



UNIVERSIDAD DE SOTAVENTO A.C.
ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**MEJORA EN EL SISTEMA DE MANEJO DE DESPERDICIOS DE LA
MINERA PEÑASQUITO EN MAZAPIL, ZACATECAS.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

SANTIAGO ETHIEN HERRERA DEL ANGEL

ASESOR DE TESIS:

ING. RAÚL ORTEGA DANTES

COATZACOALCOS, VER

OCTUBRE 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS:

Quiero agradecer principalmente a mis padres y a mi familia ya que sin ellos esto sería imposible, por contar siempre con su apoyo incondicional, por siempre motivarme a lograr mis objetivos, por ser los mejores maestros y el mejor ejemplo a seguir.

Gracias a mis maestros que son los que me han formado como profesionalista dándome sus conocimientos y enseñándome a ser disciplinado, por enseñarme a seguir el camino de mis objetivos.

Al Ing. Raúl Ortega Dantes que fue de fundamental apoyo, un guía, para que yo pudiera realizar este trabajo.

Gracias a la vida por permitirme estar aquí y ahora.

TITULO

Mejora en el sistema de manejo de desperdicios de la minera peñasquito en Mazapil, Zacatecas.

HIPOTESIS

¿La mejora en el sistema de manejo de desperdicios beneficiara a la optimización de los procesos de distribución del material y a reducir los tiempos muertos?

JUSTIFICACION

El tepetate representa el 75% del material y solo el 25% restante es lo que entra a proceso, por lo cual el tepetate genera mucho volumen y es necesario reubicarlo puesto que ese material es lo que ya no se va a utilizar. Para el movimiento tanto del tepetate como el de la materia prima y el mineral se utilizan los yucles pero siendo que el tepetate representa el 75% de todo el material, es lo que más genera movimiento de los yucles y no deja ni una ganancia, por lo cual es necesario un sistema de manejo de materiales. Teniendo en cuenta que la mina tiene una vida promedio de 25 años y apenas van 5 se necesita una solución a este problema, una solución eficaz y a la vez segura para el personal que labora. Por esta razón se ha decidido implementar un sistema de manejo de desperdicios lo cual permitiría dar solución a los múltiples problemas como la distribución ordenada del material para no estorbar rutas de producción y de circulación dentro de la mina y evitar tiempos muertos.

OBJETIVO GENERAL

Transportar el desperdicio ó tepetate de manera rápida, ordenada y continua, sin tiempos muertos mediante un sistema de bandas transportadoras.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evitar el movimiento excesivo de los yucles en las rutas de transporte dentro de la mina.
- Optimizar rutas y movimientos para el transporte de desperdicios que obstruyen caminos cerca del área de producción.
- Reducir el movimiento de los yucles sustituyéndolo con las bandas transportadoras.
- Mejorar la distribución del desperdicio ó tepetate con el sistema de bandas transportadoras.

INDICE

Introducción		1
Capítulo I	Generalidades	3
1.1	Descripción histórica	4
1.2	Tipos de desperdicios	10
1.3	Tipos de bandas transportadoras	12
Capitulo II	Descripción del funcionamiento del proceso de extracción	28
2.1	Planteamiento del problema	29
2.2	Extracción y operación de mina a tajo abierto	30
2.3	Área de molienda y proceso del mineral	38
Capitulo III	Construcción e implementación del sistema de manejo de desperdicio	41
3.1	Construcción del sistema de bandas transportadoras del sistema de bandas transportadoras	42
3.2	Elementos que conforman el sistema de bandas transportadoras	51
3.3	Costos generados con el antiguo sistema de distribución de tepetate.	63
Conclusión		75
Bibliografía		76
Anexos		77
Glosario		94

INTRODUCCION

Esta investigación se realiza en Mazapil, Zacatecas en una mina de Goldcorp Empresa Canadiense, fue construida en el año 2008. Esta mina produce principalmente plomo y zinc con una producción diaria de 120,000 toneladas, también cuenta con una procesadora de oro por medio de lixiviación pero esta es a menor escala. Es la mina más grande de todo latino américa.

La mina cuenta con un sistema de manejo de desperdicios que consiste en el transporte de tepetate o desperdicio que son las rocas que no tienen mineral y que no entran a proceso, estas son transportadas en Yucles, con capacidad de 320 toneladas cada uno, como en la mayoría de las minas a tajo abierto en el mundo a veces, es necesario excavar con medios mecánicos ó con explosivos, los terrenos que recubren o rodean la formación geológica que forma el yacimiento. Estos materiales se denominan, genéricamente, *estéril*, mientras que a la formación a explotar se le llama *mineral*. El estéril excavado (tepetate) es necesario apilarlo en escombreras fuera del área final que ocupará la explotación, con vistas a su utilización en la restauración de la mina una vez terminada su explotación.

El tepetate representa el 75% del total del material y tiene que ser extraído y llevado a montañas predestinadas solo para este material; el 75% equivale a 15,000 tons/hr como se puede imaginar es un movimiento inmenso el que se tiene que realizar por parte de los yucles para poder lograr esto.

La mina lleva 5 años en operación y viene usando este proceso de distribución desde su inicio, ahora se pueden observar las montañas de tepetate cerca de las áreas de producción y con una altura hasta de 90 metros también se considera que la vida útil de la mina es de 25 años así que esta situación comienza a ser un problema para la mina.

El presente trabajo plantea esta problemática de manera extendida para su mejor comprendimiento y como contraparte plantea una solución para reducir el movimiento excesivo de los yucles y a la vez poder eliminar costos innecesarios

que esto genera, así como también poder transportar el desperdicio ó tepetate de manera rápida, ordenada y continua, sin tiempos muertos, optimizar rutas y movimientos para el transporte de desperdicios que obstruyen caminos cerca del área de producción.

La solución consiste en un sistema de manejo de desperdicios que cuenta con un conjunto de bandas transportadoras con algunos equipos móviles, es un sistema diseñado para transportar el material triturado a un lugar para acumularlo en forma de pila aproximadamente a 6 km del área de molienda pudiendo ampliar la distancia hasta 15 km.

En este trabajo evaluara si es viable para Minera peñasquito el haber implementado este sistema y lo compararemos con el antiguo sistema de distribución de desperdicios para observar que costo beneficio se obtiene con esta implementación.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCION HISTORICA

El Municipio de Mazapil (náhuatl: *mazapilli*, 'venado pequeño') es uno de los 58 municipios del estado de Zacatecas, México. Está ubicado en el norte del estado y cubre el 16% del territorio del mismo. Es el municipio más grande de Zacatecas y el décimo tercer municipio más grande de la república mexicana. La superficie es el doble del estado de Aguascalientes. La cabecera municipal se encuentra en la localidad del mismo nombre, Mazapil.

El nombre primitivo fue "Mazatlpilli" es de origen náhuatl, cuyos elementos genéticos son: mazatl - venado y pili ó pilli - pequeño, nombre impuesto por los huachichiles que juntamente con los irritilas y chanales fue una rama de los chichimecas, primeramente se llamó "Valle de San Gregorio" y a la llegada de los españoles a estas tierras lo nombraron "Real de Minas de San Gregorio de Mazapil, llamándolo también El Mazapil.

En 1608 el Lic. Gaspar de la Fuente oidor de la Real Audiencia del Reino de la Nueva Galicia, en noviembre 10 visitó Mazapil, Zacatecas y Sombrerete (F/V), encontrando ya la existencia de minas en Mazapil y que había muchas indias que vivían en las haciendas de los españoles y que dicha minas producían en leales quintos 22 mil pesos cada año, según informó el propio Lic. Gaspar de la Fuente, aunque también se refiere que eran 40 mil pesos, encontrando también en estas minas, muchos indios detenidos en contra de su voluntad por deber a los mineros cantidades de pesos que les habían adelantado a cuenta de su trabajo, habiendo la Real Audiencia de Guadalajara proveído autos para dejarlos en libertad asentándose que los mineros tenían calabozos para los indios y rigurosas prisiones haciéndose constar que sobre la parte de la Alcaldía Mayor de Mazapil en 8 v. 10r. de Zacatecas a Mazapil hay una distancia de 52 leguas en línea recta, con campos despoblados y tierra estéril sin pastos ni aguajes por ser salitral, existiendo en ese tiempo sólo animales salvajes y yeguas cimarronas y que el agua era salada no apta para caminantes, ya que caminando todo el tiempo sólo existía un aguaje a una

distancia de 8 a 12 leguas, el temple de Mazapil ha sido frío y muy airoso y el polvo muy perjudicial para la salud, el camino sólo lo cuidaban los mineros de la época.

Don Francisco de Urdiñola, al igual que otros españoles, fueron mineros con muchas haciendas y jefes de arrieros, siendo Urdiñola dueño de las primeras minas tales como la de San Eligio y Albarradon, entre muchas otras. Así mismo Mazapil fue gobernado por un sin número de alcaldes mayores cuyos nombres aparecen en nuestro Archivo Histórico de Mazapil, se dice haber partido de este lugar los pobladores de Parras de la Fuente (Santa María de las Parras), Hacienda de Patos, hoy General Cepeda, Villa de San Esteban de la nueva Tlaxcala y Saltillo en el Valle de Santiago, apareciendo también nombres de los primeros pobladores de Saltillo y Monterrey en el Archivo Histórico de Mazapil.

En 1821, celebrados los Tratados de Córdoba por Don Agustín de Iturbide y el último Virrey O´donojú, en este lugar (Mazapil) fue proclamada la independencia el 29 de julio del propio año.

El 7 de mayo de 1848 el jefe de un convoy de 40 carros custodiado por 500 invasores, exigió a los mineros de Mazapil el 3% del valor de la plata extraída, habiendo tomado sin pagar mercancía de las tiendas, sin embargo corridas varias instancias regresó los bienes y la tropa abandonó Mazapil el día 14 del mismo mes y año.

Siglo XX (1904) al finalizar octubre, tropas del teniente coronel Julián Villegas aprendieron en la Hacienda de San Tiburcio, Mazapil, al General Trinidad García de la Cadena, compadre de Don Porfirio Díaz quien había sido diputado, senador, ministro y candidato independiente a la Presidencia de la República, dicha detención se debió a que preparó una sublevación misma que al ser descubierta lo obligó a huir, no obstante, cuando fue detenido en San Tiburcio, se le aplicó la ley fuga en la estación ferroviaria de Opal.

En 1906 los dirigentes del Décimo Congreso Geológico Internacional visitaron Mazapil.

En 1907 Gustavo A. Madero montó cuatro fábricas para industrializar 60, 000 toneladas de guayule en este Municipio de Mazapil.

La primera incursión revolucionaria en Mazapil fue en 1914 cuando 200 soldados revolucionarios sorprendieron la población gritando "Viva Carranza", disparando a diestra y siniestra, Mazapil contaba en ese entonces con un destacamento de 25 a 30 soldados federales, combatiendo durante alrededor de dos horas perdiendo doce soldados por lo que se vieron obligados a retirarse a Concepción del oro, después del triunfo de los revolucionarios acudieron a la tienda llamada "Banco Mercantil" exigiendo al dueño Don Clemente Vázquez una fuerte cantidad de dinero, tomando el camino por donde habían llegado, y por lo desagradable de estos hechos varias familias emigraron, tales como las de: Don Canuto Dávila, Don Ramón Heredia y la Don Francisco Vergara; Habiendo sido la segunda incursión en el año de 1916 precedida durante varios días.

A finales de 1917 llegó a Mazapil un escuadrón de caballería de la brigada de Don Francisco Villa perteneciente a la División del Norte y al año siguiente Mazapil fue afectado por fuerzas revolucionarias constitucionalistas en la cual hubo varios muertos a fusil.

En el año de 1915 el Mineral de Providencia queda en manos de la compañía minera Peñoles S.A. (segundo lugar en la república).

De 1915 a 1917 se abrieron más minerales, entre otros el tiro cuatro de Providencia, se descubrieron los sulfuros en el año 1935 y por esta razón se comunicó al Mineral de Providencia con Salaverna por medio de un túnel el cual se inició en ese año y se terminó en 1948.

En el escudo de Mazapil se encuentran las siguientes características: en la esquina superior izquierda la cabeza de un venado que significa el origen náhuatl del nombre

de Mazapil. Enseguida encontramos, al fondo, la montaña más alta del Municipio denominada "El Pico del Teira" a 2800 M.S.N.M.; así como una palma que nos habla de la abundancia de esta planta en la región de donde se obtiene el ixtle, producto tallado de la misma; después están el pico y la pala, herramientas que se utilizan en la minería, de igual manera tenemos la cabeza del toro y los surcos que muestran la ganadería y la agricultura, siendo todo esto las principales actividades económicas del Municipio de Mazapil.

El municipio de Mazapil se localiza en la región noreste del Estado de Zacatecas, las coordenadas geográficas de su cabecera municipal son de 101° 36´ de longitud del meridiano de Greenwich, 24° 18´ de latitud y 2° 7´ de longitud al meridiano de México, su altura es de 2230 M.S.N.M. su ubicación en el país se muestra en la figura 1.



Figura 1. Macro localización

Tiene una extensión territorial de 12,063 Km², con una distancia de la capital de 290 Km. aprox., sus colindancias al norte con el Estado de Coahuila y el municipio de Melchor Ocampo, al oriente con el municipio de Concepción del Oro y el estado de San Luis Potosí, al poniente con el Estado de Durango, el porcentaje que representa respecto al estado es del 36% de la superficie de la entidad equivalente

a 5 veces el Estado de Aguascalientes; segundo municipio más grande de la República Mexicana.

Mazapil se encuentra en una cuenca custodiado por el norte con la sierra de la Caja y el Cerro del Carnero, al oriente por el Temeroso, al sur con el Cerro Alto con una altura de 3040 metros sobre el nivel del mar, al oriente con el coloso pico del Teira, montaña con mucha historia y con una altura de 2800 metros sobre el nivel del mar, así como la Sierra de San Julián entre otras de menor relevancia.

Mazapil, lugar desértico carente de ríos con pequeños arroyos y algunos grandes a la vez, existiendo el Arroyo Grande ó principal, que nace en Santa Olaya y corre de oriente a poniente atravesando la población y que en tiempos de lluvias al crecerse riega huertas y labores que se encuentran a su paso desembocando por la región de Cedros y Matamoros, Melchor Ocampo, Zacatecas.

La climatología predominante de este lugar es de 19° a 25° entre los meses de abril a octubre, encontrándose Mazapil en condiciones áridas con bajas precipitaciones pluviales entre los 400 milímetros anuales, con climas secos (b), semi secos B50 y climas secos 50; presentando este municipio al norte clima considerándose muy seco.

Varios siglos después la historia no ha cambiado mucho se podría decir que solo se ha sistematizado y es así cuando complejo minero Peñasquito, propiedad de la trasnacional canadiense Goldcorp, inició operaciones en diciembre de 2006. Es la segunda mina de oro más importante del mundo, después de Sudáfrica, con reservas probadas de 13 millones de onzas. En ella laboran más de 3 mil 400 obreros.

Minera peñasquito es una mina que produce principalmente plomo y zinc, también tiene una procesadora para oro pero en menor medida , esta mina cuenta con dos molinos de cinco mil toneladas por hora, procesando al dia cerca de 120 000

toneladas de las cuales solo se recupera de 0.05% que es el mineral extraído en peso equivale a 6000 toneladas de mineral libre impurezas, el resto del material es transportado por tuberías que contienen lodo puesto que el material ha sido pulverizado con los molinos y es empujado con agua a la presa de Jales, pero este desperdicio no es el problema a tratar.

