

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA,
MINERA Y METALÚRGICA**



**MEJORAMIENTO DE LA PERFORMANCE Y GESTIÓN
DEL DISPATCH EN CERRO VERDE**

T E S I S D E G R A D O

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS**

PRESENTADO POR:

SERGIO ARTURO ROJAS TINOCO

**LIMA – PERÚ
2006**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Yahvé mi Dios por volverme a regalar la vida y poder bendecirle en mi historia. Agradezco a mi esposa Vanessa, mi madre Teresa, mis abuelos Pancho y Ale, por ser siempre imagen de amor y apoyo en mi vida y en mi carrera. Agradezco también a mis tíos Rubén, Yolanda y David así como a mis hermanos Ángela, Rubén, Carla y Paty así como a toda mi familia por ser los pilares que Dios pone en mi historia.

Agradezco a los docentes y amigos de mi alma matter, mi querida Universidad Nacional de Ingeniería, UNI, en quienes pude ver integridad y donación hacia mi persona, transmitiendo en todo momento el conocimiento que solo emana del Padre. Me siento orgulloso de ser egresado de la UNI y de mi querida escuela de minas.

Agradezco a mis primeros jefes y amigos del Registro Público de Minería, en especial al Ing. Walter Casquino Rey y al Ing. Jorge Días Artieda, por su apoyo en los primeros años de mi vida laboral y profesional. Siento una enorme gratitud hacia ellos.

Quiero agradecer muy especialmente a mis dos escuelas en minería y a todas las personas con quienes he tenido oportunidad de interactuar en estas corporaciones, BHPBilliton y PhelpsDodge. En Tintaya y Cerro Verde he tenido la suerte de conocer amigos que han marcado mi vida muy positivamente, personas todas que sin saberlo, han sido todos la imagen que Dios ha querido mostrarme para apoyar mi desarrollo profesional y personal. A todos y cada uno les agradezco deseándoles que Dios les devuelva el ciento por uno.

Este trabajo lo dedico a mi esposa Vanessa, a mi madre Teresa, a mis dos hijas Alejandra y Adriana así como a toda mi familia que son lo más bello que Dios me ha podido regalar.

Dedico también este informe a la memoria de mi abuela Alejandrina Rojas Goyas, que en paz descansa, y a mi abuelo Francisco Tinoco Agüero, de quienes tuve mis primeras formaciones y mis valores familiares.

INTRODUCCION

En la actualidad se esta llevando acabo una revolución de la forma de trabajar en la minería, y esto se debe básicamente al avance de la tecnología que nos permiten disponer de sistemas altamente desarrollados para el control de los procesos. Para mantenerse competitivo en el mercado ya no hace falta solo trabajar fuerte, sino que la tecnología obliga a las empresas a trabajar inteligentemente y esto tiene mucho que ver con capturar, procesar y utilizar mayor cantidad de información para la toma de acción oportuna, es por esto que es importante conocer y entender a que nos referimos con tecnología de control de procesos y como Intellimine Dispatch, repercute directamente en la productividad efectiva de los equipos.

El presente trabajo tiene por objetivo mostrar como Dispatch es parte fundamental del negocio minero basado en el control de las operaciones en forma automática y eficiente mediante una gestión adecuada, demostrando luego el porque es de vital importancia para una empresa de clase mundial el mantener una adecuada performance de estos sistemas y sus componentes.

RESUMEN

Los avances tecnológicos han traído consigo desarrollos en las comunicaciones, en los satélites y en los sistemas de posicionamiento global, etc. (GPS, calculadoras, procesadores, celulares).

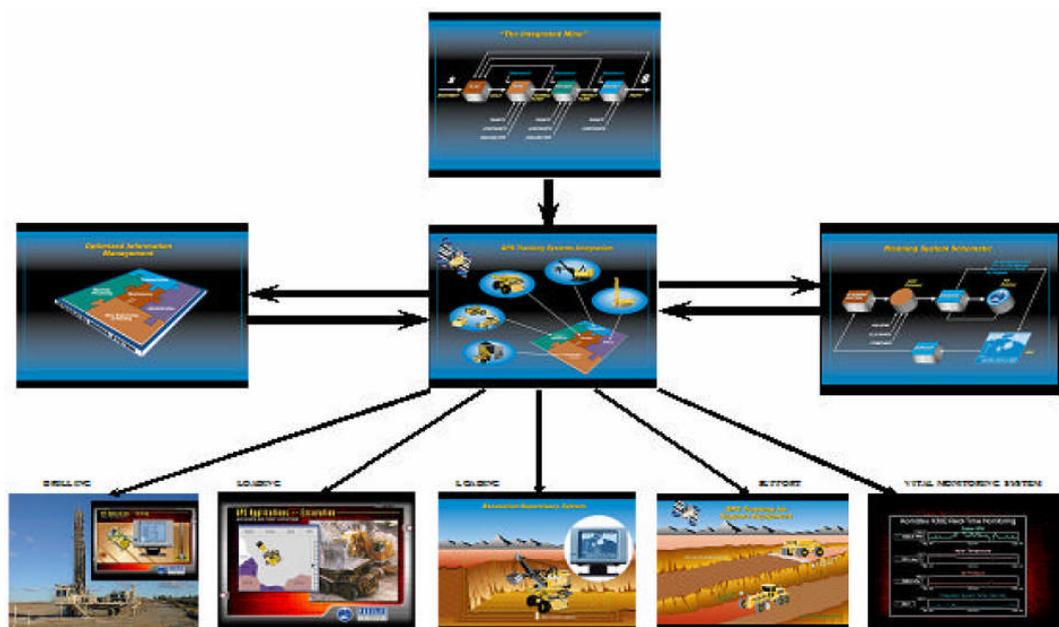
En la actualidad se esta llevando acabo una revolución de la forma de de hacer minería, en la cultura minera misma, y esto se debe básicamente al avance tecnológico que nos permite disponer de sistemas altamente desarrollados para el control de los procesos.

Para mantenerse competitivo no hace falta solo trabajar fuerte, sino que la tecnología obliga a las empresas a trabajar inteligentemente y esto tiene mucho que ver con capturar, procesar y utilizar mayor cantidad de información para la toma de acción oportuna, es por esto que es importante conocer y entender a que nos referimos con tecnología de control de procesos en nuestro negocio minero y lo trascendental que es mantener esta tecnología trabajando con una buen performance. Las primeras incógnitas que saltan son: ¿cuales son estos sistemas?, ¿cómo hacen las compañías mineras para llevar a cabo la implementación de estos sistemas?, ¿cómo se sustenta, como mejora el uso de la tecnología de control de procesos la rentabilidad de una empresa?

Lo que lleva a las empresas a invertir en tecnología de punta esta íntimamente relacionado a la relación entre tecnología y las posibilidades de cubrir la necesidad de mayor producción con el menor costo, con el único objetivo de aumentar el flujo de caja.

Con los precios actuales de los metales debido a la demanda, el producir más a menos costo, obliga a los mineros a buscar nuevas formas de lograrlo, **Dispatch** como parte de la tecnología de control de procesos ha demostrado ser el camino mas seguro para lograrlo al menor tiempo y con el menor impacto, si se siguen ciertas reglas de negocio; la tendencia pues, es el lograr que los equipos puedan trabajar efectivamente más horas por turno.

Lograr una mina integrada tecnológicamente, donde esta tecnología sea parte de la operación diaria de la minería y en la que las exigencias del usuario final estén vinculadas en el planeamiento y programación de las operaciones unitarias, es a lo que llamamos *tecnología de control de procesos* siendo **Intellimine Dispatch** una herramienta propia de esta tecnología. Pero el reto es diario y esta dado por lograr que se concrete lo que se programa y tenerlo bajo control.



INDICE

	Pág
AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
INTRODUCCIÓN	iii
RESUMEN	iv
PROLOGO	x
CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES	1
1.1. VISION	1
1.2. MISIÓN	2
1.3. POLITICAS	3
1.4. UBICACIÓN	4
1.5. ACCESIBILIDAD	5
1.6. RESEÑA HISTÓRICA	5
1.7. ORGANIGRAMA DE LA GERENCIA MINA	8
CAPITULO 2: GEOLOGÍA	9
2.1. GEOLOGIA REGIONAL	9
2.2. GEOLOGIA LOCAL	9

2.3. ESTRATIGRAFIA	10
2.4. MINERALIZACIÓN	11
2.5. MINERALIZACIÓN HIPÓGENA	11
2.6. MINERALIZACIÓN SUPÉRGENA	11
2.6.1. ZONA DE ENCAPE LIXIVIADO	12
2.6.2. ZONA DE ÓXIDOS	12
2.6.3. ZONA DE ENRIQUECIMIENTO SECUNDARIO	12
2.6.4. ZONA PRIMARIA	13
2.6.5. ZONAS TRANSICIONALES	13
CAPITULO 3: PROCESOS OPERATIVOS	14
3.1. OPERACIONES MINA	14
3.2. OPERACIONES METALURGICAS	16
3.2.1. CHANCADO	16
3.2.2. LIXIVIACION	16
3.2.3. SX/EW	17
3.3. INSTALACIONES AUXILIARES	17
3.3.1. ABASTECIMIENTO DE AGUA	18
3.4. MANEJO DE RESIDUOS, EFLUENTES Y	18
EMISIONES DE LAS OPERACIONES	
3.5. PROYECTO DE SULFUROS PRIMARIOS	19
CAPITULO 4: GESTION DEL DISPATCH	21
4.1. ANTECEDENTES	21
4.2. GESTION MINERA ACTUAL	24
4.3. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	24
4.3.1. DEL ADMINISTRADOR	24
4.3.2. DEL DESPACHADOR	29
4.4. TRUCK DISPATCH	31
4.5. EQUIPAMIENTO	33

4.6. CONCEPTOS DISPATCH	36
4.6.1. LPTRUCK	36
4.6.2. LPEXCAV	38
4.6.3. TECNOLOGÍA SATELITAL Y GPS	38
4.6.4. BALIZA VIRTUAL	40
4.6.5. NIVEL DE CAPACIDAD MÁXIMA	42
4.6.6. PRIORIDADES DE PALAS	43
4.6.7. DIGFACTOR	46
4.7. CICLO DE CARGUIO Y ACARREO	47
4.7.1. AUTOLLEGADA Y AUTOASIGNACION	53
4.8. MONITOREO DE LAS OPERACIONES	54
4.9. CLASIFICACION DE TIEMPOS EN DISPATCH	56
4.10. KEY PERFORMANCE INDICATORS	58
4.11. ASIGNACIÓN DINAMICA DE CAMIONES	62
4.12. CRITERIOS A TENER EN CUENTA EN LA ASIGNACION DINAMICA	64
4.12.1. APLICACIÓN PRÁCTICA	68
 CAPITULO 5: MEJORAMIENTO DE LA PERFORMANCE	 69
5.1. MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EFECTIVA	69
5.2. MEJORA DE CARGUIO Y PERFORACIÓN CON HPGPS	72
5.2.1. ALTA PRECISION EN CARGUIO	73
5.2.2. ALTA PRECISION EN PERFORACION	80
5.3. MEJORA DE EFICIENCIA EN CARGUIO Y ACARREO CON DELTA C	86
5.4. MEJORA TECNOLÓGICA	92
5.4.1. REEMPLAZO DE SERVIDORES	92
5.4.2. MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN	97
5.5. MEJORA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	109

5.5.1. APLICACIÓN EN TINTAYA	110
5.5.2. AUTOMATIZACION CON MACROS Y SQL	123
5.6. OTRAS OPORTUNIDADES DE MEJORA	125
5.6.1. INCLUSION DEL MODELO DE BLOQUES	125
5.6.2. CONTROL DINAMICO DEL TKPH	125
5.6.3. CONTROL EN LINEA DEL DELTA C	126
5.6.4. DISPATCH EN EQUIPOS AUXILIARES	126
5.6.5. COTAS EN BAJA PRECISION	131
CAPITULO 6: REQUERIMIENTOS Y BENEFICIOS DEL DISPATCH	132
6.1. REQUERIMIENTOS	132
6.2. BENEFICIOS	133
CAPITULO 7: CONCLUSIONES	135
CAPITULO 8: RECOMENDACIONES	137
BIBLIOGRAFÍA	138
ANEXOS	
ANEXO 01 FASES DE DOS	
ANEXO 02 PASOS DE LA PD EN SUPERÁVIT	
ANEXO 03 PASOS DE LA PD EN DÉFICIT	
ANEXO 04 FACTIBILIDAD Y CALIDAD DE ASIGNACIÓN	
ANEXO 05 HERRAMIENTA DE ANÁLISIS DE LA PL	
ANEXO 06 GENERACION DE ASIGNACIONES	
ANEXO 07 PARAMETROS GLABALES DE PL	
ANEXO 08 DRP	
ANEXO 09 MISSION PLANNING	
ANEXO 10 GENERACION DE AVANCES	

PROLOGO

Esta tesis de grado se ha elaborado para optar el título de Ingeniero de Minas. Para su mejor estudio, comprensión y análisis se ha dividido en ocho capítulos:

CAPITULO 1 : Trata acerca de aspectos generales de Cerro Verde. Las cifras que en este capítulo se muestran son de conocimiento público y se han obtenido de sitios web de entidades gubernamentales y privadas como por ejemplo el Ministerio de Energía y Minas.

CAPITULO 2: Toca puntos acerca de la geología de Cerro Verde que son necesarios para comprender configuraciones dentro del sistema Dispatch en Cerro Verde.

CAPITULO 3: Este capítulo explica los procesos operativos de SMCV y son datos de conocimiento público.

CAPITULO 4: Este punto abarca tópicos de gestión del sistema Intellimine Dispatch, explicando desde los conceptos mismos del sistema así como la gestión que se realiza para mejorar la performance del sistema de control de procesos mineros en SMCV.

CAPITULO 5: Este capítulo abarca tópicos de mejoramiento de la performance del sistema Dispatch en Cerro Verde.

CAPITULO 6: Se explica los requerimientos y beneficios del sistema Dispatch.

CAPITULO 7: Nos enfoca en conclusiones del trabajo.

CAPITULO 8: Se brindan las recomendaciones como aporte para un trabajo óptimo en la mejora de la performance del sistema Intellimine Dispatch.

CAPITULO 1

ASPECTOS GENERALES

1.1. LA VISION

Es una imagen del futuro deseado. La declaración de una visión captura en palabras las ideas de una organización acerca de qué se quiere lograr y donde se quiere estar en el futuro.

VISION

SMCV Se ha propuesto ser la mejor empresa del sector minero: Vamos a ser la empresa de exploración y producción de minerales específicos y productos derivados del metal con menor costo, mayor volumen y mejor calidad.

Vamos a utilizar técnicas creativas de marketing, financieras, gerenciales y tecnológicas, así como los más exigentes estándares de calidad y protección del medio ambiente.

Como resultado vamos a obtener excepcionales beneficios y estímulos para nuestros clientes, accionistas y empleados.

Nosotros rompemos barreras. Hacemos las cosas de un modo diferente, más rápido y mejor. Con nuestro compromiso marcamos la diferencia entre excelencia y mediocridad.

1.2. MISION Y VALORES.

Los Valores son las actitudes, formas de pensar, las creencias Y las normas que determinan la forma en que se llevan a cabo el trabajo y la manera en que lo trabajadores interactúan entre sí y con los clientes mientras tratan de lograr la Visión. Los valores involucran la misión pues son en si los principios básicos del trabajo en equipo y las herramientas que apoyan la cultura de trabajo.

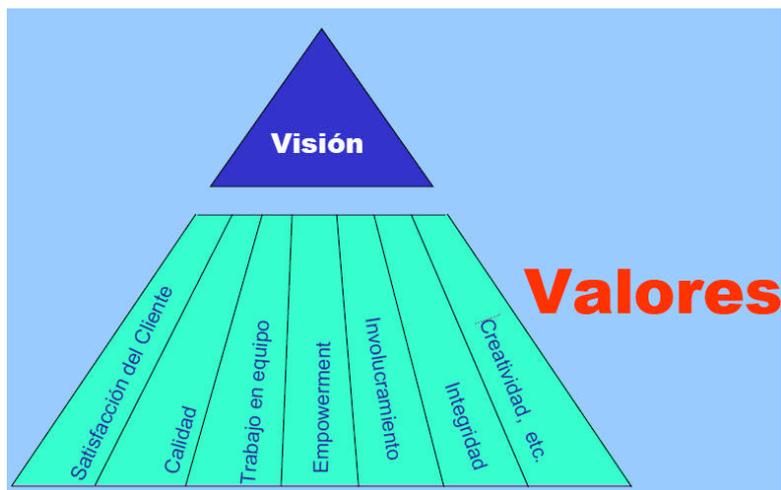
MISION Y VALORES

SMCV será líder para la minería, sistemas y operaciones seccionadas para el mercado de cobre.

Estamos dedicados a entender las necesidades de nuestros clientes y esforzarnos para superar estas necesidades por medio de un constante mejoramiento de nuestros productos, a través de la innovación, creatividad y experiencia operacional.

Estamos dedicados a trabajar con seguridad, proteger nuestro medio ambiente, recursos naturales y a mantener buenas relaciones de negocios.

Los valores son los **cómo** para lograr el **qué** (la visión).



1.3. POLITICAS

SMCV se preocupa por proteger la salud, seguridad y bienestar del trabajador y de sus familias. El objetivo principal de la política de SMCV es eliminar los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales, e influenciar el comportamiento de los trabajadores de manera que la seguridad se convierta en un modo de vida dentro y fuera del trabajo. A esta iniciativa por lograr cero accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales se le denomina

“Cero y Más Aún”.

SMCV ha desarrollado una Política Ambiental que hace extensiva a todos sus trabajadores, a través de charlas de inducción y permanente capacitación. Los principales compromisos expresados en esta declaración, que indica, entre otras cosas, que SMCV se compromete a prevenir la contaminación, cumplir con las regulaciones ambientales y establecer un control voluntario aplicable, mejorar continuamente el desempeño ambiental, y cooperar con las comunidades vecinas. En abril del 2001, en el marco de su filosofía corporativa se inició el proceso de certificación del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 lográndose la certificación en noviembre del año 2002 y la certificación de seguimiento

en octubre del 2003 que ratificó a SMCV como líderes en Medio Ambiente en el mundo.

Una vez implementada la ampliación de las operaciones actuales de Cerro Verde, se procederá a la certificación ISO 14001 para el Sistema de Gestión Ambiental de la planta de beneficio a construir.

1.4. UBICACIÓN

Sociedad minera Cerro Verde S.A.A. es una unidad minera de la corporación Phelpsododge y se encuentra ubicada geográficamente en el distrito de Uchumayo Provincia, Departamento y Región de Arequipa, a 30 Km. por carretera asfaltada, al SO de la ciudad de Arequipa.

Sus coordenadas geográficas se localizan entre los 71° 34' de longitud Oeste y 16° 33' de latitud Sur, con elevaciones que fluctúan entre los 2,200 y los 2,900 m.s.n.m.



1.5. ACCESIBILIDAD

La zona es accesible por dos rutas, mediante la carretera Panamericana antigua que se encuentra asfaltada y tomando un desvío totalmente asfaltado antes de llegar desde Arequipa a la desviación hacia Lima y otra ruta que es la mas corta y que nos conduce a Cerro Verde, es tomando la ruta a Congata y atravesando el túnel que une Congata con la propiedad minera.

La distancia de la mina a la ciudad de Lima, en línea recta es de aproximadamente 1,000 km. y al puerto de Matarani por carretera de 124 Km. Ambas rutas totalmente asfaltadas en el gobierno de Alberto Fujimori. El ferrocarril Arequipa-Mollendo-Matarani, pasa a pocos kilómetros del centro mineros de Cerro Verde.

1.6. RESEÑA HISTÓRICA

Cerro Verde data desde tiempos incaicos, su color verdoso por el afloramiento de Brocantita en las superficie del cerro principal llamaba mucho la atención y de allí su nombre. "Cerro Verde". Cerro Verde es el depósito de cobre porfirítico conocido más antiguo del Perú y uno de los primeros de Sudamérica.

1868 - 1879 Los hermanos Vicuña de nacionalidad chilena lo explotan como vetas hasta empezar la Guerra del Pacífico.

