



REPÚBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO DE MOA
"DR. ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ"
FACULTAD DE GEOLOGÍA – MINERÍA
DEPARTAMENTO DE MINERÍA

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE MASTER EN TOPOGRAFÍA MINERA

**Título: Perfeccionamiento del Diseño de los Depósitos
Mineros de la Empresa Ernesto Che Guevara**

Autor: Ing. Yosmel Marsillí Mustelier

**Tutores: Dr. C Orlando Belete Fuentes
M. Sc. Licinio Matos Mejías**

Moa. 2013



RESUMEN

La presente investigación titulada Perfeccionamiento del Diseño de los Depósitos Mineros en la Empresa Ernesto Che Guevara tiene como objetivo Perfeccionar el diseño de los depósitos de mineral para lograr un mejor desempeño del estado operativo y tecnológico en el tratamiento de sus reservas.

La base tecnológica de esta unidad comprende la operación de los equipos mineros encargados de abastecer de mineral el proceso continuo de la fábrica así como la formación de reservas de este mineral en los depósitos.

Para darle cumplimiento al objetivo se analizaron los antecedentes y las variantes más recientes aplicadas en esta actividad, se caracterizó el estado actual con la observación visual y encuestas, se recopilaron los datos topográficos necesarios para el diseño y cálculo los indicadores técnicos de la nueva variante. Para esta variante, se destacan algunos indicadores económicos de ejecución y medidas preventivas de su impacto ambiental. Finalmente, se perfeccionó el diseño estructural de los depósitos mineros de la Empresa

Ernesto Che Guevara, se propuso la variante de Beneficio y remoción con cargador frontal, sobre lotes en plazoleta lateral de abasto para apilado con retroexcavadora a talud de secado natural y se calculó el costo de la variante seleccionada, estimada en 8.034 MM \$ por año, con un periodo de recuperación de 4 meses luego de establecerse el proyecto.

SUMMARY

The Mine of the Cmdte. Ernesto Che Guevara Company, began the first operations of feeding of mineral laterítico to the factory starting from the year 1985, with the purpose of producing the oxides of Nickel + Cobalt, product exported toward many countries of the world. The technological base of this mining unit understands the operation of the mining teams in charge of supplying of mineral the continuous process of the factory as well as the formation of reservations of this mineral in the deposits.

Valuing the incidence that you/they have these deposits in their operation and stability in the supply of the homogenized mineral and I dry off to the industrial process, he/she is carried out the present work whose title is "Improvement of the Design of the Mining Deposits in the Ernesto Che Guevara Company" with the objective of a variant that improves its operative state and the execution of its social object inside the activity producer settling down.

To give execution to these objectives they were carried out bibliographical searches with relationship to the topic, a theoretical mark of investigation was elaborated, the state of the thematic one was studied in Cuba and other countries, the antecedents and the most recent variants were analyzed applied in this activity, the current state was characterized with the visual observation and you interview, as well as, by means of the field work the necessary

topographical data were gathered for the establishment and calculation the technical indicators of the new variant.

For the new variant, they stand out some economic indicators of execution and preventive measures of their environmental impact. Finally, the interpretation of these results summary in the conclusions and recommendations of this work.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Introducción	1
1.2 Flujograma de la investigación	2
1.3 Análisis bibliográfico	3
1.4 Estado de la temática en el mundo	4
1.5 Estado de la temática en Cuba	5
1.6 Bases teóricas de la investigación	8
1.7 Conclusiones del marco teórico de la investigación	9
CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.1 Introducción	10
2.2 Caracterización de la Unidad Básica Minera	11
2.2.1 Ubicación geográfica	11
2.2.2 Breves características geológicas y topográficas de los yacimientos de mineral	12
2.2.3 Sistema operativo de la entidad minera	16
2.3 Descripción del objeto de los depósitos de mineral	17
2.3.1 Antecedentes en los laboreos de los depósitos	17
2.3.2 Localización geográfica	20
2.3.3 Caracterización estructural de los depósitos de mineral	20
2.4 Sistema operativo de los depósitos. Estado y situación actual	22
2.4.1 Pilas lineales remontadas con cargadores frontales o retroexcavadoras	22

(Variante I)	
2.4.2 Conos remontados con excavadoras Dragalinas ESH – 5/45 desde el piso, desde la cima de la pila o desde uno de los taludes de la propia pila (Variante II)	24
2.4.3 Pasteles por hileras de capas distribuidas con topador frontal o cargador frontal, compactadas con estos o con compactadores ligeros (Variante III)	27
2.5 Consideraciones generales	29
2.6 Conclusiones del capítulo	30
CAPÍTULO III. RESULTADOS DEL CASO DE ESTUDIO	31
3.1 Introducción	31
3.2 Análisis de encuesta aplicada a los trabajadores	32
3.3 Bases generales del trabajo topográfico	32
3.4 Levantamiento topográfico y base de apoyo	34
3.5 Diseño de la base de datos	35
3.6 Conceptos generales en la selección del nuevo esquema de construcción de los depósitos	38
3.6.1 Generalización de la variante	39
3.6.2 Determinación de los parámetros de la pila patrón	40
3.7 Volumen y horas de estos trabajos para la plataforma	42
3.8 Aspectos generales a considerar en la aplicación de la nueva variante	43
3.9 Plan económico	44
3.10 Construcción de viales	45
3.11 Canales de drenajes	46
3.12 Plan de protección del medio ambiente	48
3.13 Conclusiones del capítulo	49

CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXO	55

INTRODUCCIÓN GENERAL

La minería es la obtención selectiva de los minerales y otros materiales de la corteza terrestre, denominada como la actividad económica primaria más importante de cualquier país en la obtención de beneficios económicos y para el consumo de sus sectores industriales y de la construcción. El incremento de esos niveles de producción conlleva a la búsqueda de nuevos métodos de trabajos encaminados a su perfeccionamiento. La sostenibilidad de la actividad minera moderna tiene como base alcanzar las herramientas que, eleven los indicadores productivos, economice sus inversiones, haga más eficiente y segura las operaciones y reduzca los daños ambientales de su entorno.

En los últimos años estos conceptos han adquirido relevancia, justamente porque brindan una imagen sintética del conflicto entre la minería y el ambiente, facilitando la toma de decisiones a la hora de estudiar, explotar y rehabilitar los terrenos luego de la extracción sus recursos naturales.

La minería del níquel a cielo abierto es muy productiva, se desarrolla en un ambiente de seguridad, lo cual acrecienta las posibilidades para el mantenimiento de buenas condiciones higiénico - sanitarias para el trabajador. La construcción de los caminos mineros es de bajo

costo y se produce en un tiempo razonablemente corto. Todo esto la convierte en una actividad rentable y de rápida recuperación de la inversión. Un aspecto importante lo constituye el hecho de que se pueden introducir con más facilidad nuevas tecnologías de producción y además se facilitan las labores de mantenimiento de los equipos. Es particularmente más agresiva con relación a otros tipos de explotación de yacimientos minerales, por que se desarrolla en un extenso espacio de terreno y produce afectaciones al manto freático en una región más amplia.

La actual lejanía y complejidad de transportación desde los yacimientos para aportar el volumen y calidad requeridos del mineral, reduce la flexibilidad de las operaciones mineras, lo que pone bajo tensión la estabilidad de la producción metalúrgica. Con el objetivo de mejorar estas contingencias se disponen de un sector de almacenamiento de mineral, llamados depósitos de mineral. En ese sentido esta encaminado la realización de este trabajo, para asegurar la mejor disposición y manejo de los recursos minerales explotados.

Tomando en consideración lo antes expresado, el objetivo de perfeccionar el diseño estructural de los depósitos de mineral laterítico en la Empresa Ernesto Che Guevara, determina el basamento teórico y practico que sustenta este trabajo. Los resultados obtenidos evidencian que su aplicación responde en mayor grado a los requerimientos de la investigación.

La topografía como ciencia geométrica aplicada es el campo del trabajo en general. El propósito es plasmar en un plano topográfico la realidad vista y la descripción de los elementos existentes por la medición de puntos o levantamiento tridimensional del área que

ocupan los depósitos mineros. Este trabajo representa un paso adelante para lograr el desarrollo sostenible de la esfera geólogo – minera de la empresa, enmarcado en los Lineamientos que rige la política económica y social de Cuba.

PROBLEMA:

Necesidad de perfeccionar el diseño de los depósitos mineros en la Empresa Ernesto Che Guevara para el mejoramiento de las operaciones y estabilidad del suministro de mineral.

OBJETO DE ESTUDIO:

Conjunto de los trabajos topográficos en el diseño de los depósitos mineros.

CAMPO DE ACCIÓN:

Depósitos de mineral.

OBJETIVO GENERAL:

Perfeccionar el diseño de los depósitos de mineral para lograr un mejor desempeño del estado operativo y tecnológico en el tratamiento de sus reservas.

HIPÓTESIS:

Si se define la base tecnológica y operativa de los depósitos mineros y se determina e implementa la variante ideal para el diseño, ejecución y control estructural, entonces, se podrá perfeccionar el diseño de estos depósitos de mineral laterítico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analizar los antecedentes de la temática a nivel internacional y nacional.
- Caracterizar la geología de los yacimientos que proporcionan el mineral al depósito.
- Definir la base tecnológica y operativa de los depósitos mineros.
- Determinar e implementar la variante ideal para el diseño, ejecución y control estructural de estos depósitos mineros.

APORTE PRÁCTICO EN LA INVESTIGACIÓN:

Obtención de un esquema constructivo de los depósitos de mineral que considere el mejoramiento de sus condiciones operativas y el cumplimiento de sus objetivos.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:

1. Etapa facto – perceptible

Revisión bibliográfica y de documentos técnicos para conocer los antecedentes del problema y su desarrollo histórico.

2. Etapa del análisis teórico

Métodos teóricos:

- Histórico - Lógico al analizar la evolución y tendencias actuales del problema.
- Hipotético - Deductivo al formular la hipótesis de la investigación.
- Analítico – Sintético al realizar el análisis del objeto de estudio teniendo en cuenta su relación con los elementos y factores que lo componen.

Métodos Empíricos:

- La observación directa para la caracterización del problema.
- Consultas a expertos y documentación técnica para diagnosticar la situación actual del problema.
- Estudio didáctico del caso en cuestión.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

1.8 Introducción

La minería a cielo abierto es una de las actividades humanas que en mayor medida alteran la morfología de las zonas a las que afecta. Este sistema de producción de materias primas supone la extracción de los materiales estériles que se superponen a las masas mineralizadas, creando huecos de considerables proporciones que sólo en ocasiones vuelven a llenarse.

Los estudios geológicos seguidos de las operaciones de extracción y transporte de mineral son las actividades fundamentales de los trabajos mineros de la empresa, los cuales requieren en todo momento de una sincronización armónica, que beneficie las exigencias del proceso industrial y las condiciones del entorno. El suministro directo de mineral a la fábrica debe cumplir con los requerimientos de calidad y volumen planificado, mínimo de empobrecimiento, flujo continuo de alimentación y utilización apropiada del conjunto de equipos. Para equilibrar estas fluctuaciones se destinan los depósitos de beneficio,

homogeneización y secado solar, encargados del almacenamiento y manejo de las reservas de minerales creadas con ese fin.

Fue de vital importancia la familiarización con el tema de los depósitos por medio del estudio bibliográfico de las experiencias más destacadas dentro y fuera del país. Para trazar la línea de esta investigación, se elaboró el esquema de las etapas de trabajo que describe las principales acciones que se desarrollaron.

Siendo el principal caso de estudio, perfeccionar con métodos topográficos el diseño y el control estructural de los depósitos de mineral laterítico conformados en las proximidades de la fábrica. El trabajo requirió de un amplio estudio de campo y gabinete con la utilización de software topográfico para efectuar los cálculos y obtención de los resultados que permitieran alcanzar los objetivos establecidos.

1.9 Flujograma de la investigación

La investigación fue dividida en tres etapas, donde la elección de los diferentes métodos de trabajo se basa en la necesidad de seguir la secuencia lógica para la identificación, la caracterización y valoración de todo el contenido de esta investigación. A partir de esta premisa, los métodos científicos particulares que fueron seleccionados y aplicados en cada etapa, son los siguientes:

A: Revisión bibliográfica y procesamiento de la información con el estudio de los antecedentes y tendencias actuales de la temática.

B: Diagnóstico de la metodología y caracterización del objeto de estudio.

C: Procesamiento de la información y diseño general del trabajo.

