

MINERIA DE CAMPO

DESCRIPCION Y REVISION DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PLAN DE PRODUCCIÓN DE CIERRE DEL AÑO 2013 EN LA CORPORACION VENEZOLANA DE MINERIA - DIVISIÓN NIQUEL UBICADA EN TIARA ESTADO MIRANDA.

INFORME DE PASANTÍA

BR. CRISTIAN MENDOZA

ESCUELA GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

Caracas, junio de 2014

MINERIA DE CAMPO

*DESCRIPCION Y REVISION DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PLAN DE
PRODUCCIÓN DE CIERRE DEL AÑO 2013 EN LA CORPORACION VENEZOLANA DE
MINERIA - DIVISIÓN NIQUEL*

TUTOR ACADEMICO: PROFA. AURORA PIÑA

TUTOR INDUSTRIAL: ING. GERERDO AVILA

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA
DEPARTAMENTO DE MINAS
MINERIA DE CAMPO

Autor: Br. Cristian Mendoza

Tutor Industrial: Ing. Gerardo Ávila

Tutor Académico: Profa. Aurora Piña

RESUMEN

En la Corporación Venezolana de Minería – División Níquel, el Departamento de Planificación a Corto Plazo tiene como tarea básica y fundamenta, la planificación de las Pilas de Homogenización que deben conformarse durante todo el año. Es necesario tomar en cuenta diversos factores que influyen directamente sobre las Operaciones de Mina, con el objetivo de representar de la forma más exacta posible las condiciones operativas de la mina y que eso se refleje una planificación que pueda ser puesta en práctica de forma eficiente. Con la finalidad de revisar y optimizar el proceso, se desarrolló un plan de trabajo que incluyó la evaluación de las condiciones operativas de los frentes de carga y vialidad actuales en la mina, realizando mediciones en campo y elaborando una descripción, utilizando como apoyo un registro fotográfico de cada sector. De la misma forma se realizó un análisis de las condiciones de mantenimiento de la flota de carga y acarreo. Se revisó y analizó el impacto de los tiempos de parada operacionales y los tiempos de parada no controlados (asociados a factores climáticos) en el cálculo de la utilización de los equipos de carga y acarreo, con la finalidad de ajustar el valor de la utilización establecido por el departamento de planificación a corto plazo, para estimar el tiempo de conformación de las pilas de. Así mismo, se realizó una descripción y análisis tanto del método de planificación de mina para la conformación de las pilas de homogenización, como el método de validación de la calidad de los bloques de mineral por parte del Departamento de Geología.

Palabras clave: Planificación, níquel, pila de homogenización, utilización.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo a Dios por darme la salud necesaria para cumplir día a día con las metas propuestas.

A mi familia por darme el apoyo y el impulso diario.

A la Corporación Venezolana de Minería – División Níquel por darme la oportunidad de laborar en sus instalaciones y de aprender.

A todas y cada una de las personas que de alguna forma me apoyaron durante este proceso

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I- ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	2
1.1 Ubicacion	3
1.2 Misión.....	4
1.3 Visión	4
1.4 Valores.....	4
1.5 Reseña Historica	4
1.6 Geología Regional	6
1.7 Geología Local	7
CAPITULO II- GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
2.1 Planteamiento del Problema	13
2.2 Objetivos de la Investigación	15
2.2.1 Objetivo General	15
2.2.2 Objetivos Especificos.....	15
2.3 Justificacion de la Investigación	16
2.4 Alcances de la Investigación	17
2.5 Limitaciones de la Investigación	17
CAPITULO III- MARCO TEORICO.....	18
3.1 Antecedentes Generales	19
3.2 Bases Teóricas	19
3.2.1 Equipos Mineros	19
3.2.2 Eficiencia de los Equipos	22
3.2.2 Condiciones Operativas	24
3.2.4 Planificación Minera	25
3.2.4 Planificación a Corto Plazo	26
CAPITULO IV- MARCO METODOLÓGICO	27
4.1 Tipo de Investigación	28
4.2 Diseño de la Investigación.....	28

4.4 Técnicas de Recolección de datos	29
CAPITULO V- RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
5.1 Evaluación de las condiciones operativas de los frentes de carga y de vialidad actuales en la mina	33
5.2 Análisis las condiciones de mantenimiento de la flota equipos de carga, equipos de acarreo y disponibles por la organización	39
5.3 Análisis del impacto de los tiempos de parada operacionales y los tiempos de parada no controlados (asociado a los factores climáticos) en caculo de la utilización de los equipos de carga y acarreo.....	43
5.4 descripción y análisis del método de planificación de mina para la conformación de las pilas de homogenización	49
5.5 Revisión del método de validación de la calidad de los bloques de mineral planificados para una pila de homogenización	54
CAPITULO VI- ANALISIS DE RESULTADOS.....	58
6.1 Análisis las condiciones operativas de los frentes de carga y de vialidad actuales de la mina	59
6.2 Análisis las condiciones de mantenimiento de la flota equipos de carga, equipos de acarreo y con la cual dispone la organización	73
6.3 Análisis del impacto de los tiempos de parada operacionales y los tiempos de parada no controlados (asociado a los factores climáticos) en caculo de la utilización de los equipos de carga y acarreo.....	74
6.4 Revisión del método de validación de la calidad de los bloques de mineral planificados para una pila de homogenización	75
CONCLUSIONES	78
REFERENCIAS	79

INTRODUCCION

En la Corporación Venezolana de Minería-División Níquel, el Departamento de Planificación a Corto Plazo tiene como tarea básica y fundamental, la proyección de la pila de homogenización que deben conformarse durante todo el año. Esta actividad, como una de las más complejas y exigentes de las labores de mina, presenta una constante interacción con todos los departamentos que conforman la el área trabajo.

Durante su ejecución es necesario tomar en cuenta diversos factores que influyen directamente sobre las operaciones de mina, con el objetivo de representar de la forma más directa posible las condiciones de la mina y que eso se refleje en una planificación que pueda ser puesta en práctica por el Departamento de Operaciones de forma eficiente.

Es importante hacer un seguimiento continuo de las variables operacionales que inciden directamente sobre la ejecución del plan de conformación de la pila de homogenización. La disponibilidad que ofrecen los equipos de la flota, que está asociada a las condiciones de mantenibilidad de los mismos, unido a la utilización que se les está dando, son las variables operacionales que permiten establecer su productividad.

La presente investigación tiene como finalidad la descripción y análisis del proceso de elaboración de plan de conformación de las pilas de homogenización, haciendo especial énfasis en los factores involucrados en la misma como lo son la disponibilidad física de los equipos pesados de carga, acarreo y los equipos auxiliares de los que se dispone, la heterogeneidad del yacimiento, las variaciones en el modelo geológico respecto a los resultados de laboratorio obtenidos durante la conformación de las pilas de homogenización, las condiciones climáticas, los aspectos operacionales y de accesibilidad de los frentes de extracción.

CAPÍTULO I

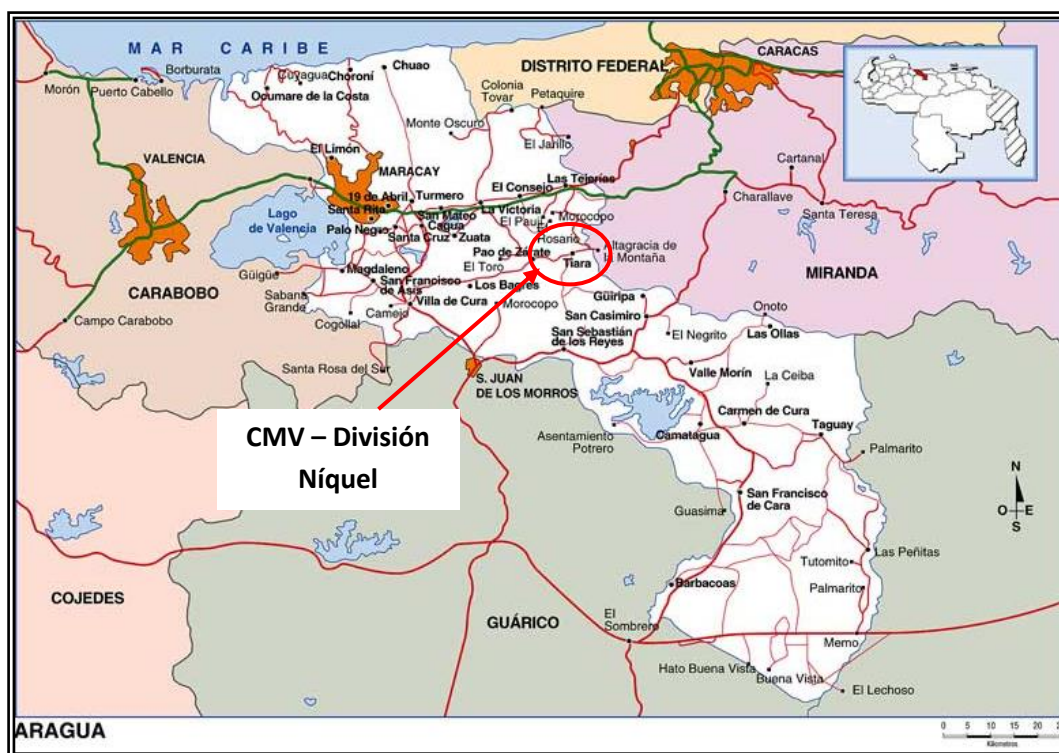
ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

En el siguiente capítulo se tratarán los aspectos generales de la Corporación Venezolana de Minería, División Níquel. Los aspectos a tratar son: visión, misión, valores, reseña histórica, organización institucional, génesis y geología del yacimiento níquelífero explotado y proceso de producción de la empresa.

1.1 UBICACIÓN

Autopista Regional del Centro, Km. 54 Sector Las Tejerías, Nueva vía a Tiara Km. 20, estado Miranda. Venezuela

Figura N° 1. Localización Geográfica de Minera Loma de Níquel C.A Fuente: Cartografía Nacional.



1.2 MISION

Somos una empresa dedicada a la producción y venta de Níquel, a costos competitivos mediante:

- La producción con seguridad.
- La inversión en las mejoras tecnológicas.
- Sentido de responsabilidad social con nuestros trabajadores.
- El compromiso con la prevención de lesiones y enfermedades ocupacionales.
- Respeto por el medio ambiente, la comunidad, contratistas y proveedores.
- El compromiso con la mejora continua y la optimización de los activos.

1.3 VISION

Ser reconocida como una gran empresa por sus niveles de productividad y calidad en la producción de Níquel, contemplando la seguridad, la responsabilidad social y la preservación del medio ambiente.

1.4 VALORES

- Seguridad
- Preocupación y Respeto
- Integridad
- Responsabilidad
- Colaboración
- Innovación

1.5 RESEÑA HISTORICA

El depósito de Minera Loma de Níquel, situado a 80 Km. Al sudoeste de Caracas, en los estados Miranda y Aragua, fue descubierto durante los años 40 del Siglo XX, y está localizado en el sector noreste del cinturón Niquelífero de Tinaquillo, el cual representa el mayor depósito de níquel del país. En el año 1970, el Ministerio de Minas e Hidrocarburos

asumió los derechos sobre el yacimiento y mediante decreto declaró especialmente afectado para el desarrollo, el Yacimiento Niquelífero Loma de Hierro, un polígono de aproximadamente 7.000 hectáreas. Entre los años 1975 y 1990, la actividad minera se redujo notablemente debido a la instauración de un régimen impositivo con gravámenes demasiado onerosos para las exportaciones mineras.

A partir de 1990 el país buscó reducir su tradicional dependencia de las exportaciones petroleras, reactivando el sector minero, Al mismo tiempo se liberaliza la economía y se establece un nuevo reglamento que grava con un máximo de 30% las actividades económicas, la cual permitió promover las inversiones privadas en minería y otros sectores productivos y de servicios. En este contexto en Diciembre de 1992, el Ministerio de Minas e Hidrocarburos concede la empresa Cofeminas, C.A. los derechos para la explotación del yacimiento. El estudio de factibilidad fue financiado y gerenciado por el grupo Anglo American importante grupo internacional con inversiones en recursos naturales, y desarrollo por Tecnoconsult, empresa venezolana de Ingeniería de Consulta.

Con la incorporación de Cofeminas, C.A. al grupo Anglo American, para el año de 1996, cambia de razón social y pasa a llamarse Minera Loma de Níquel, C.A., empresa operativa responsable de desarrollar el proyecto. La empresa inicia operaciones a finales del año 2000 siendo oficial su inauguración en marzo de 2011 y paso a representar la mayor operación minera privada de gran escala en el país. De esta manera opero hasta noviembre de 2012 cuando ceso la extracción de mineral y producción. Tras vencer las concesiones y los permisos para continuar su operación Loma de Níquel, es asumida por el Estado Venezolano el 12 de noviembre de 2012 por La Corporación Venezolana de Minería, División Níquel, una filial de Petróleos de Venezuela (PDVSA).

El programa de extracción y procesamiento mineral está diseñado para una producción máxima de 1,3 millones de toneladas secas al año, con un contenido de níquel promedio de 1,50%, por un período de treinta años. La producción ha estado en el orden de 17.500 toneladas por año de aleación de ferroníquel de bajo contenido de carbón.

1.6 GEOLOGÍA REGIONAL

La gran masa de mineral de Loma de Hierro es la única intrusión que ha sido estudiada sistemáticamente para determinar las reservas y tenor de las menas de níquel, el yacimiento de Loma de Hierro, fue descubierto en 1941 por los Ingenieros de Minas Enrique Rubio S, Manuel Tello B. y Carlos Fernández de Caleyá. Esta se encuentra en contacto con la Formación Tucututemo en dirección Norte y la Formación Tiara al Sur.

Formación Tiara. Smith (1952) indica la presencia de basalto, así como rocas gabroides, a veces con cristales de piroxenos y plagioclasa con textura ofítica, los piroxenos a veces transformados a hornblenda y clorita, e interpreta que estos cuerpos pueden ser "sills" o diques, como equivalentes hipoabisales al basalto. Dicho metabasalto es de grano fino, denso, de color gris claro a negro, con textura sub-ofítica, algunas variedades son porfídicas, con fenocristales de plagioclasa en una matriz muy fina, a veces muy alterada. Junto a las rocas ígneas, describe una sección de metatoba, de color negro y matriz muy fina, constituida por fragmentos de rocas volcánicas, plagioclasa, cuarzo y ftanita. Shagam (1965) describió a las lavas de la formación, como metabasalto porfídico, de color verde, de grano fino, formados por fenocristales grandes de augita, plagioclasa, magnetita titanífera y olivino, en una pasta de microcristales de augita y plagioclasa. Indicó además, rocas de tipo intrusivo gabroicas o diabásicas, de mineralogía semejante a las de las lavas, con láminas augíticas grandes en relación ofítica y subofítica, con granos tabulares de plagioclasa.