Goldcorp invirtió mil 500 millones de dólares en Peñasquito, ubicado 295 km al norte de la ciudad de Zacatecas, en los límites con Coahuila. Las mineras de ese país produjeron la primera barra de dore (aleación entre el oro y la plata) en Peñasquito el 10 de mayo de 2008.

1.2 TIPOS DE DESPERDICIO

1.2.1 EL TEPETATE

Es el nombre que recibe un horizonte del suelo endurecido, considerado a veces como un material paralitológico —es decir, similar a las piedras— y característico de las zonas volcánicas de América. Por su alto contenido de arcilla, el tepetate absorbe grandes cantidades de agua, tiene poca fertilidad y se endurece cuando pierde humedad. Puede encontrarse subyaciendo la superficie, o bien, aflorar en algunas zonas. Representa un gran obstáculo para el desarrollo de las actividades agrícolas por sus características, pero tiene algunos usos en la industria de la construcción.

Tepetate es un nahuatlismo que deriva del vocablo *tepétatl*, que designa en náhuatl a este tipo de tierra. Probablemente tiene el sentido de *estera de piedra*, de los vocablos 'PIEDRA' y *pétatl* 'PETATE'. En otros países de habla hispana, el tepetate recibe diversos nombres.

En minería, en México, también se llama tepetate al material que no contiene elementos aprovechables.

1.2.2 PRESAS DE JALES:

En una operación minera, los jales con los desechos sólidos que se generan al procesar minerales en las plantas de beneficio, y los mismos son almacenados en sitios llamados presas de jales.

Estos desechos son generados durante los procesos de recuperación de metales a partir de minerales metalíferos tras de moler las rocas originales que los contienen y mezclar las partículas que se forman con agua y pequeñas cantidades de reactivos químicos que facilitan la liberación de los metales. A manera de ilustración, un mineral típico puede contener alrededor de 6 por ciento de zinc y 3 por ciento de plomo, que al ser concentrados generan alrededor de 850 kilogramos de residuos sólidos y una cantidad equivalente de agua conteniendo cerca de un kilogramo de sustancias químicas residuales, por cada tonelada de mineral procesado.

La mayoría de los relaves ó jales se encuentran en forma de lodos ó de una mezcla líquida de materiales finos que en cierta manera se comporta como un suelo, por lo que aplican para su caracterización los principios de la mecánica de suelos; a condición de que se reconozcan los procesos de consolidación que tienen lugar y la forma en que fluyen los lodos. Entre las diferencias que tienen estos residuos con respecto de los suelos comunes, se encuentran el hecho de que su densidad y cuerpo son inicialmente bajos y crecen con el tiempo.

Frecuentemente, para conservar y reusar el agua de proceso, así como para concentrar los lodos, se suele someterlos a un proceso de deshidratación hasta que alcancen una consistencia tal que facilite su transporte hacia las instalaciones de depósito, lo que ocurre cuando el contenido de sólidos es de 40 a 50 por ciento y el de agua de 150 a 100 por ciento, respectivamente; lo cual constituye un lodo con propiedades de flúido. Los lodos son transportados a las presas ó depósitos mediante ductos, ya sea por gravedad o con ayuda de bombeo, y a través de descargas subaéreas ó por métodos de descarga por inyección subacuosa, bajo el agua superficial.

1.3 TIPOS DE BANDAS TRANSPORTADORAS:

Los transportadores son máquinas de diseño horizontal, en vertical ó en pendiente que usan para el transporte continuado de materiales en trayectoria determinada, hasta el punto final ó descarga. Se componen de una cinta de superficie que circula en unos rodillos y poleas, por un motor de propulsión, y todo ello dispuesto en una estructura ó soporte.

1.3.1 TRANSPORTADORES DE ARRASTRE Y ELEVADORES DE CUBOS:

Se emplean para transportar materiales en dirección vertical ó para transportar formando un ángulo grande con respecto la horizontal, este tipo de transportadores realizan una transportación continua en las cuales el desplazamiento se realiza para cargas en polvo, en granos y en pedazos pequeños. En la figura 2 se muestra la imagen de como luce un transportador de arrastre.



Figura 2. Transportadores de arrastre.

Los transportadores mecánicos por arrastre están diseñados para transportar productos pulverulentos a larga distancia.

El sistema consiste en un circuito cerrado de tubería, por el interior de la cual circula un cable ó cadena con unos discos unidos a ella, que es la encargada de arrastrar el producto desde uno ó más puntos de origen hasta uno ó más destinos. Tanto el cable, como la cadena, como los discos de transporte, pueden estar fabricados en distintos tipos de materiales, dependiendo del producto a transportar. Los caudales de transporte van desde los 1500 litros/h hasta los 45000 litros/hora, dependiendo de la configuración del equipo.

Algunas de las ventajas del equipo podrían resumirse en:

- Bajo consumo energético.
- No se separan las partículas de diferente masa durante el transporte.
- Varios puntos de carga y varios puntos de descarga.
- Simplicidad mecánica.
- No se precisan filtros de aire.

1.3.2 TRANSPORTADOR DE TORNILLO:

Los transportadores a tornillo sin fin son máquinas simples que se utilizan para transportar a distancia materiales sólidos amorfos en forma de polvos, triturados y en general masas importantes de material compuestas de cuerpos sólidos pequeños por ejemplo Cereales con flujo aproximadamente continuo. En la figura 3 se muestra un transportador de tornillo.



Figura 3. Transportador de tornillo.

También se utilizan para transportar sustancias en estado pastoso por Ejemplo escoria de alto horno.

Dado que el desplazamiento de material se produce a través de un canal cerrado resulta particularmente útil para desplazar materiales pulverulentos ó que desprenden gases.

No resultan efectivos en materiales muy abrasivos ó con tendencia a adherirse a las superficies. Requieren mantenimiento permanente por alto desgaste.

Su principio de funcionamiento consiste en el giro continuo de un tornillo helicoidal alojado con huelgo mínimo en un canal de sección U ó circular que recibe en el punto de entrada una alimentación continua y dosificada de material que se interpone en el helicoide giratorio que lo “empuja” hasta el punto de salida.

Pueden desplazar material horizontalmente ó bien usarse como elevadores con ángulos de inclinación del canal de transporte determinados, en general pequeñas inclinaciones. No obstante existen aplicaciones verticales que requieren de recaudos particulares de diseño.

Es una máquina de construcción sencilla, modular y de longitud de traslado modificable aunque no alcanza grandes longitudes comparada con otros sistemas como las cintas transportadoras.

Los tornillos transportadores se utilizan para mover material fino a través de un tornillo sinfín. Este tornillo es el encargado de realizar el transporte de las materias sólidas que son depositadas en la criba, este tornillo puede adoptar diferentes formas dependiendo de una serie de factores. Teniendo en cuenta una serie de variantes como son el diámetro, paso, material, diámetro variable, tipo de tracción, etc.

En las plantas de asfalto de mezcla en caliente estos transportadores mueven el polvo de las cámaras de filtros hacia las áreas de almacenamiento ó lo devuelven a la mezcla.

1.3.3 TRANSPORTADORES VIBRATORIOS:

En numeroso sectores industriales resultan muy familiares los transportadores vibratorios para transportar cargas a alta temperatura, toxicas, agresivas químicamente, asegurando su hermeticidad completa de desplazamiento, así como para transformar viruta metalizada, mojada con emulsiones y aceite, tierra caliente extraída de los moldes para fundición, piezas de fundición de reducido tamaño etc.

E transportador vibratorio figura 4 tiene el canalón ó tubo suspendido ó apoyado en el bastidor fijo, por medio de los elementos elásticos bajo la acción de un dispositivo especial vibrador, el canalón realiza movimientos oscilatorios debido a lo cual la carga se desprende del canalón realizando un ligero avance, efecto que repite de manera continua debido al carácter oscilante del movimiento del tubo.

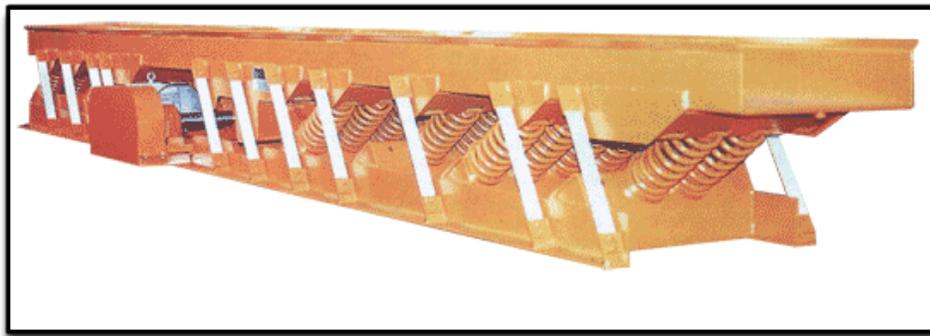


Figura 4. Transportadores vibratorios.

Con este movimiento la carga no se deshace, no levanta polvo y no se desgasta prácticamente el canalón. El transporte de la carga más eficaz tiene lugar cuando al final del microvuelto la partícula viene a parar en el canalón a principio del siguiente periodo de sus oscilaciones.

Las grandes ventajas de los transportadores vibratorios residen en el poco desgaste del elemento portador, incluso al transportar cargas abrasivas, la construcción relativamente sencilla de la máquina, la posibilidad de carga y descarga intermedias, consume poca energía. Las desventajas de estos transportadores pueden referirse a la reducción considerable del flujo de material a desplazar cargas por pendiente

hacia arriba, aproximadamente, en cada grado de ángulo de elevación, el rendimiento del transportador baja un 3-5%.

Los transportadores vibratorios se dividen en:

- a)** Transportadores vibratorios horizontales: este transportador consta de dos tubos o canalones que representan un sistema dinámicamente equilibrado. El movimiento de los tubos efectúa con desfase de 180° , sin embargo la carga en ambos tubos siempre se mueve en una única dirección prefijada. El sistema mecánico consistente en el canalón y los muelles se ajusta en resonancia. Este sistema es un movimiento oscilatorio estacionario, en caso de que no hayan pérdidas de energía, puede oscilar un tiempo ilimitado sin suministro de energía y, al existir reducidas pérdidas de energía mantener en movimiento tal, se necesitan solo esfuerzos insignificantes y poca potencia del accionamiento.
- b)** Transportadores vibratorios verticales: efectúan el desplazamiento de las cargas con un canalón vibratorio que va por una línea helicoidal hacia arriba. El movimiento del material transcurre del mismo modo que en el canalón horizontal, por medio de sus microvuelos, pero en transporte vertical estos vuelos van dirigidos no por una línea recta, si no por una dirección que varía constantemente. La altura máxima de los transportadores vibratorios verticales alcanza 8 m; la relación de la altura al diámetro exterior de canalón helicoidal llega hasta 10 m. la limitación de la altura de transporte va relacionada con el aumento del peso de la masa oscilatoria, ó que obliga emplear un accionamiento más potente y complejo.

1.3.4 TRANSPORTADORES NEUMÁTICOS:

El principio de estos transportadores es utilizar aire para mover los ingredientes por medio de succión, presión ó una combinación de ambos, el material transportado es aspirado por un extremo del transportador y arrojado por otro. Es común el uso de estos transportadores para descargar materias primas de contenedores ó vehículos. En la figura 5 se muestra este tipo de trasportador.



Figura 5. Transportadores neumáticos

Lo más notable de este tipo de transporte es que puede resolver problemas que ningún tipo de transporte mecánico puede hacer: siendo el conducto de transporte una tubería, puede pasar, subir o bajar por espacios reducidos, puede tener curvas en cualquier sentido hasta partes flexibles: no teniendo partes móviles, se elimina el peligro personal que trabaja acerca de el; y su acción aspiradora proporciona trabajos limpios, sin polvos, como en el caso de descarga de materiales polvorientos de vagones y camiones.

Se utilizan para el transporte de materiales movedizos, el traslado de las partículas .este transportador se utiliza en las empresas de construcción como para el transporte de cemento.

1.3.5 TRANSPORTADORES DE BANDA:

Es un sistema de transporte continuo formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores.

Existen bandas transportadoras para uso ligero y uso pesado. La banda es arrastrada por fricción por uno de los tambores, que a su vez es accionado por un motor. El otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento, y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre los dos tambores.

Debido al movimiento de la banda el material depositado sobre la banda es transportado hacia el tambor de accionamiento donde la banda gira y da la vuelta en sentido contrario. En esta zona el material depositado sobre la banda es vertido fuera de la misma debido a la acción de la gravedad.

Las cintas transportadoras se usan principalmente para transportar materiales granulados, agrícolas e industriales, tales como cereales, carbón, minerales, etcétera, aunque también se pueden usar para transportar personas en recintos cerrados (por ejemplo, en grandes hospitales y ciudades sanitarias). A menudo para cargar o descargar buques cargueros o camiones.

Para transportar material por terreno inclinado se usan unas secciones llamadas cintas elevadoras. Existe una amplia variedad de cintas transportadoras, que difieren en su modo de funcionamiento, medio y dirección de transporte, incluyendo transportadores de tornillo, los sistemas de suelo móvil, que usan

planchas oscilantes para mover la carga, y transportadores de rodillos, que usan una serie de rodillos móviles para transportar cajas ó palés.

Las cintas transportadoras se usan como componentes en la distribución y almacenaje automatizados. Combinados con equipos informatizados de manejo de palés, permiten una distribución minorista, mayorista y manufacturera más eficiente, permitiendo ahorrar mano de obra y transportar rápidamente grandes volúmenes en los procesos, lo que ahorra costes a las empresas que envía ó reciben grandes cantidades, reduciendo además el espacio de almacenaje necesario. En la figura 6 se observa un transportador de bandas con rodillos.



Figura 6. Transportadores de banda con rodillos

Esta misma tecnología se usa en dispositivos de transporte de personas tales como cintas y escaleras mecánicas y en muchas cadenas de montaje industriales. Las tiendas suelen contar con cintas transportadoras en las cajas para desplazar los artículos comprados. Las estaciones de esquí también usan cintas transportadoras para remontar a los esquiadores.

La cinta transportadora más larga del mundo está en el Sáhara Occidental, tiene 100 km de longitud y va desde las minas de fosfatos de Bu y Cr hasta la costa sur de El Aaiún. La cinta transportadora simple más larga tiene 17 km y se usa para transportar caliza y pizarra desde Meghalaya (India) hasta Sylhet (Bangladés).

Los transportadores son utilizados como componentes en la distribución automatizada y almacenamiento. En combinación con manejo equipos computarizados para de tarimas permiten que se realice eficientemente el almacenamiento, manufactura y distribución de materiales en la industria. Es considerado además como un sistema que minimiza el trabajo que permite que grandes volúmenes sean movidos rápidamente a través de procesos, permitiendo a las empresas embarcar ó recibir volúmenes más altos con espacios de almacenamiento menores con un menor gasto. El uso de las cintas transportadoras está aplicado especialmente al procesamiento de productos industriales, agroindustriales, agrícolas, mineros, automotrices, navales ó farmacéuticos. Esto, al mismo tiempo, puede ser de forma vertical, horizontal ó inclinada, dependiendo de los materiales que se quieran transportar.