Tabla # 1.1 Etapas de trabajo

	A	B	C
1	Definir el objetivo principal	Caracterizar las áreas de estudio y condiciones de trabajo	Procesamiento de la información y elaboración de la memoria
2	Seleccionar los métodos de trabajo	Definir prioridades de la investigación	Procedimiento de cálculo y uso de software
3	Búsqueda bibliográfica y actualización del tema	Encuestar sobre el tema	Obtención de resultados y anexos
4			Caso de estudio
5	Cumplimiento de objetivo general		

1.10 Análisis bibliográfico

Durante el desarrollo de la investigación se consultaron un total de 49 materiales bibliográficos, de los cuales, sólo se señalan los que en mayor medida sirvieron de base para

la realización de la misma. De ahí se orientó la investigación en dos direcciones fundamentales 1) el enfoque teórico y metodológico de esta investigación y 2) desarrollo técnico y práctico con el trabajo de campo.

1.11 Estado de la temática en el mundo

En 1972 fue celebrado en Estocolmo, Suecia, una Conferencia sobre Desarrollo Geológico, Minero y Medio Ambiente donde se exponen algunas metodologías para la formación y tratamiento de los depósitos de minerales metálicos y no metálicos, estableciéndose algunos prototipos destacados hasta la actualidad.

Mateus U. (NES. Tocantins, Brasil (1987) Aplicó el esquema de apilado por explanación con topadores frontales desde bultos y remoción con grada para su evacuación con cargadores frontales o retroexcavadoras que en estos depósitos de ferrosilicio posibilita un alto grado de manejo de los volúmenes de este mineral. Por su diseño logra un buen nivel de homogeneización y mezcla de las menas tratadas en pilas simultaneas de poca altura, asimila la descarga diaria de grandes volúmenes de mineral por que se forman hasta tres horizontes de deposición así como se versatiliza las operaciones de los equipos en su primera fase de beneficio en superficies horizontales compactadas. Aunque ha sido modelo

para su aplicación en países europeos, tiene una baja capacidad de secado natural y bajo tratamiento en la segregación de rocas estériles.

Phillips T. (INC. Río Tuba, Filipinas (1980) Introdujo la idea del apilado con cargadores de brazos extra-largos desde hileras de bultos a taludes abovedados y evacuación por capas abovedadas con cargadores de brazos extra-largos, esto parte de un proyecto de beneficio rápido de estos stock de lateritas. La formación de estas pilas de poco ancho se realiza con cargadores mediante de deposición de capas que van formando una pila en forma de parábola, controlándose el rechazo de rocas sobredimensionadas, por su compactación tolera altos niveles de precipitaciones y logra aprovechar la superficie útil donde se sitúan. En su aplicación se considera que las dimensiones de la pila se ven limitados por el órgano de carga así como su arranque se efectúa de forma irregular.

Punkary J. (GNM. New Caledonia, South Pacific (2001) Desarrolló la novedosa técnica en la explotación de las lateritas del proyecto Goro Nickel Mine, para el suministro de estos minerales de altas concentraciones por banda transportadora y su acopio en almacenes cubiertos. El tratamiento de las menas almacenadas en estos locales posibilita cierto control de la oxidación y/o fuga de elementos contenidos en su estructura. La humedad de entrada del mineral es reducida en un 30 – 34 % por el empleo de subestructuras de vaporización así como la emanación de polvo y gases a la atmósfera es controlada en grandes niveles. Este sistema reduce la formación de múltiples pilas de mineral por el espacio que ocupa dentro de la estructura y requiere que el material esté previamente triturado o mullido. Estas instalaciones, por su tecnología y costo de beneficio se han expandido por el mundo aunque se establecen en empresas con altos requerimientos de procesamiento.

1.12 Estado de la temática en Cuba

En Cuba, esta temática tiene como antecedentes las investigaciones realizadas por profesionales del sector minero metalúrgico con experiencias internacionales adaptadas a las condiciones locales.

M. León (ECG (2002) Las operaciones en los depósitos lateríticos mediante el apilado por empuje horizontal con topadores frontales a talud natural y evacuación con dragalina fue ideado para el almacenamiento de grandes volúmenes de mineral en pocos sectores dentro de este campo. La estructura inicial de la pila sirve de plazoleta para el acceso y descarga de los camiones en los bordes y la operación de un bulldózer sobre esta base para evacuar el mineral por el talud. Este esquema logra un alto nivel de homogeneización del mineral y estructuración compacta de la pila. Tiene la incapacidad de continuar conformándose en tiempos prolongados de lluvia, se reduce la posibilidad del secado natural del mineral así como depende del órgano de arranque de la excavadora.

Estenoz. S y Rondón. E (CEINNIQ (2000) El esquema de apilado por remonte con excavadoras directas desde hileras de bultos a taludes planos y naturales con remoción por rastrillos o cucharas anchas para la evacuación con cargadores frontales fue innovado con el SIPREMI y patentado como tecnología cubana. Los procedimientos que se establecen en la preparación y desarrollo de los depósitos de minerales metálicos y lateríticos es su alta capacidad de trasegar y combinar los volúmenes de minerales en grandes pilas. Se controla la segregación de rocas sobre dimensionadas con equipos auxiliares, puede operarse aún en

condiciones de intensas lluvias y la conformación de las pilas son efectivas para el secado por la energía solar. Su aplicación requiere un complejo tecnológico de transportadores para una constante remoción, tiene riesgos de derrumbes naturales y esta limitado a la formación de 2 pilas paralelas en cada sector del depósito.

Segundo H. y Polanco A. (PSA (2004) Trabajó la variante de apilado con cargadores frontales o topadores frontales desde bultos naturales y evacuación de las pilas con cargadores frontales. Es el método más extendido en el mundo por la facilidad de operación y combinación de materiales de todo tipo. Logra la formación de pilas de mediana altura y de poca compactación lo que ayuda en la evacuación con estos medios. Durante la remoción y la extracción se barren las rocas que se depositan por decantación en el pie de la pila, no se producen derrumbes naturales, es efectivo el secado solar en algunas temporadas y se pueden formar pilas simultáneas en un mismo sector del depósito. Su aplicación está limitado al alcance del órgano de remoción y los accesos entre lotes y en temporadas de lluvias se reduce la operación de evacuación; aunque algunos sectores industriales en el mundo se optan por cubrirlos para reducir la carga de humedad.

Labrada J. (ECG (2010) El diseño del apilado y remoción por empuje horizontal con cargadores o topadores frontales sobre lotes en plazoleta o desde hileras de bultos a talud natural y evacuación con retroexcavadora es una variante que se desarrolló con cierto grado de éxito en estos últimos años. La operación consiste en el movimiento de las masas lateríticas para la conformación de una pila pastel que ocupará cada sector del depósito y donde la torsión consecutiva de los bultos de mineral con el buldózer posibilitará su homogeneización y relativo secado solar. Estos trabajos están dirigidos a la conformación

sobre una plataforma de un cuerpo mineral horizontal, contornos de regular dimensiones y una altura de 10 – 14 m.

Este tipo de depósito posibilita un abasto constante en los múltiples horizontes de descarga, requiere de la construcción de pocos viales compactados, el empuje logra el vuelco natural del mineral en los bordes del talud así como se alterna con la formación de pilas de mineral en la superficie luego de alcanzar las dimensiones planeadas. Contraviene la necesidad de muchos trabajos de remoción por medio de los equipos, no se puede controlar en gran medida el saneo de rocas sobre dimensionadas que subyacen, por la compactación de las capas se requerirá de un equipo de arranque, la operación de los camiones se dificulta en tiempos prolongados de lluvias por el esponjamiento de las vías de tránsito así como asimila grandes volúmenes de lluvias precipitadas.

1.13 Bases teóricas de la investigación

La complejidad en la selección de la variante tecnológica más adecuada para el mejor diseño y construcción depósitos de mineral en general está relacionada con la posibilidad de lograr una correcta ejecución y efectivo laboreo de explotación que intensifique su utilización en el abasto y suministro de mineral seco, con una correlación integral con las operaciones mineras teniendo en cuenta el grupo de factores tecnológicos, organizativos y ambientales que intervienen en estas esferas.

Las causas que dificultan la correcta coordinación cualitativa de los sectores del depósito de mineral se resumen en:

- Poco aprovechamiento de las superficies útiles para el máximo almacenamiento del mineral.
- Utilización de gran cantidad de material para relleno y compactación del piso.
- Reducción del equipamiento para remover y empujar los volúmenes de mineral descargado con el objetivo de homogeneizarlos.
- Escasa evacuación de las aguas de lluvias acumuladas.
- Poca inversión en tecnologías que mejore su desempeño.

El enfoque anterior asegurará la comprensión de estas primicias en el estudio de las vías de perfeccionar y estabilizar los objetivos para los cuales los depósitos son proyectados. En correspondencia con esto, se requiere la elección de la variante más adecuada con el apoyo del conjunto de los trabajos básicos y auxiliares que garanticen el mejoramiento de sus resultados.

1.14 Conclusiones del marco teórico de la investigación

La argumentación de los conceptos establecidos en el marco teórico de la investigación servirá de base para el desarrollo de esta investigación. A partir de la bibliografía consultada y las temáticas abordadas se resume lo siguiente, los conceptos y términos que se manejan son de actualidad, algunas metodologías tienen una relevante aplicación para las condiciones locales así como la tecnología recomendada para estos trabajos existe en el territorio. La alternativa será la aplicación de una variante que mejore la estabilidad del abastecimiento de mineral, una positiva coordinación de las operaciones así como la minimización del impacto ambiental que estos trabajos suelen generar.

CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Introducción

Las exigencias diarias de elevar los indicadores de efectividad y productividad del mineral minado desde los frentes de explotación hacia los depósitos de mineral y el suministro de este mineral homogeneizado y con cierta reducción de los niveles de humedad a la fábrica, constituyen premisas indispensables de la empresa dentro de los parámetros necesarios en la planificación y organización de los trabajos en este sector.

La caracterización general de los depósitos de mineral está vinculada al desarrollo de las actividades geólogo - mineras y tecnológicas que en este sector se ejecutan dirigidos al beneficio y suministro de mineral en cantidad y calidad para satisfacer las exigencias de la industria. Estas operaciones se realizan en condiciones normales, en un terreno poco

complejo y la disposición de un equipamiento que da respuesta a las necesidades de la producción.

El sistema operativo de los depósitos mineros ha tenido disímiles variantes de aplicación, todos con mayor y menor grado de efectividad en el modo de ejecución, organización y planificación de los trabajos. En la concepción de esta investigación se analizan y excluyen las variantes que no ofrecen ventajas en su aplicación y producto a la combinación tecnológica de dos variantes se establece una variante más prometedora.

Actualmente se estudian otras variantes para la aplicación en los proyectos que con este fin se ejecuten. Para darle cumplimiento inmediato a estos objetivos se propone una variante que intenta mejorar las condiciones generales de trabajo, aumentar la capacidad de reservas almacenadas, cumplir el plan estratégico del proceso industrial y afectar en menor grado el entorno.

2.2 Caracterización de la Unidad Básica Minera

2.2.1 Ubicación geográfica

La mina de la fábrica Comandante “Ernesto Che Guevara” se encuentra ubicada al nordeste del municipio Moa, provincia Holguín. A 5 km de la Ciudad de Moa y a 2 km del poblado de Punta Gorda, colindante con la costa norte y entre los ríos Moa y Cayo Guán, formando parte del macizo montañoso de Sagua – Moa – Baracoa.

El relieve de la zona se caracteriza por su inclinación hacia el Norte con rangos de pendientes variables y desmembrados en tres sectores por valles muy profundos, correspondientes a las áreas inter fluviales Moa – Yagrumaje – Cayo Guán, que se caracterizan por formas aplanadas con cañadas y valles formados en el período de Peniplanización con los desniveles relativos del relieve que oscilan entre 40 y 120 m, siendo las cotas absolutas de 0 - 185 m sobre el nivel medio del mar.

