumple las funciones de perfilados de bancos, Reductor de boloneria, etc.

Especificaciones Principales:

Peso de Operación: 2890 Kg

Diámetro de Punta: 155 mm

Presión de trabajo: 180 bar

Frecuencia de percusión: 300 – 450 bpm

- **Camión cisterna;** Equipos que se utilizan para el mantenimiento de vías internas y externas en épocas de sequía.

Figura 18

Camión cisterna de agua – camión cisterna de combustible.



Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

2.2.4 Dimensionamiento de Equipos

Una de las etapas importantes en la explotación de mina, es la operación unitaria de carguío y acarreo, la cual a nivel económico y productivo es necesario estudiarla, debido a que representa casi el 40 % del costo total. Por ello es muy importante realizar el dimensionamiento de los equipos a participar en la extracción del material.

El dimensionamiento de equipos para la extracción de mineral fundamentalmente consiste en seleccionar el equipo apropiado según las características de explotación. Así mismo estos equipos de carguío y acarreo deberán guardar una estrecha relación.

Por ello cabe recalcar que en la mina Anama se encuentra en operación y en su etapa final de explotación, debido a la disminución de sus reservas se dimensionará nuevamente la flota de equipos de carguío y acarreo.

2.2.5 Parámetros de Selección de equipos de carguío y acarreo

Estos equipos en la actualidad son aplicados en la explotación de minas, debido al gran movimiento de material que realizan, pero este aspecto requiere de equipos con diferente capacidad y costos, por lo que los equipos seleccionados deberán ser eficientes y tener un menor costo, esto será influido por los diferentes parámetros:

1. **Ritmo de producción:** Es la cantidad de mineral por día requerida por la planta, la cual, si esta es alta, entonces la flota será más grande y los equipos también para satisfacer la necesidad.

2. **Vida de mina:** Es aquella que depende mucho de la reserva de mineral y del ritmo con el que se produce, por lo que el dimensionamiento fue acorde a ello. Entonces se debe justificar para su explotación comercial.

3. **Distancia de recorrido:** La distancia de recorrido jugara un papel muy importante en cumplir las metas diarias de producción, a mayores distancias, mayor ciclo de acarreo.

4. **Disp. mecánica:** El indicador porcentual de la disponibilidad del equipo, definido como el tiempo el equipo está disponible para laborar, respecto a las horas operativas de trabajo.

5. **Utilización:** Es el indicador porcentual de la utilización del equipo, que se define como del tiempo operativo del equipo respecto al tiempo disponible.

6. **Costo unitario:** Este costo nos da a conocer el costo de “tonelada que se carga/acarrea”, esta relación resulta como cociente del costo del equipo por hora maquina respecto al rendimiento de dado en tm/hr.

7. **Tipo de material a transportar:** Depende mucho lo fragmentado que este, para un mejor carguío y disminuir el esponjamiento.

8. **Rutas de acarreo:** Las características de la ruta como ancho, longitud, pendiente, resistencia a la rodadura, son parámetros que influirán en el proceso de extracción.

2.2.6 Vida Útil y Vida Económica de los equipos

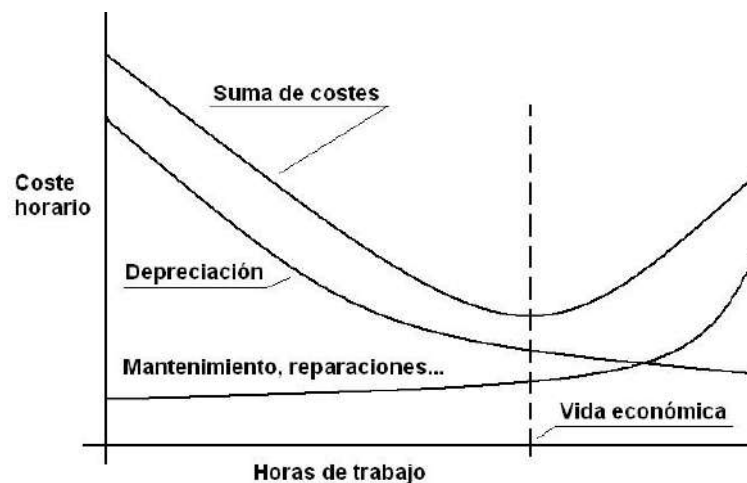
La vida útil de un equipo; es el tiempo estimado en el cual la maquina va cumplir su función de manera efectiva y viene dado por el fabricante generalmente.

La vida económica; Mientras que la vida económica es el periodo donde el costo anual equivalente se minimiza (CAE). También se define como el periodo en el cual tiene la capacidad alcanzar rendimientos adecuados de producción.

A continuación, grafica interpretativa de vida económica:

Figura 19

Vida económica (Costo Horario Vs Horas de trabajo)



La vida económica del equipo estará dada por:

$$n = \frac{Pi}{G} + \frac{1}{i} + \frac{(P/F, i, n)}{i}$$

Sabiendo que:

$$(P/F, i, n) = \frac{(1+i)^{n*i}}{(1+i)^n - 1}$$

Donde:

(P/F,i,n); Factor de conversión de valor futuro a valor presente

P: Valor de adquisición de equipo nuevo (\$)

i; Rendimiento financiero (% anual)

G; Gradiente del costo de mantenimiento (\$)

n; Periodo de vida del equipo (años)

Nota: se tiene que determinar el costo anual del equipo a través de los años, para encontrar el valor mínimo, determinando así el periodo de vida económica.

2.2.7 Rendimiento de Equipos

Definido como la producción generada por el equipo respecto a la unidad de tiempo (hora). Los rendimientos así mismo nos servirán como indicador de los equipos de producción principales y auxiliares.

$$R = \frac{Q * Fll * E}{Cm}$$

Donde;

Q: capacidad de Pala (m³)

Fll: Factor de llenado (%)

E: Eficiencia (%)

Cm; Tiempo que dura un ciclo de trabajo(hr)

2.2.8 Costo de Operación de Equipos

“El costo de operación de maquinaria o equipo se refiere en sí al costo que supone a la empresa el que se trabaje con esa máquina durante un periodo, para ello se toman en cuenta factores y costos que intervienen directamente en el funcionamiento de la misma.”

- ✓ Mantenimiento y reparación
- ✓ Combustibles
- ✓ Lubricantes y grasas
- ✓ Filtros
- ✓ Cadenas-Neumatico
- ✓ Elementos de desgaste
- ✓ Coste del operador

Por lo que estará plasmado en la siguiente formula;

$$C_{op} = C_{mantto} + C_{combustible} + C_{Lubricantes} + C_{Filtros} + C_{Neumaticos/cadenas} \\ + C_{Elem.desgaste} + C_{mano de obra}$$

2.2.9 Mantenimiento de Equipos

El mantenimiento de los equipos en la explotación de minas es fundamental para una óptima operación, este equilibrio entre el mantenimiento y la eficiencia de los equipos es vital para mantener el ritmo de producción constante.

2.2.9.1 Mantenimiento Preventivo

Es aquel tipo de mantenimiento en la que se planea, programa y se ejecuta la reparación de las partes que cumplieron su vida útil, con el objetivo

de tener al equipo trabajando con menor pérdida de la producción, para ello es necesario una inspección periódica del equipo

2.2.9.2 Mantenimiento Correctivo

Es aquel mantenimiento forzada de un equipo cuando este llega a fallar inesperadamente, afectando al ritmo de producción, por lo tanto, a toda la operación mina.

CAPITULO III

ASPECTOS GENERALES DE LA MINA ANAMA

Ubicación y acceso

3.1.1 Ubicación

La unidad minera Anama, se ubica en el anexo de Chicoroni/Jakutani - Huaquírca/ Antabamba/Apurímac. Se encuentra entre los 4600 – 4800 m.s.n.m. de altitud. ubicada en cuadrángulo 29 – q, de la carta geológica nacional.

Tabla 4

Limites de la mina Anama

POBLADOS CERCANOS	
Poblado	Distancia al Proyecto (Km)
Huaquírca (Capital Distrito yComunidad)	15 km (Oeste)
Antabamba (Capital Provincia)	14 km (Oeste-SO)
Curanco (Comunidad)	10 Km (Sur)
Virundo (Comunidad)	13 Km (NE)

Fuente: EIA mina Anama 2010.

Las 06 concesiones mineras, conforman así la Unidad Económica Administrativa (U.E.A.) Valeria con un área de 3978.0942 Has.

Tabla 5

Áreas de Concesión - Unidad minera Anama

N°	Nombre de la Concesión minera	Extensión (Has.)	Código
01	Valeria cuatro 2003	900 Has.	010042703
02	Valeria Cinco 2003	300 Has.	010042803
03	Aluno veinte	800 Has.	010233002
04	Aluno diecisiete	523.36 Has.	010233202
05	Reto al destino N° 1	1000 Has.	05006113X 01
06	Reto al destino N° 3	454.73 Has.	05006479X 01
Total 06 Concesiones Mineras		3978.0942 Has.	

Fuente: Resumen ejecutivo Proyecto Anama.

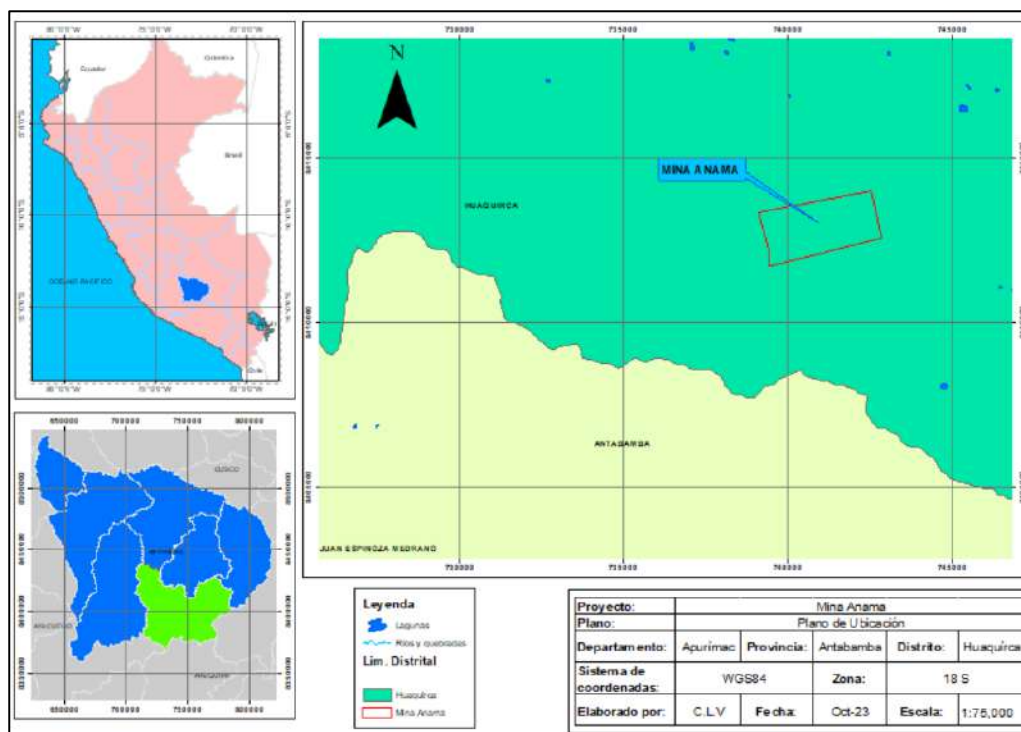
Así mismo la mina Anama se encuentra en las siguientes coordenadas

Tabla 6

Coordenadas geográficas de la Mina Anama

PROYECTO MINERO	COORDENADAS UTM (WGS84)		CARTA
	NORTE	ESTE	
ANAMA	8,414,001.78	742,542.44	29 - Q
	8,412,575.99	742,830.21	
	8,412,219.25	739,434.07	
	8,411,752.02	739,483.16	
	8,411,740.94	739,428.25	
	8,413,309.33	739,111.69	

Fuente: EIA Mina Anama 2010

Figura 20*Plano de Ubicación de la mina Anama*

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 Accesibilidad

La mina Anama cuenta con las siguientes vías de acceso.

Tabla 7*Rutas de Accesibilidad N°1*

Ruta	Tipo de Vía	Km	Hrs
Lima – Cuzco	Aérea	-	1
Cuzco – Abancay	Pavimentada	183	4
Abancay - Santa Rosa	Pavimentada	66	1
Santa Rosa – Antabamba	Afirmada	71	2
Antabamba – Desvío Anama (Ichuni)	Semi Afirmada	68	2
Desvío Anama – Proyecto Anama	Trocha	17	1
Total		405	11

Fuente: Resumen ejecutivo Proyecto Anama.

Tabla 8*Rutas de Accesibilidad N°2*

Ruta	Tipo de Vía	Km	Hrs
Lima – Nazca	Pavimentada	444	6
Nazca – Santa Rosa	Pavimentada	400	7.5
Santa Rosa – Huaquírca	Afirmada	75	4
<u>Desvio Anama – Proyecto Anama</u>	Semi Afirmada	50	3.5
Total		969	21

Fuente: Resumen ejecutivo Proyecto Anama.

3.2 Historia de la mina Anama - U.E.A. Valeria

La zona del Proyecto, geológicamente fue reconocido entre los años 1982-1983, con motivo del Levantamiento Geológico de La Carta Nacional, 1:100,000, correspondiente a los cuadrángulos 29 p de Chalhuanca, 29 q de Antabamba y 29 r de Santo Tomás. Es así que el área de explotación de la mina Anama se ubica en el cuadrángulo 29 q de Antabamba.

Entre los años 1992 y 2006, se realizó la exploración a cargo de las compañías Minera Argento S.R.L., Corrientes Resources Ing., Minera IRL S.A. y Chancadora Centauro.

A inicios del 2013 se realizó como primera fase 191 perforaciones y la segunda fase conto con 94 plataformas más, acumulando así en esta ultima 20 850 mts longitudinales como parte de la exploración en las concesiones de la U.E.A. Valeria.

El 14 de noviembre del 2014, se aprobó su EIA, planta de beneficio y plan de cierre. Dando asi el inicio de actividades de desarrollo y preparación del proyecto Anama.

El 03 de febrero del 2015, se obtiene la autorización para la explotación del tajo abierto Anama de la U.E.A. Valeria de la empresa Anabí S.A.C. con 15 000 TMD inicialmente

En setiembre del 2017, se obtiene la aprobación del Informe técnico Sustentatorio, solicitando la ampliación de la capacidad a 28 000 TMD.

3.3 Clima

“Clima frígido y semiárido, neto de las punas alto andinas del país. Posee lluvias sólo en los meses de verano (diciembre-abril) y un periodo seco durante el resto del año. El total anual de precipitación está en el orden de 400 a 700 mm. Resulta asimismo común la sensación de sequedad, sobre todo al medio día, donde a su vez se da una fuerte insolación, coadyuvadas por el menor contenido de oxígeno que caracteriza a estos ambientes. Es asimismo común la ocurrencia de vientos, con predominancia de vientos de dirección Sur a Norte, con variaciones durante la noche; los cuales se ven incrementados en los meses de agosto y Setiembre.” (mina anama, 2014).

Tabla 9

Estaciones Meteorológicas cercanas

Estación	Dep.	Coordenadas		Parámetros	Fuente
		Lat.	Long.		
Antabamba	Apurímac	14° 22´	72° 53´	Precipitación	SENAMHI
Santo Tomas	Cusco	14° 27´	72° 05´	Precipitación	ONERN

Fuente: SENAMHI

3.4 Hidrografía

El sistema hidrográfico del área del proyecto se encuentra dentro de la microcuenca del río Antabamba, cuenca del río Apurímac, perteneciente a la vertiente del Ucayali en la región hidrográfica del Amazonas. La red hidrográfica de la mina Anama está constituida por las quebradas Lavín y Qda Huayruruni que pertenecen a la microcuenca del río Antabamba. Por ser una zona cabecera de microcuenca, cuenta con varios aportes en época de lluvia que aportan sus aguas a la quebrada Lavín, como son la quebrada Pucacorrall y en el caso de la quebrada Huayruruni, recibe aportes de las quebradas Llancopampa y la quebrada Jehuinchani, Qda SB-01 y SB-02. En el área del proyecto existen 12 bofedales y 16 manantiales, que se han inventariado.

3.5 Geología

3.5.1 Geología regional

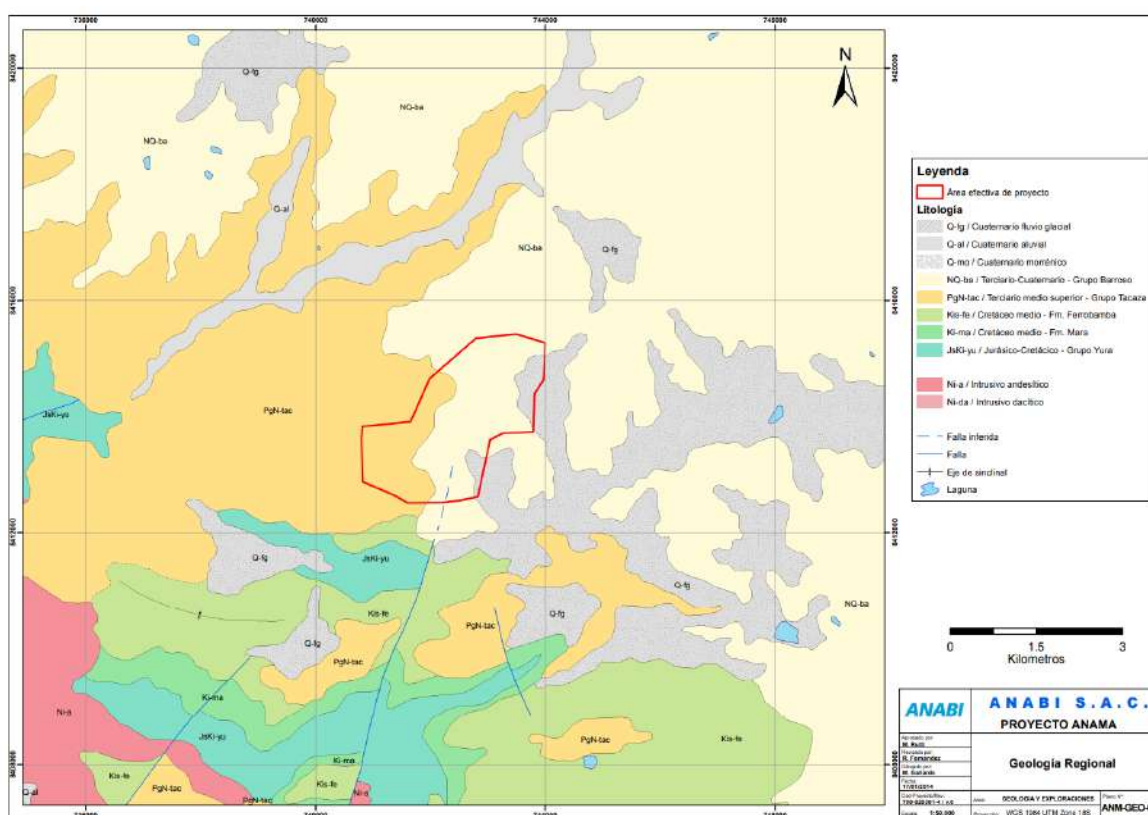
“La base de la estratigrafía regional comprende sedimentos del Jurásico Superior a Cretáceo Inferior correspondiente al Grupo Yura y este es dividido en las formaciones: Formación Chuquibambilla y Formación Soraya. Sobre yace a la precedente las calizas de la Formación Ferrobamba del Albiano Cenomaniano”.

“Una secuencia vulcano-sedimentarios y derrames andesíticos y dacíticos del Grupo Tacaza (oligoceno-mioceno) sobre yace a las Formación Ferrobamba. Volcánicos jóvenes del Plioceno al Cuaternario completan la secuencia con los volcánicos posts Tacaza (Cerro Cullimayoc), como el Grupo Barroso dividido en: Volcánicos Malmanya y Volcánicos Vilcarani”. “Intrusivos de diferentes naturalezas, tales como granodiorita, tonalita, monzonita y diorita del Cretáceo superior al Terciario correspondiente al Batolito de Apurímac se localizan al norte de la Propiedad Anama.”

Las estructuras geológicas en la región son muy complejas, las formaciones del Jurásico superior y Cretáceo Inferior están fuertemente plegadas y falladas, las unidades más jóvenes como las secuencias volcánicas del Grupo Tacaza se encuentran cortadas por numerosas estructuras de dirección NO-SE. Estas deformaciones se deben a la orogénesis andina de finales del Cretáceo y al movimiento epirogénico que afectó en general a los Andes. Las alteraciones encontradas en la “Mina Anama” corresponden a un “sistema epitermal de alta sulfuración, con mineralización económica de Au tipo diseminado”. (mina anama, 2014).

Figura 21

Plano geológico Regional de la mina Anama



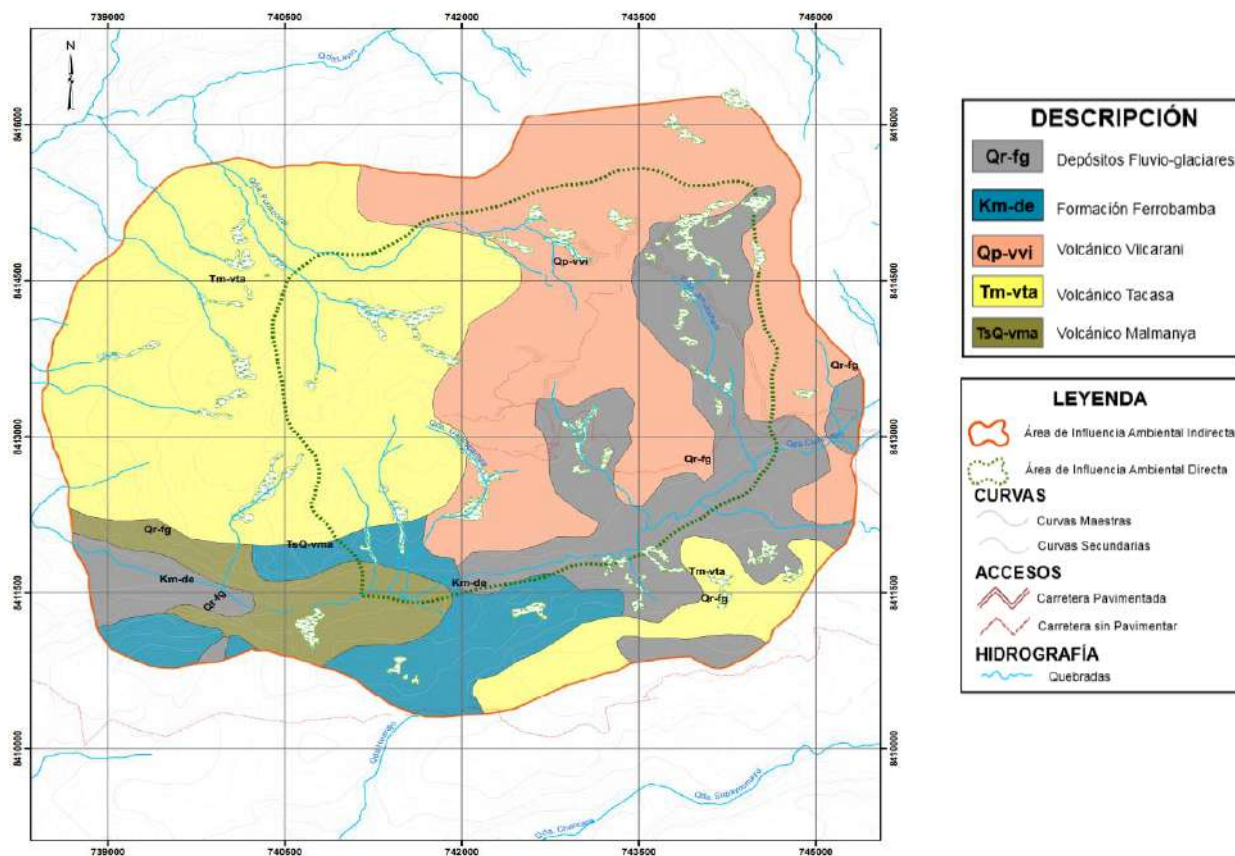
Fuente: Mina Anama[Plano], Área de Geología, 2022.

3.5.2 Geología Local

Está conformada en su mayor parte por rocas de tipo volcánico, formado sobre todo por derrames, De la misma manera se observa que por el oeste del tajío, se distingue afloramiento de volcánicos del grupo tacaza, con brechas tufaceas (colores claros). Finalmente, por el este y sureste, está conformada por material cuaternario reciente, como son fluvio glaciares y morrenas, así mismo cabe recalcar que por el sur se tiene pequeños afloramientos de caliza presencia de la formación ferrobamba.

Figura 22

Plano geológico local de la mina Anama



Fuente: Mina Anama[Plano], Área de Geología, 2022.

Figura 23

Columna estratigráfica de la mina Anama

UNIDADES GEOCRONOLÓGICAS			UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	COLUMNA ESQUEMÁTICA	DESCRIPCIÓN		
ERA/ETAPA	SISTEMA	SERIE					
CENOZOICO	CUATERNARIO	Pleistoceno	Depósitos Morrénicos y Fluvio Glaciales		Q-fg	Dep. no consolidados diversos en matriz arenosa arcillosa. Producto de las fases glaciales.	
		TERCIARIO	Neógeno	Plioceno	Grupo Barroco	Volcánico Manmanya	NQ-mal
	Volcánico Vilcarani				NQ-vi	flujos piroclásticos y lavas en menor proporción. Los piroclásticos están representados por tufo, brechas (fragmentos volcánicos aglomerados, cenizas)	
	Mioceno		Grupo Tacaza		PgN-tac	Potente serie volcano clásica con lavas andesíticas y dacíticas. Brechas, aglomerados, tobas, otros, hacia el tope.	
	Oligoceno						
	MESOZOICO	CRETACEO	Superior	Formación Ferrobamba		Kis-fe	Serie de calizas gris oscuras, masivas y estratificadas, con algo de areniscas y lutitas carbonosas
Medio							
Inferior			Grupo Yura	Formación Soraya	JsKi-yu	Secuencia monótona de areniscas y cuarcitas, de grano fino a medio, gris blanquesinas.	
JURASICO		Superior		Formación Chuquibambilla		Areniscas cuarzo feldespáticas, bien estratificadas, grises. Algo de lutitas y calizas. En la zona constituye la base de la columna.	
		Medio					

Fuente: Mina Anama[Fotografía], Área de Geología, 2022.

3.5.3 Litología

La litología base de la mina Anama, “Es una secuencia volcano-sedimentarios y derrames andesíticos y dacíticos del Grupo Tacaza (oligoceno-mioceno) sobre yace a las Formación Ferrobamba. Volcánicos jóvenes del Plioceno al Cuaternario completan la secuencia con los volcánicos posts Tacaza (Cerro Cullimayoc).” (Mina anama,2015)

3.5.3.1 Lava Andesita:

Lito estratigráficamente sobre la formación ferrobamba yace como base en el proyecto que presentan una textura porfiritica de grano medio, de composición de plagioclasas en un 10 – 15 %, biotita, 8 – 10%, sin presencia de cuarzo primario y como minerales secundarios la hornblenda y menores cantidades presenta piroxeno.

3.5.3.2 Domo Sub volcánico Dacítico

“Esta es la litología que alberga la mineralización la cual es de textura porfiritica de grano medio merocrystalina y por la forma del cristal subhedral, como minerales principales tiene plagioclasas (5 – 7%) y cuarzo primario (2-3%), presentando así como minerales secundarios a la biotita y hornblenda, así como también presenta una matriz afanítica de color gris plomizo”. (mina anama, 2014).

3.5.3.3 Brechas

“Este tipo de brechas son las que llevan la mineralización y alteran al domo dacitico, son de calstos silicificados (Sílice masiva) y matriz silícica con óxidos de hierro. Al presentarse un sistema de epitermal de alta sulfuración, la mineralización se encuentra en márgenes de domo brechados donde se desarrolla una importante permeabilidad para la deposición de mineralización de alteración y de mena.” (mina anama, 2014).

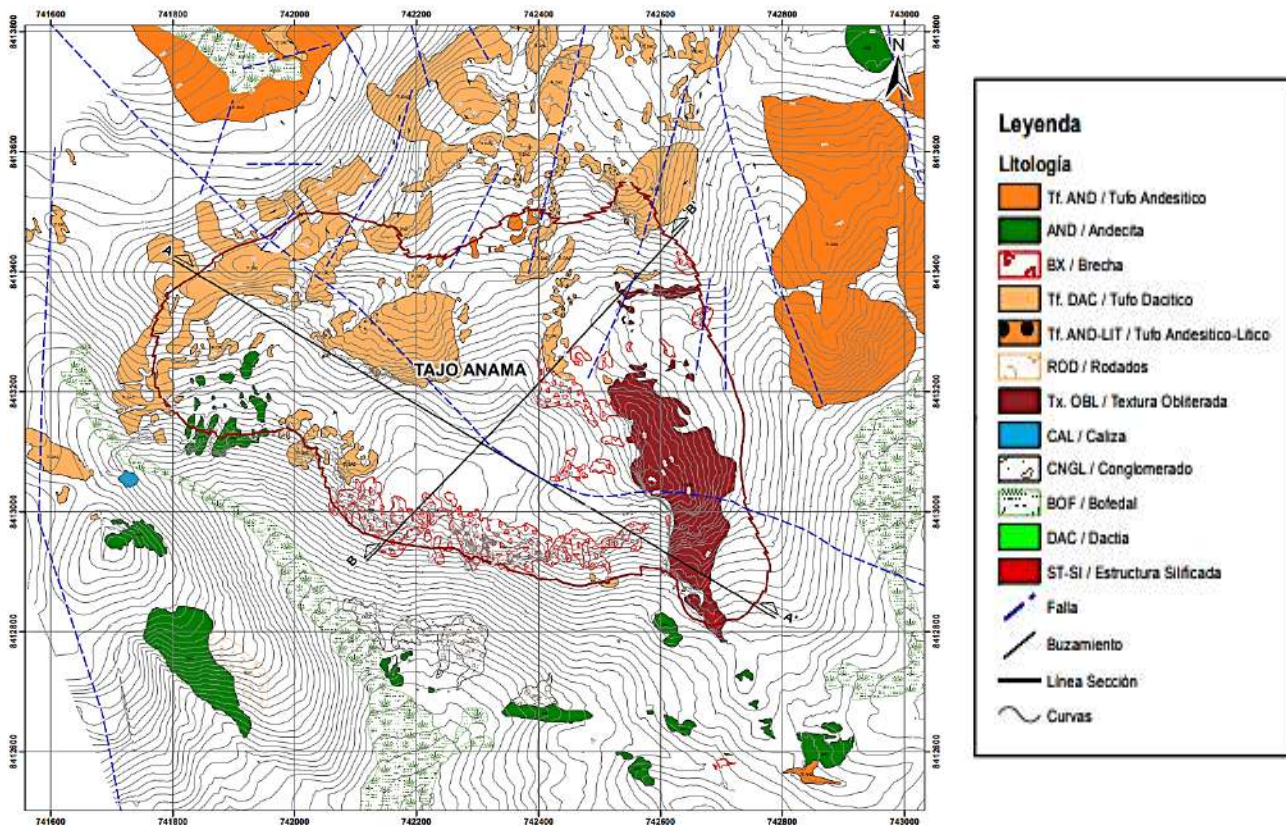
3.5.3.4 Depósitos cuaternarios – Fluvioglaciares/morrenas

“Estas acumulaciones por ser productos de depósitos cuaternarios son las que se encuentran cubriendo llanuras sobre los 4000 m.s.n.m., y están constituidos por

depósitos clásticos heterogéneos, presentándose clastos de sílice masiva, sílice vuggy, sílice alunita y brechas con matriz arenosa.” (mina anama, 2014).

Figura 24

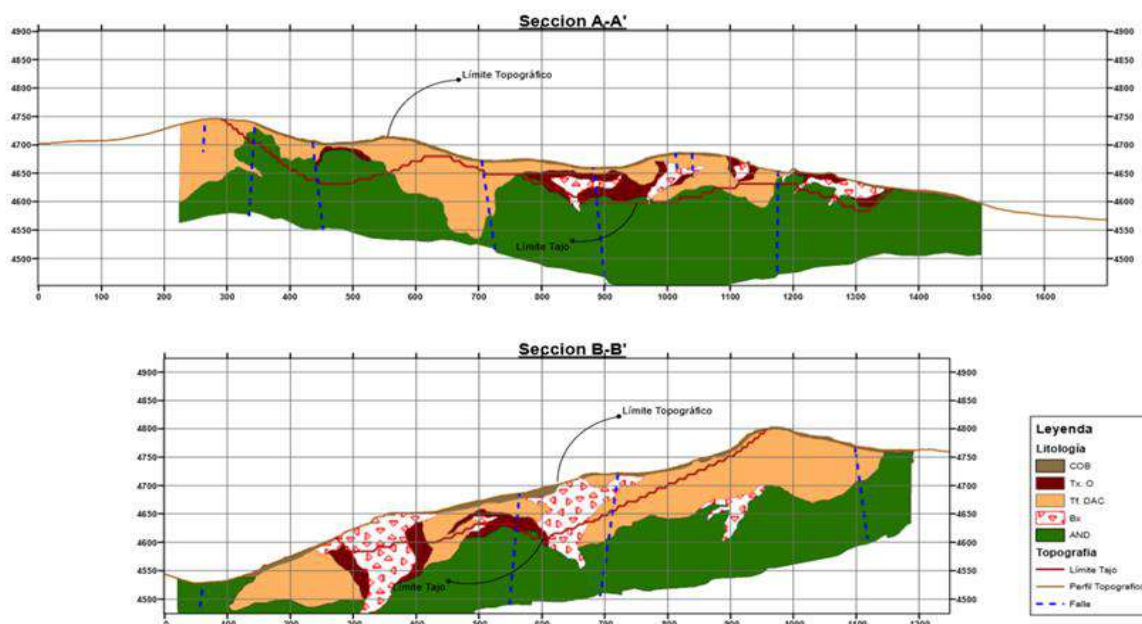
Plano del tajo de la mina Anama



Fuente: Mina Anama[Plano], Área de Geología, 2022.

Figura 25

Secciones del tajo de la mina Anama



Fuente: Mina Anama [Plano], Área de Geología, 2022

3.5.4 Geología Estructural

“Los principales rasgos estructurales en estos tres cuadrángulos, son el resultado de los efectos de las dos últimas fases más intensas de la Orogenia Andina, que en más de un 80% del área deformada siguen los lineamientos generales del modelo estructural de la Cordillera de los Andes, es decir una dirección noroeste-sureste. El resto de las estructuras no siguen este patrón, más bien direcciones de tendencia E-O y NNE-SSO y son considerablemente de menor magnitud que las anteriores”. (INGEMET, 2017)

En la zona del proyecto Anama, se tienen dos grupos de fallas; el primer grupo de fallas tienen una dirección de N50°-70°W el segundo grupo de fallas tiene una dirección de N 15°-30°E.