Los transportadores de banda de hule son comúnmente utilizados para transportar objetos que tienen una superficie de fondo irregular, pequeños objetos que puedan caerse de entre rodillos ó bolsas con producto que pueda atorarse entre los rodillos. Los transportadores de banda son construidos generalmente de la misma forma: con un marco metálico y con rodillos en los extremos de cada transportador sobre una cama metálica. En aplicaciones donde el producto es demasiado pesado, la cama metálica es sustituida por rodillos. Los rodillos permiten que los objetos sean transportados reduciendo la fricción generada sobre la banda. Los transportadores

de banda pueden ser fabricados con secciones curvas. Estos sistemas de transportadores de banda son comúnmente utilizados en oficinas postales ó en los aeropuertos para manejo del equipaje de pasajeros.

1.3.6. TRANSPORTADORES DE TABLILLAS:

Son máquinas de transporte continuo que se emplean para la manipulación de materiales a granel y en bultos por trazas horizontales e inclinadas sin que se produzcan paradas entre la carga y descarga. Tienen un amplio uso de la industria química, metalúrgica, extractiva, cañera, etc. Estos transportadores manipulan generalmente cargas pesadas, en pedazos grandes, abrasivas y calientes.



Figura 7. Transportadores de tablillas

La composición y ubicación de las partes componentes del transportador de tablillas son diferentes a las de un transportador de banda.

Este transportador consta en lo general de una estructura metálica en cuyos extremos se coloca una catalina motriz y una catalina de cola que forma parte del sistema de atezado. La estructura soporta al órgano de tracción formado generalmente por cadenas y este al órgano portador de la carga constituido por las tablillas.

En estos transportadores al manipular cargas pesadas es necesario el empleo de reductores para disminuir las velocidades de los mismos.

A diferencia del Transportador de Banda los transportadores de tablillas manipulan cargas pesadas, en pedazos grandes, abrasivas y calientes.

El transportador se pone en funcionamiento a través del sistema motor que le suministre movimiento a la catalina motriz; generalmente compuesto por dos cadenas el cual va acoplado al órgano portador, compuesto por tablillas y el mismo es soportado por la estructura.

El transportador de tablillas tiene una ó varias tolvas que serán las encargadas de suministrar material al mismo y pueden estar situadas en cualquier punto de la rama cargada, la descarga se realiza al final de la traza mediante un embudo de descarga ó de forma libre al final del mismo transportador.

Los transportadores de tablillas se emplean en la manipulación de materiales a granel y en bultos por trazas horizontales e inclinadas. Tiene un amplio uso en la industria química, metalúrgica, mecánica, extractiva, cañera.

Es muy común verlos en los centrales azucareros para la transportación de la caña de azúcar en los tanques y para la transportación del bagazo, en la industria mecánica para la transportación de piezas a través de hornos ó maquinas herramientas entre otras muchas aplicaciones.

Los transportadores de tablillas suelen equiparse con dos cadenas del tipo de planchetas de buje y de ruedas. Pueden tener cojinetes de deslizamiento ó de rodamiento.

En las cadenas con ruedas, éstas se apoyan sobre un perfil laminado y soportan el peso de la carga, el de la tablillas y desde la propia carga.

En los transportadores de tablillas pequeños que transportan cargas ligeras y cuyo ancho no mayor de 400 mm se permite el uso de una sola cadena.

En estas ocasiones las cadenas más baratas, por ejemplo las cadenas de planchetas sin bujes cuando la velocidad es baja, ó cadenas soldadas cuando la velocidad es alta.

1.3.7. TRANSPORTADORES DE RODILLO:

El transportador de rodillos es un dispositivo que, como su nombre indica, utiliza rodillos metálicos para facilitar el manejo y traslado de una gran diversidad de objetos, tales como cajas, tarimas, llantas, tambos, palés, paquetes, etc. siempre y cuando cumplan la condición de contar con un fondo regular ver la figura 8. En caso contrario, suelen emplearse otro tipo de dispositivos como el transportador de banda, el transportador helicoidal, etc. El transportador de rodillos se utiliza en múltiples procesos industriales y en almacenes.

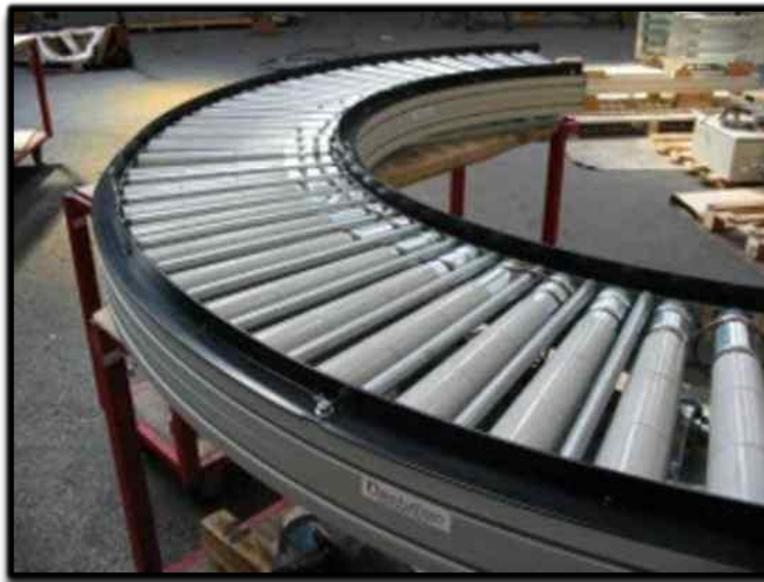


Figura 8. Transportadores de rodillo

Se utilizan para transportar cargas envasadas y por piezas, es decir, conjuntos y piezas de las máquinas y mecanismos, moldes de fundición, cajas, Vigas laminadas. Maderas, tubos, planchas metálicas, cargas de granel en envases de saco. Los transportadores de este tipo se emplean ampliamente en los talleres de preparación y mecánicos de las fábricas de construcción de maquinaria, en los talleres de laminados de las fabricas metalúrgicas, en las empresas de la industria ligera, alimentaria, en los almacenes de transporte y de mercancía.

Por la forma en que están contruidos y su accionamiento podemos dividirlos en varios tipos:

a) Por gravedad:

Este dispositivo se apoya en la fuerza de gravedad del objeto para que se deslice entre los rodillos.

b) Rodillos por banda:

En este tipo de transportadores los rodillos son accionados por medio de una banda que los motoriza.

c) Rodillos accionados por cadena:

En este tipo de transportadores los rodillos son accionados por medio de una cadena que transmite el movimiento de rodillo a rodillo; este tipo de transportadores es ideal para el manejo de objetos de servicio pesado, como pueden ser tarimas ó tambos.

De rodillos para manejo de material a granel: Este tipo de transportadores es el más utilizado para el transporte de mineral, comparado con el sistema de trenes y camiones de gran capacidad de carga de más de 200 toneladas, por ser el de menor costo para su mantenimiento. En este caso el material es transportado por una cinta ó banda.

Los rodillos que se emplean en este tipo de transportadores se pueden clasificar de tres tipos:

1.-Rodillos de impacto:

Estos rodillos son los que reciben la carga en la cinta transportadora; están ubicados debajo de los chutes ó tolvas por donde ingresa la carga, generalmente son de caucho debido a que absorben mejor el impacto.

2.-Rodillos de carga:

Son los que transportan a lo largo de la cinta transportadora la carga de esta, generalmente son de tubo de acero y pueden ser de configuración de carga normal triple (consta de un bastidor y 3 rodillos) que son los más usados, también los hay de un solo rodillo que se denomina de carga simple.

3.-Rodillos de retorno:

Estos rodillos van ubicados en la parte inferior de la estructura de la cinta transportadora, y la cinta se apoya en ellos cuando empieza la secuencia de retorno hacia la zona donde va a recibir nuevamente la carga.

CAPITULO II

**DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO
DEL PROCESO DE EXTRACCION**

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Minera peñasquito ubicada en Mazapil zacatecas, como la mayoría de las minas, tiene un sistema de manejo de desperdicios que consiste prácticamente en el transporte de tepetate con yucles, con capacidad de 320 toneladas cada uno, el problema es que el 75% del material que es extraído del tajo es tepetate (desperdicio) y solo el 25 % que es rico en mineral entra al proceso. la mina tiene un promedio de vida de 25 años y desde su inicio hasta ahora han transcurrido 5 años, han ordenado el tepetate en forma de montañas con una altura de 90 metros acabando con el espacio disponible para el amontonamiento del tepetate y a la vez haciéndose más alto, generando más costos principalmente en diesel y mantenimiento de los yucles porque cada vez las rutas están más lejos y más altas aumentando a la vez el peligro de que suceda un accidente, el problema a resolver es la distribución ordenada del tepetate de manera continua y reducir el movimiento de los yucles.

2.2 EXTRACCION Y OPERACIÓN DE MINA A TAJO ABIERTO.

La minera peñasquito es una mina a cielo abierto que también puede ser llamada mina a tajo abierto, en ella las explosiones mineras se desarrollan en la superficie del terreno, a diferencia de las subterráneas, que se desarrollan bajo ella.

Para la explotación de una mina a cielo abierto, a veces, es necesario excavar, con medios mecánicos ó con explosivos, los terrenos que recubren ó rodean la formación geológica que forma el yacimiento. Estos materiales se denominan, genéricamente, *estéril*, mientras que a la formación a explotar se le llama *mineral*. El estéril excavado (tepetate) es necesario apilarlo en escombreras fuera del área final que ocupará la explotación, con vistas a su utilización en la restauración de la mina una vez terminada su explotación.

Las minas a cielo abierto son económicamente rentables cuando los yacimientos afloran en superficie, se encuentran cerca de la superficie, con un recubrimiento pequeño ó la competencia del terreno no es estructuralmente adecuada para trabajos subterráneos, en la figura 9 se muestra como luce un tajo a cielo abierto.



Figura 9. Tajo a cielo abierto, minera Peñasquito

Tras haberse ubicado el lugar donde se encuentra el mineral se procede a hacer un estudio de factibilidad en el cual determinara por diversos parámetros si el proyecto minero es viable ó no. El estudio de factibilidad también analiza la forma mas eficiente para la extracción del mineral del yacimiento que se tiene, y en función a esa elección determinara la infraestructura, el capital humano, las herramientas y maquinarias que se requieren, minimizando los costos requeridos para este propósito a lo largo de la vida del proyecto.

El minado (explotación) a Tajo Abierto ó cielo abierto se realiza cuando los yacimientos son de gran tamaño, presentan una forma regular, y están ubicados en la superficie ó cerca de ésta.

Este es un proceso eficiente en la medida en la que el costo de extraer el mineral (incluyendo la movilización de material no comercial que los cubre), sea menor que el precio de comercialización del mineral a extraer.

El tajo abierto se ve como un gran tazón y este se va construyendo en la medida en que la operación va avanzando, tanto lateralmente como en profundidad. A medida que se va trabando, se genera una especie de anfiteatro (por su forma escalonada) cuya forma puede ir cambiando en la medida en que avanza la operación.

Si bien el concepto de una mina de tajo abierto es sumamente básico, su concepción y desarrollo involucra un planeamiento complejo y costoso. Cabe indicar, además, que frecuentemente muchas operaciones mineras empiezan como tajo abierto y, cuando llegan a un punto en que el costo de extraer el mineral no cubre el costo de extracción de las rocas aledañas empiezan a utilizar métodos de minería de socavón.

Antes de iniciar la perforación es importante tomar en cuenta un elemento fundamental en su planificación: el ángulo del talud (tajo), el cual determinará tanto la seguridad como la rentabilidad de la mina. Una vez determinado el talud se empieza con el retiro de las rocas para llegar al mineral.

La extracción empieza con la perforación y voladura de la roca, procesos que parten los bloques de roca concreta en pedazos más pequeños que se cargan en camiones con grandes palas eléctricas ó hidráulicas, ó con excavadoras, para ser retirados y clasificados en camiones de gran tonelaje. A medida que el tajo va creciendo se forman lo que se denominan bancos, que son como “escaleras” alrededor de las cuales se explota el mineral y que están conectadas a través de rampas entre ellas y hacia la superficie.

El tajo abierto supone la extracción de todo el material de la zona donde se encuentra el mineral, y por lo tanto, de un gran volumen de rocas por lo que es necesario usar maquinaria y equipos de gran capacidad.

El material clasificado con contenido metálico se transporta a la planta de beneficio para que pueda seguir los posteriores tratamientos físicos y químicos para obtener el mineral resultante, mientras que el material clasificado como deshecho (ó tepetate) se vierte en zonas asignado para ello. A veces existe una tercera categoría de material de baja calidad (mineral de baja ley) que puede almacenarse por si en el futuro pudiera ser rentable su aprovechamiento.

Cuando la mina llega al final de su vida útil el tajo abierto, de acuerdo a lo planificado en su Plan de Cierre, se rehabilitará para ser convertido en un depósito de residuos con una posterior re-vegetación del terreno ó para ser convertido en lago (donde ya puedan crecer especies animales), previo control del terreno como parte de las medidas de rehabilitación emprendidas por las empresas.

En el siguiente diagrama de bloques se explica el proceso en general desde la extracción del material en el tajo por medio de las explosiones, seguido de la división del material que es rico y que entra en proceso y del material estéril ó tepetate que es acumulado en montañas.