1881 El depósito es trabajado por pequeños mineros que logran excavar un pozo vertical de 160 m. equipado con winche a vapor.

1905 Carlos Lohman de Arequipa realiza trabajos a pequeña escala.

1916 El señor Braden de EE.UU. ofrece la propiedad del yacimiento a la compañía Anaconda. Luego en 1917 La compañía Andes Exploration Co. of Maine, subsidiaria de Anaconda, realiza una exploración geológica, perforando 64 taladros con una longitud total de 9,853 m. mediante el sistema "Churn Drill".

1944 William Jenks, estudia Cerro Verde recomendando su exploración a la Cerro de Pasco Co.

1952 J. Cabieses, denuncia para la corporación antes mencionada, el SE de Santa Rosa.

1952 - 1955 Newmont Exploration Co. realizó una prospección geofísica al SE de Santa Rosa que culminó con la perforación diamantina de cinco talados con resultados negativos y uno positivo.

1964 - 1967 La compañía Andes del Perú (antes Andes Exploration Co.) realiza 32,000 m. de perforación diamantina.

1967 - 1970 Andes del Perú realiza investigaciones geológicas en el área de Cerro Verde y Santa Rosa. La información técnica obtenida se la llevó consigo al revertir el depósito a propiedad del Estado. A fines de 1970 la propiedad del yacimiento revirtió al Estado, pasando a formar parte de la Empresa Estatal Minero Perú, la cual inició sus trabajos de exploración en diciembre de ese mismo año.

1971 - 1976 Durante este periodo Minero Perú perforó, en dos etapas, 262 taladros diamantinos con una longitud total de 83,000 m.

1972 F. Castilla y N. Castillo realizan un mapeo detallado de Santa Rosa y Cerro Verde respectivamente. Santa Rosa es reportado como yacimiento económico por geólogos de Minero Perú.

1975 Ralph M. Parsons Co. elabora los estudios de Pre-Factibilidad, Factibilidad e Ingeniería Básica del Proyecto.

1993 CYPRUS CLIMAX METAL COMPANY gana la licitación pública del asiento minero de Cerro Verde.

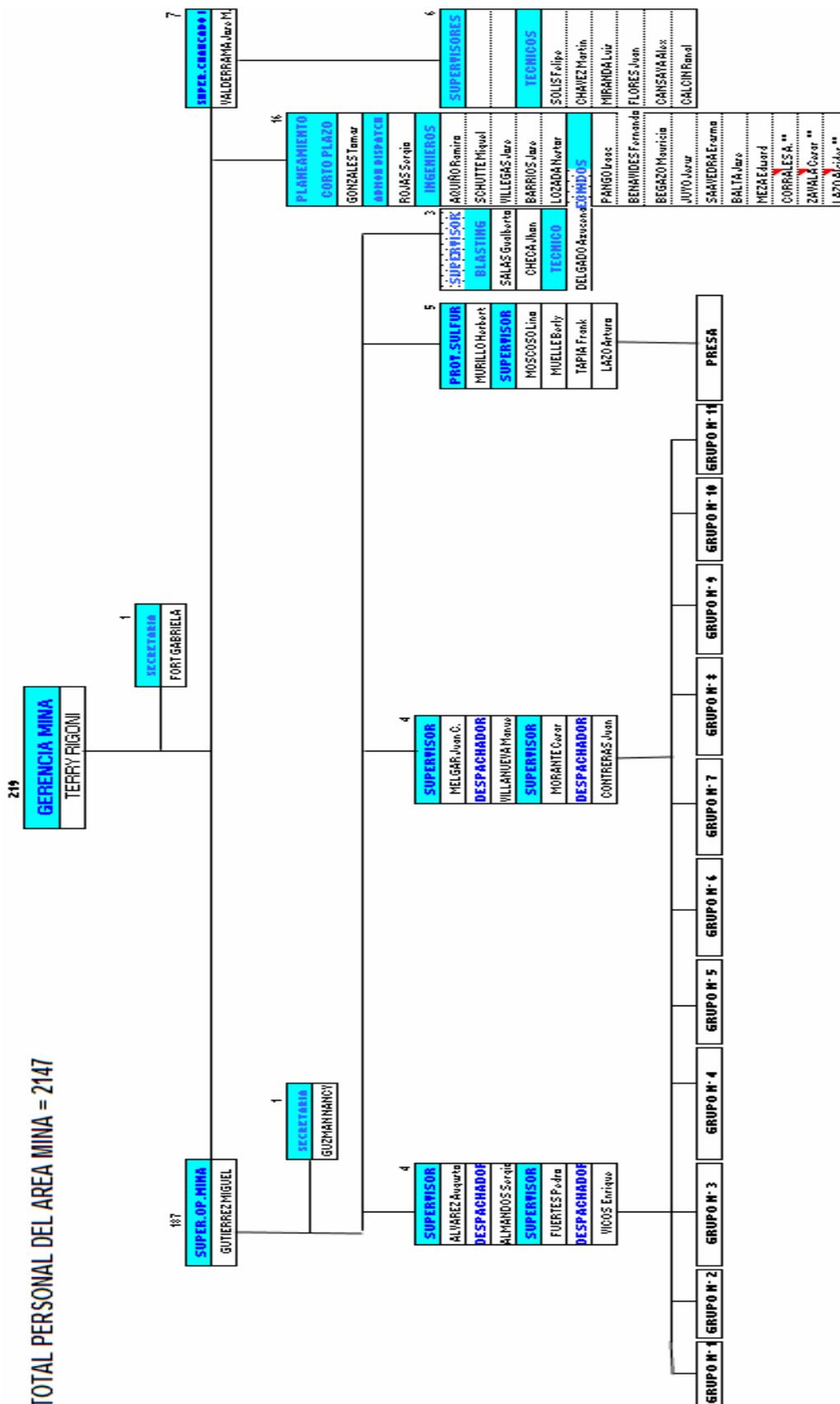
1994 Sociedad Minera Cerro Verde S. A. subsidiaria de CYPRUS, toma posesión de la propiedad e inicia una agresiva campaña de exploración, perforando 168 taladros con una cantidad total de 40,000 m. perforados.

1995 y 1996 El cambio fundamental en Cerro Verde y el principal aporte con la privatización se da en las políticas de seguridad y medio ambiente, enfocado al cambio de actitud y conducta de los trabajadores hacia una nueva etapa de trabajo seguro y cuidando el medio ambiente. Así mismo se implementa tecnologías de punta en todos los aspectos y en lo que concierne a mina, se adquiere una versión moderna del software de MINTEC (Medsystem) para diseño de mina. Para el control topográfico de la mina se adquiere un GPS Trimble 4000 SSI convirtiéndose Cerro Verde en la mina pionera a nivel nacional en el uso de estos sistemas.

1999 se adquiere el Sistema Dispatch de Modular alcanzando Cerro Verde un nivel tecnológico acorde con las minas más modernas de cobre en el mundo. En el área de lixiviación se amplía el Pad 2 y se construye el Pad 4 de aproximadamente un millón de metros cuadrados de superficie, dando inicio al proyecto de lixiviación de cobre mas importante del Perú. En este año PhelpsDodge adquiere Cerro Verde.

2004 Se inicia la construcción de la planta de sulfuros que convertirá a Cerro Verde a fines del 2006 en la primera unidad minera en producción de libras de cobre del Perú y de la corporación PhelpsDodge.

1.7. ORGANIGRAMA DE GERENCIA MINA



CAPITULO 2

GEOLOGIA

2.1. GEOLOGIA REGIONAL

Cerro Verde y Santa Rosa, ubicados a 30 km. al SO de Arequipa, son yacimientos del tipo pórfido de cobre y molibdeno, emplazados en el segmento sur del Batolito de la Costa, Segmento Arequipa, Superunidades Tiabaya y Yarabamba.

2.2. GEOLOGIA LOCAL

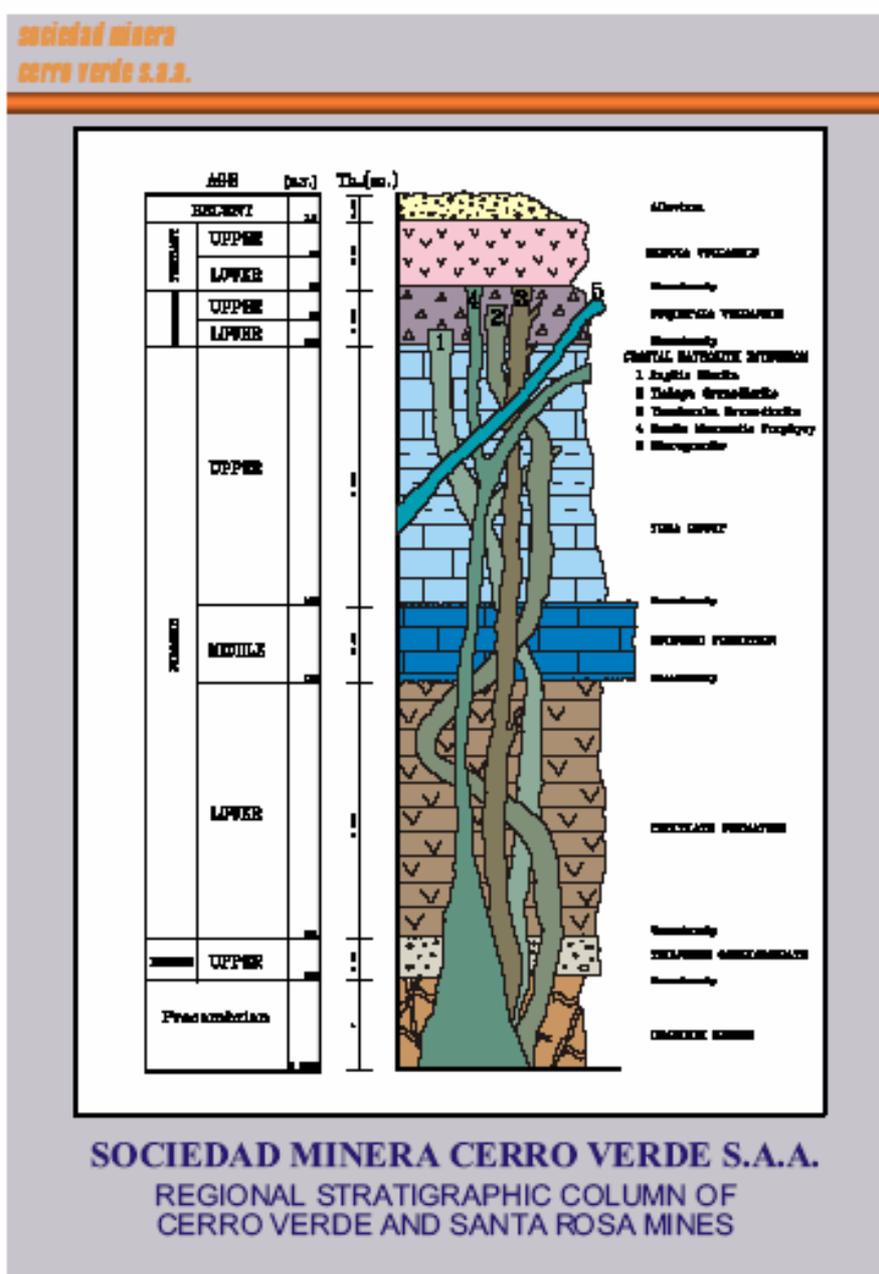
Localmente se tiene rocas plutónicas intruidas por rocas subvolcánicas porfiríticas de composición calco-alcalina, las mismas que también han intruido a rocas metamórficas, volcánicas y sedimentarias, con edades que van desde el Precámbrico hasta el Terciario inferior. Remanentes de ignimbritas, cenizas y arenas volcánicas, corresponden a los últimos eventos ocurridos en el área.

Las rocas plutónicas que engloban a los pórfidos subvolcánicos, genéticamente relacionados a los depósitos de cobre porfirítico de Cerro Verde y Santa Rosa, conforman el complejo intrusivo conocido como “La Caldera”, estos pórfidos están alineados según una dirección NO-SE, que es la misma de la Cordillera de los Andes. Fisiográficamente, presentan

una topografía madura con cerros redondeados de baja altura, quebradas secas y drenaje dendrítico.

2.3. ESTRATIGRAFIA

Dentro del área que comprende el presente estudio afloran rocas ígneas, intrusivas y extrusivas, metamórficas y sedimentarias que abarcan en tiempo geológico desde el Precámbrico hasta el Reciente



2.4. MINERALIZACION

La mineralización y alteración de los depósitos de Cerro Verde y Santa Rosa, es típica de los depósitos de cobre porfirítico, tal como lo describen en su trabajo Lowell y Gilbert (1970). En Cerro Verde, la mineralización económica se encuentra preferentemente asociada a la granodiorita Yarabamba (54%); el resto se reparte entre los pórfidos(22%) y el Gneis Charcani (24%), según datos publicados por Perea *et al.* (1983). Esta mineralización económica está relacionada con la alteración fílica.

2.5. MINERALIZACIÓN HIPÓGENA

La mineralización hipógena corresponde a los minerales primigenios. Los sulfuros más importantes son pirita y calcopirita, en menor proporción ocurren: molibdenita, enargita, cobres grises, como también bornita y covelita primarias; otros **sulfuros primarios** como la esfalerita y galena tienen una ocurrencia esporádica. Otros sulfuros primarios presentes en esta zona son molibdenita, bornita, tetraedrita, galena, esfalerita y calcosita mayormente diseminados.

Los principales minerales hipógenos en **Santa Rosa** son pirita y calcopirita con los siguientes minerales accesorios: galena, esfalerita, molibdenita y tenantita. Esporádicamente se presentan mackinawita, cubanita, pirrotita y bornita. La enargita y la luzonita se presentan muy raramente.

2.6. MINERALIZACIÓN SUPÉRGENA

De arriba hacia abajo estas zonas son: zona de escape lixiviado, zona de oxidación, zona de enriquecimiento secundario, zona de transición y zona primaria.

2.6.1. ZONA DE ENCAPE LIXIVIADO

Es la capa o zona superior que está caracterizada por la ocurrencia de limonitas (hematita, jarosita, goetita, turgita entre otros), arcillas y alunita supérgena; así como minerales primarios relativamente estables: cuarzo y turmalina. La formación de esta zona, ha sido influenciada por una fuerte permeabilidad de la roca tanto primaria como secundaria de la parte superior de ambos depósitos. La presencia de sulfuros y sulfatos primarios, también jugó un importante papel en su formación, tal como lo postulan Cedillo *et al.* (1979).

2.6.2. ZONA DE ÓXIDOS

Está genéticamente relacionada a la formación de la zona lixiviada y se ha desarrollado hacia los bordes de esta, se caracteriza por la presencia de óxidos y sulfatos de cobre con valores económicos. El principal mineral es la brocantita, acompañada por calcedonia, alunita, jarosita, antlerita, melanterita, crisocola y cuprita; ocasionalmente también ocurren: malaquita, neotosita, cobre nativo y silomelano.

En Cerro Verde, se distinguen dos subzonas: la subzona de “pitch de cobre” caracterizada por contener una mezcla de óxidos de cobre, fierro y manganeso, estuvo ubicada al Este.

2.6.3. ZONA DE ENRIQUECIMIENTO SECUNDARIO

Este proceso de deposición mineral ocurre cerca a la superficie y es una consecuencia de los procesos de oxidación en el cual las soluciones ácidas residuales lixivian los metales y los llevan hacia abajo, reprecipitándolos y enriqueciendo los sulfuros minerales ya existentes (pirita y calcopirita), formando nuevos sulfuros con mayor contenido de cobre (calcosita y covelita). La pirita ha sido reemplazada en diversos

grados por calcosita y se piensa que en la evolución genética de los sulfuros secundarios estos han sufrido, en ciertas áreas, migración lateral del cobre.

En Santa Rosa está constituida principalmente por calcosita, covelita y en menores cantidades por bornita y digenita.

2.6.4. ZONA PRIMARIA

Constituye la zona mas profunda del yacimiento, donde prácticamente no hubo influencia de los procesos supérgenos. Los sulfuros ocurren aquí finamente diseminados y en venillas; como en todas las zonas, aquí también las brechas son las que contienen más cobre que otras rocas (Cedillo 1982).

2.6.5. ZONAS TRANSICIONALES

Están clasificadas así las zonas cuya mineralogía está constituida por una mezcla de minerales de zona lixiviada y minerales de zona enriquecida (conocida también como “zona de mixtos”) o minerales enriquecidos y minerales primarios (zona transicional propiamente dicha) según sea el caso.

En Cerro Verde se observan zonas con mineralización “mixta”, esto es mineralización de zona lixiviada, óxidos de fierro principalmente, y mineralización de la zona enriquecida pirita, calcosita y covelita. Por debajo de la zona de sulfuros secundarios, se ha desarrollado en muchos casos, una zona conocida como zona de sulfuros transicionales, constituida por sulfuros de origen supérgeno y sulfuros de origen hipógeno. En Santa Rosa la zona de sulfuros transicionales, por debajo de la zona de sulfuros enriquecidos, no es típica, su mineralización se presenta finamente diseminada.

CAPITULO 3

PROCESOS OPERATIVOS

3.1. OPERACIONES MINA

En la actualidad, SMCV explota sus reservas mineras constituidas por sulfuros secundarios, a través del tajo abierto Cerro Verde a un ritmo de 240,000 toneladas métricas diarias (TMD) de movimiento total. Dentro de esta cantidad, se extrae aproximadamente 50 000 TMD de mineral de alta ley, y 20 000 TMD de mineral de baja ley, y los procesa mediante lixiviación en pilas, para producir en su planta de extracción por solventes y circuito electrolítico (SX/EW), cobre electrolítico de alta pureza en forma de cátodos. Los cátodos de cobre son transportados por camiones al puerto de Matarani, desde donde se exportan a mercados internacionales.

Las operaciones unitarias realizadas para la extracción de material consisten en cuatro etapas: perforación, voladura, carguío y acarreo, además de las operaciones auxiliares que se vienen realizando. Los camiones llevan distintos tipos de material a su respectivo destino: desbroce al botadero, mineral de baja ley directamente de la mina (ROM) al pad ROM de lixiviación, y mineral de alta ley al chancado.

SMCV cuenta actualmente con la siguiente flota para sus operaciones de carguío y acarreo:

- 19 Camiones Cat 789B de 180 TM.
- 3 Camiones Cat 793D de 240 TM.
- 1 Eléctricas palas P&H 2300 de 25 yd³.
- 2 Palas eléctricas P&H 2800 de 33.6 yd³.
- 1 Pala hidráulica O&K RH200 de 27 yd³ (eléctrica/diesel).
- 2 palas P&H 1900.
- 2 Cargadores frontales Cat 994.

Para la perforación se cuenta con el siguiente equipo:

- 3 Perforadoras IR DMM2.
- 1 Perforadora Rock Drill L8 Atlas Copco.

El desbroce se realiza con las palas P&H 2800 a las que se esta implementando el sistema Centurión para la mejora del tiempo de carga de estas palas y elevar su productividad efectiva.

Según las reservas actuales de SMCV, el mineral lixiviable se agotaría en el año 2014. Para extraer el cobre de los sulfuros primarios, que constituye un mineral no lixiviable económicamente, se requiere un proceso diferente. Por tal motivo, SMCV esta terminando el desarrollo del "Proyecto de Sulfuros Primarios", cuya operación se ha evaluado económicamente para 26 años y que contempla la construcción de una planta concentradora para el procesamiento de dichos sulfuros y la construcción de un depósito de relaves, ambos ubicados dentro del área de la concesión minera que se viene explotando actualmente.

3.2. OPERACIONES METALURGICAS

3.2.1. CHANCADO

El mineral porfirítico extraído de los tajos es enviado al sistema de chancado que consta de tres etapas: chancado primario, pila de almacenamiento, chancado secundario con sus respectivas zarandas tipo “banana” y chancado terciario. Actualmente el sistema de chancado opera a un promedio de 50,000 TMD. El producto triturado con un tamaño de 80%, -3/8” (-9mm), es enviado para alimentar el circuito de aglomeración. La aglomeración se lleva a cabo en 4 aglomeradores de tambor en paralelo. El material es humedecido y aglomerado con ácido sulfúrico y solución rafino (solución con bajo contenido de cobre obtenida del proceso de extracción por solventes).