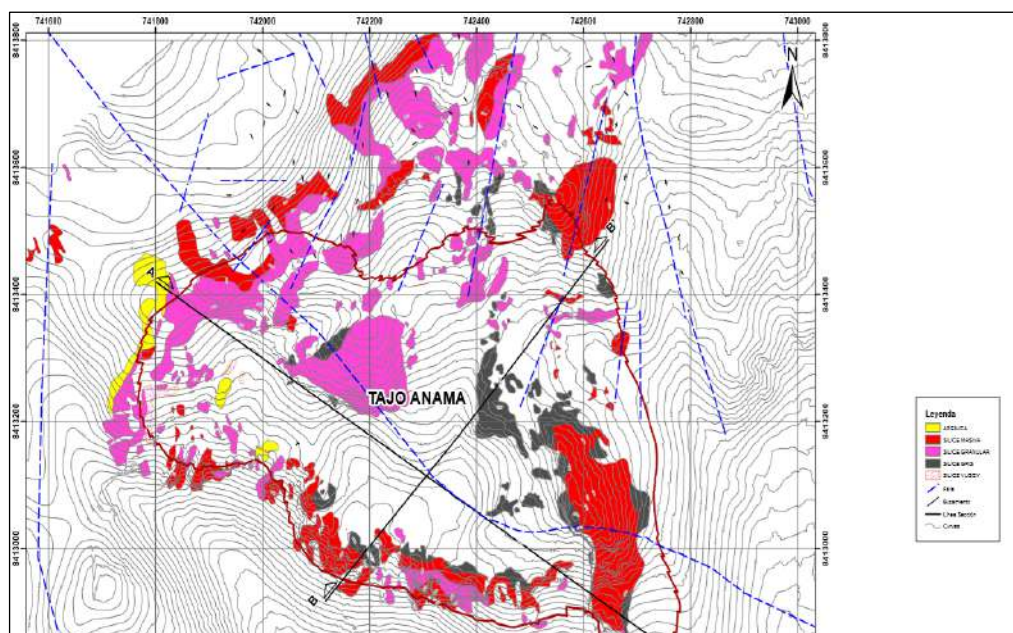
3.5.5 Alteración:

“Se encontró alteraciones correspondientes a un sistema epitermal de alta sulfuración, con presencia de mineralización de oro (Au) tipo diseminado. La alteración dominante a la que se asocia con mayor rigor los contenidos de oro, corresponde a alteración silíceá; dichos contenidos se asocian asimismo a la ocurrencia de halos de oxidación supergénica principalmente óxidos de Fe (hematitas, jarosita) y otros. Configurando de este modo que el tipo de mineral a explotar y tratar corresponde básicamente a la zona de óxidos, es decir la zona emergida (elevada) superpuesta al nivel freático respectivo.” (mina anama, 2014)

Las alteraciones en la mina Anama son características de un ambiente de alta sulfuración, rocas que se sometieron a cambios fisicoquímicos y termodinámicos, resultando así con las características mineralógicas, químicas y de textura.

Figura 26

Alteraciones del tajo de la mina Anama



Fuente: Mina Anama[Plano], Área de Geología, 2022.

A continuación, se da a conocer las alteraciones más importantes:

3.5.5.1 Sílice Alunita:

Dentro de sus ensambles mineralógicos este compuesto por sílice y alunita, de una textura fina asociado a la sílice granular y en rocas porfiríticas reemplazando a los feldespatos.

3.5.5.2 Sílice Granular

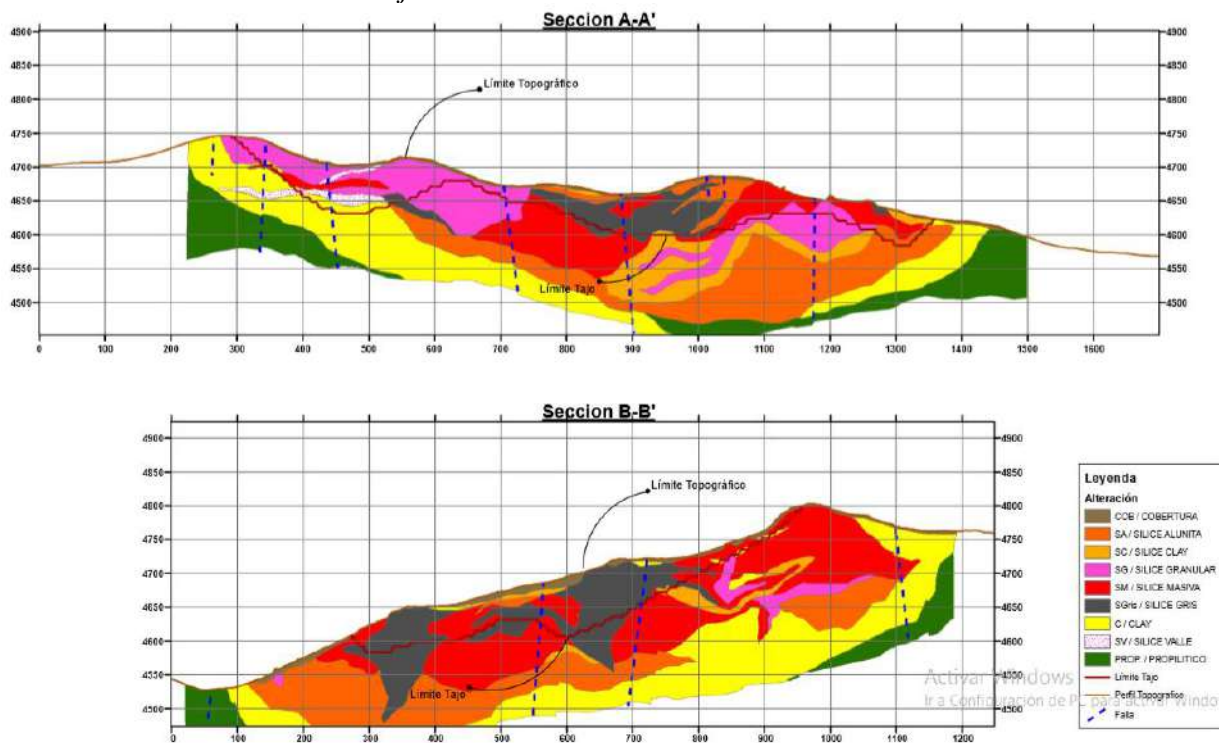
Se presenta en tonalidades gris blanquecinas, beige con características friables, este tipo de alteración cubre la mayor parte de la zona oeste del tajo, evidenciando su contacto con la sílice masiva.

3.5.5.3 Sílice Masiva

Posee tonalidades grisáceas en venillas, asociados a fracturas irregulares, presentándose como clastos de las brechas, sus leyes están proporcionales a su concentración de óxidos.

Figura 27

Secciones con alteraciones del tajo de la mina Anama



Fuente: Mina Anama[Plano], Área de Geología, 2022

3.5.5.4 Ocurrencia de Alteración:

- “En los niveles más altos y someros de la zona se encuentra el tufo dacítico que tiene una fuerte presencia de sílice granular y sílice clay, principalmente sílice vuggy (cuarzo poroso residual), en algunos sectores, además de sílice gris en pequeñas zonas brechadas de tufo. Existen evidencias de alunita sacaroide de color cremoso amarillento a rosáceo, asociado a niveles argilizados y de sílice granular.” (mina anama,2014)

- “En los niveles intermedios se puede apreciar una zona de transición entre el tufo dacítico y la roca andesita, es decir en la zona de contacto entre ambas litologías, es característica principal la presencia de una intensa silificación.” (mina anama,2014)

- “En el nivel inferior se caracteriza por alojar a la roca andesítica en un paquete muy potente, la roca se encuentra alterada con sílice masiva, sílice granular y bajo contenido de sílice gris, aún se puede reconocer la textura de la roca a esta profundidad.” (mina anama,2014)

3.5.6 Mineralización:

“El yacimiento corresponde a un depósito aurífero de tipo epitermal de alta sulfuración, con mineralización económica de oro de tipo diseminado, emplazado en formaciones volcánicas cenozoicas, principalmente andesíticas y dacíticas, que a su vez han sido fuertemente alteradas, presentando asimismo suficiente permeabilidad y porosidad.

Los fluidos de alta sulfuración (AS), derivan principalmente de una fuente magmática y depositan metales preciosos cerca de la superficie cuando el fluido se enfría o se diluye mezclándose con aguas meteóricas. Los metales preciosos en solución derivan directamente del magma o pueden ser lixiviados de las rocas volcánicas huéspedes a medida que los fluidos circulan a través de ellas”. (valverde, 2019).

3.5.6.1 Ocurrencia de la mineralización:

“El tipo de mineralización es por diseminado de oro, tanto en tufos dacíticos como en el nivel superior en las partes más altas, como en los niveles subsiguientes. En el contacto entre los tufos dacíticos y la roca andesítica del domo, se encuentra un nivel

intermedio que es en más importante por su potencial mineralógico y por consecuente es de alta importancia económica y está compuesto por óxidos de hierro con limonita, hematita y gohetita. Por debajo del nivel de óxidos existe un nivel donde predomina la presencia de la roca andesita componente del domo y que también presenta valores de oro asociados a una fuerte presencia de pirita diseminada, en este nivel las leyes de oro son más bajas y tienden a bajar conforme se profundiza.” (mina amana, 2014)

3.5.7 Ley Cut-Off

En la mina de Anama se considera una ley cut-off de 0.16 gr/tm,, teniendo en cuenta un precio de venta de 1500 \$/onz de Oro (Au) y una recuperación metalúrgica del 75 % (fuente: Área de metalurgia-mina Anama).

3.5.8 Reservas de Mineral}

Teniendo en cuenta que las reservas son de 8 820 000 Toneladas de mineral de Oro (Au) y 3 600 000 Tn de desmonte (fuente: área de geología).

3.5.9 Vida Probable

Teniendo en cuenta que las reservas son de 8 820,000 de Toneladas de mineral (área de geología) y 3 600 000 Toneladas de desmonte. Así mismo teniendo en cuenta que su producción es 14500 TMD.

Por lo tanto, su vida probable será de:

$$Vida = \frac{Reservas\ de\ mineral}{14500 * 360}$$

$$Vida = \frac{12\,420\,000}{14\,500 * 360}$$

$$Vida = 2 \text{ años y } 5 \text{ meses}$$

3.6 Parámetros de mina Actual

3.6.1 Capacidad de Producción

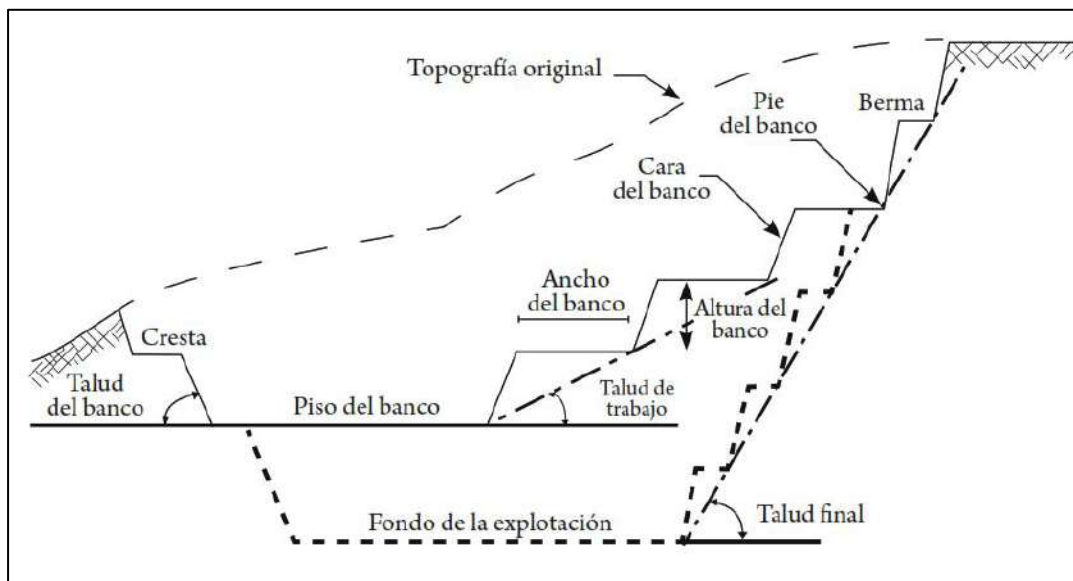
La mina Anama en la actualidad su producción es de 14 500 TMD, con una ley prom. de 0.39 gr/Tn.de Au.

3.6.2 Diseño de Banco

Como parámetros del diseño de banco se tiene:

Figura 28

Parámetros de diseño de banco - mina Anama



Fuente: Mina Anama[Figura], Área de Geología, 2022.

Parámetros del diseño de Banco:

Cota mínima de tajo: 4565 m.s.n.m.

Cota máxima de tajo: 4800 m.s.n.m.

Profundidad máxima: 235 m

Altura de banco: 8 m

Talud de banco(α): 60° - 70 °

Ancho de banquetta: 4.27 m

Angulo de tajo: 28° - 45°

Rampas de acceso: 12 m (ancho de via)

Talud final: 28°-45°.

3.6.3 Aspectos técnicos**3.6.3.1 Perforación**

En la mina Anama, la perforación se realiza con perforadoras rotativas percutoras DM 45 E y DML, el diámetro de perforación será de 6 ¾” de diámetro y la altura de perforación será de 8.5 m incluyendo 0.5 m de sobreperforación.

La malla (tipo: Malla Triangular) utilizadas dependen de los parámetros técnicos:

Tabla 10

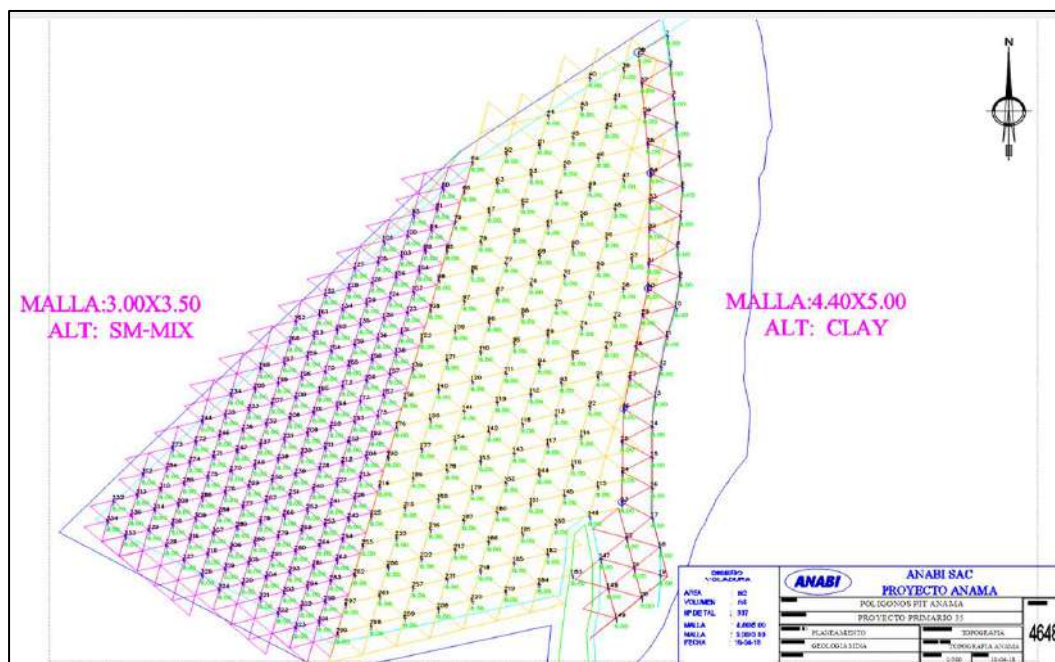
Malla de perforación según resistencia de la Roca (MPa)

Alteración	Resistencia de roca (MPa)	Dureza	Burden(m)	Espaciamiento(m)	Taco
Sílice Vuggy	150	Suave	4.40	5.00	3.50
Sílice Granular	200	Media	4.00	4.60	3.00
Sílice Masiva	300	Dura	3.00	3.50	2.50

Fuente: Área de Geotecnia – Mina ANAMA, Climer, 2022.

Figura 29

Malla de perforación mina Anama



Fuente: Operaciones mina ANAMA[Fotografía], Climer, 2022.

3.6.3.1.1 *Calculo de Rendimiento de equipos de Perforación DML*

El rendimiento de la perforadora DML en la mina Anama está considerando un 95% y un porcentaje de utilización del 90% en promedio, para ello; tomamos tres proyectos y verificar estos datos y así también determinar el rendimiento de la perforación.

Tabla 11

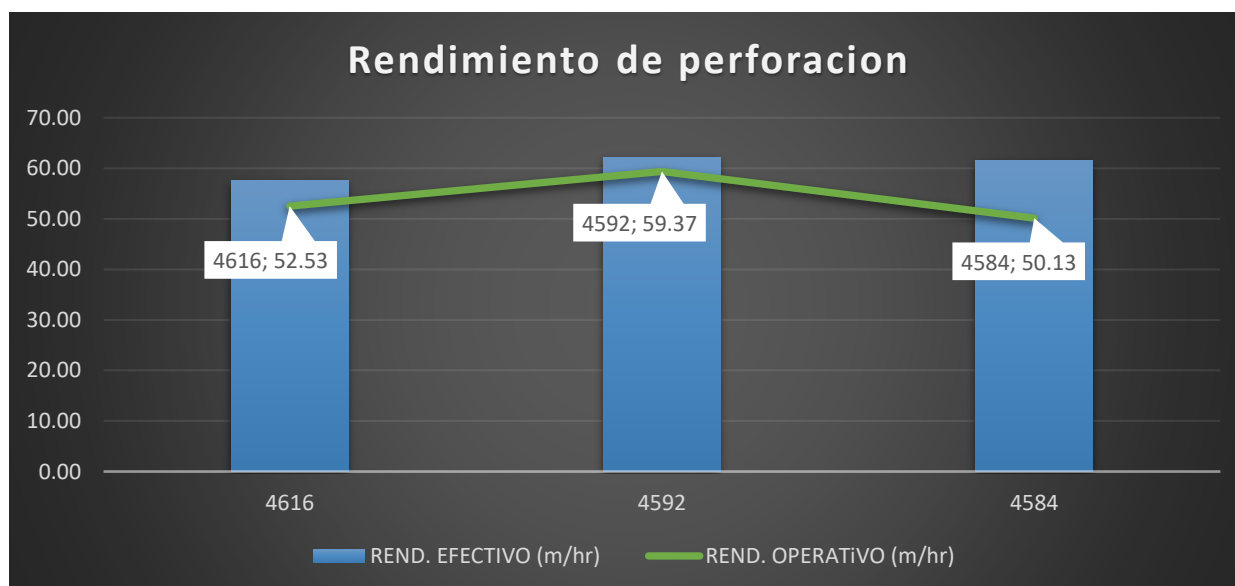
Rendimiento, Disponibilidad mecánica y utilización del equipo de perforación

EQUIPO	BANCO	ALTERACIÓN	N° DE TALADROS	TIEMPO DE PERF. (Min.)	HRS EFECT.	DEM. OPERAT.	HORAS PROGRAMADAS			DM %	U %	METROS PERF. (m)	REND. OPERATIVO (m/hr)	REND. EFECTIVO (m/hr)
							HRS OPERAT.	HRS. Reserva	HRS MANT.					
DML	4616	SA	58	8.41	8.13	0.77	8.90	0.69	0.41	95.90%	92.81%	467.50	52.53	57.50
	4592	SA	63	7.98	8.38	0.40	8.78	0.57	0.65	93.50%	93.90%	521.29	59.37	62.21
	4584	SG	51	8.21	6.98	1.59	8.57	0.76	0.67	93.30%	91.85%	429.62	50.13	61.59

Fuente: Elaboración propia.

Figura 30

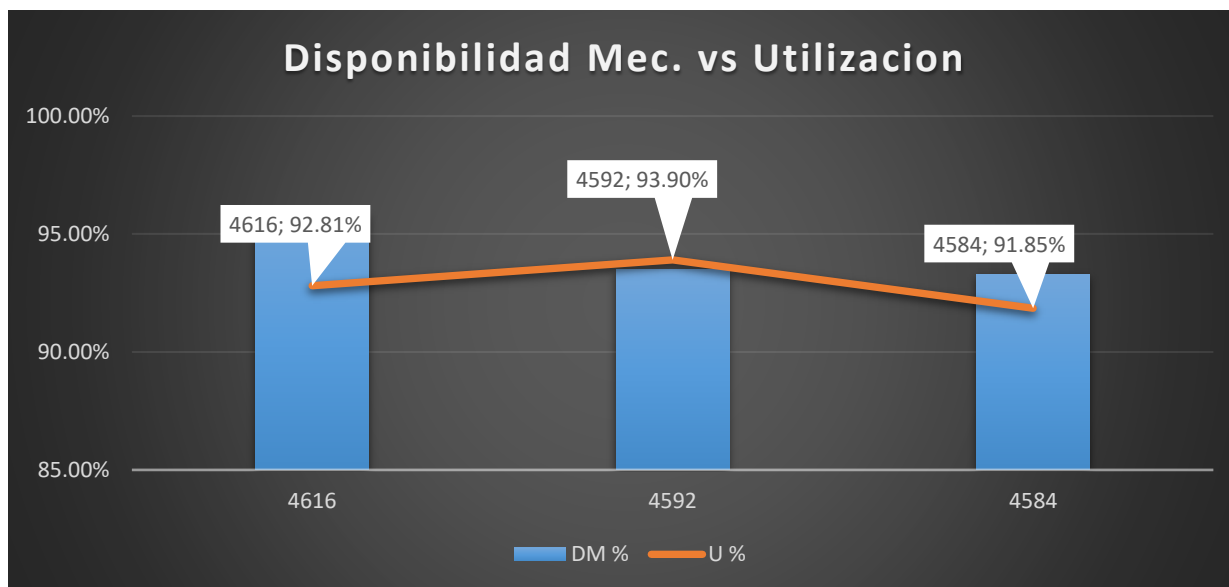
Rendimiento de perforación – mina Anama



Fuente: Elaboración propia.

Figura 31

Disponibilidad mecánica – Utilización de equipos de perforación



Fuente: Elaboración propia.

3.6.3.2 Voladura

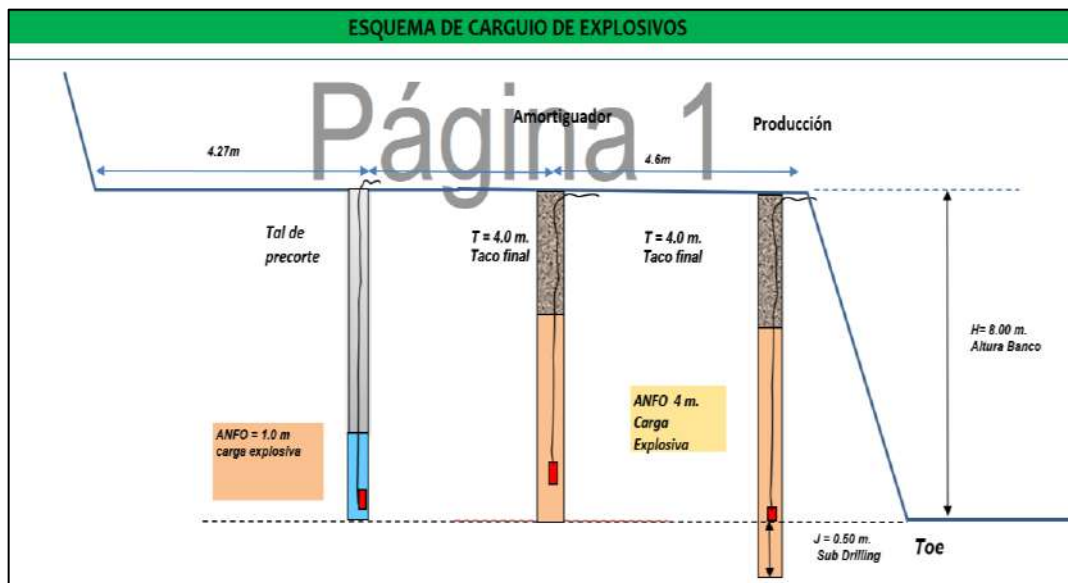
En la mina Anama los taladros son cargados con explosivos, utilizando un (01) booster de 1 libra, seguido se cargará con Heavy ANFO y para el amarre de la línea troncal(principal) se usará retardos superficiales.

Plan de minado-mina Anama (2022), “El carguío es con camión fábrica de 12 Ton de capacidad que realiza las mezcla de ANFO y Heavy ANFO, que permite utilizar otros tipos de explosivos, dependiendo del material a fragmentar y el porcentaje de contenido de agua”.

A continuación, se rellenan los taladros usando tacos de 4 m (Tal producción), el chispeo es convencional con una mecha de seguridad de 7 pies con fulminante N° 8.

Figura 32

Diseño de carguío de taladros con explosivo



Fuente: Operaciones mina Anama [Fotografía], Climer, 2022.

3.6.3.2.1 *Calculo de rendimiento de camión fabrica*

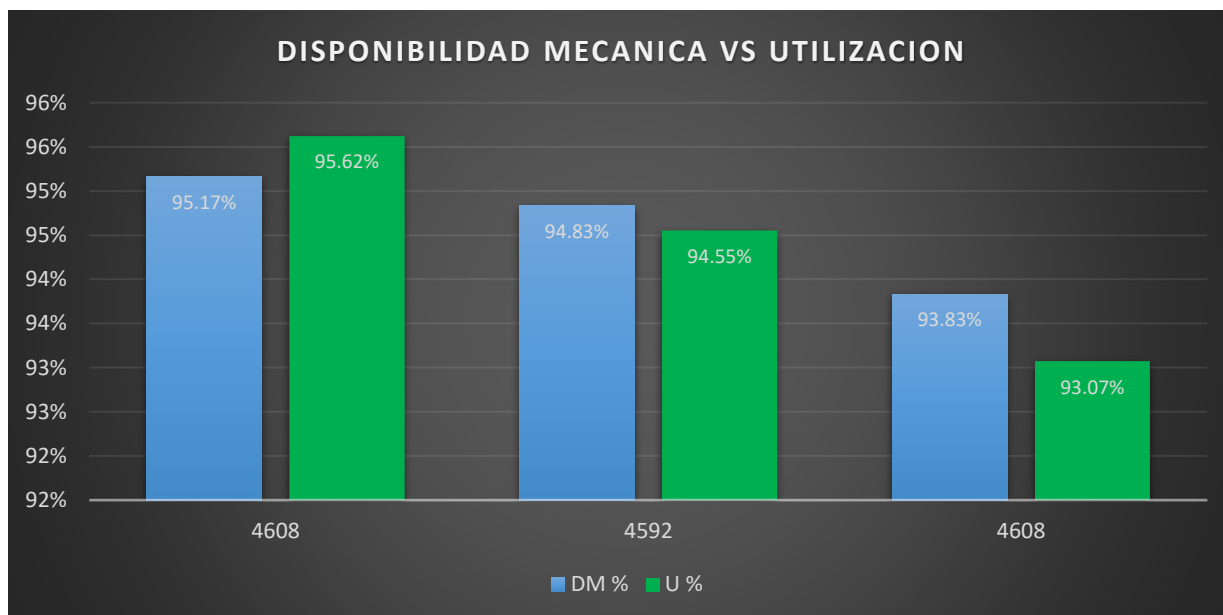
La disponibilidad mecánica del camión fabrica se considera del 95%, así como su utilización es de 90% a continuación se muestra lo siguiente:

Tabla 12

Disponibilidad mecánica – utilización de camión fabrica

EQUIPO	BANCO	HRS EFECT.	DEM. OPERAT.	HORAS PROGRAMADAS 6 HRS			DM %	U %
				HRS OPERAT.	H. RESERVA	HRS MANT.		
CAMION FABRICA	4608	5.34	0.12	5.46	0.25	0.29	95.17%	95.62%
	4592	4.87	0.51	5.38	0.31	0.31	94.83%	94.55%
	4608	4.59	0.65	5.24	0.39	0.37	93.83%	93.07%

Fuente: Elaboración propia.

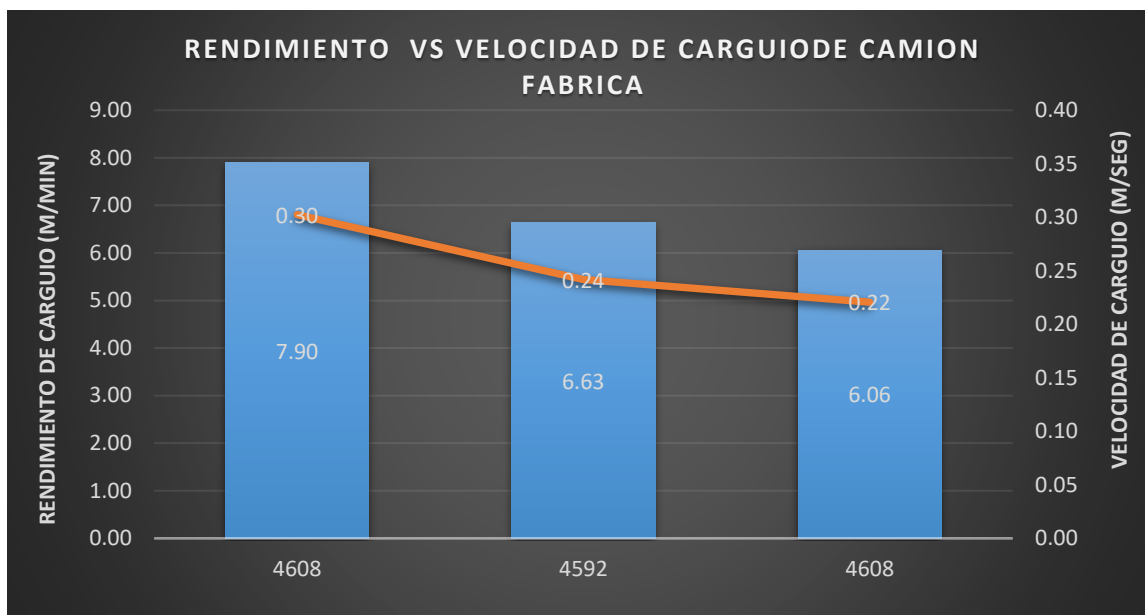
Figura 33*Disponibilidad mecánica – utilización de camión fabrica**Fuente: Elaboración propia.***Tabla 13***Rendimiento y Velocidad de carguío de camión fabrica*

EQUIPO	PROY.	TACO (m)	PROF. TAL (m)	ALTURA DE CARGA (m)/TAL	CARGA (kg)	T CARGUIO (seg)/TAL	T MANIOBRA (seg)	T. TOTAL (seg)	REND (m/min.)	VEL CARG (m/seg)
CAMION FABRICA	4608	4.15	8.75	4.60	75.47	15.21	19.71	34.92	7.90	0.30
	4592	4	8.25	4.25	76.13	17.58	20.86	38.44	6.63	0.24
	4608	4.38	8.12	3.74	75.75	16.95	20.09	37.04	6.06	0.22

Fuente: Elaboración propia

Figura 34

Rendimiento y Velocidad de carguío de camión fabrica



Fuente: Elaboración propia.

3.6.3.3 Carguío

En mina Anama se cuenta con equipos de carguío marca Caterpillar de 3 capacidades Pala 345(3.20m³), Pala 365 (4.28) y Pala 374 (5.20), las cuales están distribuidas en los diferentes frentes (mineral y desmante).

3.6.3.3.1 *Calculo de rendimiento de equipos de carguío*

Se presenta el siguiente cuadro resumido de producción donde se da a conocer el rendimiento de cada pala. Determinando así la disp. mecánica, % utilización de los equipos de carga y rendimiento de los mismos, a partir de las cuales estudiaremos los actuales indicadores para este trabajo.

Tabla 14*Rendimiento, disp. mecánica, utilización de equipos de carga*

EQUIPOS DE CARGUIO	DM (%)	U (%)	REND. OPERATIVO (Tm/Hr)	REND. EFECTIVO (Tm/Hr)	MINERAL (TM)	HRS EFECT.	HRS OPERAT.	HRS DE RESERVA	HRS MANT.
Pala 345 N°4	85%	90%	278.81	291.83	2323.04	7.96	8.33	0.90	0.77
Pala. 365 CI	84%	90%	449.01	493.85	3739.20	7.57	8.33	0.89	0.78
Pala 374 D	81%	85%	555.27	630.89	4276.59	6.78	7.71	1.33	0.97

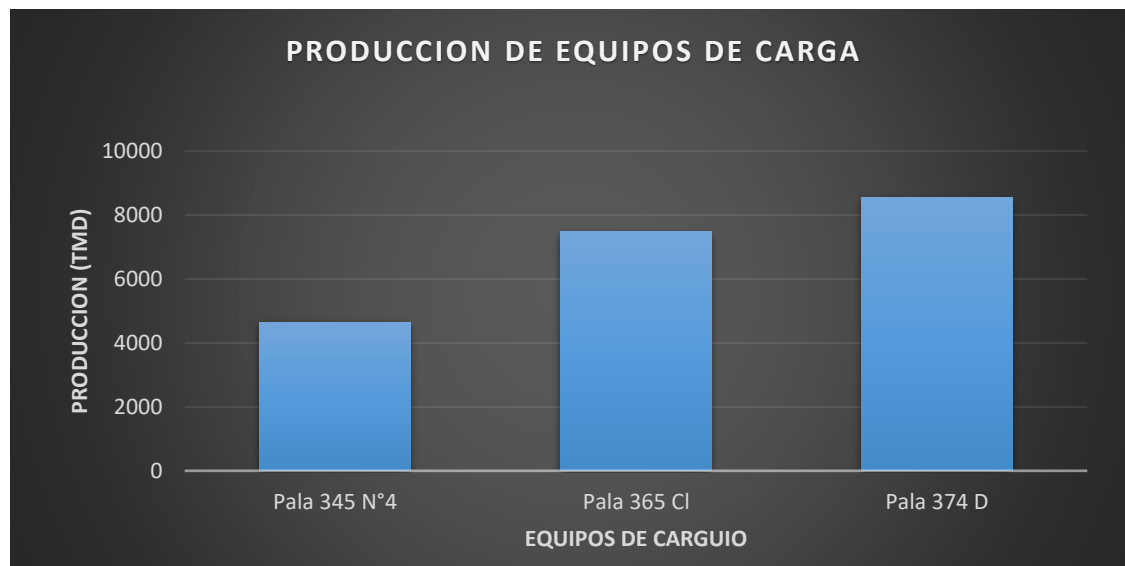
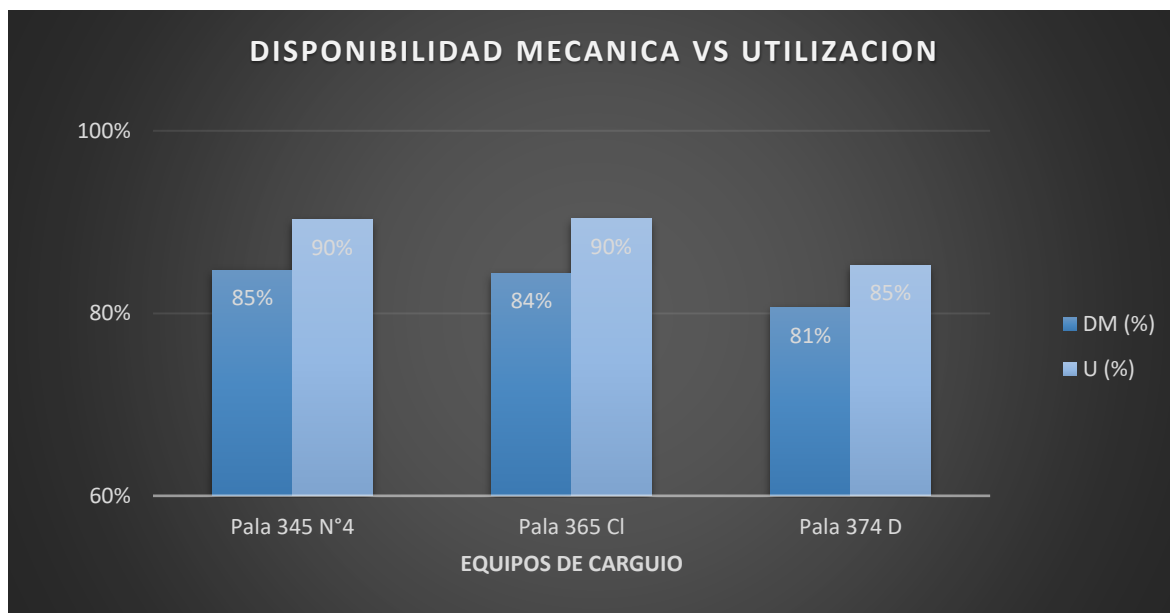
*Fuente: Elaboración propia.***Figura 35***Produccion de equipos de carga.**Fuente: Elaboración propia*

Figura 36

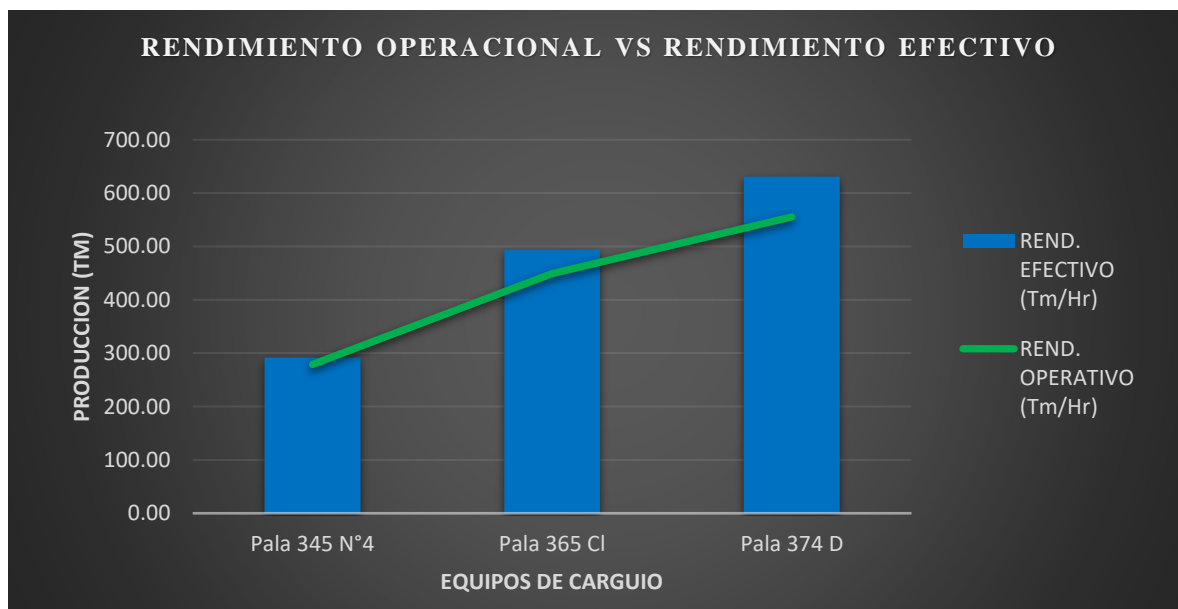
D.M. vs Porcentaje de Utilización - equipos de carga.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 37

Rendimiento Operativo vs Rendimiento Efectivo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 38

Carguío de material en mina Anama



Fuente: Fotografía tomada en mina Anama-2022

3.6.3.4 Acarreo

Como parte de las operaciones unitarias, el acarreo va ligado de la mano al carguío, por lo tanto, el acarreo de material en la mina Anama, se realiza en camiones Mercedes Benz serie Actros 4144, de una capacidad de tolva de 22.35 m³, cada equipo de acarreo.