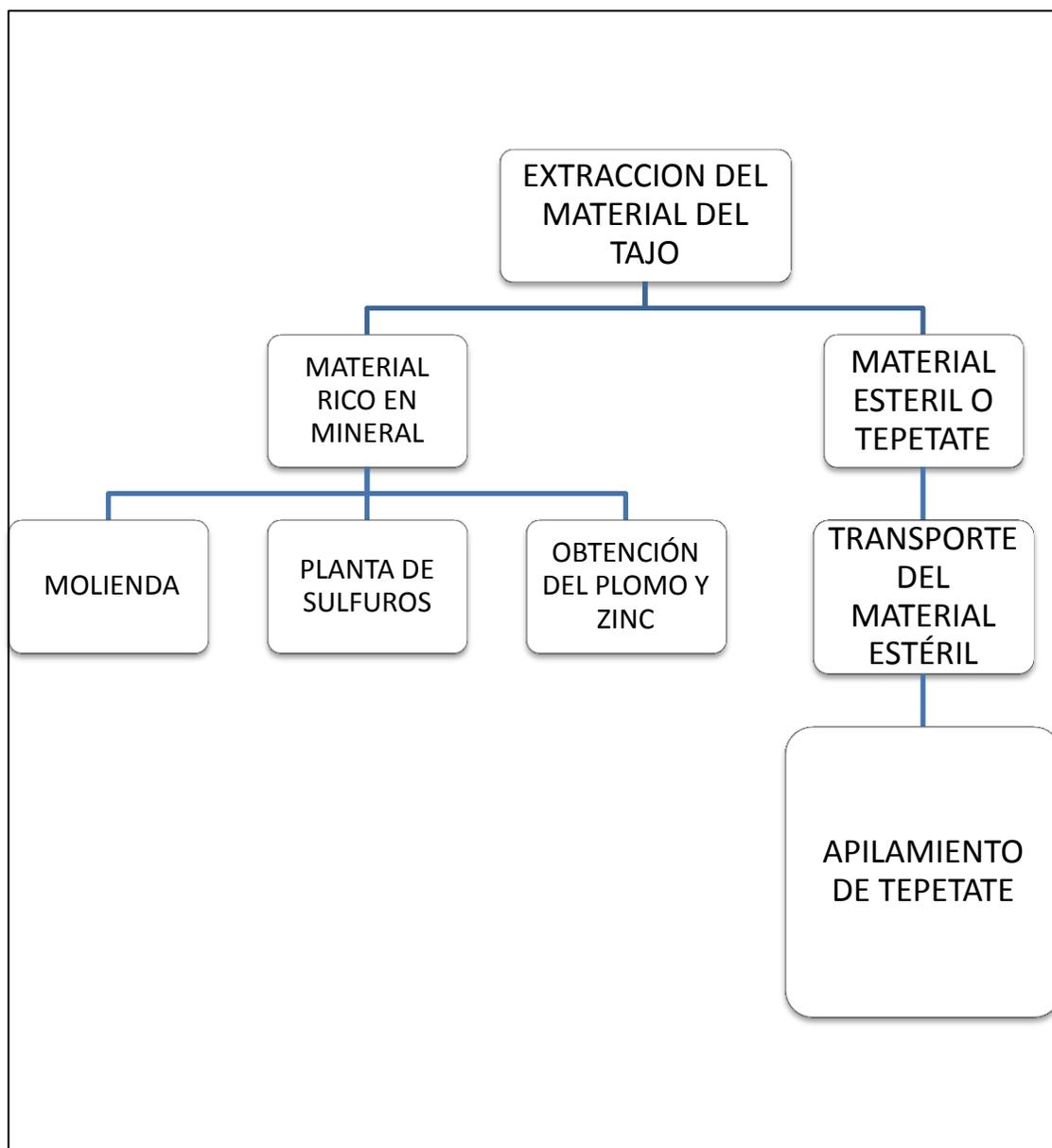


Diagrama 1. Proceso de extracción del mineral.

2.2.1 DISTRIBUCION DEL MATERIAL ESTERIL Ó TEPETATE.

Cuando se realizan las explosiones en el tajo para la extracción del material solo el 25% es lo que entra a proceso y de este 25% solo el 0.5% es lo que se convierte en mineral libre de impurezas el 24.5% restante es impulsado con agua por medio de tuberías a la presa de jales y es de esta manera que se transporta el material estéril que entra a proceso, pero solo estamos hablando de que es el 24.5% de un 25% todo el material restante ó sea el 75% es estéril, bajo en propiedades de minerales es considerado como escombros ó más acertadamente llamado tepetate.

Como se muestra en la figura 10 después de realizada la explosión en el tajo es extraído el material en los camiones de carga yucles.



Figura 10. Extracción del material del tajo

Posteriormente siguen una ruta previamente realizada dado a que son camiones son excesivamente grandes no pueden andar en cualquier ruta, se tienen que diseñar rutas donde solo pueden circular este tipo de camiones y tener una coordinación exacta para evitar accidentes, los coches comunes no pueden andar en estas rutas pues pueden ser aplastados.

Ya teniendo el punto de donde inician al punto a donde van a llegar se comienza con el transporte del material que será puesto en grandes pilas, en un principio se había acordado que estas pilas no excederían los 50 metros de altura pero dado a la producción continua, y al diseño de más rutas que ocasionaría mover la zona de descarga, estas pilas tienen una altura actual aproximada de 90 metros, como se muestra en la figura 11.



Figura 11. Montañas de tepetate

La minera peñasquito cuenta con 56 yucles con capacidad de carga cada uno de 320 toneladas, en promedio un yucle consume por 24 hrs de operación 3000 lts de diesel mas gastos de mantenimiento y salarios de operadores y gente de mantenimiento, en una ruta no mayor desde el punto de carga hasta el punto de descarga de 2 km.

Como ya se ha mencionado antes el 75% de esfuerzo realizado por los yucles es para la extracción y amontonamiento en pilas de la materia estéril. Lo que más genera movimiento dentro de la mina es el transporte del material estéril ó tepetate y todo lo que conlleva el transporte de este material como por ejemplo:

- Diseño de rutas de carga y descarga.
- Sincronización de movimientos de yucles.
- Apilamiento del material en montañas.
- 3 turnos de 8 horas para mover el material todo el día.
- Mantenimiento de los yucles.
- Medidas drásticas de seguridad.



Figura 12. Yucles en operación.

Antes de que la materia prima entre a proceso lleva un estudio geotécnico que indica que material es más rico en mineral y por lo tanto cual es el más conveniente de que entre a proceso; para saber qué materia prima contiene más mineral se hace la

Voladura en el tajo y se ve cual es el material que conviene y lo que no conviene que es el desperdicio también conocido como tepetate.

La montaña de desperdicio en un principio se había establecido que no iba a exceder los 50 metros pero dado a la escases de espacio ha ido aumentando hasta llegar a tener 90 metros, actualmente las montañas de desperdicio rodean lo que es el área de la producción y si sigue así puede que llegue a obstruir las rutas y causar diversos problemas.

Es un hecho que se cuenta con espacio suficiente, el terreno donde esta minera peñasquito es de 100 hectáreas pero las rutas de transporte de tepetate son muy largas, baja la producción y aumentan los costos de los yucles sobre todo en el diesel a parte siempre está el riesgo constante de un accidente y en el peor de los casos la perdida de una vida humana que eso es irrecuperable y que lamentablemente ya ha sucedido.

Los 56 yucles con los que cuenta la mina consumen un aproximado de 5000 lts de diesel diario más gastos de mantenimiento a la unidad que incluye cambio de llantas cada 6 meses, como se puede notar en la tabla 1, se generan muchos costos bastante altos y que debe ser remediado; esto no quiere decir que se erradique el uso de yucles en la mina pues el uso de estos es necesario para transportar el material estéril y la materia prima que es explotada en el tajo que tiene 600 metros de profundidad, además también son los que depositan la materia rica en mineral en el área de molienda.

	Por unidad	Número Total de yucles	Consumo mensual	Costo total al mes
Consumo de diesel por yucle	5,000 lts	56	8,400,000 lts	\$92,400,000
Costo de mantenimiento	\$300,000	56		\$16,800,000
				\$109,200,000

Tabla 1. Costos de mantenimiento y consumo de diesel mensual

2.3 AREA DE MOLIENDA Y PROCESO DEL MINERAL.

El material que es explotado en el tajo solo el 25% es utilizado, esto equivale a 5000 toneladas por hora que es la capacidad de molienda de la mina, en la figura 13 se pueden observar los molinos con los que cuenta a mina. se podría decir que es una relación de por cada 4 yucles 3 son de material estéril y uno de materia prima que llega a la molienda primaria para reducir el diámetro de las piedras y esta entra a la planta de sulfuros para su proceso y extracción del mineral, en este caso plomo y zinc en el cual solo se recupera el 0.5% que en toneladas equivale a 250 toneladas en forma de mineral, lo demás que en números es el 24.5% es desperdicio que es transportado por medio de tuberías e impulsado por agua a la presa de jales , en el caso del oro y la plata tienen otro método de separación que es por óxidos y lixiviación, los procesos para separación del mineral serán explicados de una manera general más adelante tanto la planta de sulfuros como la planta de óxidos solo para focalizar el proceso en general.

Las propiedades generales del plomo entre otras son su maleabilidad, ductilidad, es un mal conductor de energía su punto de fusión es de 328C°, reacciona con el ácido nítrico.

Es el número 36 en abundancia en la corteza terrestre, se utiliza para la fabricación de baterías, revestimientos de cables, redes de tubería, blindaje para radioactividad. El uso más amplio del plomo, como tal, se encuentra en la fabricación de acumuladores. Otras aplicaciones importantes son la fabricación de tetra etilo de plomo, forros para cables, elementos de construcción, pigmentos, soldadura suave, municiones, plomadas para pesca y también en la fabricación desde soldaditos de juguete hasta para hacer tubos de órganos musicales. Los metales no ferrosos provienen de minerales que se pueden encontrar en la superficie de la tierra o bien en yacimientos bajo la superficie. En ambos casos se deben seguir técnicas de explotaciones eficientes y rentables. Los minerales de los que se obtienen los metales no ferrosos nunca se encuentran en estado puro y en cantidades comerciales, por lo que se deben separar y preparar. Entre los procesos de preparación más utilizados está el pulverizar al mineral y luego mezclarlo con agua y un aceite, para que al aplicar una acción violenta se forme espuma en la que los elementos metálicos quedan suspendidos. Posteriormente se retira la espuma y con ella los minerales necesarios para la producción de los metales no ferrosos.



Figura 13. Área de proceso para la extracción del material.

El zinc se encuentra en la naturaleza en su mayor parte en forma de sulfuro (ZnS), material denominado blenda o esfalerita, de color caramelo su proceso de obtención es el siguiente:

El proceso de la extracción del zinc se inicia con la concentración por flotación del mineral ó zinc, el concentrado es oxidado a la forma ZnO (óxido de zinc) y al producto se le denomina calcina, esta solución pasa a la etapa de purificación donde el sulfato de zinc en solución es separado de otros elementos no deseables precipitándolos como sulfatos insolubles.

Usos del zinc: este material se emplea principalmente para recubrir el acero mediante el proceso de galvanización para protegerlo de la corrosión atmosférica. El producto galvanizado puede ser utilizado para diferentes formas, laminas para techos, alambres galvanizados para cables, tuberías y conexiones.

CAPITULO III

**CONSTRUCCION E IMPLEMENTACION
DEL SISTEMA DE MANEJO DE
DESPERDICIOS**

3.1 CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS

El sistema de manejo de desperdicios es un sistema de bandas transportadoras móviles diseñado para transportar el material triturado, en este caso el material estéril ó tepetate, para acumularlo en forma de pila aproximadamente a 6 km del área de molienda pudiendo ampliar la distancia hasta 15 km lo cual permitiría la distribución ordenada del material.

La necesidad de este equipo surge de la carencia de espacio en la mina para depositar el material estéril ó tepetate y a la vez poder reducir los costos que genera transportarlo en los yucles también se eliminarían los tiempos muertos, se reduciría el riesgo de accidentes y se incrementaría la capacidad de descarga hasta un 150%.

Dado a que aún le quedan 20 años de vida a esta mina es necesario solucionar la distribución ordenada del tepetate y así poder tener una mejor producción con un proceso más eficaz de un material voluminoso e inútil como es el tepetate.

Este es un equipo diseñado por la empresa Takraf que es alemana, es el primero en México y hay otros ya funcionando en minas de diferentes partes del mundo como Australia, Chile y Sudáfrica obteniéndose en cada uno de los mencionados resultados satisfactorios.

El sistema de manejo de desperdicios cuenta con un sizer ó área de molienda que a su vez cuenta con 3 bandas transportadoras, un stacker que incluye tres subsistemas un mobile head station, el tripper car (carro transportador) y un spreader, a continuación se describirá cada uno de sus elementos.

En la tabla 2 se muestra el plan de construcción de este equipo que se construirá en un total de 8 meses.

PLAN DE CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS									
Concepto	sep	oct	nov	Dic	ene	Feb	mar	abr	Total
Obra civil	3%		3%		2%		1%	1%	10%
Obra mecánica	5%	10%	10%	5%	5%	10%	15%		60%
Obra eléctrica					3%	3%	4%		10%
Instrumentos					2%	4%	4%		10%
Pruebas						3%	2%		5%
Puesta en marcha							2%	3%	5%
Total									100%

Tabla 2. Plan de construcción.

3.1.1 PLAN DE CONSTRUCCION DEL EQUIPO.

En este punto se especificara lo que en cada disciplina de la construcción del equipo se tiene que hacer tomando como referencia la tabla del plan de construcción para que el levantamiento de este sea favorable.

3.1.1.1 Obra civil:

- Niveles de proyecto del terreno: emparejado ,relleno y compactado.
- Cimentación de la estructura del sizer, torre de transferencia y mesas de transportadores.
- Inspección del Despalme/Nivelación Preliminar:
El Ingeniero de Campo monitoreará los trabajos de despalme y de nivelación preliminar y documentará las inspecciones. El sistema de control topográfico para el despalme y la nivelación preliminar lo establecerá el equipo de topógrafos bajo la dirección del Ingeniero de Campo. Durante el trabajo, el Ingeniero de Campo monitoreará el avance, interpretará los documentos del proyecto e inspeccionará el trabajo en cuanto al cumplimiento de calidad. El Inspector asegurará que se termine la remoción de materiales orgánicos y tierras inapropiadas antes de empezar con la nivelación preliminar. Mientras realiza la nivelación preliminar, el Inspector de control de calidad asegurará que el material de relleno se seque y compacte como lo requieren las especificaciones. Ver anexo 1.
- Agregados para concreto:
El Inspector de Control de Calidad visitará la planta dosificadora de concreto e inspeccionará la calidad de los agregados que utilizará el operador de la planta dosificadora de concreto. El Inspector de Control de Calidad asegurará que los agregados suministrados cumplan con las especificaciones de diseño de la mezcla. Periódicamente se solicitará que el Inspector de Especialidad tome muestra del agregado y llene la Forma del Laboratorio Geotécnico para Análisis de Clasificación de Suelos dicha forma se puede ver en el Anexo 2. Agregados para Relleno, el material de relleno se inspeccionará para

asegurar el cumplimiento con las especificaciones. Antes de empezar la operación de relleno, el Inspector de control de calidad inspeccionará la carga inicial. Se rechazarán los materiales que no cumplan con las especificaciones.

3.1.1.2 Obra mecánica y estructura:

Aquí se mencionara las tareas que se van a llevar acabo para la construcción del sistema de bandas transportadoras en el are mecánica empezando por los siguientes:

- Instalación de estructura metálica, lo que es toda la estructura sobre la que van a ir la bandas transportadoras, motores y equipos mecánicos.
- Mesas de transferencia, son las mesas en las cuales van los rodillos que soportan a la banda.
- Poleas motriz , polea de cola, polea deflectora, polea tensora.
- Estación de rodillos (de impacto, de carga, de retorno, autoalineables).
- Transmisiones, frenos de contravuelta, motoreductor.
- Quebradora.
- Placas de desgaste.
- Acero estructural: El propósito de este procedimiento es proporcionar instrucciones a Ingeniería de Campo y Control de Calidad para controlar e inspeccionar el acero estructural desde el momento de la recepción en el sitio hasta el montaje. Esto es para asegurar que el acero estructural suministrado y la instalación cumplen con las especificaciones, ver anexo 3. Estos procedimientos aplican a acero estructural para construir los marcos, estructuras para soportar tanques, recipientes, equipo mecánico, camas de tubería, acero estructural para usos varios como plataformas, escaleras de mano, escaleras y soportes de tubería.
- El responsable a cargo en este caso el inspector de calidad Revisara todas las Listas de Control para Acero Estructural y verificara la conformidad de la instalación. el Inspector debe Realizar inspecciones

para confirmar que el montaje está de acuerdo con los planos y las especificaciones. debe Asegurar que todas las pruebas e inspecciones se efectúen y documenten, utilizando equipo calibrado de manera adecuada según las especificaciones. Debe asegurar que se efectúen las pruebas no destructivas y las revisiones visuales de la soldadura especificadas ver anexo 4, debe asegurar que las calificaciones del soldador estén al día y sean aceptables.