Graterol (1972) muestra que los metabasaltos están constituidos por plagioclasa, piroxeno anfibolitizado, así como calcita, prehnita, pumpellita, epidoto y clorita. Estas rocas se interdigitan con los metagabros. Smith (1952) en la localidad tipo señala un espesor de unos 900 m. La formación yace discordantemente sobre la Formación Santa Isabel del Grupo Villa de Cura, según Shagam (op. cit.) y Konigsmark (op. cit.), aunque Piburn (op. cit.) considera dicho contacto concordante en la región del Guárico.

En el tope, el contacto es discordante bajo la Formación Guárico. Beck (1985, 1986) indica contactos estratigráficos con sus unidades del "Senoniense superior", "ultrámáficas" y "gabros", si bien en algunas localidades señala contactos tectónicos con sus "gabros". La Formación Tiara se considera de edad Cretácico (Albiense-Cenomaniense)

Formación Tucutunemo. De acuerdo a la descripción original dada por Shagam, esta unidad consiste principalmente en filitas carbonáceas arenosas (las cuales según González de Juana *et al.* (1980) son azules, con mica blanca de origen metamórfico y gran desarrollo de texturas y estructuras) que varían a meta areniscas y limonitas cuarzo feldespáticas, apreciándose también cantidades menores de areniscas de grano grueso y conglomerados cuarzo-calcáreos. Shagam (1965) estima un espesor de 350 m, pero debido al replegamiento y naturaleza de los contactos, se toma como un carácter referencial y aparente.

De acuerdo con González, la Formación Tucutunemo se extiende de este a oeste, desde la región de Los Teques-Cúa en el estado Miranda, hasta la región de Tinaquillo en el estado Cojedes, atravesando parte de los estados Aragua y Guárico.

Según Beck (1985, 1986) los contactos son de fallas (tanto de ángulo alto como de corrimiento) con las unidades constituyentes de su Napa de Loma de Hierro, mientras que pueden ser tanto estratigráficos como tectónicos, con otras unidades de la Napa de Caucagua - El Tinaco. Se infiere de edad Cretáceo medio a Cretáceo tardío.

1.7 GEOLOGÍA LOCAL

En Venezuela los depósitos de níquel se asocian con rocas ultra básicas serpentinizadas de la Cordillera de la Costa. Todos los depósitos y manifestaciones estudiadas son del tipo regolítico. Hasta el momento en nuestro país no se han ubicado depósitos primarios de níquel asociados con sulfuros de origen magmática. El yacimiento de saprolita niquelífera de Loma de Hierro, se encuentra según Cartografía Nacional en: Latitud 10° 11' N y Longitud 67° 08' W, de origen Mesozoico-Cretácico (Albiense-Cenomaniense) o paleoceno, el yacimiento abarcan un área de aproximadamente unos 21 Km. de largo por unos 3 de ancho.

En el estado Aragua, **Región de Loma de Hierro:** la masa de roca serpentizada, aflora a 20 Km. al sur de Tejerías o a unos 4 Km. al oeste del poblado de Tiara, formando un cuerpo continuo que se extiende por más de 21 Km. de distancia, en dirección N 70 E.

La génesis del yacimiento de Loma de Hierro está constituida por un complejo peridotita - gabro, de origen secundario, el cual se compone de peridotita serpentizada, dunitas, piroxentas, troctolita y gabro asociado a basalto. La peridotita es principalmente una harzburgita de grano grueso con olivino y enstatita de color negro a verdoso de acuerdo al grado de serpentización. El aspecto general de estas rocas es muy uniforme a través de todo el cuerpo, aunque en el borde septentrional aparecen rocas complejas entre peridotita y troctolita.

Se puede afirmar que el manto regolítico que recubre a la roca de Loma de Hierro es producto de un proceso de alteración superficial, activo bajo determinadas condiciones climáticas y topográficas, que se denomina laterización. Los cambios bruscos de temperatura y la circulación subterránea de las aguas de infiltración, alteran gradual y progresivamente a la roca, predominando la acción geoquímica de disolución o ataque sobre la mecánica de erosión. Las aguas se infiltran por las fisuras o diaclasas producidas por efecto de los esfuerzos dinámicos, posiblemente durante el emplazamiento de la masa peridotítica, y ponen rápidamente en solución a los silicatos de magnesio y hierro anhidros. En esta etapa de alteración, la roca tiene aproximadamente su estructura primitiva: lamelas de hidratos de hierro y de sílice residual.

Durante el proceso, la roca adquiere un mayor grado de porosidad y permeabilidad, facilitando la penetración y circulación de las aguas de infiltración y el ataque continuo a la roca fresca por reacciones geoquímicas, también se produce la eliminación de los productos en solución durante algún tiempo después del período de lluvias intensas.

Al observar el regolito, se aprecia en la mayoría de los casos que la roca fresca alterada presenta texturas progresivamente más terrosas hacia la superficie, a la vez que se produce el enriquecimiento en níquel; luego se observa un brusco empobrecimiento en níquel, enriquecimiento en hierro y cobalto. El límite que separa las zonas enriquecidas en níquel de las enriquecidas en hierro en algunos casos es pronunciado y se manifiesta en un cambio de color que se convierte en marrón oscuro al pasar de la saprolita mineralizada a la laterita.

El espesor de la laterita "*in situ*" representa el residuo insoluble de la masa de roca ultramáfica infrayacente de la cual teóricamente se ha liberado una cantidad de níquel, que

puede concentrarse debajo de la laterita o en sus cercanías. En contraste, las lateritas que han sufrido transporte no proporcionan indicación alguna sobre la roca madre ni sobre las eventuales concentraciones niquelíferas.

Las menas niquelíferas contienen proporciones variables de magnesio y níquel bajo la forma de garnierita, que es un silicato hidratado de magnesio y níquel. Mineralógicamente, son variedades de antigonita en las cuales el níquel reemplaza al magnesio en proporciones variables.

Las formas topográficas de Loma de Hierro indican período de reposo alternando con períodos de levantamiento. Muchos de los suelos niquelíferos se formaron y concentraron durante períodos de reposo asociados a una profunda meteorización, interrumpidos por períodos de levantamiento, lo cual originó una erosión acelerada.

Se ha interpretado una edad cretácica en base a la asociación de las rocas y gabroides, con su cobertura sedimentaria y las volcánicas de la formación.

Geología de los Sectores I, II, III, del Complejo Ofiolítico del Yacimiento de Loma de Hierro.

En los tres sectores en actual explotación (sectores S1, S2 y S3) son reconocidas las tres unidades típicas del yacimiento, relacionadas a la formación de la mineralización de Ni, es decir laterita, saprolita y roca basal (dunitas, piroxenitas, garbos y peridotitas). En detalle los tres sectores poseen diferentes características.

Geología del Sector I:

Es un sector que presenta gran cantidad de arcillas expansivas, la presencia de *boulders* es frecuente, grandes cantidades de calcedonias, limonita conchadas, algunos frentes se presentan homogéneos y con alta tasa de humedad, con afloramientos de roca fresca, podemos encontrar saprolita cataclasada con abundante asbesto y sílice, aureolas de garnierita, abundante presencia de birbirita en brechas y diaclasas, este sector se caracteriza por la presencia de zonas de cizallamiento y proceso de lixiviación, la relación

SiO₂/MgO es alta en la zona, estos factores proporcionan problemas de obstrucciones en labores de sondeos obstaculizando el tren de perforación de la unidad, por lo que el acceso al lugar requiere de acondicionamiento en las vías de penetración, que por estar lejana al área de operaciones dificulta las labores de explotación por lo que se debería acondicionar el lugar para aumentar la selectividad al momento de la extracción de mineral y la selección de los *boulders*, ya que el lugar presenta una alta pendiente lo que dificulta el drenaje de las aguas, se debe de construir lagunas de sedimentación que me permita disminuir las aguas torrenciales que por su cercanía a la vía de la población de tiara podrían obstaculizar la vía y contaminar de sedimentos los acuíferos del lugar.

Geología del Sector II:

Presenta gran alteración, escasos *boulders*, procesos de meta contacto, poca presencia de material arcilloso, existe la presencia de una falla que atraviesa todo el sector (contacto de falla saprolita - roca fresca), ocurrencia del proceso de cataclasismo, aparecen saprolitas muy alteradas, mineral homogéneo que facilita las labores de sondeos, mineral algo arcilloso con brechas de garnierita y sílice, este sector presenta variaciones de hierro, algunos frentes presentan altas concentraciones de Níquel, lo que conlleva a controlar a otros frentes, este sector presenta un buen drenaje.

Estas fallas pueden considerarse hidrogeológicamente activas. A cada pico de humedad corresponde un valle de concentración de magnesio lo que demuestra un proceso de lixiviación química prolongado en el tiempo. El interperismo químico acelera la diagénesis que es considerado como el elemento principal en la formación de arcillas del grupo de las esméctitas en las rocas básicas y metamórficas, el aumento de la concentración de Al₂O₃ en la zona húmeda indica la presencia de un mayor contenido arcilloso en la mena, en la zona húmeda el Ni y la relación Si/Mg aumentan por lo que estas menas deben ser consideradas como de alta ley.

Geología del Sector III:

El espesor de la saprolita es menor que en los otros sectores, es de unos 11,30m. en promedio, hacia el bosque de la zona este espesor aumenta ligeramente, la presencia de

saprolita rocosa con abundantes *boulders* es característica de algunos frentes, el hierro y la humedad son muy altos, saprolita arcillosa homogénea muy ferrosa con abundantes *boulders* masivos y mineralizados, presenta grandes granos de dunitas, gran presencia de humedad, en algunos frentes se pueden observar zona de transición irregular que se presenta enriquecida con níquel, con presencia de talco y nódulos de calcedonia, como también zonas arcillosas de carácter expansivo que en casos ocasionan obstrucciones en el tren de perforación cuando se realizan labores de sondeos al igual estas arcillas dificultan también el acceso y la conformación de terrazas y plataformas por lo que se recomienda realizar estas labores en estaciones secas, en algunos casos en los frentes se pueden observar trazas de garnierita, los *boulders* llegan a hacer peridotíticos y gabros, en algunos frentes la abundancia de sílice se hace presente y se pueden apreciar contactos irregulares entre la zona laterítica y mineral, algo de crisotilo también es una característica de este sector.

Clima: El clima es tropical, con fuertes lluvias y neblina, bosque y estribaciones montañosas, radiación solar alta a pesar de la nubosidad permanente, se presentan dos vegetaciones predominantes, la sabana abierta entre 700 y 1100 msnm el bosque ubicado principalmente en las cimas y valles intramontañosos 1100 y 1300 msnm con precipitaciones anuales de 1400 mm, evaporaciones 2700 mm, las temperaturas oscilan entre altas 32°, medias 26° y bajas en 21°.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

En el siguiente capítulo se trataran los puntos concernientes a las generalidades de la investigación, esto comprende: planteamiento del problema, objetivos de la investigación, alcances, justificación y limitaciones.

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al inicio del proyecto Loma de Níquel el requerimiento de capacidad instalada de acarreo era el mínimo exigido, debido principalmente a la cercanía de los frentes de extracción a la planta. Dicha condición, estaba asociado a perfiles de acarreo no mayores a los cinco (5) kilómetros, una disponibilidad física (D.F.) alta por disponerse de maquinaria nueva y con características geológicas favorables en cuanto a reservas se refiere, lo cual permite garantizar elevados niveles de producción durante los primeros ocho (8) de la operación.

La planificación de mina es una de las tareas más exigentes y complejas del trabajo de la industria minera, ya que existe una relación directa con el resto de los procesos. Durante la planificación es necesario tomar en cuenta diversos factores como la D.F. de los equipos pesados de carga, acarreo y los equipos auxiliares de los que se dispone; la heterogeneidad del yacimiento, las variaciones en el modelo geológico respecto a los resultados de laboratorio obtenidos durante la conformación de las pilas de homogenización; las condiciones climáticas, los aspectos operacionales y de accesibilidad de los frentes de extracción.

Con el paso del tiempo los perfiles de acarreo de mineral fueron en aumento esto asociado a que la extracción de mineral avanzo a frentes más alejados de la planta, los cuales presentan espesores de material estéril (laterita) muchos más amplios. A esta circunstancia se suma, que la flota de equipos disponibles actualmente no está en óptimas condiciones, algunos en condiciones de obsolescencia, resultando en la disminución progresiva de la D.F. de los mismos.

La necesidad de extracción de material con características químicas que cumplan con los requerimientos de la planta genera el avance constante de los frentes de explotación, esto requiere de la elaboración de vías de acceso secundarias, que en algunas circunstancias y por las condiciones topográficas, presentan condiciones operativas no favorables tanto a

nivel de las vías como de los frentes de extracción, que generan un aumento en los tiempos de los ciclos de acarreo de mineral.

La suma de todos estos factores afecta directamente el cálculo de los indicadores de productividad, indicadores que son los valores de referencia de la planificación de mina, ya que a partir de estos se establece el tiempo de conformación de la pila de homogenización, que debe ajustarse a los requerimientos de la planta de procesamiento de mineral (PPM).

2.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1 Objetivo General

Analizar los factores involucrados en la planificación de mina de pilas de homogenización que están consideradas en las metas de cierre año 2013.

2.2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar las condiciones operativas de los frentes de carga y de vialidad actuales en la mina.
2. Analizar las condiciones de mantenimiento de la flota equipos de carga, equipos de acarreo con la cual dispone la organización.
3. Analizar el impacto de los tiempos de parada operacionales y los tiempos de parada no controlados (asociado a los factores climáticos) en cálculo de la utilización efectiva de los equipos de carga y acarreo.
4. Describir el método de planificación de mina para la conformación de las pilas de homogenización para sinceración de parámetros empleados.
5. Revisar el método de validación de la calidad de los bloques de mineral planeados para pilas de homogenización, como complemento e insumo para la planificación de mina.

2.3 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis sistemático de los factores que influyen directamente sobre los indicadores de productividad como son: la D.F. de los equipos pesados de carga, acarreo y los equipos auxiliares, las variaciones en el modelo geológico respecto a los resultados de laboratorio obtenidos durante la conformación de las pilas de homogenización, las condiciones climáticas, los aspectos operacionales y de accesibilidad de los frentes de extracción; permitirá que dichos indicadores de productividad estén ajustados a la realidad operativa de la mina, lo que permitirá tomar medidas en pro de mejorar la eficiencia de la planificación.