3.6.3.4.1 *Calculo de rendimiento de Volquete Minero*

El acarreo del material (mineral y desmonte) extraído en la mina Anama se realizaba con una flota de 24 camiones, cuyo rendimiento, disponibilidad mecánica y la utilización se muestra a continuación:

Nota: se adjunta plano de mina Anama con rutas de acarreo

Figura 39

Acarreo de material en mina Anama



Fuente: Fotografía tomada en la mina Anama

Tabla 15

Rendimiento, Disponibilidad mecánica, Utilización de equipos de acarreo.

N° CAMION	HRS EFECT.	DEMORAS OPERATIVAS	9 HRS PROGRAMADAS			N° DE VIAJES	TM/GUARDIA	REND. OPERATIVO (TM/Hr)	REND. EFECTIVO (TM/Hr)	DM (%)	U(%)	MATERIAL
			HRS OPERAT.	HRS DE RESERVA	HRS MANT.							
207	7.7	0.59	8.29	0.27	0.44	13	521.68	62.93	67.75	95%	97%	Mineral
161	7.78	0.56	8.34	0.16	0.5	14	561.81	67.36	72.21	94%	98%	Mineral
196	7.47	0.62	8.09	0.46	0.45	12	481.55	59.52	64.46	95%	95%	Mineral
233	7.85	0.57	8.42	0.17	0.41	15	601.94	71.49	76.68	95%	98%	Mineral
211	7.72	0.56	8.28	0.32	0.4	13	521.68	63.01	67.58	96%	96%	Mineral
215	7.64	0.62	8.26	0.26	0.48	14	561.81	68.02	73.54	95%	97%	Mineral
284	7.53	0.58	8.11	0.37	0.52	12	481.55	59.38	63.95	94%	96%	Mineral
192	7.76	0.57	8.33	0.19	0.48	13	521.68	62.63	67.23	95%	98%	Mineral
273	7.84	0.61	8.45	0.05	0.5	15	601.94	71.24	76.78	94%	99%	Mineral
221	7.72	0.56	8.28	0.37	0.35	13	521.68	63.01	67.58	96%	96%	Mineral
168	7.67	0.59	8.26	0.04	0.7	14	561.81	68.02	73.25	92%	100%	Mineral
174	7.75	0.59	8.34	0.29	0.37	13	521.68	62.55	67.31	96%	97%	Mineral
217	7.47	0.61	8.08	0.56	0.36	12	481.55	59.60	64.46	96%	94%	Mineral
212	7.78	0.58	8.36	0.32	0.32	14	561.81	67.20	72.21	96%	96%	Mineral
213	7.68	0.59	8.27	0.33	0.4	13	521.68	63.08	67.93	96%	96%	Mineral
164	7.84	0.42	8.26	0.27	0.47	14	410.02	49.64	52.30	95%	97%	Desmonte
210	7.93	0.34	8.27	0.23	0.5	14	410.02	49.58	51.71	94%	97%	Desmonte
208	7.55	0.59	8.14	0.4	0.46	13	380.74	46.77	50.43	95%	95%	Desmonte
227	7.98	0.47	8.45	0.17	0.38	14	410.02	48.52	51.38	96%	98%	Desmonte
220	7.59	0.65	8.24	0.16	0.6	15	439.31	53.31	57.88	93%	98%	Desmonte
194	7.8	0.67	8.47	0.16	0.37	13	380.74	44.95	48.81	96%	98%	Desmonte
209	7.48	0.66	8.14	0.4	0.46	16	468.60	57.57	62.65	95%	95%	Desmonte
Prom.	7.71	0.56	8.28	0.27	0.45	13.5	503.80	60.84	65.33	95%	97%	-

Fuente: Elaboración propia

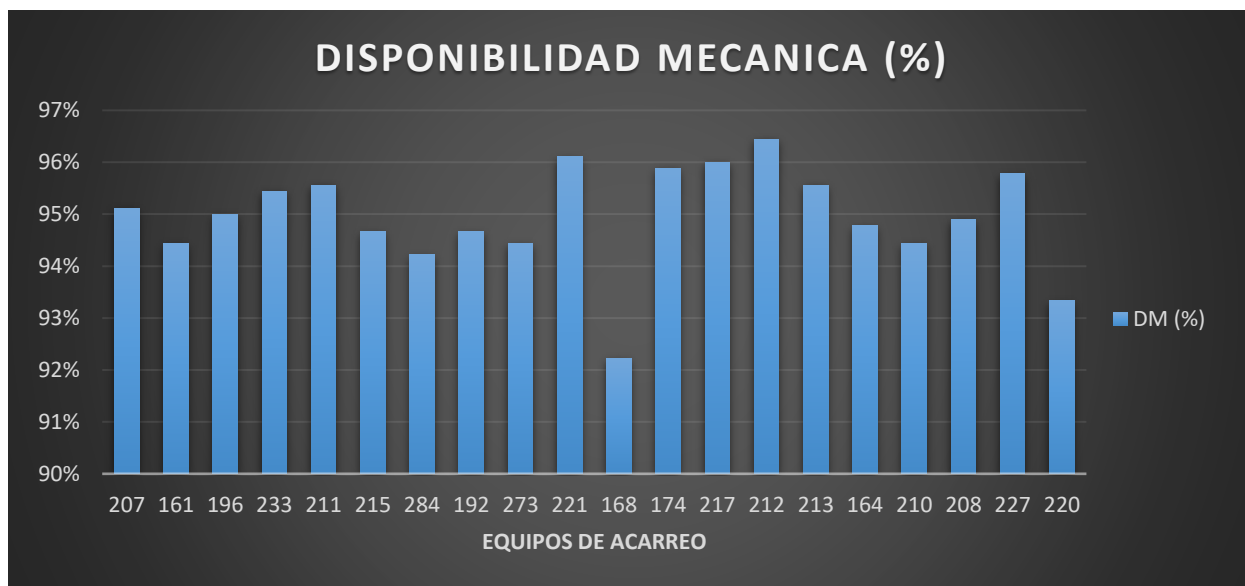
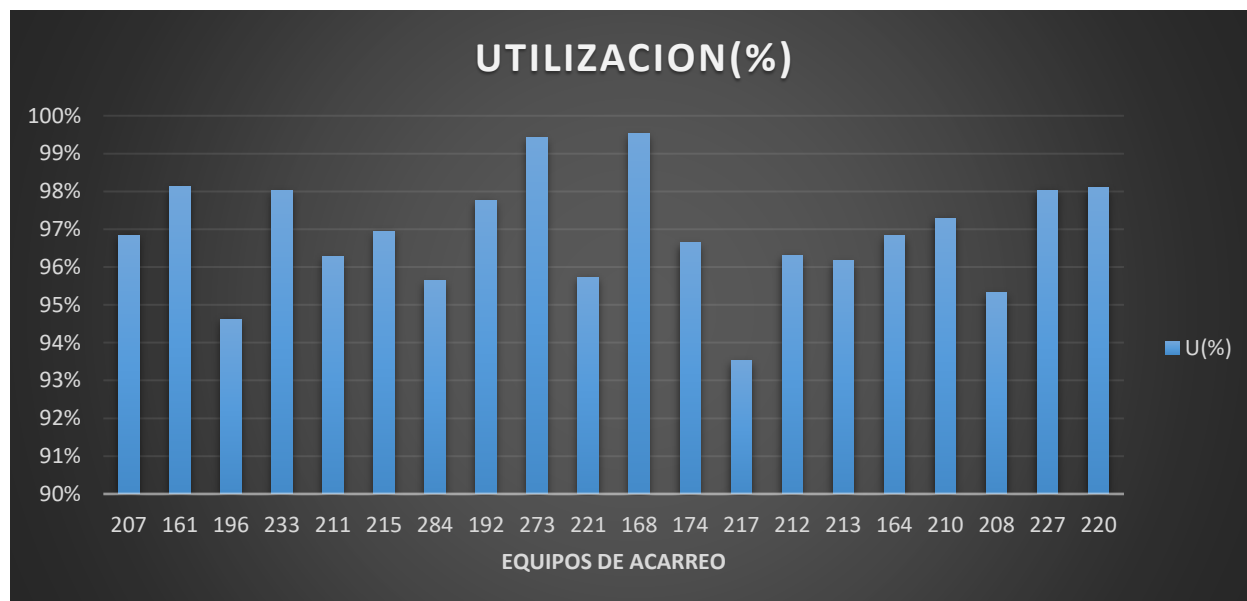
Figura 40*Rendimiento operativo vs rendimiento efectivo de camiones**Fuente: Elaboración propia.***Figura 41***Disponibilidad mecánica de camiones**Fuente: Elaboración propia.*

Figura 42

Utilización de los equipos de acarreo



Fuente: Elaboración propia.

3.6.3.5 Equipos Auxiliares

Dentro de la flota de equipos auxiliares tenemos; bulldozer, weeldozer, motoniveladora, rodillo compactador, cisternas, retroexcavadora, rotomartillo, cama baja. A continuación, determinaremos el rendimiento de los más importantes:

3.6.3.5.1 *Calculo de rendimiento de equipos auxiliares*

A. Bulldozer D6T.

En la mina Anama se cuenta con un bulldozer D6T, la cual se encarga de la limpieza de frente de carguío y de apertura de accesos.

Figura 43*Bulldozer D6T- mina Anama*

Fuente: Tomada en Mina Anama [Fotografía], Climer, 2022.

El rendimiento del tractor oruga modelo D6T, está dado por la siguiente expresión;

$$R = \frac{60 * E * Q * K}{T * Fv}$$

Donde:

- E: Eficiencia
- Q: Cap. De hoja (m³)
- K: Coeficiente de carga
- T: Tiempo de Ciclo
- Fv: Factor de abundamiento
- R: Rendimiento (m³/hr)

Por lo que iniciaremos determinando el factor de corrección de temperatura:

Capacidad(Q)	5.61	m ³
Temperatura:	15	°C
Altitud	4600	m.s.n.m.

Remplazando se tiene:

$$Ft = 1.00 - \left[\left(0.01 * \left(\frac{T - 16}{5} \right) + \left(0.01 * \frac{A}{100} \right) \right) \right]$$

$$Ft = 0.542$$

Por lo tanto, determinaremos el valor del factor corrección administrativo "Adm", de las tablas de Factor del estado del equipo y experiencia del operador

Tabla 16

Factor de corrección administrativo

Factor del estado del Equipo					Experiencia del Operador				
Horas de Trabajo	Grado de Mantenimiento				Estado del Equipo	Experiencia y capacidad del Operador			
	Bueno	Regular	Malo	No se Realiza		Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
0 - 2000	MB	MB	MB	B	Muy bueno	0.83	0.65	0.47	0.3
2000 - 4000	MB	MB	B	R	Bueno	0.68	0.53	0.39	0.25
4000 - 6000	MB	MB	R	M	Regular	0.54	0.42	0.31	0.2
6000 - 8000	MB	R	M	M	Malo	0.4	0.31	0.23	0.15
80.0 - 10000	R	MB	M	M					

Fuente: Diapositivas de Rendimiento Movimiento de tierras -[Tabla], HB, 2015.

Teniendo en cuenta el factor del estado del equipo consecuentemente nos ubicamos en la tabla del factor del operador y determinamos el factor de corrección administrativo:

$$Adm = 0.65;$$

$$Adm (0-1)$$

Así mismo a continuación determinamos que el factor de abundamiento:

Tabla 17*Corrección de Factor de abundamiento*

CLASE DE MATERIAL	ESTADO	CONVERTIDO A		
	ACTUAL	NATURAL	SUELTO	COMPACTADO
ARCILLA	Natural (1)	1.00	1.43	0.90
	Suelto (1)	0.70	1.00	0.64
	Compactado (1)	1.11	1.59	1.00
TIERRA COMUN	Natural (2)	1.00	1.25	0.90
	Suelto (2)	0.80	1.00	0.72
	Compactado (2)	1.11	1.39	1.00
ARENA	Natural (3)	1.00	1.11	0.95
	Suelto (3)	0.90	1.00	0.86
	Compactado (3)	1.05	1.17	1.00
GRAVA	Natural (4)	1.00	1.12	0.95
	Suelto (4)	0.89	1.00	0.84
	Compactado (4)	1.05	1.18	1.00
ROCA DINAMITADA	Natural (5)	1.00	1.50	1.30
	Suelto (5)	0.67	1.00	0.87
	Compactado (5)	0.77	1.15	1.00

Fuente: Diapositivas de Rendimiento Movimiento de tierras -[Tabla], HB, 2015.

Para ubicar este valor en la tabla, nos ubicamos en clase de material y ubicamos “roca dinamitada” – Estado actual “suelto” debido a que el material extraído en la mina anama es producto de la voladura y en la zona vertical a material suelto. Teniendo así:

$$F_v = 1$$

Seguidamente determinamos el Ciclo de trabajo, para ello tendremos las velocidades:

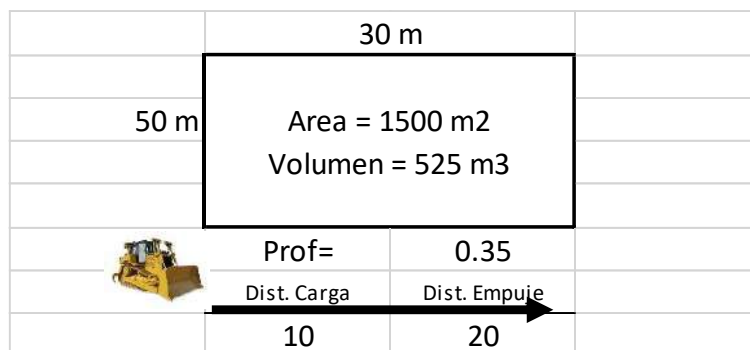
Velocidades

Velocidades Ida

1ra	3.8	kph
2da	6.6	kph
3ra	11.4	kph

Velocidades de retroceso

1ra	4.8	kph
2da	8.4	kph
3ra	14.5	kph

Figura 44*Croquis de trabajo del bulldozer D6T**Fuente:* Elaboración propia.**Determinando el tiempo del ciclo en Minutos**

Tiempo de Carga	0.16	Min.
Tiempo de empuje	0.18	Min.
Tiempo de retroceso	0.21	Min.
Tiempo Variable	0.55	Min.
Tiempo fijo	0.5	Min.
Tiempo Total	1.05	Min.

Determinando el coeficiente de carga:

$$K = Adm * Ft = 0.35$$

Así mismo;

$$Eff = 0.80$$

Finalmente reemplazaremos en la siguiente formula

$$R = \frac{60 * E * Q * K}{T * Fv}$$

$$R = \frac{60 * 0.8 * 5.61 * 0.35}{1.05 * 1}$$

R =	90.01	m³/hr
------------	--------------	-------------------------

B. Bulldozer D8T:

En la mina Anama se cuenta con (01) un bulldozer D8T, la cual se encarga de la limpieza de material en el botadero y de apertura de accesos.

Figura 45

Bulldozer D8T – mina Anama



Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

El rendimiento del tractor oruga modelo D8T, está dado por la siguiente expresión;

$$R = \frac{60 * E * Q * K}{T * Fv}$$

Donde:

E:	Eficiencia
Q:	Cap. De hoja (m3)
K:	Coefficiente de carga
T:	Tiempo de Ciclo
Fv:	Factor de abundamiento
R:	Rendimiento (m3/hr)

Entonces iniciaremos determinando el factor de corrección de temperatura:

Capacidad(Q)	11.7	m ³
Temperatura:	15	°C
Altitud	4600	m.s.n.m.

Reemplazando se tiene:

$$F_t = 1.00 - \left[\left(0.01 * \left(\frac{T - 16}{5} \right) + \left(0.01 * \frac{A}{100} \right) \right) \right]$$

$$F_t = 0.542$$

Por lo tanto, determinaremos el valor de "Adm", de las tablas de Factor del estado del equipo y experiencia del operador.

Tabla 18

Factor de corrección administrativo

Factor del estado del Equipo					Experiencia del Operador				
Horas de Trabajo	Grado de Mantenimiento				Estado del Equipo	Experiencia y capacidad del Operador			
	Bueno	Regular	Malo	No se Realiza		Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
0 - 2000	MB	MB	MB	B	Muy bueno	0.83	0.65	0.47	0.3
2000 - 4000	MB	MB	B	R	Bueno	0.68	0.53	0.39	0.25
4000 - 6000	MB	MB	R	M	Regular	0.54	0.42	0.31	0.2
6000 - 8000	MB	R	M	M	Malo	0.4	0.31	0.23	0.15
8000 - 10000	R	MB	M	M					

Fuente: Diapositivas de Rendimiento Movimiento de tierras -[Tabla], HB, 2015.

Teniendo en cuenta el factor del estado del equipo consecuentemente nos ubicamos en la tabla del factor del operador y determinamos el factor de corrección administrativo:

$$Adm = 0.65 \quad ; \quad Adm (0-1)$$

A continuación, determinamos que el factor de abundamiento

Tabla 19

Factor de corrección de abundamiento

CLASE DE MATERIAL	ESTADO	CONVERTIDO A		
	ACTUAL	NATURAL	SUELTO	COMPACTADO
ARCILLA	Natural (1)	1.00	1.43	0.90
	Suelto (1)	0.70	1.00	0.64
	Compactado (1)	1.11	1.59	1.00
TIERRA COMUN	Natural (2)	1.00	1.25	0.90
	Suelto (2)	0.80	1.00	0.72
	Compactado (2)	1.11	1.39	1.00
ARENA	Natural (3)	1.00	1.11	0.95
	Suelto (3)	0.90	1.00	0.86
	Compactado (3)	1.05	1.17	1.00
GRAVA	Natural (4)	1.00	1.12	0.95
	Suelto (4)	0.89	1.00	0.84
	Compactado (4)	1.05	1.18	1.00
ROCA DINAMITADA	Natural (5)	1.00	1.50	1.30
	Suelto (5)	0.67	1.00	0.87
	Compactado (5)	0.77	1.15	1.00

Fuente: Diapositivas de Rendimiento Movimiento de tierras -[Tabla], HB, 2015.

Para ubicar este valor en la tabla, nos ubicamos en clase de material y ubicamos “roca dinamitada” – Estado actual “suelto” debido a que el material extraído en la mina Anama es producto de la voladura y en la zona vertical a material suelto. Teniendo así:

$$F_v = 1$$

Seguidamente determinamos el Ciclo de trabajo, para ello tendremos las velocidades.

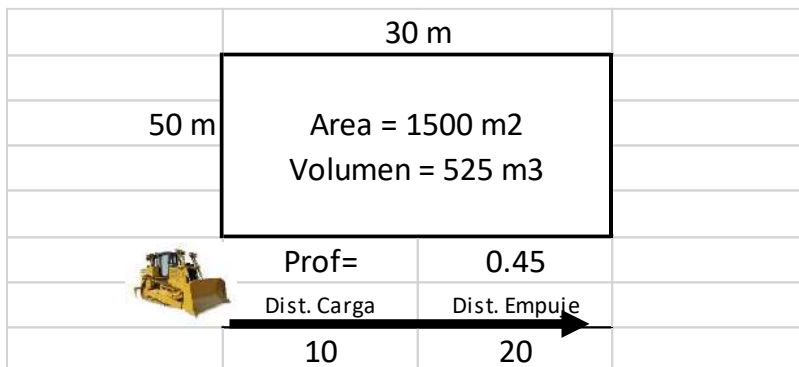
Velocidades

Velocidades Ida

1ra	3.4	kph
2da	6.1	kph
3ra	10.6	kph

Velocidades de retroceso

1ra	4.5	kph
2da	8	kph
3ra	14.2	kph

Figura 46*Croquis de trabajo del Bulldozer D8T*

Fuente: Elaboración propia.

Determinando el tiempo del ciclo en Minutos.

Tiempo de Carga	0.10	Min.
Tiempo de empuje	0.11	Min.
Tiempo de retroceso	0.13	Min.
Tiempo Variable	0.34	Min.
Tiempo fijo	0.5	Min.
Tiempo Total	0.84	Min.

Determinando el coeficiente de carga

$$K = Adm * Ft = 0.35$$

Así mismo;

$$Eff = 0.7$$

Finalmente reemplazaremos en la siguiente formula

$$R = \frac{60 * E * Q * K}{T * Fv}$$

$$R = \frac{60 * 0.7 * 11.7 * 0.35}{0.84 * 1}$$

R = 206.51 m³/hr

C. Weeldozer 824H:

En la mina Anama se cuenta con (01) un Weeldozer 824H, la cual se encarga de la limpieza de material en el frente de carguío.

Figura 47

Weeldozer 824H - Mina Anama



Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

El rendimiento del tractor sobre ruedas 824H, está dado por la siguiente expresión;

$$R = \frac{60 * E * Q * K}{T * Fv}$$

Donde:

- E: Eficiencia
- Q: Cap. De hoja (m3)
- K: Coeficiente de carga
- T: Tiempo de Ciclo
- Fv: Factor de abundamiento
- R: Rendimiento (m3/hr)

Entonces iniciaremos determinando el factor de corrección de temperatura:

Capacidad(Q)	6.88	m ³
Tipo de hoja	SU	
Temperatura:	15	°C
Altitud	4600	m.s.n.m.

Remplazando se tiene:

$$F_t = 1.00 - \left[\left(0.01 * \left(\frac{T - 16}{5} \right) + \left(0.01 * \frac{A}{100} \right) \right) \right]$$

$$F_t = 0.542$$

Por lo tanto, determinaremos el valor de "Adm"

Factor del estado del Equipo					Experiencia del Operador				
Horas de Trabajo	Grado de Mantenimiento				Estado del Equipo	Experiencia y capacidad del Operador			
	Bueno	Regular	Malo	No se Realiza		Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
0 - 2000	MB	MB	MB	B	Muy bueno	0.83	0.65	0.47	0.3
2000 - 4000	MB	MB	B	R	Bueno	0.68	0.53	0.39	0.25
4000 - 6000	MB	MB	R	M	Regular	0.54	0.42	0.31	0.2
6000 - 8000	MB	R	M	M	Malo	0.4	0.31	0.23	0.15
80.0 - 10000	R	MB	M	M					

Teniendo en cuenta el factor del estado del equipo consecuentemente nos ubicamos en la tabla del factor del operador y determinamos el factor de corrección administrativo:

$$Adm = 0.65 ; Adm (0-1)$$

Así mismo determinamos que el factor de abundamiento:

CLASE DE MATERIAL	ESTADO	CONVERTIDO A		
	ACTUAL	NATURAL	SUELTO	COMPACTADO
ARCILLA	Natural (1)	1.00	1.43	0.90
	Suelto (1)	0.70	1.00	0.64
	Compactado (1)	1.11	1.59	1.00
TIERRA COMUN	Natural (2)	1.00	1.25	0.90
	Suelto (2)	0.80	1.00	0.72
	Compactado (2)	1.11	1.39	1.00
ARENA	Natural (3)	1.00	1.11	0.95
	Suelto (3)	0.90	1.00	0.86
	Compactado (3)	1.05	1.17	1.00
GRAVA	Natural (4)	1.00	1.12	0.95
	Suelto (4)	0.89	1.00	0.84
	Compactado (4)	1.05	1.18	1.00
ROCA DINAMITADA	Natural (5)	1.00	1.50	1.30
	Suelto (5)	0.67	1.00	0.87
	Compactado (5)	0.77	1.15	1.00

Para ubicar este valor en la tabla, nos ubicamos en clase de material y ubicamos “roca dinamitada” – Estado actual “suelto” debido a que el material extraído en la mina anama es producto de la voladura y en la zona vertical a material suelto. Teniendo así:

$$F_v = 1$$

Seguidamente determinamos el Ciclo de trabajo, para ello tendremos las velocidades.

Velocidades Ida

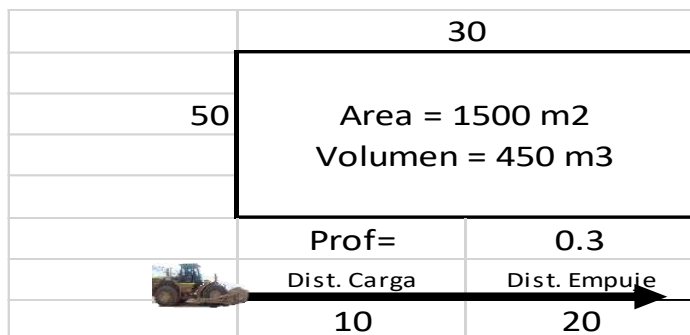
1ra	6.1	kph
2da	10.5	kph
3ra	18.3	kph
4ta	32.1	kph

Velocidades de retroceso

1ra	6.9	kph
2da	12	kph
3ra	20.8	kph
4ta	36.6	kph

Figura 48

Croquis de trabajo de Weeldozer 824H



Fuente: Elaboración propia.

Determinando el tiempo del ciclo en Min.

Tiempo de Carga	0.06	Min.
Tiempo de empuje	0.07	Min.
Tiempo de retroceso	0.15	Min.
Tiempo Variable	0.27	Min.
Tiempo fijo	0.5	Min.
Tiempo Total	0.77	Min.

Determinando el coeficiente de carga

$$K = \frac{Adm * Ft}{T * Fv} = 0.35$$

Así mismo;

$$Eff = 0.7$$

Finalmente reemplazaremos en la siguiente formula

$$R = \frac{60 * E * Q * K}{T * Fv}$$

$$R = \frac{60*0.7*6.88*0.35}{0.77*1}$$

R =	131.74	m3/hr
------------	---------------	--------------

D. Motoniveladora 140 K:

En la mina Anama se cuenta con (01) una motoniveladora 140 K, la cual se encarga del mantenimiento de las vías de acceso de la mina Anama.

Figura 49

Motoniveladora 140k - Mina Anama



Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

El rendimiento de una motoniveladora 140 K, está dado por la siguiente expresión;

$$R = \frac{a * D}{Tc}$$

Donde:

- D: Distancia trabajada(m)
 a: Ancho de calzada(m)
 Tc: Ciclo de trabajo (hr)
 R: Rendimiento (m³/hr)

Seguidamente determinamos el Ciclo de trabajo, para ello tendremos las velocidades.

Velocidades de avance

1ra pasada	2	kph
2da pasada	2.4	kph
3ra pasada	3.9	kph
4ta pasada	4.9	kph
5ta pasada	7	kph

Ciclo de tiempo total

$$T_c = \frac{P * D}{E} * \left[\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_3} + \frac{1}{S_4} + \frac{1}{S_5} \right]$$

$$T_c = \frac{1 * 0.25}{0.8} * \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{2.4} + \frac{1}{3.9} + \frac{1}{4.9} + \frac{1}{6} \right]$$

$$\text{Tiempo total de ciclo; } T_c = 0.475 \quad \text{Hr}$$

$$\text{Tiempo fijo; } T_f = 0.15 \quad \text{Hr}$$

Finalmente determinaremos el Rendimiento

$$R = \frac{a * D}{T_c}$$

$$R = \frac{5 * 0.25 * 1000}{0.625}$$

$$R = 1999.98 \quad \text{m}^2/\text{hr}$$

E. Rodillo compactador CS86B:

En la mina Anama se cuenta con (01) un Rodillo compactador CS86B, encargada de compactar accesos y terrenos que lo requieran en la mina Anama.

Figura 50

Rodillo compactador CS86B - Mina Anama



Fuente: Tomada en Mina Anama [Fotografía], Climer, 2022.

El rendimiento de un rodillo compactador CS86B, está dado por la siguiente expresión;

$$R = \frac{60 * E * S * W * D}{N}$$

Donde:

E: Eficiencia (%)

S: Velocidad recorrida (km/hr)

W: Ancho efectivo del rodillo (m)

D: Espesor de la capa de material suelto (m)

N: Numero de pasadas del rodillo

Teniendo en cuenta los siguientes datos;

Ancho efectivo del rodillo	1.93	m
Velocidad recorrida	2.2	km/hr
Espesor de la capa de material suelto	0.15	m
Eficiencia	0.8	%
N°de pasadas	8	unid.

$$R = \frac{60 * E * S * W * D}{N}$$

Reemplazando:

$$R = \frac{60 * 0.80 * 2.2 * 1000 * 1.93 * 0.15}{8 * 60}$$

$$R = \quad \quad \quad \mathbf{63.69} \quad \quad \mathbf{m^3/hr}$$

F. Cisterna VW -22 260:

En la mina Anama se cuenta con (01) una cisterna, encargada del regado de vías y abastecimiento de agua en la mina Anama.

Figura 51

Cisterna VW-22 260 - Mina Anama



Fuente: Tomada en Mina ANAMA[Fotografía], Climer, 2022.

El rendimiento de un camión cisterna marca Volkswagen 22 260, está dado por la siguiente expresión;

$$R = \frac{60 * C}{T_c}$$

Donde;

R: Rendimiento en (Lt/hr)

C: Capacidad de la cisterna (Lt)

T_c: Ciclo de trabajo (min)

Teniendo en cuenta los siguientes datos;

Capacidad de tanque	15000	Lt
Caudal de carga	480	Lt/min
Caudal de descarga	320	Lts/min
Distancia de regado	2000	m

Seguidamente determinamos el Ciclo de trabajo

Tiempo de carga:	35.0	min
Tiempo de descarga:	46.88	min
Tiempo de acarreo:	11	min
Tiempo de retorno:	14	min
Tiempo fijo:	1.5	min
Tiempo de ciclo:	108.38	min

Determinando el rendimiento:

$$R = \frac{60 * C}{Tc}$$

$$R = \frac{60 * 15000}{108.38}$$

$$R = 8304.5 \quad \text{Lt/hr}$$

$$\mathbf{R= 8.30 \quad m^3/hr}$$

3.7 Aspectos técnicos de Planta de Beneficio

El pad de lixiviación en la mina Anama se desarrolló con una extensión de 62 Has. y se dimensionó para una vida de 10 años, para procesar el mineral de hasta 35 millones de toneladas, inicialmente procesando 10 000 TMD .

Así mismo cabe recalcar que el sistema de revestimiento del PL se conformó por geomembrana de textura LLDPE de 1.5 mm, “instalada sobre una base de suelo de baja permeabilidad de 300 mm de espesor. Sobre la geomembrana se colocará una capa de material de sobre revestimiento de protección de 500 mm de espesor”

3.7.1 *Proceso de Lixiviación*

“El proceso del pad de lixiviación dará inicio con el apilamiento de mineral en capas de 8 m de altura, con un total de 10 capas. lixiviando 16 m diarios (02 capas) con un ciclo de 75 días, para una recuperación del 80 % de oro, a dicha lixiviación se aplicará una la solución de cianuro a una dosificación de 12 Lt/Hr/m², con la Cc. de cianuro de 200 ppm. Atravesando la pila del mineral que en la ruta va formando el complejo cianurado de oro que es colectado en el piso del pad y conducido a la poza con solución rica o a la poza con solución intermedia (dependiendo la ley de oro) se estima que drenaran 600 m³/hr, de este total, 300m³/hr se derivaran a la poza de solución rica y el resto será enviado a la poza de solución intermedia.”
(mina anama, 2014)

El mineral que se apilará hasta completar 2500 m² a las cuales se les denominarán celdas, ahí se completara con un sistema de riego por goteo con tuberías principales HDPE de 6” y mangueras de ½” y como emisores, mencionadas tuberías estarán unidas para la conducción de la solución de riego.

Figura 52

Limpieza de mineral en el pad de lixiviación.

**Figura 53**

Riego de mineral - Mina Anama



Fuente: Tomada en Mina Anama[Fotografía], Climer, 2022.

3.7.2 Proceso metalúrgico – Merrill Crowe

Este sistema fue implementado por MERRIL COMPANY de san francisco, en la mina Anama la planta Merril Crowe posee una capacidad de 300 m³/hr, abarcando un área de 800 m², contando con equipos, controles, bombas, etc. “Las operaciones en esta planta inician con el bombeo de la solución rica (pregnant) de la poza PLS a un flujo de 300 m³/hr” y pasar por las siguientes etapas:

A. Etapa de clarificación

“La solución pregnant se clarifica por tres filtros, cada uno cuenta 29 paneles de clarificación tapado con tela filtrante. Haciendo uso de un proceso precoat con tierra diatomita forman una cama filtrante encima de la superficie de los filtros que acumula los sólidos en suspensión, obteniéndose así una solución bastante clarificada”.