- El Ingeniero de Campo realizará inspecciones al azar de las dimensiones en el acero estructural y la disposición de los pernos de cimentación/anclaje para asegurar el cumplimiento con los planos. Se indicarán las elevaciones y líneas de centro de referencia, como se requiera en los cimientos y el acero. El Inspector de control de calidad revisará el espesor de película seca de pintura en taller y la aplicación adecuada antes del montaje. El Ingeniero de Campo monitoreará todas las actividades de montaje y será responsable de confirmar la alineación y la verticalidad mientras se efectúa el montaje. Además, el Ingeniero de Campo iniciará la Lista de Control para Acero Estructural. Durante el montaje, el Inspector de control de calidad asegurará que se cumplan todos los requisitos para el examen no destructivo de soldadura en campo y que se sigan los procedimientos de torqueo especificados. Los Inspectores de control de calidad presenciarán la calibración de las llaves de impacto de corte automático dos veces por día (durante uso constante). El Inspector de control de calidad registrará todas las pruebas de torque en la "Structural Steel Checklist" [Lista de Control para Acero Estructural]. El Inspector de control de calidad verificará las uniones de deslizamiento para permitir la expansión térmica y de otro tipo.
- Antes del montaje, el Ingeniero de Campo preparará el estudio de montaje detallado. El Ingeniero de Campo realizará una revisión dimensional y de estado para confirmar que el cimiento este de acuerdo con la última revisión de los Planos y las especificaciones. Esta revisión

incluirá el tamaño de los pernos de anclaje y la confirmación de proyección, orientación, y ubicación. El Ingeniero de Campo iniciará la “Equipment Installation Checklist” [Lista de Control de Instalación de Equipo]. El Inspector de control de calidad inspeccionará el recipiente con relación a los planos aprobados por el vendedor para confirmar dimensiones, materiales, orientaciones y elevaciones de las boquillas, escalera de mano, plataforma y abrazaderas de soporte de las tuberías. Llenará una “Equipment Installation Checklist” [Lista de Control de Instalación de Equipo]. Cuando un recipiente se coloca en su sitio al recibirlo, el Inspector de control de calidad asegurará que se realicen todas las inspecciones y se llene la documentación inmediatamente después de fijar temporalmente el recipiente. Cuando un recipiente se coloca después de su almacenaje, el Inspector de control de calidad asegurará que se efectúe una inspección detallada antes de su montaje.

- Asegurar que los soldadores estén calificados, que sus Certificaciones estén al día y que sus documentos de calificación estén en los archivos de Control de Calidad. Asegurar que los procedimientos de soldadura usados estén aprobados. Revisar los reportes de pruebas ó la interpretación de rayos X del Inspector de Especialidad.

3.1.1.3 Obra eléctrica:

- Línea de fuerza para alimentar a los motores.
- Línea de control la que alimenta todos los permisivos.
- Instalación de plc y ccm, (controlador lógico de programable y cuarto de control de motores).
- La instalación eléctrica: se efectuará de acuerdo con lo siguiente: Planos del proyecto; Especificaciones del proyecto; Instrucciones, recomendaciones y procedimientos aprobados del vendedor; Órdenes de compra; El material y los reglamentos eléctricos locales apropiados y las

formas de Control final aprobadas de terminación, datos de los relevadores de protección y las instrucciones especiales para las pruebas que se realizarán. El Inspector de control de calidad efectuará la inspección y las pruebas de instalaciones eléctricas de acuerdo con estos procedimientos. Se deberá seguir este procedimiento, junto con las instrucciones de revisión, pruebas e instrucciones de operación aprobadas de los fabricantes de los equipos, para determinar que las instalaciones eléctricas se instalaron de manera apropiada y que no tengan defectos ni omisiones.

- El Ingeniero de Campo revisará las instrucciones del vendedor y los documentos de diseño para familiarizarse con el equipo eléctrico específico que se va a instalar y examinará el equipo mientras está almacenado. También revisará los planos civiles y mecánicos para asegurar que los requisitos eléctricos estén incluidos en estos planos. El Inspector de control de calidad documentará su inspección de los accesorios eléctricos embebidos en el concreto. La inspección de la instalación de los diversos equipos eléctricos se hará según el procedimiento de construcción eléctrica respectivo.
- El Inspector de control de calidad realizará las pruebas y las revisiones finales de funcionamiento del equipo eléctrico y documentará los resultados de estas pruebas. Las revisiones y pruebas de funcionamiento verifican que los circuitos y aparatos eléctricos se pueden operar con seguridad y que los circuitos eléctricos de control, de protección y de los instrumentos funcionan de acuerdo con el diseño. El Inspector de control de calidad coordinará sus pruebas y revisiones de funcionamiento con los ingenieros mecánicos, de instrumentos y de puesta en marcha asociados y con la supervisión en campo para asegurar una inspección integrada y progresiva del trabajo. En aparatos eléctricos grandes, el representante del vendedor ó el Inspector de Especialidad realizará las pruebas de operación y las revisiones de funcionamiento del equipo de acuerdo con

los contratos del proyecto. Las pruebas y las revisiones de funcionamiento requeridas y la referencia a la documentación requerida se encuentran en los procedimientos para la inspección y las pruebas del equipo eléctrico correspondientes. Las listas de control abarcan las revisiones de funcionamiento del sistema de energía eléctrica, los aparatos y los circuitos de protección y de control relacionados. Ver anexo 5.

- Motores: Revisar la clasificación del área, Revisar la lubricación apropiada de los cojinetes de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Llenar los reportes de datos del motor y pruebas. Se efectuará una prueba de un minuto con el megóhmmetro cuando los motores se reubican en la posición de operación y se obtendrá una resistencia mínima. Para los motores sincrónicos, revisar el rotor y el estator con el megóhmmetro. El Ingeniero de Campo es responsable de asegurar que el representante del fabricante revise la instalación y la operación de los relevadores, dispositivos de protección, separaciones y los enclavamientos de los motores sincrónicos. Verificar la rotación de los motores sincrónicos y la capacidad de sincronizarse. Ver anexo 6.

3.1.1.4 Instrumentos:

Los instrumentos que van colocados a lo largo de las bandas transportadoras son los siguientes:

- Interruptores de cordón, están colocado a lo largo de toda la banda transportadora para pararla en caso de alguna falla.
- Paros de emergencia, están colocados en la botonera de control y sirve para parar todo en caso de emergencia.
- Sirenas de advertencia de inicio, estas se activan cuando esta por arrancar la banda para advertir que está a punto de arrancar.
- Indicadores de temperatura.

- Instrumentos de Campo: Revisar que las conexiones sean las apropiadas, especialmente las polaridades. Revisar que la conexión a tierra sea la apropiada, si se requiere. Revisar por marcado apropiado de los terminales, sellado de las conexiones de los conductos, etc. Buscar conexiones de fábrica sueltas y algún daño, humedad, etc.
- Asegurar que los instrumentos de campo se instalen, prueben y documenten de acuerdo con las especificaciones y los planos del proyecto y otros códigos y normas aplicables. Ver anexo 7.

3.2 ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS:

a) Área de trituración Sizer:

El sizer es el área donde llega el material estéril ó tepetate que extraído del tajo, los yucles descargan el material estéril en el chute de descarga, con esto los yucles ya no tendrían que recorrer grandes distancias ni amontonar el tepetate en montañas, solo tendrían que ir a descargarlo al chute del sizer que es el que se va a encargar de su distribución de una manera más eficaz y ordenada. El chute de descarga es en forma cónica y sirve como embudo para que el material no se disperse, una vez depositado el material en el chute este cae a una pequeña banda transportadora aproximadamente de 10 m de largo que se llama alimentador ó feeder en inglés, la función del alimentador es transportar el material estéril a la trituradora a una velocidad variable dependiendo de la cantidad de material que se esté depositando con una velocidad máxima de 8 m por segundo toneladas. En el anexo 8 se muestra de manera gráfica el proceso.

La trituradora es para reducir el diámetro de las piedras que son depositadas en el chute para que puedan ser transportadas por las bandas de manera más fácil. Esta descarga en otro chute que descarga en la primera banda transportadora. En las figuras 14 y 15 se muestra el área de trituración sizer y el chute a donde llegan a depositar el material estéril para ser movido por el sistema de bandas transportadoras.



Figura 14. Sizer, área de trituración.



Figura 15. Yucle descargando en la trituradora del sizer.

b) Banda 061-CV-70: la banda 062-CV-70 es la primera banda transportadora, es donde descarga el material triturado por el sizer, transporta el material a lo largo de 100 m y es movida por una transmisión que cuenta con un motor eléctrico de 4000 volts a 500 HP y un reductor que es controlado por un switch, este motor no tiene la función de poder modificar su velocidad solo se energiza, se prende y apaga, esta banda descarga en un chute que descarga a la banda siguiente. En el anexo 9 se muestra el diagrama de esta banda y en la figura 16 se muestran los rodillos sobre los cuales va la banda 061-CV-70.



Figura 16. Rodillos de la banda 061-CV-70

c) Banda 062-CV-72: esta banda transportadora está diseñada para una capacidad de descarga de 8000 t/hr, es impulsada por cuatro motores de 1000 kw de inducción de rotor bobinado que son controlados con resistencias secundarias que controlan la velocidad de descarga de la banda.

Dos de los motores se encuentran en la cola de la banda transportadora y los otros dos en la cabeza o sea en las extremidades de la banda.

Cada motor esta acoplado a una caja de cambios y las cajas de cambios están acoplados a la polea de accionamiento que es la que va a ayudar a que gire a la banda.

Las unidades de accionamiento están equipadas con un freno de disco hidráulico en el lado de alta velocidad de cada unidad, estos frenos son controlados con un plc ó controlador lógico programable. En la figura 17 se muestra la banda 062-CV-72.

Bajo condiciones normales de operación el transportador correrá a una velocidad nominal.

La banda 062-CV-72 está equipada con instrumentos que aseguran su operación previniendo daños a equipo, tales instrumentos son:

- Interruptores de cordón.
- Paros de emergencia.
- Sirenas de advertencia de inicio.
- Interruptores de desalineamiento de banda.



Figura 17. Banda horizontal 062-CV-72

062-CV-72 esta banda tiene 2.5 km de largo y es impulsada por 4 transmisiones dos colocadas en la cabeza y dos en la cola de la banda estas transmisiones cuentan con un motor cada una de 1000kw de 1200 rpm y un reductor que transforma las 1200 rpm a 87.02 rpm que dan movimiento a la polea que moverá la banda a una velocidad de 5.6 m/s.

Esta banda se extiende hasta la torre de transferencia donde como su nombre lo dice la carga es transferida a la otra banda en este caso la 062-cv-73. En el anexo 10 se puede ver el plano de esta banda.

Todas las bandas que son utilizadas aquí cuentan con una serie de rodillos que se pueden clasificar en tres: rodillos de impacto, rodillos de carga y rodillos de retorno.

D) Banda transportadora 062-CV-73: esta banda es impulsada por dos motores de 1000 kw de unidad de frecuencia variable que controla su voltaje.

Cada motor esta acoplado a una caja de cambios y las cajas de cambios están acoplados a la polea de accionamiento que es la que va a ayudar a que gire a la banda.

Las unidades de accionamiento están equipadas con un freno mecánico en el lado de la baja velocidad de cada caja de cambios controlado por un sistema de frenado suave. En la figura 18 se puede observar como es físicamente esta banda.

Estos frenos se utilizaran para la desaceleración del transportador en el remoto caso de que falle el variador de frecuencia, en condiciones normales de operación el variador de frecuencia desacelerara al transportador. En el anexo 11 se puede consultar el plano se esta banda.

Este transportador está equipado con dispositivos de seguridad similares a los de la bandas transportadora 063-CV-72.



Figura 18. Torre de transferencia y Banda 062-cv-73

E) Banda transportadora 063-CV-75A: la banda transportadora 063-CV-75A ó mobile head station tiene una longitud inicial de 130 m, después será extendida hasta que alcance su máxima longitud 3430 m, para acomodar su extensión este transportador cuenta con 3 orugas que permiten la movilidad del transportador haciendo más fácil lograr la extensión. En la figura 19 se pueden apreciar las orugas de la banda.

la banda transportadora 063-CV-75A es impulsada por cuatro motores de 1000 kw de inducción de rotor bobinado que son controlados con resistencias secundarias que controlan la velocidad de descarga de la banda, todos los motores están la cabeza del transportador. Ver anexo 12.

Cada motor esta acoplado a una caja de cambios y las cajas de cambios están acoplados a la polea de accionamiento que es la que va a ayudar a que gire a la banda.

Las unidades de accionamiento están equipadas con un freno mecánico en el lado de la alta velocidad de cada caja de cambios controlado por un sistema de frenado suave. Estos frenos se utilizaran para la desaceleración del transportador. En la figura 20 se muestra el mobile head station ó estación de cabeza móvil.

La banda 062-CV-75A está equipada con instrumentos que aseguran su operación previniendo daños a equipo, tales instrumentos son:

- Interruptores de cordón
- Paros de emergencia
- Sirenas de advertencia de inicio
- Interruptores de desalineación



Figura 19. Mobile Head Station ó unidad de cabeza móvil

F) Banda transportadora 063-CV-76 o tripper car: esta banda transportadora es impulsada por dos motores de 1000 kw de inducción de rotor bobinado que son controlados con resistencias secundarias que controlan la velocidad de descarga de la banda. Las unidades de accionamiento están equipadas con un freno de disco hidráulico en el lado de la alta velocidad de cada unidad, estos frenos son controlados con un plc. Bajo condiciones normales de operación el transportador correrá a una velocidad nominal. Este transportador está equipado con dispositivos de seguridad similares a los de la banda transportadora 063-CV-75. En la figura 20 se muestra el tripper car ó carro transportador.

Cuenta con cuatro orugas para poder mover el transportador e ir distribuyendo uniformemente el material de desperdicio (tepetate).