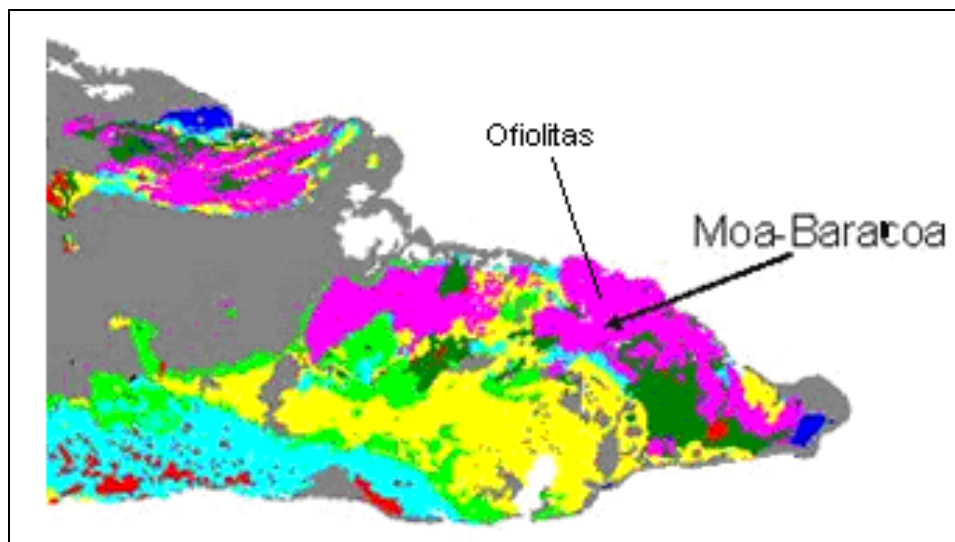


Figura # 2.1 Ubicación geográfica de la región minera

El clima es tropical, con temperaturas aproximadamente de 27 °C todo el año, en el verano de 30 °C a 34 °C y en el invierno de 22 °C a 26 °C. En el año ocurren dos períodos de precipitaciones prolongadas correspondientes a los meses Mayo – Junio y Octubre – Diciembre, así como dos períodos de secas comprendidos entre Febrero – Abril y Julio –

Septiembre con lluvias en forma de chubascos. La cantidad de precipitaciones oscilan en amplios límites para una media de 1 500 -1 800 mm al año.

2.2.2 Breves características geológicas y topográficas de los yacimientos de mineral

Esta mina está conformada por cinco yacimientos que integran la concesión de explotación de la fábrica, los cuales son: Yacimiento Punta Gorda, Yacimiento Yagrumaje Norte, Yacimiento Yagrumaje Oeste, Yacimiento Yagrumaje Sur y Yacimiento Camarioca Este.

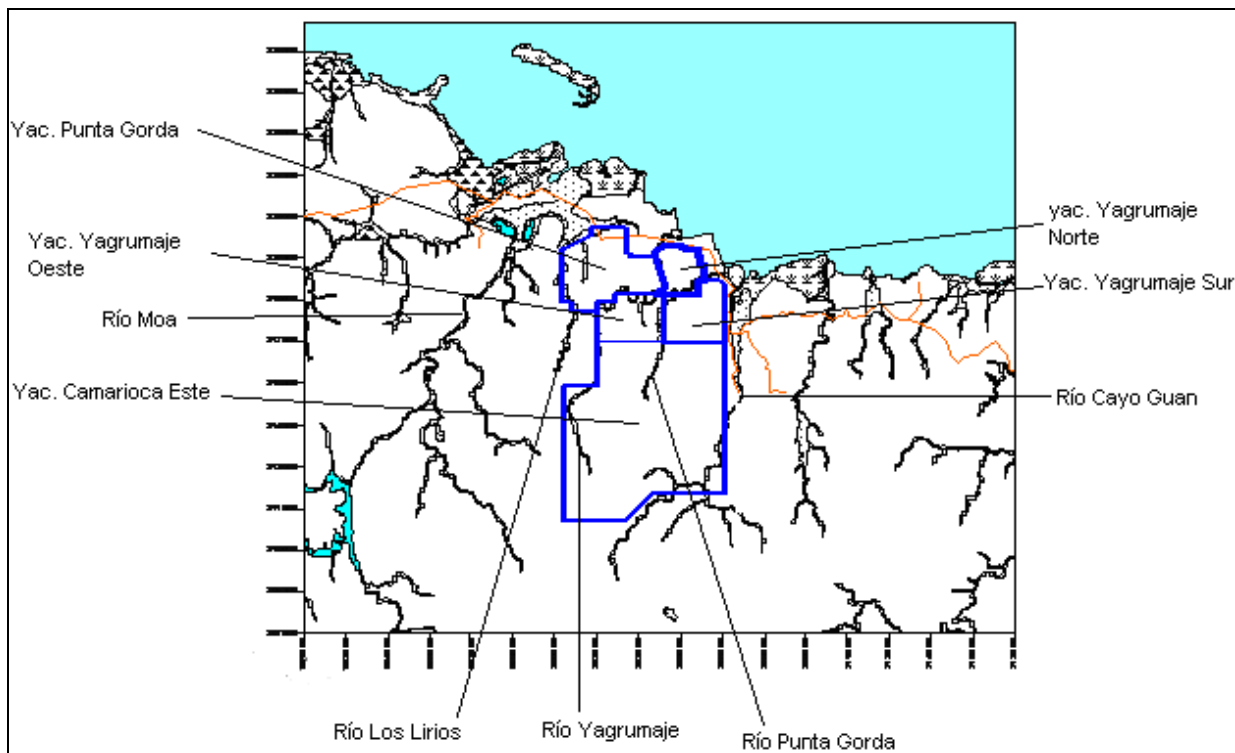


Figura # 2.2 Ubicación del enclave minero y concesiones de los yacimientos

Yacimiento Punta Gorda: El área está limitada por las coordenadas del Sistema Lambert X = 699 800 - 704 100, Y = 218 600 - 221 900; con un área de 6.25 km². Las coordenadas

geográficas $Y = 20^{\circ} 38' 2''$, $X = 74^{\circ} 52' 8''$, con los siguientes límites naturales: al Norte las costas del Océano Atlántico, al Sur la línea convencional del yacimiento Yagrumaje Oeste, al Oeste los límites del yacimiento Moa Oriental (PSA) y al Este algunas elevaciones y el río Yagrumaje.

Este yacimiento agotado en su totalidad preserva algunos depósitos de complejos Ofiolíticos de rocas de Serpentinitas apoharzburguíticas y Harzburgitas serpentinizadas. Con desarrollo en todo el yacimiento y asociadas la masa de mineralización y predominio aún de minerales de serpentinas de baja calidad y minerales arcillosos estériles así como acumulaciones de Plagioclasitas, Anfibolitas y Gabros olivínicos cerca del río Yagrumaje. Presenta un relieve moderado con inclinación hacia el norte y con rangos de pendientes variables. Las potencias de las menas oscilan en 10.5 m y el estéril de 6 m, con la relación de escombros / mineral aproximadamente de $0.45 \text{ m}^3/\text{t}$.

Yacimiento Yagrumaje Norte: Tiene un área de 2.5 km^2 con forma bastante regular de dimensiones de largo y ancho, ubicándose a 3 km de la base industrial en una meseta aplanada y con inclinación de sur a norte desde las cotas 100 -110 m hasta 20 – 40 m. Las menas se relacionan principalmente con las formaciones friables de la corteza de intemperismo in situ y sus productos, excepto en las partes del yacimiento con pendientes abruptas.

Las potencias promedio de las menas LB + SB es de 9 m, variando desde 2.5 m hasta 16 m, con aumentando desde las partes periféricas hacia las partes centrales del yacimiento.

Las características mineralógicas de este yacimiento son similares al anterior y presenta

además depresiones del relieve producto al horizonte acuífero subterráneo y la erosión de las aguas superficiales.

Yacimiento Yagrumaje Sur: Ocupa un área de 3.65 km² y a partir de este comienzan a extenderse los yacimientos de la base industrial. Ubicado a 5 km presenta una corteza de intemperismo del tipo residual in situ, formada por la acción de los agentes de intemperismo en el sustrato rocoso. La potencia de la masa mineral que contiene los elementos valiosos fundamentales de NiO, Fe₂O₃ y CO oscila entre 2 m y 20 m con media de 8 m, con una relación escombros / mineral de 0.25 a 0.4 m³/t.

Yacimiento Yagrumaje Oeste: Ocupa un área de 4.5 km². Este y los siguientes presentan menas de LB + SB en formas de cuerpos minerales, determinándose hasta 24 de estos sectores en cada yacimiento. Las rocas que componen el sustrato son representativas del corte Ofiolítico, destacándose las Harzburgitas y las Serpentinas fundamentalmente Crisotilos y Antigoritas, rocas del complejo cumulativo con colores gris oscuro verdoso, gris, gris oscuro negruzco y pardo verdoso. También se presentan zonas de talquitización y argilitización como alteraciones más frecuentes.

Yacimiento Camarioca Este: Presenta un área total de 19 km², con potencias reducidas de 5 - 8 m promedio y es el yacimiento más alejado del complejo minero a unos 10 – 12 km sin actividades de explotación en la actualidad. Por su yacencia es una corteza de tipo superficial desarrollada en forma de manto, en ocasiones interrumpida por afloramientos de la roca madre que aparecen como una gran superficie de nivelación de relieve erosivo – denudativo con pendientes suaves que se hacen bruscas en los límites del desarrollo de la corteza.

Las menas LB + SB se encuentran distribuidas en diferentes cuerpos minerales que se caracterizan por su diversidad de tamaños, formas y potencias de las menas con cubiertas de estériles reducidos para una relación escombro / mineral de 0.22 a 0.3 m³/t. El acceso es a través de caminos construidos para las actividades de desarrollo geológico, pero estos no poseen condiciones para la actividad minera. Este se encuentra bastante distante de la mina y requerirá de prolongación de los caminos existentes.

2.2.3 Sistema operativo de la entidad minera

La mina está destinada para proveer de mineral esta industria que trabaja con un proceso metalúrgico CARON de reducción, lixiviación y sinterización. Inició las actividades mineras en 1985, incrementando a partir de los años '90 los indicadores de producción por año debido a la incorporación de novedosos medios técnicos de explotación.

Su objeto social lo cumple por medio de los trabajos de desarrollo y exploración geológica, la preparación minera y construcción de caminos ejecutados con buldózer Komatsu D85E, LIEBHERR PR742 y DRESSTA TD20 M, con retroexcavadoras LIEBHERR R974 de 4 m³ de capacidad y camiones articulados VOLVO A40D y A40E de 40 t.

Seguido de la extracción y transporte del mineral hacia la fábrica y depósitos con un equipamiento que comprende excavadoras Dragalinas ESH – 5/45 de 6 m³ de capacidad, retroexcavadoras LIEBHERR PR742 de 4 m³ y camiones articulados VOLVO A40D y A40E de 40 t y rígidos TEREX de 60 t. Además de estos equipos, se utilizan cargadores frontales

VOLVO 180F de 4.4 m³ y otros equipos auxiliares. Por último se ejecuta la rehabilitación forestal de todas las áreas agotadas.

2.3 Descripción del objeto de los depósitos de mineral

2.3.1 Antecedentes en los laboreos de los depósitos

Los depósitos o almacenes de mineral están destinados para el almacenamiento de un volumen de mineral que se planifica con el objetivo de crear una reserva que armonice la producción cíclica de la mina hacia la industria. También que posibilite las mezclas de las diferentes menas que se suministran desde los frentes de minería de modo tal que permita un determinado grado de homogeneización del material para alcanzar un índice de calidad beneficioso para el proceso. Por lo general se proyectan en zonas cercanas a la industria donde existan las condiciones favorables para el manejo y control de estos recursos por un personal encargado para estas labores.

Los primeros trabajos desarrollados en este sentido (1986) fueron consignados en el área que ocupa el depósito exterior ubicado entre la instalación de recepción y clasificación de

mineral y la planta de Secado de mineral. El mismo se diseñó para almacenar 300 000 t de mineral clasificado (< 100 mm). La tecnología para el remonte homogenizador y alimentación de las pilas de mineral era realizada por cuatro grúas Gantry de fabricación soviética que recogían con jaibas el mineral descargado por los transportadores 4A (este) y 4B (oeste) y acopiado en sus seis galerías.

Estas grúas distribuían el material a lo largo de un perímetro rectangular de trabajo, formando múltiples capas en pilas de mineral que alcanzaban hasta 16 m de altura y 150 m de longitud, luego se hacían proyectos de perforación y análisis geológicos para conocer el criterio de la mezcla alcanzada. A partir del año 1998 fue cesando la explotación de este sitio por el deterioro de su base técnica, iniciándose la construcción de dos instalaciones de transportadores que enlazaron las dos plantas.