3.2.2. LIXIVIACION.

Una faja sobre la superficie de aproximadamente 3,2 Km. de largo, transporta el mineral aglomerado hacia la plataforma de lixiviación Pad 4. El material es distribuido en la plataforma del Pad 4 con un sistema de fajas portátiles y un apilador que lo acomoda en pilas de 6 metros de altura a una gradiente de 3%. Las fajas están equipadas con controles de alineamiento, sobrecarga y controles de velocidad cero conectadas a un sistema PLC, que controla y monitorea todo el proceso.

Todo el mineral chancado y aglomerado es colocado en el pad 4 y lixiviado por 230 días. La solución de lixiviación consiste de una mezcla de raffinate de la planta SX y la solución de avance de los otros Pads.

3.2.3. SX/EW

La solución de cosecha enriquecida en cobre conocida como PLS obtenida del Pad 4 es dirigida a la poza de almacenamiento de PLS ubicada en el área de la planta de extracción por solventes y de ahí es bombeada a la planta de extracción por solventes.

La planta de **extracción por solventes** consta de las etapas de extracción y de reextracción. En este circuito se obtiene dos productos, una solución pura rica en cobre que se envía a la planta de **electro deposición** y, una solución impura pobre en cobre con alta acidez conocida como refino, que es bombeada y retornada a lixiviación.

La planta de electro deposición deposita el cobre en forma metálica en cátodos, que constituye el producto final con una pureza de 99,99% de cobre. Actualmente, el nivel de producción en las operaciones de lixiviación, extracción y electro deposición es de aproximadamente 250 TMD de cátodos de cobre.

3.3. INSTALACIONES AUXILIARES

Además de las instalaciones de proceso, SMCV tiene algunas infraestructuras de apoyo, las mismas que incluyen talleres, almacenes, laboratorios de control de calidad y oficinas administrativas como mantenimiento mina, mantenimiento chancado y el sistema de fajas de transporte de mineral y apilamiento, mantenimiento planta, almacén y tráfico de aduanas, laboratorios químico, metalúrgico y microscopía, metalurgia, geología, prevención de riesgos, medio ambiente y oficinas administrativas que incluye abastecimiento, contabilidad, gerencia, informática o sistemas, recursos humanos y posta de primeros auxilios.

3.3.1. ABASTECIMIENTO DE AGUA

Actualmente Cerro Verde depende de dos fuentes principales de agua para cubrir sus requerimientos. Estas dos fuentes incluyen las aguas superficiales derivadas del río Chili y el agua subterránea obtenida de los pozos de bombeo de los tajos Cerro Verde y Santa Rosa. El agua proveniente del río Chili es denominada “agua fresca”. Mientras que toda el agua que es bombeada de los pozos en la mina se denomina “agua freática”. SMCV cuenta con los derechos de extracción de agua debidamente constituidos para el aprovechamiento del agua de estas dos fuentes.

3.4. MANEJO DE RESIDUOS, EFLUENTES Y EMISIONES DE LAS OPERACIONES

Los residuos en Cerro Verde están clasificados en: reciclables, basura y peligrosos, teniendo cada uno de ellos lugares específicos y seguros de disposición según su naturaleza. Los efluentes provenientes del lavado de los equipos pesado y ligero en los talleres son tratados mediante dos baterías de separadores. Estas baterías separan los efluentes por fases agua - aceite. El agua previamente analizada en contenido de hidrocarburos (sin aceites y grasa) es utilizado para el riego mientras que los desechos de grasas y aceite son tratados en una plataforma impermeable conocida como landfarm para ser sometidos a la acción destructora de los rayos solares. Las aguas servidas generadas son enviadas a las plantas de oxidación ubicadas en la zona de planta industrial. En la zona sur, las aguas servidas son tratadas mediante un sistema Imhoff de descomposición anaeróbica.

Las emisiones de polvo que se generan en las vías de acceso y acarreo son controladas mediante el tratamiento de la base de rodadura con una sustancia humectante, higroscópica y compactadora en la fuente

(cloruro de calcio). Luego se realiza el riego con una frecuencia de una vez por día los primeros 5 meses y después se incrementa a dos veces por día usando camiones cisternas de 20 000 galones de capacidad.

En el área de chancado, el polvo es controlado mediante un sistema de inyección agua-aire y un sistema de aspersion de agua en la tolva instalado en la descarga de los camiones de chancado primario, un sistema de inyección agua-aire en la descarga de alimentadores, cambio de dirección de las fajas, zarandas y chancado secundario y terciario.

3.5. PROYECTO DE SULFUROS PRIMARIOS.

El yacimiento de Cerro Verde está constituido por sulfuros secundarios, considerados como minerales lixiviables, y por sulfuros primarios de cobre que constituyen los minerales no lixiviables, es decir aquellos que no son económicamente rentables si son extraídos mediante un proceso de lixiviación.

El Proyecto de Sulfuros Primarios de SMCV involucra el desarrollo de las instalaciones de proceso, infraestructura y operaciones auxiliares que permitirán explotar económicamente los sulfuros primarios a un nivel de procesamiento promedio en planta de 108 000 TMD, para obtener como producto final aproximadamente 10 TMD de concentrados de molibdeno y 2 400 TMD de concentrados de cobre, los cuales serán transportados y embarcados en el puerto de Matarani.

El diseño del procesamiento y beneficio del mineral incluye una chancadora primaria, un sistema de almacenamiento de mineral grueso, un circuito de chancado secundario convencional con chancadoras de cono y un chancado terciario utilizando chancadoras con rodillos a alta presión HPGR, para la molienda se usará 4 molinos de bolas en circuito cerrado con 4 baterías de ciclones, un circuito de flotación colectiva, un

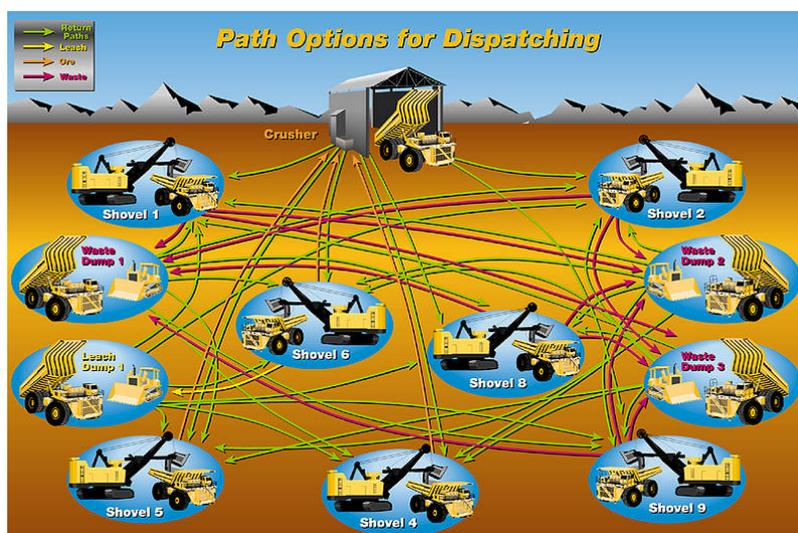
circuito de flotación selectiva (planta de molibdeno), espesado de concentrados y relave, filtración de concentrados, disposición de relaves en un nuevo depósito y otras obras auxiliares requeridas. La inversión estimada para este proyecto alcanza los US\$ 800 millones y su operación se ha evaluado económicamente por 26 años.

CAPITULO 4

GESTION EN DISPATCH

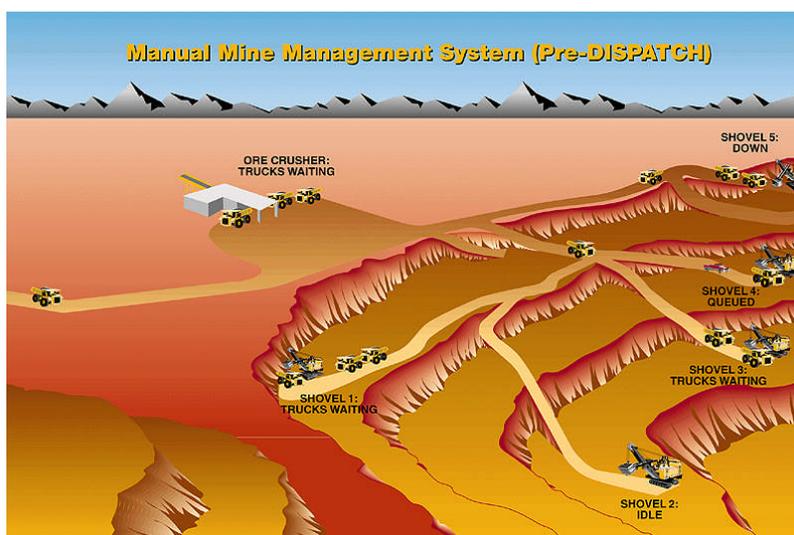
4.1. ANTECEDENTES

En la **gestión tradicional** de las operaciones mineras a tajo abierto se fijaban flotas de camiones a las palas no existiendo interacción en tiempo real con los operadores, el panorama se prestaba siendo difícil identificar los cuellos de botella en los flujos productivos, pues solo se suponían. En la gestión tradicional no existía certeza sobre los orígenes y destinos de los ciclos de transporte, no existía certeza sobre los puntos de carguio y perforación mucho menos sobre el trabajo de los equipo auxiliares.



En la gestión tradicional los jefes de guardia no tenían prácticas comunes de control, era muy común la improvisación, era muy difícil identificar las prácticas operativas improductivas, por que la información no se gestionaba en tiempo real. Era muy común que la información se recopilara en cartillas, dependiendo estas de la percepción y atención del operador o de la persona que llenaba estas cartillas.

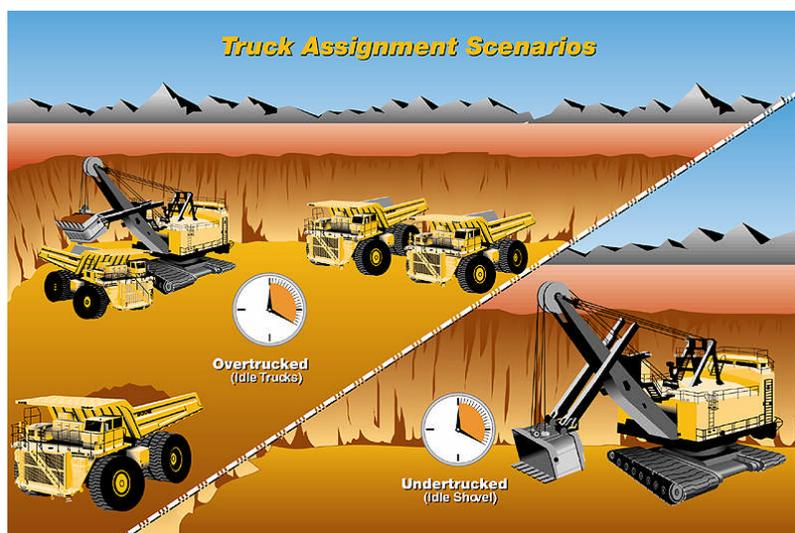
Los formatos de registro de tiempos y cargas no se llenaban en el momento que ocurría el evento, sino en un tiempo que se disponía para este fin y muchas veces a criterio del operador, teniéndose datos cargados de errores.



El error humano se incrementaba al digitar la información de las cartillas en sistemas poco funcionales en Excel o Acces; estos sistemas solo administraban los datos y muchas veces eran carentes de controles, dejando el control del cálculo de KPIs y emisión de reportes a personas que en muchos casos tenían diferentes criterios para interpretar la asignación de un tiempo y para el cálculo.

Se tenía varias fuentes de elaboración de los indicadores de desempeño con discrepancia entre las cifras. *Todo análisis que se realizaba era sobre hechos consumados.*

En la gestión tradicional de las operaciones en la minería superficial era muy común observar escenarios de Overtrucked, es decir que se podía observar camiones en idle en una pala haciendo cola. También podíamos ver comúnmente escenarios de Undertrucked donde la pala se encontraba en idle. Estas esperas de camiones por palas y palas por camiones, se consideraban erróneamente como demoras operativas.



En muchos casos el criterio del jefe de guardia era el asignar una determinada flota de camiones a una pala, teniendo solamente el criterio de productividad en función al trajo individual de cada pala, y si existía el criterio de mezclar camiones, pues no se contaba con un criterio tan amplio que les permitiera tomar las mejores dediciones de uso en rutas mas productivas, esto claro según la complejidad de la operación.

4.2. GESTION MINERA ACTUAL

La tecnología de control de las operaciones mineras esta representado por los siguientes sistemas: Wemco de Canada, MineStar de Caterpillar, Intellimine Dispatch de la norteamericana Modular, Aquila que ha sido comprada por Caterpillar y enfocada en la alta precisión para perforación, Site Vision de Trimble para el control de equipos dozers y graders, Caes de Caterpillar con el mismo objetivo que Site Vision, BCM de la alema Bomag para el control de compactación. Los tres primeros tratan acerca de modelos dinámicos de asignación para la flota de acarreo, pero el sistema de despacho de Modular utilizando la **tecnología de control de procesos** ofrece una solución completa y probada para el negocio minero, y es de lo que trataré en adelante.

4.3. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

4.3.1. DEL ADMINISTRADOR

El administrador del sistema “Intellimine”, es responsable por administrar y monitorear el sistema de despacho de Modular Mining Systems y de hacer gestión con la información del sistema para soporte de las áreas involucradas con la operación minera. A continuación se detallan las principales funciones:

1. Administrar el sistema Intellimine y los recursos del mismo asegurando su correcto y eficiente funcionamiento.

2. Revisar, actualizar y evaluar constantemente la información en los servidores SUN:

- Mantener actualizada la información de la pitdat: promedio de demoras operativas, rutas, balizas, puntos de descarga, restricciones

mineras, etc. Revisar la información de los turnos asegurando la integridad de la base de datos.

- Actualizar las velocidades de los camiones para una mejor distribución por medio de la Programación Lineal. Setear el archivo speed.prv.

- Evaluar los factores de carga de los camiones y reconfigurar los nuevos valores para cada tipo de material (factores.prv). Actualizar los cambios realizados a los archivos con extensión *.prv.

- Configurar el match (equilibrio pala camión-variable LPMATCHTRUCK) en el enum.c.

- Configurar y crear nuevos equipos o nuevas flotas de minado usando el archivo enum.c y la pitdat.ddb.

- Configuración de nuevos materiales, nuevas leyes en el enum.c.

- Actualizar y compilar los nuevos cambios realizados en el archivo enum.c-archivo propio del lenguaje C para generar los archivos objeto (*.O)

- Solicitar al área de Topografía un plano de las rutas de acarreo de toda la mina en formato DXF, para actualizar los cambios que se hayan generado en las rutas y mantenerlas lo mas real posible en el Dispatch.

- Evaluar y analizar los KPIs, reconfigurando nuevas formulas y valores así como creando otros cuando se requieran.

- Medir periódicamente (en terreno) la geometría de las palas y perforadoras configuradas con alta precisión y setearlos en los respectivos archivos de la alta precisión.

- Chequear periódicamente los datos proporcionados por la alta precisión (palas) y redefinir de la geometría en base a los requerimientos de control de calidad y operaciones.

- Analizar los archivos que entregan los mensajes de error del sistema: /dsp/cli/dcv/opns/utility.err, tk.err; /var/adm/ messages.

- Analizar los datos de salida del sistema identificando tendencias en los datos por ende oportunidades de mejora, investigando a fondo información de considerable dificultad para llegar a conclusiones válidas

que entreguen valor agregado a las operaciones. En el análisis que incluyen por ejemplo los archivos de transacciones (*.transact) el objetivo es buscar oportunidades de mejora en el sistema.

- Evaluar las comunicaciones radiales entre el equipo de mina y la SUN principal (que corre Dispatch) encontrando oportunidades de mejora.

- Configurar algunos crontabs (tareas automáticas) con la finalidad de generar archivos, mostrar en tiempo real información del turno, etc.

- El script /dsp/cli/dcv/com/respaldo* está corriendo todos los días a las 10:30 a.m. para grabar toda la información del directorio /dsp/cli/dcv/opns del presente año.

- Los scripts speed*, están corriendo a una determinada hora de los turnos para capturar la información de las velocidades de los camiones para cada tipo de pendiente.

- Programar en Form, creando o modificando módulos así como pantallas del sistema que se requieren para el buen uso del sistema por parte de los usuarios.

- Controlar la seguridad del sistema, creando cuentas de usuarios consistentes y con los derechos y atributos adecuados para el usuario.

3. Generación de reportes para los departamentos involucrados con el Dispatch, Implementando reportes y gestionando la base de datos asegurando la disponibilidad y exactitud de los reportes del sistema de despacho. Manejar la base de datos SQL y Access (generada por una interfase existente en Dispatch-SAMBA) para evaluar, analizar y reportar la información solicitada.

4. Proporcionar la información de los tiempos de los eventos del ciclo de acarreo, esto es empleado en la planificación mensual del requerimiento de camiones en la operación de cada mes.

5. Configuración del hardware de terreno: Goics, Hubs, Repetidoras; es responsabilidad primaria de los eléctricos de mina, pero el administrador debe tener conocimiento en caso sea requerido.

6. Participar en el entrenamiento y capacitación de los usuarios del Dispatch, ya sea con los módulos actuales o los que a futuro se implementen. Esta capacitación debe abarcar:

- Programar capacitaciones periódicas a los operadores de la mina, evitando de esta forma la pérdida de eficiencia en el uso del sistema por dilución de los conocimientos en el tiempo.
- Capacitar, entrenar y soportar a los despachadores, monitoreando la performance del Sistema Dispatch, desarrollando mejores prácticas para optimizar el sistema, recomendando mejoras en tiempo real y mediante la retroalimentación al despachador.

7. Reiniciar la SUN de respaldo para correr Dispatch en el caso de que la SUN Principal tenga alguna falla. Participar en auditorias de control y verificación de desastres.

8. Administrar y prioriza el trabajos coordinado con Modular Mining Systems para el correcto funcionamiento del sistema, para esto es necesario conocer los alcances del contrato con MMS, para lograr hacer que los requerimientos que se generen propios de la configuración del sistema puedan ser determinados y definidos, y consecuentemente tomar acción inmediata; discutir los temas que puedan quedar pendientes y discriminar cuales son de responsabilidad de MMS y cuales son prioritarios según las política corporativas.

9. La logística de los repuestos, accesorios y equipos que forman parte de Dispatch, está a cargo del departamento *Eléctrico de Mina*, sin embargo es necesario mantenerse informado del hardware en spare y

stock; para que podamos solucionar cualquier situación en la que se ponga en riesgo la paralización del Dispatch en algún equipo de mina, lo que significa perder información valiosa a la hora del análisis y toma de decisiones.

10. Los respaldos periódicos de la información generada en Dispatch son muy valiosos para la empresa, de tal modo que cada departamento que genera información en Bases de datos tiene la obligación de mantener un backup completo de toda esta información y con mayor razón el hardware y software de Dispatch cuenta con un Plan de Recuperación de Desastres (Anexo 08):

- Se cuenta con un sistema de respaldo completo de la Sun Principal; es decir que la Sun de respaldo cuenta con una conexión independiente de antenas GPS, antena de Radio, Tape Backup.

11. Informar en las reuniones semanales la evolución de la semana de los KPIs correspondientes a las operaciones mineras con la finalidad de conocer la situación real de las operaciones y poder tomar acción. Los puntos son referente a:

- Evolución en la productividad y producción planeada.
- Delta "C", valores óptimos versus los reales.
- Disponibilidad y uso de la disponibilidad de los equipos y KPIs de confiabilidad de mantenimiento (MTBF y MTTR).
- Tiempo de esperas de Camiones versus tiempo de espera de palas.
- Evolución de la productividad y cobertura de palas por camiones así como las oportunidades de mejora en la operación.
- Estudios de mejora continua y evaluación de proyectos.

4.3.2. DEL DESPACHADOR

El personal encargado de despachar con el Sistema Dispatch, tiene el siguiente conjunto de funciones y responsabilidades.