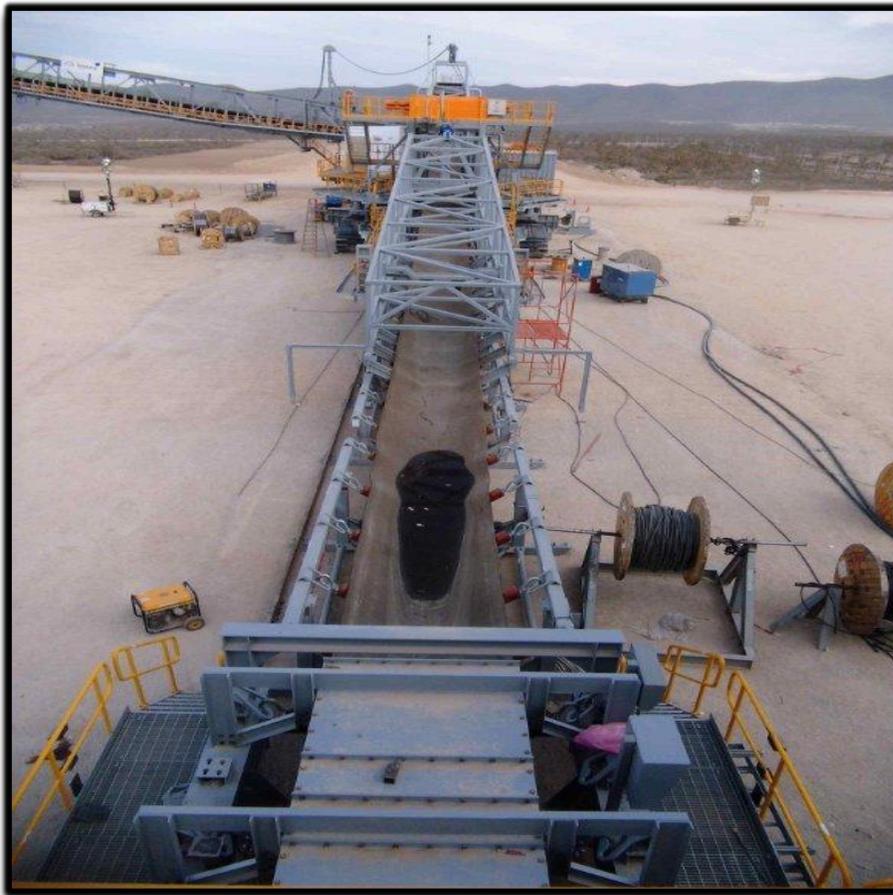


Figura 20. 063-CV-75 ó tripper car.

G) Spreader 063-CV-77: Esta es la parte final del sistema de manejo de desperdicios (stacker) el spreader está conformado por un puente intermedio sobre el cual corre la banda transportadora 063-CV-77A la cual es impulsado por 2 motores de 1000 kw cada uno de inducción de rotor bobinado que son controlados con resistencias secundarias que controlan la velocidad de descarga de la banda. Las unidades de accionamiento están equipadas con un freno de disco hidráulico en el lado de la alta velocidad de cada unidad, estos frenos son controlados con un plc .Estaba banda descarga en una extensión de spreader la banda transportadora 063-CV-77B que esta conformada por el mismo número de motores que la arriba mencionada. Ver anexos 13, 14,15.

El spreader cuenta con 6 orugas para su movimiento, el movimiento de esta parte del stacker ó sistema de manejo de desperdicios es giratorio puede dar un giro de 180° y tiene un movimiento de 30° para la altura de la banda de descarga 063-CV-77B. tiene una cabina en de operación en la parte superior para realizar estas maniobras. Ver anexo 16 para observar plano completo del sistema de bandas.

La construcción de esta parte final del sistema de bandas transportadoras se puede ver en las figuras 21,22, 23 y 24.



Figura 21. Montaje de la estructura central del spreader.



Figura 22. Montaje de la estructura de las bandas del spreader.



Figura 23. Estructura de las bandas del spreader.



Figura 24. Spreader ensamblado.

3.3 COSTOS GENERADOS CON EL ANTIGUO SISTEMA DE DISTRIBUCION DE TEPETATE.

En esta parte veremos el costo que nos genera mover el tepetate con el antiguo sistema de distribución para tener un dato de cuánto dinero se necesitaría a lo largo de los 17 años que le quedan de vida útil a la mina para mover el tepetate como se sigue haciendo y después poder compararlo con el nuevo sistema de bandas transportadoras para demostrar el beneficio que se obtiene.

Se Compararan los dos sistemas de distribución de la mina, tanto el viejo como el nuevo para ver específicamente en qué áreas y de qué manera impacta este a los tiempos, con tal de que quede demostrado que tanto es el beneficio de la implementación de este sistema de bandas transportadoras.

Es necesario para este análisis tener en consideración ciertos números:

Total de camiones de carga (yucles) con los que cuenta la mina: 56.

Consumo diario de diesel por cada camión: 5000lts.

El proceso de distribución anterior consistía en llegar al tajo con el camión y este era cargado con el tepetate, a partir de ahí este recorría una distancia promedio de 4 km de ida y 4 km de regreso lo cual hacen 8 km en total , se dice que es una distancia promedio por que el lugar de descarga variaba, una vez llegaba a su altura máxima se diseñaba una nueva ruta de descarga y así sucesivamente. Esto es explicado detalladamente en la tabla 3.

Entonces el recorrido total por cada yucle era de 8 km, estos camiones por su exceso de dimensiones no pueden viajar muy rápido su velocidad promedio es de 30 km/h así que cada recorrido el promedio tardaba 25 minutos.

La capacidad de carga de cada uno de los yucles es de 300 toneladas, con estos datos podemos ir calculando el costo, el tiempo y el peso que se genera con el movimiento que tienen los yucles para mover el material estéril ó tepetate que como ya se ha dicho representa el 75% del material a mover.

MOVIMIENTO DE YUCLES	
Camiones encargados de la distribucion	40
Distancia entre carga y descarga	8 km
Velocidad de camion	30km/h
Tiempo de recorrido de la ruta	25 minutos por yucle
Capacidad de carga por camion	300 toneladas
Toneladas de tepetate movidas por hora	15000 toneladas
viajes necesarios para mover 15000 tons/h	50 viajes por hora

Tabla 3. Movimiento de yucles con el antiguo sistema.

En la tabla 3 se maneja que son 40 camiones, esto es porque representa el 75% de los 56 camiones que hay en total, es el 75% porque es lo mismo que se genera de tepetate, solo el 25% de todo el material es el que entra a proceso y de la carga y descarga de este material se encargan los 16 camiones restantes.

Como se puede observar en la tabla el movimiento de lo yucles es demasiado, como ya se ha dicho anteriormente es lo que más genera movimiento dentro de la mina dado a que representa el 75% del material en genera, dicho de otra manera por cada camión que entra al proceso 3 son de tepetate.

Para poder mover 15,000 toneladas por hora de tepetate hay que hacer 50 viajes por hora, la mina solo cuenta con 56 yucles, solo el 25% de los yucles está destinado a otras tareas, con el nuevo sistema de bandas transportadoras se reducirá este número hasta la mitad, siendo que si se necesitaban 40 camiones para mover el tepetate ahora solo se necesitaran 20 y las rutas ya no serán tan largas y no serán cambiadas puesto que el sistema de bandas transportadoras se mueve por sí solo.

En la tabla 4 se muestra el costo que genera el movimiento de los yucles encargados de la distribución del tepetate hacia las montañas de apilamiento mensualmente y su equivalente en peso.

COSTO MENSUAL DEL MANEJO DE LOS YUCLES ENCARGADOS DE LA DESCARGA DE TEPETATE PARA MOVER 10,800,000 TONELADAS					
Maquinaria e insumos	Costo y consumo por unidad	Cantidad total de unidades	Consumo total de litros de diesel mensuales	Costo total al mes	Costo de maquinaria
Costo del yucle	1,200,000 dls	56 camiones			56,011,200dls
Consumo de diesel	5000 lts diarios	40 camiones	6,000,000 lts	\$66,000,000	
Costo de mantenimiento mensual	\$300,000	40 camiones		\$12,000,000	
Salario mensual por operador	\$15,000	100 operadores		\$1,500,000	
				\$79,500,000	

Tabla 4. Costo mensual del manejo de los yucles.

Para el cálculo de costos la tabla 4 se tomaron en consideración varios factores como el costo que tiene cada yucle, el consumo de diesel que tienen estos en un mes y su equivalente en costo así como también el costo de mantenimiento mensual considerando que al mes se le da mantenimiento a 40 yucles y por último el salario de los operadores, todo esto nos da un resultado al mes de \$79,500,000.

Teniendo el costo que nos genera mover 10,800,000 toneladas al mes podemos calcular a cuanto equivale diariamente como se muestra en la siguiente relación. El cálculo llega hasta los 17 años porque es el tiempo de vida que le queda a la mina. Ver tabla 5.

Tiempo	Costo	Peso
1hr	\$110,400	15,000 tons
1 día	\$2,650,000	360,000 tons
1 mes	\$79,500,000	10,800,000 tons
1 año	\$954,000,000	129,600,000 tons
17 años	\$16,218,000,000	2,203,200,000 tons

Tabla 5. Costo generado por el movimiento de los yucles con el sistema anterior.

En esta tabla se muestra el costo y el peso que se genera con el movimiento de los yucles cada determinado tiempo así nos podemos dar una idea de cuánto nos costaría seguir con el sistema antiguo del movimiento del tepetate durante todo lo largo de la vida útil de la mina.

3.3.1 COSTOS GENERADOS CON EL NUEVO SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS.

En este punto analizaremos los costos que generaría el nuevo sistema de bandas transportadoras así como sus tiempos y pesos a transportar.

El “sistema de manejo de desperdicios” es un sistema diseñado para transportar el material triturado a un lugar para acumularlo en forma de pila aproximadamente a 6 km del área de molienda pudiendo ampliar la distancia hasta 15 km. Es un sistema de bandas transportadoras incluyendo algunas móviles.

Este es un equipo diseñado por la empresa Takraf que es alemana, es el primero en México y hay otros ya funcionando en minas de diferentes partes del mundo como Australia, Chile y Sudáfrica obteniéndose en cada uno de los mencionados resultados satisfactorios.

En la siguiente tabla se muestra el costo de inversión de dicho sistema ver tabla 6.

COSTO DE INVERSION DEL SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS	
Costo del sistema de bandas transportadoras	60,000,000.dls
Costo de construccion del equipo	5,000,000.dls
Inversion total	65,000,000. dls

Tabla 6. Costo de inversión.

Lo que se me muestra en la tabla anterior es la inversión que hay que hacer para comprar el nuevo equipo, el sistema de bandas transportadoras, y lo que cuesta construirlo en la mina con un total de 65,000,000 dls.

El costo de inversión como podemos ver es elevado, estos cálculos también nos servirán para saber si es que conviene ó no la inversión y también se podrá observar si es una inversión a corto, mediano ó largo plazo.

En la siguiente tabla se muestran las variables para mover el tepetate con el nuevo sistema de bandas transportadoras, variables como la capacidad de descarga del sistema de bandas transportadoras, la distancia que hay entre los puntos de carga y descarga de los camiones (yucles), el tiempo que le toma a estos hacer el recorrido de dicha ruta, los viajes necesarios para mover 13000 toneladas por hora que es la capacidad de descarga del sistema de bandas y la velocidad que tiene las bandas transportadoras. Ver tabla 7.

MOVIMIENTO DE TEPETATE CON EL SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS	
Capacidad de descarga de bandas trasportadoras	13,000. tons/hr
distancia entre punto de carga y descarga	4km
tiempo de recorrido de la ruta	10 mints por yucle
viajes necesarios para mover 13000 tons/hr	43
camiones encargados de llevar el tepetate al area de molienda	20
tiempo de carga y descarga entre camion y camion	3 mints
velocidad de las bandas transportadoras	5 m/s

Tabla 7. Movimiento del tepetate con el nuevo sistema.

Con estos números que obtuvimos de la tabla anterior podemos calcular el los costos que nos generaría implementar este sistema, todo esto para ver si es conveniente ó no hacerlo.

Es importante recordar que estas bandas son móviles y pueden extenderse a una distancia hasta de 15 km desde el punto del área de molienda que es donde empieza hasta el punto de descarga en el spreader que es donde termina.

El movimiento de las bandas es siempre continuo, no para a menos de que haya un paro de emergencia ó algún mantenimiento ó en su defecto alguna falla ya sea mecánica ó eléctrica.

En la siguiente tabla se muestra el costo generado para mover 390,000 toneladas al mes con el nuevo sistema de bandas transportadoras. Ver tabla N°8

COSTO MENSUAL GENERADO POR EL SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS PARA MOVER 9,360,000 TONELADAS					
Maquinaria y equipo	Costo y consumo por unidad	Cantidad total de unidades	Consumo total de litros al mes	Costo total al mes	Costo de maquinaria
Costo del sistema de bandas transportadoras	60,000,000dls	1			60,000,000 dls
Yucles necesarios para la alimentación de tepetate	20	20			
Consumo de diesel diario por yucle	5000lts	20	3,000,000 lts	\$33,000,000	
Costo de mantenimiento de yucles por unidad mensual	\$300,000	20		\$6,000,000	
Salario mensual por operador	\$15,000	50		\$750,000	
Consumo de luz mensual	\$1,500,000	1		\$1,500,000	
				\$41,250,000	

Tabla 8. Costos generados por el nuevo sistema.

Con este sistema de bandas transportadoras solo se necesitarían 20 yucles para transportar el tepetate hasta el área de molienda para que una vez que sea reducido el diámetro de las rocas depositadas estas caigan a las bandas que lo van a transportar. El número de yucles es de 20 por que con esto es suficiente para alimentar la capacidad de descarga del sistema de bandas transportadoras que es de 13,000 tons/hr.

La distancia del punto de carga el punto de descarga es de 2 km así que es una distancia bastante corta, se ven expresados los gastos y consumo de diesel por parte de los yucles así como el costo de la luz para que el sistema de bandas transportadoras se mantenga en constante movimiento, también son tomados en cuenta los salarios de los operadores que manejan los yucles así como los que están encargados del funcionamiento del sistema de bandas transportadora, sin olvidarnos también del costo de inversión del propio sistema de bandas transportadoras.

En la tabla 9 se muestran los costos de manera desglosada en diferentes intervalos de tiempo hasta llegar a los 17 años que estos son los que le quedan de vida útil a la mina, empezando desde 1 hora y así sucesivamente.

MOVIMIENTO DEL TEPETATE CON EL SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS		
Tiempo	costo	Peso
1 hr	\$57,300	13,000 tons
1 día	\$1,375,000	312,000 tons
1 mes	\$41,250,000	9,360,000 tons
1 año	\$495,000,000	112,320,000 tons
17 años	\$8,415,000,000	1,909,440,000 tons

Tabla 9. Movimiento del tepetate con el nuevo sistema.

La mina tiene un capacidad de producción de 5,000 tons/hr , estas cinco mil toneladas representan el 25% del material que es explotado en el tajo, el 75% restante es el tepetate que hay que mover, tomando en cuenta los números anteriores tenemos que el 75% equivale a 15000 tons/hr que tienen que ser movidas, ahora, comparando este número con la capacidad de descarga de nuestro sistema de bandas transportadoras habría que mover 2000 tons/hr aparte, porque nuestro sistema de bandas transportadoras solo puede transportar 13000 tons/hr, no tenemos que preocuparnos por costos extras puesto que este movimiento está considerado dentro de los 20 yucles que hay para mover el tepetate.

Para poder alimentar continuamente y la capacidad indicada, el sistema de bandas transportadoras solo necesita de 17 yucles, así que quedan tres camiones que servirían para la distribución de estas 2000 tons/hr, como se explica en la tabla 10.

DISTRIBUCION POR TIERRA DEL NUEVO SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS	
Camiones encargados de la distribución	3
Capacidad de carga por yucle	300 tons
Viajes necesarios para mover 2000 tons/hr	7

Tabla 10. Distribución por tierra.

Con esta distribución se cubre lo necesario para mover 15000tons/hr.

3.3.2 COMPARATIVO ENTRE EL ANTIGUO SISTEMA DE DISTRIBUCION Y EL NUEVOS SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS.

En este punto vamos a ver cuál es el costo beneficio que se obtiene con el nuevo sistema de bandas transportadoras, para comprobar si conviene su implementación ó es mejor dejarlo.