B. Etapa de desoxigenación.

“El resultado de la clarificación entra a la torre de vacío por la parte de arriba y mediante una bomba de vacío, el oxígeno es quitado de la solución rica. De esta manera la solución rica es desoxigenada y posterior a la salida de la torre es monitoreada con un oxímetro que nos da como resultado la medida de oxígeno disuelto menores a 1 ppm”.

C. Etapa de precipitación.

En esta tercera etapa “la solución rica, clarificada y desoxigenada es precipitada con polvo de zinc para rescatar los metales preciosos Au-Ag. La dosis de zinc se reglamenta acorde a la ley de oro y plata diluida en solución. El zinc es añadido a línea de precipitación a través de un cono

emulsificador con solución rica (zinc en solución) situado entre la torre de reacción y la succión de la bomba de precipitación de alimentación a Filtros Prensa”.

D. Etapa de recuperación de precipitado

Finalmente, la solución precipitada es conducida a Filtros Prensas (Se tiene un total de 49 cámaras por filtros prensa c/u de 50 paneles, cada panel lleva una lona que bloquearse el filtro se constituyen 49 cámaras), en donde se retiene el precipitado de Oro.

“En la superficie de las lonas que están conformando una cámara también es preciso formar una cama filtrante con tierra diatomita usando el mismo sistema de precoat de clarificación a través de otra línea y juego de válvulas”.

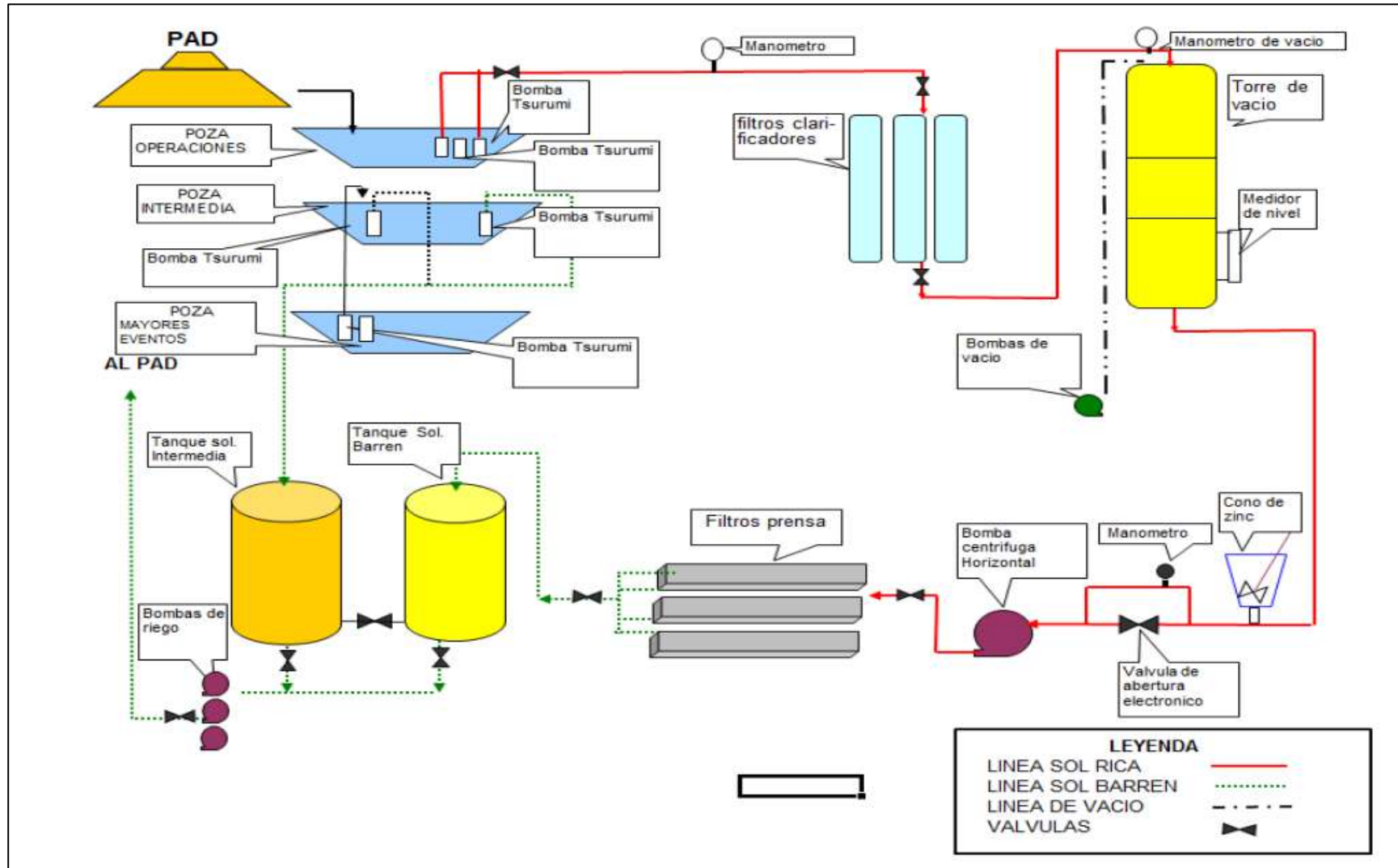
“La solución de precipitación pasa por estas cámaras conservando el precipitado de Au-Ag saliendo del Filtro Prensa la solución estéril o barren para un tanque en el que se reacondiciona y es bombeada para un nuevo ciclo de Lixiviación hacia el Pad”.

“Cada Filtro Prensa en operación logrará saturarse de precipitado alrededor de los 15 días, disipando capacidad de flujo y aumentando la presión de trabajo hasta 65 PSI; momento en el pasará a la operación el siguiente Filtro Prensa Stand By; sacando de operación el Filtro saturado y proceder a su respectiva cosecha y secado de precipitado en el Horno de Retorta”.

El precipitado es pesado, embalado con su respectiva ley de Au, embalado y mandado a Lima para su comercialización.

Figura 54

Diagrama de flujo de proceso - Planta MC



CAPITULO IV
PROPUESTA DE REDIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS DE CARGUIO Y
ACARREO

4.1 Parámetros de Selección de equipos de carguío y acarreo

4.1.1 Parámetros Operativos de Producción

Cabe recalcar que la causa de hacer un dimensionamiento de equipos, debido a la reducción del volumen de sus reservas, consecuentemente se tuvo frentes de carguío angostos, equipos parados, etc. Reduciéndose así la productividad de los equipos.

Tabla 20*Parámetros de Producción de mina Anama*

Parámetros de Producción		
Reservas de mineral	TM	8 820 000
Capacidad de planta	TMD	10 000
Vida de mina	Meses	29
Ritmo de producción	TMD	14 500
Cota máxima del tajo	m.s.n.m.	4 800
Striping ratio	Unidades	0.4:1
Angulo Interrampa	Sexagesimal	34° - 45°
Angulo general	Sexagesimal	28° - 45°
Altura de banco	Metros	8
Talud de banco	Sexagesimal	60° - 70°
Ancho de berma	Metros	4.27
Cota mínima	m.s.n.m.	4 565
Densidad del mineral	Tm/m3	2.1
Densidad del desmonte	Tm/m3	1.6
Capacidad de equipos de acarreo	m3	22.35
Capacidad de equipos de carguío	m3	3.2 – 4.28

Fuente: Operaciones Mina Anama, 2022.**4.1.2 Nueva capacidad de Producción**

La nueva capacidad de producción en esta etapa de cierre progresivo y acorde a la reserva es de 14 500 MTD. (Producción Anterior: 18 000 TMD, fuente: área de of. Técnica 2022)

4.1.3 *Reserva de Mineral*

Las reservas actuales de mineral son de 8 820,000 de Toneladas de mineral y 3 600 000 Tn de desmonte (fuente: área de geología).

4.1.4 *Vida de Mina*

Teniendo en cuenta que las reservas son de 8 820,000 de Toneladas de mineral y 3 600 000 Toneladas de desmonte. Así mismo teniendo en cuenta que su producción es 14500 TMD.

Por lo tanto, su vida probable será de:

$$Vida = \frac{Reservas\ de\ material\ TM}{14500\ TMD * 360\ Días/año}$$

$$Vida = \frac{12\ 420\ 000\ TM}{14500\ TMD * 360\ Días /año}$$

$$Vida = 2\ años\ y\ 5\ meses$$

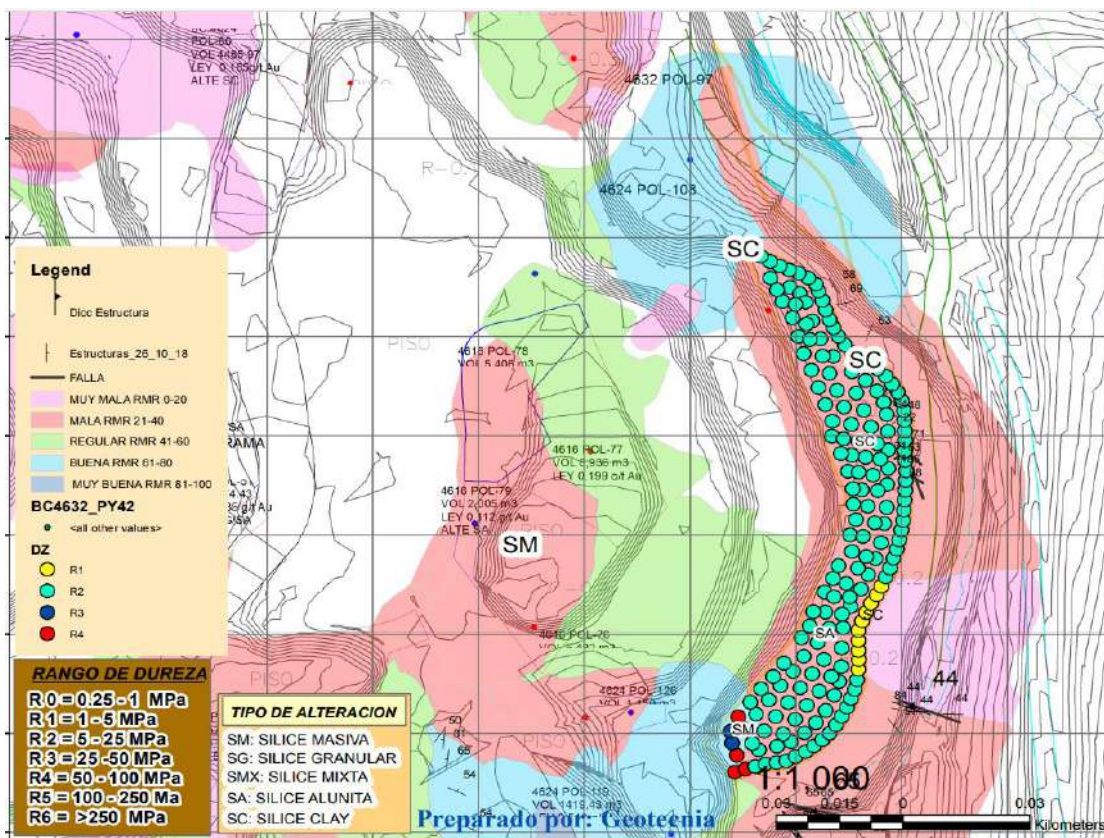
4.1.5 *Propiedad del Material*

Las propiedades de nuestro material a mover influirán en muchos aspectos como costos productivos, los ángulos de talud, rendimiento de la flota de equipos, etc. A mayor dureza y abrasividad de la roca mayor inversión. Así mismo la granulometría, tamaños máximos y mínimos: controlado (7" – 8").

Se puede verificar en la siguiente figura del tajo Anama la variación de la dureza y RMR, Etc. de los diferentes productos encontrados:

Figura 55

Tajo Anama - Dureza y RMR de material



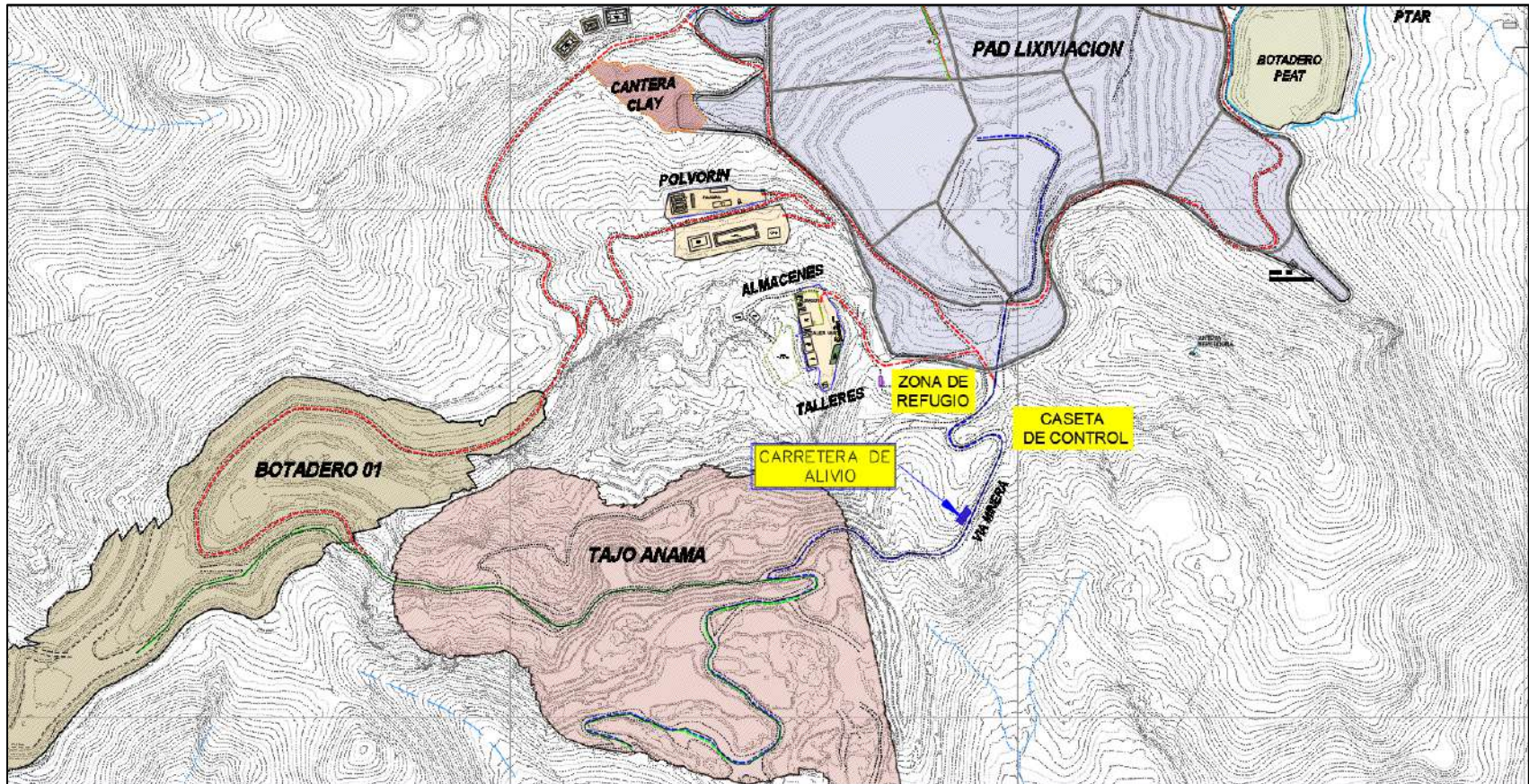
Fuente: geotecnia – mina Anama, 2022

4.1.6 Distancia de recorrido (Frente – Pad de Lixiviación)

La distancia recorrida del frente de carguío al pad de lixiviación (2.83 Km) o al botadero (2.66 km), a continuación, se presenta la vía de transporte del mineral/desmonte. Así mismo se anexa el plano del tajo Anama donde se puede apreciar la ruta de acarreo.

Figura 56

Plano de tajo con rutas de acarreo en planta



Fuente: Elaboración propia.

Azul: ruta de acarreo de mineral

Verde: ruta de acarreo de desmonte

4.1.7 Disponibilidad Mecánica

La disponibilidad mecánica es un parámetro fundamental, expresada en términos porcentuales, donde el equipo se encuentra en óptimas condiciones mecánicas para ejecutar su objetivo.

$$DM (\%) = \frac{Hrs\ Operativas + Hrs\ reserva.}{Hrs\ Operativas + Hrs\ reserva + Hrs\ mantto.} * 100\%$$

Donde:

DM (%): Disponibilidad mecánica (%).

Hrs operativas: Horas operativas.

Hrs Reserva: Horas en reserva o stand by.

Hrs mantto: Horas en Mantenimiento.

Por lo tanto, reemplazando en la formula los siguientes datos(anexado) tenemos-:

Datos:

Hrs operativas: 7.89

Hrs Reserva: 0.25 hr

Hrs mantto: 0.86

$$DM (\%) = \frac{Hrs\ Operativas + Hrs\ reserva.}{Hrs\ Operativas + Hrs\ reserva + Hrs\ mantto.} * 100\%$$

$$DM (\%) = \frac{7.89\ Hrs + 0.25\ Hrs}{7.89\ Hrs + 0.25\ Hrs + 0.86\ Hrs}$$

$$DM (\%) = 90.4 \%$$

4.1.8 Utilización

Este parámetro da conocer, que el equipo es usado por cada hora en que está operativas y será expresado porcentualmente.

$$U (\%) = \frac{Hrs Operativas}{Hrs Operativas + Hrs reserva} * 100\%$$

Donde:

U: Utilización (%).

Hrs operativas: Horas operativas.

Hrs Reserva: Horas en reserva o stand by.

Por lo tanto, reemplazando en la formula los siguientes datos(anexado) tenemos-:

Datos:

Hrs operativas: 7.89

Hrs Reserva: 0.25 hr

$$U (\%) = \frac{Hrs Operativas}{Hrs Operativas + Hrs reserva} * 100\%$$

$$U (\%) = \frac{7.89 Hrs}{7.89 Hrs + 0.25 Hrs} * 100\%$$

$$U (\%) = 96.9 \%$$

4.1.9 Factor de Llenado

Para determinar el factor de llenado, tendremos en consideración la siguiente tabla, por lo que si tomamos en cuenta nuestro tipo de material a cargar nos resultará:

Descripción	Factor de llenado
Material suelto	
Áridos húmedos mezclados.	95-100%
Agregados uniformes de hasta 3 mm (1/8 pulg).	95-100%
De 3 mm (1/8 pulg) a 9 mm (3/8 pulg).	90-95%
De 12 (1/2 pulg) a 20 mm (3/4 pulg).	85-90%
De 24 mm (1,0 pulg) y más grandes.	85-90%
Roca de voladura	
Bien fragmentado.	80-95%
De fragmentación mediana.	75-90%
Mal fragmentado.	60-75%
Otros	
Mezcla de tierra y roca.	100-120%
Limo húmedo.	100-110%
Tierra, piedras, raíces.	80-100%
Materiales cementados.	85-95%

Fuente: Apuntes de ingeniería, 2017 -Ing. Juan Carlos Miranda Ríos

De la tabla anterior tomaremos el valor del 90 %, debido a que estamos ante material volado y bien fragmentado.

4.2 Resistencia a la rodadura por tipo de gradiente de vía

Resistencia a la rodadura (RR):

Está determinada por la siguiente expresión:

$$Rr = m * g * fr * \cos \theta$$

Donde:

Rr: Resistencia a la Rodadura (N)

fr: Coeficiente de resistencia Δ : Densidad del aire(kg/m³)

m: masa del camión (Kg)

g: Gravedad(m/s²)

Se ha tomado en cuenta del siguiente cuadro:

Tabla 21

Valores de resistencia a la rodadura

Superficie	Acero	Oruga	Neumático de alta presión	Neumáticos de baja presión
Concreto	20	27	18	23
Asfalto	25-35	30-35	20-33	25-30
Tierra compactada con mantenimiento	30-50	30-40	20-35	25-35
Tierra con poco mantenimiento	50-70	40-55	50-70	35-50
Tierra lodosa sin mantenimiento	100-125	70-90	90-110	75-110
Arena suelta y grava	140-160	80-100	130-145	110-130
Tierra muy lodosa y suave	175-200	100-120	150-200	140-170

Fuente: peurifoy R. Construction Planing Equipment and Methods 2002 pag. 129

En la mina Anama se cuenta con vías de superficie de **tierra compactada con mantenimiento**, por lo que se tomara el valor de RR:20 Kg/tn y 35 Kg/tn.

Figura 57

Tabla de equivalencia RR - %pendiente

TIPO DE PISTA	FACTOR (kg/t)	EQUIVALENCIA EN % DE PENDIENTE
— Pista dura y lisa, estabilizada, que no cede bajo la carga y que se mantiene a su plena eficiencia de manera continua	20	2
— Pista firme y lisa, con acabado superficial, que cede levemente bajo la carga o está ligeramente ondulada y que se mantiene aceptablemente	35	3,5
— Nieve compacta	25	2,5
— Nieve suelta	45	4,5
— Pista de tierra con rodadas, que cede bajo la carga, con escaso o nulo mantenimiento y con una penetración media de las ruedas entre 25 y 40 milímetros	50	5
— Pista de tierra con rodadas, blanda, sin conservación ni estabilización y con penetración media de las ruedas entre 100 y 150 mm	75	7,5
— Pista de arena o grava suelta	100	10
— Pista blanda o fangosa, con rodadas y sin ningún tipo de conservación	100-200	10-20

Fuente: Manual de cálculos de rendimientos [Tabla], Caterpillar, 2020

Resistencia a la pendiente:

“Esta resistencia es la que se opone al avance del vehículo cuando está desplazándose en un tramo, mientras mayor sea el ángulo de la pendiente, mayor será la resistencia que enfrente el vehículo para avanzar”

$$R_r = m * g * \text{sen } \theta$$

Donde:

R_r : Resistencia a la Rodadura (N)

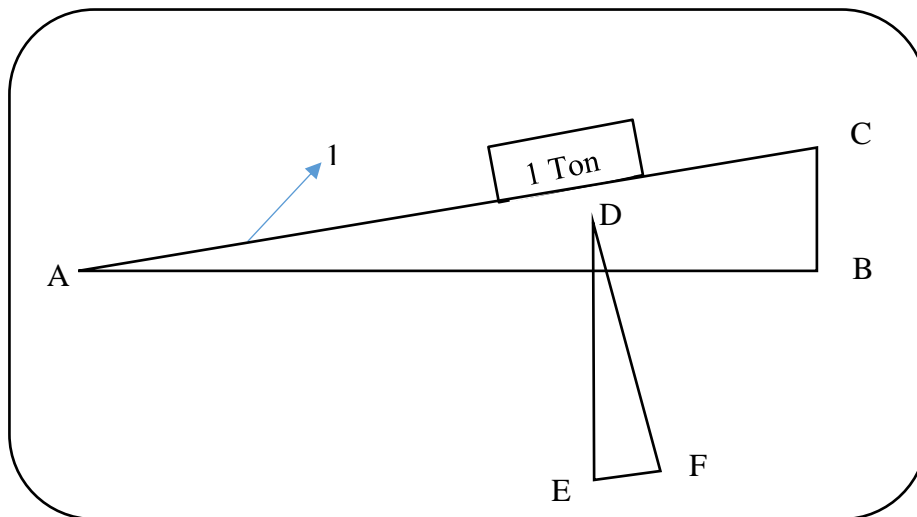
f_r : Coeficiente de resistencia Δ : Densidad del aire(kg/m³)

m : masa del camión (Kg)

g : Gravedad(m/s²)

Figura 58

Diagrama de fuerzas de carga



Fuente: peurifoy R. Construction Planing Equipment and Methods 2002

Analizando la gráfica siguiente tenemos que; la gradiente positiva es AC, la horizontal será AB, formando así 90° con BC y ED perpendicular a AC. Por lo que el triángulo DEF es semejante al triángulo ABC, por lo tanto:

$$AC = \sqrt{d(AB)^2 + d(CB)^2}$$

$$AC = \sqrt{100^2 + 1^2}$$

$$AC = 100.005$$

Teniendo en cuenta que W es un vehículo de una tonelada representado por DE y EF es la componente W, la cual es paralela a AC, deduciremos lo siguiente:

$$\frac{EF}{DE} = \frac{BC}{AC}$$

$$EF = DE \frac{BC}{AC} = 2000 * \frac{1}{100.005} = 19.999 \frac{Lbs}{ton} = 20 \frac{Lbs}{ton}$$

Demostrando así que la resistencia será de 20 Lb/ton-%Grad.

Estos valores aplicaremos en la corrección de velocidades en la vía de acarreo de mineral y desmonte.

Resistencia aerodinámico

“Las fuerzas aerodinámicas interactúan con el camión, causando: resistencia al avance, fuerzas de elevamiento, fuerzas laterales, momentos de inercia, rotaciones, tales como cabeceo, inclinación y vuelco”.

$$Ra = 0.5 * Cd * \delta * A * V^2$$

Donde:

Ra: Resistencia aerodinámica (N)

Cd: Coeficiente de arrastre del camión

Δ : Densidad del aire(kg/m³)

A: área frontal del camión(m²)

V: velocidad lineal del camión(m/s)

4.3 Relación de Pala/Equipos

La relación de pala equipo conocida también como match factor, nos da a conocer una relación de proporcionalidad entre equipos de carguío y acarreo, siendo el valor óptimo “1” la unidad. Esta dada por la siguiente formula:

$$MF = \frac{N^{\circ} \text{ de camiones}}{N^{\circ} \text{ de equipos de carguío}} * \frac{\text{Tiempo de ciclo de Equipos de carguío}}{\text{Tiempo de ciclo de equipos de acarreo}}$$

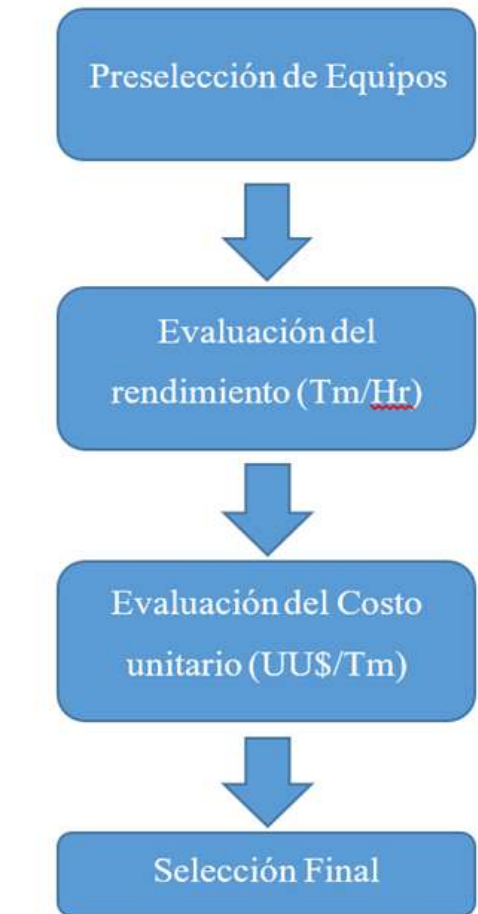
4.4 Dimensionamiento de Flota de Equipos de Carguío y Acarreo

En la mina Anama se está laborando con equipos Caterpillar, tanto para el carguío como para el acarreo de material. En vista que esta mina está en una etapa de cierre progresivo y cuenta con poco tiempo de vida, se decidió utilizar los mismos equipos Caterpillar para el carguío y acarreo de material.

4.4.1 Dimensionamiento de Equipo de Carguío

4.4.1.1 Preselección de equipos

En vista que se cuenta en una etapa de cierre progresivo y una vida de mina corta, se decidió pre seleccionar equipos Caterpillar.



4.4.1.2 Cálculo de rendimiento de equipos de carguío

El rendimiento en TM/Hr de los equipos para el carguío de mineral - desmonte:

A continuación, se muestra en la tabla dos equipos (Pala 345 vs Pala 374), de las cuales solo una se seleccionará para ser la pala de carguío para el desmonte.

Tabla 22

Rendimiento de equipos de carguío de desmonte

ITEM	UNIDAD	DESMONTE	
		Pala 345	Pala 374 D
EQUIPO DE CARGUIO			
Densidad mineral	Tm/m3	-	-
Densidad Desmonte	Tm/m3	1.6	1.6
Factor de Llenado	%	90%	90%
Factor de esponjamiento	%	0.77	0.77
Humedad	%	1.04	1.04
Capacidad de cuchara	m3	3.2	5.2
Capacidad real de cuchara	Tm/cuchara	3.69	6.00
Porcentaje de Utilización	%	90%	90%
Disponibilidad mecánica	%	85%	85%
Factor operacional	%	75%	75%
Tiempo de carguío/pase	Segundos	24	20
N° cucharas/Hora	Cucharas/Hora	150.0	180
Rendimiento del Equipo	Tm/Hr	317.58	619.28

En el siguiente cuadro se muestra dos palas (Pala 365 vs Pala 374), en la cual se puede apreciar el rendimiento de los equipos de carguío.

Tabla 23*Rendimiento de equipos de carguío de Mineral*

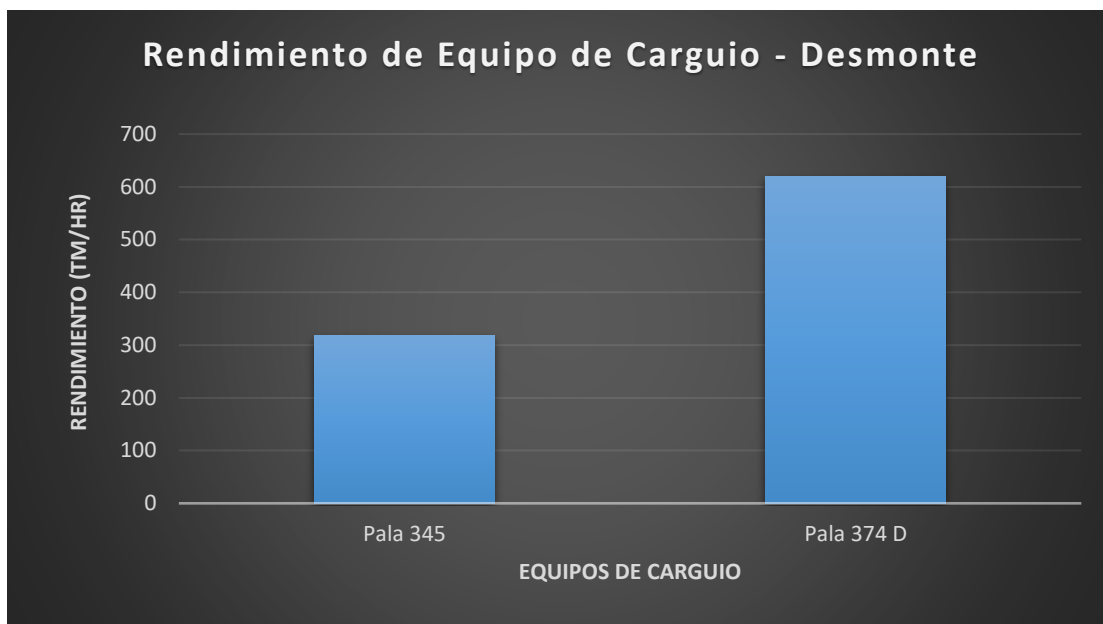
ITEM	UNIDAD	MINERAL	
		Pala 365 CI	Pala 374 D
EQUIPO DE CARGUIO			
Densidad mineral	Tm/m3	2.1	2.1
Densidad Desmonte	Tm/m3	-	-
Factor de Llenado	%	90%	90%
Factor de esponjamiento	%	0.77	0.77
Humedad	%	1.04	1.04
Capacidad de cuchara	m3	4.28	5.2
Capacidad real de cuchara	Tm/cuchara	6.48	7.87
Porcentaje de Utilización	%	90%	90%
Disponibilidad mecánica	%	85%	85%
Factor operacional	%	75%	75%
Tiempo de carguío/pase	Segundos	21.5	20
N° cucharas/Hora	Cucharas/Hora	167	180
Rendimiento del Equipo	Tm/Hr	622.32	812.80

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta gráficos estadísticos para una mejor visualización;

Figura 59

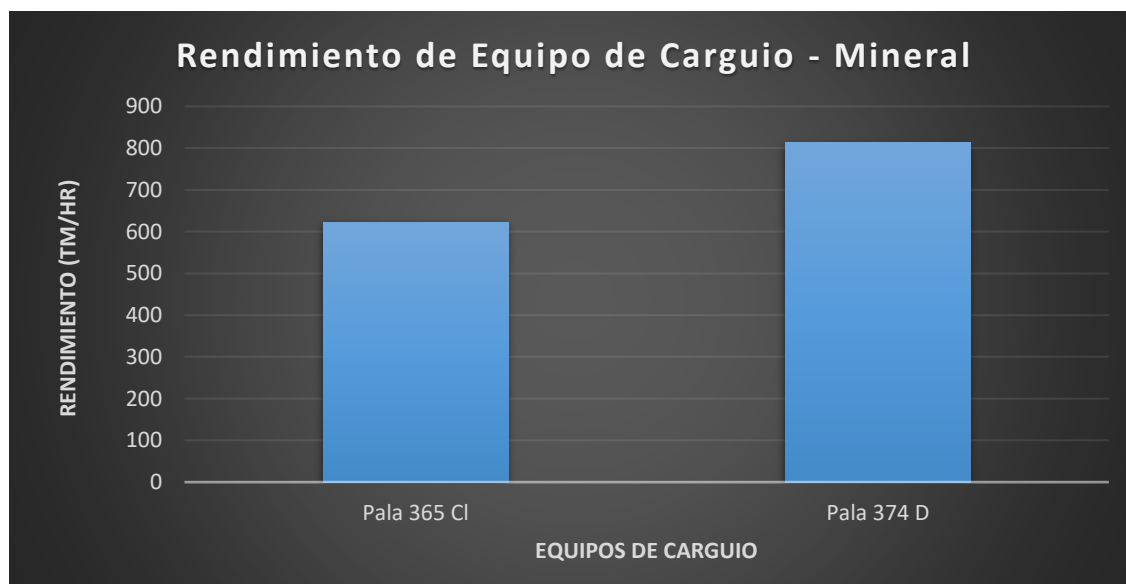
Rendimiento de equipo de carguío-desmante



Fuente: Elaboración propia.

Figura 60

Rendimiento de equipos de carguío-mineral



Fuente: Elaboración propia.

4.4.1.3 Calculo de costo unitario de equipos de carguío

Los Costos unitarios de los equipos de carguío de mineral y desmonte. Al igual que en el anterior ítem lo veremos en dos cuadros:

A continuación, se muestra la tabla, donde se compara los dos costos unitarios en el carguío de desmonte.