1. Mantener una buena configuración del Dispatch, operando el sistema para lograr una eficiente asignación de camiones a las palas, controlando y minimizando los tiempos de cola (tiempo muerto por espera en puntos de carga y descarga); todo esto en tiempo real. Los despachadores han recibido cursos formales de Dispatch y estadística para alcanzar este propósito. Es importante tener un nivel de ingeniería en el despacho.

2. Poseyendo capacidad de liderazgo y muy buena actitud con el personal con el que comparte el turno en la operación, debe de realizar las comunicaciones de coordinación con el equipo de trabajo tomando acción inmediata que apoye el logro de los objetivos.

3. Mantener y mejorar la eficiencia y productividad de la extracción de la mina, pues tienen la responsabilidad y autoridad de detener o iniciar la operación de palas o camiones cuando sea necesario de acuerdo al plan operativo de la mina. Deberán ser dinámicos y con la capacidad de anticipar y estar preparados ante cambios en la operación por falla de los equipos u otra situación imprevista. Conocen la política gerencial en lo que se refiere a reducción de costos, de tal forma que tomando como base la información de Dispatch apoyan en la optimización de los proceso extractivo; es decir que pueden sugerir el empleo de los equipos que tienen menor costo y los que en resumen proporcionan la mejor performance.

4. Llevar el control de los estados de todos los equipos de la mina (incluyendo el equipo auxiliar, el cual no tiene Dispatch por ahora, todo alimentado manualmente al sistema Dispatch). Esto es de vital importancia ya que a partir de esta información se obtienen las disponibilidades,

eficiencia y uso de activos de todo el equipo de mina, la información se emplea para la planificación del mantenimiento programado del equipo. Se consigue la información para los KPIs tanto de Operaciones Mina (Productividad, Tiempos de espera, Velocidades, etc.) como para Mantenimiento (MTBF, MTTR), se proporciona información para llevar a cabo la planificación minera (Plan anual y Forecast, es decir parámetros para llevar a cabo dicha planificación).

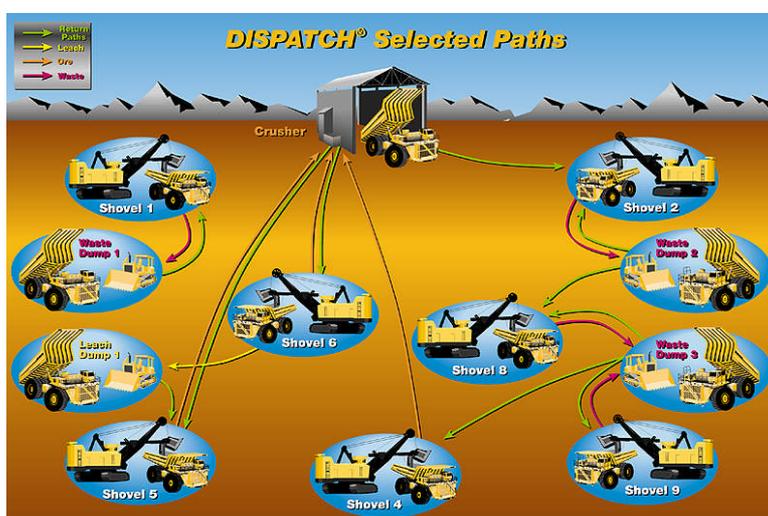
5. Tienen la responsabilidad de mantener las bases de datos de Dispatch con información limpia, clara y precisa de todos los equipos de la mina. Debe de proporcionar diariamente la información detallada de producción, estado de los equipos, e incidentes a la superintendencia de operaciones, con la cual asiste a la reunión diaria de coordinación.

6. Es el asistente principal del Jefe de turno, ya que lo retroalimenta con la información de Dispatch para la toma de decisiones propias de la operación. Tiene la capacidad de reemplazar y asumir la responsabilidad del líder o supervisor de la mina cuando la situación lo amerite. Es un soporte entre las comunicaciones que existen entre los operadores del equipo de mina con el personal de mantenimiento, mina, con la supervisión de perforación y voladura, ingeniería mina, contratistas, etc.

4.4. TRUCK DISPATCH

Dispatch es la denominación mas conocida para Intellimine. Dispatch empleando tecnología aplicada al negocio minero, interactúa en tiempo real utilizando herramientas matemáticas, informáticas, posicionamiento global, comunicaciones y redes, permitiendo **asignaciones óptimas y automáticas en forma dinámicas** para la flota, logrando incrementar el tiempo efectivo de trabajo y por ende la productividad efectiva de las flotas de carguio y acarreo.

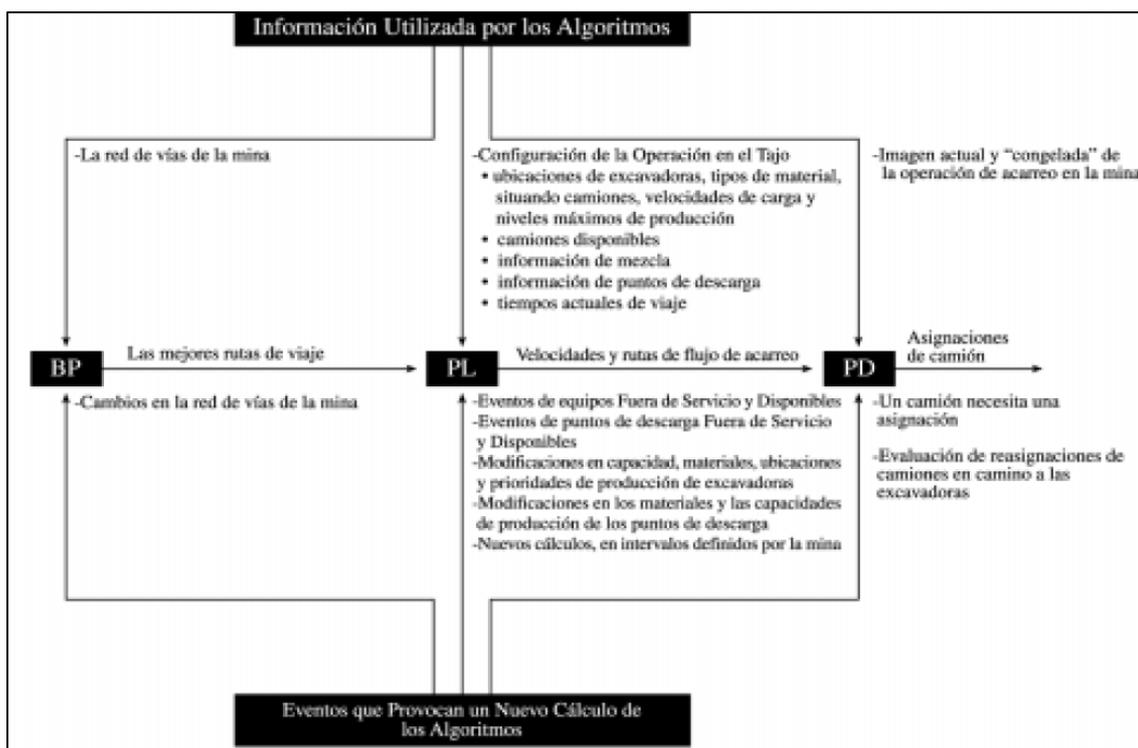
Se elimina el concepto de asignación fija de camiones a palas, lográndose una interacción en tiempo real entre el sistema, el operador y el despachador; dando paso al control del proceso y programación de las acciones en las operaciones en forma remota. El despachador toma decisiones en tiempo real respecto a la mejora del proceso de extracción, permitiendo recoger información, evaluando, midiendo, analizando, mejorando y controlando el proceso productivo. Con Dispatch los jefes de turno de la mina y mantenimiento pasan a ser administradores de la operación, dejando al despacho mina el trabajo de asignación de equipos y tiempos así como la captura de datos y calculo de los indicadores claves de desempeño (KPI), ya que se tiene información desde el origen y la gestión de los datos es instantánea.



Dispatch trabaja bajo una estrategia de optimización (DOS) que es un mecanismo automático que consta de **dos fases** (que se explican en el Anexo 1), y que utiliza tres modelos matemáticos de programación: La Mejor Ruta (BP), la Programación Lineal (PL), la Programación Dinámica (PD); con el fin de obtener la mayor productividad de camiones posible en la mina. *La Estrategia de Optimización de DISPATCH* (DOS) es pues un mecanismo automático que utilizando los modelos mencionados crea un plan maestro teórico de circuitos optimizados de producción y velocidades de alimentación. DOS utiliza los modelos BP, PL y PD para asegurar que se cumpla dicho plan durante el turno, en tiempo real.

DISPATCH también provee el módulo de Configuración de la Programación Lineal para poder hacer cambios específicos en cuanto a la forma en la cual la PL crea circuitos de producción y velocidades de alimentación. Esto permite mayor flexibilidad para cumplir con los requisitos de producción de la mina. Los objetivos de los planes de minado se ingresan como variables dentro de la PL del sistema, permitiendo tener el control de estos planes en tiempo real. Esta funcionalidad permite cambiar las directivas del planeamiento por algún cambio en el rumbo debido a una estrategia, para que estos tomen efecto desde el momento que se cambia las variables que intervienen en la PL.

La información de la BP (mejor ruta) así como información de ubicación de, match factor pala-camión, velocidades por pendiente cargado y vacío, prioridad de palas, porcentaje de utilización de equipos de carguio, capacidades en destinos, características de los equipos, restricciones operativas y demás variables; se ingresan a la PL (programación lineal) la que proporcionan velocidades y rutas de flujo de acarreo a la PD (programación dinámica) la que con esta información proporciona las asignaciones .



4.5. EQUIPAMIENTO

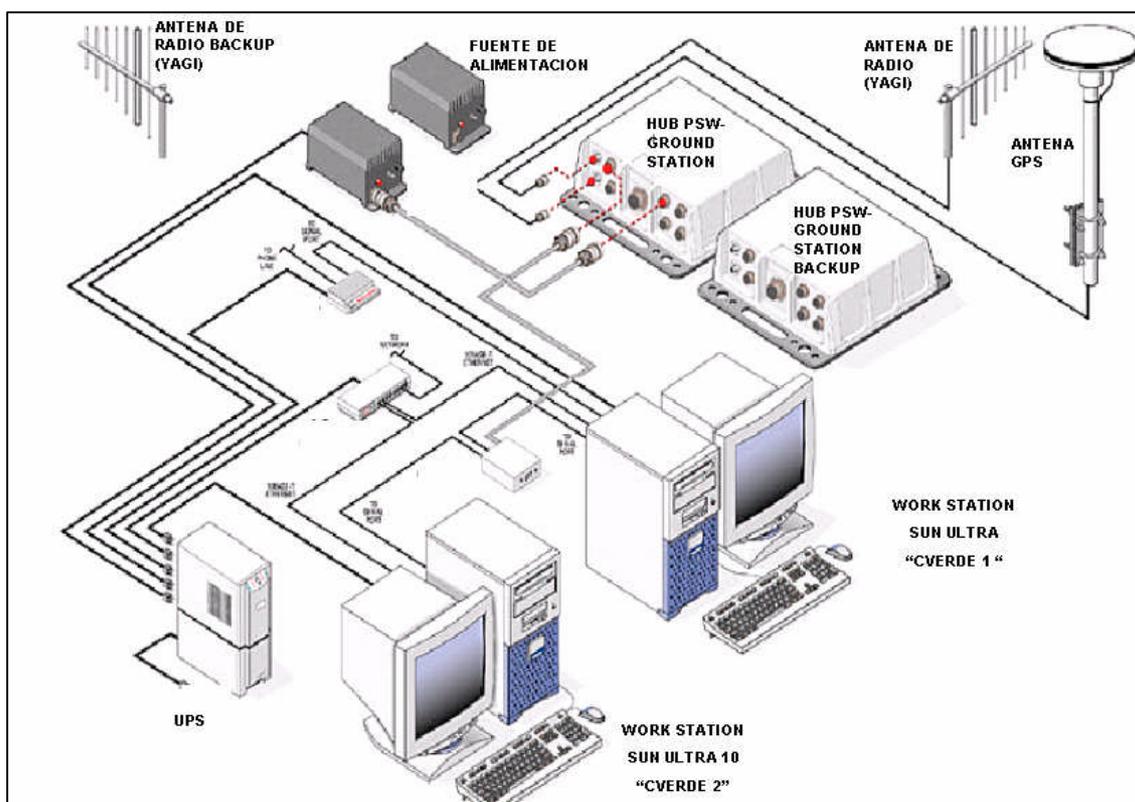
El equipamiento de Intellimine en la revisión D incluye Work Station, con sistema operativo Solaris Versión 5.7 de SUN Microsystems donde se instalan el sistema Dispatch-Intellimine de Modular. Esta aplicación permite crear y almacenar las bases de datos turno a turno de producción, de los estados de los equipos mineros y más información adicional.

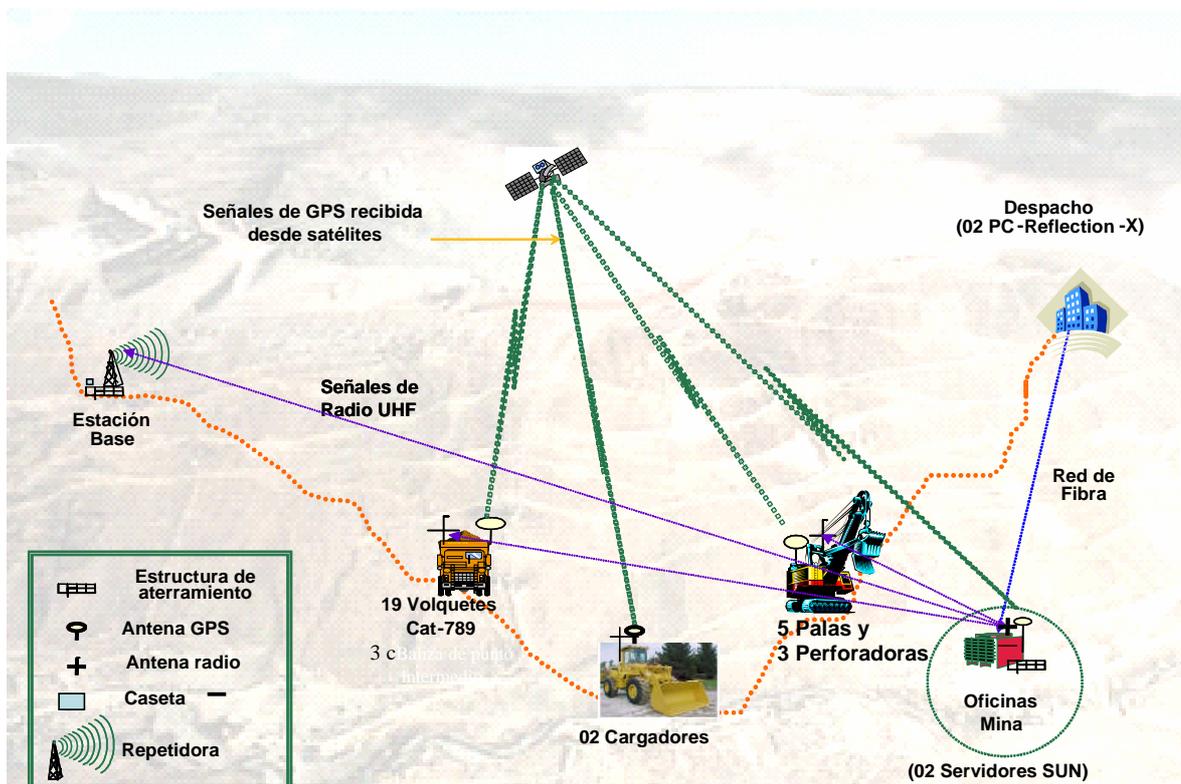
Datos de los servidores SUN.

- SUN Solaris 5.7 system V release 4.
- Memoria RAM de 131072 K. ;
- Procesador = ULTRA Sparc-III de 333MHz.

Los dos servidores SUN cuentan con todo el hardware e instalaciones para correr Dispatch, es decir tienen:

- El Hub de comunicaciones PSW-GROUND STATION y su conexión al servidor.
- El MODEM conectado.
- El tape backup conectado.
- La antena GPS y sus cables de conexión al HUB.
- La antena de comunicaciones radiales (YAGI) y sus cables de conexión al HUB.
- Un sistema de seguridad para descargas de rayos entre los accesorios externos a la oficina y los que están dentro de la oficina.

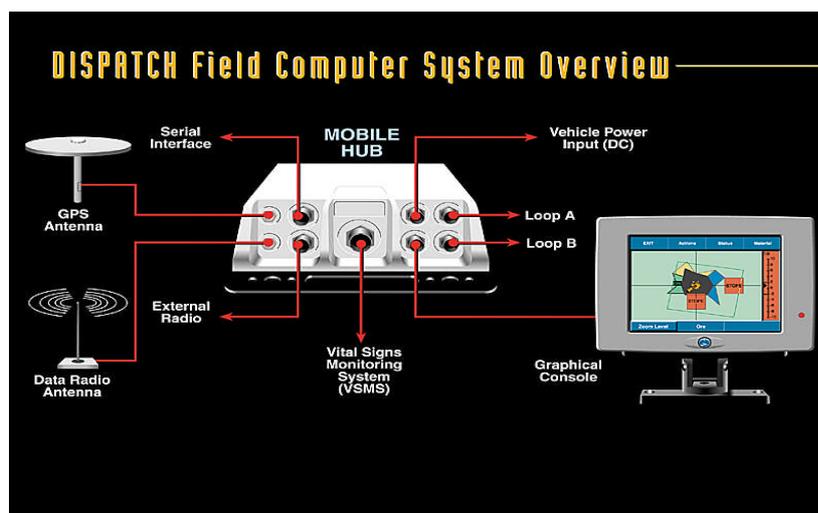




El equipamiento de campo es similar en todos los equipos y consta de:

- Una consola de interfase grafica del operador (GOIC), que es una pantalla sensible al tacto y que es utilizada como interfase para la interacción con el operador.
- Unidad central de proceso dentro de un concentrador llamado HUB.
- Un receptor de radio UHF configurado con frecuencias de transmisión y recepción otorgadas por el ministerio de transportes y comunicaciones.
- Un receptor GPS marca Ashtech modelo Eurocard en la mayoría de minas que utilizan la revisión D del Dispatch.

- Antena UHF modelo Dipolo marca Sinclair.
- Antena GPS de alta o baja precisión y cantidad dependiendo si es equipo de baja o alta precisión.



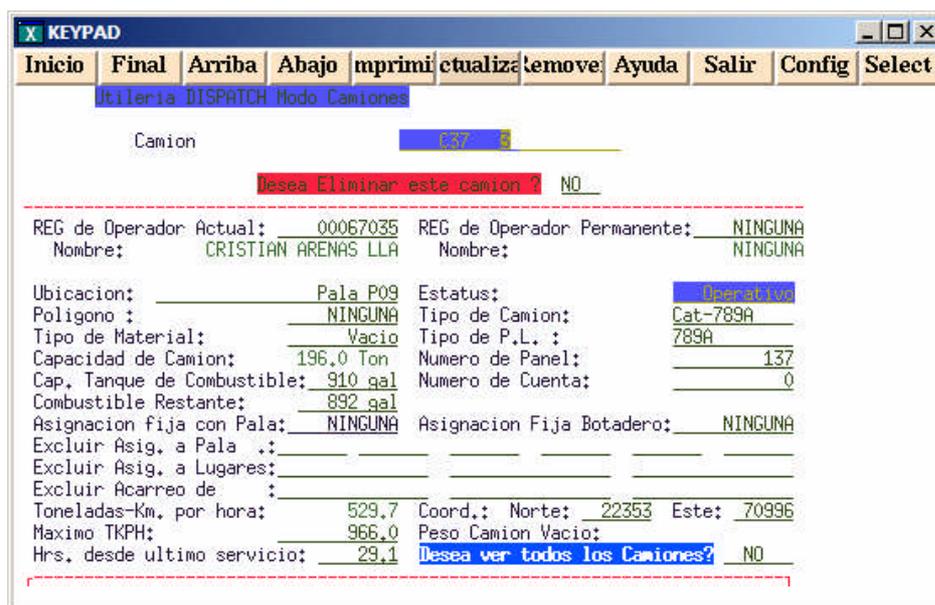
4.6. CONCEPTOS DISPATCH

4.6.1 LPTRUCK

Tipos LPTRUCK son grupos de camiones clasificados según el tamaño del camión y cuando es posible, la velocidad promedio de carga que dichos tipos de camiones registraron al trabajar en ciertas palas (también clasificadas según tipo) durante un periodo (tres meses por lo menos). El propósito es informarle al modelo de PD qué tipos LPTRUCK tiene su flota de acarreo, de esta forma, cuando el modelo de PL asigna los tipos LPTRUCK a las rutas de PL, la PD sabrá cuáles camiones puede asignar a cuáles rutas.