Figura # 2.3 Instalación del Depósito exterior y grúas Gantrys

Entre los años 1998 y 2000 se iniciaron las labores para la construcción del depósito principal de mineral en áreas de la base minera. Estos fueron ubicados en zonas agotadas del yacimiento Punta Gorda, 550 m al sur del punto de alimentación. Se proyectaron primeramente tres de estos sectores y se construyeron con bases de 3 – 4 m de altura con minerales de beneficio de los frentes e intercalaciones de mineral baja ley en el escombros. Hasta este periodo las fábricas René Ramos Latour de Nicaro y Ernesto Che Guevara de Moa fueron las más destacadas en el manejo de grandes volúmenes en depósitos de acopio de mineral.

En el periodo de 2002 - 2004 se acometieron algunos proyectos para el incremento planificado, muestreo y homogeneización del mineral en los depósitos de la mina, realizados por empresas contratadas como Ceproníquel, el ISMM de Moa y el Centro de Investigaciones del Níquel; lográndose algunos resultados satisfactorios. A partir del mes de octubre de 2004 se realizaron otros estudios de factibilidad metalúrgica sustentados por otras experiencias internacionales que establecieron a los depósitos en instalaciones para el almacenamiento, homogeneización y secado solar del mineral (Estenoz, 2007). Esta definición se mantiene en la actualidad pero su práctica ha tenido algunas dificultades en el modo de tratamiento y ejecución de estas labores.

Los factores que condicionan los problemas que hasta hoy enfrentan los trabajos en los depósitos son los siguientes: bajo aprovechamiento de las reservas mineras, altas emanaciones de polvos y gases a la atmósfera, variabilidad de la calidad del mineral en los flujos de abasto a la fábrica, pérdidas y empobrecimiento del mineral, baja asignación del equipamiento para estas labores, disminución de la productividad de secaderos y molinos con las menas procesadas con incremento del consumo de petróleo. Se puede precisar que la ECG ha sido pionera en el territorio en esta actividad con carácter científico.

2.3.2 Localización geográfica

El área principal que ocupan los depósitos de mineral está ubicado entre los bloques Q-52 y Q-53 al Este del yacimiento Punta Gorda. Está limitado por las coordenadas locales N-6166, N-6416 y E-6250, E-6400 localizándolo al Sur del camino principal y cerca de la línea divisoria de los yacimientos Punta Gorda y Yagrumaje Norte. Situado a una distancia de 550 m del punto de recepción de la fábrica, se ubica en un terreno que desciende en pendiente de 2 – 3 % de sur a norte. El perímetro total que ocupa es de 6.5 hectáreas, contiene 6 plataformas, viales, trincheras de drenajes y una instalación de muestreo.

2.3.3 Caracterización estructural de los depósitos de mineral

Su planificación y construcción transita por varias etapas fundamentales, la correcta ejecución de estos trabajos permitirá cumplir con su pasaporte técnico.

Preparación del área de trabajo: Se desbroza toda el área que ocupará el depósito y se evacuan todos los restos de plantas así como cualquier material extraño.

Explanación y conformación del piso del depósito: Después de replanteados los bordes de las plataformas se comienza a explanar el piso desde el centro hacia los laterales, extrayendo material y depositándolo en la parte más baja hasta obtener una pendiente de 2 % hacia donde se desplazarán las aguas de lluvias que subyacen. El material sobrante se depositará en otras zonas de la plataforma con el objetivo de construir vías y pasos compactados.

Construcción de las plataformas para la descarga de los camiones y operación de

equipos de carga y empuje: La plataforma se rellena con material procedente de los frentes

de destape o baja ley previamente seleccionados, este material será depositado por los camiones en el área y luego se emparejará con buldózeres en capas de 20 a 25 cm hasta la altura de 2 o 2.5 m. Una vez explanado el material se compactará desde los bordes hacia el centro, a los bordes se le dará un mayor grado de compactación con el compactador.

El flujo de la mena desde los frentes de extracción hasta las áreas de almacenamiento irá incrementando los niveles de los depósitos, su posterior tratamiento y manejo también forman parte del pasaporte técnico a cumplir. Otros factores que se consideran son los parámetros de calidad (Ni, Fe, Co, SiO, MgO) y la humedad relativa de 36 – 38.9 % contenido en el volumen de mineral.

Lotes: Bultos de mineral formado por la descarga de un número determinado de camiones, 20 ó 25 camiones provenientes de uno o varios frentes de minería, para formar las hileras.

Hileras: Alineación del mineral formado por una cantidad determinada de lotes, hasta 4, para formar una pila.

Pila: Cuerpo de mineral de mayor dimensiones producto del remonte de las hileras; entre 4 y 6 hileras.

Depósito: Superficie del terreno ocupada por un número determinado de pilas con volumen y calidad conocidos.

2.4 Sistema operativo de los depósitos. Estado y situación actual

El sector de los depósitos de mineral está ubicado en una zona cercana al punto de recepción de la fábrica, concebidos para satisfacer la alimentación del mineral en un ciclo de tiempo relativamente corto. Las soluciones constructivas de la base y viales del mismo fueron previstas de forma tal que el grueso de este trabajo fuera realizado con material extraído en el destape de zonas cercanas. Las seis plataformas que conforman el depósito tienen áreas de irregular dimensiones, algunas varían desde 15 000 m² hasta 120 000 m², aunque no ha sido eficaz para una operación tecnológica uniforme, en algunos casos posibilita el manejo estratégico de los volúmenes y la calidad del mineral acopiado.

En el periodo comprendido entre 2005 – 2012 se ejecutaron algunas variantes en la formación y tratamiento de los volúmenes de mineral incorporados al depósito con el objetivo de incrementar su rendimiento y reducir el costo de las operaciones. Las propuestas desarrolladas tuvieron finalmente dificultades con la base técnica y organizativa establecida, lo que resulta una prioridad el análisis y mejoramiento de las variantes que más se adecuaron a las condiciones vigentes.

2.4.1 Pilas lineales remontadas con cargadores frontales o retroexcavadoras

(Variante I)

Se descargan hasta 25 viajes de camiones en cada una de las 3 o 4 hileras a crear quedando las mismas de forma paralela según el espacio en las calles donde se moverán los equipos. La primera hilera es remontada sobre sí misma por uno o ambos taludes longitudinales. La segunda y tercera hilera, se remontan sobre la primera por ambos lados de la pila, de existir la cuarta hilera se remonta sobre las anteriores.

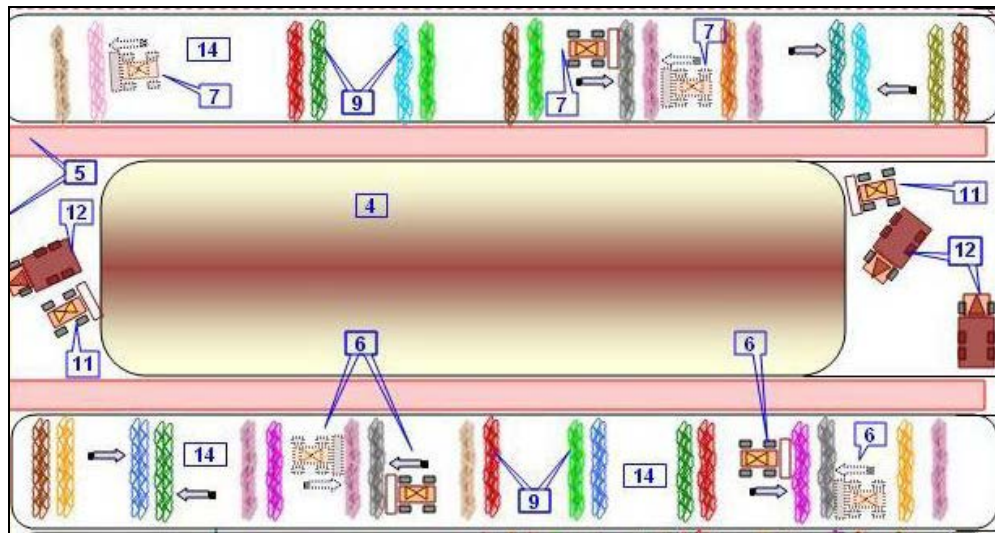


Figura # 2.4 Esquema de trabajo

Las pilas en este caso pueden tener entre 80 – 120 m de largo, 12 – 14 m de ancho y 6 – 10 m de alto, las dimensiones dependen de la longitud final proyectada. Por cada 100 metros del largo puede contener entre 900 y 1400 hileras. Las pilas son saneadas de rocas sobre dimensionadas que se acumulan en su base por los equipos de carga o topadores frontales. La pila puede ser evacuada de tres formas: a) con la retroexcavadora y un topador frontal, b) con cargadores frontales; estos casos propician la separación de rocas estériles y el secado solar, mediante el avance circular en segmentos de 3 metros de profundidad hacia el centro o eje central de la pila, lo cual favorece un derrumbe controlado por deslizamientos suaves y cíclicos. Esta es una tecnología de fácil aplicación y una de las más extendidas en el mundo.



Figura # 2.5 Pilas lineales remontadas con cargadores frontales o retroexcavadoras

2.4.2 Conos remontados con excavadoras Dragalinas ESH – 5/45 desde el piso, desde la cima de la pila o desde uno de los taludes de la propia pila (Variante II)

Se descargan viajes de camiones conformando hileras paralelas o sectores en un área establecida. Las hileras o sectores se remontan desde la base conformando conos hasta agotar el stock, luego se sigue incrementando los contornos de la pila con viajes de mineral y se continúa remontando. Se puede ir suministrando material en otra área donde posteriormente existirán otros conos y la excavadora tenga alcance para extraerlo. La altura del cuerpo del cono estará limitada por el alcance de la excavadora y puede alcanzar un diámetro en la base entre 50 – 65 m y una altura de 19 m. Por el tiempo de estacionamiento de la excavadora no se necesitarán las construcción de muchas vías de transito.

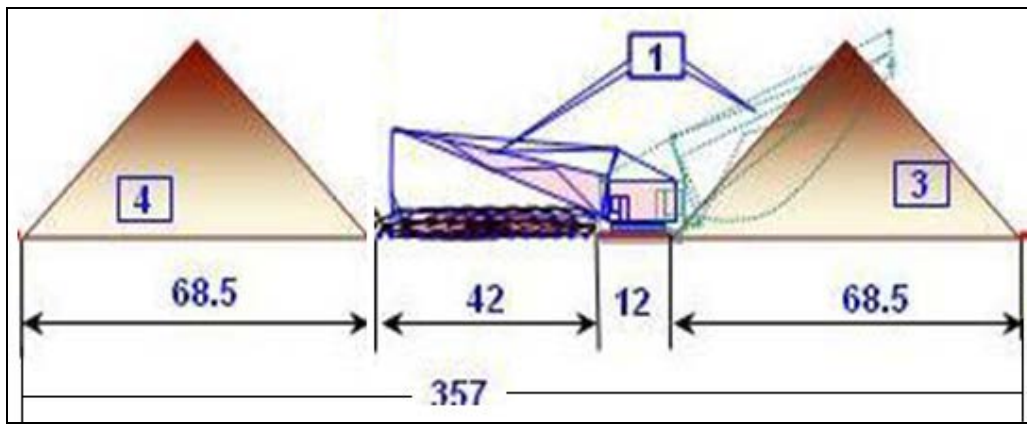


Figura # 2.6 Esquema de trabajo

Durante la descarga de la excavadora el mineral formará un semi arco sobre la cresta de la pila lo que permite la mezcla y/o separación de las menas con estériles, rodando las rocas grandes por gravedad hasta la base del cono para luego ser saneadas por cargadores frontales o topadores frontales. Por la altura que alcanza el cono es conveniente empezar a evacuarla con la propia excavadora andante y un topador frontal por los derrumbes que provoca el arrastre del cubo.

Esta tecnología robustece la potencialidad y versatilidad del beneficio en depósitos mineros a la intemperie, la homogeneización, el secado solar, la clasificación y dosificación integral de la calidad de menas lateríticas.



Figura # 2.7 Conos remontados con excavadoras Dragalinas ESH – 5/45 desde el piso, desde la cima de la pila o desde uno de los taludes de la propia pila



Figura # 2.8 Carga de un camión

2.4.3 Pasteles por hileras de capas distribuidas con cargador frontal, compactadas con estos o con compactadores ligeros (Variante III)

Se descargan los viajes de los camiones en hileras o ha tresbolillo de 6 viajes en sendas o hileras separadas a 3 m unas de otras a lo largo del eje principal o lados longitudinales del pastel. El pastel consiste en la distribución uniforme del mineral en forma de meseta con un eje central y dos desvíos perpendiculares al mismo (compactados) que servirán de viales para el transito de los camiones y cargadores. La plazoleta se irá conformando con el empleo de topadores frontales o cargadores frontales que irán empujando el mineral hacia los laterales, formando capas del mineral procedente los frentes de extracción, como mínimo se pueden crear hasta 92 capas con perfil de no menos de 184 puntos diferentes del yacimiento.