La planificación de mina, concebida como una actividad dinámica requiere del chequeo constante de todos los elementos asociados y una revisión frecuente de la metodología utilizada. Este dinamismo obliga a la coordinación de forma directa con todas las labores inherentes a la mina.

Se planteó la presente investigación con la finalidad de establecer la planificación de la conformación de las pilas de homogenización desde la PH-011A hasta la PH-014B, que corresponden a la proyección estimada para el cierre de año 2013 y sirve como base para la proyección de producción del año 2014, tomando como premisa, hacer un uso eficiente de los equipos disponibles y la toma de decisiones que permitan mejorar las condiciones operativas.

2.4 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La presente, tiene como finalidad analizar el proceso de planificación para la conformación de las pilas de homogenización, verificando el impacto que tienen sobre el mismo, las condiciones operativas de las vías y los frentes de extracción, las condiciones climáticas y de mantenimiento de los equipos de la flota.

2.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La baja disponibilidad de vehículos para el traslado de personal genera retrasos en las labores de recolección de datos en las vías y los frentes de trabajo.

La circulación constante de vehículos de acarreo limita la evaluación total de las vías principales, ya que por razones de seguridad está restringido caminar por zonas de circulación de equipos pesados.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se desarrollaran los temas concernientes a las bases teóricas de la investigación, incluyendo los antecedentes de la investigación.

3.1. ANTECEDENTES GENERALES

- BALAGUERA E. & SANCHEZ L. (2012). Muestreo del mineral proveniente de los frentes de extracción a las pilas temporales y actualización de las instrucciones operacionales de (Transporte de planta- Taller de Vehículos Pesados) presente en minera Loma de Níquel C.A.

Resumen: El objetivo general de este trabajo fue establecer un plan de trabajo en relación con el muestreo del mineral proveniente de los frentes de extracción a las pilas temporales y la actualización de las instrucciones operacionales de transporte de planta – taller de vehículos pesados presente en Minera Loma de Níquel C.A.

- MORALES J. (2011). Análisis de la situación física de los equipos mineros que operan a cielo abierto mediante el uso de herramientas de confiabilidad operacional durante el año 2011, en el estado Aragua.

Resumen: El objetivo general de este trabajo fue analizar la situación física de los equipos mineros que operan a cielo abierto mediante el uso de herramientas de confiabilidad operacional en el estado Aragua.

3.2 BASES TEÓRICAS

3.2.1 Equipos Mineros.

Equipos de transporte: Camiones Roqueros Komatsu HD465-7

Un camión roquero es simplemente un equipo de ruedas accionado por un motor diesel. El mismo cuenta con una tolva cuya capacidad varía dependiendo del modelo del camión, utilizada para el transporte de material en la mina, sea mineral, estéril o capa vegetal, desde un lugar a otro. La tolva descarga el material a través de unos cilindros hidráulicos capaces

de levantar la misma hasta un ángulo determinado de descarga. Cuenta con una cabina hermética desde la cual un operador se encarga de manejar todos sus componentes. Este equipo puede visualizarse en la figura 2.



Fig. 2 Camión roquero Komatsu HD465-7

Tomado de: Manual Camión Volquete Komatsu HD465-7

Equipos de carga: retroexcavadoras Komatsu PC750-7 y cargador Ffrontal Komatsu WA700-3

Una retroexcavadora es un equipo hidráulico de motor diesel cuya traslación se efectúa a través de un tren de rodaje (orugas). El objeto de este equipo es arrancar del frente de explotación el mineral de interés, para luego cargarlo en los equipos de transporte ya mencionados anteriormente. Este arranque y carga se realizan a través de un mecanismo de pluma, brazo y balde, mostrado en la figura 3.



Fig. 3 Retroexcavadora Komatsu PC 750-6

Tomado de: Tomado de: Manual Retroexcavadora Hidráulica PC 750

El cargador frontal por su parte es un equipo de ruedas accionado por un motor *diesel* cuyo instrumento de carga es un balde de mayor tamaño ubicado en la parte frontal del mismo. Su objeto es el cargar camiones, también puede ser utilizado para elaborar pilas de material. Debido a su tracción neumática resultan ser equipos de gran versatilidad y alta maniobrabilidad y capaces de recorrer mayores distancias que las retroexcavadoras, sin embargo su tamaño es a veces una limitante para acceder a ciertos frentes de explotación. En la figura 4 se visualiza dicho equipo.



Fig. 4 Cargador frontal Komatsu WA700-3

Tomado de: Manual Cargador frontal Komatsu WA700-3

3.2.2 Eficiencia de los equipos

Generalidades

Las operaciones mineras pueden describirse por la productividad, disponibilidad mecánica y física; y la utilización de la disponibilidad física de los equipos. Dicha descripción puede explicarse mediante la interpretación de los parámetros que conforman cada una de estas medidas de eficiencia.

Productividad.

La productividad de cualquier maquinaria ligada a un proceso productivo está relacionada a la capacidad de producción, generalmente ligada a un factor tiempo, es decir, producción del equipo por unidad de tiempo. Para expresar la productividad de los equipos de perforación se debe hacer uso de la siguiente fórmula:

$$Pr = P/Tp \text{ (Ecuación. 1.)}$$

$$TT = Tp + TR + TD \text{ (Ecuación. 2.)}$$

donde,

Pr = Productividad

P = Producción (metros lineales de perforación)

Tp = Tiempo de Producción

TT = Tiempo Total

TD = Tiempo de Demora

TR = Tiempo de Reparación

Disponibilidad Física y Mecánica.

Existen dos maneras de calcular disponibilidades de equipos, el primero, Disponibilidad Mecánica, es el factor que muestra los tiempos perdidos por razones puramente mecánicas. El segundo, la Disponibilidad Física, es la disponibilidad total operacional y considera los tiempos perdidos por cualquier razón. Las siguientes formulas muestran la forma de calcular ambas disponibilidades:

$$DM(\%) = \frac{T_p}{T_p + T_R} \times 100 \quad (\text{Ecuación. 3.})$$

$$DF(\%) = \frac{T_p + T_D}{T_T} \times 100 \quad (\text{Ecuación. 4.})$$

donde,

DM = Disponibilidad Mecánica

DF = Disponibilidad Física

Hay que destacar que los valores de disponibilidad mecánica generalmente son menores que los valores de disponibilidad física.

Utilización de la Disponibilidad Física.

La utilización de la disponibilidad física es un porcentaje que muestra el registro de cómo eficientemente una operación hace uso de la disponibilidad física, y como tal, es una excelente herramienta de gerencia. Además esta medida de eficiencia se puede interpretar como el porcentaje real de operación del equipo.

Para determinar la utilización de la disponibilidad física es necesario usar la siguiente ecuación:

$$U(\%) = \frac{T_p}{T_p + T_D} \times 100 \quad (\text{Ecuación. 5.})$$

donde,

U = Utilización de la Disponibilidad Física

El uso de la ecuación 5 sobre un periodo de tiempo establece un nivel de eficiencia de operación y puede proveer un indicador real de la salida de esta norma.

3.2.3 Condiciones Operativas

Condiciones Operativas de vías Mineras

Las vías internas de una mina, o pistas de transporte de mineral deben cumplir con unas condiciones operativas mínimas, estas van desde el punto de vista geométrico hasta condiciones suelo y visibilidad.

Como se muestra en la Figura 5 una vía debe contar con ciertos elementos que se nombran a continuación:

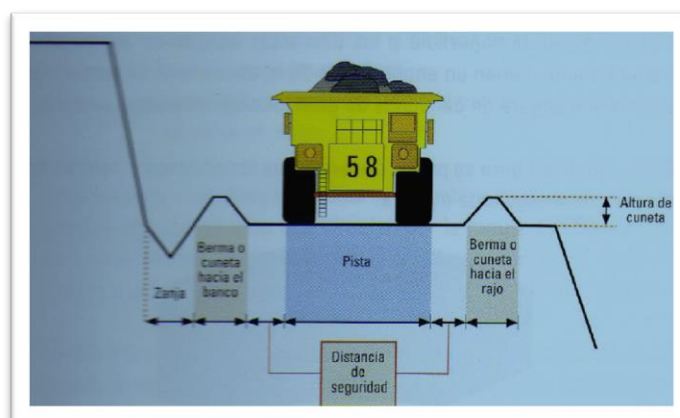


Fig. 5. Configuración de vía de transporte.

Fuente: Manual General de Minería y Metalurgia (2006).

- **Pista:** lugar de tránsito de los equipos, sus dimensiones deben estar ajustadas al ancho del equipo de mayores dimensiones que transitara por esa vía.
- **Distancia de seguridad:** es la distancia entre la pista y las cunetas, en el caso de una sola vía, y entre dos camiones, en el caso de doble vía, como se muestra en la figura 6. Considera el efecto visual que se produce al manejar un equipo de gran altura.

- **Berma de seguridad:** se construye para contener a los vehículos en caso de emergencia, por ello la cuneta o berma que esta hacia la ladera debe ser más alta, de modo que pueda detener efectivamente a cualquier vehículo, la altura es por lo general la mitad de la altura de los neumáticos del equipo más grande que transitara por esa vía.
- **Zanjas:** se construye con la finalidad de canalizar las aguas de drenaje.

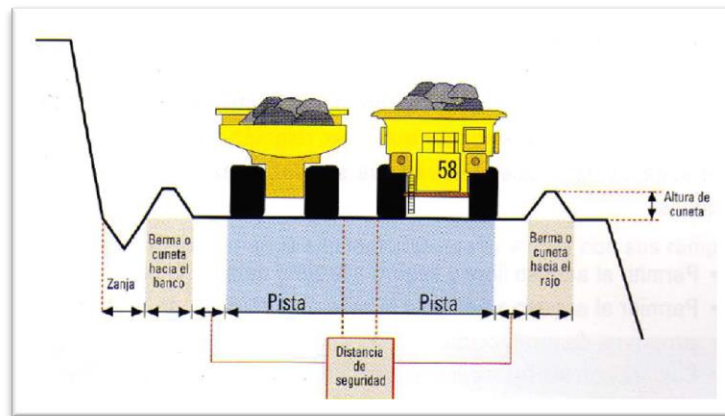


Fig. 6. Configuración de vía de transporte caso doble vía.

Fuente: Manual General de Minería y Metalurgia (2006).

3.2.4 Planificación Minera

No existe una única definición del concepto de planificación. Por esta razón, para tratar de comprender el concepto de planificación de una manera práctica y aplicable a los casos mineros, se han escogido varias definiciones, de tal manera que, a partir de la lectura de todas se pueda obtener una impresión más completa.

- Planificar una empresa es organizarla conforme a un plan determinado.
- La planificación será un proceso de adaptación a los inevitables cambios o ciclos.
- La planificación será anticipar el posible futuro.
- Planificación será un estilo de dirección. Será una actitud mental y laboral más que una técnica.
- Planificación será una decisión o elección previa.

- Planificación es creer y desear hacer algo que sucederá.
- Planificación será no confundir el deseo con la realidad.

Planificar significa, literalmente, hacer planes. Pero si estos, además, se documentan adecuadamente, se denominan proyectos. Por ello, también se puede definir un proyecto como un conjunto de planos, procedimientos y documentos que permiten realizar una acción, de tal manera que esta acción sea llevada a cabo por un equipo de personas diferentes al que la ha planificado.

3.2.5 Planificación a Corto Plazo

La planificación a corto plazo comprende la elaboración de presupuestos y su seguimiento y análisis para todas las áreas de la empresa y referidos para periodos cortos de tiempo.

La planificación a corto plazo constituye el desarrollo práctico de la planificación a largo plazo y son la puesta en práctica día a día de las estrategias definidas en el plan estratégico.

Los planes a corto y los presupuestos deben estar referidos a todas las áreas de la empresa y su seguimiento, con la comparación con los datos reales y análisis de desviaciones, ha de ser una práctica periódica y permanente que permitirá determinar el grado de consecución de los objetivos de la empresa y detectar a tiempo cualquier desviación que se produzcan para hacer las modificaciones presupuestarias procedentes y tomar las medidas necesarias para corregir los defectos.

El ámbito de actuación de la planificación financiera y el documento donde se resumen los resultados de todo el conjunto de presupuestos, es el presupuesto de tesorería. Una vez supuesto que el resto de las áreas de la empresa se desenvuelve con normalidad o al menos los responsables de dichas áreas ejercen su función de control sobre las mismas, la tarea principal de la función financiera dentro de la planificación a corto plazo es la gestión de tesorería.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En el siguiente capítulo se presentará la metodología utilizada en la minería de campo, en el cual se explican las ecuaciones utilizadas para la obtención de los resultados, además de las consideraciones legales empleadas.

4.1 TIPO DE INVESTIGACION

La investigación desarrollada es de tipo descriptiva; ubicada, específicamente en un estudio evaluativo, ya que en esta se estudia la influencia de las condiciones operativas de mina en Minera Loma de Níquel sobre la calidad de la planificación para la conformación de las pilas de homogenización estimadas para el cierre del año 2013.

4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACION

Es de tipo no experimental ya que en el estudio de la influencia de las condiciones operativas de mina sobre la calidad de la planificación en la Corporación Venezolana de Minería–División Níquel, no hay manipulación intencional de variables. Los resultados están basados en la descripción de las observaciones realizadas.

4.3 POBLACION Y MUESTRA

La población está constituida por el total de las vías y los frentes de explotación actuales de la mina, estén o no en operatividad. En cuanto a equipos está formada por 11 camiones, dos (2) retroexcavadoras y un (1) cargador frontal.

La muestra está constituida por las vías y los frentes de explotación operativos en el periodo agosto – septiembre del año 2013. En cuanto a los equipos la muestra la conforman once (11) camiones roqueros, dos (2) retroexcavadoras y un (1) cargador frontal.

4.4 TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS

4.4.1 Evaluación de las condiciones operativas de los frentes de carga y de vialidad de la mina.

Se realizó un reconocimiento en campo de las condiciones operativas de los frentes, patios y de las vías principales (P) y secundarias (S) actuales de la mina. Para ello se estableció un criterio cualitativo que permita evaluar el estado actual del suelo, visibilidad, maniobrabilidad y accesibilidad, asociado a la operatividad de los equipos de carga y acarreo disponibles. Adicional a esta verificación, el levantamiento de información se apoya en imágenes fotográficas y en imágenes en planta generadas por la herramienta informática que posee la empresa.