En la siguiente tabla se muestra el costo que generaba mover cierto peso en determinado tiempo con el antiguo sistema de distribución, empezando desde cuanto costaba mover el material en 1 hora hasta los 17 años porque es lo que tiene de vida útil la mina. Ver tabla 11.

Tiempo	Costo	Peso
1hr	\$110,400	15,000 tons
1 día	\$2,650,000	360,000 tons
1 mes	\$79,500,000	10,800,000 tons
1 año	\$954,000,000	129,600,000 tons
17 años	\$16,218,000,000	2,203,200,000 tons

Tabla 11. Movimiento del tepetate con sistema anterior.

En conclusión tenemos que nos costaría \$16, 218, 000,000 continuar con la antigua manera de distribución por el resto de vida útil que le queda a la mina.

Ahora veremos cuanto nos costaría con el nuevo sistema de bandas transportadoras, en la tabla se muestran los costos generados para mover cierta cantidad de peso en determinado tiempo al igual que la tabla anterior para poder llegar a una conclusión más contundente- ver tabla 12.

tiempo	Costo	Peso
1 hr	\$57,300	13,000 tons
1 dia	\$1,375,000	312,000 tons
1 mes	\$41,250,000	9,360,000 tons
1 año	\$495,000,000	112,320,000 tons
17 años	\$8,415,000,000	1,909,440,000 tons

Tabla 12. Movimiento del tepetate con sistema de bandas transportadoras.

Con este sistema de bandas transportadoras nos costaría \$8,415,000,000 mover el tepetate por el resto de la vida útil de la mina los costos se reducen 49% es decir casi la mitad. En la siguiente tabla mostraremos de manera específica el costo beneficio en lo que se refiere a costos, tiempos y pesos, comparando el antiguo sistema de movimiento de tepetate con el actual o sea el sistema de bandas transportadoras Ver tabla 13.

COSTO-BENEFICIO GENERADO CON EL NUEVO SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS PARA MOVER TEPETATE				
Tiempo	Costo con antiguo sistema	Costo con nuevo sistema	Peso	Costo-beneficio
1hr	\$110,400	\$57,300	15,000 tons	\$53,100
1 dia	\$2,650,000	\$1,375,000	360,000 tons	\$1,275,000
1 mes	\$79,500,000	\$41,250,000	10,800,000 tons	\$38,250,000
1 año	\$954,000,000	\$495,000,000	129,600,000 tons	\$459,000,000
17 años	\$16,218,000,000	\$8,415,000,000	2,203,200,000 tons	\$7,803,000,000

Tabla 13. Costo-Beneficio.

Como podemos notar el costo beneficio es de 49% menos que el anterior lo que quiere decir que si es redituable el sistema de bandas transportadoras para el

movimiento del tepetate a este resultado todavía hay que restarle la inversión inicial ó costo del sistema de bandas transportadoras para ver cómo queda ya contando la inversión. Este cálculo se puede ver en la siguiente tabla 14.

CONCEPTOS	COSTOS Y TIEMPO
Costo beneficio	\$7,803,000,000
Costo del sistema de bandas transportadoras	\$780,000,000
Costo beneficio total	\$7,023,000,000
Tiempo de recuperación de la inversión	21 meses

Tabla 14. Tiempo de recuperación de la inversión.

El tiempo que tomaría recuperar la inversión sería de 21 meses esto es posible dado al buen sistema de distribución que nos ofrecen las bandas transportadoras y a la drástica reducción del número de yucles usados para su movimiento, cabe mencionar que esta es una inversión a corto plazo pues la vida útil de la mina es de 17 años y la recuperación de la inversión de este sistema seria en poco menos de dos años.

Con esto queda comprobado que los costos se reducirían hasta en un 49% con el nuevo sistema de bandas transportadoras, aumentando las ganancias de los propietarios y con ello también tener una mejor y más ordenada distribución de este voluminoso material que es el tepetate, aumentando la optimización de costos y espacio.

CONCLUSION

Con el nuevo sistema de manejo de desperdicios con bandas transportadoras toda la problemática que presentaba la mina es optimizada de la siguiente manera: la distribución y ordenamiento del material es de manera más sencilla llevando el material hasta 15 km lejos del área de producción, este equipo cuenta con bandas transportadoras móviles que pueden ir esparciendo el material a lo largo de las 10,000 hectáreas de terreno con las que cuenta la mina, moviendo el material a través de las bandas transportadoras, reduciendo como ya se ha comprobado casi hasta la mitad el movimiento que tenían los yucles, por lo tanto los costos se reducen drásticamente, el costo generado con el nuevo sistema de bandas transportadoras a lo largo de los 17 años de vida útil de la mina es de \$8,415,000,000. Los costos son reducidos casi hasta el 50% y el costo beneficio obtenido es de \$7, 803,000,000. Este sistema es tan eficiente que la inversión del equipo se va a recuperar en un lapso de 21 meses lo cual la hace una inversión a corto plazo dado a que la mina le quedan 17 años de vida útil.

BIBLIOGRAFIA

- V,S,Shubin y C, Pedre
Manual de Transportadores Continuos-FACO-
Ed.faco 1996. Diseño de maquinaria industrial.
- Antonio Meravete, Emilio Iarode
Transportadores y Elevadores.
Editorial Reverté, s.a.
- Oriol Guerra, José M.
"Máquinas de transporte continuo" Tomo I,
Editorial Pueblo y Educación, 1988. (Ciudad Habana).
- TAKRAF, Magna IV Engineering
Control Philosophy Waste Rock Stacker System
By: June, 2012.

ANEXOS

Anexo 1. Formato de calidad del plan de construcción de la obra civil para pruebas de densidad en campo.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-right: 10px;">M3</div> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-right: 10px;">MEXICANA</div> <div style="font-size: 3em; font-weight: bold; margin-left: 20px;">3</div> </div> <p style="margin-top: 5px;">S. de R. L. de C. V.</p>									
<h3>RESUMEN GEOTÉCNICO DE PRUEBAS DE DENSIDAD EN CAMPO</h3>									
Contrato: _____									
Ubicación: _____									
Referencia de Elevación: _____									
Especificaciones <input type="checkbox"/> Densidad Estándar Proctor (kg/m ³) _____ % Requerido ____ kg/m ³ ____									
<input type="checkbox"/> Densidad Modificada Proctor (kg/m ³) _____ % Requerido ____ kg/m ³ ____									
Fecha	No. de Prue	Ubicación	Elevación (Pies)	Humedad en Ca (%)	Densidad Seca de Campo (kg/m ³)	Densidad Seca Máxima Proct (kg/m ³)	Humedad Opt Proctor (%)	Compactación Campo (%)	Técnico

Anexo 2. Formato de calidad del plan de construcción de la obra civil para el análisis de clasificación de suelos.

M3

MEXICANA

3

S. de R. L. de C. V.

FORMA DEL LABORATORIO GEOTÉCNICO PARA ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Contrato _____ Ubicación _____

No. de Registro de Lab.: _____ Fecha: _____ Muestra de Campo Por: _____

Información de la Muestra: _____

Descripción: _____

Tipo de Material: _____ Criba Dividida: Sí No

GRUESO		FINO		Peso Húmedo + Tara	
Peso Húmedo/Seco + Tara		Peso Seco + Tara		Peso Seco + Tara	
Peso Tara		Peso Lavado + Tara		Pérdida de Humedad	
Peso de la Muestra Total		Peso Tara		Peso Tara	
		Peso Lavado		Suelo Seco	
		Peso Seco Total		Contenido de Humedad	

Anexo 3. Formato de calidad para el plan de construcción del área de obra mecánica y estructura para el control de acero estructural.

M3 MEXICANA S. de R. L. de C. V.		M3		
LISTA DE CONTROL PARA ACERO ESTRUCTURAL STRUCTURAL STEEL CHECK LIST				
Contrato/Contract _____		Ubicación/Location _____		
ARTÍCULO	ITEM	CONTRATISTA	M3	OBSERVACIONES
Define la Ubicación de Inspección/Aprobación de Ejes de Columnas, Elevaciones, Areas, etc.				
<u>ANTES DEL MONTAJE:</u>		<u>PRIOR TO ERECTION:</u>		
Superficies de Contacto Limpias	CONTACT SURFACES CLEAN			
Pandeo y Deformación	CAMBER & SWEEP			
Dimensiones de Placa Base	BASE PLATE DIMENSIONS			
Revestimiento: Galvanizado	COATING: GALVANIZING			
Pintura	PAINTING			
<u>MONTAJE:</u>		<u>ERECTION:</u>		
Columnas Plomeadas	COLUMNS PLUMB			
Apoyo Completo de Placas Base	BASE PLATES FULL BEARING			
Vigas a Nivel	BEAMS LEVEL			
Largueros y Polines	GIRTS AND PURLINS			
<u>MATERIALES PARA EMPERNADO:</u>		<u>BOLTING MATERIALS:</u>		
Especificación Correcta de Material	CORRECT MATERIAL SPEC			
Nuevo o Sin Uso	NEW OR UNUSED			
Arandelas Endurecidas (Si se Requieren)	HARDENED WASHERS (IF REQUIRED)			
Arandelas Cónicas (Si se Requieren)	BEVELED WASHERS (IF REQUIRED)			
<u>TORQUEO DE PERNOS:</u>		<u>BOLT TENSIONING:</u>		
Giro de la Tuercas	TURN OF THE NUT			
Llave de Torque	TORQUE WRENCH			
Calibración de Llaves de Torque/Impacto	CALIBRATION OF IMPACT/TORQUE WRENCHES			

Anexo 5. Formato de calidad para el plan de construcción del área eléctrica para pruebas eléctricas a motores.

M3 MEXICANA
S. de R. L. de C. V.

3

LISTA DE CONTROL PARA LECTURAS DE MEGOHMETRO / CABLE Y ALAMBRE DE ELECTRICIDAD Y DE CONTROL
MEGGER READINGS/POWER AND CONTROL WIRE & CABLE CHECKLIST

SERVICIO DE CABLE/CABLE SERVICE: _____ UBICACIÓN/LOCATION: _____

RESULTADOS DE PRUEBA DE INSTRUMENTO DE AIRE LIBRE/FREE AIR PROBE TEST RESULTS: _____

FECHA DE PRUEBA/TEST DATE: _____ CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS/WEATHER CONDITIONS: _____

TEMP AMBIENTE (°C)/AMBIENT TEMP (°C) _____

Descripción de No de Circuito/ Description Circuit No.	Tipo de Cable Tamaño/ Cable Type Size	(1) Longitud Aproximada/ Approximate Length	(2) Megaohm (Por Línea)/ Megohm (for Run)	(3) Megaohm 1000 ft (2)x(1)/1000 ft/ Megohm - 1000ft. (2)x(1)/1000ft.	(4) Factor Corrección/ Correction Factor	(5) Megaohm 1000 ft Corregido a 60°F (3)x(4)/ Megohm 1000 ft. Corrected To 60°F(3)x(4)	(6) Megaohm 1000 ft Mínimo Acceptable (tabla)/ Megohm 1000 ft Minimum Acceptable (table)	Comentarios/ Comments

Anexo 6. Formato de calidad para el plan de construcción del área eléctrica para pruebas a motores.

M3 MEXICANA S. de R. L. de C. V.	3
 FORMA PARA REPORTE DE PRUEBAS DE MOTORES MOTOR TEST REPORT FORM 	
No. de Equipo/Equipment No.: _____	
<u>Prueba de Megóhmmetro:</u>	
Alimentadores Fase A/Phase A Feeders	Por/By: _____ Fecha/Date: _____
Alimentadores Fase B/Phase B Feeders	Por/By: _____ Fecha/Date: _____
Alimentadores Fase C/Phase C Feeders	Por/By: _____ Fecha/Date: _____
H.P. Motor/Motor H.P.	Por/By: _____ Fecha/Date: _____
 <u>Rotación:</u>	
Revisado/Checked	Por/By: _____ Fecha/Date: _____
Amps Carga Plena/Full Load Amps	Por/By: _____ Fecha/Date: _____
Alimentado Desde/Fed From	Por/By: _____ Fecha/Date: _____
Tamaño Arrancador/Starter Size	Por/By: _____ Fecha/Date: _____
Tamaño Calentador/Heater Size	Por/By: _____ Fecha/Date: _____
Circuito de Control Revisado/ Control Circuit Check Out	Por/By: _____ Fecha//Date: _____

Anexo 7. Formato de calidad para el plan de construcción del área de instrumentación para el registro de las pruebas de los instrumentos.

**M3 MEXICANA
REGISTRO DE PRUEBA DE LAZO
INSTRUMENTACIÓN M3QA1703**



TITULO	PRUEBA DE LAZO		
TAG DEL INSTRUMENTO		PLANO DE LAZO	
P&ID		SUB SISTEMA	
TAG TABLERO PLC DE INTERCONEXION		TABLILLAS EN TABLERO	
TIPO SEÑAL		DIRECCION PLC	
ESCALAMIENTO EN INSTRUMENTO		ESCALAMIENTO EN PLC	
UNIDADES DE INGENIERIA		EQUIPO USADO EN SIMULACION	

DETALLES DE PRUEBA DE LAZO SEÑALES ANALOGAS (AI/AO)

PRUEBA 5 PUNTOS (SIMULACION SEÑAL 4 20mA)						
PORCENTAJE DE SIMULACION	0%	25%	50%	75%	100%	COMENTARIOS
INYECCION 4 20mA EN INSTRUMENTO HACIA PLC	4mA	8 mA	12 mA	16 mA	20 mA	
VARIABLE PROCESO HMI						
INYECCION 4 20mA DESDE PLC HACIA DISPOSITIVO DE CONTROL FINAL	4mA	8 mA	12 mA	16 mA	20 mA	
APERTURA O CIERRE ACTUADOR FINAL						