Tabla 24

Costo unitario de carguío de desmonte

ITEM	Unidad	Desmonte	
		Pala 345	Pala 374 D
COSTO DE OPERACIÓN			
Rep. Mayores por hora	US\$/Tm	0.029	0.035
Mantenimiento preventivo y fluidos	US\$/Tm	0.035	0.039
Reparaciones menores	US\$/Tm	0.022	0.024
Filtros	US\$/Tm	0.0031	0.0040
Lubricantes y grasas	US\$/Tm	0.0020	0.0030
Mano de Obra y materiales	US\$/Tm	0.008	0.008
Tren de rodaje	US\$/Tm	0.023	0.025
GETs	US\$/Tm	0.014	0.015
Tolvas y bucket	US\$/Tm	0.001	0.001
Combustible	US\$/hm	26.600	68.400
	US\$/Tm	0.0838	0.1105
Costo Unitario	US\$/Tm	0.186	0.225

Tabla 25

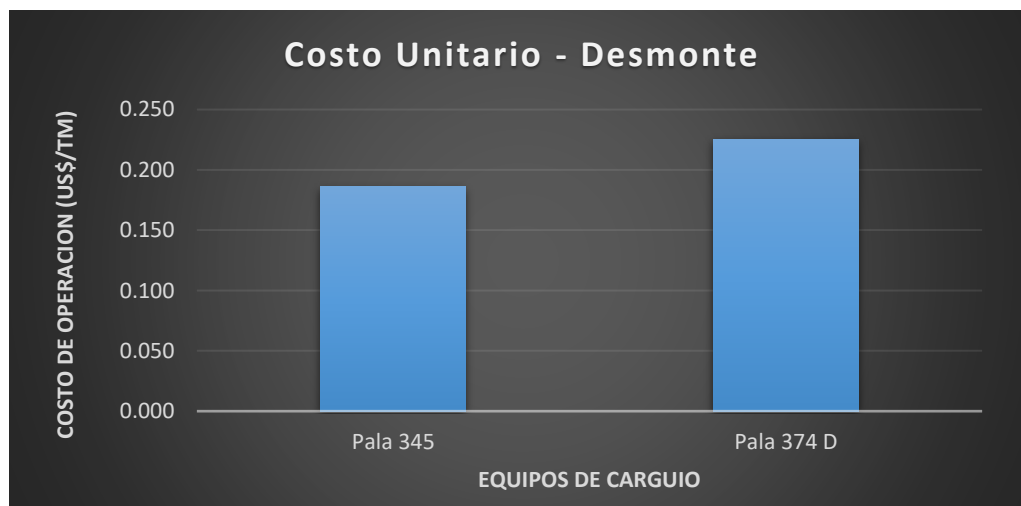
Costo unitario de carguío de mineral

ITEM	Unidad	Mineral	
		Pala 365 CI	Pala 374 D
COSTO DE OPERACIÓN			
Rep. Mayores por hora	US\$/Tm	0.030	0.035
Mantenimiento preventivo y fluidos	US\$/Tm	0.037	0.039
Reparaciones menores	US\$/Tm	0.023	0.024
Filtros	US\$/Tm	0.0034	0.0040
Lubricantes y grasas	US\$/Tm	0.0026	0.0030
Mano de Obra y materiales	US\$/Tm	0.008	0.008
Tren de rodaje	US\$/Tm	0.024	0.025
GETs	US\$/Tm	0.015	0.015
Tolvas y bucket	US\$/Tm	0.001	0.001
Combustible	US\$/hm	53.200	68.400
	US\$/Tm	0.0855	0.0842
Costo Unitario	US\$/Tm	0.192	0.199

A continuación, se representa en gráficos estadísticos para una mejor visualización;

Figura 61

Costo Unitario de carguío - desmonte



Fuente: Elaboración propia

Figura 62

Costo unitario de carguío – mineral



Fuente: Elaboración propia

4.4.1.4 Selección de equipo de carguío

En la selección de los equipos de carguío se tomó en cuenta dos aspectos analizados paginas atrás, el rendimiento y el costo unitario del equipo de carguío (mineral y desmonte).

Por lo tanto, según las gráficas seleccionaremos para el carguío de desmonte, la Pala 345 y para el carguío de mineral, la Pala 365 CI

4.4.1.5 Número de equipos de carguío en operación

El número de equipos de carguío se determinará en relación con el requerimiento por hora del material.

Resumen de cálculos de producción:**Producción de material por Día:**

- Producción de material por día: 14 500TMD
- Horas de operación: 18 hr.
- Producción material/Hora = $14\ 500\ \text{TMD} * (1\ \text{Dia}/18\ \text{Hrs})$
- Producción material/Hora = 805.556 Tm/Hr.

En caso de mineral;

- Producción material/Hora = 805.556 Tm/Hr
- Striping Ratio: 0,4:1
- Mineral (Producción/Hora) = $805.556\ \text{Tm/Hr} * (10/14)$
- Mineral (Producción/Hora) = 575.397 Tm/Hr.

Nota: Se requiere cumplir un rendimiento de 575.397 Tm/Hr y estará abastecida con 01 pala Pala 365 Cl (Rend. = 622.32 Tm/Hr).

En caso de Desmorte;

- Producción material/Hora = 805.556 Tm/Hr
- Striping Ratio: 0,4:1
- Desmorte (Producción/Hora) = $805.556\ \text{Tm/Hr} * (4/14)$
- Desmorte (Producción/Hora) = 230.159 Tm/Hr

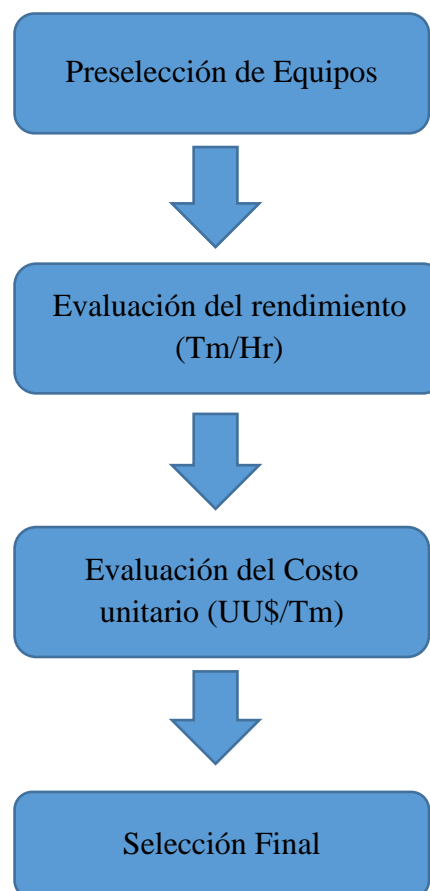
Nota: Se requiere cumplir un rendimiento de 230.159 Tm/Hr y estará abastecida con 01 Pala 345 (Rend. = 317.58 Tm/Hr).

Se considerará un equipo de carguío 345 N° 8, como seguridad y en stand by para mantener el ritmo de producción en caso se presente una falla mecánica/física.

4.4.2 Dimensionamiento de Equipos de Acarreo

4.4.2.1 Preselección de equipos

En vista que nos encontramos en una etapa de cierre progresivo y una vida de mina muy corta, se decidió pre seleccionar equipos Mercedes Benz, equipos con los que actualmente se está laborando.



4.4.2.2 Cálculo de rendimiento de equipos de acarreo

Para el cálculo del rendimiento, tendremos que tener en cuenta los siguientes:

- Resistencia total de los tramos de cada ruta (pad – botadero)
- Pendiente de los tramos
- La distancia de cada tramo
- Velocidad prom. en cada tramo

4.4.2.3 Rutas de Acarreo

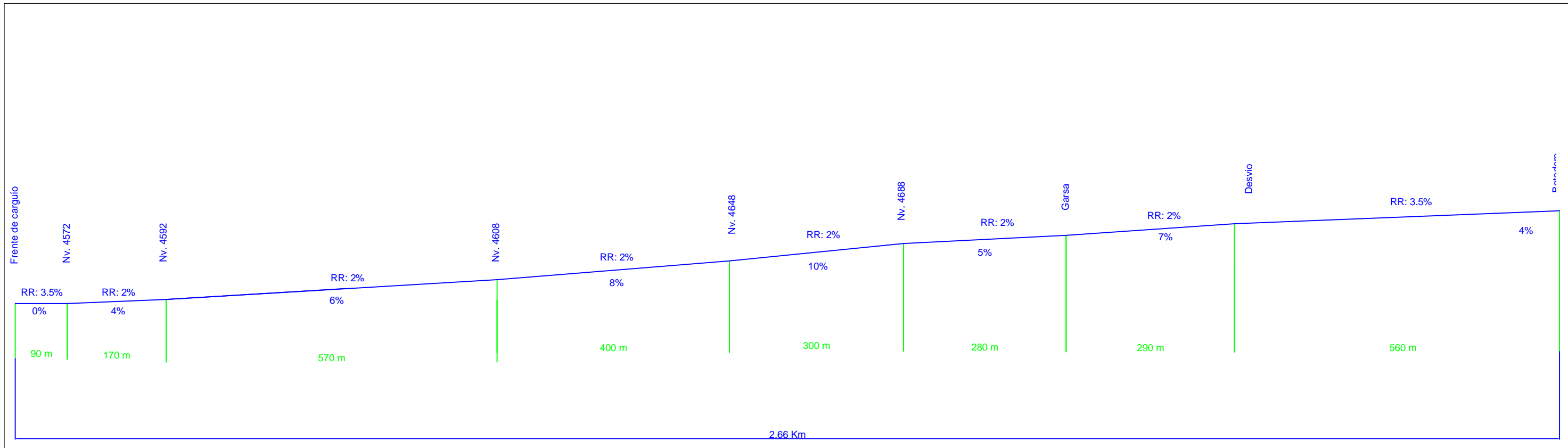
En la mina Anama se cuenta con dos tramos, uno para mineral (frente de carguío – PL) y el otro de desmonte N°1 (Frente de carguío – Botadero), a continuación, analizaremos.

a) Perfil de la ruta de Acarreo

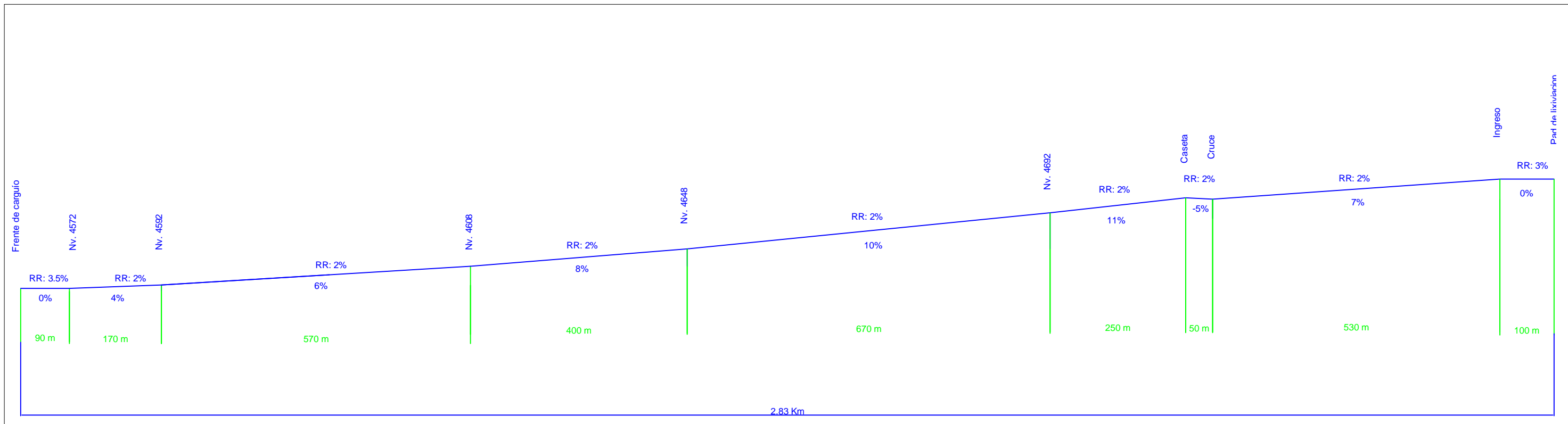
La distancia recorrida del frente de carguío al pad de lixiviación es de 2.83 Km seguido, se presenta su perfil de la vía de transporte del mineral. Así mismo se anexa el plano del tajo Anama donde se puede apreciar la ruta de acarreo.

Figura 63

Perfil de ruta de acarreo



Ruta de acarreo - Desmonte



Perfil de ruta de acarreo - Mineral

U.E.A. VALERIA-ANABI		Lámina: 01
Mina Anama		
Perfil de ruta de acarreo		
Región: Apurímac	Escala: Gráfica	
Provincia: Antabamba	Fecha: Mar-23	
Distrito: Huaquirca	Diseño: C.L.I.V.	

b) Ciclo de acarreo de Mineral/Desmonte – Corrección de velocidades

Para determinar el ciclo de acarreo de mineral, primeramente, haremos la corrección de velocidades.

Tabla 26

Análisis de ruta de acarreo mineral - Ida

ITEM	UNIDADES	PUNTO CARGUIO - Nv. 4572	Nv. 4572 - Nv. 4592	Nv. 4592 - Nv. 4608	Nv. 4608 - Nv. 4648	Nv. 4648 - Nv. 4692	Nv. 4692 - CASETA	CASETA - CRUCE	CRUCE - INGRESO	INGRESO - PAD LIXIVIACION	TOTAL/ PROMEDIO
DISTANCIA	Km	0.09	0.17	0.57	0.4	0.67	0.25	0.05	0.53	0.1	2.83
PENDIENTE	%	0%	4%	6%	8%	10%	11%	5%	7%	0%	0.06
RR	Lb/tm	60	40	40	40	40	40	40	40	60	44.44
RESISTENCIA A LA PENDIENTE	%	3%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	3%	0.02
PENDIENTE TOTAL	%	3%	6%	8%	10%	12%	13%	3%	9%	3%	7%

Teniendo el tiempo y con ayuda de la formula física ($V=\text{Espacio}/\text{tiempo}$), tendremos

VELOCIDAD	Km/Hr	14.17	15.04	20.24	19.83	17.63	15.20	10.14	20.65	13.42	16.26
Corrección	Unidades	0.425	0.901	1.614	1.974	2.101	1.959	0.304	1.851	0.403	1.28
VELOCIDAD CORREGIDA	Km/Hr	13.748	14.143	18.623	17.861	15.531	13.238	10.439	18.798	13.020	15.04
TIEMPO IDA	Min.	0.381	0.678	1.69	1.21	2.28	0.987	0.296	1.54	0.447	9.51

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27*Análisis de ruta de acarreo mineral - Vuelta*

ITEM	UNIDADES	PAD LIXIVIACION - INGRESO	INGRESO- CRUCE	CRUCE - CASETA	CASETA - Nv. 4692	Nv. 4692 - Nv. 4648	Nv. 4648 - Nv. 4608	Nv. 4608 - Nv. 4592	Nv. 4592 - Nv. 4572	Nv. 4572- FRENTE DE CARGUIO	TOTAL/ PROMEDIO
DISTANCIA	Km	0.1	0.53	0.05	0.25	0.67	0.4	0.57	0.17	0.09	2.83
PENDIENTE	%	0%	7%	5%	11%	10%	8%	6%	4%	0%	0.06
RR	Lb/tm	60	40	40	40	40	40	40	40	60	44.44
RESISTENCIA A LA PENDIENTE	%	3%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	3%	0.02
PENDIENTE TOTAL	%	3%	5%	7%	9%	8%	6%	4%	2%	3.0%	5%

VELOCIDAD	Km/Hr	24.5	25.6	16.0	19.5	25.6	22.7	23.6	19.6	20.2	21.93
Corrección	Unidades	0.734	1.281	1.120	1.751	2.042	1.360	0.941	0.391	0.606	1.14
VELOCIDAD CORREGIDA	Km/Hr	25.224	26.926	14.923	21.282	27.647	24.066	24.495	19.969	20.831	22.82
TIEMPO IDA	Min.	0.245	1.24	0.187	0.768	1.57	1.057	1.452	0.521	0.267	7.31

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el ciclo de acarreo de Desmorte. primeramente, haremos la corrección de velocidades, posteriormente determinaremos el ciclo de acarreo.

Tabla 28*Tiempo variables - Mineral*

TIEMPOS VARIABLES	Min.
IDA- LLENO	9.51
VUELTA- VACIO	7.31
SUB TOTAL	16.82

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29*Tiempos Fijos-Mineral*

TIEMPOS FIJOS	Min.
Cuadrarse	0.5
Carguío	2.33
Giro y descarga	1
Demoras - esperas	1
SUB TOTAL	4.83

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30*Ciclo total - mineral*

CICLO TOTAL	Min.
TIEMPO FIJO	4.83
TIEMPO VARIABLE	16.82
TOTAL	21.646

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31*Análisis de ruta de acarreo desmonte – Ida*

ITEM	UNIDADES	PUNTO CARGUIO - Nv. 4572	Nv. 4572 - Nv. 4592	Nv. 4592 - Nv. 4608	Nv. 4608 - Nv. 4648	Nv. 4648 - Nv. 4688	Nv. 4688 - GARSAS	GARSAS-DESIVIO	DESIVIO - BOTADERO	TOTAL/Promedio
DISTANCIA	Km	0.09	0.17	0.57	0.4	0.3	0.28	0.29	0.56	2.66
PENDIENTE	%	0%	4%	6%	8%	10%	5%	7%	4%	6%
RR	Lb/tm	60	40	40	40	40	40	40	60	45
RESISTENCIA A LA PENDIENTE	%	3%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	3%	2%
PENDIENTE TOTAL	%	3%	6%	8%	10%	12%	7%	9%	7%	4%

Para determinar el ciclo de acarreo de Desmorte. primeramente, haremos la corrección de velocidades, posteriormente determinaremos el ciclo de acarreo.

VELOCIDAD	Km/Hr	14.21	11.03	20.25	19.83	16.51	20.49	17.56	23.58	24.76
Correccion	Unidades	0.426	0.660	1.615	1.974	1.968	1.431	1.574	1.646	0.990
VELOCIDAD CORREGIDA	Km/Hr	13.784	10.365	18.634	17.861	14.546	19.057	15.987	21.932	25.745
TIEMPO IDA	Min.	0.380	0.925	1.689	1.210	1.090	0.820	0.991	1.425	6.286

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

Análisis de ruta de acarreo desmorte-vuelta

ITEM	UNIDADES	BOTADERO-DESUDIO	DESUDIO-GARSA	GARSA - Nv. 4688	Nv. 4688 - Nv. 4648	Nv. 4648 - Nv. 4608	Nv. 4608 - Nv. 4592	Nv. 4592 - Nv. 4572	Nv. 4572 - PUNTO DE CARGUIO	TOTAL/PROMEDIO
DISTANCIA	Km	0.56	0.29	0.28	0.3	0.4	0.57	0.17	0.09	2.66
PENDIENTE	%	4%	7%	5%	10%	8%	6%	4%	0%	6%
RR	Lb/tm	60	40	40	40	40	40	40	60	45
RESISTENCIA A LA PENDIENTE	%	3%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	3%	2%
PENDIENTE TOTAL	%	1%	5%	3%	8%	6%	4%	2%	3%	8%
VELOCIDAD	Km/Hr	27.16	26.48	25.77	24.73	24.79	25.52	23.29	20.30	17.93
Corrección	Unidades	0.272	1.323	0.773	1.972	1.485	1.020	0.466	0.609	1.412
VELOCIDAD CORREGIDA	Km/Hr	27.434	27.807	26.540	26.697	26.278	26.542	23.753	20.910	16.521
TIEMPO IDA	Min.	1.237	0.657	0.652	0.728	0.968	1.34	0.438	0.266	8.530

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33*Tiempo variables - desmonte*

TIEMPOS VARIABLES	Min.
IDA- LLENO	8.53
VUELTA- VACIO	6.29
SUB TOTAL	14.82

Fuente: Elaboración propia**Tabla 34***Tiempo fijos - desmonte*

TIEMPOS FIJOS	Min.
Cuadrarse	0.5
Carguío	3.53
Giro y descarga	1
Demoras - esperas	1
SUB TOTAL	6.03

Fuente: Elaboración propia**Tabla 35***Ciclo total - desmonte*

CICLO TOTAL	
TIEMPO FIJO	6.03
TIEMPO VARIABLE	14.82
TOTAL	20.85

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.4 Cálculo de costo unitario de equipos de acarreo

Como se decidió seguir trabajando con la flota de Mercedes Benz serie actros 4144K, a continuación, calcularemos el costo unitario (US\$/Tm):

Tabla 36

Costo unitario de acarreo

Parámetros	Unidad	Mercedes Benz Actros 4144
Rep. Mayores por hora	US\$/Tm	0.11
Mantenimiento preventivo y fluidos	US\$/Tm	0.076
Reparaciones menores	US\$/Tm	0.037
Filtros	US\$/Tm	0.014
Lubricantes y grasas	US\$/Tm	0.009
Mano de Obra y materiales	US\$/Tm	0.016
Llantas	US\$/Tm	0.092
Tolvas y bucket	US\$/Tm	0.017
Combustible	US\$/hm	19.900
	US\$/Tm	0.28
Costo total	US\$/Tm	0.580

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.5 Selección de equipo de acarreo

La selección de la flota de los equipos de acarreo se decidió seguir con los camiones Mercedes Benz, así mismo se analizó; el rendimiento y el costo de estos equipos.

Cabe recalcar que esta decisión se tomó ya que nos encontramos en una etapa de cierre de mina (vida= 29meses).

4.4.2.6 Número de equipos de acarreo en operación

Tabla 37

Número de equipos de acarreo

Parámetro	Unidad	MB serie Actros 4144	
		Desmante	Mineral
Capacidad de tolva Camión	m3	22.35	22.35
Densidad	Tm/m3	1.6	2.1
F. llenado	%	90%	90%
Humedad	%	1.04	1.04
Capacidad real de tolva Camión	Tm	33.47	43.93
% Utilización	%	90%	90%
Factor operacional	%	75%	75%
Disponibilidad mecánica	%	85%	85%
Capacidad de cuchara	Tm/cuchara	3.69	6.48
tiempo por pasada	Seg.	24.0	21.5
Ciclo de carguío	min	3.53	2.33
Ciclo del camión	min	20.85	21.65
ciclo de camión-hora	ciclos/hora	2.88	2.77
Rendimiento de camión	Tm/Hr	55.27	69.87
Rendimiento de Pala	Tm/Hr	317.58	622.32
Numero de camiones	unidades	5.75	8.91
Numero real de camiones	unidades	6	9

El total de equipos de acarreo son de 17 camiones operativos (06 camiones para acarrear desmante y 09 para acarrear mineral), a esto se añadirá 02 camiones en stand by, para mantener el ritmo constante en caso de fallas mecánicas/físicas.

4.5 Factor de Proporcionalidad (Match Factor)

En este ítem verificaremos si se guarda una correlación entre los equipos de carga y acarreo.

Tabla 38*Match factor – mina Anama*

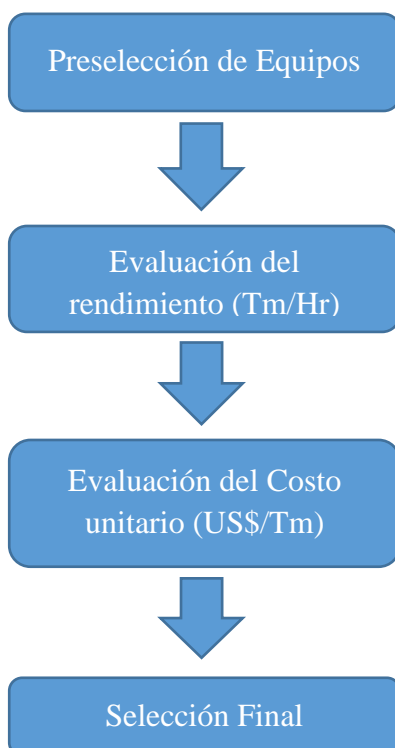
Ítem	Unidad	Pala 345	Pala 365 CI
Ciclo de Acarreo	Min	20.85	21.65
N° de camiones	Unidades	6	9
Ciclo de Carguío	Min	3.53	2.33
N° de Palas	Unidades	1	1
MATCH FACTOR		1.02	0.97

Fuente: Elaboración propia

4.6 Dimensionamiento de Equipos Auxiliares

4.6.1 Preselección de Equipos

En vista que nos encontramos en una etapa de cierre progresivo con una vida de mina muy corta, se decidió seguir trabajando con la misma contratista de los equipos auxiliares, los cuales cuentan con maquinaria de modelo marca Caterpillar.



4.6.2 *Número de equipos auxiliares en operación.*

4.6.2.1 Tractores Sobre Oruga – Bulldozer:

Por lo tanto, determinaremos el número de equipos bulldozer necesarios teniendo en cuenta dos funciones;

- a) Construcción y Reparación de Rampas Auxiliares.
- b) Apoyo en Botadero

Teniendo la fórmula:

$$N^{\circ} \text{ Bulldozer} = \left(\frac{N^{\circ} \text{ Palas}}{2} + \frac{N^{\circ} \text{ Botaderos} * \text{Pad}}{3} + 1 \right) * \%U$$

Donde;

N° palas	1
N° Botaderos activos	1
N° Pad	0
% Utilización	90%

Reemplazando en la anterior formula, se tiene;

N° Bulldozer 1.35

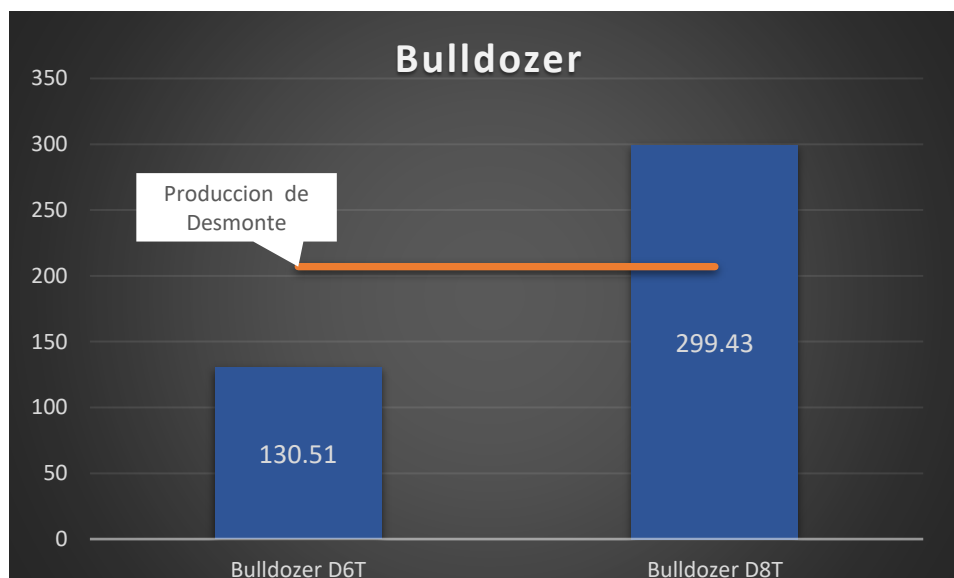
N° Bulldozer	1
---------------------	----------

En vista que contábamos actualmente con dos equipos, analizaremos que equipo satisface el movimiento de desmonte en el botadero, a continuación:

Tabla 39*Rendimiento de equipos auxiliares - bulldozer*

Equipo	Potencia (Hp)	Tipo de Hoja	N° Ripper	Costo de Equipo (US\$/Hr)	Rendimiento (m3/Hr)	Rendimiento (Tm/Hr)	Prod. Desmorte (Tm/Hr)
Bulldozer D6T	185	SU	3	56.8	90.01	130.51	207
Bulldozer D8T	310	U	1	72	206.51	299.43	207

Fuente: Elaboración propia

Figura 64*Rendimiento de equipo bulldozer*

Fuente: Elaboración propia

Efectivamente, El equipo que cumple con la condición es el Bulldozer D8T.

4.6.2.2 Tractor sobre ruedas - Wheeldozer

Por lo tanto, determinaremos el número de equipos Wheeldozer necesarios teniendo en cuenta las funciones de;

- a) Limpieza del frente de carguío
- b) Preparación de plataforma de perforación

Teniendo la fórmula:

$$N^{\circ} \text{ Wheeldozer} = N^{\circ} \text{ Palas} * 0.25 + N^{\circ} \text{ Cargador Frontal} * 0.1 + N^{\circ} \text{ Camiones} * 0.03$$

Donde;

N° palas	2
N° Camiones	17
N° Cargador frontal	0

Reemplazando en la anterior formula, se tiene;

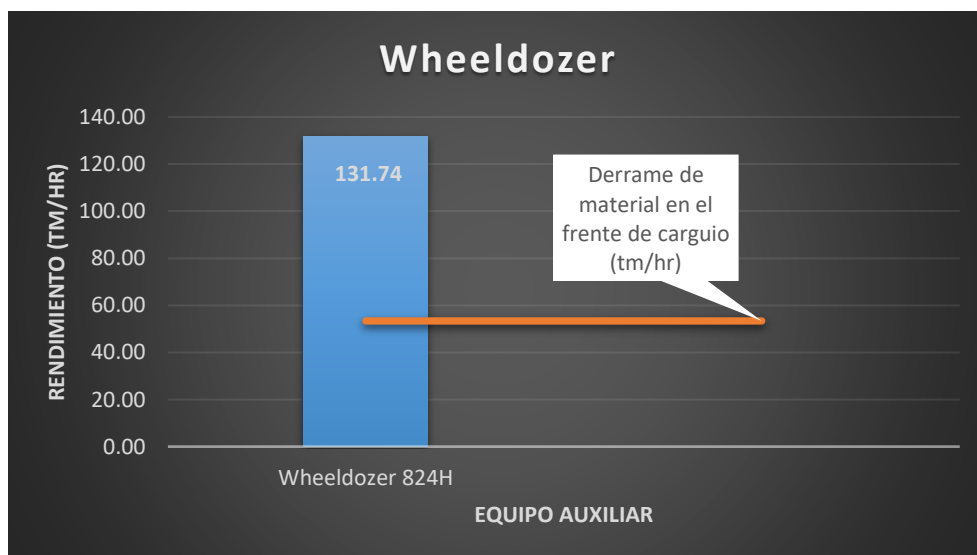
N° Wheeldozer	1.01
---------------	------

N° Wheeldozer	1
----------------------	----------

Efectivamente, seguiremos contando con nuestro equipo 824 H para nuestros trabajos

Figura 65

Rendimiento equipo Wheeldozer



Fuente: Elaboración propia

4.6.2.3 Motoniveladora

Por lo tanto, determinaremos el número de Motoniveladoras necesarios teniendo en cuenta las funciones de;

- a) Mantenimiento de vías
- b) Perfilado de muros
- c) Otros

Teniendo la fórmula:

$$k = \frac{\text{Produccion diaria} + N^{\circ}\text{camiones} * \text{Peso prom camiones}}{\text{Metros lineales de via}}$$

Donde;

Peso/camión	816	ton
N° Camiones	17	unid.
Producción diaria	14500	ton
% Utilización	70%	
Metros lineales de vía	1500	m

Por lo tanto;

$$K = 10.45$$

Reemplazando en;

$$N^{\circ} \text{Motoniveladora} = \left(\frac{N^{\circ} \text{de Camiones}}{k} \right) * \%U$$

$$N^{\circ} \text{Motoniveladoras} = 1.1$$

N° Motoniveladora = 1

Efectivamente, seguiremos contando con nuestro para nuestra Motoniveladora 140 k para los trabajos pertinentes.

4.6.3 Selección de equipo de Equipos Auxiliares

Tabla 40

Flota de equipos auxiliares

Equipos auxiliares - mina Anama			
Equipos	Modelo	Cantidad	Labor
Bulldozer	D8T	1	Limpieza en Botadero
Wheeldozer	824H	1	Apoyo en Frente de carguío
Motoniveladora	140 K	1	Mantenimiento de vías
Camión cisterna de agua	VW 26 220	1	regado de vías
Rodillo compactador	CS86B	1	Compactación de vías
Cama Baja	Volvo FHN2	1	traslado de Palas o bulldozer
Camión cisterna de Combustible	VW 31320	1	Abastecimiento de combustible a equipos

Fuente: Elaboración propia

Cabe aclarar que en los últimos equipos se siguen manteniendo en la misma cantidad debido a que cumplen con las expectativas y son primordiales en el día a día de la explotación del mineral.

4.7 Mantenimiento de Equipos de Carguío y Acarreo

El mantenimiento de equipos en minas, tiene gran importancia porque depende de esto el éxito del proceso operativo, ya que estos equipos tienen por función el movimiento de grandes cantidades de material. El mantenimiento tiene como objetivo tener el equipo en óptimas condiciones de operatividad, disponibilidad, seguridad y calidad para realizar su tarea.

Así mismo se sabe que existen diferentes tipos de mantenimiento, los cuales son:

4.7.1 *Mantenimiento preventivo*

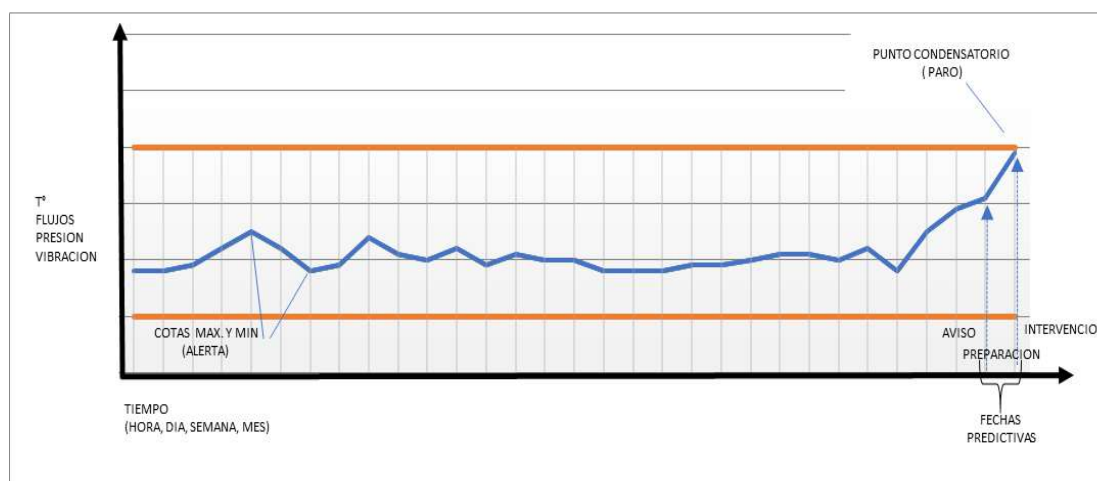
Es aquel tipo de mantenimiento periódico que “consiste en planear, programar y ejecutar la reparación de un componente que cumplió su vida útil”, antes de que genere fallas, para así evitar disminuir su ritmo de producción, por problemas mecánicos en el equipo. En mina Anama se tiene un programa de mantenimiento adjuntado pag, adelante.

4.7.2 *Mantenimiento Correctivo*

Es un tipo de mantenimiento que afecta la producción en la mina, por motivos de que el equipo requiere una reparación forzada por una falla esperada o inesperada. Así mismo este mantenimiento genera costos de reparación o reposición de repuestos, parada de equipos dependientes, disminución del ritmo de producción, etc.

4.7.3 *Mantenimiento predictivo*

Tiene como base el monitoreo planificado de indicios del equipo mediante instrumentos, controlando básicamente su estado de funcionamiento. En este tipo de mantenimiento interviene con una reparación del equipo cuando es absolutamente necesario y preestablecido, mediante un programa de actividades definidas, ajustes, inspecciones, cambio de piezas, etc.

Figura 66*Tendencia de falla de un equipo*

Fuente: Gestión de activos de Codelco- chile.

Figura 67*Casusas en fallas de equipos*

Fuente: Gestión de activos de Codelco- chile.