Al agregar un nuevo camión a la mina, la PD no podrá asignarlo a una ruta de PL hasta no conocer su tipo LPTRUCK. Por esta razón es necesario determinar el tipo LPTRUCK adecuado para dicho camión para

que reciba asignaciones válidas. Es necesario determinar si un camión nuevo es lo suficientemente similar a otro camión para asignarle el mismo tipo LPTRUCK (similar en términos de tamaño y velocidad de carga). Si el camión nuevo *no* es similar a ninguno de los camiones existentes, se debe crear otro tipo LPTRUCK en la tabla LPTRUCK_tbl del archivo *enum.c*.



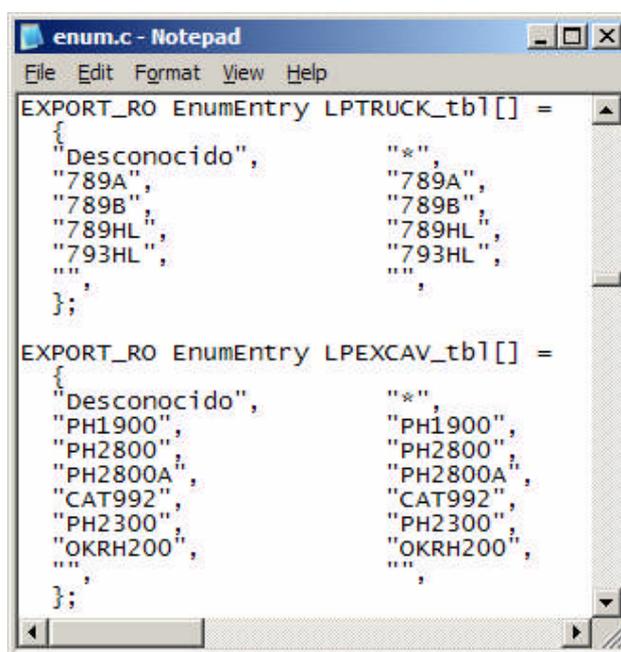
Por ejemplo, la primera línea de la pantalla a continuación, muestra que el tipo LPTRUCK asignado al camión 3102 es Cat 789B Standard. Cuando la PL asigna el Tipo LPTRUCK Cat 789B Standard a una ruta de PL, la PD sabrá que puede asignar el camión 3102 a dicha ruta.

The screenshot shows a terminal window titled 'KEYPAD' with a menu: Arriba, Abajo, PrevPag, ProxPag, Imprimi, actualiza, Borrar, Ayuda, Salir. The main text reads 'Modulo de DISPATCH' and 'Asignar Tipos LPTRUCK'. Below this is a table with three columns: Camion, Tipo LPTRUCK, and Tamano.

Camion	Tipo LPTRUCK	Tamano
3102	CAT 789B Standa	170.0
3103	CAT 789B Standa	170.0
3104	CAT 789B Standa	170.0
3105	CAT 789B Standa	170.0
3106	CAT 789B Standa	170.0
3107	CAT 789B Standa	170.0

4.6.2. LPEXCAV

Cuando se deciden añadir una nueva pala a la flota, es necesario asignarle un Tipo LPEXCAV pues con este tipo trabajara la PL. el tipo LPEXCAV se ingresa en la tabla LPEXCAV_tbl en el archivo *enum.c*. La PL utiliza los Tipos LPEXCAV para determinar el mejor Tipo LPTRUCK para las rutas de PL.



```
enum.c - Notepad
File Edit Format View Help
EXPORT_RO EnumEntry LPTRUCK_tbl[] =
{
  "Desconocido",      "*"
  "789A",             "789A",
  "789B",             "789B",
  "789HL",            "789HL",
  "793HL",            "793HL",
  "",                 ""
};

EXPORT_RO EnumEntry LPEXCAV_tbl[] =
{
  "Desconocido",      "*"
  "PH1900",           "PH1900",
  "PH2800",           "PH2800",
  "PH2800A",          "PH2800A",
  "CAT992",           "CAT992",
  "PH2300",           "PH2300",
  "OKRH200",          "OKRH200",
  "",                 ""
};
```

4.6.3. TECNOLOGÍA SATELITAL Y GPS

La guerra fría del siglo pasado entre los bloques socialista y capitalista representados por el Pacto de Varsovia y la Organización del Tratado del Atlántico Norte, dio origen al espionaje donde la tecnología satelital nació y comenzó a evolucionar. NAVSTAR y GLONASS fueron las tecnologías satelitales que los Estados Unidos y la Unión de Republicas Socialistas Soviéticas desarrollaron para el propósito bélico. Hoy en día, después que la guerra fría ha pasado a la historia, la tecnología satelital, ahora abierta para uso civil, es aplicada al contexto de

la tecnología de control de procesos mineros, donde los sistemas de gestión tratan de sacarle el mayor provecho.

Por razones de seguridad, el Departamento de Defensa de los EE.UU. incluye errores en la información que proviene de las señales de satélite de NAVSTAR IV GPS. Como consecuencia, para proveer posicionamiento de baldes de pala de alta precisión, se requiere de una estación base terrenal de referencia para calcular los errores en dichas señales. La estación base terrenal de referencia puede calcular los errores de satélite porque está ubicada en un punto fijo y conoce sus coordenadas exactas de X e Y. Calcula la diferencia entre la ubicación que el satélite dice tener y la ubicación de la estación de referencia y envía las correspondientes correcciones (conocidas como *correcciones diferenciales*) de cada satélite, a las palas. Cada receptor GPS a bordo de las palas usa dichas correcciones diferenciales, junto con la información que está recibiendo de los satélites, para determinar la ubicación real de cada balde.

Es necesario enviar correcciones frecuentemente (por lo menos una corrección cada segundo) a las palas para proveer posicionamiento de alta precisión). Por lo tanto, el sistema usa un canal de radio de 9600 baudios para manejar el volumen elevado de tráfico.

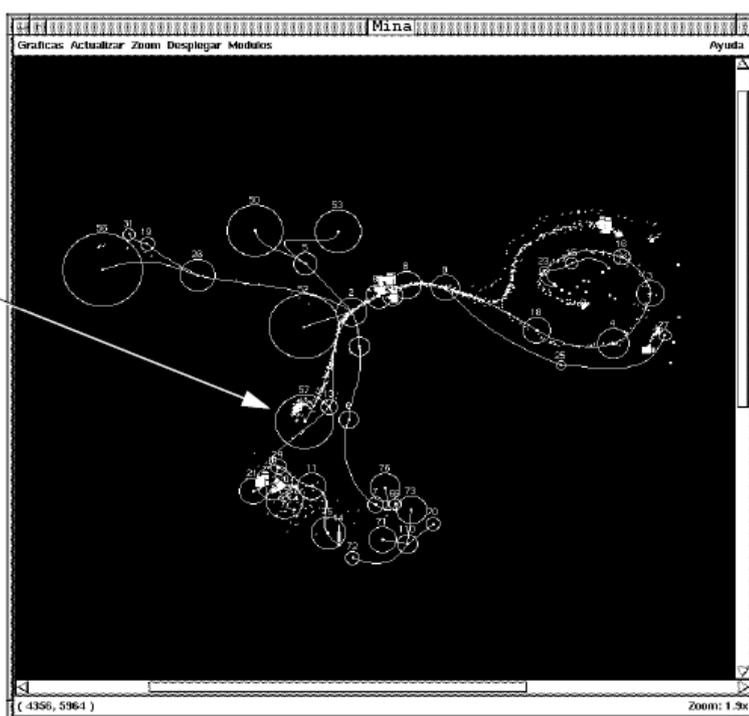
DISPATCH provee informes completos de GPS que permiten monitorear equipo en tiempo real o en forma histórica obteniendo los siguientes beneficios:

- Desplegar la ubicación actual de equipos en forma gráfica, usando el programa de Gráficas de Mina de DISPATCH permitiendo el rastreo completo de equipo móvil. El poder determinar la ubicación de equipos específicos en cualquier momento permite reparar equipos más rápida y eficientemente. El operar un rastreo o una reproducción de GPS

del turno actual es una forma efectiva de asegurar que los camiones estén botando su material en las ubicaciones correctas, especialmente de noche.

- Se eliminan las balizas físicas para la ubicación de equipos por lo que es posible crear, desactivar, mover y eliminar balizas tomando acción inmediata desde la oficina de la mina.
- Generar un patrón de puntos de GPS para reflejar la actividad de los equipos, así como generar reproducciones gráficas animadas de la actividad de los equipos para un turno específico o un rango de turnos, permiten a la administración encontrar oportunidades de mejora por la evaluación de la actividad minera.

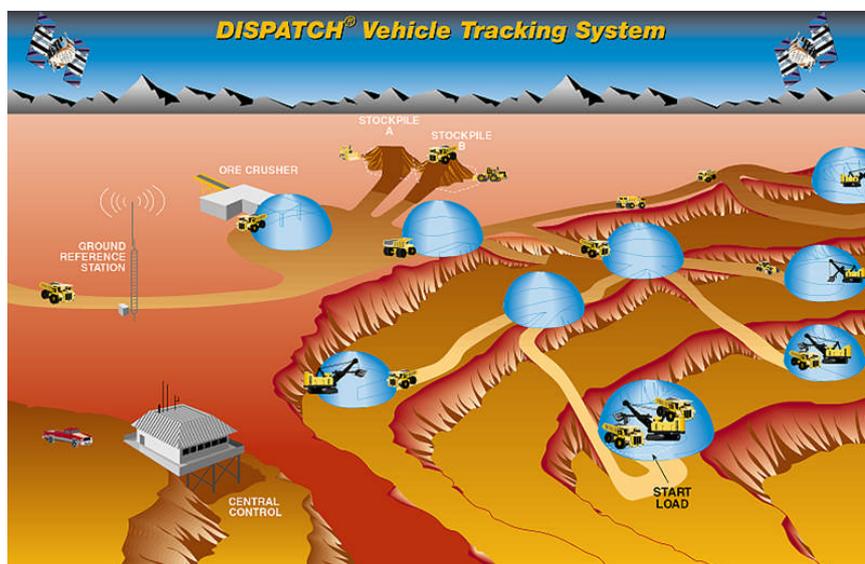
Este patrón de puntos muestra que la baliza virtual #57 funciona exitosamente. Los equipos pasan por el área de cobertura de dicha baliza.



4.6.4 BALIZA VIRTUAL

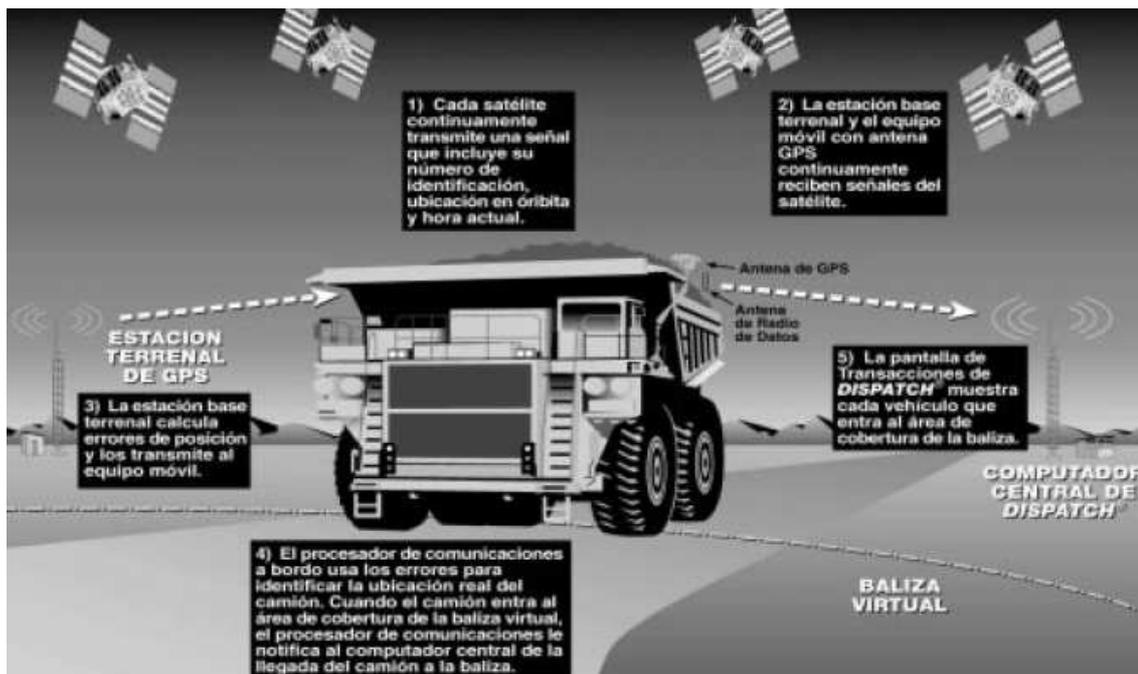
Las balizas son elementos sensores de forma semiesférica (domo). Las balizas virtuales de ubicación (no son balizas físicas) proveen el marco para el rastreo de equipo móvil con el GPS DISPATCH,

principalmente camiones. También usa balizas en las palas y en las ubicaciones (como por ejemplo, puntos de comunicación [*callpoints*], depósitos, chancadoras, botaderos, talleres y estaciones de combustible).

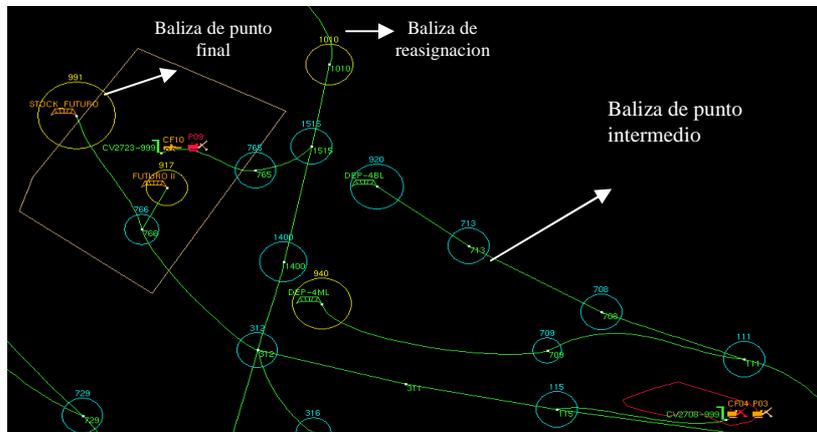


Las balizas virtuales forman parte de la base de datos de DISPATCH. Cada baliza en la base de datos tiene coordenadas de norte y de este (que corresponden a una pala o ubicación en la mina), un número de identificación y un área de cobertura que rodea la baliza. La información de cada baliza está en la memoria local del equipo móvil y se actualiza frecuentemente a través de la red de radio de DISPATCH (para informarle a los equipos cada vez que se crea, se desactiva, se mueve o se elimina una baliza).

Para que sean válidas las lecturas de ubicación de GPS, es necesario que los receptores (antenas) de GPS en el equipo móvil tengan una vista despejada de por lo menos cuatro satélites GPS. Tres satélites de los cuales obtener coordenadas aproximadas de X, Y y Z y otro para que las coordenadas sean más exactas. Este cuarto satélite compensa la diferencia, en tiempo, entre los relojes atómicos precisos de los satélites y los relojes de los receptores de GPS.



Existen varios tipos de balizas y su uso depende de la funcionalidad que se quiera dar en la operación.



4.6.5. NIVEL DE CAPACIDAD MAXIMA

El nivel de capacidad máxima se refiere al porcentaje máximo de la velocidad de carga de la pala que será alcanzado con la solución de PL. Se decide cuál será dicho porcentaje (de 0% a 150%). Se refiere a la velocidad *actual* de carga de la pala y dicha cifra se calcula con base en el promedio de las últimas (generalmente 4) cargas del camión. Por ejemplo,

si la velocidad de carga de la pala es de 3000 toneladas por hora (tph) y se desea que la PL cubra a la pala solamente hasta 2400 tph, podemos asignar como 80% el nivel de capacidad máxima. En ese caso, la PL le asigna una velocidad de carga de 2400 tph en la solución de PL. Para deshabilitar a una pala, se asigna 0% como el nivel de capacidad máxima. Para crear un superávit de camiones en una pala de alta prioridad, le asignamos 150% como el nivel máximo. Hay que tener muy en cuenta que este porcentaje del nivel de capacidad máxima no se refiere a la meta de producción que queremos para la pala, sino a un límite máximo por debajo del cual debe permanecer la PL. En algunas ocasiones la PL no alcanza a cubrir la velocidad de carga especificada en el nivel de capacidad máxima. Por ejemplo, el nivel de capacidad máxima de la pala puede ser 80% y la PL puede estar cubriendo a la pala en un 60%, debido a un déficit de camiones en la mina.

4.6.6. PRIORIDADES DE PALAS

Cuando hay déficit de camiones, las palas compiten por los camiones (es decir, los recursos de acarreo). Por lo tanto, algunas palas resultan *subalimentadas* (no reciben suficientes camiones para cubrir sus niveles de capacidad máxima) o *no son utilizadas* y esto puede interferir con las metas de producción. Para evitar esto y cumplir con las metas de producción, es necesario que la prioridad de cada pala (Alta, Baja o Normal) esté registrada con la PL.

Prioridad	Definición
Alta	La PL favorece a las palas de prioridad Alta. Son las primeras en recibir camiones cuando hay déficit de camiones.
Normal	En la jerarquía de prioridades, las palas con prioridad Normal están por debajo de las que tienen prioridad Alta pero por encima de las que tienen prioridad Baja.
Baja	Las palas de prioridad Baja son las últimas en recibir camiones cuando hay déficit de camiones.

Con esta información, la PL subalimenta a las palas de baja prioridad antes de subalimentar a las de alta prioridad. Los despachadores generalmente clasifican como palas de *alta* prioridad a aquellas que viajan largas distancias y que cargan minerales claves para la producción; además, asignan 100% como el nivel de capacidad máxima para las palas de alta prioridad para asegurar que reciban suficientes camiones. Generalmente se clasifican como palas de *baja* prioridad a aquellas que viajan cortas distancias y que no son tan importantes para la estrategia de la mina.

Solamente es necesario asignar prioridades cuando hay déficit de camiones en la mina, es decir, cuando no hay suficientes camiones disponibles para permitirle a la PL asignar velocidades de alimentación de acarreo y cubrir los niveles de capacidad máxima de todas las palas en la solución de PL. De lo contrario la PL supone que hay una abundancia de camiones y que no sería lógico asignar prioridades. Los niveles de prioridad únicamente permiten asignar prioridades a aquellas palas trabajando con el mismo tipo de material. Por ejemplo, una pala de *mineral* de prioridad Alta tiene prioridad sobre una pala de *mineral* de prioridad Normal. Sin embargo, una pala de *mineral* de prioridad Alta no necesariamente tiene prioridad sobre una pala de *estéril* de prioridad Normal.

Por lo tanto, cuando se utilizan las prioridades, es necesario asignar un **esquema global de prioridades** según el tipo de material para poder clasificar a las palas de mineral por encima de las palas de estéril (o las palas de estéril por encima de las palas de mineral), dependiendo de los requisitos actuales de producción. Por ejemplo, si la operación de estéril es de máxima importancia en cierto momento, es posible establecer el esquema global de prioridades por tipo de material de tal manera que las palas de estéril estén por encima de las palas de mineral en la jerarquía de prioridades.

El esquema global de prioridades según tipo de material se modifica utilizando la opción ¿Usar Prioridad Global de Material? Dentro de los *Parámetros Global de Programación Lineal*. Esta opción permite configurar los siguientes esquemas globales de prioridades según el tipo de material:

- Mineral igual a Estéril.
- Mineral sobre Estéril.
- Estéril sobre Mineral.