El proceso de recolección de datos se realizó por áreas, tomando como referencia la división por sectores de la mina que maneja la empresa. El área de estudio está dividida en tres (3) grandes partes, identificados como: Sector Uno (S1), Sector Dos (S2) y Sector Tres (S3).

Condiciones operativas de las vías: Se realizó un levantamiento de las condiciones operativas de las vías, cuyos resultados se recolectaran en una tabla, que se muestra en la Tabla 01.

Tabla 01. Condiciones operativas de las vías

CONDICIONES OPERATIVAS DE LA VIA								
REFERENCIA	TIPO		ANCHO (m)	PENDIENTE (%)	VISIBILIDAD			OBSERVACIONES
	P	S			B	R	D	

Condiciones Operativas de los Frentes: Se realizó un levantamiento de las condiciones operativas de los frentes, cuyos resultados se expresan en la Tabla 02.

Tabla 02. Condiciones operativas de los Frentes

CONDICIONES OPERATIVAS DE LOS FRENTES																
REFEREN CIA	DIMENSIONES		PENDIENTE (%)	VISIBILIDAD (EC)			MANIOBRABILIDA D (EA)			ACCESIBILI DAD			CONDICION DE SUELO			OBSEVACION ES
	Ancho (m)	Largo (m)		B	R	D	B	R	D	B	R	D	B	R	D	

4.4.2 Análisis las condiciones de mantenimiento de la flota equipos de carga, equipos de acarreo y disponibles por la organización.

- Realizar inventario de los equipos con los que cuenta la flota, su condición de operatividad y su estado de mantenimiento.
- Determinar estadísticamente las condiciones de disponibilidad física de los equipos de carga y acarreo, utilizando el histórico de tiempos de mantenimiento.
- Proyectar la disponibilidad física estimada para los meses posteriores según el cronograma de paradas por mantenimiento, en base al estado de mantenibilidad de los equipos.

4.4.3 Análisis del impacto de los tiempos de parada operacionales y los tiempos de parada no controlados (asociado a los factores climáticos) en caculo de la utilización de los equipos de carga y acarreo.

- Verificación de los tiempos de operativos planificados para la jornada laboral normal, que está comprendida entre las 7 am y las 7 pm.

- Evaluación de campo del cumplimiento de los tiempos operativos planificados, basado en el estadístico anual de tiempo efectivo de trabajo de los equipos operativos.
- Verificación de los tiempos de parada no controlados que más afectan el cumplimiento de la planificación.
- Determinar estadísticamente los tiempos de paradas asociados a factores climáticos durante el año 2013.
- Proyectar la utilización efectiva estimada para los meses posteriores según los resultados obtenidos.

CAPITULO V

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el actual capítulo, se presentan todos los resultados obtenidos mediante cálculos, aproximaciones lógicas y consideraciones de criterios a partir de los datos levantados durante la minería de campo.

5.1 EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES OPERATIVAS DE LOS FRENTES DE CARGA Y DE VIALIDAD ACTUALES EN LA MINA.

Se realizó un reconocimiento en campo de las condiciones operativas de los frentes, patios y de las vías principales (P) y secundarias (S) actuales de la mina. Para ello se estableció un criterio cualitativo que permita evaluar el estado actual del suelo, visibilidad, maniobrabilidad y accesibilidad, asociado a la operatividad de los equipos de carga y acarreo disponibles. Adicional a esta verificación, el levantamiento de información se apoya en imágenes fotográficas y en imágenes en planta generadas por la herramienta informática que posee la empresa. El proceso de recolección de datos se estableció por áreas, tomando como referencia la división por sectores de la mina que maneja la empresa. El área de estudio está dividida en tres (3) grandes partes, identificados como: Sector Uno (S1), Sector Dos (S2) y Sector Tres (S3).

5.1.1 Condiciones operativas del Sector 1.

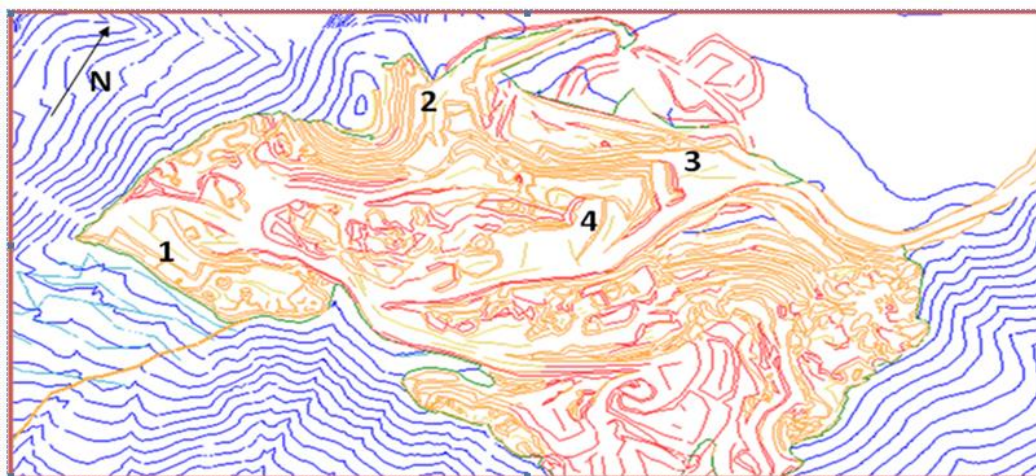


Figura 7. Vista en planta S1, 1.- Sector Aragua Nivel 1.305; 2.- Frente Nivel 1.320; 3.- Frente Nivel 1.340; 4.- Frente Nivel 1.315

5.1.1.1 Condiciones operativas de las vías. Los resultados se muestran en la Tabla 03

Tabla 03. Condiciones operativas de las vías del Sector 1

REFERENCIA	TIPO		ANCHO (m)	VISIBILIDAD			OBSERVACIONES
	P	S		B	R	D	
ACC ARAGUA 1305		X	13,0			X	Curva con peralte invertido, presencia de cuello de botella
ACC ARAGUA 1305	X		16,6	X			Fin del cuello de Botella
ACC FRENTE 1320		X	10,6		X		Presencia de cuello de botela en inicio, suelo no conformado
ACC BF 02		X	8,9		X		Via concava
ACC BF 01		X	16,5	X			Falla en drenaje, pendiente elevada
AUTOPISTA FRENTE 1315	X		12,3	X			Requiere ampliacion, falla de drenaje
ACC TEMPORAL 1315		X	12,6			X	Curva cerrada en retroceso
PERIMETRAL SUR	X		18,5	X			Condiones optimas
ACC FRENTE 1340		X	14,5		X		No conformado
ACC FRENTE 1340		X	10,0		X		Requiere ampliacion, falla de drenaje
SALIDA BOSQUE	X		13,1		X		Limitante "BOSQUE"
BOSQUE	X		8,5		X		Limitante "BOSQUE"

5.1.1.2 Condiciones operativas de los frentes. Los resultados del levantamiento se expresan en la Tabla 04

Tabla 04. Condiciones operativas de los Frentes del Sector 1

REFERENCIA	VISIBILIDAD			MANIOBRABILIDAD			ACCESIBILIDAD			CONDICION DE SUELO			OBSERVACIONES
	B	R	D	B	R	D	B	R	D	B	R	D	
ARAGUA 1305	X				X			X			X		Suelo irregular, Area de maniobra limitada
FTE 1320	X			X					X		X		Buenas condiciones
FTE 1315		X			X		X						Buenas condiciones
FTE 1340		X				X		X			X		Suelo irregular

5.1.2 Condiciones operativas del Sector 2.

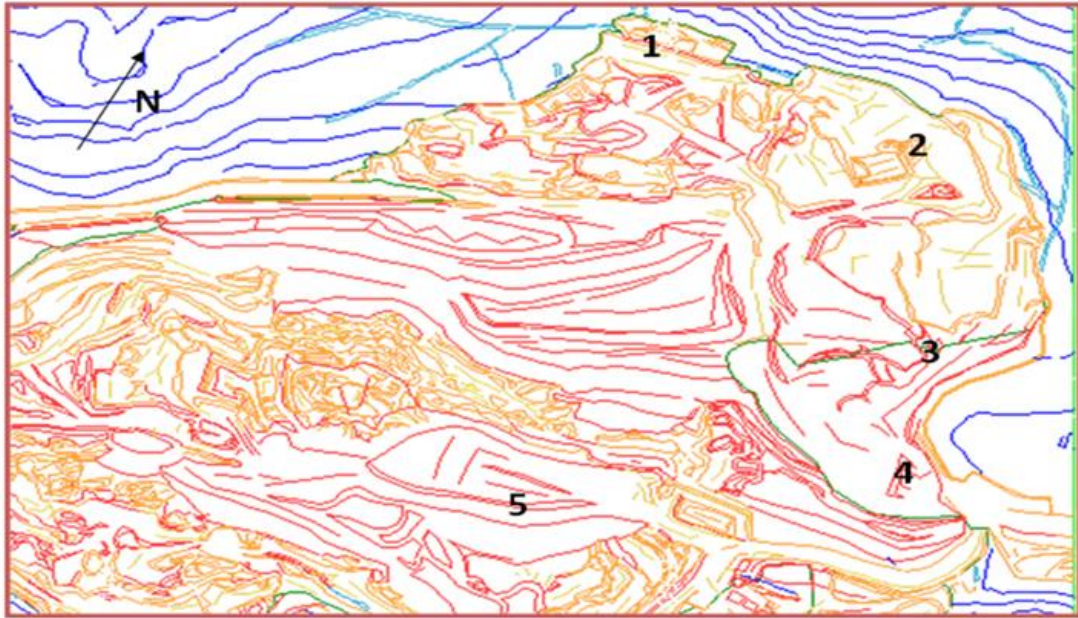


Figura 8. Vista en planta S2, 1.- Frente Nivel 1280; 2.- Frente Nivel 1265; 3.- Frente Nivel 1260; 4.- Frente Nivel 1240; 5.- Escombrera Sector 2.

5.1.2.1 Condiciones operativas de las vías. La tabla 05 resume los datos obtenidos.

Tabla 05. Condiciones operativas de las vías del Sector 2

REFERENCIA	TIPO		ANCHO (m)	VISIBILIDAD			OBSERVACIONES
	P	S		B	R	D	
CAPA VEGETAL	X		16,0	X			BUENAS CONDICIONES
ACC FRENTE 1260		X	12,5	X			SUELO SUELTO (LLUVIA)
ACC BOLA 1265		X	10,3		X		SUELO SUELTO (LLUVIA)
ACC BOLA 1265 (SUR)		X	10,5		X		SUELO SUELTO (LLUVIA)
ACC FRENTE 1260 (ESTE)		X	12,1	X			SUELO SUELTO (LLUVIA)
ACC FRENTE 1240		X	12,5		X		SUELO SUELTO (LLUVIA)
ACC CAMPAMENTO	X		14,8	X			BUENAS CONDICIONES
ACC NIVEL 1270		X	11,1		X		SUELO SUELTO (LLUVIA)
ACC FRENTE 1260 (SUR)		X	15,0		X		SUELO SUELTO (LLUVIA)
ACC NIVEL 1270		X	12,9	X			SUELO SUELTO (LLUVIA) // NC
ACC FRENTE 1280		X	9,4	X			SUELO SUELTO (LLUVIA) // NC
ACC FRENTE 1280 (NORTE)		X	7,1	X			SUELO SUELTO (LLUVIA) // NC
ACC DE 1280 A 1275		X	13,0		X		EN CONFORMACION
ACC BOTADERO (NORTE)		X	11,3	X			BUENAS CONDICIONES
ACC FRENTE 01 BOT		X	11,4	X			SUELO SUELTO (LLUVIA) // NC
SALIDA FRENTE 01 BOT		X	16,1	X			BUENAS CONDICIONES
ACC FRENTE 02 BOT		X	14,5	X			BUENAS CONDICIONES
AREA DE GIRO BOT 02		X	8,0		X		SUELO SUELTO (LLUVIA) // NC
ACC FRENTE 03 BOT		X	8,2	X			BUENAS CONDICIONES
ACC FRENTE 04 BOT		X	18,8	X			BUENAS CONDICIONES
ACC BOT (SUR)	X		11,5	X			BUENAS CONDICIONES
ACC BAJADA		X	7,6			X	SUELO SUELTO (LLUVIA) // NC

5.1.2.2 Condiciones operativas de los frentes. Lo obtenido del levantamiento se muestra en la Tabla 06.

Tabla 06. Condiciones operativas de los Frentes del Sector 2

REFERENCIA	VISIBILIDAD			MANIOBRABILIDAD			ACCESIBILIDAD			CONDICION DE SUELO			OBSERVACIONES
	B	R	D	B	R	D	B	R	D	B	R	D	
FRENTE 1260	X			X			X				X		Afectado por lluvia
BOLA 1265	X			X			X				X		Conformado
BOLA 1265	X			X			X				X		suelo suelto
FRENTE 1240		X				X		X			X		Area de maniobra reducida
FRENTE 1280	X				X		X			X			Afectado por lluvia
FRENTE 01 BOT	X			X			X				X		Buenas condiciones
AREA DE MANIOBRA	X			X			X				X		Afectado por lluvia
FRENTE 02 BOT	X			X			X			X			Buenas condiciones
FRENTE 03 BOT	X			X			X			X			Buenas condiciones
FRENTE 04 BOT	X			X			X			X			Buenas condiciones

5.1.3 Condiciones operativas del Sector 2.



Figura 9. Vista en planta S3, 1.- Patio 03; 2.- Patio 04; 3.- Patio 05; 4.- Patio 06.