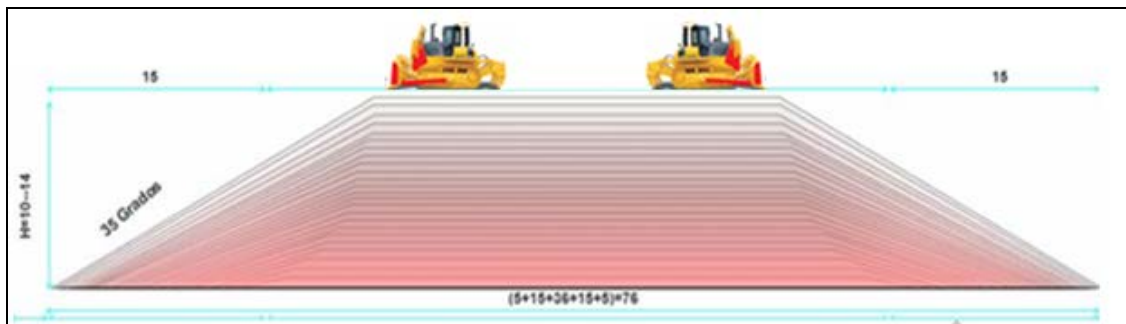


Figura # 2.9 Esquema de trabajo

La superficie plana o casi plana permite a los camiones elevar la cama y descargar sin riesgo de volcarse así como la operación libre de los equipos de empuje. Según las especificaciones técnicas esta meseta se conforma con taludes laterales de 15 – 20 m de

largo y 35 % de inclinación, el cuerpo o prisma central del pastel irá creciéndose con el suministro y conformación del material, las dimensiones de este rectángulo se estima 250 m de largo, 80 – 120 m ancho y 10 – 14 m de altura.

La rampa de acceso con máximo alcance al techo de la pila tendrá una distancia de 50 m e inclinación de aproximada de 10 %. Este esquema es desventajoso para las operaciones de evacuación con retroexcavadoras y camiones en condiciones de lluvias por la baja densidad del mineral depositado, formando atascaderos, pero en condiciones normales es aprovechable todo el frente de extracción.



Figura # 2.10 Pasteles por hileras de capas distribuidas con topador frontal o cargador frontal, compactadas con estos o con compactadores ligeros de superficie.

2.5 Consideraciones generales

Con la valoración de los esquemas anteriores, aplicados en esta entidad productora se pretende desarrollar un mejor esquema tecnológico para la construcción, formación de reservas y operaciones en los depósitos mineros basado en el beneficio, homogeneización y secado solar de las pilas de minerales lateríticos a la intemperie. Que permita además, la eficiente utilización y productividad con el menor número de equipos mineros, el mayor rendimiento de la superficie de los depósitos y mejoramiento de las condiciones de drenaje en los meses de lluvias, entre otros objetivos. Una mejor caracterización de las dimensiones básicas de estas variantes se detalla en la siguiente tabla.

Tabla # 2.1 Parámetros contenidos en las variantes analizadas

Dimensiones básicas	UM	Variante I	Variante II	Variante III
Superficie del piso de la pila	m ²	38 986	8 096	10 043
Superficie del talud de la pila	m ²	28 078	9 237	11 552
Número de pilas simultáneas	u	5	4	3
Volumen del material del piso	m ³	14 263	28 597	53 938
Volumen de las pilas	m ³	329 600	193400	37200
Simultaneidad del abasto vs evacuación	%	100	90	93
Hectáreas ocupadas por las aguas de	ha	65.3	94.6	76.9

las pilas				
Influencia de la energía solar	%	93	89	78
Largo de la pila	m	206	65	230
Ancho de la pila	m	14	50	120
Altura de la pila	m	10	18	14
Largo requerido del depósito	m	300	300	425
Berma de seguridad	m	2	2	2
Ancho de los pasos y calles	m	12	10	12

2.6 Conclusiones del capítulo

El desarrollo del capítulo posibilitó el conocimiento general de los antecedentes tecnológicos de los depósitos de mineral. La ubicación actual de este sector de almacenamiento presenta condiciones idóneas para el manejo de las menas que se le suministran. La aplicación por etapas de las variantes planteadas no mejoró el estado estructural de estos depósitos en el beneficio, homogeneización y secado solar del mineral, producto a las dificultades implícitas en el tratamiento de los problemas que se generan con las lluvias, la disponibilidad del equipamiento, compactación de los caminos, capacidad de almacenamiento, entre otros factores.

CAPÍTULO III. RESULTADOS DEL CASO DE ESTUDIO

3.1 Introducción

El conocimiento de la situación actual de los depósitos mineros estableció que existe incertidumbre en la aplicación de una variante adecuada para el manejo y beneficio de los volúmenes de mineral almacenados en los depósitos, con incidencia negativa en la estabilidad de estas reservas que compensan la alimentación al proceso en tiempos de lluvias o por las averías emergentes de los equipos de extracción que son planificados.

En este trabajo se determinó la variante tecnológica más adecuada para su aplicación, así como, la estimación por modelaciones topográficas de los parámetros físicos de la plataforma del depósito y de una pila de mineral formada por esta variante. El establecimiento de las operaciones tecnológicas que se puedan ajustar al buen desarrollo de la variante estará en dependencia de la asignación del conjunto de equipos que se calculó.

Lo anterior se fundamenta como ejemplo ilustrativo de un análisis realizado en varios meses donde se analizaron operaciones similares de esta variante y demostró un efectivo desempeño para las mismas condiciones que existen en los depósitos. Para el resultado de esta variante se calcularon las normas topográficas de su aplicación y productividad dentro

de esta actividad. De la misma forma se destacan ventajas y desventajas de su implementación.

3.2 Análisis de encuesta aplicada a los trabajadores

Teniendo en cuenta que el muestreo es una herramienta de la investigación científica, se requiere determinar una visión real en la población o universo de trabajadores de la función básica del trabajo en los depósitos, con la finalidad de examinar el grado de conocimiento y experiencia que se tiene con relación a este asunto. La encuesta al personal relacionado con esta actividad se dirigió a: 1 dirigente (jefe de producción), 1 tecnólogo (jefe de depósitos), 4 jefes de brigadas de turnos y 12 muestreros. Se anotaron los siguientes resultados:

- ✓ Existe una buena comunicación entre los jefes y subordinados.
- ✓ Algunos coinciden en que las orientaciones entre los distintos niveles jerárquicos son lentas así como otros las consideran normales, ninguno la destacó como prioritizadas.
- ✓ Un grupo opinan que el trabajo tiene constante variaciones del mando.
- ✓ La mayoría de los trabajadores opinan que los objetivos productivos son alcanzables.
- ✓ Todos los trabajadores se sienten motivados hacia el cumplimiento de los planes.

3.3 Bases generales del trabajo topográfico

La realización de cualquier levantamiento topográfico exige una planificación previa de la metodología del trabajo a realizar, con el objetivo de optimizar los recursos y obtener los

mejores resultados para conseguir los objetivos expuestos. Lo primero que se llevó a cabo fue un reconocimiento de la zona en camioneta, seguidamente se realizaron reconocimientos a pie, fotografiando todo el área y visualizando las posibles ubicaciones de las bases. Durante este proceso también se observaron los posibles puntos de enlace con los diferentes caminos. El trabajo técnico se desarrolló mediante la siguiente trayectoria:

1. Confección de la tarea técnica y de la comisión de trabajo.
2. Familiarización con el área de trabajo.
3. Caracterización geográfica y actualización base de apoyo de la zona del depósito.
4. Levantamiento topográfico taquimétrico (general) por piquetes, medición de ángulos, distancias con uso de estaciones totales Leica TCR – 803 y distanciómetro electrónico.
5. Levantamiento de los contornos exteriores e interiores, de las vías de transporte y otros detalles.
6. Levantamiento de las pilas de mineral utilizadas como patrones.
7. Trabajo de gabinete y dibujo de los planos topográficos utilizando softwares especializados.



Figura # 3.1 Estación Total Leica TCR – 803 utilizada en el levantamiento topográfico

3.4 Levantamiento topográfico y base de apoyo

El levantamiento topográfico se realizó con el apoyo de la técnica de taquimetría para la formación de los planos que conforman el depósito. Las mediciones del levantamiento se tomaron con una estación total, una mira óptica y un distanciómetro electrónico. El levantamiento topográfico general cuenta con 230 piquetes en toda el área que abarca el depósito (Ver anexo 1), red de puntos que garantizó la realización de los planos a escala 1:500. En un principio se tenía la idea de realizar un único itinerario, pero la posibilidad de dividirlo en dos partes siempre mejora la calidad de los cálculos y disminuye la posibilidad de cometer errores mayores, así que finalmente se optó por la realización de dos itinerarios.

El levantamiento de la base planimétrica y altimétrica de las coordenadas del depósito se determinó por la construcción de redes de triangulación con intersección de mediciones combinadas. El área determinada por estas mediciones es de 190 605.94 m² y el perímetro de 1 894.78 m.

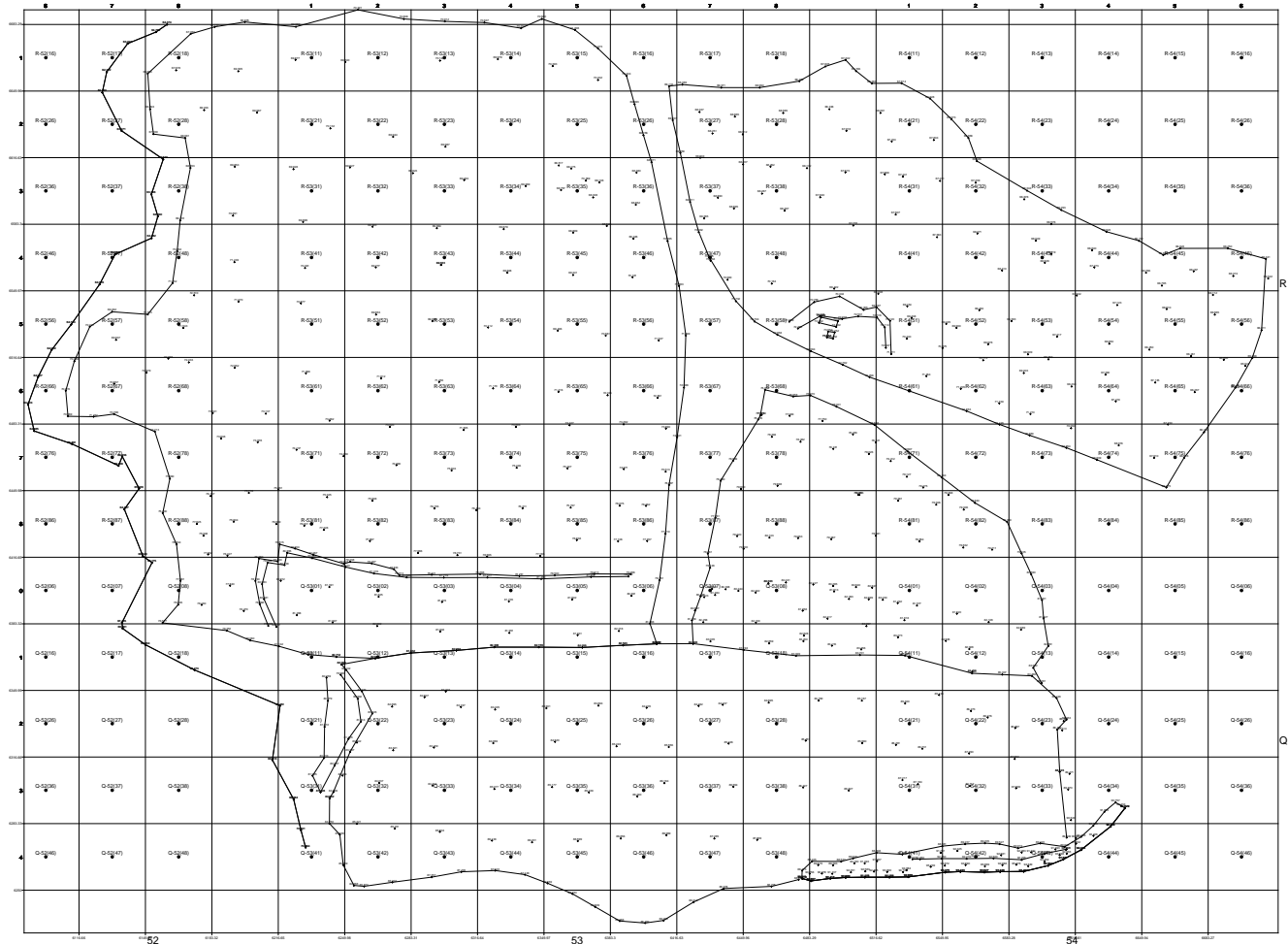


Figura # 3.2 Puntos del levantamiento general del depósito con uso de la estación total Leica

3.5 Diseño de la base de datos

En la realización de los cálculos topográficos y la modelación de los puntos tomados para la creación de planos topográficos de coordenadas se utilizó el programa Surfer 8 así como el programa Excel de Microsoft Office. Estos programas ofrecen múltiples ventajas de operaciones matemáticas y cálculo de área, volumen, diseño de planos de superficies, viales y contornos.