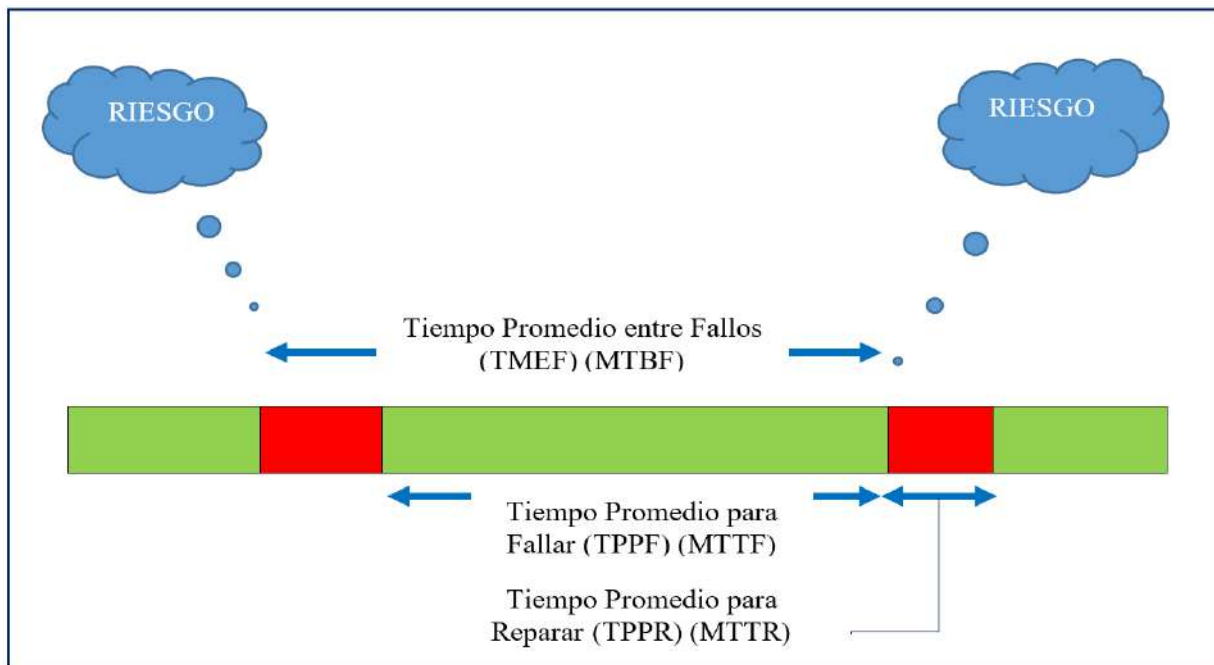
4.7.4 Indicadores de mantenimiento de equipos

Los indicadores más importantes de mantenimiento son:

- Tiempo medio entre fallas (TMPF) – Mean Time Between Failures (MTBF).
- Tiempo Medio para Reparar (TMPR) – Mean Time To Repair (MTTR).
- Disponibilidad
- Confiabilidad

Figura 68

Indicadores de mantenimiento



Fuente: www.mantenimientomundial.com

4.7.5 Programa de mantenimiento de equipos de carguío

El programa esta tercerizada a cargo de la empresa Murwy. Para equipos de carguío es fundamental por ser parte de un manttto moderno, planeamiento operativo a corto plazo, mantener la máxima operatividad de los equipos de carguío. El programa de mantenimiento preventivo (PM) para los equipos es:

PM1: Mantenimiento preventivo 250 Hr

PM2: Mantenimiento preventivo 500 Hr

PM3: Mantenimiento preventivo 1000 Hr

PM4: Mantenimiento preventivo 2000 Hr

4.7.6 Programa de mantenimiento de equipos de acarreo

Llevar un programa de mantenimiento de los equipos deben efectuarse con el fin de mantener el ritmo de producción de los equipos, disponibilidad mecánica y confiabilidad del equipo en las tareas, reduciendo así la posibilidad de un paro de equipo. En cuanto a los equipos de acarreo, el mantenimiento completo está a cargo de la empresa Murwy. El programa de mantenimiento preventivo (PM) para los equipos de acarreo es:

PM1: Mantenimiento preventivo en 500 Hr

PM2: Mantenimiento preventivo en 1000 Hr

PM3: Mantenimiento preventivo en 2000 Hr

PM4: Mantenimiento preventivo en 4000 Hr

4.7.7 Programa de mantenimiento de equipos Auxiliares

Es de importancia para mantener al equipo en óptimas condiciones, planeamiento operativo a corto plazo, mantener la máxima operatividad de los equipos de carga. El mantenimiento de los equipos auxiliares esta tercerizada a cargo de la empresa Murwy. El programa de mantenimiento preventivo (PM) para los equipos auxiliares se tiene en la siguiente tabla:

PM1: Mantenimiento preventivo 250 Hr

PM2: Mantenimiento preventivo 500 Hr

PM3: Mantenimiento preventivo 1000 Hr

PM4: Mantenimiento preventivo 2000 Hr

Tabla 43

Programa de mantenimiento de equipos auxiliares

MARCA	MODELO	Ultimo PM			Marzo																																			
		FECHA	HOR.	TIPO	HOR. ACTUAL	HOR. FINAL	HRS FALTANTES PARA PM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
CATERPILLAR	BULLDOZER D8T	14/02/2022	5762	PM2	6142	6762	620																																PM2	
	WHELDZOZER 824H	27/02/2022	3846	PM3	3966	5846	1880																																	
	MOTONIVELAD ORA 14OK	3/02/2022	6324	PM2	6924	7324	400																			PM2														
	CISTERNA DE AGUA	19/02/2022	22574	PM1	22854	23074	220												PM1																					
	RODILLO COMPACTADOR	10/02/2022	8541	PM1	9001	9041	40	PM1																																

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V

ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.1 Introducción

A continuación, evidenciará los resultados a ser analizados en dos grandes grupos, donde se pudo determinar la nueva flota de carguío y la flota de acarreo, teniendo una disminución en los equipos debido la reducción de la reserva de mineral, frentes de carguío reducidos, etc.

5.2 Equipos de Carguío

5.2.1 *Análisis y discusión Técnicos*

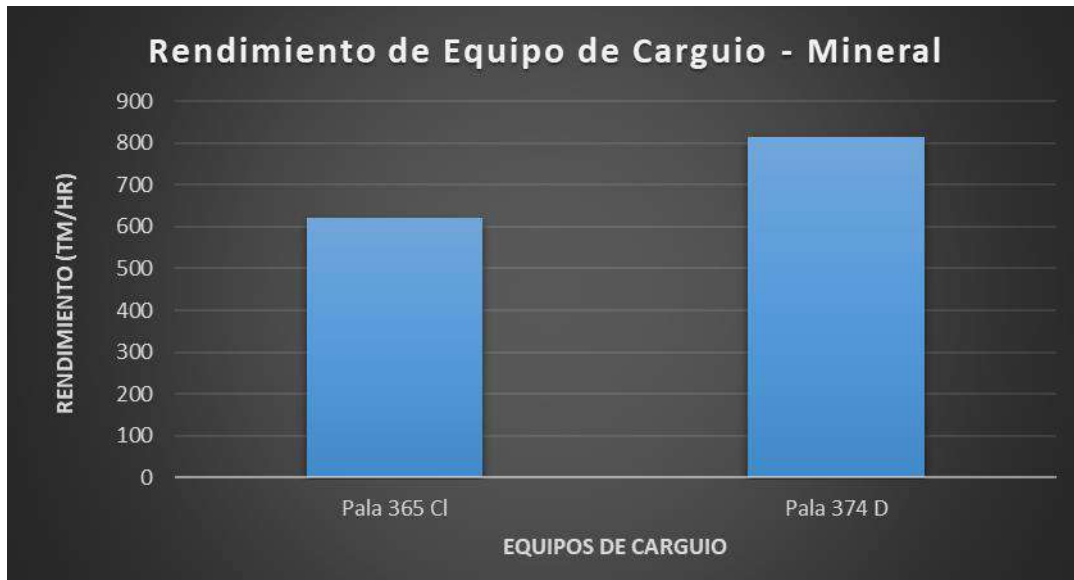
Para cumplir con la producción por día de 14500 TMD o teniendo en cuenta un rendimiento de 805.56 Tm/hr. Se analizo cuatro Palas para dar selección a la más conveniente.

Para el carguío de mineral; se tomó en comparación las dos Palas Caterpillar (365 Cl Vs 374) mostradas en el gráfico, de las cuales se seleccionó la Pala Caterpillar 365 Cl, con una capacidad de cuchara de 4.28 m³.

Teniendo así un rendimiento de 622.32 Tm/hr, verificando así que satisface producción requerida.

Figura 69

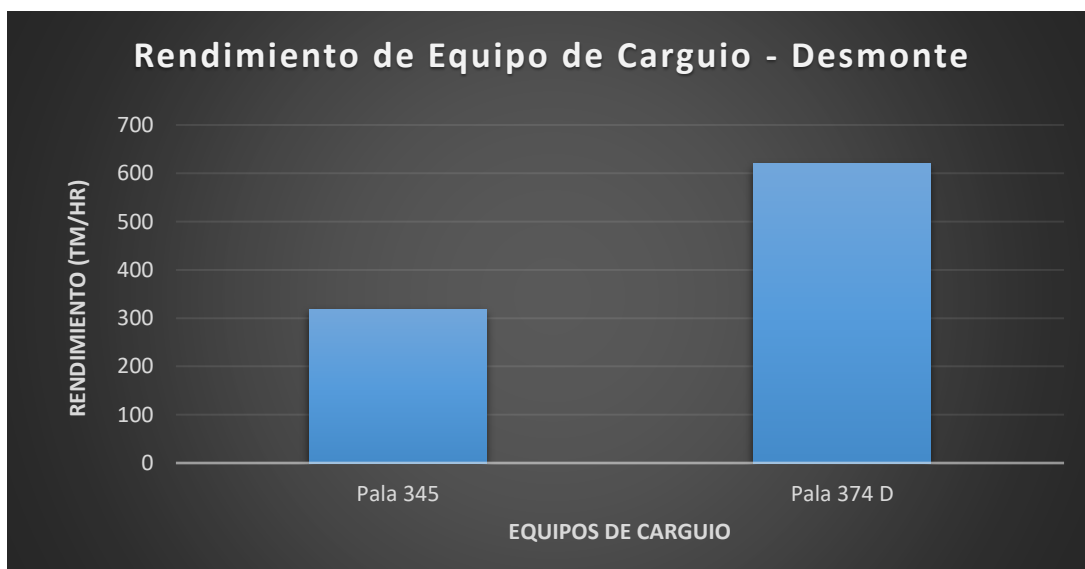
Rendimiento de equipos de carguío de mineral.



Fuente: Elaboración propia

Figura 70

Rendimiento de equipos de carguío desmonte



Fuente: Elaboración propia

Para el carguío de desmonte, de manera similar se tomó en comparación dos Palas (345 y 374D), a partir de la cual se seleccionó una Pala Caterpillar 345 con una capacidad de cuchara de 3.2 m³, dando así un rendimiento de 317.58 Tm/hr, dicho valor satisface el requerido para la producción por hora.

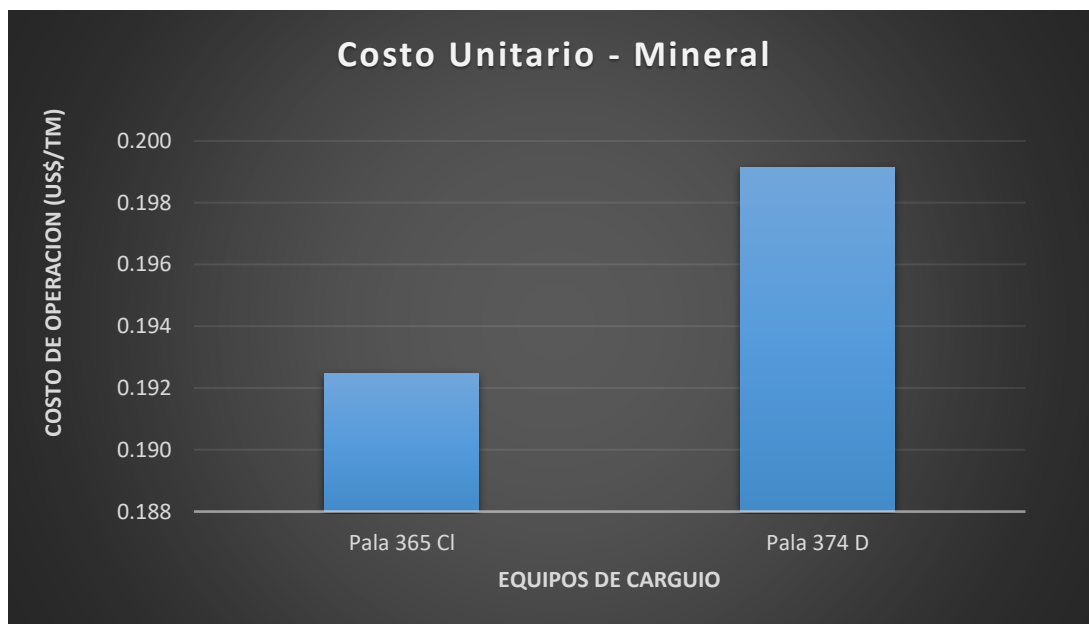
5.2.2 *Análisis y discusiones económicas de los equipos de carguío*

En vista que ya cumplimos la producción requerida, se analizó el costo unitario para así corroborar nuestra selección de equipos de carguío:

Para el carguío de mineral, se puede apreciar en el siguiente grafico el costo unitario de dos Palas (374D y 365Cl), de las cuales se seleccionó a una Pala Caterpillar 365 Cl con un rendimiento de 622.32 Tm/hr, con un costo unitario será de 0.192 US\$/Tm.

Figura 71

Costo Unitario - Mineral

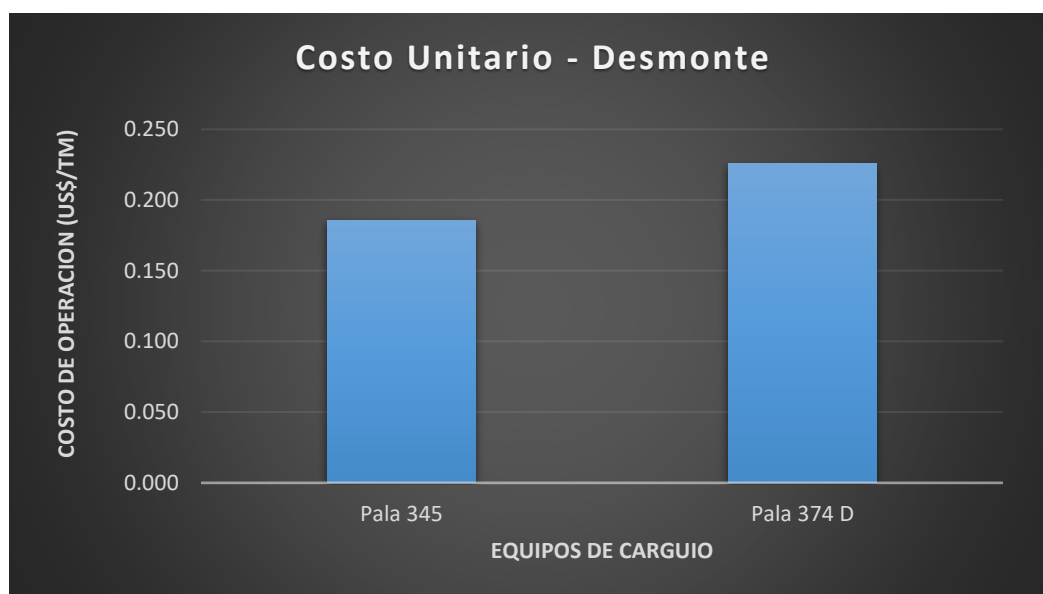


Fuente: Elaboración propia

Para el carguío de desmorte; tal como se aprecia en el grafico se tiene dos costos unitarios (de la Pala 345 y Pala 374D), de las cuales se seleccionó la Pala Caterpillar 345, con un rendimiento de 317.58 Tm/hr, con un costo unitario será de 0.186 US\$/Tm.

Figura 72

Costo Unitario Desmorte.



Fuente: Elaboración propia

Posterior a evaluar el rendimiento/costo unitario del carguío de mineral y desmorte, se decidió contar con una (01) Pala Caterpillar 365Cl para el carguío de mineral y una (01) Pala 345 para el carguío de desmorte. Conformando así nuestra flota de carguío para esta nueva etapa de la mina.

5.3 Equipos de Acarreo

5.3.1 Análisis y discusión Técnicos

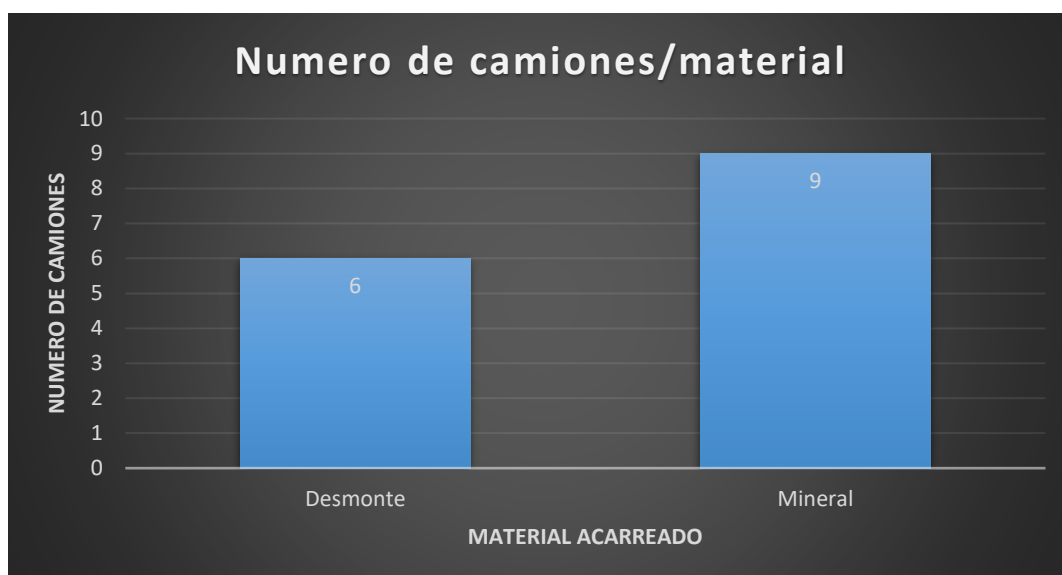
Para el cumplimiento con la producción de las Palas se dimensionó la nueva flota de equipos de acarreo, de acuerdo a la siguiente:

Para el acarreo de mineral; se tomó el rendimiento de la Pala Caterpillar 365 C1 de 622.32 Tm/hr, cumpliendo este rendimiento con 9 camiones Mercedes Benz serie Actros 4144, con un rendimiento de 69.87 Tm/hr y un ciclo de 21.65 min.

Para el acarreo del Desmante; se tomó el rendimiento de la Pala Caterpillar 345 de 317.58 Tm/hr, cumpliendo este rendimiento con 06 camiones Mercedes Benz serie Actros 4144, con un rendimiento de 55.27 Tm/hr y un ciclo de 20.85 min.

Figura 73

Numero de camiones por material



Fuente: Elaboración propia

5.3.2 *Análisis y discusiones económicos de acarreo*

En vista que ya cumplimos la producción requerida para cada Pala, se determinó que los equipos de acarreo tienen un costo unitario de 0.58 US\$/Tm

CONCLUSIONES

1. Se dimensiono la flota de carguío y acarreo para la nueva producción en cierre progresivo de la mina Anama de la empresa ANABI S.A.C, determinando así que contará con una flota de carguío de 01 (uno) Pala Caterpillar 345 N°4 con 3.2 m³ de capacidad para el carguío de desmonte y 01 (uno) Pala Caterpillar 365 Cl de 4.28 m³ de capacidad para el carguío de mineral y una Pala en stand by. Consecuentemente se contará con una flota de acarreo de 17 camiones mercedes Benz de 22.35 m³.

El verifica que el match factor nos da una eficiencia del 97 % en mineral y un 102% en desmonte, dando a entender que al ser menor a 1, existirá un exceso de capacidad de palas, caso se mayor a 1, Existe un exceso de equipos de acarreo.

2. Como parámetros fundamentales para la selección de los equipos de carguío y acarreo para la nueva producción en cierre progresivo de la mina Anama, Se tiene al: Ritmo de producción (14500 TMD), Vida de la mina (2 años y 5 meses), Distancia de recorrido (2.83km), Disponibilidad mecánica (85%), Utilización (90%), Costo unitario (0.204) Tipo de material a transportar (con granulometría máxima 6"-7") y Rutas de acarreo (con pendientes =<10%, RR; mínima).
3. Se determinó que el vida de la mina es de 2 años y 5 meses, para la producción en cierre de mina con 14500 TMD, tomando una nueva flota de equipos de carguío y acarreo.

4. El costo unitario de los equipos de carguío es de 0.192 US\$/Tm para mineral y 0.186 \$/Tm para desmonte, apreciándose en la tabla de costo unitario. Así mismo cabe indicar que el costo unitario de acarreo de mineral es de 0.580 US\$/Tm.
5. Se dimensiono la flota de equipos auxiliares para la nueva producción en cierre Progresivo de la mina Anama, siendo la siguiente:

Equipos	Modelo	Cantidad
Bulldozer	D8T	1
Wheeldozer	824H	1
Motoniveladora	140 K	1
Camión cisterna de agua	VW 26 220	1
Rodillo compactador	CS86B	1
Cama Baja	Volvo FHN2	1
Camión cisterna de Combustible	VW 31320	1

RECOMENDACIONES

1. Evaluar contantemente los frentes de carguío para ver la compatibilidad de palas y camiones y así evidenciar en lo posible que el match factor sea lo más próximo al ideal (igual a 1) o el adecuado para las operaciones de carguío y acarreo, para mantener un óptimo y constante ritmo de producción, sin descuidar.
2. Capacitar al personal de mina (operarios y supervisores), sobre la importancia de los parámetros fundamentales y como estos influyen para la óptima producción en la mina Anama.
3. Seguir con las campañas de exploración geológica, para tener descubrir nuevas reservas de mineral en zonas aledañas al tajo Anama.
4. Evaluación constante del costo unitario para las operaciones de carguío y acarreo para tomar decisiones operativas en la mina Anama.
5. Mantener la sinergia de los equipos principales (equipos de carguío y acarreo) y equipos auxiliares para el mayor rendimiento en la producción.

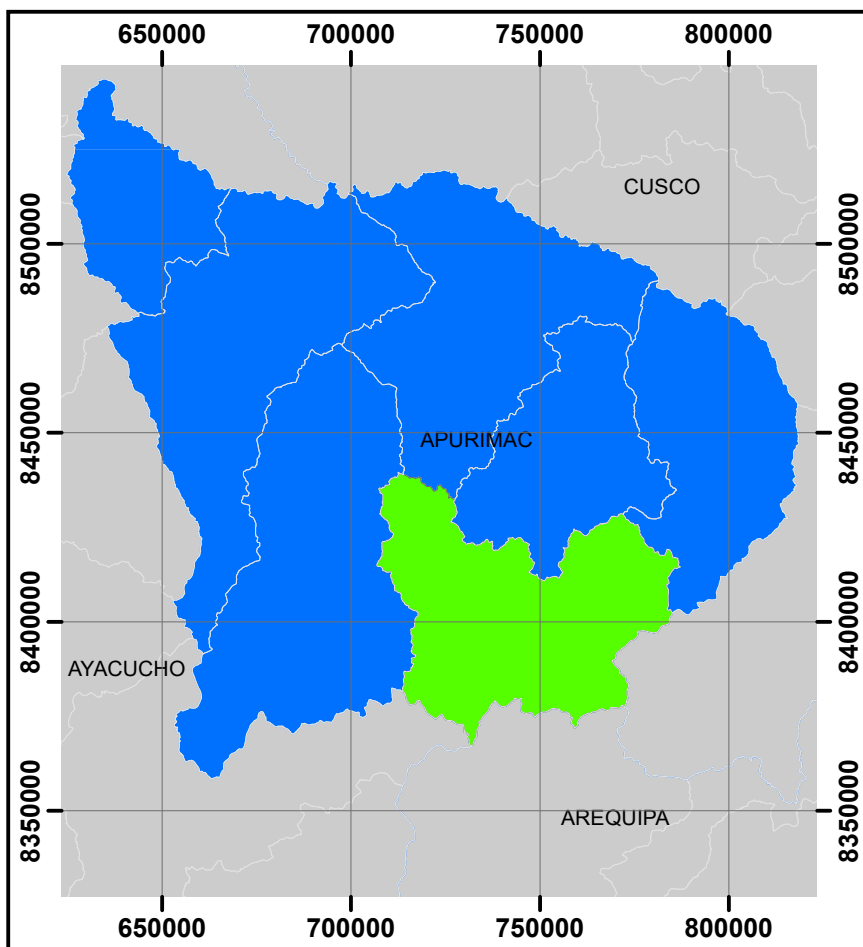
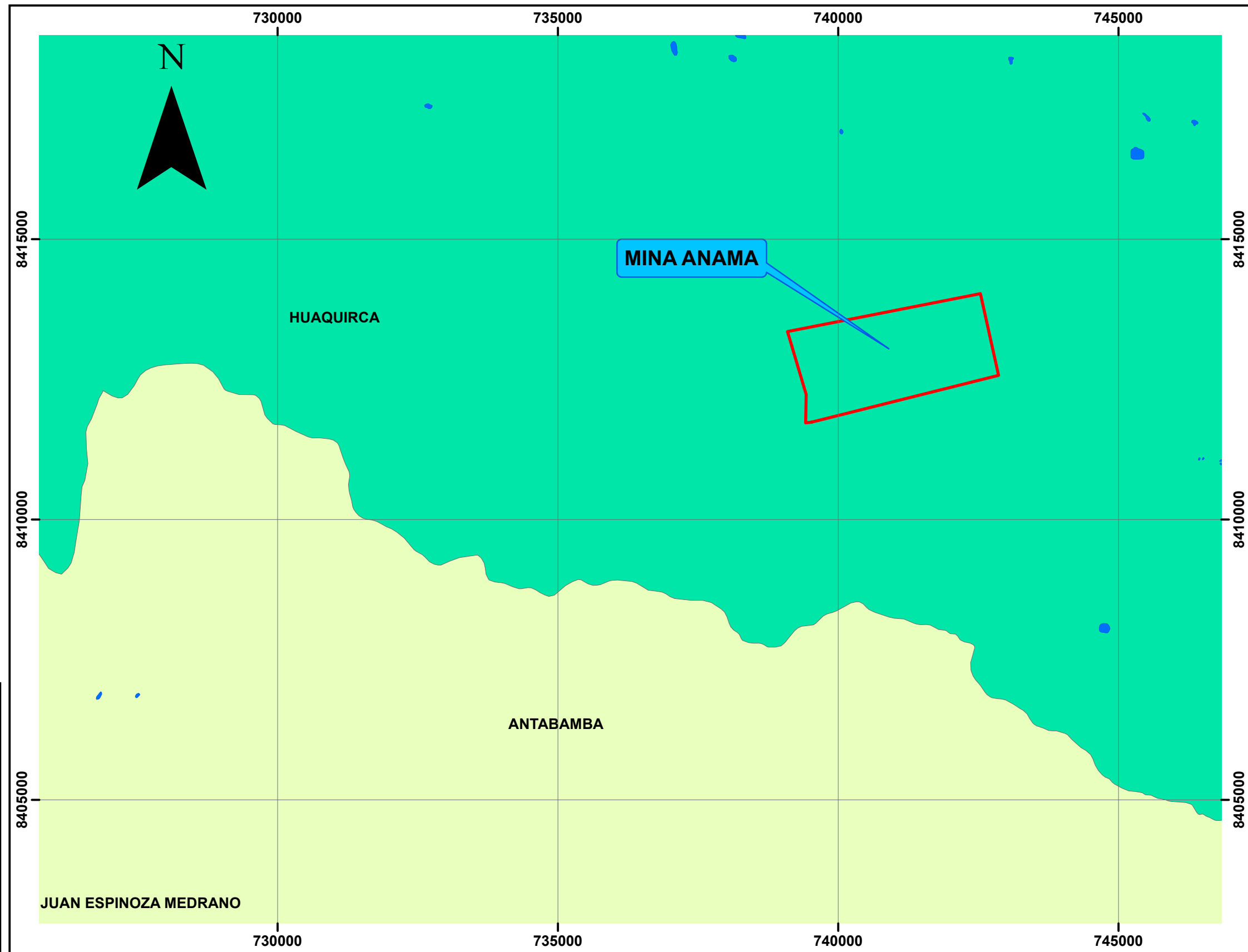
BIBLIOGRAFÍA

- Barreto. J.C. 2008. “Criterios de selección y reemplazamiento de equipos para la construcción de accesos y plataformas en la zona de San Antonio, provincia de Yauli – Junín”
- Lima. A. 2016. “Dimensionamiento de equipos de carguío y acarreo en el proyectominero Constancia, Chumbivilcas, Cusco.”
- López (2012) “Diseño de operaciones mineras a cielo abierto.”
- Quispe (2011). “Dimensionamiento de flota de equipos de carguío y acarreo en launidad minera ANABI S.A.C.”
- Rojas. I.F. 2019. “Optimización del proceso de carguío y acarreo mediante el uso de KPI’S en la fase de relleno del espaldón de la presa de relaves – Antamina”
- Rondan (2014). “Producción real vs producción potencial de equipos de carguío y acarreo y aplicación del match factor para determinar el número óptimo de volquetes mina arasi.”
- Vásquez, Galdámez y Le-Feaux. 2015. Diseño y Operaciones de minas a cieloabierto.
- Vera. M. 2015. Copias de minería superficial.
- Valdivia, Latorre e INGEMMET (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Antabamba(29-q) escala 1:50 000. Carta Geológica Nacional (franja 2).

ANEXOS

ANEXO 1

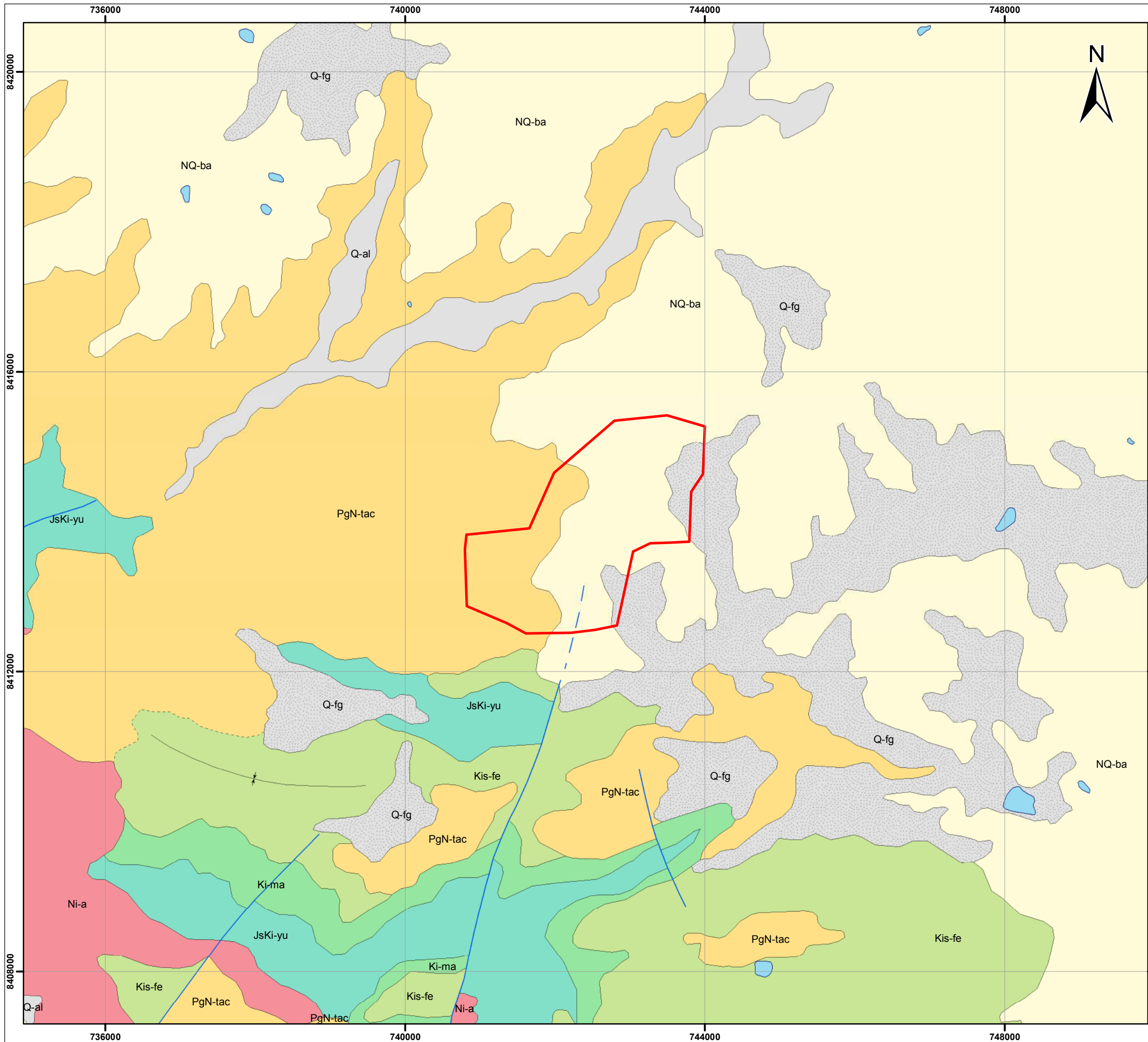
PLANO DE UBICACIÓN



Proyecto:	Mina Anama				
Plano:	Plano de Ubicación				
Departamento:	Apurímac	Provincia:	Antabamba	Distrito:	Huaquirca
Sistema de coordenadas:	WGS84		Zona:	18 S	
Elaborado por:	C.L.V	Fecha:	Oct-23	Escala:	1:75,000

ANEXO 2

PLANO GEOLOGICO REGIONAL



Leyenda

Área efectiva de proyecto

Litología

- Q-fg / Cuaternario fluvio glacial
- Q-al / Cuaternario aluvial
- Q-mo / Cuaternario morrénico
- NQ-ba / Terciario-Cuaternario - Grupo Barroso
- PgN-tac / Terciario medio superior - Grupo Tacaza
- Kis-fe / Cretáceo medio - Fm. Ferrobamba
- Ki-ma / Cretáceo medio - Fm. Mara
- JsKi-yu / Jurásico-Cretácico - Grupo Yura

Ni-a / Intrusivo andesítico

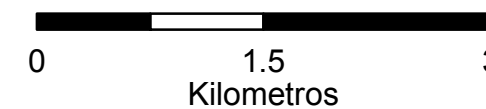
Ni-da / Intrusivo dacítico

-- Falla inferida

-- Falla

-- Eje de sinclinal

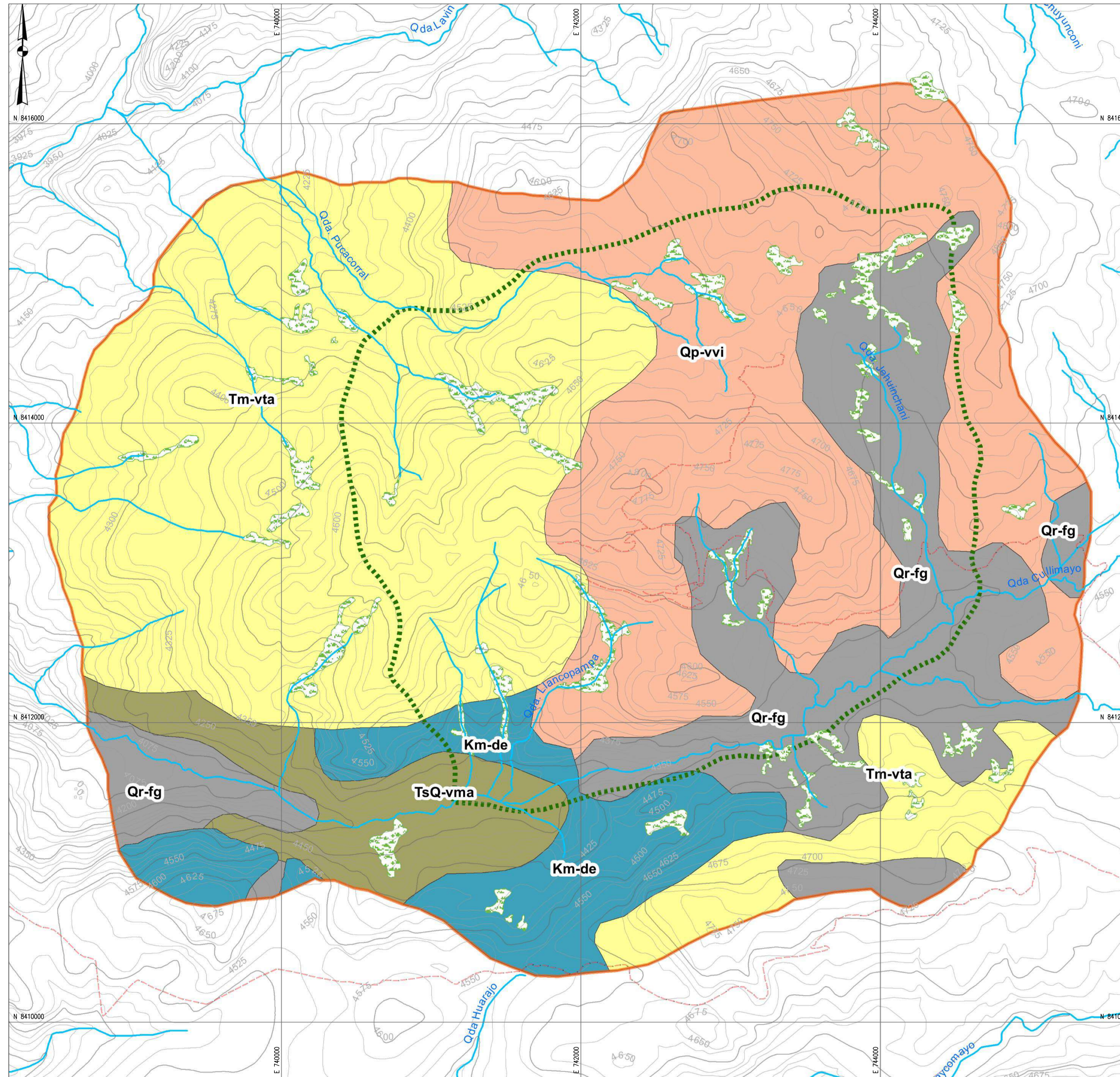
-- Laguna



	ANABI S.A.C.	
	PROYECTO ANAMA	
	Geología Regional	
	Aprobado por: M. Rutti	Área: GEOLOGIA Y EXPLORACIONES
Revisado por: R. Fernandez	Fecha: 17/01/2014	Proyección: WGS 1984 UTM Zone 18S
Dibujado por: M. Gallardo	Escala: 1:50,000	
Cod-Proyecto/Rev: 700-020301-4 / v.0		

ANEXO 3

PLANO GEOLOGICO LOCAL



GEOLOGIA LOCAL
ESC: 1/15 000

LEYENDA	
CURVAS DE NIVEL DEL TERRENO	4800
AREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL DIRECTA	[Symbol]
AREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL INDIRECTA	[Symbol]
CARRETERA PAVIMENTADA	[Symbol]
CARRETERA SIN PAVIMENTAR	[Symbol]
QUEBRADAS	[Symbol]

LEYENDA	
DEPOSITOS FLUVIO-GLACIARES	Qr-fg
FORMACION FERROBAMBA	Km-de
VOLCANICO VILCARANI	Qp-vvi
VOLCANICO TACASA	Tm-vma
VOLCANICO MALMANYA	TsQ-vma

NOTAS:

- LA TOPOGRAFIA FUE BRINDADA POR ANAMA EN EL MES DE AGOSTO.
- LAS ESCALAS SE MOSTRARÁN COMO REALES EN LOS PLANOS IMPRESOS EN FORMATO A1.