Luego de asignar una prioridad a cada pala y de crear un esquema global de prioridades según el tipo de material, la PL asigna un nivel de prioridad a cada pala. El nivel de prioridad (de 1 a 6) es la prioridad general de dicha pala con base en la siguiente información:

- El esquema actual y global de prioridades según el tipo de material (Mineral igual a Estéril, Mineral sobre Estéril, Estéril sobre Mineral).
- El tipo de material de la pala (mineral o estéril) y
- La prioridad (Alta, Normal o Baja).

Esquema	Definición
Mineral igual a Estéril	En este esquema, la prioridad de los materiales es equivalente; es decir, ningún material es más importante que el otro. La prioridad Alta está por encima de la prioridad Normal, que a su vez está por encima de la prioridad Baja. Por ejemplo, las palas de mineral y estéril de prioridad Alta tienen la misma prioridad, pero la pala de estéril de prioridad Alta está por encima de la pala de mineral de prioridad Normal.
Mineral sobre Estéril	En este esquema, las palas de mineral tienen prioridad sobre las palas de estéril. Por lo tanto, la jerarquía en importancia y prioridad es: mineral Alta, mineral Normal, mineral Baja, estéril Alta, estéril Normal, estéril Baja. Las palas de estéril de prioridad Baja serían los últimos en recibir camiones si hubiera déficit.
Estéril sobre Mineral	En este esquema, las palas de estéril tienen prioridad sobre las palas de mineral. Por lo tanto, la jerarquía en importancia y prioridad es: estéril Alta, estéril Normal, estéril Baja, mineral Alta, mineral Normal, mineral Baja. Por lo tanto, las palas de mineral de prioridad Baja serían los últimos en recibir camiones si hubiera déficit.

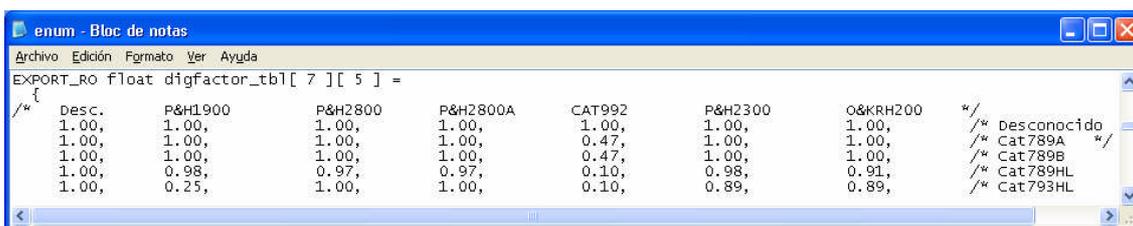
El nivel 1 es el nivel de más alta prioridad y el nivel 6 es el nivel más bajo. Por ejemplo, si el esquema actual y global de prioridades es Mineral sobre Estéril y una pala está trabajando con mineral de prioridad Alta, el nivel de prioridad de dicha pala sería 1.

4.6.7. DIGFACTOR

El factor de excavación es un valor entre 0.0 y 1.0 que expresa la velocidad de carga registrada por cada tipo LPTRUCK (en comparación con otros Tipos LTRUCK) al trabajar en una pala específica durante un periodo extendido (generalmente de tres meses, o más). Los factores de excavación se almacenan en la tabla `digfactor_tbl` que es una matriz que despliega el factor de excavación para cada combinación de pala/Tipo LPTRUCK.

El Tipo LPTRUCK con el promedio más alto con respecto a una pala específica recibe un factor de excavación de 1.0 para dicha pala, lo cual significa que es el mejor Tipo LPTRUCK para la pala. Un Tipo LPTRUCK con una velocidad de carga inferior (con respecto a la pala) recibe un factor de excavación menor, por ejemplo, 0.85. La PL utiliza el digfactor para determinar cuál Tipo LPTRUCK asignar a cuál ruta de PL.

Para generar factores de excavación, el administrador Dispatch corre el informe *Factores/Velocidades Históricas de Excavación* de un periodo de tres meses o más. Para garantizar asignaciones óptimas, los factores de excavación que aparecen en dicho informe son transferidos a la tabla `digfactor_tbl` sin modificación. El Tipo LPTRUCK Desconocido (*Unknown*) tiene un factor de excavación de 1.0, con el fin de permitirle a la PL asignar camiones desconocidos a las rutas de PL. Si se le asigna un factor de excavación de 0.0 a un Tipo LPTRUCK con respecto a cierta pala, dicho Tipo LPTRUCK tendrá una restricción definitiva hacia dicha pala.



Para determinar si es necesario actualizar el promedio de los factores de excavación de los Tipos LPTRUCK de la flota de camiones, es necesario utilizar la pantalla *Generación de Factores PL de Excavación* para crear un informe Tipo LPTRUCK de los últimos tres meses. Si al comparar los resultados de este informe con el promedio de factores de excavación del tipo LPTRUCK en la tabla digfactor_tbl, es decir que existe una gran diferencia entre los factores del informe y los factores de la tabla, es función del administrador Dispatch actualizar estos datos en el archivo enum.c y luego realizar el procedimiento para compilar los archivos C para generar los archivos objeto O.

4.7. CICLO DE CARGUIO Y ACARREO.

$$T_C = T_{\text{ESP.EN CARGA}} + T_{\text{CARGA}} + T_{\text{V.CARGADO}} + T_{\text{ESP.DESCARGA}} + T_{\text{DESCARGA}} + T_{\text{V.VACIO}}$$

↓

$f(\text{Habilidad operador; granulometría; Calidad Voladura; Capacidad del Equipo de carguio})$

↓

$f(\text{Vel.Camiones; Dist. y Pendientes de Ruta})$

↓

$f(\text{Disponib.Chancador; Granulometría; Capacidad Chancadora})$

↓

$f(\text{vel.Camiones; Dist. y pendientes de Ruta})$

$$T_C = K1 + T_{\text{ESP.EN CARGA}} + T_{\text{ESP.DESCARGA}}$$

Los eventos del **ciclo de acarreo** esta compuesto por:

Tiempo de espera por pala esta referido al tiempo que el camión espera para ser cargado después de que ha llegado al frente de carguio. El tiempo de espera termina cuando la pala ha dado salida al camión

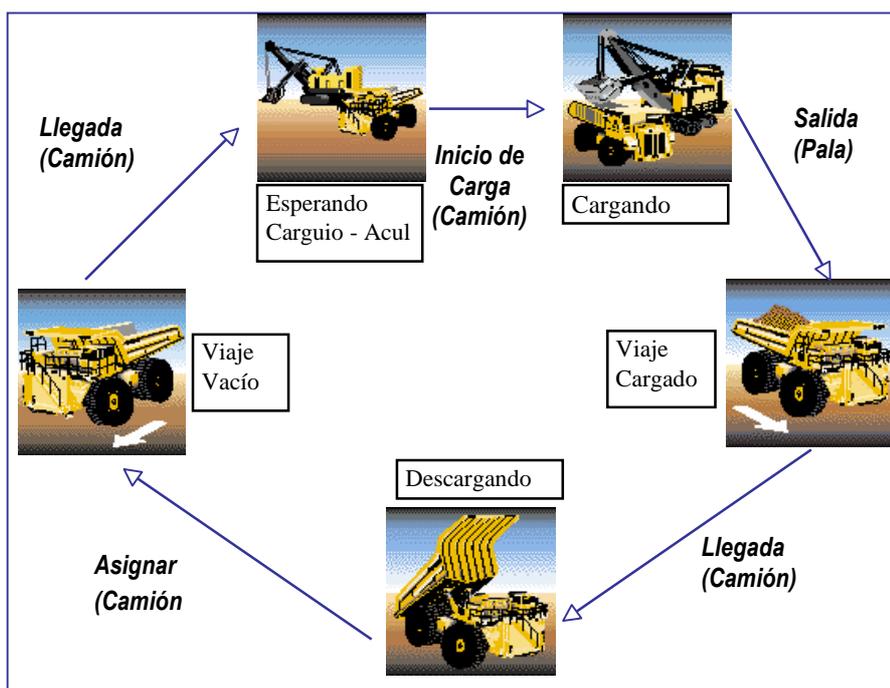
anterior. En caso de no haber camión en carga el tiempo de espera se hace cero, generándose el tiempo de acuatamiento (spot) cuando el camión es detectado por la baliza de autollegada de la pala. *El despachador es el responsable* de este evento, ya que a través del Dispatch puede optimizar la asignación de los camiones a las palas. El administrador de Dispatch debe de apoyar en mantener bien configuradas los archivos de Dispatch; como velocidades de los camiones, tiempos de las demoras, la salud global de Dispatch

Tiempo de acuatamiento es el tiempo que toma el camión en cuadrarse para ser cargado. Este es un tiempo estimado en función a las acciones de salida del camión anterior en caso de cola y del tiempo de llegada si es que la pala esta esperando por camión, con la acción de inicio de carga colocado por el operador al sentir el primer pase de carga. El Operador del camión es quien tiene principalmente incidencia en este tiempo; maniobrando según los procedimientos y capacitación que se le imparte por parte de operaciones mina. Depende directamente de la habilidad de operador de camión. El supervisor tiene la oportunidad de revisar y chequear el área de ingreso en la pala, poniendo énfasis en que esta zona este en las mejores condiciones tanto de orden, anchos adecuados, ubicación de los puentes, etc.

Tiempo de carga es el tiempo tomado para cargar el camión, pero este tiempo es tomado en Dispatch si tener en cuenta el tiempo que la pala se ha tomado para cargar el primer pase ya que comienza a correr cuando el operador presiona “cargando” al sentir la descarga del primer pase y termina cuando el operador de pala da salida al camión con la interfase (pedal).

La supervisión debe hacer colocar correctamente la pala en su frente de trabajo. El operador de la pala; es el directamente responsable de cargar rápido y adecuadamente al camión. El tamaño del material

fragmentado es otra clave para lograr los óptimos en el tiempo de carguío, el área de voladura debe proveer un reporte de la fragmentación ya que nos va a servir para analizar con más detalle las causas de tiempos de carguío no esperadas. El supervisor tiene la responsabilidad de acondicionar-chequear el frente y su ancho de trabajo de la pala.



Tiempo de viaje lleno comienza una vez que el operador de pala ha dado salida al camión luego de cargarlo. El operador del camión tiene incidencia directa en este evento, con un manejo adecuado, velocidad, etc. y también relacionado al entrenamiento que tenga. La velocidad está en función del estado del equipo y del estado de la carretera, el equipo auxiliar que trabaja en este mantenimiento de vías, tiene también incidencia en el viaje vacío y viaje lleno. Es un tiempo que está en función de la distancia y pendiente de la ruta. Se puede evaluar o inspeccionar con una determinada periodicidad las vías, los ángulos y peraltes de las curvas, anchos, etc.

El operador de Pala debe de cargar el tonelaje correcto y un correcto centrado de la carga; la distribución de la carga de los camiones es también importante ya que al no hacer caer piedras en la carretera, los camiones pueden avanzar con mayor constancia (sin paradas o giros fuera de su carril).

Tiempo de espera para descargar es el exceso de tiempo en el punto de descarga entre la detección del camión por la baliza de auto llegada al botadero y la asignación cuando sale de la baliza del punto de descarga. Esto es posible debido a que el Dispatch guarda un valor promedio de descargas así como se puede manejar el momento mismo de la descarga por medio de sensores que indiquen el momento en que el camión empezó a bascular. Este tiempo es responsabilidad del despacho pues dependen de la asignación de los camiones por una correcta configuración del Dispatch durante el turno. Cuando un grupo de botaderos o stoks esta dispuesto en forma de *fingers* (para llevar un mejor control geotécnico por ejemplo), es muy factible que la demora en botadero se presente.

Tiempo de descarga es el tiempo que demora el camión en depositar su carga en el botadero o en la chancadora.

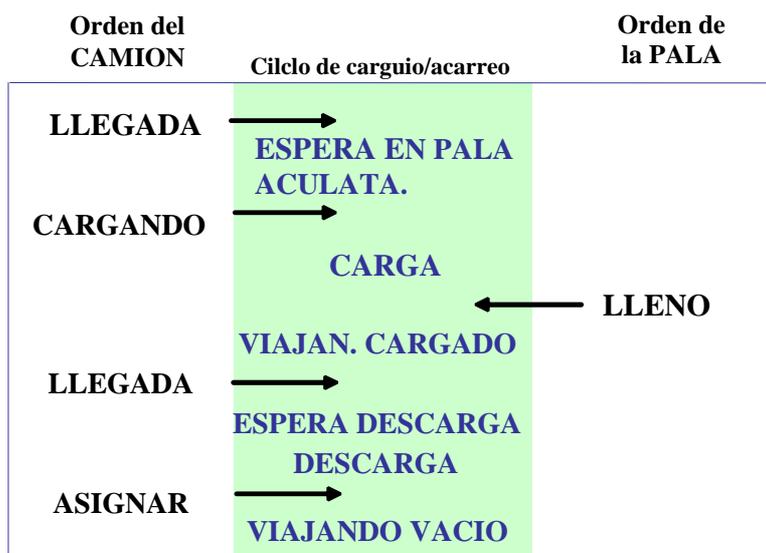
En los botaderos el operador del tractor de orugas es el directamente responsable de mantener en las mejores condiciones al botadero, es decir limpio, con buena berma y con un área que no este restringida. El supervisor tiene la responsabilidad de acondicionar- chequear la zona de la descarga y sugerir la estrategia mas adecuada. Los operadores de camión pueden comunicar si el área para la descarga es la más adecuada o pueden sugerir mejor acondicionamiento.

En chancado el operador del camión con su calidad de actor en la interacción con el personal de chancado así como la supervisión son

responsables. El despachador tiene todos los elementos para coordinar con el operador de canchado la estrategia de la frecuencia de la descarga para evitar posibles esperas de camión por la chancadora. El supervisor tiene la responsabilidad de coordinar con el jefe de turno de Chancado, el manejo operativo en el turno. Se debe de evaluar la fragmentación y comparar con la productividad de la chancadora y de la mina. Se puede evaluar o llevar a cabo un estudio de tiempos de aculatamiento en la chancadora, puede que tengamos una grana variabilidad de datos para cada operador. Un mejor conocimiento del personal de Chancado en lo referente a nuestra operación apoya bastante en las coordinaciones. Los camiones deben acular en forma perpendicular a la tolva de gruesos. Atención del operador para descargar ya sea en chancadora o en el depósito, esto pues el Dispatch actualmente detecta una parada de la chancadora, ya sea por atoro u otra razón y envía los camiones al depósito de transición.

Tiempo de viaje vacío comienza luego que la baliza del punto de descarga a asignado al equipo a un punto de carguio o cuando el operador a puesto asignar después de descargar. Las responsabilidades y oportunidades de mejora son compartidas con el viaje lleno.

Según lo explicado se deduce que es responsabilidad del Dispatch la correcta asignación para no tener esperas por pala ni en puntos de descargas. Otro esquema del ciclo de carguio y acarreo clarificara mejor los eventos del ciclo así como las acciones que se ejecutan para dar inicio y final a cada evento del ciclo.



El **Dispatch** tiene injerencia en los **tiempos de espera** ya que estos están sujetos a la **correcta asignación** producto de la adecuada configuración de los parámetros del sistema en el turno. Es por esto que:

$$TC = K1 + T \text{ Esp.por pala} + T \text{ Esp.Descarga}$$

El **Ciclo de carguio** consta de dos etapas:

Tiempo de carga que es el mismo tiempo que se guarda para cada camión y que es el tiempo tomado para cargar el camión, (Dispatch no tiene en cuenta el tiempo que la pala se ha tomado para cargar el primer pase). Comienza a correr cuando el operador del camión presiona "cargando" al sentir la descarga del primer pase y termina cuando el operador de pala da salida al camión con la interfase (pedal).

Esperando por camión comienza cuando el operador de pala da salida al camion que termino de cargar y no hay otro camión que ha llegado al frente de carguio, ya sea por auto llegada o por presionar la acción llegada en su Goic.

Por lo que el ciclo de carguio es:

$$\mathbf{TCcarguio = T Carga + T Esp. Camión}$$

Donde solo el tiempo de espera por camión es de responsabilidad de una correcta asignación de la flota de acarreo, por lo tanto de responsabilidad del despacho mina.

De los ciclos de carguio y acarreo se desprenden los KPIs primarios y fundamentales de cualquier sistema de despacho:

- Espera de camión por pala.
- Espera de pala por camión.
- Espera de camión en puntos de descarga (chancadora).
- Espera por camión en punto de descarga (chancadora).

4.7.1. AUTOLLEGADA Y AUTOASIGNACION

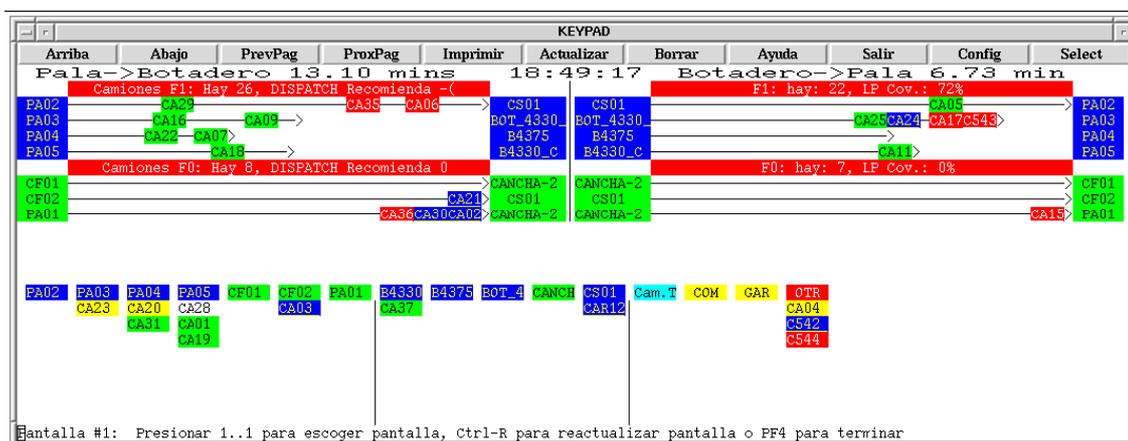
Una buena práctica es trabajar con la configuración de balizas para autollegda y autoaisgnacion. La aplicación del auto llegada y auto asignación de los camiones en Pala y Botadero, se implemento como parte del BIT DE TRANSPORTE en Cerro Verde con la finalidad de buscar un valor standard en cada uno de los eventos del ciclo de acarreo como son:

- El tiempo de Viaje Vacio,
- El tiempo de Espera de Camion,
- El tiempo de Aculatamiento,
- El tiempo de Carguío.
- El tiempo de viaje Lleno, y
- El tiempo de Descarga.

Esto ha permitido que nuestros datos por cada evento en el ciclo tengan una menor varianza y mantenernos en los valores óptimos ya que la medida de cada uno de los eventos o elementos se genera de manera automática y con mayor precisión; el único momento durante el ciclo de acarreo que el operador del camión Inter-actua es cuando debe de colocar el inicio del carguío, al momento que la pala descarga el primer cucharón en la tolva. Los demás registros se generan automáticamente.