La base de datos del levantamiento se obtuvo por formas múltiples de estaciones desde las cuáles se tomaron todos los puntos para la realización del plano topográfico. Las coordenadas de estas bases se calcularon con alta precisión. La medición consta de 230 puntos de referencia repartidos en mediciones de varios días en varias semanas.

Los levantamientos parten de dos estaciones de coordenadas y azimutes conocidos (estaciones de referencia en coordenadas nacionales) y finalizan en otras dos estaciones de coordenadas y azimut conocidos. En los itinerarios se respetó una distancia homogénea siempre y cuando la geometría y el desnivel lo permitieran. Las mediciones realizadas tienen un error permisible de 0.02 m a 0.04 m de desviación. Por último, se colocaron las estaciones de referencia en lugares despejados para su óptima medición y se grabaron para los futuros trabajos topográficos de replanteo.



Figura # 3.3 Representación de los puntos del levantamiento y curvas de nivel del depósito

3.6 Conceptos generales en la selección del nuevo esquema de construcción de los depósitos

El mejor rendimiento en los trabajos de formación y beneficio de los depósitos de mineral se alcanza con la variante de **Beneficio y remoción con cargador frontal sobre lotes en plazoleta lateral de abasto para apilado con retroexcavadora a talud de secado natural y evacuación con alternativa libre (Variante IV)**.

Se perfeccionó esta variante a partir de la combinación de las variantes I y III, en correspondencia con las condiciones reales de trabajo. El conjunto de estas variantes permitirá obtener resultados más fiables sin tener en cuenta los factores que con carácter casual influyen.



Figura # 3.4 Esquema de trabajo

Esta variante demuestra las siguientes ventajas:

- Buena organización en la combinación de los procesos de extracción y transporte.
- Alto índice de aprovechamiento del parque demostrado por los indicadores de influencia del rendimiento de los tiempos productivos sometidos al cálculo.
- El tiempo de carga promedio de la retroexcavadora es de 2.32 min.

- El tiempo de ciclo de viaje de los camiones es de 8.42 minutos.



Figura # 3.5 Beneficio y remoción con cargador frontal sobre lotes en plazoleta lateral de abasto para apilado con retroexcavadora a talud de secado natural y evacuación con alternativa libre (Pila patrón de la variante seleccionada).

3.6.1 Generalización de la variante

1. El rendimiento de almacenamiento en la superficie alcanza un 73.1 % de mineral trasegado por metro cuadrado de superficie de los depósitos, lo cual posibilita que se puedan construir hasta 7 pilas por depósitos según sus especificaciones.

La menor cantidad de material para relleno y compactación le corresponderá de 162 a 177 000 m³, mientras que otros casos se emplearon hasta 0.6 millones de metros cúbicos.

2. Para trasegar un máximo de 600 000 t de mineral requerirá empujar y remover 1.6 millones de metros cúbicos de mineral, lo cual representa el 98.7% de todo el volumen descargado en sus depósitos.

3. La recepción de la energía solar y eólica alcanza un 89 % con análisis para condiciones meteorológicas estables durante el año.
4. Los niveles de mezcla y homogeneización de las pilas de mineral se producen en un 90 % sobre los 72 y 80 % de las variantes anteriores.
5. Para la construcción de la pila de mineral que se tomó como patrón, se midieron 17 puntos en su base y 6 puntos en la corona. El cálculo su volumen se estimó en 6 201 t.
6. Por la menor necesidad de inversión, gastos de operación y personal se requieren 56 operadores para: 3 cargadores, 2 retroexcavadoras, 1 buldózer, 6 camiones y 12 muestreros para desarrollar todas esta actividad en 4 turnos, mientras que para las otras variantes se requieren un numero no menos de 14 equipos, mayor preparación de viales y superior número de personal en los trabajos de explotación de los depósitos.
7. La capacidad proyectada para el almacenamiento de mineral en los depósitos por las otras variantes (I, II y III) es de 400 000 m³, la que puede ser ampliada hasta 600 000 m³ con la formación de 43 pilas simultaneas de 6201 t sobre bases de 101 615 t por esta variante.

3.6.2 Determinación de los parámetros de la pila patrón

Los trabajos orientados a la formación experimental de una pila de mineral por la variante seleccionada tienen base en los siguientes criterios:

- ♦ Posibilita depositar y extraer el mineral de forma simultanea sin interferencia de los equipos.
- ♦ Logra un mejor secado solar de la pila sin tener que someter el mineral a movimientos dentro del depósito.
- ♦ Logra un mayor grado de homogeneización del mineral durante la remoción del mineral en las pilas.

- ♦ Permite el fácil muestreo de la pila durante el llenado.
- ♦ Posibilita la formación de la pila de mineral con el empleo de medios propios.
- ♦ No interfiere en otras actividades mineras.
- ♦ Minimiza los problemas ambientales.
- ♦ Bajo costo de ejecución y explotación.
- ♦ Posibilita seguir ampliando su capacidad de almacenaje.
- ♦ Es operable en tiempo de lluvias.

Tabla # 3.1 Especificaciones de la pila patrón:

Dimensiones básicas	UM	
Superficie del piso de la pila	m ²	11 452
Superficie del talud de la pila	m ²	8 098
Número de pilas simultaneas por depósito	u	7 - 9
Volumen del material del piso	m ³	11 503
Volumen de la pila	m ³	6 201
Simultaneidad del abasto y evacuación	%	97.8
Hectáreas ocupadas por las aguas de las pilas	ha	1.3
Influencia de la energía solar	%	94.7
Largo de la pila	m	225
Ancho de la pila	m	65.15
Altura de la pila	m	12
Largo requerido del depósito	m	300
Ancho requerido del depósito	m	240

Berma de seguridad de contorno	m	2
Ancho de los pasos y calles de contorno	m	12
Pendiente de la base	%	2 – 3

3.7 Volumen y horas de estos trabajos para la plataforma

Para la construcción del depósito de mineral será necesario hacer un relleno de 120 000 m³ de escombros, desglosados en 109 450 m³ para la construcción de las plataformas y 105 450 m³ para la base del depósito de mineral. El corte necesario para hacer la base del depósito es de 61 820 m³, por lo que será necesario el traslado desde los frentes de destape de un volumen de 58 180 m³ para completar el relleno de las plataformas.

Cálculo de las horas de trabajo del equipamiento:

Horas de trabajo de la retroexcavadora (h₁)

Productividad de la retroexcavadora (P) 140 m³/h.

Volumen de material a extraer (V) 61820 m³

$$h_1 = V / P = 61820 / 40 = 440 \text{ horas}$$

Horas de trabajo del buldózer (h₂)

Productividad del buldózer para explanar material mullido (P) 180 m³/h

Volumen de material a explanar (V) 120 000 m³

$$h_2 = V / P = 120\ 000 / 180 = 666 \text{ horas} + 80 \text{ horas otros trabajos} = 746 \text{ horas}$$

Horas de trabajo de los camiones (h₃)

Productividad de los camiones para transportar material dentro del depósito (P) 70 m³/h

Tesis en Opción al Título de Master en Topografía Minera Año: 2012

53

Título: C:\Users\yperezg.ISMM\Desktop\PARA BIBLIOTECA\Tesis de Maestría Topografía minera-2012\Tesis de Maestría Marsillí-2013.doc

Autor: Yosmel Marsillí Mustelier

Volumen de material a transportar (V) 61 820 m³

$$h_3 = V / P = 61\ 820 / 70 = 880 \text{ horas}$$

Horas del compactador en el depósito (h₄)

Productividad del compactador para compactar el material mullido (P) 200 m³/h

Volumen de material a compactar (V) 120 000 m³

$$h_4 = V / P = 120\ 000 / 200 = 600 \text{ horas}$$

Trabajos auxiliares:

Motoniveladora (h₅): 120 horas

Camión cisterna (h₆): 80 horas

3.8 Aspectos generales a considerar en la aplicación de la nueva variante

- ♦ El depósito se comenzará a llenar a partir de un extremo del mismo por todo el borde de la plataforma, donde los camiones irán haciendo una hilera de bultos procedentes de los frentes de minería hasta llegar al otro extremo.
- ♦ Con la intervención de un buldózer se empuja el mineral hasta el borde del talud para conformar la base de la pila, esta operación se hará de forma oblicua con un ángulo tal que se vayan mezclando en cada pasada los minerales de los frentes activos en capas inclinadas de aproximadamente 25 cm de espesor.
- ♦ La relación limonita – serpentina se puede dirigir durante el llenado, incorporando por separado la laterita LB y SB desde los frentes para luego beneficiarla e intercalarla por capas en la proporción deseada.

- ♦ La homogeneización se hará con la recogida transversal y remonte del mineral mediante el equipo de carga que formará las capas procedentes de dos o tres frentes de extracción como mínimo pudiendo llegar hasta cinco en algunos sectores.
- ♦ La formación de la calidad se realizará tomando como punto de partida el contenido de los frentes planificados a los que se le irá haciendo las correcciones necesarias a partir del resultado del muestreo del depósito y de los contenidos acumulados en este.
- ♦ El muestreo del depósito se realizará por pilas para lo cual se tomarán tres muestras en el talud cada 25 m, en el pié, en el centro y en el borde superior las que representarán un volumen de aproximadamente 100 t.
- ♦ El proceso de secado solar va a estar condicionado por dos factores, en primer lugar a las condiciones meteorológicas y en segundo lugar a la velocidad con que se llene el depósito, pues el tiempo de exposición al sol y el aire de cada pila dependerá del ritmo de llenado del mismo.
- ♦ Alcanzar la máxima capacidad de almacenamiento para garantizar no menos de 30 días de operación de la fábrica con la mina paralizada.

3.9 Plan económico

Una vez conjugados todos los planes productivos para estas labores mineras, así como determinado la cantidad de equipos por líneas, horas y régimen de trabajo, se procede a analizar el plan de mantenimiento y gastos de piezas, insumos, plantillas de obreros y plan de costo inicial de la actividad. Los planes operativos diarios y mensuales comprenden los mismos aspectos basado en las situaciones concretas de esta variante. Para el consumo de

combustible se tomó como base el consumo horario por línea de equipo y las horas a trabajar más un 5% por eventualidades. El precio actual oscila en los 0.63 \$/l

Tabla # 3.2 Indicadores económicos

	Líneas de Equipos	Cantidad	Precios estimados MM \$	Diesel l / h	Diesel \$/ h	Por otros conceptos MM \$
1	Topadores Frontales	1	0.350	27.2	17.13	0.06
2	Cargadores Frontales	3	0.450	23.5	14.8	0.03
3	Retroexcavadora	2	0.850	34.24	21.57	0.15
4	Plantas de iluminación	2	0.18	6.1	3.84	0.001
5	Camiones	6	0.32	21.2	13.35	0.11
	Totales	14	5.36	305.58	70.69	1.112
	Costo general de ejecución		8.034 MM \$ por año			

3.10 Construcción de viales

Los caminos que se ubicarán en la zona que ocupa el depósito serán las arterias por la que fluirá el equipamiento que abastece de mineral el punto de recepción, por lo tanto, en la medida en que estos sean mejores se tendrá un óptimo aprovechamiento y seguridad de esta técnica. Dentro de esta zona los caminos también se clasificarán en principales o secundarios de acuerdo para el uso a que estén destinados.