5.1.3.1 Condiciones operativas de las vías. Los resultados del levantamiento se expresan en la Tabla 07.

Tabla 07. Condiciones operativas de las vías del Sector 3

REFERENCIA	TIPO		ANCHO (m)	VISIBILIDAD			OBSERVACIONES
	P	S		B	R	D	
ACC PATIO 3	X		38,0	X			Buenas condiciones
VIA INT PATIO 3		X	16,5	X			Buenas condiciones
ACC PATIO 4	X		27,0	X			Buenas condiciones
VIA INT PATIO 4		X	6,8		X		Suelo suelto, afectado por lluvia
VIA INT PATIO 4		X	12,5		X		Suelo suelto, afectado por lluvia
ACC PATIO 5	X		18,1	X			Buenas condiciones
VIA INT PATIO 5		X	14,0		X		Suelo suelto, afectado por lluvia
ACC PATIO 6	X		20,0				Buenas condiciones
ACC PATIO 2	X		46,2	X			Suelo suelto, afectado por lluvia
VIA PPAL	X		20,3	X			Buenas Condiciones (3103m)

5.1.3.2 Condiciones operativas de los frentes. La tabla 08 presenta el resumen de la información obtenida.

Tabla 08. Condiciones operativas de los Frentes del Sector 3

REFERENCIA	DIMENSIONES		VISIBILIDAD			MANIOBRABILIDAD			ACCESIBILIDAD			CONDICION DE SUELO			OBSERVACIONES
	AREA (Ha)	CAP (Tn)	B	R	D	B	R	D	B	R	D	B	R	D	
PATIO 3	0,65	33808,3	X			X			X			X			Buenas condiciones
PATIO 4	1,33	95021,0	X			X			X				X		Buenas condiciones
PATIO 5	0,74	41277,2	X			X			X				X		Buenas condiciones
PATIO 6	1,29	91190,0	X			X			X			X			Buenas condiciones
PATIO 2	0,70	37924,0	X				X		X				X		Buenas condiciones

5.2 ANÁLISIS LAS CONDICIONES DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA EQUIPOS DE CARGA, EQUIPOS DE ACARREO Y DISPONIBLES POR LA ORGANIZACIÓN.

En la actualidad la empresa cuenta con una flota de equipos de carga y acarreo que consta de los siguientes equipos:

- 11 (CA) Camiones (HD 465-5).
- 1 (CF) Cargador frontal (C.WA700-3-A).
- 3 (RE) Retroexcavadoras (PC 750-6).
- 2 (MN) Motoniveladoras.
- 2 (TO) Tractores.
- 1 (CC) Camión cisterna.

La condición actual de los equipos se refleja en la Tabla 09.

Tabla 09- Estado de los equipos de la flota.

EQUIPO	ESTADO
CA001	Operativo
CA002	Operativo
CA003	Operativo
CA004	Operativo
CA005	Detenido - Espera por repuesto
CA007	Operativo
CA008	Detenido - Espera por repuesto
CA009	Detenido - Espera por repuesto
CA010	Operativo
CA011	Operativo
CA012	Operativo
CF001	Operativo
RE001	Operativo
RE002	Detenido - Espera por repuesto
RE003	Operativo
TO003	Detenido - Espera por repuesto
TO004	Operativo
MN002	Operativo
MN003	Operativo

La disponibilidad física (DF) de los equipos de carga, acarreo y equipos auxiliares desde enero hasta agosto de 2013 se muestra en la Tabla 10, expresada en porcentaje y calculada a través de la siguiente Ecuación 01.

$$DF = \frac{T_p - T_m}{T_p} \times 100$$

Donde:

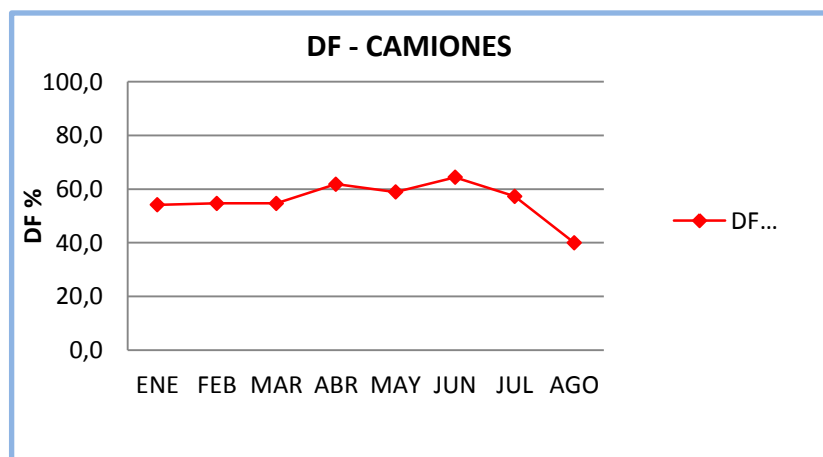
T_p = Tiempo planificado

T_m = Tiempo de Mantenimiento

Tabla 10. Disponibilidad Física (DF) de los equipos de la flota.

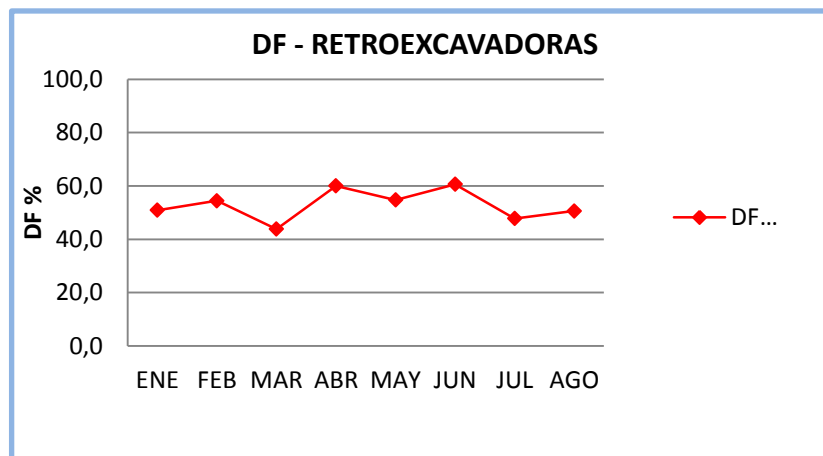
EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Camiones	54,2	54,7	54,7	61,8	58,9	64,4	57,3	40,0
Retroexcavadoras	51,0	54,5	43,9	60,0	54,7	60,6	47,8	50,6
Cargador Frontal	88,4	50,7	55,4	0,0	0,0	4,8	67,2	54,9
Tractores	27,6	13,9	35,1	14,9	26,8	36,4	26,8	46,8
Cisternas	91,0	76,0	85,3	80,1	64,3	89,4	86,5	83,5
Motoniveladoras	25,0	34,5	61,5	55,6	55,6	77,4	56,8	82,6

La Grafica 01 muestra el comportamiento de la disponibilidad física de los equipos de acarreo de la flota (camiones) durante el año 2013.



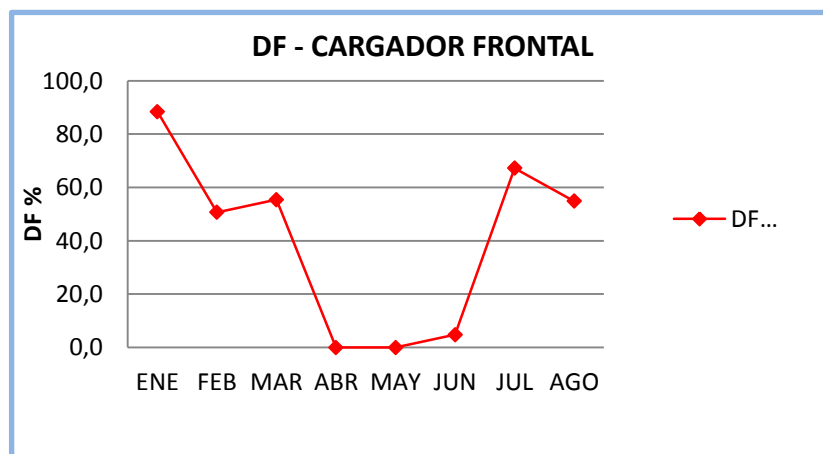
Gráfica 01. DF equipos de acarreo.

En la Grafica 02 se visualizan los valores de la disponibilidad física de las retroexcavadoras durante el año 2013.



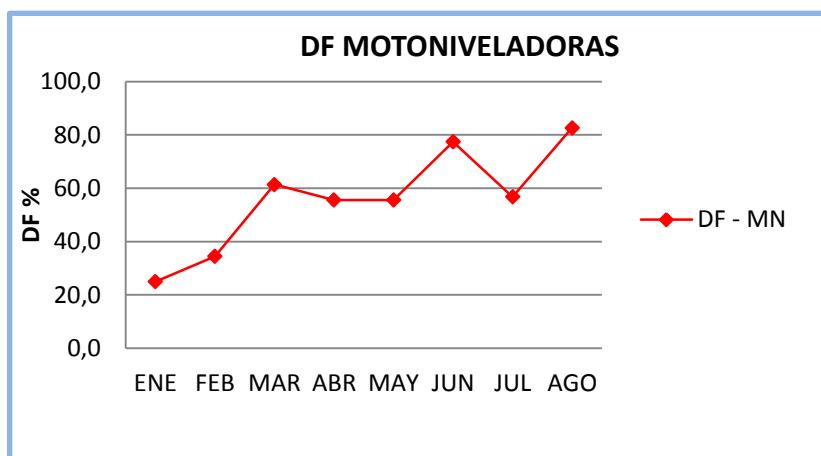
Gráfica 02. DF retroexcavadoras.

La Grafica 03 representa la disponibilidad física del cargador frontal en el año 2013.



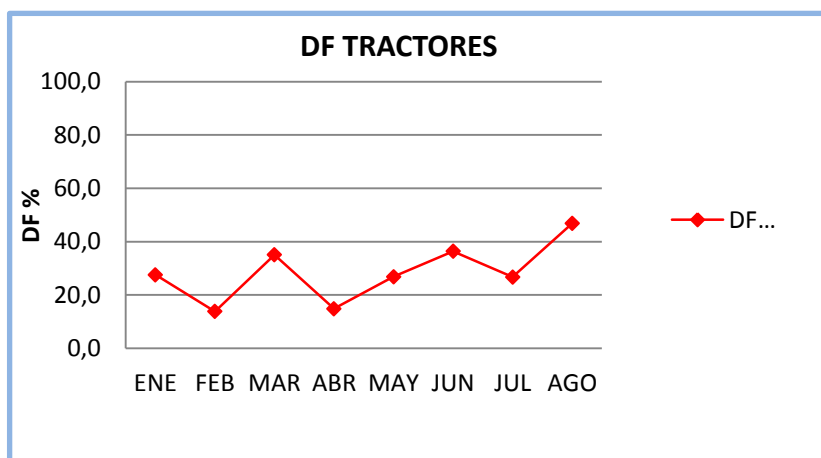
Grafica 03. DF cargador frontal.

La Grafica 04 refleja el histórico de la disponibilidad física de la flota de motoniveladoras, desde enero de 2013 hasta agosto de 2013.



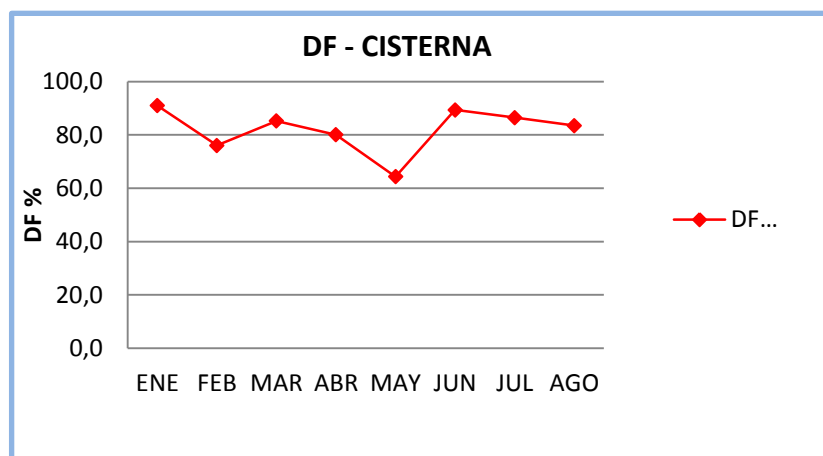
Grafica 04. DF motoniveladoras.

La Grafica 05 presenta el comportamiento de la disponibilidad física de la flota de tractores, desde enero de 2013 hasta agosto de 2013.



Grafica 05 – DF tractores.

En la Grafica 06 se resume la disponibilidad física del camión cisterna, durante el año 2013.



Grafica 06 - DF camión cisterna.

5.3 ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LOS TIEMPOS DE PARADA OPERACIONALES Y LOS TIEMPOS DE PARADA NO CONTROLADOS (ASOCIADO A LOS FACTORES CLIMÁTICOS) EN CACULO DE LA UTILIZACIÓN DE LOS EQUIPOS DE CARGA Y ACARREO.

La planificación de los circuitos de acarreo de mineral se elabora en base a una estimación de la utilización de la flota de camiones. Esta se elabora a partir de los tiempos de parada programada que tiene cada equipo durante un turno, y se obtiene un valor teórico de la utilización de los equipos de la flota.

En la actualidad se estima el valor de utilización en un 75,3%, tomando en cuenta un turno de 12 horas, como se muestra en la Tabla 11, donde se representa la distribución de las actividades en un turno junto al tiempo programado en para cada actividad.

Tabla 11. Tiempos de paradas operacionales. Tomado del Departamento de Planificación de Mina.

ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FIN	DURACION
TRASLADO A 908	06:45	07:00	00:15
CHARLA SEGURIDAD	07:00	07:10	00:10
TRASLADO A MINA	07:10	07:25	00:15
REVISION DE EQUIPO	07:25	07:30	00:05
PRODUCCION	07:30	12:00	04:30
TRASLADO COMEDOR	12:00	12:15	00:15
ALMUERZO	12:15	12:45	00:30
TRASLADO A MINA	12:45	13:00	00:15
PRODUCCION	13:00	18:00	05:00
TRASLADO COMEDOR	18:00	18:15	00:15
MERIENDA	18:15	18:45	00:30
TRASLADO A PLANTA	18:45	19:00	00:15

En base a esta distribución de tiempos se obtiene un tiempo de producción de 9,50 horas. Se estima que existe un tiempo perdido nominal (TPN) por cada hora de trabajo de 3 minutos, equivalente a un 5% del tiempo de producción, para un total de 28 minutos por turno. De esto se obtiene que el tiempo efectivo por turno de 9,03 horas. La Tabla 12 resume los tiempos planificados.

Tabla 12. Tiempos de operación planificados

DESCRIPCION	TIEMPO (hh:mm)
TIEMPO PRODUCCION	09:30
TIEMPO PERDIDO NOMINAL	00:03
TIEMPO PERDIDO TURNO	00:28
TIEMPO EFECTIVO TURNO	09:02
UTILIZACION EFECTIVA	75,3%

Basado en la evaluación de en campo de las paradas operacionales y en comparación con los tiempos manejados durante la planificación, se puede verificar que en promedio los tiempos de paradas operaciones se manejan según lo planificado, excepto por la parada establecida como Pausa Activa (PA) que no está incluida en la distribución de paradas

planificada. Agregando el tiempo de parada correspondiente a la PA la distribución de actividades por turno se lleva a cabo según lo indicado en la Tabla 13.