4.8. MONITOREO DE LAS OPERACIONES

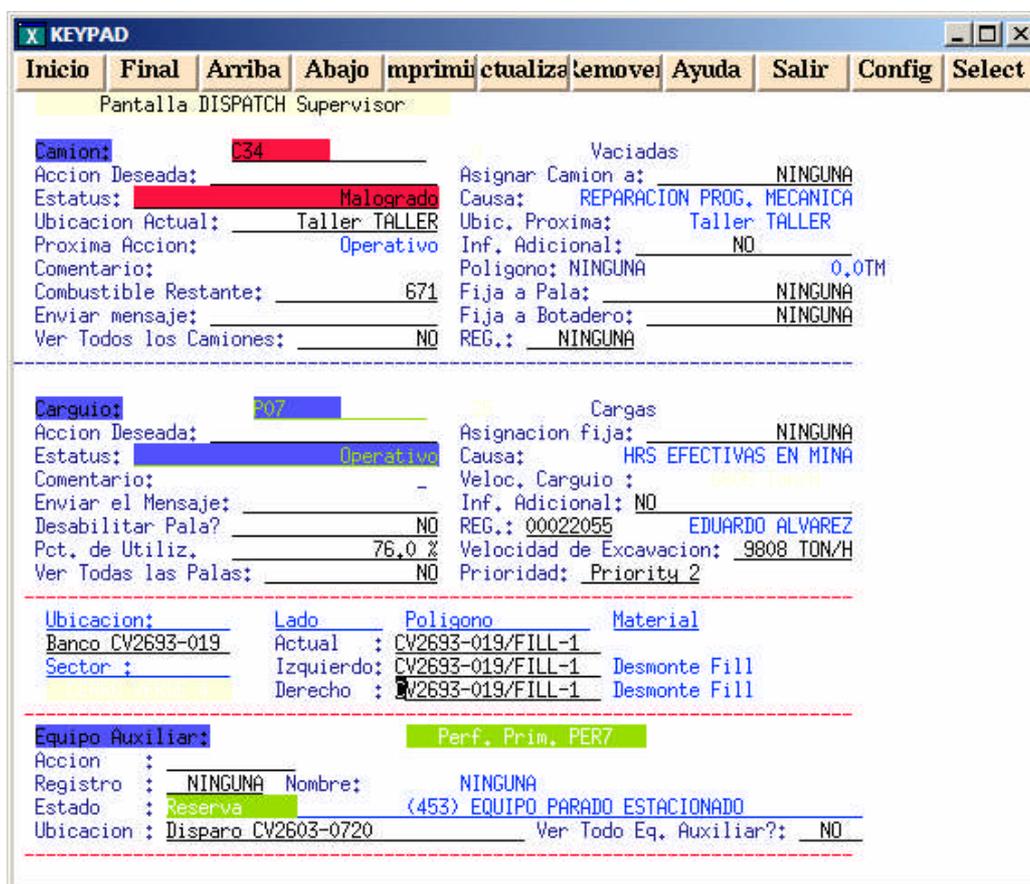
Para monitorear los circuitos de producción en la solución actual de PL, DISPATCH incluye una pantalla denominada la *Ruta de PL*. Es un despliegue de gráficas en línea, a color, que muestra las rutas de PL cargadas y vacías, para cada circuito de producción. También muestra, entre otras cosas, la posición actual de cada camión viajando por las rutas de PL el estado y la ubicación de todo equipo que se encuentra operativo, fuera de servicio, en reserva y en demora en las rutas de PL y en los



puntos de destino (por ejemplo, palas, botaderos, talleres, áreas de reabastecimiento de combustible y áreas de cambio de turno). En la pantalla aparecen iconos rectangulares de distintos colores representando a cada equipo. En cada rectángulo aparece el número de identificación del

equipo. Los equipos operativos aparecen de azul o de verde, mientras que los equipos en demora aparecen de amarillo (éstos son los colores predefinidos), los equipos fuera de servicio aparecen de rojo y los equipos en reserva en amarillo.

Si DISPATCH calcula que un camión o pala está demorado en cumplir con una asignación y/o parte del ciclo, el icono de dicho equipo (en pantalla) se convierte en rojo y comienza a encenderse y apagarse intermitentemente para alertarnos de dicha situación.



En cualquier momento del turno el despachador puede consultar datos de cualquier equipo, consultar el tipo de material que carga una determina pala, reasignar camiones por estrategia de las operaciones, enviar mensaje para no congestionar la radio de comunicaciones verbales mediante la siguiente pantalla.

4.9. CLASIFICACION DE TIEMPOS EN DISPATCH

La gestión y clasificación de tiempos es de suma importancia en un sistema de despacho. La gestión de los estados de tiempo en el sistema de despacho de Modular para la correcta asignación de equipos es como sigue:

Operativo que hace referencia al tiempo que el equipo esta realizando un trabajo y donde el operador ha ingresado la acción de operativo seguido de su registro y el horometro del equipo. Este tiempo es en si el que debería acumular el tiempo de ciclo del equipo. Este tiempo es incluido en el cálculo de la asignación. Se crean como operativos tiempos que se asignan a trabajos especiales o a proyectos que se quiere controlar mediante asignaciones automáticas de tiempo (que trataré en la parte de oportunidades de mejora con el sistema).

Codigo	Categoria	Descripcion	Demora (min)	Borrar
0400	Efectivo	HRS EFECTIVAS EN MINA		No
0501	Efectivo	TRABAJOS PARA CHANCADO		No
0502	Efectivo	TRABAJOS PARA LIXIVIACION		No
0503	Efectivo	TRABAJOS PARA GERENCIA		No
0504	Efectivo	TRABAJOS NO PRODUCTIVOS		No
0505	Efectivo	ETAPA II CERRO VERDE		No
0506	Efectivo	CONTRUCCION PRESA ZONA 2		No
0507	Efectivo	ACCESO A CONCENTRADORA		No
0508	Efectivo	ACARREO ZONA 1 Y 7		No
0509	Efectivo	MDV. TIERRAS CONCENTRAD		No

Demora hace referencia a las demoras operativas y que pueden ser demoras programadas como demoras no programadas. Este tiempo es tomado en cuenta para el calculo de asignación dinámica ya que a cada demora se le coloca tiempos estimados, de tal forma que la PL toma en cuenta este equipo como operativo una vez que ha pasado el tiempo estimado colocado. Se suele clasificar un tiempo de inspección de equipos que es en si un tiempo corto por inspección de mantenimiento, como

demora, para lograr que el sistema tome en cuenta el equipo en inspección luego que pase el tiempo estimado. Claro que este tiempo se asigna en la misma pantalla de estatus para que se cargue al cálculo de los KPIs que afectarán a mantenimiento.

Codigo	Categoria	Descripcion	Demora (min)	Borrar
0300	Demora Operacional	SOBRECARGA	20	No
0452	Demora Operacional	MANTTO. DE LAS OPERACIONES	4	No
0454	Demora Operacional	PARADO POR OTRO EQUIPO	54	No
0456	Demora Operacional	CAMBIO DE BROCCAS	65	No
0457	Demora Operacional	INSPECCION DE EQUIPO	6	No
0458	Demora Operacional	CAMBIO DE TURNO	5	No
0459	Demora Operacional	PARADA POR ACCIDENTE	220	No
3510	Manten. No Prog.	INSPECCION DE EQUIPO	5	No
4450	Manten. Operacional	FALTA DE ENERGIA	74	No

Reserva ocurre cuando un equipo no es programado para trabajar estando este disponible por mantenimiento. También se asignan en Dispatch algunos tiempos operativos y demoras que no se deben tomar en cuenta para la asignación.

Codigo	Categoria	Descripcion	Demora (min)	Borrar
0100	No Controlable	INTERRUPCION PROG. DE LA OPERA		No
0101	No Controlable	FERIADO DOMINGO NO PROG.		No
0200	No Controlable	ACCION DE LA NATURALEZA		No
0201	No Controlable	PARADA NO CONTROLABLE		No
0202	No Controlable	FALTA ENERGIA		No
0203	No Controlable	CONDICIONES CLIMATICAS		No
0204	Efectivo	MATRIMONIO		No
0453	Demora Operacional	EQUIPO PARADO ESTACIONADO		No
0504	Efectivo	TRABAJO IMPRODUCTIVO		No

Malogrado hace referencia a los tiempos que son asignados para que mantenimiento realice la gestión de soporte preventiva o correctiva en los equipos. Este tiempo no se incluye en el cálculo de las asignaciones.

4.10. KEY PERFORMANCE INDICATORS

El manejo de KPIs esta basado en la conceptualización corporativa de la distribución de tiempos. La base de esta distribución de tiempos es la definición de cada razón de tiempo, garantizando que el benchmarking entre faenas se realice teniendo los mismos parámetros base.

En SMCV el modelo de distribución de tiempos es como se muestra



en el esquema siguiente.

Este modelo se enfoca en el Tiempo de Funcionamiento (horas efectivas) siendo este el tiempo de producción en que el proceso está generando una cantidad de producto medible, a diferencia del tiempo disponible que se presenta como el tiempo de operación. El propósito es maximizar el tiempo de producción, más que el tiempo de operación cuando el equipo puede estar operando pero no produciendo.

El Tiempo Total se divide en dos categorías: Tiempo Programado y Tiempo No Programado. Como el Tiempo No Programado (periodo de inactividad del emplazamiento minero) no tiene efecto en SMCV, el **Tiempo Programado** es igual al Tiempo Total.

El Tiempo Controlable es el tiempo durante el cual se requieren equipos o personal para realizar las actividades de operación o mantenimiento. Es también conocido en otras faenas como Tiempo Requerido.

El Tiempo No Controlable Es el tiempo en 'Standby', el tiempo en que el equipo no es requerido o no está disponible debido a condiciones o motivos que escapan al control directo de la administración del proceso. Por ejemplo: estructura de turnos, disputas laborales, feriado legal, fallas en el servicio que prestan terceros, desastres naturales declarados y otros eventos de fuerza mayor.

Nota: Cuando un proceso o equipo, estando en Tiempo No Controlable desarrolla actividades de operación o mantenimiento, ese tiempo deberá incluirse en el Tiempo Requerido.

Cuando un proceso o equipo es requerido para operar, se considera que está en tiempo de producción o en tiempo de demora (mantenimiento u operación). Los standby programados de equipos también se clasifican en este tiempo.

Tiempo de funcionamiento es el tiempo de producción efectiva durante el cual el proceso está generando una cantidad de producto medible, incluyendo aquellas actividades incidentales necesarias para mantener el ciclo de producción del proceso. Las actividades incidentales son aquellas que forman parte del ciclo inmediato, por ejemplo, los metros que debe avanzar una pala para continuar excavando, o el desplazamiento de una perforadora entre una perforación y otra, pero excluye el traslado de una pala o perforadora a un nuevo frente de trabajo en otro banco.

Tiempo de Demora (Downtime) es el período de tiempo durante el cual un ítem no está realizando su función de producción requerida e incluye tanto el tiempo de retrasos de función (demoras operativas) como el tiempo de mantenimiento (demoras de mantenimiento). El tiempo de demora puede ser programado o no programado, de mantenimiento o de operaciones, incluyendo los retrasos debidos a la indisponibilidad de mano de obra, repuestos, instalaciones, movimientos, etc.

El tiempo de detención comienza cuando un ítem ya no está en condiciones de realizar su función requerida. Esto ocurre cuando:

1. El equipo ha fallado.
2. Mantenimiento toma el equipo para realizar el mantenimiento programado.
3. Operaciones esta realizando trabajos para asegurar la integrad de la operación.

El tiempo de detención debido a falla comienza al momento de detectarse la falla. El tiempo de parada incluirá todo el tiempo adicional necesario para alcanzar igual estado dentro del programa de trabajo que al momento de ocurrir la falla. El operador del equipo señala el comienzo del tiempo de demora al Dispatch. Una vez terminada la actividad, mantenimiento entrega el equipo con una notificación a producción indicando que el equipo está "Disponible". Producción debe verificar que las reparaciones se hayan completado de forma satisfactoria. Si las reparaciones no están terminadas satisfactoriamente, se registrará una nueva falla, comenzándose un nuevo registro de tiempo de detención.

Tiempo Disponible es el período de tiempo durante el cual un ítem está en condiciones de realizar su función requerida y se requiere realizar dicha función. Es el tiempo que tiene operaciones mina par realizar su gestión.

= (Tiempo Programado – (Tiempo en No Controlable + Demoras de mantenimiento))

= (Horas Efectivas + Demoras Operativas)

% Disponibilidad es una medida de la cantidad de tiempo de demoras de los equipos, requerido para mantener al equipo disponible. Mide la gestión de mantenimiento. Es el porcentaje del tiempo controlable que mantenimiento ha dado disponible el equipo para la gestión de operaciones.

$$= \frac{(\text{Tiempo Controlable} - \text{Demoras de Mantto.})}{\text{Tiempo Controlable}} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo Controlable}}$$

% de Utilización es una medida de la utilización del Tiempo Disponible (Tiempo de Funcionamiento + Tiempo de Demora Operativa) durante el cual ocurre el Tiempo de Funcionamiento. La utilización mide la gestión de operaciones mina, indica que tan eficientemente se gestiona el equipo.

$$= \frac{\text{Tiempo de Funcionamiento}}{(\text{Tiempo de Funcionamiento} + \text{Tiempo de Detención del Proceso})} = \frac{\text{Tiempo de Funciona.}}{\text{Tiempo Disponible}}$$

MTBF es el tiempo medio entre fallas, una medida promedio de *confiabilidad* para flotas de Equipos. El tiempo entre fallas indica la frecuencia de ocurrencia de las fallas. ¿Cada que tiempo ocurre una falla?

$$= \frac{\text{Suma de Tiempos de Funcionamiento en el período de informe}}{\text{Cantidad total de fallas}}$$

MTTR es el tiempo medio de reparación, una medida promedio del Tiempo de Demora por Falla de un Equipo, esto indica qué tan rápido puede devolverse el equipo a producción después de una falla. El tiempo promedio para reparación indica cuanto demora mantenimiento en promedio para reparar una falla. ¿Cuánto se demoran en reparar?

$$= \frac{\text{El Tiempo Total de Detención por Fallas de Equipo en el período de informe}}{\text{Cantidad total de fallas}}$$

Eficiencia de Activos Una medida del uso del Tiempo Calendario durante el cual ocurre el Tiempo de Funcionamiento. Es un indicador corporativo para medir que tan eficientemente utiliza la unidad minera CV sus equipos. Sirve para el cálculo de utilidades.

$$= \frac{\text{Tiempo de Funcionamiento}}{\text{Tiempo Calendario}}$$

4.11. ASIGNACION DINAMICA DE CAMIONES

En la Fase 1 de la Estrategia de Optimización de DISPATCH (DOS), el modelo de PL crea una solución de PL de circuitos de producción en términos de rutas de PL y velocidades de alimentación y provee un plan maestro teórico para optimizar la operación de acarreo. En la Fase 2, el modelo PD ejecuta la solución de PL en tiempo real. El modelo de PD asigna camiones disponibles a palas y puntos de descarga con la meta de imponer las rutas de PL y lograr ciertas velocidades de alimentación en dichas rutas. Más detalle en Anexo 1. Hay dos tipos básicos de asignaciones de PD: asignaciones de camiones vacíos y asignaciones de camiones cargados.

Para camiones *vacíos*, la PD:

- Asigna camiones a palas.
- Reasigna camiones en los puntos de comunicación.
- Reasigna los camiones en ruta de una pala fuera de servicio.
- Crea asignaciones fijas entre camiones y palas al *final* del turno.

Para camiones *cargados*, la PD asigna camiones a puntos de descarga.

Antes de iniciar la tarea de generar asignaciones de camión, la PD necesita obtener la siguiente información del modelo de PL:

- Las rutas de PL que están en la solución actual de PL.
- Las velocidades de alimentación del material para cada ruta de PL.
- El Tipo LPTRUCK para cada ruta de PL

La PD también debe tener en cuenta la siguiente información:

- Debido a que se generan asignaciones en respuesta a solicitudes de camiones en tiempo real por medio de la red telemétrica de radio, éstas deben ser generadas rápidamente. (La PD es ideal para esta tarea porque es ejecutable en menos de un segundo, asegurando así que los camiones no permanezcan mucho tiempo en los puntos de descarga o en las palas esperando la siguiente asignación.)

- La llegada secuencial de camiones debe realizarse apropiadamente. Es decir, el enviar camiones a palas y puntos de descarga en el *momento adecuado* es igual de importante que enviar el *número apropiado* de camiones.

- Es necesario encontrar un equilibrio entre la tarea de cumplir con las velocidades de alimentación calculadas por la PL y el uso de los recursos de acarreo y excavación (es decir, cumpliendo con los Tipos LPTRUCK y manteniendo al mínimo el tiempo de los camiones en cola y viajando).

Con el objetivo que el modelo de PD operar eficientemente, se tiene que evitar asignaciones fijas entre camiones y palas, puntos de descarga y regiones. También se tiene que evitar poner restricciones entre camiones, palas y tipo de material. Al calcular la solución de PL, la PL no tiene en cuenta las asignaciones fijas y restricciones. Por lo tanto, es posible lograr la mejor solución de PL si éstas no son utilizadas. Antes de crear la asignación, la PD evalúa si el camión será asignado al área de abastecimiento de combustible o si está programado para recibir mantenimiento. Las asignaciones de combustible y mantenimiento, las cuales DISPATCH genera automáticamente, tienen precedencia sobre las asignaciones de la PD. El anexo 6 trata al detalle la vía de asignación de un camión vacío.

4.12. CRITERIOS A TENER EN CUENTA EN ASIGNACION DINAMICA

- La prioridad del trabajo del despachador es parar y levantar equipos cuando esto es necesario. Si se requiere y es necesario se deben parar camiones, **El objetivo es producir más con menos costo.**
- Las prioridades al inicio de turno (y durante el turno) se configuran modificando en forma adecuada la capacidad de los equipos de carguio en combinación con las prioridades de estos equipos. La capacidad de los botaderos y de equipos de carguio se puede regular para ajustar el envío de camiones. Hay que tener cuidado con las capacidades de los equipos de carguio que tienen prioridad uno.

- Cuando se requiere mantener o configurar una mezcla de materiales, se “juega” con la capacidad de los botaderos (destinos).

- Después de que el sistema esta estabilizado en dinámico, se puede variar las capacidades de los botaderos y palas para cumplir con los objetivos. Uno de los objetivos principales que tiene que perseguir el despachador es mantener el número de camiones actual y del LP igualados. Si estos dos números no se encuentran iguales, es decir por ejemplo si el número de camiones actual es mayor que el del LP, el sistema repartirá proporcionalmente los camiones. **El sistema dinámico necesita que estos dos números se mantengan iguales para que funcione correctamente.** Si la diferencia es por fraccionas, chequear el trabajo y la estrategia de minado, de acuerdo a ello se debe evaluar parar equipos o no. Si el número de camiones actuales y de LP se encuentran igualados, se puede aumentar la capacidad de destinos y/o palas para incrementar los camiones, se tiene que mantener estos números iguales. Esto logrará que aumentemos la producción sin menguar la correcta asignación dinámica. Una buena práctica es botar en destinos alejados.

- Si se tiene un equipo de carguio A que se encuentra trabajando con un destino, el cual no es utilizado por otro equipo de carguio, y es prioridad utilizar este equipo (o botar en el destino asociado), se tiene que bajar la capacidad a los otros equipos de carguio para forzar que se le envíe camiones al equipo de carguio A. Se tiene que tener cuidado de respetar las prioridades y no bajar demasiado o no bajar nada a los equipos con primera prioridad.

- Se tiene que tener cuidado cuando se desee poner en stand by los camiones en sus destinos. Primero tienen que poner asignar luego de descargar y recién se puede ponen en stand by, de lo contrario no reconoce la carga. Esto puede realizarlo más rápidamente el despachador

si se desea que no se demore el stand by de estos equipos. El mismo trato se debe dar a los camiones que entren a refrigerio.

- En el cambio de turno en dinámico, se puede colocar menos tiempo a la demora por cambio de turno, de tal manera que los camiones se dirijan a los equipos de carguio aun antes que el operador ha llegado. Esto evita que los camiones sean asignados a otros equipos de carguio donde no deberían ir y mantiene el mismo flujo de camiones para cada equipo de carguio. En Antamina se redujo el tiempo de espera por cambio de guardia de 10 a 5 minutos para esto.

- Hay que tener en cuenta que luego de realizados cambios en los parámetros del sistema, este tarda aproximadamente 20 minuto en regular el flujo, se tiene que esperar a que el sistema se “pare”, de lo contrario lo único que se lograra es “marear” al sistema.

- Si dos palas están trabajando muy cercan (en el mismo nivel por ejemplo) y una tiene cola de camiones y a la otra le faltan camiones, se puede realizar asignación manual de los camiones en cola, y de esta forma mejorar el trabajo.

- Mientras el *Starved Shovels* (necesidad de palas) en el LP requiera mas pocentaje (%) y se pueda aumentar mas capacidad en los botaderos, entonces podemos aumentar mas camiones, siempre cuidando que el numero de camiones actuales y de LP se encuentran igualados.