Características que tienen que cumplir estos caminos:

- Los caminos principales tendrán una alineación horizontal, es decir deben de tener pocas curvas y lo más amplias posibles en concordancia con el relieve.
- Sus pendientes no serán abruptas y tienen que ser inferiores a las que puedan sortear los equipos cargados.
- Se rectificarán las curvas y lomos que dificulten la normal circulación.
- Los peraltes en las curvas y ancho de las sendas se calcularán para la máxima velocidad que puedan desarrollar los equipos.
- Buena compactación para soportar el peso de los equipos, drenaje y terminación de la rasante.
- Que el costo de ejecución y mantenimiento será mínimo.

3.11 Canales de drenajes

La construcción de los canales de drenajes en los perímetros exteriores de las áreas del depósito se encargará del almacenamiento y evacuación de las aguas que se transportarán por la superficie o el interior de la plataforma. Utilizando para ello el sistema de drenaje Frances que se ubicaran por el contorno Este (5283.33, 6610.61, 93.42 hasta 6583.3, 6687.23, 66.13) y Oeste (5283.33, 6249.28, 82.28 hasta 6583.3, 6149.95, 64.40) conectados a uno principal por el contorno al Norte (6583.35, 6649.3, 66.53 hasta 6683.29, 6649.32, 60.40), nivel inferior según el plano de pendientes descrito en la figura.

En las plazoletas intermedias se construirán canales de irrigación entre calles que asimilarán las aguas interiores de las plataformas hasta los canales principales. La terminación del canal principal de drenaje se incorpora a otros afluentes que llevan las aguas a un dique de clarificación.

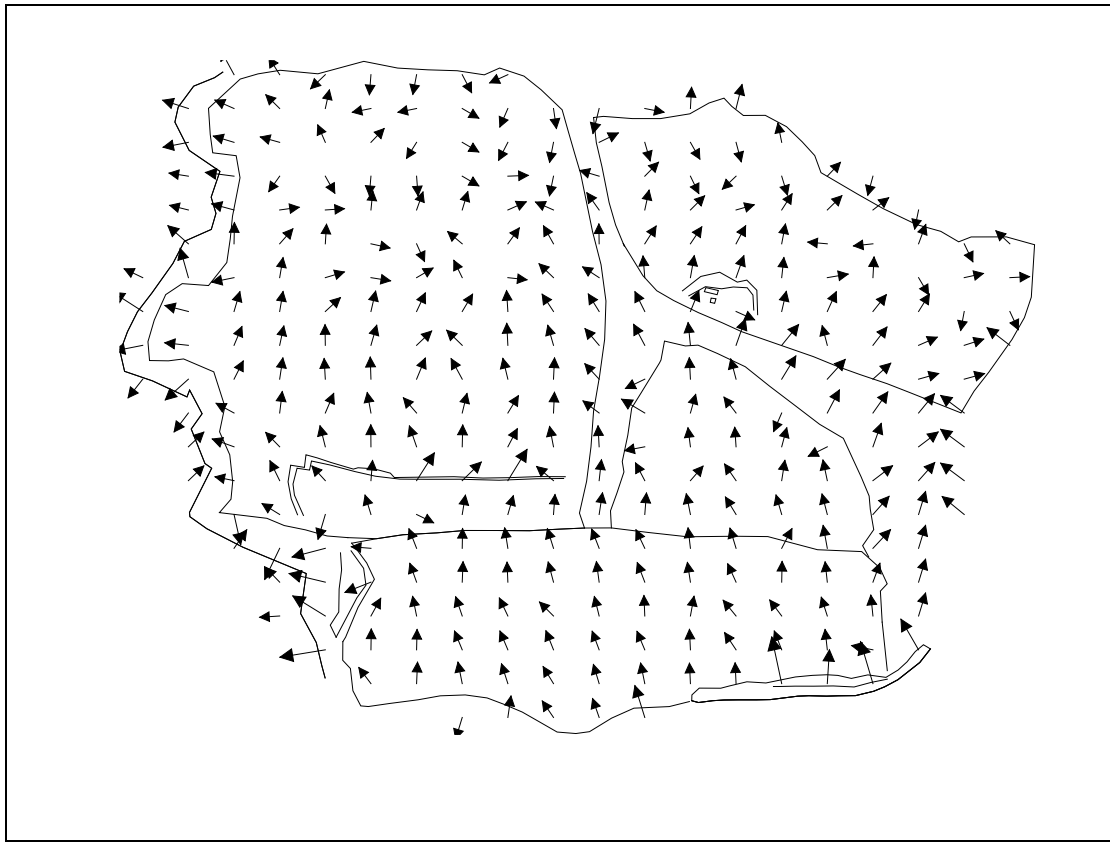


Figura # 3.5 Representación de las direcciones de los planos de pendientes de escurrimiento del depósito

Características que tienen que cumplir los canales de drenajes:

- Los canales excavados con una profundidad de 2 m y 1.8 m de ancho se rellenan con rocas de diferentes granulometrías.
- Los canales periféricos evitarán que el escurrimiento superficial tome cursos imprevistos.
- Que el agua fluya con relativa velocidad a través del material de relleno, impidiendo la saturación de los poros entre las rocas.
- Cada 6 meses se sanearán para retirar las acumulaciones de material en su superficie.

- Evitar el paso de equipos sobre los canales.
- La red de canales de drenajes tienen que asimilar la media de 1 600 mm de precipitaciones al año.
- La hidrogeología del depósito tiene un carácter general y no refleja las particularidades de cada frente.

3.12 Plan de protección del medio ambiente

El plan de protección del medio ambiente, comprende todas las medidas preventivas, atenuantes y correctoras que se pueden realizar en el desarrollo y transcurso de esta actividad para el cuidado del entorno. Estas medidas tienen que estar implícitas en cada una de las tareas que se ejecuten y buscarán afectar lo menos posible la reforestación de las áreas circundantes con la expansión de sus plataformas, la circulación del aire con la emanación del polvo, el transporte de las aguas superficiales cargadas de partículas, etcétera.

Pasos para elaborar el plan de protección del medio ambiente:

- Se hace una evaluación del estado de los componentes ambientales (aire, agua, suelos, flora, fauna y paisaje) dentro del área y en su entorno.
- Se identifican los impactos que producirán estas actividades sobre los componentes ambientales.
- Se hace una valoración de la magnitud, importancia, reversibilidad, sinergia y duración de los daños.
- Se verifica que cada una de las acciones a desarrollar lleve implícita las medidas preventivas y la corrección durante la ejecución.

- Planear el tratamiento de otros desechos sólidos y líquidos.
- Establecer un plan de monitoreo general.

3.13 Conclusiones del capítulo

Los resultados del levantamiento topográfico caracterizó ampliamente el área que ocupa el depósito de mineral, demostrando que existen excelentes condiciones en la aplicación de la variante seleccionada para el tratamiento y homogeneización de las lateritas. La ejecución de los trabajos por esta variante se realizará con el equipamiento existente y personal establecido, lo cual reduce el costo de inversión.

La variante seleccionada en el caso de estudio se adapta al **Beneficio y remoción con cargador frontal sobre lotes en plazoleta lateral de abasto para apilado con retroexcavadora a talud de secado natural y evacuación con alternativa libre**. Su aplicación asegura una mejor organización y combinación de los trabajos centrales, mayor capacidad de almacenamiento, alto aprovechamiento del equipamiento así como una controlada influencia de la calidad del mineral en el proceso industrial.

CONCLUSIONES:

1. La realización de esta investigación en la mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara permitió perfeccionar en diseño de los depósitos de mineral para lograr un mejor desempeño del estado operativo y tecnológico en el tratamiento de sus reservas.
2. Se demostró que la variante propuesta de Beneficio y remoción con cargador frontal sobre lotes en plazoleta lateral de abasto para apilado con retroexcavadora a talud de secado natural y evacuación con alternativa libre, resultó ser la más idónea y eficaz en los trabajos de los depósitos de mineral.
3. El costo de la variante analizada se estima en 8.034 MM \$ por año, con un periodo de recuperación de 4 meses posteriormente al establecimiento del proyecto.

RECOMENDACIONES:

1. Capacitar a los trabajadores que ejecutan estos trabajos.
2. Realizar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) más extenso y minucioso en la ejecución de la variante seleccionada.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Analista de Noticias, artículo “Inteligencia y Tecnología en Minería” Revista InfoMine, 2010. 21 p. Revisado: 02/06/2012
2. Belete F. O. Vías para el perfeccionamiento del cálculo de volumen de mineral extraído en los yacimientos lateríticos cubanos.
3. Certificación Mensual de Operaciones Realizadas en Servicio Científico-Tecnológico 1239: “Monitoreo Minero y Operación de los Depósitos de Estabilización”. Desde Junio del 2004 hasta marzo del 2009, ECECG-CEINNIQ, Servicio Científico-Tecnológico 1239.
4. Cutiño Jiménez A. Influencia de las Pilas de Homogeneización en la estabilización de la calidad del mineral, UBMina, Forum XV, 2003.
5. Estenoz S. y Rondón, Eulalia. 1997 Descripción, caracterización y valoración de los flujos y procesos, Informe final Etapa 03 del proyecto de I+D: “Incremento y regulación de la eficiencia económica del complejo minero-metalúrgico”, Centro de Investigaciones del Níquel, Moa, p.22-28.
6. Estenoz, Severo, 2001, Procedimiento y equipo para secado solar de materiales a la intemperie, Solicitud de invención cubana No. 2001-175, OCPI, La Habana.
7. Alfonso E. Equipos de Construcción. Cuba. Editorial Pueblo y Educación. 1979. 315 p.

8. Angélica, Bañados; (2007). "Gigantes de la Minería", [en línea], www.edicionesespeciales.elmercurio.com/destacadas/detalle/index.asp?idnoticia=0130052007021X0060023 Revisado: 13/07/2012
9. Cooke, (2008). "Flota minera alcanza las 100000 horas de funcionamiento y va por más". www.cat.com/viewpoint Revisada: 14/02/2012
10. Estenoz S. et at. 2005. El secado solar a la intemperie y la homogenización de perfiles lateríticos. Tecnologías por el desarrollo sostenible, Memorias del Evento: XXVI Convención Internacional de Minería, EXPOMIN-2005, Veracruz, México.
11. Reporte Diario del Monitoreo Minero y Operación de los Depósitos de Estabilización. Desde Junio del 2004 hasta agosto del 2006, ECECG-CEINNIQ, Servicio Científico-Tecnológico 1239.
12. Cheleca, S. Propuesta para mejorar los índices de la explotación de la tecnología actualmente utilizada la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara. Trabajo de diploma Empresa Comandante Ernesto Che Guevara. 2002. 51 p.
13. Estenoz S., 2007. Evaluación de las tecnologías de explotación de depósitos mineros para mezclas, beneficio, homogeneización y secado solar en la mina de la ECG, Informe técnico, Moa: ECG, pp: 46.
14. Expósito Segura A. Optimización de los equipos de carga y transporte así como su influencia en los costos. Trabajo de Diploma. Facultad de Geología y Minería. 2000 – 2001. 54 p.
15. Graham Baldwin. Equipos y tecnologías mineras. En línea disponible en www.infomine.com/equipment. Revisado: 13/04/2012

16. Grupo de Secado Solar 2004-2006. Reporte diario del monitoreo minero y operación de los depósitos de estabilización. ECECG-CEINNIQ, Servicio Científico-Tecnológico 1239, Moa.
17. Galabru P. Maquinarias general en obras y movimiento de tierra. Cuba. Edición Revolucionaria. 1969. 468 p.
18. Hernández, P. et al, Transporte minero. Ciudad de la Habana. Edición Revolucionaria. 1999. 450 p.
19. Jorge Arrau, Director ejecutivo del Portal Minero. Avances tecnológicos para máquinas mineras. www.portalminero.com/myambiente.php. Revisada 02/10/2012.
20. Estenoz, Severo et al. 2006, Uso racional de los recursos con la explotación de los depósitos de estabilización de la calidad en la ECECG, Premio Innovación Tecnológica, Moa, CITMA, 2006.
21. León Mariño M. Conocimientos Básicos. Informe del Departamento Técnico Mina. Empresa Ernesto Che Guevara. 2007. 4 p.
22. Prawda Juan. "Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones". Vol. 1/2. México D.F.: Editorial Limusa.S.A, disponible en http://openlibrary.org/b/OL13116675M/Metodos_Y_Modelos_De_Investigacion_De_Operaciones_li, <http://books.google.com>.
Revisada: 06/01/2012.
23. Segundo Pereda H; Polanco Almanza R. Transporte Minero. Santiago de Cuba. Editorial Pueblo y Educación. 1998. 363 p.