En base a esta distribución de tiempos se obtiene un tiempo de producción de 9,33 horas.

Tabla13. Tiempos de paradas operacionales corregidos

ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FIN	DURACION
TRASLADO A 908	06:45	07:00	00:15
CHARLA SEGURIDAD	07:00	07:10	00:10
TRASLADO A MINA	07:10	07:25	00:15
REVISION DE EQUIPO	07:25	07:30	00:05
PRODUCCION	07:30	10:00	02:30
PAUSA ACTIVA	10:00	10:05	00:05
PRODUCCION	10:05	12:00	01:55
TRASLADO COMEDOR	12:00	12:15	00:15
ALMUERZO	12:15	12:45	00:30
TRASLADO A MINA	12:45	13:00	00:15
PRODUCCION	13:00	15:00	02:00
PAUSA ACTIVA	15:00	15:05	00:05
PRODUCCION	15:05	18:00	02:55
TRASLADO COMEDOR	18:00	18:15	00:15
MERIENDA	18:15	18:45	00:30
TRASLADO A PLANTA	18:45	19:00	00:15

Para la estimación del tiempo efectivo por turno se recolectaron los datos correspondientes a los tiempos de efectivos reales por turno del año 2013 (enero-agosto). De esta base de datos se tomaron los valores de tiempos para los equipos en condiciones operativas normales, garantizando que las condiciones se ajusten de la mejor manera a las condiciones planificadas. De este levantamiento se obtuvieron los siguientes resultados de tiempos de efectivos reales promedio por mes. Ver Tabla 14.

Tabla 14. Tiempos efectivos reales por turno

MES	TIEMPO EFECTIVO (Hrs)
Enero	8,4
Febrero	8,7
Marzo	8,2
Abril	8,3
Mayo	8,2
Junio	8,6
Julio	8,5
Agosto	8,3
Promedio	8,4

Según los datos obtenidos en campo, la utilización de los equipos de acarreo en condiciones operativas normales es de un 70%, la planificación se ajusta a estos valores estimando que existe un TPN de seis (6) minutos, equivalente a un 10% del tiempo de producción, para un total de 56 minutos por turno. El resumen de los tiempos reales se pueden ver en la Tabla 15.

Tabla 15. Tiempos de operación reales

DESCRIPCION	TIEMPO (hh:mm)
TIEMPO PRODUCCION	09:20
TIEMPO PERDIDO NOMINAL	00:06
TIEMPO PERDIDO TURNO	00:56
TIEMPO EFECTIVO TURNO	08:24
UTILIZACION EFECTIVA	70,0%

El registro mensual de paradas de los equipos de acarreo, asociadas a factores climáticos, (Tabla 16) que indica por cada mes la sumatoria de las horas de parada por (LL) y (NB) que presentó la flota de equipos de acarreo.

Tabla 16. Tiempos parada mensual por (LL) y (NB)

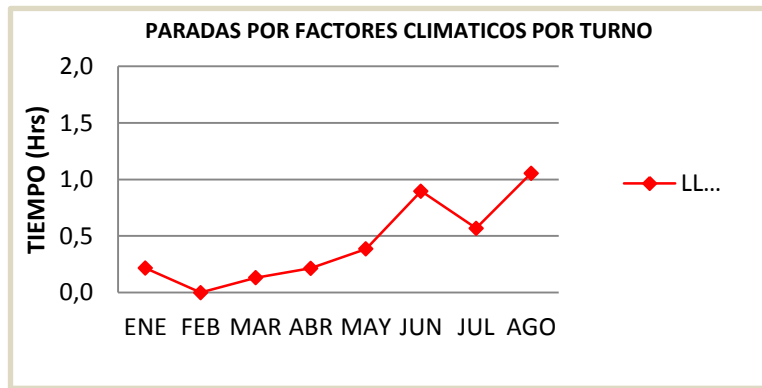
MES	TIEMPO (Hrs)
ENERO	39,90
FEBRERO	0,00
MARZO	24,53
ABRIL	59,89
MAYO	109,85
JUNIO	253,93
JULIO	172,00
AGOSTO	143,92

Tomando como referencia los valores de disponibilidad física para los equipos de carga presentados en la Tabla 08, se determinó la cantidad de equipos promedio en operación durante cada mes, con este dato y el número de turnos que se efectuaron, se calculó el promedio de horas de lluvia por turno en cada mes. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17. Horas de parada por turno

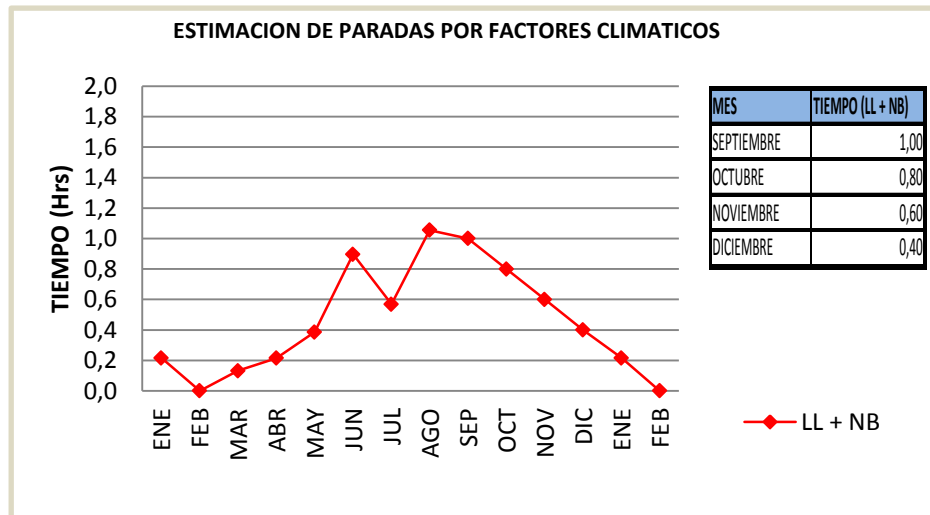
PARADAS POR CLIMA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
HORAS PROMEDIO POR TURNO	1,3	0,0	0,8	1,5	2,5	6,3	3,6	4,6
PROMEDIO DE EQUIPOS OPERATIVOS	6,0	6,0	6,0	6,8	6,5	7,1	6,3	4,4
HORAS EQUIPO/TURNO	0,2	0,0	0,1	0,2	0,4	0,9	0,6	1,1

Comportamiento de los tiempos de parada de los equipos de acarreo asociado a factores climáticos durante el año 2013. Ver tabla 07



Grafica 07. Tiempos de parada por factores climáticos

El patrón observado en la gráfica 07 se corresponde al comportamiento de los periodos de lluvia de la zona, donde los meses de mayor intensidad en precipitaciones son los meses de agosto y septiembre. Los meses de menor intensidad son febrero y marzo. Ajustando los datos obtenidos al comportamiento de los periodos de lluvia de la zona, la tendencia para los meses finales del año es a la disminución progresiva de los tiempos de parada por factores climáticos, desde el mes de septiembre hasta el mes de febrero. (Grafica 08)



Grafica 08 – Proyección de parada por factores climáticos

5.4 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN DE MINA PARA LA CONFORMACIÓN DE LAS PILAS DE HOMOGENIZACIÓN.

Para la descripción del método utilizado para la planificación de mina se utilizó como ejemplo la planificación realizada para la conformación de las pilas PH011A, PH012B, PH013A y PH014B, a fin de verificar las etapas de la planificación y el avance de los frentes de extracción planificados.

El primer paso, es el establecer los requerimientos de tonelaje y química de la pila a conformarse. El tonelaje establecido para la conformación de la pila es de 60.000 toneladas de mineral suelto. En cuanto a la química, la pila debe cumplir con un porcentaje de Ni cercano a 1,5%, con valores de Fe entre 13% y 16% y una relación de SiO_2/MgO entre 1,28 y 1,78, parámetros operativos con los que fue diseñada la planta. Además, estos valores varían según los requerimientos de planta.

Basado en estos requerimientos se procede a establecer combinaciones de frentes de extracción que cumplen con las características químicas solicitadas por la planta, y que sean operativamente extraíbles, y se calcula el tonelaje requerido de cada frente para que la pila a conformar cumpla con dichas especificaciones.

Ejemplo

Para la conformación de la pila PH011A se establecieron los frentes de extracción presentados en la Tabla 18, con sus correspondientes valores de %Ni, %Fe y relación SiO_2/MgO :

Tabla 18. Frentes planificados para la PH011A

BLOQUE	Ni (%)	Fe (%)	SiO_2/MgO
BLOQUE NIVEL 1315 (ESTE) ROCOSO	1.51	16.99	1.93
BLOQUE NIVEL 1305 (LAGUNA - ARAGUA)	1.84	10.48	1.35
BLOQUE NIVEL 1270 (AGUA AMARILLA)	1.36	16.16	1.17
BLOQUE NIVEL 1325 (TOBOGAN - SECTOR 1)	1.60	16.35	1.99

Una vez identificados los frentes, se establece el tonelaje a ser extraído de dichos frentes para que la combinación cumpla químicamente con los requerimientos de la planta. Los porcentajes totales de Ni, Fe y la relación SiO₂/MgO se calculan como el promedio ponderado de los porcentajes de cada bloque. Tabla 17.

Tabla 19. Toneladas por frentes planificados para la PH011A

BLOQUE	Toneladas	Ni (%)	Fe (%)	SiO ₂ /MgO
BLOQUE NIVEL 1315 (ESTE) ROCOSO	18,816	1.51	16.99	1.93
BLOQUE NIVEL 1305 (LAGUNA - ARAGUA)	7,874	1.84	10.48	1.35
BLOQUE NIVEL 1270 (AGUA AMARILLA)	25,708	1.36	16.16	1.17
BLOQUE NIVEL 1325 (TOBOGAN - SECTOR 1)	8,001	1.60	16.35	1.99
TOTAL	60,399	1.50	15.70	1.48

La planificación de los frentes de extracción dispuestos para la conformación de la pila, presenta requerimientos operativos que deben ser tomados en cuenta dentro de la planificación. Los frentes de extracción tienen asociados bloques de material estéril que deben ser removidos, o de mineral que no cumple los requerimientos de la pila en conformación y debe ser llevado a patios de remanejo.

En las tablas 20 y 21 se observa la planificación de frentes de mineral para apilado y los frentes de estéril respectivamente, asociados a la conformación de la pila PH011A.

Tabla 20. Frentes de extracción de mineral para apilado.

NOMBRE DEL BLOQUE	DESTINO	Toneladas	Ni (%)	Fe (%)	SiO ₂ /MgO
BLOQUE NIVEL 1330	PATIO No. 5	6,721	1.34	25.59	3.42
TOTAL		6,721	1.34	25.59	3.42

Tabla 21. Frentes de estéril planificados PH011

FRENTE	Toneladas	mcb
RAMPA DE ACCESO (1340-1335)	3,472	2,232
BLOQUE DE LATERITA NIVEL 1335 (OESTE)	3,533	2,215
BLOQUE DE LATERITA NIVEL 1335 (ESTE)	673	450
BLOQUE DE LATERITA NIVEL 1330	1,918	1,199
BLOQUE NIVEL 1275 (AGUA AMARILLA)	10,400	6,605
TOTAL A REMOVER	19,996	12,702

La planificación de los frentes de extracción está basada en los datos arrojados por el modelo, a través de la herramienta informática Datamine, que permite modelar los bloques planificados y diseñar la forma en que será extraído, con sus correspondientes vías de acceso. Los datos de los bloques planificados se acompañan con las imágenes correspondientes, las figuras 10 y 11 muestran los frentes de extracción planificados para el sector 1 y sector 2 respectivamente.

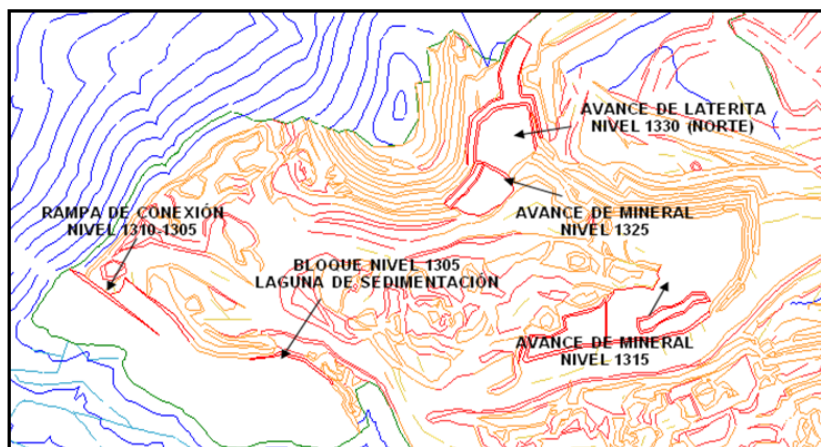


Figura 10. Frentes de extracción Sector 1 para la pila PH011A

Fuente: Datamine

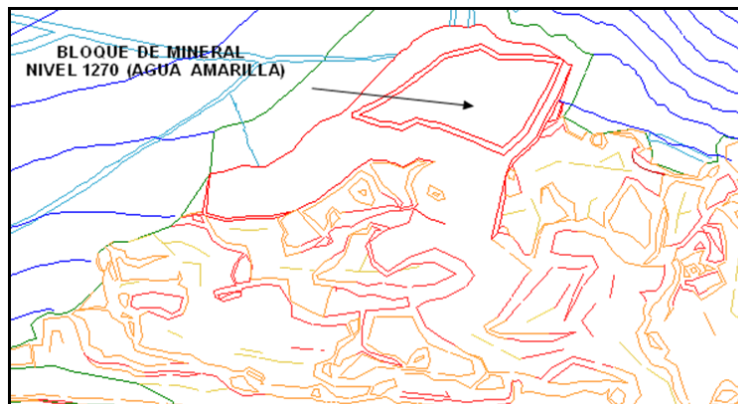


Figura 11. Frentes de extracción Sector 2 para la pila PH011A

Fuente: Datamine

Posteriormente se analiza los aspectos operativos de la extracción de mineral, para así determinar el tiempo de conformación de la pila. Primero se determina la cantidad de viajes necesarios para acarrear todo el material planificado, mineral y estéril. Esto está asociado tanto a las características propias del material como a las dimensiones de los equipos de acarreo. En la Tabla 22 los viajes requeridos por cada bloque planificado.