PLANO N°	REFERENCIA DE PLANOS	REV.	CAD	FECHA	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO

PLANO N°	REFERENCIA DE PLANOS	REV.	CAD	FECHA	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO

CAD:	MDH
DISEÑADO:	MDH
REVISADO:	MDH
APROBADO:	MDH
FECHA:	SEPTIEMBRE
PROYECCION:	ZONA 18-S
DATUM:	UTM - WGS84

Av. Malecon Checa 3677
Campoy-SJL
Telef.: 700 7273
www@mdh.com.pe

MINERA ANABI S.A.C
UNIDAD MINERA ANAMA

TÍTULO: **INGENIERIA DE DETALLE CANTERA CLAY 2**
GEOLOGIA LOCAL

REGION: APURIMAC PROVINCIA: ANTABAMBA
DPTO: APURIMAC DISTRITO: HUAQUIRCA

ANABI

N° LAMINA:
100-03
PD: 024.05.19
ESCALA: 1/15000
FECHA: SEPTIEMBRE 2019

ANEXO 4

DATOS DE PERFORACIÓN

Cota (msnm)	Banco (m)	Turno	Diametro de perf. (Pulg.)	Alteración	Tiempo de perf. neto (min)	Tiempo de extracción de barra (min)	Tiempo de traslado, posicionamiento (min)	Tiempo total/taladro (min)	Altura de taladro(m)	Altura real del taladro(m)	B	E	m3/Taladro
4623.52	4616	Día	6 3/4"	SA	9.58	0.4	0.98	10.96	7.52	8.02	4	4.6	138.34
4623.54	4616	Día	6 3/4"	SA	9.48	0.4	0.95	10.83	7.54	8.04	4	4.6	138.74
4623.44	4616	Día	6 3/4"	SA	9.2	0.4	0.86	10.46	7.44	7.94	4	4.6	136.96
4623.43	4616	Día	6 3/4"	SA	7.8	0.4	0.98	9.18	7.43	7.93	4	4.6	136.72
4623.41	4616	Día	6 3/4"	SA	6.23	0.4	0.96	7.59	7.41	7.91	4	4.6	136.42
4623.42	4616	Día	6 3/4"	SA	9.53	0.4	0.95	10.88	7.42	7.92	4	4.6	136.54
4623.41	4616	Día	6 3/4"	SA	9	0.4	0.85	10.25	7.41	7.91	4	4.6	136.39
4623.36	4616	Día	6 3/4"	SA	9.2	0.4	0.95	10.55	7.36	7.86	4	4.6	135.39
4623.31	4616	Día	6 3/4"	SA	8.22	0.4	1.02	9.64	7.31	7.81	4	4.6	134.53
4623.30	4616	Día	6 3/4"	SA	7.55	0.4	0.85	8.8	7.30	7.80	4	4.6	134.24
4623.21	4616	Día	6 3/4"	SA	8.48	0.4	0.98	9.86	7.21	7.71	4	4.6	132.60
4623.20	4616	Día	6 3/4"	SA	8.2	0.4	0.96	9.56	7.20	7.70	4	4.6	132.43
4623.31	4616	Día	6 3/4"	SA	8.4	0.4	1.05	9.85	7.31	7.81	4	4.6	134.57
4623.30	4616	Día	6 3/4"	SA	10.23	0.4	0.87	11.5	7.30	7.80	4	4.6	134.25
4623.35	4616	Día	6 3/4"	SA	10.17	0.4	0.95	11.52	7.35	7.85	4	4.6	135.29
4623.37	4616	Día	6 3/4"	SA	5.55	0.4	1.02	6.97	7.37	7.87	4	4.6	135.69
4623.30	4616	Día	6 3/4"	SA	5.55	0.4	0.98	6.93	7.30	7.80	4	4.6	134.31
4623.37	4616	Día	6 3/4"	SA	6.75	0.4	0.95	8.1	7.37	7.87	4	4.6	135.69
4623.45	4616	Día	6 3/4"	SA	6.7	0.4	1.02	8.12	7.45	7.95	4	4.6	137.03
4623.58	4616	Día	6 3/4"	SA	5.17	0.4	0.84	6.41	7.58	8.08	4	4.6	139.48
4623.64	4616	Día	6 3/4"	SA	5.63	0.4	0.98	7.01	7.64	8.14	4	4.6	140.52
4623.73	4616	Día	6 3/4"	SA	5.3	0.4	0.95	6.65	7.73	8.23	4	4.6	142.25
4623.89	4616	Día	6 3/4"	SA	4.53	0.4	0.98	5.91	7.89	8.39	4	4.6	145.15
4624.00	4616	Día	6 3/4"	SA	5.55	0.4	0.98	6.93	8.00	8.50	4	4.6	147.13
4624.09	4616	Día	6 3/4"	SA	8.22	0.4	0.79	9.41	8.09	8.59	4	4.6	148.86
4624.10	4616	Día	6 3/4"	SA	7.55	0.4	0.95	8.9	8.10	8.60	4	4.6	149.12
4624.19	4616	Día	6 3/4"	SA	8.48	0.4	0.85	9.73	8.19	8.69	4	4.6	150.65
4624.05	4616	Día	6 3/4"	SA	8.2	0.4	0.95	9.55	8.05	8.55	4	4.6	148.06
4623.98	4616	Día	6 3/4"	SA	6.4	0.4	0.95	7.75	7.98	8.48	4	4.6	146.77
4623.92	4616	Día	6 3/4"	SA	6.52	0.4	0.84	7.76	7.92	8.42	4	4.6	145.68
4623.78	4616	Día	6 3/4"	SA	6.35	0.4	0.98	7.73	7.77	8.27	4	4.6	143.06
4623.62	4616	Día	6 3/4"	SA	5.55	0.4	0.92	6.87	7.62	8.12	4	4.6	140.23
4623.49	4616	Día	6 3/4"	SA	6.18	0.4	0.96	7.54	7.49	7.99	4	4.6	137.76
4623.44	4616	Día	6 3/4"	SA	6.9	0.4	0.95	8.25	7.44	7.94	4	4.6	136.84
4623.34	4616	Día	6 3/4"	SA	6.75	0.4	0.89	8.04	7.34	7.84	4	4.6	134.99
4623.30	4616	Día	6 3/4"	SA	5.98	0.4	0.94	7.32	7.30	7.80	4	4.6	134.25
4623.21	4616	Día	6 3/4"	SA	5.87	0.4	0.95	7.22	7.21	7.71	4	4.6	132.73
4623.23	4616	Día	6 3/4"	SA	5.47	0.4	0.95	6.82	7.23	7.73	4	4.6	133.06

4623.27	4616	Dia	6 3/4"	SA	5.55	0.4	0.98	6.93	7.27	7.77	4	4.6	133.86
4623.40	4616	Dia	6 3/4"	SA	6.02	0.4	0.79	7.21	7.40	7.90	4	4.6	136.10
4623.21	4616	Dia	6 3/4"	SA	9.2	0.4	0.85	10.45	7.21	7.71	4	4.6	132.73
4623.47	4616	Dia	6 3/4"	SA	8.22	0.4	0.82	9.44	7.47	7.97	4	4.6	137.44
4623.56	4616	Dia	6 3/4"	SA	7.55	0.4	0.95	8.9	7.56	8.06	4	4.6	139.19
4624.10	4616	Dia	6 3/4"	SA	7.55	0.4	0.95	8.9	8.10	8.60	4	4.6	149.12
4624.19	4616	Dia	6 3/4"	SA	8.48	0.4	0.85	9.73	8.19	8.69	4	4.6	150.65
4624.05	4616	Dia	6 3/4"	SA	8.2	0.4	0.95	9.55	8.05	8.55	4	4.6	148.06
4623.98	4616	Dia	6 3/4"	SA	6.4	0.4	0.95	7.75	7.98	8.48	4	4.6	146.77
4623.92	4616	Dia	6 3/4"	SA	6.52	0.4	0.84	7.76	7.92	8.42	4	4.6	145.68
4623.78	4616	Dia	6 3/4"	SA	6.35	0.4	0.98	7.73	7.77	8.27	4	4.6	143.06
4623.62	4616	Dia	6 3/4"	SA	5.55	0.4	0.92	6.87	7.62	8.12	4	4.6	140.23
4623.49	4616	Dia	6 3/4"	SA	6.18	0.4	0.96	7.54	7.49	7.99	4	4.6	137.76
4623.44	4616	Dia	6 3/4"	SA	6.9	0.4	0.95	8.25	7.44	7.94	4	4.6	136.84
4623.62	4616	Dia	6 3/4"	SA	7.48	0.4	0.85	8.73	7.62	8.12	4	4.6	140.24
4623.54	4616	Dia	6 3/4"	SA	4.86	0.4	0.95	6.21	7.54	8.04	4	4.6	138.72
4623.41	4616	Dia	6 3/4"	SA	5.55	0.4	1.02	6.97	7.41	7.91	4	4.6	136.41
4623.28	4616	Dia	6 3/4"	SA	3.98	0.4	0.98	5.36	7.28	7.78	4	4.6	134.01
4623.20	4616	Dia	6 3/4"	SA	5.87	0.4	0.98	7.25	7.20	7.70	4	4.6	132.40
4623.42	4616	Dia	6 3/4"	SA	7.54	0.4	1.03	8.97	7.42	7.92	4	4.6	136.50
Promedio					7.075	0.400	0.936	8.411	7.560	8.060	4	4.6	139.112

Cota (msnm)	Banco (m)	Turno	Diametro de perf. (Pulg.)	Alteración	Tiempo de perf. neto (min)	Tiempo de extracción de barra (min)	Tiempo de traslado, posicionamiento (min)	Tiempo total/taladro (min)	Altura de taladro(m)	Altura real del taladro(m)	B	E	m3/Taladro
4600.47	4592	Noche	6 3/4"	SG	5.63	0.4	0.99	7.02	8.47	8.97	4.4	5	186.27
4600.51	4592	Noche	6 3/4"	SG	7.25	0.4	1.03	8.68	8.51	9.01	4.4	5	187.20
4600.15	4592	Noche	6 3/4"	SG	7.84	0.4	0.97	9.21	8.15	8.65	4.4	5	179.19
4600.04	4592	Noche	6 3/4"	SG	5.55	0.4	1.03	6.98	8.04	8.54	4.4	5	176.95
4600.00	4592	Noche	6 3/4"	SG	7.62	0.4	0.99	9.01	8.00	8.50	4.4	5	175.96
4599.95	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.87	0.4	0.98	8.25	7.94	8.44	4.4	5	174.79
4600.02	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.55	0.4	0.95	6.9	8.02	8.52	4.4	5	176.40
4599.93	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.55	0.4	1.02	6.97	7.93	8.43	4.4	5	174.44
4599.81	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.55	0.4	0.98	6.93	7.81	8.31	4.4	5	171.89
4599.80	4592	Noche	6 3/4"	SA	7.68	0.4	0.97	9.05	7.80	8.30	4.4	5	171.51
4599.83	4592	Noche	6 3/4"	SA	8.46	0.4	1.06	9.92	7.82	8.32	4.4	5	172.15
4599.75	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.48	0.4	1.04	6.92	7.75	8.25	4.4	5	170.48
4599.73	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.25	0.4	1.03	7.68	7.73	8.23	4.4	5	170.06
4599.77	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.18	0.4	0.98	7.56	7.77	8.27	4.4	5	170.92
4599.71	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.94	0.4	1.02	8.36	7.71	8.21	4.4	5	169.64
4599.69	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.87	0.4	0.96	7.23	7.69	8.19	4.4	5	169.16

4599.78	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.87	0.4	0.95	8.22	7.78	8.28	4.4	5	171.16
4599.86	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.74	0.4	0.95	8.09	7.86	8.36	4.4	5	172.94
4599.87	4592	Noche	6 3/4"	SA	8.47	0.4	1.02	9.89	7.87	8.37	4.4	5	173.10
4599.83	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.63	0.4	0.98	7.01	7.83	8.33	4.4	5	172.28
4599.74	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.87	0.4	0.98	8.25	7.74	8.24	4.4	5	170.35
4599.61	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.58	0.4	1.03	8.01	7.61	8.11	4.4	5	167.46
4599.62	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.4	0.4	0.98	7.78	7.62	8.12	4.4	5	167.71
4599.62	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.58	0.4	0.98	7.96	7.62	8.12	4.4	5	167.64
4599.59	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.24	0.4	1.1	6.74	7.59	8.09	4.4	5	166.96
4599.58	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.82	0.4	0.99	7.21	7.58	8.08	4.4	5	166.83
4599.64	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.87	0.4	1.03	8.3	7.64	8.14	4.4	5	168.15
4599.68	4592	Noche	6 3/4"	SA	7.45	0.4	0.97	8.82	7.68	8.18	4.4	5	169.00
4599.64	4592	Noche	6 3/4"	SA	7.52	0.4	0.96	8.88	7.64	8.14	4.4	5	167.99
4599.63	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.24	0.4	1.1	7.74	7.63	8.13	4.4	5	167.90
4599.71	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.87	0.4	0.98	8.25	7.71	8.21	4.4	5	169.55
4599.70	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.17	0.4	1.1	6.67	7.70	8.20	4.4	5	169.49
4599.63	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.55	0.4	0.96	6.91	7.63	8.13	4.4	5	167.88
4599.55	4592	Noche	6 3/4"	SA	8.74	0.4	0.95	10.09	7.55	8.05	4.4	5	165.99
4599.61	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.58	0.4	1.03	8.01	7.61	8.11	4.4	5	167.46
4599.80	4592	Noche	6 3/4"	SA	7.68	0.4	0.97	9.05	7.80	8.30	4.4	5	171.51
4599.83	4592	Noche	6 3/4"	SA	8.46	0.4	1.06	9.92	7.82	8.32	4.4	5	172.15
4599.75	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.48	0.4	1.04	6.92	7.75	8.25	4.4	5	170.48
4600.04	4592	Noche	6 3/4"	SG	5.55	0.4	1.03	6.98	8.04	8.54	4.4	5	176.95
4600.00	4592	Noche	6 3/4"	SG	7.62	0.4	0.99	9.01	8.00	8.50	4.4	5	175.96
4599.95	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.87	0.4	0.98	8.25	7.94	8.44	4.4	5	174.79
4600.02	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.55	0.4	0.95	6.9	8.02	8.52	4.4	5	176.40
4599.93	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.55	0.4	1.02	6.97	7.93	8.43	4.4	5	174.44
4599.81	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.55	0.4	0.98	6.93	7.81	8.31	4.4	5	171.89
4599.80	4592	Noche	6 3/4"	SA	7.68	0.4	0.97	9.05	7.80	8.30	4.4	5	171.51
4599.83	4592	Noche	6 3/4"	SA	8.46	0.4	1.06	9.92	7.82	8.32	4.4	5	172.15
4599.73	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.25	0.4	1.03	7.68	7.73	8.23	4.4	5	170.06
4599.77	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.18	0.4	0.98	7.56	7.77	8.27	4.4	5	170.92
4599.71	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.94	0.4	1.02	8.36	7.71	8.21	4.4	5	169.64
4599.62	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.58	0.4	0.98	7.96	7.62	8.12	4.4	5	167.71
4599.62	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.58	0.4	0.98	7.96	7.62	8.12	4.4	5	167.64
4599.59	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.24	0.4	1.1	6.74	7.59	8.09	4.4	5	166.96
4599.77	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.18	0.4	0.98	7.56	7.77	8.27	4.4	5	170.92
4599.71	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.94	0.4	1.02	8.36	7.71	8.21	4.4	5	169.64
4599.62	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.58	0.4	0.98	7.96	7.62	8.12	4.4	5	167.71
4599.81	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.55	0.4	0.98	6.93	7.81	8.31	4.4	5	171.89
4599.80	4592	Noche	6 3/4"	SA	7.68	0.4	0.97	9.05	7.80	8.30	4.4	5	171.51

4599.83	4592	Noche	6 3/4"	SA	8.46	0.4	1.06	9.92	7.82	8.32	4.4	5	172.15
4599.73	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.25	0.4	1.03	7.68	7.73	8.23	4.4	5	170.06
4599.62	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.58	0.4	0.98	7.96	7.62	8.12	4.4	5	167.64
4599.59	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.24	0.4	1.1	6.74	7.59	8.09	4.4	5	166.96
4599.58	4592	Noche	6 3/4"	SA	5.82	0.4	0.99	7.21	7.58	8.08	4.4	5	166.83
4599.42	4592	Noche	6 3/4"	SA	6.87	0.4	0.95	8.22	7.42	7.92	4.4	5	163.20
Promedio					6.568	0.400	1.004	7.972	7.744	8.244	4	5	170.360

Cota (msnm)	Banco (m)	Turno	Diametro de perf. (Pulg.)	Alteración	Tiempo de perf. neto (min)	Tiempo de extracción de barra (min)	Tiempo de traslado, posicionamiento (min)	Tiempo total/taladro (min)	Altura de taladro(m)	Altura real del taladro(m)	B	E	m3/Taladro
4591.46	4584	Dia	6 3/4"	SG	8.62	0.4	0.97	9.99	7.46	7.96	4	4.6	137.34
4591.40	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.74	0.4	1.06	8.2	7.40	7.90	4	4.6	136.24
4591.40	4584	Dia	6 3/4"	SG	8.47	0.4	1.04	9.91	7.40	7.90	4	4.6	136.12
4591.43	4584	Dia	6 3/4"	SG	5.63	0.4	1.03	7.06	7.43	7.93	4	4.6	136.73
4591.44	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.87	0.4	0.98	8.25	7.44	7.94	4	4.6	136.81
4591.43	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.58	0.4	1.02	8	7.43	7.93	4	4.6	136.67
4591.49	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.4	0.4	0.96	7.76	7.49	7.99	4	4.6	137.83
4591.53	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.58	0.4	1.06	8.04	7.53	8.03	4	4.6	138.58
4591.63	4584	Dia	6 3/4"	SG	7.68	0.4	1.04	9.12	7.63	8.13	4	4.6	140.42
4591.76	4584	Dia	6 3/4"	SG	8.46	0.4	1.03	9.89	7.76	8.26	4	4.6	142.87
4591.88	4584	Dia	6 3/4"	SG	5.48	0.4	0.98	6.86	7.88	8.38	4	4.6	144.95
4591.92	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.25	0.4	1.02	7.67	7.92	8.42	4	4.6	145.74
4591.90	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.18	0.4	0.96	7.54	7.90	8.40	4	4.6	145.28
4591.92	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.94	0.4	0.98	8.32	7.92	8.42	4	4.6	145.65
4591.98	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.24	0.4	1.1	7.74	7.98	8.48	4	4.6	146.84
4592.01	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.87	0.4	0.99	8.26	8.01	8.51	4	4.6	147.43
4592.01	4584	Dia	6 3/4"	SG	5.17	0.4	0.96	6.53	8.01	8.51	4	4.6	147.43
4591.99	4584	Dia	6 3/4"	SG	5.55	0.4	1.06	7.01	7.99	8.49	4	4.6	147.02
4591.98	4584	Dia	6 3/4"	SG	8.74	0.4	1.04	10.18	7.98	8.48	4	4.6	146.82
4591.97	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.87	0.4	1.03	8.3	7.97	8.47	4	4.6	146.56
4591.97	4584	Dia	6 3/4"	SG	7.55	0.4	0.98	8.93	7.97	8.47	4	4.6	146.66
4592.05	4584	Dia	6 3/4"	SG	7.48	0.4	1.04	8.92	8.05	8.55	4	4.6	148.05
4592.18	4584	Dia	6 3/4"	SG	8.42	0.4	1.03	9.85	8.18	8.68	4	4.6	150.58
4592.31	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.95	0.4	0.98	8.33	8.31	8.81	4	4.6	152.86
4592.38	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.52	0.4	1.02	7.94	8.38	8.88	4	4.6	154.19
4592.41	4584	Dia	6 3/4"	SG	7.68	0.4	0.96	9.04	8.41	8.91	4	4.6	154.81
4591.49	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.4	0.4	0.96	7.76	7.49	7.99	4	4.6	137.83
4591.53	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.58	0.4	1.06	8.04	7.53	8.03	4	4.6	138.58
4591.63	4584	Dia	6 3/4"	SG	7.68	0.4	1.04	9.12	7.63	8.13	4	4.6	140.42
4591.76	4584	Dia	6 3/4"	SG	8.46	0.4	1.03	9.89	7.76	8.26	4	4.6	142.87

4591.53	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.58	0.4	1.06	8.04	7.53	8.03	4	4.6	138.58
4591.63	4584	Dia	6 3/4"	SG	7.68	0.4	1.04	9.12	7.63	8.13	4	4.6	140.42
4591.76	4584	Dia	6 3/4"	SG	8.46	0.4	1.03	9.89	7.76	8.26	4	4.6	142.87
4591.88	4584	Dia	6 3/4"	SG	5.48	0.4	0.98	6.86	7.88	8.38	4	4.6	144.95
4591.92	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.25	0.4	1.02	7.67	7.92	8.42	4	4.6	145.74
4591.90	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.18	0.4	0.96	7.54	7.90	8.40	4	4.6	145.28
4592.01	4584	Dia	6 3/4"	SG	5.17	0.4	0.96	6.53	8.01	8.51	4	4.6	147.43
4591.99	4584	Dia	6 3/4"	SG	5.55	0.4	1.06	7.01	7.99	8.49	4	4.6	147.02
4591.98	4584	Dia	6 3/4"	SG	8.74	0.4	1.04	10.18	7.98	8.48	4	4.6	146.82
4591.88	4584	Dia	6 3/4"	SG	5.48	0.4	0.98	6.86	7.88	8.38	4	4.6	144.95
4591.98	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.24	0.4	1.1	7.74	7.98	8.48	4	4.6	146.84
4592.01	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.87	0.4	0.99	8.26	8.01	8.51	4	4.6	147.43
4592.01	4584	Dia	6 3/4"	SG	5.17	0.4	0.96	6.53	8.01	8.51	4	4.6	147.43
4592.46	4584	Dia	6 3/4"	SG	8.46	0.4	0.98	9.84	8.46	8.96	4	4.6	155.60
4592.48	4584	Dia	6 3/4"	SG	5.48	0.4	0.98	6.86	8.48	8.98	4	4.6	156.12
4592.50	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.25	0.4	0.96	7.61	8.50	9.00	4	4.6	156.48
4592.47	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.18	0.4	0.95	7.53	8.47	8.97	4	4.6	155.85
4592.46	4584	Dia	6 3/4"	SG	6.94	0.4	1.1	8.44	8.46	8.96	4	4.6	155.64
4592.34	4584	Dia	6 3/4"	SG	5.17	0.4	0.98	6.55	8.34	8.84	4	4.6	153.47
4592.36	4584	Dia	6 3/4"	SG	5.55	0.4	1.02	6.97	8.36	8.86	4	4.6	153.90
4592.30	4584	Dia	6 3/4"	SG	8.74	0.4	0.98	10.12	8.30	8.80	4	4.6	152.75
Promedio					6.745	0.400	1.010	8.155	7.894	8.394	4	4.6	147.692

ANEXO 5 - I

DATOS DE CARGUIO Y ACARREO

PALA 345

11:09:35 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 08	MINERAL	TAJO ANAMA	4608	81	SG_MX	PAD ANAMA	6	13	249	291	0.278
11:12:24 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 08	MINERAL	TAJO ANAMA	4608	81	SG_MX	PAD ANAMA	6	13	249	218	0.278
11:15:25 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 08	MINERAL	TAJO ANAMA	4608	81	SG_MX	PAD ANAMA	6	13	249	290	0.278
11:18:12 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 08	MINERAL	TAJO ANAMA	4608	81	SG_MX	PAD ANAMA	6	13	249	200	0.278
11:24:47 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 08	MINERAL	TAJO ANAMA	4608	81	SG_MX	PAD ANAMA	6	13	249	292	0.278
11:27:11 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 08	MINERAL	TAJO ANAMA	4608	81	SG_MX	PAD ANAMA	6	13	249	287	0.278
11:31:08 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 08	MINERAL	TAJO ANAMA	4608	81	SG_MX	PAD ANAMA	6	13	249	291	0.278
11:33:55 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 08	MINERAL	TAJO ANAMA	4608	81	SG_MX	PAD ANAMA	6	13	249	218	0.278
11:36:42 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 08	MINERAL	TAJO ANAMA	4608	81	SG_MX	PAD ANAMA	6	13	249	290	0.278
11:39:07 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 08	MINERAL	TAJO ANAMA	4608	81	SG_MX	PAD ANAMA	6	13	249	292	0.278
11:45:59 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4608	133	SM	PAD ANAMA	6	13	249	229	0.405
11:49:19 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4608	133	SM	PAD ANAMA	6	13	249	233	0.405

SEMANAS-IIA												
HORA	EQUIPO	MATERIAL	ORIGEN	BANCO	POLIGONO	ALTERACIÓN	DESTINO	SECTOR	LIFT	CELDA	# VOLQUETE	LEY
07:39:33 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	23	SG	PAD ANAMA	6	13	248	289	0.193
07:39:44 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	23	SG	PAD ANAMA	6	13	248	199	0.193
08:02:37 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	292	0.511
08:07:20 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	218	0.511
08:11:09 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	202	0.511
08:15:05 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	233	0.511
08:18:43 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	199	0.511
08:18:53 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	228	0.511
08:22:52 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	211	0.511
08:25:57 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	292	0.511
08:30:54 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	218	0.511
08:34:18 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	202	0.511
08:37:50 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	233	0.511
08:40:38 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	228	0.511
08:45:05 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	211	0.511
08:47:37 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	292	0.511
08:48:55 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	199	0.511
08:50:44 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	218	0.511
08:55:19 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	202	0.511
09:01:02 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	233	0.511
09:05:02 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	228	0.511
09:08:27 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	211	0.511
09:11:30 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	292	0.511
09:13:17 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	199	0.511
09:14:13 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	218	0.511
09:17:41 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	202	0.511
09:21:15 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	233	0.511
09:24:12 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	228	0.511
09:27:52 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	211	0.511
09:31:56 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	292	0.511
09:36:05 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	218	0.511
09:40:00 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	202	0.511
09:43:27 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	137	SG	PAD ANAMA	6	13	248	233	0.511
10:11:01 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	292	0.15
10:13:47 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	211	0.15
10:17:16 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	218	0.15
10:23:46 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	202	0.15
10:27:35 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	233	0.15
10:32:20 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	292	0.15
10:36:24 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	211	0.15
10:43:36 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	218	0.15
10:46:46 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	202	0.15
10:52:00 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	233	0.15
10:54:52 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	292	0.15
11:00:46 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	211	0.15
11:03:35 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	218	0.15
11:08:18 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	202	0.15
11:16:15 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	233	0.15
11:20:39 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	292	0.15
11:25:15 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	211	0.15
11:29:16 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	218	0.15
11:34:01 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	202	0.15
11:39:45 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	233	0.15
11:45:16 a. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4600	1000	SG	PAD ANAMA	6	13	248	292	0.15

04:24:17 p. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4592	24	SG	PAD ANAMA	6	13	248	211	0.123
05:31:03 p. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4592	24	SG	PAD ANAMA	6	13	248	257	0.123
05:32:07 p. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4592	24	SG	PAD ANAMA	6	13	248	291	0.123
05:34:19 p. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4592	24	SG	PAD ANAMA	6	13	248	286	0.123
05:38:17 p. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4592	24	SG	PAD ANAMA	6	13	248	287	0.123
05:39:30 p. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4592	24	SG	PAD ANAMA	6	13	248	214	0.123
05:43:03 p. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4592	24	SG	PAD ANAMA	6	13	248	202	0.123
05:46:06 p. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4592	24	SG	PAD ANAMA	6	13	248	288	0.123
05:47:26 p. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4592	24	SG	PAD ANAMA	6	13	248	211	0.123
05:50:48 p. m.	EXCAVADORA 345 N° 04	MINERAL	TAJO ANAMA	4592	24	SG	PAD ANAMA	6	13	248	199	0.123

ANEXO 5 - II

DATOS DE CARGUIO Y ACARREO

PALA 365

ANEXO 5 - III

DATOS DE CARGUIO Y ACARREO

PALA 374

ANEXO 6

DISPONIBILIDAD MECANICA – UTILIZACIÓN DE EQUIPOS DE CARGUÍO

DISPONIBILIDAD MECANICA Y %UTILIZACION-CARGUÍO DE EQUIPOS

PALA 345

Equipo	Banco	Horas Operativas	Horas reserva o stand by	Horas mantto.	Disponibilidad mec.	Utilización
Pala 345	4600	8.33	0.88	0.79	84.2%	90.4%
Pala 345	4600	8.37	0.94	0.69	86.2%	89.9%
Pala 345	4600	8.31	0.94	0.75	85.0%	89.8%
Pala 345	4600	7.98	0.87	1.15	77.0%	90.2%
Pala 345	4600	8.26	0.83	0.91	81.8%	90.9%
Pala 345	4600	8.16	0.84	1	80.0%	90.7%
Pala 345	4600	8.65	0.81	0.54	89.2%	91.4%
Pala 345	4600	8.36	0.9	0.74	85.2%	90.3%
Pala 345	4600	8.3	0.87	0.83	83.4%	90.5%
Pala 345	4600	8.56	0.85	0.59	88.2%	91.0%
Pala 345	4600	8.32	0.83	0.85	83.0%	90.9%
Pala 345	4600	8.39	0.82	0.79	84.2%	91.1%
Pala 345	4600	8.47	0.81	0.72	85.6%	91.3%
Pala 345	4600	8.58	0.76	0.66	86.8%	91.9%
Pala 345	4600	8.54	0.81	0.65	87.0%	91.3%
Pala 345	4600	8.26	0.85	0.89	82.2%	90.7%
Pala 345	4600	8.54	0.81	0.65	87.0%	91.3%
Pala 345	4600	8.53	0.78	0.69	86.2%	91.6%
Pala 345	4600	8.35	0.87	0.78	84.4%	90.6%
Pala 345	4600	8.06	0.99	0.95	81.0%	89.1%
Pala 345	4600	8.78	0.84	0.38	92.4%	91.3%
Pala 345	4600	8.25	0.96	0.79	84.2%	89.6%
Pala 345	4600	8.46	0.89	0.65	87.0%	90.5%
Pala 345	4600	8.45	0.94	0.61	87.8%	90.0%
Pala 345	4600	8.23	0.92	0.85	83.0%	89.9%
Pala 345	4600	8.31	0.94	0.75	85.0%	89.8%
Pala 345	4600	8.29	0.93	0.78	84.4%	89.9%
Pala 345	4600	7.98	1.17	0.85	83.0%	87.2%
Pala 345	4600	8.14	0.92	0.94	81.2%	89.8%
Pala 345	4600	8.24	0.77	0.99	80.2%	91.5%
Promedio	4600	8.35	0.88	0.77	85%	90%