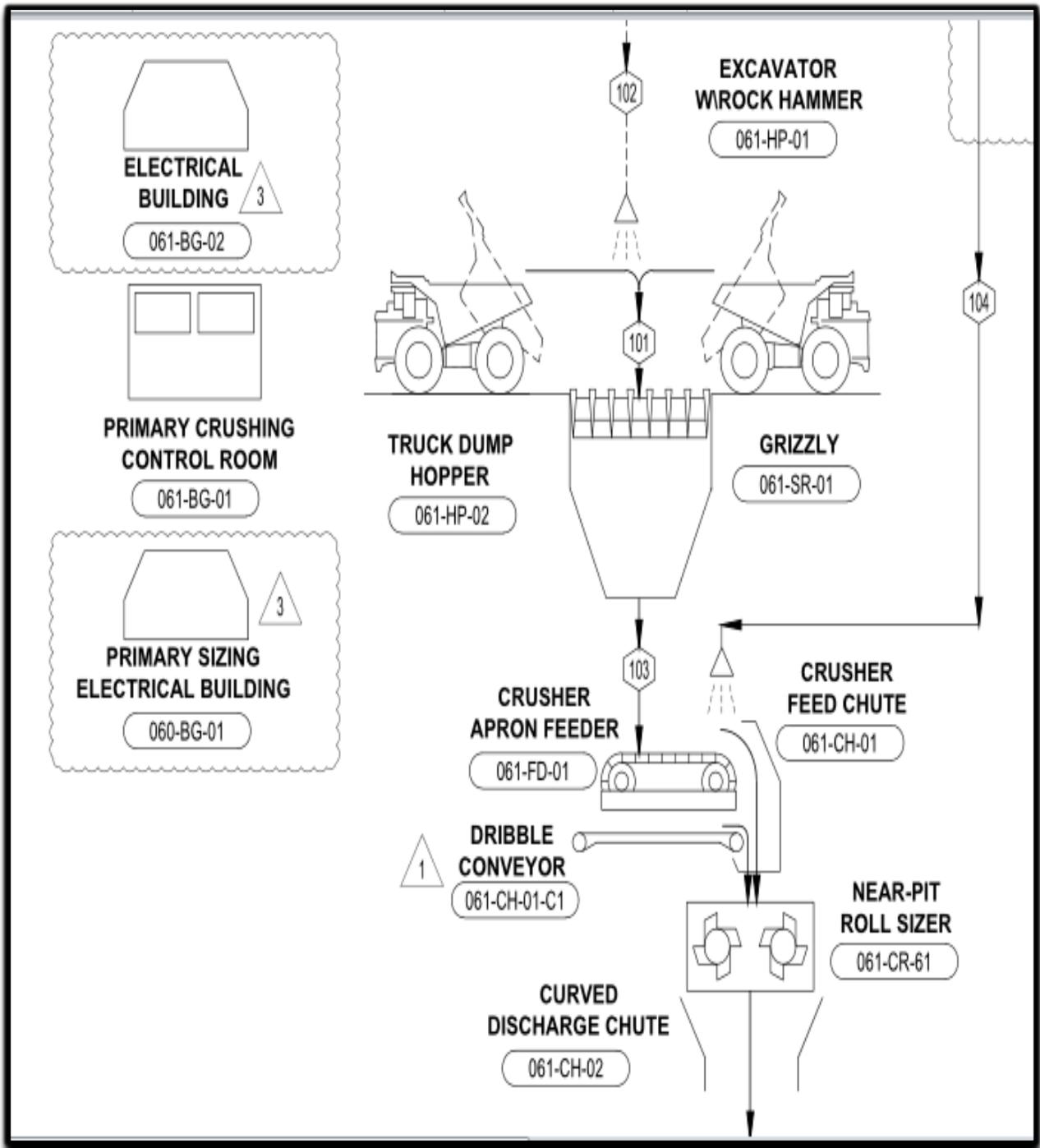
ALARMAS EN HMI

ALARMA	ALARMA BAJA BAJA	ALARMA BAJA ALTA	ALARMA ALTA ALTA	COMENTARIOS
OK NA				
LECTURA VARIABLE PROCESO				

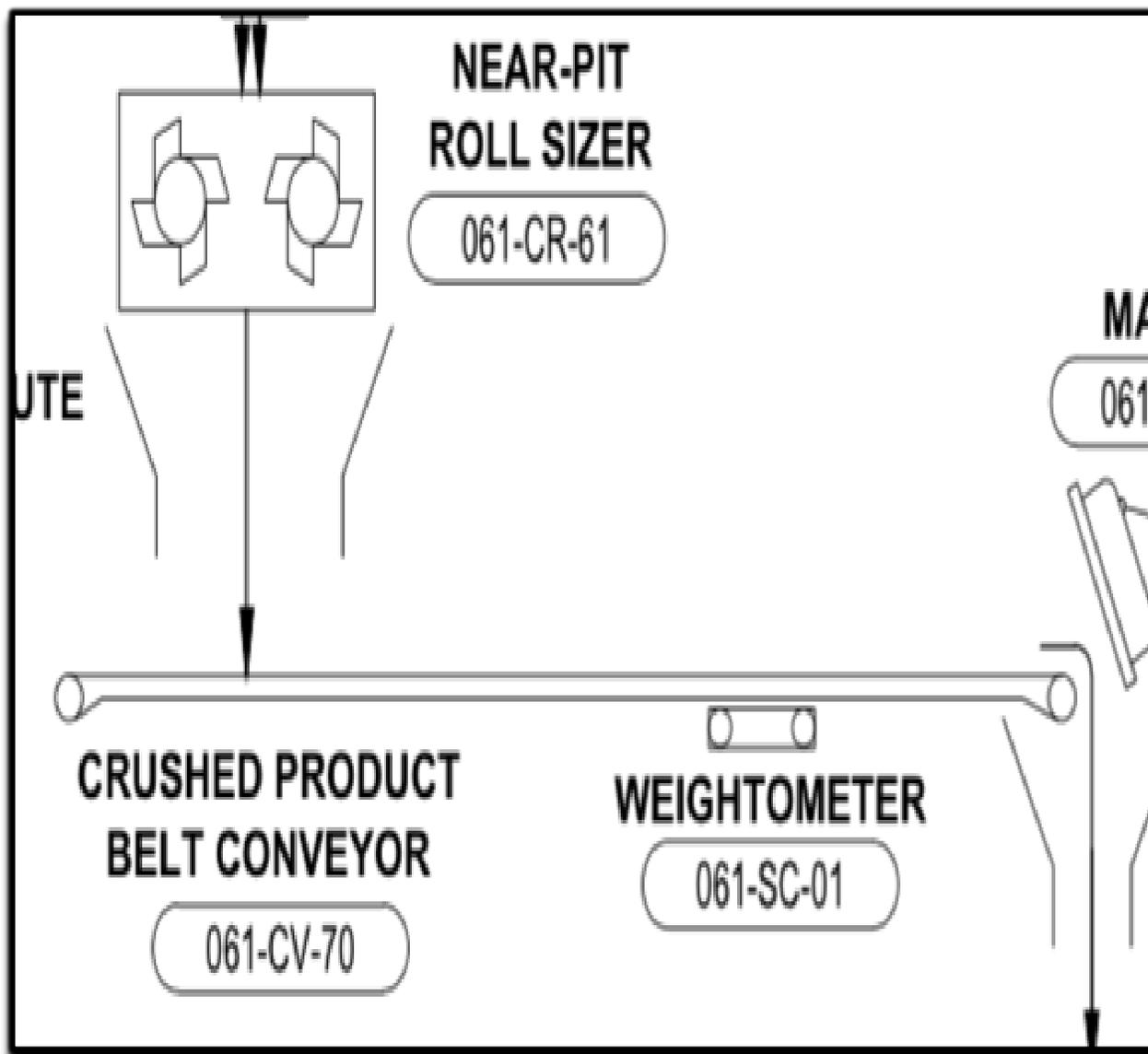
DETALLES CHEQUEO LAZO SEÑALES DIGITALES

ALARMA	ALARMA BAJA BAJA	ALARMA BAJA ALTA	ALARMA ALTA ALTA	COMENTARIOS
OK NA				
CONTACTO USADO NA NC				
ESTADO CONTACTO				

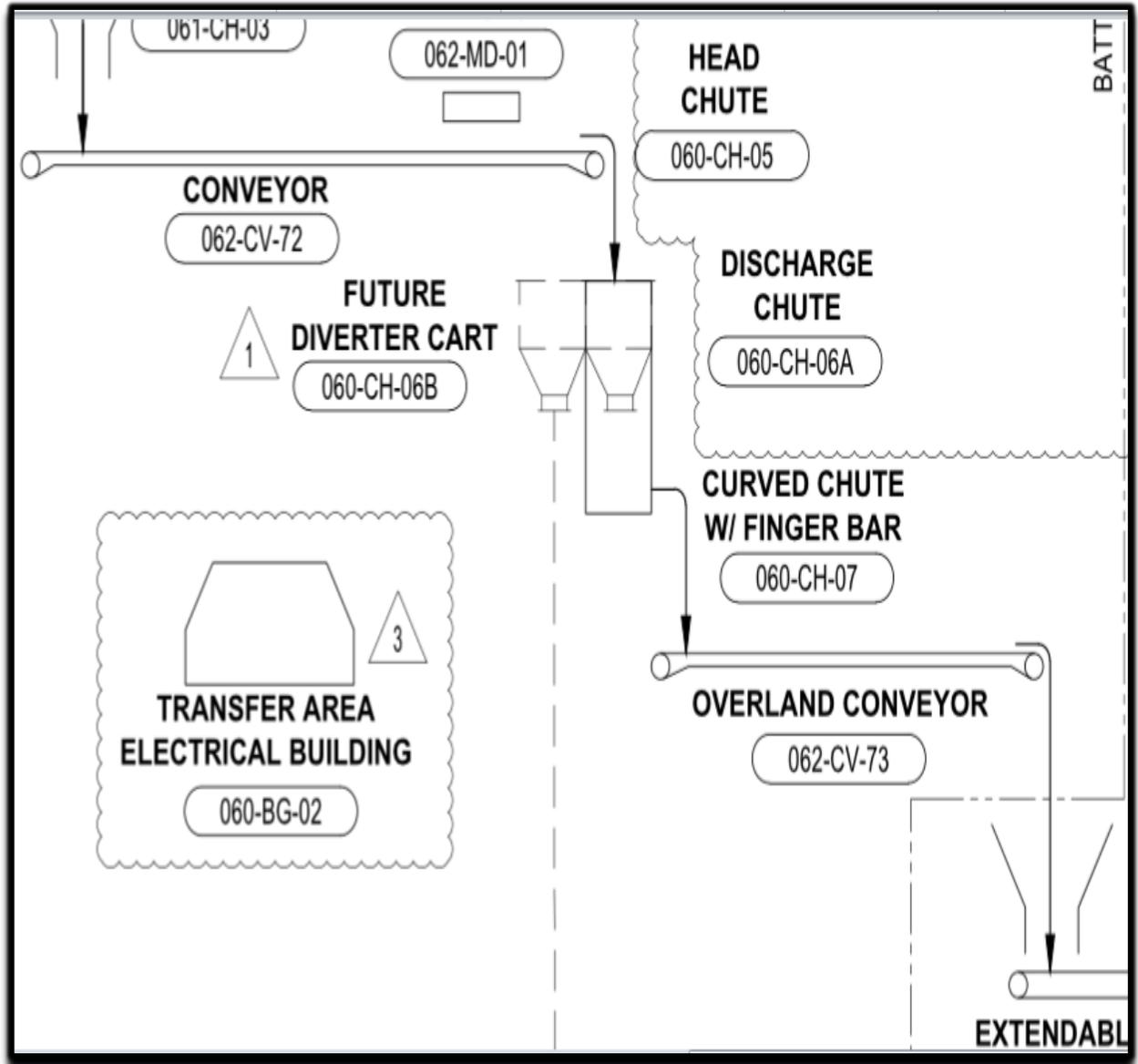
Anexo 8. Diagrama del área de trituración y descarga del sizer.



Anexo 9. Diagrama de la banda 061-CV-70.



Anexo 10. Diagrama de la banda 061-CV-72, en este diagrama se puede observar que la banda 061-CV-72 descarga en la banda 063-CV-73.



GLOSARIO

Abrasivos: Es una sustancia que tiene como finalidad actuar sobre otros materiales con diferentes clases de esfuerzo mecánico, triturado, molienda, corte, pulido. Es de elevada dureza y se emplea en todo tipo de procesos, industriales y artesanales.

Ácido Nítrico: Es un compuesto químico ácido es un líquido viscoso, corrosivo y tóxico que puede ocasionar graves quemaduras en los seres vivos.

Amorfo: Es una de las estructuras que pueden adoptar los materiales en estado líquido y en estado gaseoso.

Arcilla: Es un suelo ó roca sedimentaria constituido por agregados de silicatos de aluminio hidratados, procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespatos, como el granito.

Argentífero: Que contiene plata.

Blenda: Es un mineral compuesto por sulfuro de cinc (ZnS), por su aspecto que se confunde con el de la galena. El nombre de esfalerita proviene del griego *sphaleros*, engañoso.

Chanales: Fueron un pueblo Guachichil que habitaba entre San Luis Potosí y Zacatecas a la llegada de los españoles.

Canalón: Es un conducto que recibe y conduce el agua de los tejados a la red de recogida de aguas pluviales.

Cr: El cromo es un elemento químico de número atómico 24 que se encuentra en el grupo 6 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es Cr. Es un metal que se emplea especialmente en metalurgia.

Chute: Un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados, entre otros.

CCM: Centro de control de motores es un tablero donde se encuentran todos los sistemas de arranque de los motores de un proceso industrial.

Desfase: El desfase también es una fase del proceso de un proceso cíclico que prácticamente esta en todas las tareas diarias y que define el inicio y el fin de las mismas.

Escoria: Un subproducto formado en algunos procesos de purificación ó sedimentación de metales.

Emulsión: Es una mezcla de líquidos inmiscibles de manera más ó menos homogénea. Un líquido (la fase dispersa) es dispersado en otro (la fase continua o fase dispersante). Muchas emulsiones son de aceite/agua, con grasas alimenticias como uno de los tipos más comunes de aceites encontrados en la vida diaria.

Esfalerita: Es un mineral compuesto por sulfuro de cinc (ZnS). Su nombre deriva del alemán *blenden*, engañar, por su aspecto que se confunde con el de la galena. El nombre de esfalerita proviene del griego *sphaleros*, engañoso.

Galvanizado: Es el proceso electroquímico por el cual se puede cubrir un metal con otro.

Huachichiles: Fueron una etnia nómada mexicana de gran extensión territorial entre todos los pueblos *chichimecas*, hablaban una lengua que actualmente yace extinta perteneciente probablemente a la familia corachol, de las lenguas uto-aztecas.

Huelgo: Espacio vacío que queda entre dos piezas que han de encajar una en la otra.

Hermético: Que se cierra de modo que no permite pasar el aire ni los fluidos.

Irritilas: Los Irritila (De *irritable*) ó Laguneros son una etnia extinta de Coahuila y Durango en México, se ubicaban en el área de la comarca lagunera rodeados de grandes macizos orográficos, en los alrededores de la laguna de Mayrán llamada anteriormente *Laguna grande de la Nueva Viscaya*, tal laguna era la más grande de una serie de lagunas como la Laguna del Alamo ó la Laguna de Tlahualilo.

Ixtle: Es una fibra textil usada en México desde la época de Mesoamérica. Proviene del maguey, del género agave, y se da en diversos estados del sur de México.

Mobile head station (M.H.S): Estación de cabeza móvil es una banda transportadora móvil que cuenta con tres orugas para poder lograr su movimiento.

Megóhmetro: Hace referencia a un instrumento para la medida del aislamiento eléctrico en alta tensión.

Metalífero: Que contiene metal.

PLC: Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés *PLC (Programmable Logic Controller)*, es una computadora utilizada en la ingeniería automática ó automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos.

Recinto: Espacio comprendido dentro de ciertos límites.

Sizer: Es el área primaria de molienda donde descargan los yucles el tepetate.

Stacker: Apilador en español, es el sistema de bandas móviles.

Sprader: Esparcidor en español, es la banda de descarga del sistema de bandas móviles.

Tajo: Minas a tajo abierto, son aquellas cuyo proceso extractivo se realiza en la superficie del terreno, y con maquinarias mineras de gran tamaño.

Takraf.: Nombre de la empresa diseñadora del sistema de bandas transportadoras.

Talud: *Pendiente de un muro;* en arquitectura e ingeniería civil, diferencia de grosor en un muro (más grueso en la parte inferior que en la parte superior, de modo que resista la presión de la tierra tras él).

Tripper car: Carro transportador en español, es una banda móvil.

Yucle: Camión de carga de 300 toneladas.