Tabla 20. Viajes requeridos por bloque para la pila PH011

BLOQUE	Viajes	Toneladas
BLOQUE NIVEL 1315 (ESTE) ROCOSO	495	18,816
BLOQUE NIVEL 1305 (LAGUNA - ARAGUA)	207	7,874
BLOQUE NIVEL 1270 (AGUA AMARILLA)	677	25,708
BLOQUE NIVEL 1325 (TOBOGAN - SECTOR 1)	211	8,001
TOTAL	1,589	60,399

El tiempo de conformación de la pila se estima a partir de los viajes requeridos desde cada sector. Cada circuito de acarreo tiene un tiempo de viaje asociado, lo que permite calcular el tiempo necesario para conformación de la pila. La velocidad de conformación de la pila

debe responder a la velocidad con la que el recuperador consume la pila anterior. En caso de que el tiempo estimado sea mayor que el tiempo de recuperación se plantean los turnos extras necesarios para reducir el margen de diferencia.

Tomando como ejemplo el bloque nivel 1305 (Laguna-Aragua) que está ubicado el sector 1. Estadísticamente los equipos de acarreo tienen una productividad (P) de 1,07 viajes por hora desde ese sector hasta la zona de trituración. Si se estima una disponibilidad física (DF) de 90% y una utilización (Ut) de 75% (valores referenciales del departamento de planificación) aplicando la Ecuación 02, se pueden obtener la productividad de un (1) camión en un turno de 12 horas. Que es de 8,7 viajes por turno.

$$Pt = P \times Tt \times DF \times Ut$$

De esta manera se aplica para todos los ciclos de acarreo y se estima los turnos necesarios para completar la meta planificada, estos turnos deben estar comprendidos en el tiempo estimado de conformación de la pila de homogenización, que en la actualidad se lleva a cabo en aproximadamente 30 días. El informe de planificación es enviado al Departamento de Geología, donde se aplica un método de validación, que se describe posteriormente, y emite recomendaciones. Luego se genera el informe final que es entregado al Departamento de Operaciones para su ejecución.

Desde el punto de vista operativo la planificación debe garantizar el avance de los frentes de forma óptima y segura, desarrollando vías de acceso adecuadas a las condiciones operativas de los equipos, con un seguimiento constante a las operaciones en ejecución. Se debe mantener una secuencia lógica de explotación cada frente, sobre todo si una misma zona está planificada para la conformación de varias pilas de homogenización.

A continuación se muestra una secuencia del avance del frente Agua Amarilla en el Sector 2. Donde “A” representa el bloque de mineral planificado para la conformación de la pila PH011A, “B” el bloque correspondiente a la pila PH012B, “C” muestra el bloque planificado para la pila PH013A y por último, “D” el bloque a extraer para la pila PH014B. La secuencia muestra el avance en el nivel 1.270 para las tres (3) primeras pilas de

homogenización y el inicio de la extracción al nivel 1.265 para la última. También se observa el diseño de la rampa de acceso entre el nivel 1.275 y 1.270. Ver Figura 12.

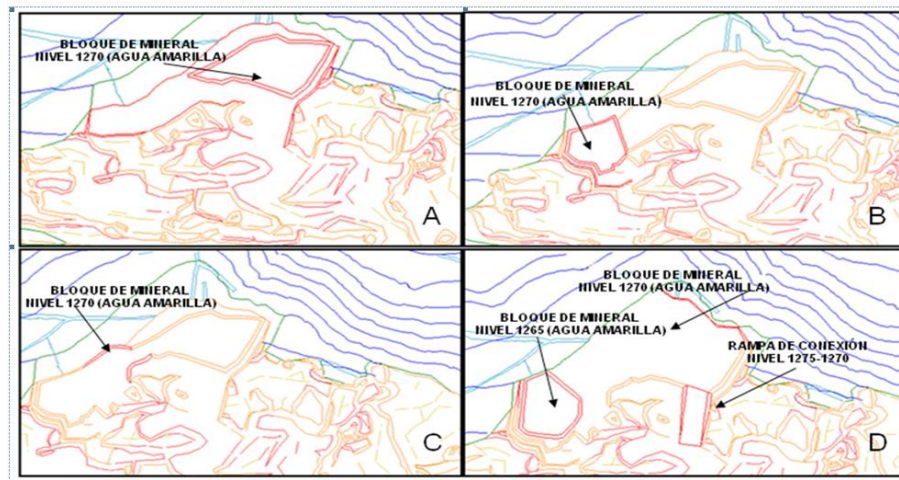


Figura 12. Secuencia de extracción del frente Agua Amarilla (Sector 2)

Fuente: Datamine

5.5 REVISIÓN DEL MÉTODO DE VALIDACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS BLOQUES DE MINERAL PLANIFICADOS PARA UNA PILA DE HOMOGENIZACIÓN.

El proceso de validación de la calidad de bloques planificados es realizado por el personal del Departamento de Geología, y consta de dos (2) etapas en, la primera de oficina donde se verifican los datos en el modelo generado por la herramienta informática, y una segunda etapa de campo donde se confirma la información arrojada por el modelo.

5.5.1 Etapa de oficina:

1. El Departamento de Geología recibe la información correspondiente a la planificación de los bloques de mineral dispuestos para la conformación de la pila de homogenización. Esta contiene la especificación de los bloques planificados, así

como su tonelaje y el modelo de los bloques en la herramienta informática. Ver Figura 13.

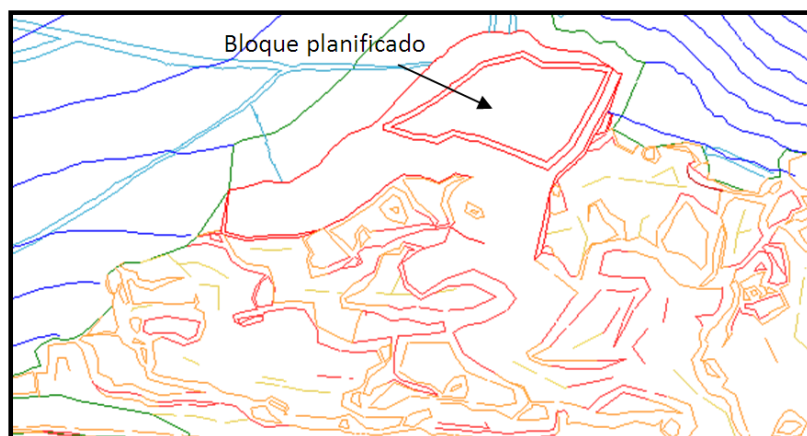


Figura 13. Modelo de bloque planificado para extracción.

Fuente: Datamine

2. La información es llevada al modelo del yacimiento y se une a los datos geológicos obtenidos de las perforaciones. Estos muestran los valores de contenido de Níquel (Ni), Hierro (Fe) en cada pozo, expresado en porcentaje, con detalle cada metro. Los pozos están ubicados siguiendo un patrón con una distancia entre ellos de 25 metros en dirección Este-Oeste y de 12,5 metros en dirección Norte-Sur.
3. Una vez unidas la información geológica con los detalles de planificación, se determinan los pozos que están dentro del área planificada y se proyectan los pozos alineados en un perfil vertical, con orientación Norte-Sur, en el perfil se muestran porcentaje de Ni y Fe cada metro. Ver Figura 14.

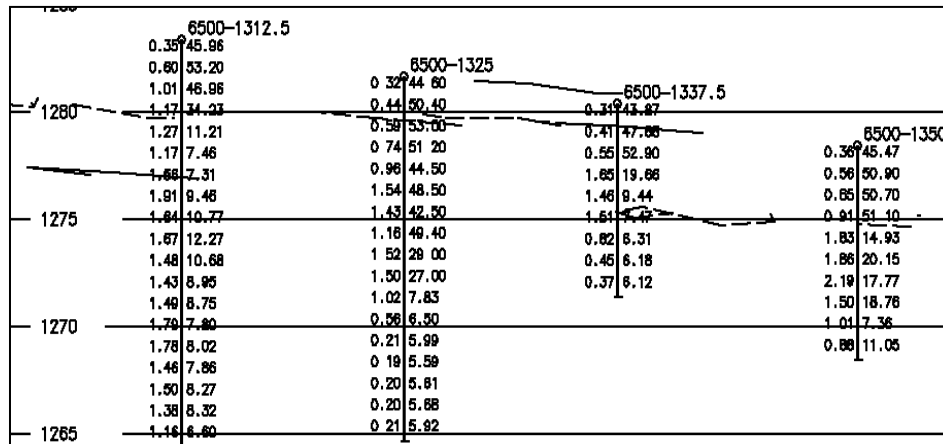


Figura 14. Perfil Norte-Sur. A la izquierda %Ni y a la derecha %Fe.

Fuente: Datamine

- Los perfiles se interpretan y se asignan espesores donde los contenidos de Ni y Fe están dentro de los parámetros exigidos por la planta de procesamiento de mineral. Esta información es complementada con la etapa de evaluación en campo, como se muestra en la figura 15.

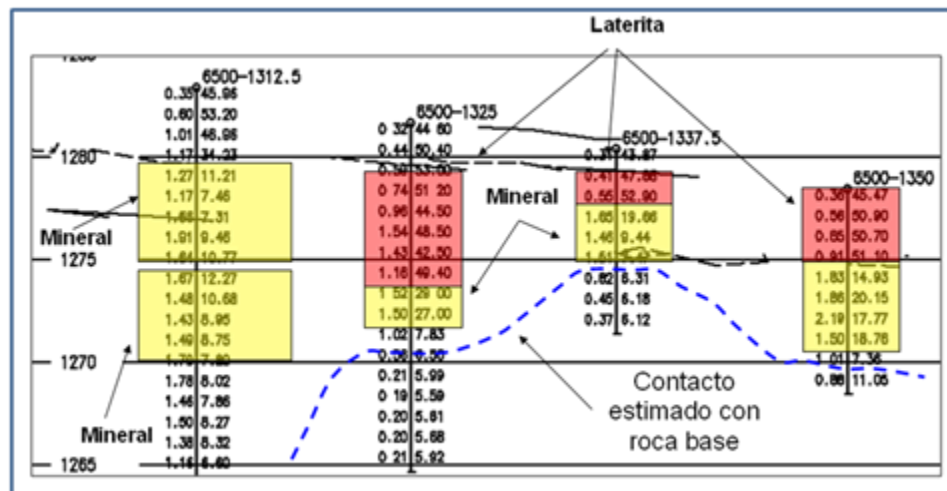


Figura 15. Interpretación del perfil

Fuente: Datamine

5. El Departamento de Geología elabora un informe con la descripción geológica de los frentes asociados a la conformación de las pilas de homogenización, y emite recomendaciones sobre posibles modificaciones a la planificación.

5.5.2 Etapa de Campo:

1. Posterior a la elaboración de perfiles de la zona de estudio, se confirma en campo la consistencia de los datos arrojados por el modelo mediante levantamientos geológicos de los frentes y se complementa la información del modelo.
2. Se compara la información del modelo topográfico con las cotas en campo para establecer los espesores reales de las capas de mineral o estéril.
3. Durante la explotación de los bloques se realiza un seguimiento de los avances en los frentes para verificar variaciones en los mismos en tiempo real. Simultáneamente se lleva a cabo un plan de muestreo del material llevado a trituración o apilado, para verificar la calidad del material que se entrega a la planta.

CAPITULO VI

ANALISIS DE RESULTADOS

En el siguiente capítulo, se analizan los resultados obtenidos empleando la metodología establecida en el trabajo de minería de campo.

6.1 ANÁLISIS LAS CONDICIONES OPERATIVAS DE LOS FRENTES DE CARGA Y DE VIALIDAD ACTUALES DE LA MINA.

6.1.1 Sector 1

6.1.1.1 Vialidad:

- La vía principal de acceso al Frente Aragua nivel 1.305 presenta un ancho promedio de 16,6 metros, finalizando en una curva con peralte invertido y una zona donde el ancho de vía se reduce a 13,0 metros. Condición que dificulta el acceso a los equipos de carga que deben disminuir la velocidad para evitar volcamiento. La figura 16 muestra la situación descrita, la línea roja representa el peralte invertido y la línea azul define la horizontal.

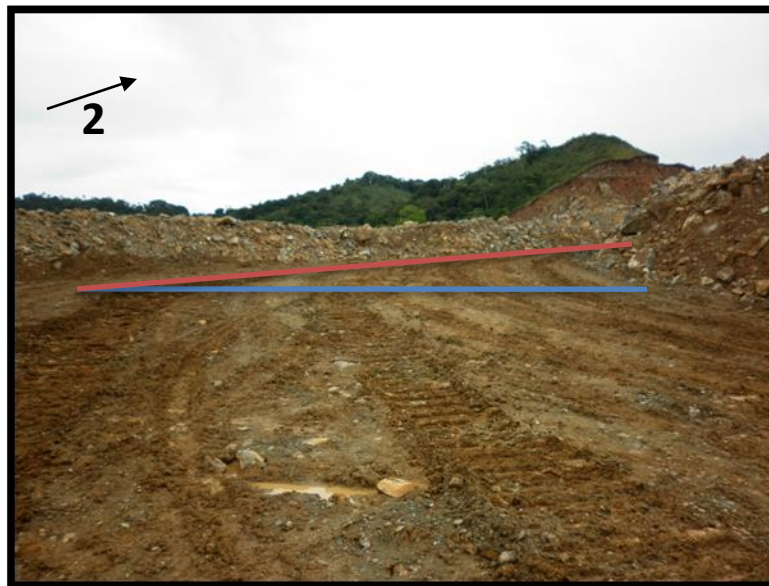


Figura 16. Acceso al Frente 1.305 (Aragua)

- El acceso al patio de retrolleado 02 (*Backfill*) tiene un ancho promedio de 8,9 metros lo que condiciona la circulación de un solo equipo como se muestra en la figura 17.



Figura 17. Acceso al patio de retrolleado 02

- El acceso al patio de retrolleado 01 (*Backfill*) tiene un ancho promedio de 16,5 metros lo que permite la circulación en dos sentidos y presenta una pendiente elevada lo que limita la circulación en este sector durante los periodos de lluvia, tal como se muestra en la figura 18.



Figura 18. Acceso patio de retrolleado 01 (Vista desde el patio)

- El frente 1.315 presenta dos accesos, el primero desde la vía principal llamada "Autopista" con un ancho de 12,3 metros y un acceso temporal con un ancho de 12,6 metros pero con una curva cerrada lo que obliga a que el equipo acceda en retroceso, lo que genera retrasos en la maniobra de carga. Figura 19.