Equipo	Banco	Horas Operativas	Horas reserva o stand by	Horas mantto.	Disponibilidad mec.	Utilización
Pala 345	4608	8.54	0.81	0.65	87.0%	91.3%
Pala 345	4608	8.53	0.78	0.69	86.2%	91.6%
Pala 345	4608	8.35	0.87	0.78	84.4%	90.6%
Pala 345	4608	8.06	0.99	0.95	81.0%	89.1%
Pala 345	4608	8.26	0.83	0.91	81.8%	90.9%
Pala 345	4608	8.23	0.92	0.85	83.0%	89.9%
Pala 345	4608	8.31	0.94	0.75	85.0%	89.8%
Pala 345	4608	8.29	0.93	0.78	84.4%	89.9%
Pala 345	4608	8.24	0.87	0.89	82.2%	90.5%
Pala 345	4608	8.56	0.85	0.59	88.2%	91.0%
Pala 345	4608	8.32	0.83	0.85	83.0%	90.9%
Pala 345	4608	8.29	0.82	0.89	82.2%	91.0%
Pala 345	4608	8.47	0.81	0.72	85.6%	91.3%
Pala 345	4608	8.58	0.76	0.66	86.8%	91.9%
Pala 345	4608	8.54	0.81	0.65	87.0%	91.3%
Pala 345	4608	8.26	0.85	0.89	82.2%	90.7%
Pala 345	4608	8.18	0.73	1.09	78.2%	91.8%
Pala 345	4608	8.53	0.78	0.69	86.2%	91.6%
Pala 345	4608	8.35	0.87	0.78	84.4%	90.6%
Pala 345	4608	8.06	0.99	0.95	81.0%	89.1%
Pala 345	4608	8.53	1.04	0.43	91.4%	89.1%
Pala 345	4608	8.25	0.96	0.79	84.2%	89.6%
Pala 345	4608	8.46	0.54	1	80.0%	94.0%
Pala 345	4608	8.45	0.94	0.61	87.8%	90.0%
Pala 345	4608	8.23	0.92	0.85	83.0%	89.9%
Pala 345	4608	8.27	0.94	0.79	84.2%	89.8%
Pala 345	4608	8.29	0.93	0.78	84.4%	89.9%
Pala 345	4608	7.98	1.17	0.85	83.0%	87.2%
Pala 345	4608	8.14	0.92	0.94	81.2%	89.8%
Pala 345	4608	8.22	0.79	0.99	80.2%	91.2%
Promedio	4608	8.33	0.87	0.80	84%	91%

Equipo	Banco	Horas Operativas	Horas reserva o stand by	Horas mantto.	Disponibilidad mec.	Utilización
Pala 345	4585	8.41	0.78	0.81	83.8%	91.5%

Pala 345	4585	8.35	0.87	0.78	84.4%	90.6%
Pala 345	4585	8.06	0.99	0.95	81.0%	89.1%
Pala 345	4585	8.46	1.11	0.43	91.4%	88.4%
Pala 345	4585	8.53	0.86	0.61	87.8%	90.8%
Pala 345	4585	8.23	0.92	0.85	83.0%	89.9%
Pala 345	4585	8.31	0.94	0.75	85.0%	89.8%
Pala 345	4585	8.29	0.93	0.78	84.4%	89.9%
Pala 345	4585	8.17	0.99	0.84	83.2%	89.2%
Pala 345	4585	8.46	0.99	0.55	89.0%	89.5%
Pala 345	4585	8.85	0.91	0.24	95.2%	90.7%
Pala 345	4585	8.23	0.98	0.79	84.2%	89.4%
Pala 345	4585	8.29	0.99	0.72	85.6%	89.3%
Pala 345	4585	8.35	0.99	0.66	86.8%	89.4%
Pala 345	4585	8.54	0.81	0.65	87.0%	91.3%
Pala 345	4585	8.26	0.85	0.89	82.2%	90.7%
Pala 345	4585	7.85	1.5	0.65	87.0%	84.0%
Pala 345	4585	8.47	0.97	0.56	88.8%	89.7%
Pala 345	4585	8.35	0.87	0.78	84.4%	90.6%
Pala 345	4585	8.06	0.99	0.95	81.0%	89.1%
Pala 345	4585	8.53	1.04	0.43	91.4%	89.1%
Pala 345	4585	8.25	0.96	0.79	84.2%	89.6%
Pala 345	4585	8.34	1	0.66	86.8%	89.3%
Pala 345	4585	8.45	0.94	0.61	87.8%	90.0%
Pala 345	4585	8.23	0.92	0.85	83.0%	89.9%
Pala 345	4585	8.27	0.94	0.79	84.2%	89.8%
Pala 345	4585	8.29	0.93	0.78	84.4%	89.9%
Pala 345	4585	8.31	0.94	0.75	85.0%	89.8%
Pala 345	4585	8.29	0.93	0.78	84.4%	89.9%
Pala 345	4585	8.17	0.87	0.96	80.8%	90.4%
Promedio	4585	8.32	0.96	0.72	86%	90%

PALA 365

Equipo	Banco	Horas Operativas	Horas reserva o stand by	Horas mantto.	Disponibilidad mec.	Utilización
Pala 365	4600	8.29	0.85	0.86	82.8%	90.7%
Pala 365	4600	8.18	0.88	0.94	81.2%	90.3%
Pala 365	4600	8.39	0.85	0.76	84.8%	90.8%
Pala 365	4600	8.41	0.91	0.68	86.4%	90.2%
Pala 365	4600	7.91	1.4	0.69	86.2%	85.0%
Pala 365	4600	8.52	0.73	0.75	85.0%	92.1%
Pala 365	4600	8.35	0.58	1.07	78.6%	93.5%
Pala 365	4600	8.23	0.92	0.85	83.0%	89.9%
Pala 365	4600	8.17	0.98	0.85	83.0%	89.3%
Pala 365	4600	6.79	0.81	2.4	52.0%	89.3%
Pala 365	4600	8.27	0.95	0.78	84.4%	89.7%
Pala 365	4600	7.98	1.18	0.84	83.2%	87.1%
Pala 365	4600	9	0.28	0.72	85.6%	97.0%
Pala 365	4600	8.26	0.75	0.99	80.2%	91.7%
Pala 365	4600	8.46	0.8	0.74	85.2%	91.4%
Pala 365	4600	8.39	0.85	0.76	84.8%	90.8%
Pala 365	4600	8.55	0.77	0.68	86.4%	91.7%
Pala 365	4600	8.64	0.68	0.68	86.4%	92.7%
Pala 365	4600	8.35	0.89	0.76	84.8%	90.4%
Pala 365	4600	7.93	1.23	0.84	83.2%	86.6%
Pala 365	4600	8.68	0.84	0.48	90.4%	91.2%
Pala 365	4600	8.39	0.86	0.75	85.0%	90.7%
Pala 365	4600	8.46	0.89	0.65	87.0%	90.5%
Pala 365	4600	8.65	0.9	0.45	91.0%	90.6%
Pala 365	4600	8.99	0.86	0.14	97.2%	91.3%
Pala 365	4600	8.43	0.82	0.75	85.0%	91.1%
Pala 365	4600	8.38	0.81	0.81	83.8%	91.2%
Pala 365	4600	8.08	1.08	0.84	83.2%	88.2%
Pala 365	4600	8.84	0.74	0.42	91.6%	92.3%

Pala 365	4600	8.25	0.76	0.99	80.2%	91.6%
Promedio	4600	8.34	0.86	0.80	84%	91%

Equipo	Banco	Horas Operativas	Horas reserva o stand by	Horas mantto.	Disponibilidad mec.	Utilización
Pala 365	4608	8.08	1.06	0.86	82.8%	88.4%
Pala 365	4608	8.84	0.44	0.72	85.6%	95.3%
Pala 365	4608	8.41	0.83	0.76	84.8%	91.0%
Pala 365	4608	8.41	0.91	0.68	86.4%	90.2%
Pala 365	4608	7.91	1.4	0.69	86.2%	85.0%
Pala 365	4608	8.52	0.73	0.75	85.0%	92.1%
Pala 365	4608	6.14	0.58	3.28	34.4%	91.4%
Pala 365	4608	8.23	0.92	0.85	83.0%	89.9%
Pala 365	4608	8.17	0.98	0.85	83.0%	89.3%
Pala 365	4608	6.79	0.81	2.4	52.0%	89.3%
Pala 365	4608	8.27	0.95	0.78	84.4%	89.7%
Pala 365	4608	7.98	1.18	0.84	83.2%	87.1%
Pala 365	4608	8.62	0.66	0.72	85.6%	92.9%
Pala 365	4608	8.26	0.75	0.99	80.2%	91.7%
Pala 365	4608	7.79	0.8	1.41	71.8%	90.7%
Pala 365	4608	8.39	0.85	0.76	84.8%	90.8%
Pala 365	4608	8.55	0.77	0.68	86.4%	91.7%
Pala 365	4608	8.64	0.68	0.68	86.4%	92.7%
Pala 365	4608	8.35	0.89	0.76	84.8%	90.4%
Pala 365	4608	9.1	0.71	0.19	96.2%	92.8%
Pala 365	4608	8.88	0.48	0.64	87.2%	94.9%
Pala 365	4608	8.39	0.86	0.75	85.0%	90.7%
Pala 365	4608	8.46	0.89	0.65	87.0%	90.5%
Pala 365	4608	8.89	0.49	0.62	87.6%	94.8%
Pala 365	4608	8.82	0.94	0.24	95.2%	90.4%
Pala 365	4608	8.43	0.82	0.75	85.0%	91.1%
Pala 365	4608	8.38	0.81	0.81	83.8%	91.2%
Pala 365	4608	8.23	0.92	0.85	83.0%	89.9%
Pala 365	4608	8.28	0.87	0.85	83.0%	90.5%
Pala 365	4608	6.79	0.81	2.4	52.0%	89.3%
Promedio	4608	8.23	0.92	0.85	83%	90%

Equipo	Banco	Horas Operativas	Horas reserva o stand by	Horas mantto.	Disponibilidad mec.	Utilización
Pala 365	4585	8.39	0.85	0.76	84.8%	90.8%
Pala 365	4585	8.55	0.77	0.68	86.4%	91.7%
Pala 365	4585	8.34	0.98	0.68	86.4%	89.5%
Pala 365	4585	8.43	0.82	0.75	85.0%	91.1%
Pala 365	4585	8.38	0.81	0.81	83.8%	91.2%
Pala 365	4585	8.23	0.92	0.85	83.0%	89.9%
Pala 365	4585	8.28	0.87	0.85	83.0%	90.5%
Pala 365	4585	8.23	0.92	0.85	83.0%	89.9%
Pala 365	4585	8.17	0.98	0.85	83.0%	89.3%
Pala 365	4585	8.21	0.99	0.8	84.0%	89.2%
Pala 365	4585	8.27	0.95	0.78	84.4%	89.7%
Pala 365	4585	7.98	1.18	0.84	83.2%	87.1%
Pala 365	4585	8.31	0.97	0.72	85.6%	89.5%
Pala 365	4585	9.01	0.74	0.25	95.0%	92.4%

Pala 365	4585	8.25	0.87	0.88	82.4%	90.5%
Pala 365	4585	8.39	0.85	0.76	84.8%	90.8%
Pala 365	4585	8.55	0.77	0.68	86.4%	91.7%
Pala 365	4585	8.34	0.99	0.68	86.4%	89.4%
Pala 365	4585	8.35	0.89	0.76	84.8%	90.4%
Pala 365	4585	8.84	0.97	0.19	96.2%	90.1%
Pala 365	4585	8.42	0.94	0.64	87.2%	90.0%
Pala 365	4585	8.39	0.86	0.75	85.0%	90.7%
Pala 365	4585	8.46	0.89	0.65	87.0%	90.5%
Pala 365	4585	8.89	0.49	0.62	87.6%	84.7%
Pala 365	4585	8.82	0.94	0.24	95.2%	90.4%
Pala 365	4585	8.43	0.82	0.75	85.0%	91.1%
Pala 365	4585	8.2	0.99	0.81	83.8%	89.2%
Pala 365	4585	8.69	0.86	0.45	91.0%	91.0%
Pala 365	4585	8.28	0.87	0.85	83.0%	90.5%
Pala 365	4585	8.29	0.92	0.79	84.2%	90.0%
Promedio	4585	8.41	0.89	0.70	86%	90%

PALA 374

Equipo	Banco	Horas Operativas	Horas reserva o stand by	Horas mantto.	Disponibilidad mec.	Utilización
Pala 374	4600	7.31	2.04	0.65	87.0%	78.2%
Pala 374	4600	8.55	0.77	0.68	86.4%	91.7%
Pala 374	4600	7.91	0.98	1.11	77.8%	89.0%
Pala 374	4600	8.46	0.89	0.65	87.0%	90.5%
Pala 374	4600	7.47	1.78	0.75	85.0%	80.8%
Pala 374	4600	7.9	1.16	0.94	81.2%	87.2%
Pala 374	4600	8.23	0.92	0.85	83.0%	89.9%
Pala 374	4600	5.17	4	0.83	83.4%	56.4%
Pala 374	4600	6.79	0.81	2.4	52.0%	89.3%
Pala 374	4600	7.98	1.18	0.84	83.2%	87.1%
Pala 374	4600	7.5	0.28	0.72	83.1%	96.4%
Pala 374	4600	8.26	0.75	0.99	80.2%	91.7%
Pala 374	4600	8.46	0.8	0.74	85.2%	91.4%
Pala 374	4600	7.2	2.04	0.76	84.8%	77.9%
Pala 374	4600	8.55	0.77	0.68	86.4%	91.7%
Pala 374	4600	8.35	0.89	0.76	84.8%	90.4%
Pala 374	4600	6.21	3.17	0.62	87.6%	66.2%
Pala 374	4600	8.68	0.84	0.48	90.4%	91.2%
Pala 374	4600	6.36	0.94	2.7	46.0%	87.1%
Pala 374	4600	8.46	0.89	0.65	87.0%	90.5%
Pala 374	4600	8.65	0.9	0.45	91.0%	90.6%
Pala 374	4600	7.94	1.57	0.49	90.2%	83.5%
Pala 374	4600	8.38	2.7	0.81	86.4%	75.6%
Pala 374	4600	8.08	1.08	0.84	83.2%	88.2%
Pala 374	4600	8.84	0.74	0.42	91.6%	92.3%
Pala 374	4600	8.25	0.76	0.99	80.2%	91.6%
Promedio	4600	7.84	1.29	0.88	82%	86%

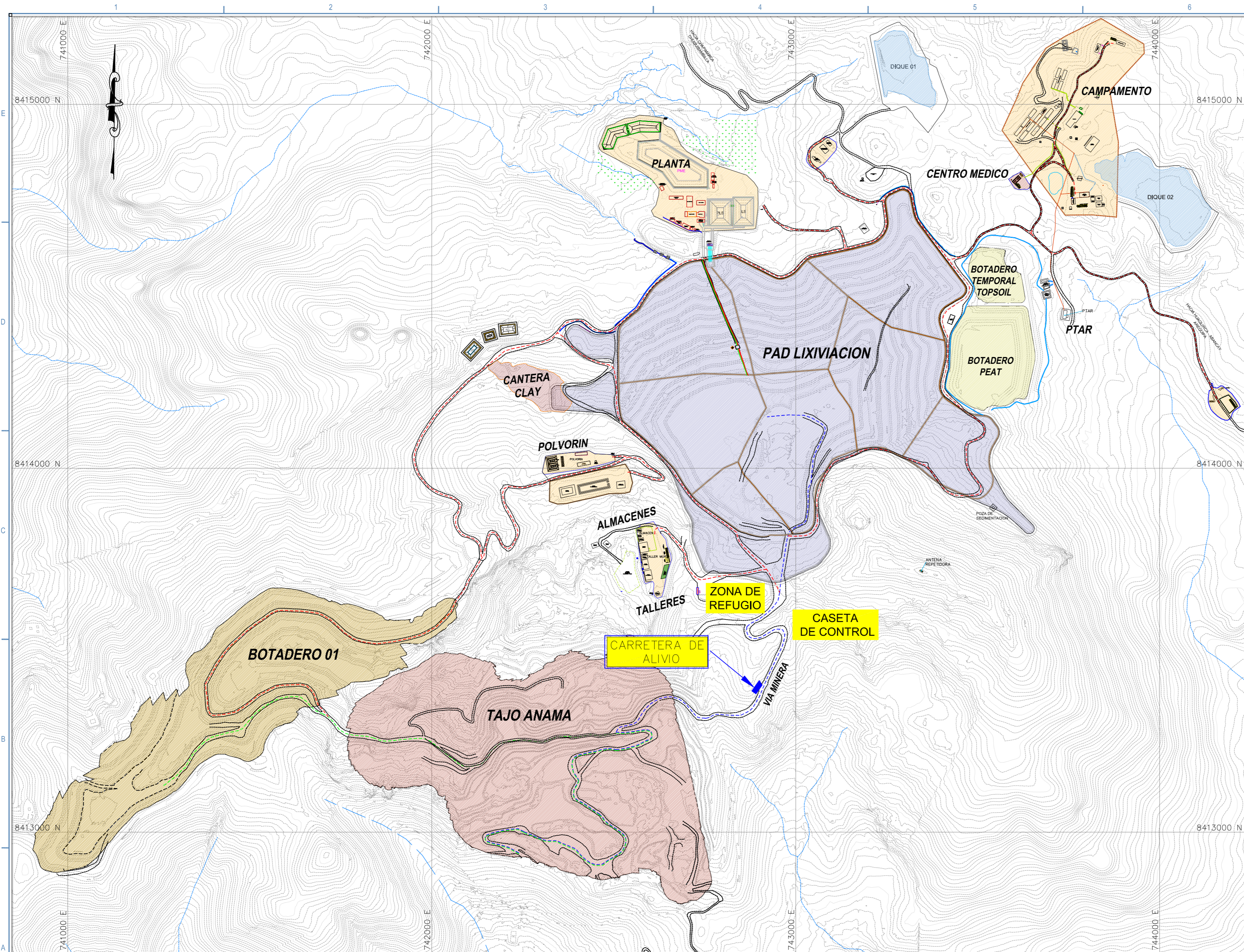
Equipo	Banco	Horas Operativas	Horas reserva o stand by	Horas mantto.	Disponibilidad mec.	Utilización
Pala 374	4608	6.36	0.94	2.7	46.0%	87.1%
Pala 374	4608	8.46	0.89	0.65	87.0%	90.5%

Pala 374	4608	7.16	2	0.84	83.2%	78.2%
Pala 374	4608	8.46	0.89	0.65	87.0%	90.5%
Pala 374	4608	6.79	0.81	2.4	0.0%	0.0%
Pala 374	4608	7.47	1.78	0.75	85.0%	80.8%
Pala 374	4608	7.9	1.16	0.94	81.2%	87.2%
Pala 374	4608	8.23	0.92	0.85	83.0%	89.9%
Pala 374	4608	5.17	4	0.83	83.4%	56.4%
Pala 374	4608	6.79	0.81	2.4	52.0%	89.3%
Pala 374	4608	6.36	0.94	2.7	0.0%	0.0%
Pala 374	4608	8.46	0.89	0.65	87.0%	90.5%
Pala 374	4608	7.67	1.61	0.72	85.6%	82.7%
Pala 374	4608	8.26	0.75	0.99	80.2%	91.7%
Pala 374	4608	8.46	0.8	0.74	85.2%	91.4%
Pala 374	4608	7.2	2.04	0.76	84.8%	77.9%
Pala 374	4608	8.55	0.77	0.68	86.4%	91.7%
Pala 374	4608	6.21	3.17	0.62	0.0%	0.0%
Pala 374	4608	8.35	0.89	0.76	84.8%	90.4%
Pala 374	4608	6.21	3.17	0.62	87.6%	66.2%
Promedio	4608	7.54	1.39	1.07	71%	74%

Equipo	Banco	Horas Operativas	Horas reserva o stand by	Horas mantto.	Disponibilidad mec.	Utilización
Pala 374	4585	7.05	2.3	0.65	87.0%	75.4%
Pala 374	4585	8.55	0.77	0.68	86.4%	91.7%
Pala 374	4585	7.91	0.98	1.11	77.8%	89.0%
Pala 374	4585	7.58	1.57	0.85	83.0%	82.8%
Pala 374	4585	8.21	0.84	0.95	0.0%	0.0%
Pala 374	4585	7.47	1.78	0.75	85.0%	80.8%
Pala 374	4585	7.9	1.16	0.94	81.2%	87.2%
Pala 374	4585	8.23	0.92	0.85	83.0%	89.9%
Pala 374	4585	5.17	4	0.83	83.4%	56.4%
Pala 374	4585	6.79	0.81	2.4	52.0%	89.3%
Pala 374	4585	8.27	0.95	0.78	0.0%	0.0%
Pala 374	4585	7.98	1.18	0.84	83.2%	87.1%
Pala 374	4585	8.41	0.87	0.72	85.6%	90.6%
Pala 374	4585	8.26	0.75	0.99	80.2%	91.7%
Pala 374	4585	8.13	0.97	0.9	82.0%	89.3%
Pala 374	4585	7.2	2.04	0.76	84.8%	77.9%
Pala 374	4585	8.29	0.93	0.78	84.4%	89.9%
Pala 374	4585	8.27	0.95	0.78	0.0%	0.0%
Pala 374	4585	7.98	1.18	0.84	83.2%	87.1%
Pala 374	4585	6.21	3.17	0.62	87.6%	66.2%
Pala 374	4585	8.13	0.84	0.98	80.3%	90.6%
Pala 374	4585	6.36	0.94	2.7	46.0%	87.1%
Pala 374	4585	8.11	0.89	1	80.0%	90.1%
Pala 374	4585	8.29	0.9	0.81	83.8%	90.2%
Pala 374	4585	8.27	0.95	0.78	84.4%	89.7%
Pala 374	4585	7.98	1.18	0.84	83.2%	87.1%
Promedio	4585	7.73	1.30	0.97	71%	75%

ANEXO 7

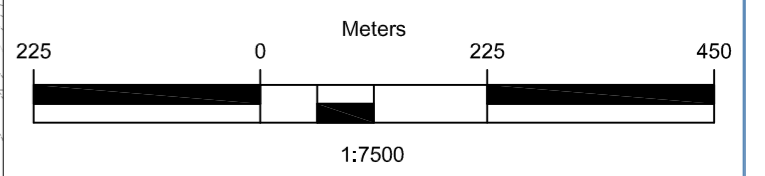
PLANO DE PERFIL DE RUTA PAD Y BOTADERO



COMPONENTES	COORDENADAS UTM WGS 84		
	ESTE	NORTE	ELEVACION
Tajo ANAMA	742313	8413195	4623.98
Pad de Lixiviación	742981	8414303	4701.42
Botadero 01	741237	8413239	4680.95
Botadero Peat	743531	8414251	4660.82
Botadero Top Soil	743547	8414497	4646.52
Almacenes	742587	8413807	4773.15
Polvorin	742330	8414013	4728.61
Talleres	742618	8413727	4773.62
Centro Medico	743611	8414797	4640.18
Campamento	743766	8414975	4646.83
Planta	742664	8414831	4591.51
Cantera Clay	742289	8414237	4673.03

LEYENDA

- SUPERFICIE DE TAJO COMPONENTES
- ACCESOS
- RUTAS DE ACARREO MINERAL
- RUTAS DE ACARREO DESMONTE



OBSERVACIONES:

REFERENCIA DE PLANOS	REV.	CAD	FECHA	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO	REV.	CAD	FECHA	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO
A			MAR 2023		C.D.D.	M.Z.M.		ING.	2023		ING.	M.Z.M.

CAD:	TOPOGRAFIA MINA
REVISADO:	INGENIERIA MINA
DISEÑADO:	INGENIERIA MINA
APROBADO:	M.Z.M.
FECHA:	2023
PROYECCION:	UTM 18S
DATUM:	WGS-84

INGENIERIA ANABI

CLIENTE: **ANABI - U.E.A. VALERIA**

PROYECTO: **INGENIERIA DE DETALLE COMPONENTES**

TITULO: **COMPONENTES**

N° LAMINA: **200-01 COMP**

REGION: APURIMAC PROVINCIA: ANTABAMBA ESCALA: 1/7500

DPTO: APURIMAC DISTRITO: HUAQUIRCA FECHA: MAR 23

RUTA ARCHIVO CAD: C:\USERS\USUARIO\DESKTOP\ARCGIS PLANOS\PLANO GENERAL DE COMPONENTES.BAK.DWG

ANEXO 8

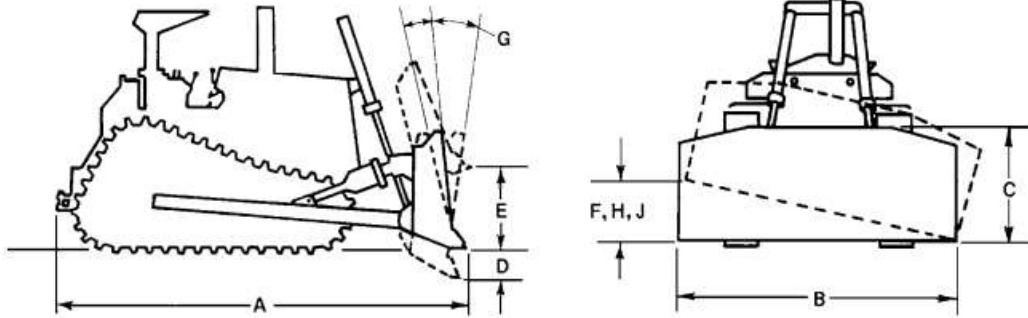
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS

Anexo A: Especificaciones técnicas de tractor oruga D6T (Caterpillar)

Hojas Topadoras

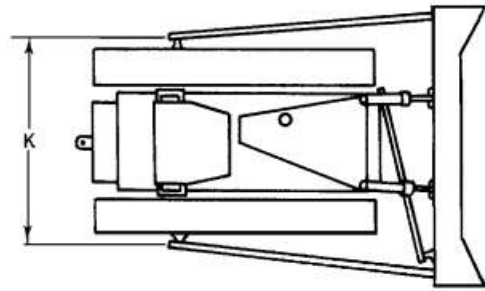
Dimensiones generales

- Tractor y hoja
- Definición SAE de capacidades de las hojas



CLAVE

- A** Longitud (hoja recta)
Hoja:
- B** Ancho (con cantoneras estándar)
- C** Altura
- D** Profundidad máxima de excavación
- E** Espacio libre sobre el suelo completamente levantada
- F** Inclinación máxima (manual)
- G** Ajuste máximo del ángulo de ataque
- H** Inclinación hidráulica máxima
- J** Inclinación hidráulica (tirante manual centrado)
- K** Ancho del muñón de los brazos de empuje (a los centros de las bolas)



Las capacidades de las hojas en las siguientes páginas se determinan de acuerdo con la práctica recomendada por la norma SAE J1265. Las capacidades se definen de la siguiente manera:

$$V_s = 0,8 WH^2.$$

$$V_u = ZH(W-Z) \tan X.$$

Donde: V_s = Capacidad de hoja recta u orientable.

V_u = Capacidad de Hoja Semiuniversal o Universal.

W = Ancho de hoja sin incluir cantoneras.

H = Altura de la hoja tomando en cuenta esquinas superiores biseladas, etc.

Z = Largo del ala medida paralela al ancho de la hoja a la altura de las cuchillas.

X = Ángulo del ala.

VELOCIDADES DE DESPLAZAMIENTO

MODELO C/SERVO-TRANSMISIÓN	D6N D/S		D6G/ D6G Serie 2 XL/ D6G Serie 2 LGP		D6R Serie 3 (Dirección de diferencial)		D6T		D7E		D7E LGP	
	km/h	MPH	km/h	MPH	km/h	MPH	km/h	MPH	km/h	MPH	km/h	MPH
AVANCE												
1	3,4	2,1	4,0	2,5	3,8	2,3	3,8	2,3	—	—	—	—
2	5,9	3,7	6,9	4,3	6,6	4,1	6,6	4,1	—	—	—	—
3	9,9	6,2	10,8	6,7	11,4	7,1	11,4	7,1	—	—	—	—
RETROCESO												
1	3,8	2,4	4,8	3,0	4,8	3,0	4,8	3,0	—	—	—	—
2	7,2	4,5	8,4	5,2	8,4	5,2	8,4	5,2	—	—	—	—
3	11,7	7,3	12,9	8,0	14,5	9,0	14,6	9,0	—	—	—	—
ELÉCTRICO												
AVANCE	—	—	—	—	—	—	—	—	11,3	7,0	11,3	7,0
RETROCESO	—	—	—	—	—	—	—	—	11,3	7,0	11,3	7,0

Anexo B: Especificaciones técnicas de tractor oruga D8T(Caterpillar)

Especificaciones

Tractores de cadenas



MODELO	D7R Serie 2 LGP		D8R		D8T	
Potencia en el volante	179 kW	240 hp	228 kW	305 hp	231 kW	310 hp
Peso en orden de trabajo: [*]						
Servotransmisión de dirección diferencial	27.626 kg	60.916 lb	37.580 kg	82.850 lb	38.488 kg	84.850 lb
Modelo de motor	3176C SCAC		3406C TA		C15 ACERT	
RPM del motor	2100		2100		1850	
Número de cilindros	6		6		6	
Calibre	124 mm	4,92"	137 mm	5,4"	137 mm	5,4"
Carrera	140 mm	5,5"	165 mm	6,5"	172 mm	6,75"
Cilindrada	10,3 L	629 pulg ³	14,6 L	893 pulg ³	15,2 L	928 pulg ³
Rodillos inferiores (cada lado)	7		8		8	
ERF††	9		—		—	
Ancho de zapata estándar	914 mm	36"	610 mm	24"	610 mm	24"
Largo de cadena en el suelo	3,16 m	10'5"	3,21 m	10'6"	3,21 m	10'6"
Área de contacto con el suelo (con zapata estándar)	5,78 m ²	8960 pulg ²	3,91 m ²	6062 pulg ²	3,91 m ²	6062 pulg ²
Entreavía	2,24 m	7'4"	2,08 m	6'10"	2,08 m	6'10"
DIMENSIONES PRINCIPALES:						
Altura** (sin techo)***	2,70 m	8'10"	2,67 m	8'9"	2,67 m	8'9"
Altura** (hasta la parte superior del techo ROPS)	3,40 m	11'2"	3,51 m	11'6"	3,46 m	11'4"
Altura** (hasta la parte superior de la cabina ROPS)	3,39 m	11'1"	3,45 m	11'3"	3,46 m	11'4"
Longitud total (con hoja SU)†	—	—	6,91 m	22'8"	6,09 m	20'0"
(sin hoja)	—	—	4,93 m	16'2"	4,64 m	15'3"
Longitud total (sin hoja)	4,73 m	15'6"	—	—	—	—
(con hoja S)	5,81 m	19'1"	—	—	—	—
Ancho (con muñón)	3,37 m	11'1"	3,05 m	10'0"	3,06 m	10'0"
Ancho (sin muñón — zapata estándar)	3,15 m	10'4"	2,70 m	8'8"	2,64 m	8'8"
Espacio libre sobre el suelo	495 mm	1'7"	606 mm	1'11"	618 mm	2'4"
Tipos y anchos de hoja:						
Recta	4,55 m	14'11"	—	—	—	—
Recta orientable	—	—	4,99 m	16'4"	4,99 m	16'4"
Orientable 25°	—	—	4,52 m	14'10"	4,52 m	14'10"
Universal	—	—	4,26 m	14'0"	4,26 m	14'0"
Semiuiversal	—	—	3,94 m	12'11"	3,94 m	12'11"
Capacidad de llenado del tanque de combustible	481 L	127 gal. EE.UU.	625 L	165 gal. EE.UU.	643 L	170 gal. EE.UU.

*El peso en orden de trabajo incluye cabina, operador, lubricantes, refrigerante, tanque de combustible lleno, cadena estándar, controles y fluidos hidráulicos, hoja SU, barra de tiro y contrapeso.

— El modelo D8R incluye guías de cadenas, cabina ROPS/FOPS, desgarrador de un vástago y hoja SU.

**Dimensiones desde el nivel del suelo. Suma la altura de la garra para obtener la dimensión total en superficies duras.

***Altura (sin techo) — sin techo ROPS, escape, respaldo del asiento u otros componentes fáciles de remover.

†Incluye la barra de tiro.

††ERF — Bastidor de rodillos inferiores alargado. Alarga el bastidor 302 mm (11,9 pulg), añade 3 secciones de cadena y 2 rodillos en cada lado.

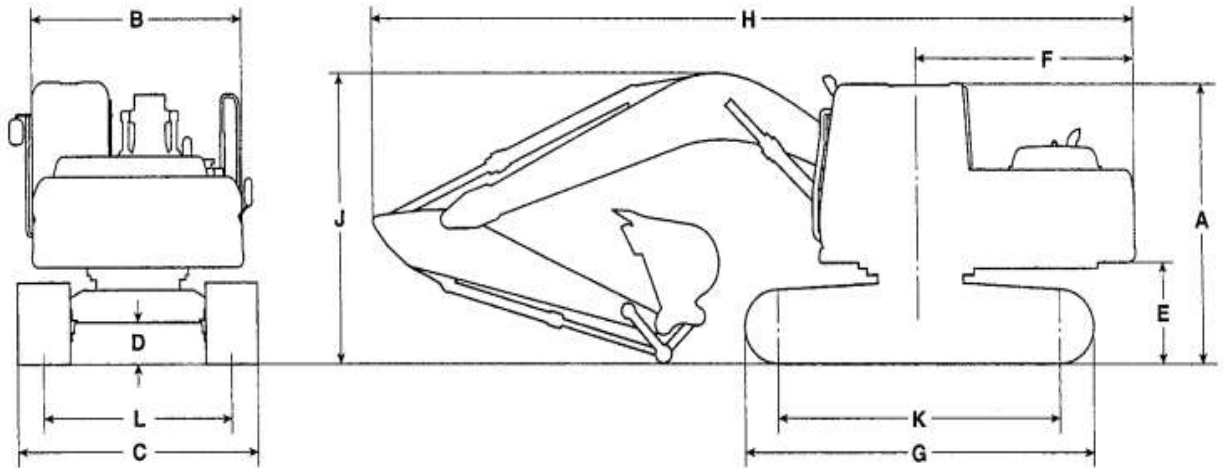
VELOCIDADES DE DESPLAZAMIENTO

MODELO C/SERVO-TRANSMISIÓN	Dirección de diferencial		D8T		D8R		D9T		D10T		D11R CD		D11T/CD Gran altitud	
	km/h	MPH	km/h	MPH	km/h	MPH	km/h	MPH	km/h	MPH	km/h	MPH	km/h	MPH
AVANCE														
1	3,5	2,2	3,4	2,1	3,8	2,4	3,9	2,4	4,0	2,5	3,9	2,4	4,0	2,5
2	6,2	3,9	6,1	3,8	6,8	4,2	6,8	4,2	7,2	4,5	6,8	4,2	7,0	4,4
3	10,8	6,7	10,6	6,6	11,9	7,4	11,7	7,3	12,7	7,9	11,8	7,3	12,0	7,5
RETROCESO														
1	4,7	2,9	4,5	2,8	4,7	2,9	4,7	2,9	5,2	3,2	4,7	2,9	4,8	3,0
2	8,1	5,0	8,0	5,0	8,4	5,2	8,4	5,2	9,0	5,6	8,2	5,1	8,3	5,2
3	13,9	8,6	14,2	8,8	14,7	9,1	14,3	8,9	15,8	9,8	14,0	8,7	14,9	9,0

Anexo C: Especificaciones técnicas de la Pala Caterpillar 345 -365

Dimensiones de embarque ● 345D L — Fabricada en Japón
● 345D L, 365C L — Fabricadas en Bélgica

Excavadoras



	345D L – FIX de alcance		345D L – FIX de exc. en gran volumen		345D L – VG de alcance	
	mm	pies	mm	pies	mm	pies
A***	3210	10'6"	3210	10'6"	3360	11'0"
B****	2692	9'8"	2962	9'8"	—	—
C**	3640	11'11"	3640	11'11"	3290	10'9"
D	510	1'8"	510	1'8"	710	2'4"
E	1320	4'4"	1320	4'4"	1430	4'8"
F	3770	12'4"	3770	12'4"	3770	12'4"
G	5360	17'7"	5360	17'7"	5330	17'6"
H*	11.950	39'2"	11.710	37'11"	11.840	38'10"
J*	3660	12'0"	3960	13'0"	3730	12'3"
K	—	—	—	—	4340	14'3"
L	—	—	—	—	2390	7'10"

*Varía según la longitud del brazo.

**Posición de transporte — zapatas de 900 mm (36 pulg).

***Sin sistema de protección contra objetos que caen (FOG).

****Sin espejo ni pasamanos.

Hay disponible un brazo mediano para todos los modelos.

Tren de rodaje retraído.