24. Urgelléz D. Evaluación de la Eficiencia Económica de las tecnologías aplicadas en el yacimiento "Punta Gorda". Trabajo de diploma. Empresa Comandante Ernesto Che Guevara, 2004. 67 p.

ANEXO

Anexo # 1 Puntos del levantamiento general del depósito de mineral (Coordenadas nacionales)

1	703389.898	220360.1	82.49	B.ESC	C	58	703304.924	220393.275	81.577	B.Min	
2	703386.476	220370.247	81.588	B.ESC		59	703283.067	220393.224	81.779	B.Min	
3	703391.324	220391.889	79.761	B.ESC		60	703264.426	220393.343	81.52	B.Min	
4	703394.302	220415.23	77.71	B.ESC		61	703248.009	220395.299	81.316	B.Min	
5	703396.055	220439.586	76.087	B.ESC		62	703233.783	220398.51	81.223	B.Min	
6	703400.137	220463.532	74.901	B.ESC		63	703217.046	220402.951	80.883	B.Min	
7	703403.576	220488.365	72.988	B.ESC		64	703204.455	220405.654	80.655	B.Min	
8	703404.472	220514.429	71.809	B.ESC		65	703203.117	220399.509	80.738	B.Min	
9	703401.125	220539.136	71.363	B.ESC		66	703194.625	220400.749	79.794	B.Min	
10	703395.352	220561.682	70.595	B.ESC		67	703191.88	220389.99	80.083	B.Min	
11	703387.252	220601.171	68.971	B.ESC		68	703192.857	220382.421	80.481	B.Min	
12	703383.243	220614.642	69.156	B.ESC		69	703198.98	220368.637	80.641	B.Min	F
13	703378.782	220630.091	69.993	B.ESC		70	703376.823	220394.989	79.266	P.Min	C
14	703374.71	220644.442	70.404	B.ESC		71	703358.599	220395.093	78.513	P.Min	
15	703360.394	220658.102	71.073	B.ESC		72	703338.696	220394.319	78.5	P.Min	
16	703348.812	220667.373	71.008	B.ESC		73	703320.956	220394.069	78.781	P.Min	
17	703332.245	220672.858	70.56	B.ESC		74	703301.259	220394.998	78.798	P.Min	
18	703321.84	220668.224	70.354	B.ESC		75	703276.954	220394.655	78.221	P.Min	
19	703303.456	220671.033	70.847	B.ESC		76	703260.715	220394.419	78.913	P.Min	

20	703283.564	220671.63	70.912	B.ESC	77	703258.022	220397.413	78.833	P.Min		
21	703262.988	220672.836	70.808	B.ESC	78	703246.843	220400.357	78.497	P.Min		
22	703239.973	220677.393	70.921	B.ESC	79	703236.056	220401.078	79.238	P.Min		
23	703208.8	220668.935	69.569	B.ESC	80	703232.899	220400.151	79.023	P.Min		
24	703183.214	220671.33	68.535	B.ESC	81	703217.568	220404.694	77.287	P.Min		
25	703168.126	220668.892	68.147	B.ESC	82	703208.39	220407.773	76.904	P.Min		
26	703156.031	220665.374	67.36	B.ESC	83	703200.699	220409.885	76.815	P.Min		
27	703134.494	220645.457	66.864	B.ESC	84	703199.639	220401.343	78.3	P.Min		
28	703135.665	220627.7	66.824	B.ESC	85	703190.293	220402.818	76.75	P.Min		
29	703137.354	220615.213	67.169	B.ESC	86	703188.512	220391.529	78.19	P.Min		
30	703153.275	220613.25	68.581	B.ESC	87	703190.684	220379.926	78.868	P.Min		
31	703155.901	220598.281	68.853	B.ESC	88	703194.954	220369.108	77.948	P.Min	F	
32	703150.766	220571.991	69.472	B.ESC	89	703229.126	220353.57	82.712	B.ESC	C	
33	703149.235	220556.592	70.884	B.ESC	90	703248.671	220352.838	82.521	B.ESC		
34	703146.919	220540.613	71.452	B.ESC	91	703266.468	220355.507	81.632	B.ESC		
35	703134.518	220524.966	71.573	B.ESC	92	703289.367	220356.775	82.094	B.ESC		
36	703116.61	220526.274	69.462	B.ESC	93	703308.453	220358.422	82.309	B.ESC		
37	703105.404	220518.782	70.241	B.ESC	94	703330.739	220358.412	82.155	B.ESC		
38	703097.654	220501.52	70.436	B.ESC	95	703352.53	220358.256	82.355	B.ESC		
39	703093.347	220486.781	70.515	B.ESC	96	703373.004	220359.347	82.543	B.ESC		
40	703094.435	220473.977	70.069	B.ESC	97	703389.898	220360.1	82.49	B.ESC	F	
41	703107.289	220473.775	71.182	B.ESC	98	703209.338	220374.439	81.268	Rell		
42	703117.563	220475.075	70.796	B.ESC	99	703201.235	220391.663	80.812	Rell		
43	703138.071	220466.268	74.213	B.ESC	100	703182.686	220376.53	78.47	Rell		
44	703145.592	220442.747	75.06	B.ESC	101	703227.277	220370.786	81.597	Rell		
45	703142.002	220425.514	75.3	B.ESC	102	703225.62	220388.529	81.391	Rell		
46	703148.941	220409.853	76.834	B.ESC	103	703161.545	220379.603	78.18	Rell		
47	703150.901	220391.646	77.681	B.ESC	104	703250.348	220383.675	81.825	Rell		
48	703149.753	220379.701	78.426	B.ESC	105	703249.62	220368.985	82.002	Rell		
49	703141.917	220370.567	76.577	B.ESC	106	703175.787	220389.193	77.84	Rell		
50	703174.151	220366.701	78.352	B.ESC	107	703281.212	220366.237	81.844	Rell		
51	703185.899	220361.784	79.06	B.ESC	108	703282.175	220381.032	81.874	Rell		
52	703200.334	220358.842	81.142	B.ESC	109	703164.769	220404.843	77.892	Rell		
53	703215.039	220354.692	77.637	B.ESC	110	703174.479	220404.203	76.427	Rell		
54	703229.126	220353.57	82.712	B.ESC	F	111	703162.455	220414.237	75.948	Rell	
55	703375.714	220393.783	79.874	B.Min	C	112	703315.687	220381.319	81.735	Rell	
56	703356.885	220393.584	81.062	B.Min		113	703315.91	220365.557	81.951	Rell	
57	703331.932	220392.602	81.16	B.Min		114	703165.999	220434.066	76.107	Rell	
115	703159.164	220420.124	77.625	Rell		172	703213.412	220548.219	70.491	Rell	
116	703347.459	220382.332	81.502	Rell		173	703277.309	220521.626	69.688	Rell	
117	703350.188	220364.439	81.941	Rell		174	703280.716	220491.177	71.053	Rell	
118	703177.631	220421.233	75.904	Rell		175	703251.585	220493.012	71.612	Rell	
119	703185.216	220435.652	75.778	Rell		176	703249.025	220524.907	69.653	Rell	
120	703370.882	220366.518	82.018	Rell		177	703248.922	220548.544	69.777	Rell	
121	703377.228	220384.158	80.591	Rell		178	703247.277	220568.897	69.9	Rell	

122	703199.022	220420.019	76.509	Rell	179	703281.646	220549.782	69.574	Rell
123	703200.042	220437.346	75.781	Rell	180	703213.859	220495.467	71.999	Rell
124	703213.035	220419.219	76.001	Rell	181	703211.35	220530.516	70.877	Rell
125	703224.491	220433.514	75.325	Rell	182	703279.567	220568.135	69.864	Rell
126	703222.864	220417.13	77.328	Rell	183	703281.649	220549.75	69.541	Rell
127	703247.205	220431.759	75.908	Rell	184	703180.051	220531.421	71.07	Rell
128	703394.383	220446.293	75.513	Rell	185	703178.127	220498.353	72.552	Rell
129	703245.977	220411.522	77.897	Rell	186	703314.957	220545.883	69.808	Rell
130	703278.344	220427.921	76.155	Rell	187	703313.12	220567.677	69.679	Rell
131	703373.349	220447.536	74.971	Rell	188	703157.731	220534.547	72.51	Rell
132	703394.514	220467.86	73.89	Rell	189	703155.1	220500.972	72.433	Rell
133	703299.33	220427.03	76.444	Rell	190	703347.924	220544.707	69.341	Rell
134	703270.092	220405.595	77.986	Rell	191	703347.957	220565.933	68.899	Rell
135	703373.289	220469.954	73.292	Rell	192	703144.799	220502.884	72.493	Rell
136	703345.096	220447.912	75.027	Rell	193	703152.313	220518.217	71.543	Rell
137	703289.873	220404.486	78.731	Rell	194	703377.725	220543.616	70.181	Rell
138	703322.576	220427.944	76.311	Rell	195	703378.202	220562.936	69.326	Rell
139	703346.146	220469.482	73.427	Rell	196	703133.861	220495.844	72.879	Rell
140	703319.6	220448.232	75.446	Rell	197	703117.593	220490.256	70.557	Rell
141	703319.221	220468.65	73.003	Rell	198	703118.573	220512.255	69.837	Rell
142	703304.747	220403.712	78.565	Rell	199	703360.422	220642.306	70.402	Rell
143	703346.723	220428.292	75.737	Rell	200	703178.151	220598.933	69.853	Rell
144	703286.958	220446.854	75.803	Rell	201	703162.784	220627.24	69.003	Rell
145	703331.414	220404.123	77.165	Rell	202	703207.615	220597.656	69.928	Rell
146	703293.021	220467.127	71.505	Rell	203	703189.335	220625.998	69.987	Rell
147	703259.296	220449.516	74.99	Rell	204	703337.694	220649.279	70.393	Rell
148	703371.315	220429.224	76.075	Rell	205	703310.186	220652.73	69.979	Rell
149	703384.487	220429.135	76.362	Rell	206	703235.972	220598.552	69.627	Rell
150	703349.787	220412.032	76.838	Rell	207	703226.122	220618.084	70.132	Rell
151	703232.759	220454.054	74.439	Rell	208	703281.127	220651.987	70.142	Rell
152	703255.997	220468.712	73.02	Rell	209	703267.576	220595.666	69.623	Rell
153	703370.502	220411.422	77.106	Rell	210	703257.635	220613.874	69.944	Rell
154	703209.17	220457.234	74.137	Rell	211	703233.563	220651.313	69.84	Rell
155	703225.745	220471.807	73.362	Rell	212	703208.642	220652.392	69.877	Rell
156	703385.095	220411.562	77.767	Rell	213	703283.88	220608.947	69.987	Rell
157	703390.368	220483.276	72.561	Rell	214	703293.281	220592.232	69.463	Rell
158	703189.671	220460.988	73.578	Rell	215	703179.943	220646.685	69.505	Rell
159	703193.728	220475.295	73.137	Rell	216	703324.144	220589.235	69.389	Rell
160	703171.283	220462.881	73.638	Rell	217	703341.879	220587.2	68.757	Rell
161	703167.11	220475.523	73.301	Rell	218	703340.721	220599.535	68.517	Rell
162	703390.923	220511.934	71.537	Rell	219	703346.991	220598.013	68.175	Rell
163	703365.241	220484.518	72.045	Rell	220	703148.726	220647.171	67.678	Rell
164	703364.289	220514.373	70.581	Rell	221	703357.99	220583.538	68.308	Rell
165	703340.609	220486.264	71.416	Rell	222	703354.337	220591.944	70.369	Rell
166	703340.213	220516.873	69.406	Rell	223	703364.837	220569.25	68.62	Rell

167	703177.981	220551.144	71.249	Rell	224	703361.128	220591.099	68.108	Rell	
168	703177.289	220574.396	70.891	Rell	225	703379.388	220579.898	68.852	Rell	
169	703307.801	220487.949	71.17	Rell	226	703379.759	220595.945	68.38	Rell	
170	703305.277	220518.437	70.112	Rell	227	703144.174	220670.068	64.474	P.Min	C
171	703212.432	220571.218	69.896	Rell	228	703138.595	220666.296	64.754	P.Min	
172	703213.412	220548.219	70.491	Rell	229	703124.427	220660.539	63.403	P.Min	
173	703277.309	220521.626	69.688	Rell	230	703113.919	220646.305	62.022	P.Min	