Figura 19. Acceso temporal al frente 1.315

- La vía Perimetral Sur muestra condiciones óptimas de operatividad con ancho promedio de 18,5 metros, con una visibilidad acorde a su condición de vía principal. En la figura 20 se aprecia que el suelo presenta un estado favorable para la circulación fluida de los camiones.



Figura 20. Vía principal Perimetral Sur

- En el sector El Bosque existen anchos de vía que son una limitante para la circulación debido a que su zona más angosta tiene un promedio de 8,5 metros de ancho, por seguridad los equipos deben detenerse y anunciar su ingreso al sector para evitar colisiones o congestión.

6.1.1.2 Frentes de extracción:

- El frente del sector Aragua nivel 1305 tiene un área de maniobra limitada y un suelo en condiciones irregulares, lo que genera retrasos en el proceso de maniobra de los equipos de carga y acarreo. Figura 21.



Figura 21. Frente de extracción nivel 1.305 (Aragua)

- Los frentes de extracción en los niveles 1.320 y 1.315 se encuentran en buenas condiciones operativas, con aérea de maniobra amplia y suelos conformados. Figura 22.



Figura 22. Frente de extracción nivel 1.315

- El frente de extracción nivel 1.340 mantiene un suelo irregular, condición que afecta la maniobrabilidad de los equipos de acarreo y retrasos en los ciclos de carga y acarreo.

6.1.2 SECTOR 2

6.1.2.1 Vialidad:

- Las vías principales del Sector 2 tienen dimensiones promedio de 20,3 metros, lo que está por encima del ancho mínimo operativo para las vías principales. Figura 23.



Figura 23. Vía principal Sector 2 (Capa Vegetal)

- La vialidad de acceso a los frentes de extracción del sector 2 en términos generales presenta condiciones de operatividad buenas, con anchos de vía promedio de 12 metros. Las vías de acceso a los frentes 1.260 y 1.265 y el área de botadero de laterita son susceptibles a ser afectados por la lluvia por el material presente en el

suelo, situación que en periodo de lluvia incrementa los tiempos de acarreo de material. Ver figura 24 y 25.



Figura 24. Vía de acceso Frente 1.260 (Agua Amarilla)



Figura 25. Vía de acceso nivel 1.265 (Agua Amarilla)

- Las vías de acceso al frente 1.270 y 1.280 dificultan el acceso a los equipos de carga, pendientes elevadas y con anchos promedio de 8 metros lo que limita el acceso en un solo sentido. Figura 26.



Figura 26. Vía de acceso nivel 1.280 Sector 2

- Las vías de acceso a la escombrera del sector 2 se mantienen en condiciones operativas optimas a nivel general, salvo casos particulares en los que se observan vías de acceso a frentes de descarga con pendientes elevadas, figura 27, áreas de giro cerradas y ajustadas a los mínimos operativos de los camiones con radios de 8,5 metros ver figura 28.



Figura 27. Vía de acceso frente de descarga - escombrera



Figura 28. Área de giro – vía interna escombrera

- La vía de acceso a la parte sur de la escombrera tiene un ancho promedio de 12 metros. El acceso al patio de depósito de capa vegetal tiene un ancho de 25 metros con un suelo estable. Figura 29.



Figura 29. Vía de acceso Sur - escombrera

6.1.2.2 Frentes de Extracción:

- Los frentes de extracción del sector 2 en los niveles 1.260 y 1.265, en cuanto a accesibilidad y maniobrabilidad de los equipos, al igual que las vías del sector, son muy sensibles ser afectados por las lluvias generando lentitud en la maniobra de los camiones. Figura 30.



Figura 30. Frente nivel 1.260 – Frente operativo

- El frente de extracción 1.270 planificado para su próxima extracción, para el momento no es apto para la operatividad de equipos.
- Los frentes de descarga del sector de la escombrera presenta condiciones de operatividad buena a nivel de maniobrabilidad y visibilidad. Figura 31.
- El patio de depósito de capa vegetal está conformado óptimamente.



Figura 31. Frente de descarga – Escombrera

6.1.3 SECTOR 3

6.1.3.1 Vialidad:

- Las vía principal del Sector 3 con una distancia aproximada de 3500 metros es la vía principal de transito de los equipos de carga desde los frentes de carga hasta la zona de descarga. Con un ancho promedio de 20,3 metros presenta buenas condiciones. En sectores se evidencia obstrucción del sistema de drenaje los que genera retrasos en el drenaje de las vías posterior a tiempos de lluvia.
- Los accesos a los patios desde la vía principal, muestran anchos adecuados para el acceso de los equipos, con 46 metros en la entrada de patio 2, 38 metros para el patio 3 y 27 metros para el patio 4.
- La vía de acceso al patio 5 es de un ancho promedio de 18,1 metros y la del patio 6 un ancho promedio de 20,0 metros, con buen estado de suelo y drenajes.

6.1.3.2 Patios:

- Los patios que conforman el sector 3, en cuanto a accesibilidad, maniobrabilidad y visibilidad están acordes a las necesidades, como se muestra en las figuras 32 y 33 las condiciones de suelo dentro de los patios derivadas del manejo del material apilado pueden generar complicaciones y retrasos para los equipos de acareo, sobre todo el periodos de lluvia. Figura 34.
- La zona de descarga de material presenta condiciones operativas acordes a la actividad que se realiza.



Figura 32. Patio 4



Figura 33. Patio 6



Figura 34. Patio 3 – Vía interna

6.2 ANÁLISIS LAS CONDICIONES DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA EQUIPOS DE CARGA, EQUIPOS DE ACARREO Y CON LA CUAL DISPONE LA ORGANIZACIÓN.

La flota de camiones presenta una DF promedio de 55,7%, con una desviación estándar de 7,3%, este valor está afectado por una condición atípica en el mes de agosto donde cinco (5) equipos estuvieron detenidos por falta de suministros. Descartando la situación presentada en el mes de agosto, la DF promedio del año se ubica en el 58,0%. Con una desviación estándar de 4,0%.

Este valor de DF de 58,0% está asociado a la condición de tres (3) equipos, que están detenidos en espera de repuestos. Dada la cantidad de horas en operación que tienen los equipos los tiempos en mantenimiento son elevados en comparación con un equipo nuevo. Descartando los resultados de DF del mes de agosto, la DF se estaría ubicando para los próximos meses en un 54%.

La DF de las retroexcavadoras tiene un promedio de 52,9% y una desviación estándar de 5,8%, durante los últimos meses se vio disminuida a valores entre 47% y 50%, esto asociado a la falla de uno de los equipos. Debido a la permanencia de la falla se estima una disponibilidad física de las retroexcavadoras en 47,1%.

El cargador frontal presenta DF promedio es de 40,2%, con una desviación estándar de 34,2%, El análisis de los valores de DF sin tomar en cuenta el periodo abril-junio (equipo detenido), genera una DF promedio de 63,3% con una desviación estándar de 15,3%. Por lo tanto se estima la DF del cargador frontal en 48%.

En cuanto a los equipos auxiliares los tractores proyectan una disponibilidad física de 17,5%, por un (1) equipo detenido; el camión cisterna una DF de 73,4% y las motoniveladoras DF de 36,8%.

6.3 ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LOS TIEMPOS DE PARADA OPERACIONALES Y LOS TIEMPOS DE PARADA NO CONTROLADOS (ASOCIADO A LOS FACTORES CLIMÁTICOS) EN CACULO DE LA UTILIZACIÓN DE LOS EQUIPOS DE CARGA Y ACARREO.

La estimación actual de utilización de los equipos de acarreo disponibles en la flota es de 75,3%, y la utilización real en condiciones normales de operatividad es de 70,0%, esta diferencia está asociada tanto a la subestimación del valor de TPN y la no inclusión de la PA en la planificación actual.

El TPN está asociado a tiempos que forman parte de la operación pero que no son controlados de forma directa, esto incluye los cambios de operador, cambios de frente, necesidades personales, entre otros.

En la planificación de la utilización de los equipos de carga y acarreo debe incluirse el tiempo establecido como Pausa Activa (PA), equivalente a diez (10) minutos por turno, esta pausa es uno de los factores que incrementa los valores de TPN ya que el operador debe detenerse en un lugar seguro para iniciar la PA.

Los tiempos de parada asociadas al clima inciden directamente sobre la planificación, ya que disminuye la utilización de la flota, en la Grafica 07 se aprecia que el valor más alto en lo que va de año se registra en el mes de agosto y se promedia 1,1 horas de lluvia y neblina por turno, lo que equivale a una disminución de 9% en la utilización de los equipos de acarreo.

Se proyecta una disminución progresiva de los tiempos de parada por factores climáticos para los meses posteriores ajustándose al comportamiento cíclico de los periodos de lluvia anuales de la zona.

6.4 REVISIÓN DEL MÉTODO DE VALIDACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS BLOQUES DE MINERAL PLANIFICADOS PARA UNA PILA DE HOMOGENIZACIÓN.

La etapa de validación de los datos geológicos de los frentes planificados es una etapa importante del proceso de planificación ya que el mismo disminuye el grado de incertidumbre que genera el modelo, esto permite realizar una planificación ajustada a la realidad y por tanto más eficiente.

El levantamiento de los frentes en campo complementa la información del modelo y permite visualizar detalles que se escapan del alcance de la herramienta informática, ya que la misma toma los resultados de los análisis de laboratorio de los pozos perforados y los modela en forma de bloques.

CONCLUSIONES

- El proceso de planificación de mina se lleva a cabo de forma eficiente, tomando en cuenta todas las variables operacionales que influyen durante el proceso de conformación de la pila de homogenización.
- Las condiciones de la vialidad de la mina influyen directamente en la eficiencia proceso productivo, ya que las vías que muestran un estado de operatividad deficiente, disminuyen el rendimiento de los equipos, ocasionando un aumento en los ciclos de acarreo de material. Además de esto se pueden someter a los equipos a situaciones de desgaste excesivo y riesgo de colisiones o volcamientos. en líneas generales las vías presentan buenas condiciones operativas, salvo casos puntuales que están fuera de los parámetros óptimos de operatividad.
- El estado de los frentes de extracción de mineral es otro factor que puede generar disminución de la eficiencia de los equipos, áreas de maniobra reducidas, suelos no conformados generan aumento en los tiempos de maniobra y carga de material. La condición desfavorable del suelo en los frentes es la más frecuente y está asociada a la humedad. La conformación deficiente de los frentes genera zonas de acumulación de agua.
- La planificación de mina debe tener en cuenta las condiciones de mantenimiento de la flota, tanto de equipos de carga y acarreo, como de los equipos auxiliares. La disponibilidad física de los equipos es un indicador base para la planificación, ya que junto a la utilización determinan la capacidad de producción de la flota. Existe una disminución progresiva de la DF de los equipos como resultado del proceso de desgaste de los equipos, alguno de los equipos ya están en condiciones de desgaste.
- El deterioro o la obstrucción de los sistemas de drenaje influye directamente sobre el estado de las vías y los frentes de extracción, disminuyendo la eficiencia de las operaciones de mina.

- La utilización de los equipos se estima tomando en cuenta los tiempos de parada operacionales y por factores climáticos. Existe una disminución puntual de la utilización real respecto a la estimada, debido a la inclusión de la pausa activa dentro de las paradas programadas. La diferencia de la utilización estimada y la real también está asociada a un aumento significativo de los tiempos de traslado de personal, cambios de operador y paradas no controladas.
- La evaluación de los tiempos de paradas por factores climáticos es cónsona con las estadísticas de los periodos de lluvia durante el año, en el periodo más seco correspondiente al mes de febrero no se registraron paradas por lluvia o neblina, la tendencia es en aumento, hasta el mes de agosto donde se registran picos de tiempo de parada de 1,1 horas por turno. Este factor es un tiempo de parada no controlado pero que puede ser estimado y considerado dentro de la planificación mensual.
- La evaluación geológica de los bloques planificados, permite la validación de la calidad del material a extraer y realizar ajustes a la planificación para el cumplimiento de las metas de producción.
- El seguimiento en campo es una etapa importante del proceso de planificación de mina, esta permita verificar el correcto cumplimiento de las actividades, verificar posibles discrepancias en campo con la información del modelo que obliguen a la modificación de los planes. La comunicación entre los departamentos es vital para el desarrollo de las actividades.

RECOMENDACIONES

- Elaborar un plan de seguimiento del desarrollo de las vías y de la conformación de los frentes, para así monitorear que las actividades se lleven conforme a lo planificado y corregir las zonas donde las condiciones operativas no son óptimas.
- Incluir dentro en la estimación de la utilización de los equipos, la parada operacional identificada como Pausa Activa, y revisar el porcentaje asignado a los tiempos de parada no controlados, a fin de ajustar el valor de utilización estimada a la utilización real.
- Crear una base de datos de los tiempos de parada asociados a factores climáticos, a fin de estimar la afectación que pueda tener este factor, en un determinado mes, sobre la planificación.
- Elaborar un plan de seguimiento al estado del sistema de drenaje de la mina, que
-
- permita disminuir la afectación de las lluvias sobre las vías y los frentes de extracción. Haciendo especial énfasis en las labores de conformación de nuevas vías de acceso, esto permite disminuir las afectaciones a futuro sobre estas vías.
- Establecer un sistema de seguimiento al estado de los equipos de la flota, en conjunto con el departamento de mantenimiento, que permita verificar variaciones en la disponibilidad de los equipos que puedan afectar la planificación establecida.

REFERENCIAS

- CVM.DIVISIÓN NIQUEL. Gerencia de Mina. Manual de Planificación a Corto Plazo. Inédito
- Portal Minero S.A. (2006). Manual General de Minería y Metalurgia. Chile: Editorial Portal Minero Ediciones. 400p.
- REYES, R. 2010. Planificación de la Explotación de Mineral para la Conformación de la Pila 186-A, en Minera Loma de Níquel, Autopista Regional del Centro, Km. 54, Vía Tiara, Km. 19, estado Miranda, 41 p.
- Manual Komatsu Camión Volquete HD465.
http://index.infotax.org/Doku/Komatsu/ES/HD4657_ESSS016101_0502_16093.pdf.
Consultado 26 de septiembre de 2012.
- Manual Komatsu Cargador Frontal WA700-3.
http://www.equipmentcentral.com/north_america/data/new_equipment/WA700_3_A_ESS637-03_64039.pdf. Consultado 26 de septiembre de 2012.
- Manual Komatsu Retroexcavadora PL750-7.
http://www.komatsu.eu/new_equipment/displayFile.ashx?fileId=79706#page=10.
Consultado 26 de septiembre de 2012.