- No se originan trastornos en camiones actuales y camiones de LP por movimiento de los equipos de carguio (demora operativa). El trastorno se origina al variar el material y si sé varia el destino asociado, según esto se tendría que “jugar” con las capacidades de los destinos. Si se piensa realizar un movimiento de equipo más largo del que se pueda manejar (mucho tiempo), entonces se puede trasladar el equipo de carguio

deshabilitándolo primero. Enseguida se tienen que subir las capacidades de los demás equipos de carguio para que los camiones que estaban asignados al equipo de carguio en movimiento, se asignen a los otros equipos. Cuando el equipo ha llegado y se pone operativo, se pueden volver a bajar las capacidades que se subieron a los otros equipos de carguio y de esta manera restablecer el flujo anterior.

En el movimiento de equipos de carguio se tiene que considerar:

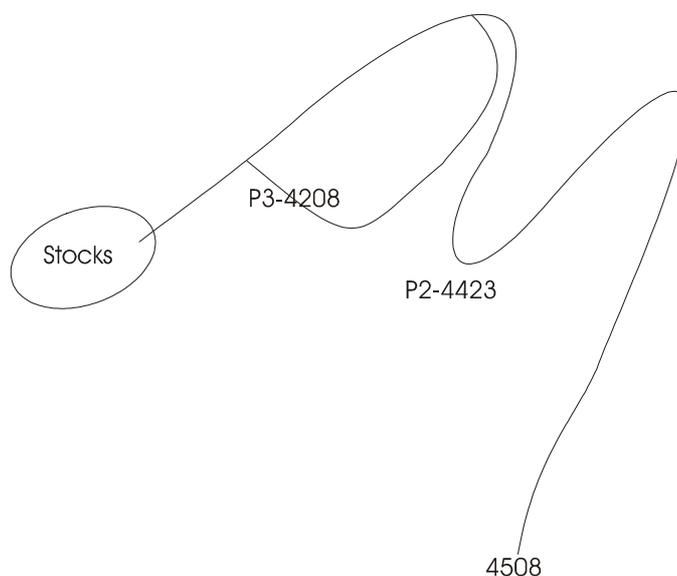
1. Si se tuviera certeza que el equipo de carguio que se esta trasladando (deshabilitado) se utilizará cuando llegue a su destino y si los otros equipos de carguio ya estuvieran con 100% de capacidad (no pueden recibir mas camiones), entonces tenemos que poner en stand by los camiones que estaban asignados al equipo de carguio en movimiento y tendrían que ubicarse en el lugar donde trabajará el equipo de carguio.

2. Si los otros equipos de carguio tienen capacidad para recibir mas camiones y se les aumenta de capacidad para seguir utilizando los camiones del equipo de carguio en movimiento, se tienen que tener en cuenta que algunos minutos (5 – 10) antes que el equipo de carguio que se traslada deshabilitado llegue a su destino, se tiene que bajar la capacidad de los equipos de carguio que antes subimos (cuando comenzó el movimiento de la pala) y seguidamente se tienen que pasar de deshabilitado a operativo el equipo de carguio en traslado, pero se le mantienen en demora operativa. Al llegar a su destino, se le saca de demora operativa al equipo de carguio logrando un ahorro en el tiempo de traslado del equipo de acarreo. Esto se realiza si se mantiene la misma cantidad de camiones que cuando se inicio el traslado del equipo de carguio, ya que si hubiera overtruck a lo mejor no se requiera bajar la capacidad a los otros equipos de carguio.

4.12.1. APLICACION PRACTICA

Un caso práctico que el sistema contempla y que se corrió en Antamina:

- Se tenía la pala 3 con prioridad 1 en la laguna, y la pala 2 con prioridad 3 en el talus. La pala 3 en el nivel 4208 a botadero 4508 y la pala 2 en el 4223 con mineral a stocks que se encontraban por debajo del nivel de la pala 3.



- Se subió la prioridad de la pala 2 ya que prácticamente utilizaba el mismo circuito (parte) de la pala 3.
- Para forzar el envío de camiones a la mezcla de camiones de la pala 2 y pala 3, se bajo la capacidad de los otros equipos de carguio así como sus prioridades. Esto sin descuidar las prioridades de la producción.
- Se logro que los camiones que salían de la pala 3 al botadero 4508 con desmonte, al regresar ingresen a la pala 2 vacíos y bajen con mineral al stock y luego retornen al nivele de la pala 3. De esta manera se utiliza en un buen tramo camiones llenos en ida y vuelta. Esto eleva la utilización (productividad efectiva) del equipo así como se mejora la producción.

CAPITULO 5

MEJORAMIENTO DE LA PERFORMANCE

5.1. MEJORA EN LA PRODUCTIVIDAD EFECTIVA

Los beneficios que involucra la tecnología son difíciles de calcular, porque ellos implican cambios en los procesos. La historia nos demuestra que cuando la tecnología es implementada adecuadamente, se traduce en beneficios que mejoran directamente la rentabilidad. Estos beneficios se pueden clasificar en directos e indirectos, pero es difícil identificarlos antes de implementarlos, por lo general se descubren con el tiempo.

Es un error el querer justificar este tipo de sistemas por un ahorro en la mano de obra en las áreas estadísticas, topográficas y administrativas. Lo que se debe tener muy en cuenta es que la cantidad de trabajo no desaparece, sino que se transforma, pues lo que desaparece son los trabajos de recopilación pero aumentan considerablemente los trabajos de control, de la misma manera ocurre con los tipos de profesionales y perfiles de trabajo. Con estos sistemas ya no es un objetivo el obtener datos y no se gastan recursos extras para esto, ya que estas herramientas entregan mas información que la esperada, por lo tanto los esfuerzos están centrados en controlar y analizar los procesos.

El éxito que hace la diferencia entre las minas que poseen esta tecnología, está centrado en aceptar que la aplicación en sí generará cambios en la forma de trabajar y que este cambio debe ser administrado responsablemente por la gerencia. El sistema tiene su fundamento en disminuir los tiempos de espera tanto de la pala como del camión afectando directamente a la **productividad efectiva** del equipo ya que los equipos trabajan más eficientemente.

En función de que se entienda que el sistema trabaja básicamente para disminuir las esperas de los equipos como producto de una buena asignación dinámica, entonces entenderemos la importancia de mantener corriendo óptimamente todos los elementos que componen este sistema como parte de una tecnología de control de procesos. La mejora de la performance del Dispatch y la gestión adecuada del sistema, con la tecnología que eso amerita (que es en el tema de este trabajo), tiene su base en la sustentación teórica que conlleva a entender como esta tecnología logra aumentar la productividad efectiva de nuestras flotas de carguio y acarreo cuando la plataforma tecnológica funciona eficientemente.

A continuación se explica como la mejora en la productividad efectiva de la flota de camiones es directamente proporcional a la mejora del uso del tiempo de ciclo por la disminución del tiempo de espera, razón de ser del truck Dispatch. Los números utilizados son solo con fines explicativos:

$$T_C = T_{\text{ESP.EN CARGA}} + T_{\text{CARGA}} + T_{\text{V.CARGADO}} + T_{\text{ESP.DESCARGA}} + T_{\text{DESCARGA}} + T_{\text{V.VACIO}}$$

$f(\text{Habilidad operador; granulometría; Calidad Voladura; Capacidad del Equipo de carguio})$

$f(\text{Vel.Camiones; Dist. y Pendientes de Ruta})$

$f(\text{Disponib.Chancador; Granulometría; Capacidad Chancadora})$

$f(\text{vel.Camiones; Dist. y pendientes de Ruta})$

$$T_C = K1 + T_{\text{ESP.EN CARGA}} + T_{\text{ESP.DESCARGA}}$$

$$T_C = K1 + T_{ESP.EN CARGA} + T_{ESP.DESCARGA} = 21 \text{ min.}$$

$$T_{ESP.COLA} = 2.6 + 0.3 = 2.9 \text{ min.}$$

}

2.9 / 21
14%

#Ciclos/Hr = 60 / 21 min/ciclo = 2.86 ciclos/Hr.Ef.

F.C. Promedio de la Flota = 145.8 Ton/Cam. (Ponderado)

Rendimiento Flota Promedio = 145.8 Ton/Ciclo cam. X 2.86 ciclos/Hr.Ef.

= 417.0 Ton/Hr.Ef.

↑ 5% Ton/Hr.Ef. = # Ton/Ciclo x ↑ 5% Ciclos/Hr.Ef.

K2 f (Tam.Tolva; Granulometría; Densidad Mat.)



↑ 5% # Ciclos/Hr.Ef. = 60 / ↓ 5% Tc

↓ 5% Tc = ↓ 5% (K1 + T_{ESP.EN CARGA} + T_{ESP.DESCARGA}) = 21 min.

T'c = 21 x 0.95 = 19.95 min./ciclo → Δ Tc - T'c = 1.10 min./ciclo

T_{ESP.EN CARGA} = 2.60 min./ciclo ⇒ 90 %

T_{ESP.DESCARGA} = 0.30 min./ciclo ⇒ 10 %

T_{ESP.TOTAL} = 2.9 min./ciclo

⇒ Δ Tc - T'c = 1.10 min./ciclo

⇒ Δ T_{ESP.EN CARGA} = 1.10 x (90 %) = 0.99 min./ciclo

⇒ Δ T_{ESP.DESCARGA} = 1.10 x (10 %) = 0.11 min./ciclo

T'_{ESP.EN CARGA} = 2.6 - 0.99
~ 1.6 min./ciclo (TARGET)

T'_{ESP.DESCARGA} = 0.3 - 0.11 ~ 0.2 min./ciclo (Total)

T'_{ESP.CHANCADO} ~ 1.2 min./ciclo (TARGET)

5.2. MEJORAS DE CARGUIO Y PERFORACIÓN CON HPGPS

ProVision es el producto de Modular para dar soluciones de alta precisión GPS a equipos de carguío, perforación y equipos auxiliares.

Los elementos fundamentales de Provision:

El servidor principal. El servidor Intellimine interactúa con HPGPS mediante las siguientes funcionalidades:

- Interfaz con área de Planificación para recibir:
 Polígonos.
 mallas de perforación.
- Recibir y guardar información de equipo:
 Coordenadas X, Y, Z, posiciones de carga,
 baldadas, ángulo, etc.).
 Coordenadas X, Y, Z del taladro.
- Despliegue de movimientos de equipo en tiempo real e histórico.
- Generación de Reportes.

El Hub. Captura información de posición de las dos antenas GPS. Envía al Goic periódicamente las posiciones de las dos antenas GPS y procesa las correcciones diferenciales.

El Goic. La consola de interfase grafica (GOIC) muestra los movimientos en tiempo real y envía a Dispatch información para la recreación del movimiento, proporcionando información de la carga (Posiciones, ángulos, baldadas, etc.) así como de perforación.

La información que se despliega en el Goic es:

- Posición de la pala respecto a los polígonos de material.
- Diferencia entre cota actual y deseada.
- Línea de avance.
- Tipo de material que se está cargando.
- Malla de perforación y el estado de los taladros.
- Ubicación del taladro actual y los metros a perforar para llevar bien el piso.
- Muestra los signos vitales de la perforadora.

5.2.1. ALTA PRECISION EN CARGUIO

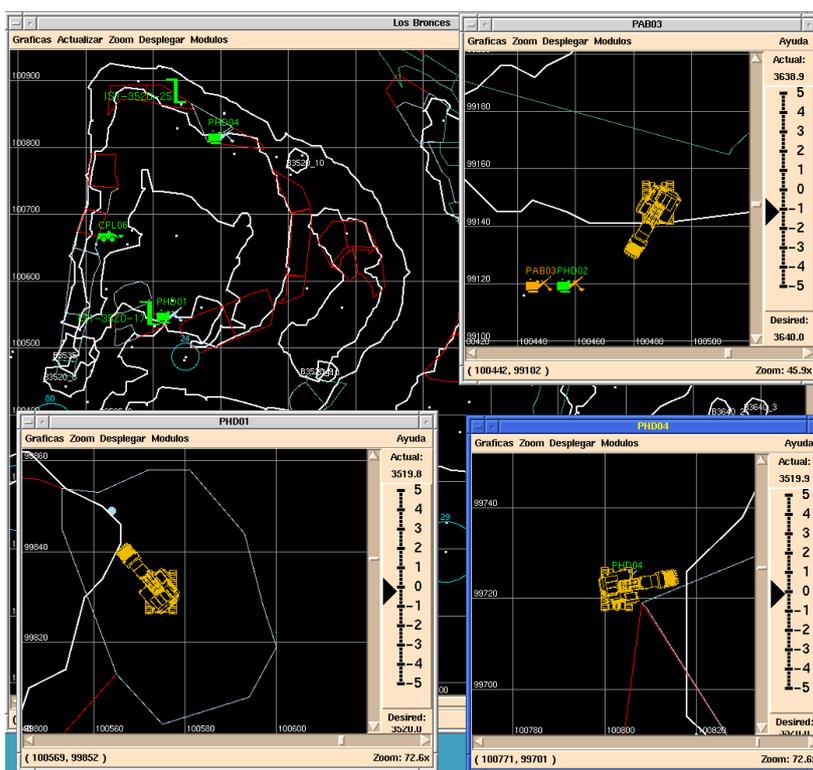
El sistema mejora el desempeño de las excavadoras con respecto al control de mineral, porque se encarga de confirmar que los operadores de pala siempre estén excavando en los polígonos indicados. Esto resulta en una mayor precisión de la contabilidad y mezcla de cargas, y reduce la probabilidad de que se lleve una carga costosa de material al destino equivocado. Con este sistema, los datos de la elevación de los bancos e información de los polígonos de la mina, incluyendo los límites del polígono (coordenadas X e Y) y tipo de material, son enviados a las palas por medio del canal de radio para ser guardados en la memoria del equipo. Con dicha información es posible precisar la ubicación y tipo de material excavado para mantener la pala en la elevación correcta y seguir el movimiento de la pala. Para esto, el sistema utiliza un receptor GPS marca ASHTECH (trabaja con NAVSTAR IV Y GLONASS), diseñado para mantener un nivel específico. El computador central monitorea y captura los datos en tiempo real y los utiliza para generar informes. La Consola Gráfica (GOIC) instalada en cada pala despliega los polígonos específicos del banco en el cual está trabajando la pala y el operador puede ver dicha información. Durante el turno, aparece un icono (*dibujo*) de pala en la Consola Gráfica, el cual gira a como la pala se mueve; dicha consola

resalta los bloques que se están excavando y los puntos de extracción en cada bloque. Esto le permite al operador de la pala excavar con precisión y moverse de bloque en bloque sin la necesidad de guiarse por estacas.

El sistema despliega (en pantalla) el polígono en el cual la pala está excavando, junto con los puntos precisos de extracción en dicho polígono. Para realizar esto, el sistema:

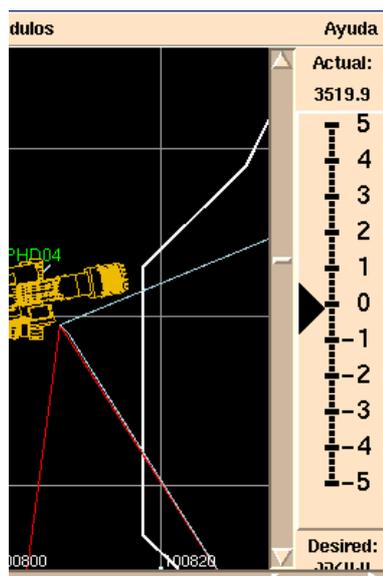
- Continuamente toma lecturas de GPS (coordenadas X e Y) en tiempo real, para obtener la posición exacta del balde de la pala. Para esto, usa dos *receptores GPS* instalados en la pala, junto con datos de por lo menos *cuatro satélites* en órbita alrededor de la tierra y datos de *corrección diferencial* transmitidos desde una estación base terrenal de referencia de GPS.
- Compara las posiciones del balde de la pala con las coordenadas de los polígonos, y resalta el polígono específico en el cual está excavando la pala. Si el balde no se encuentra en ningún polígono, el sistema resalta el polígono mas cercano.
- Determina cuáles de las posiciones de balde son puntos de extracción (mediante el análisis de los datos de GPS que cambian según la acción de la pala, es decir, si está moviendo, girando, excavando o cargando) y muestra en pantalla dichos puntos de extracción en el polígono.

Las mismas pantallas gráficas (de polígono y puntos de extracción) que ve el operador desde la pala, aparecen en una estación de trabajo en la oficina de la mina, en tiempo casi-real. También puede verse dicha pantalla *después* del turno, con las reproducciones gráficas de GPS. Luego los datos son transferidos al paquete de planeación Minesight con el fin de determinar el avance de la extracción, actualizar el modelo de la mina e importar los polígonos de los bloques al sistema DISPATCH.

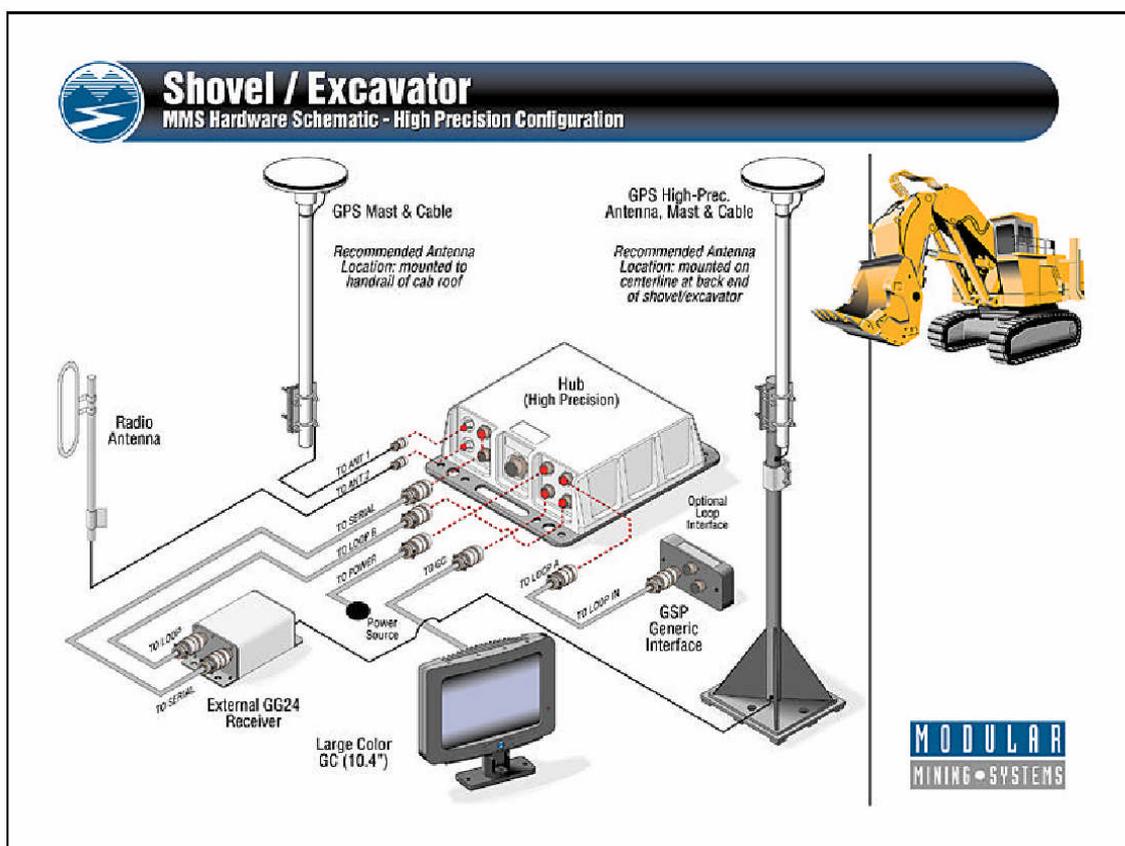


Cuando una pala comienza a excavar en un bloque diferente, el operador de dicha pala especifica el número de identificación del bloque en su GOIC. Esto le permite al sistema hacer seguimiento del material cargado en los camiones. También es posible configurar el sistema para que registre, automáticamente, cuando una pala pasa de un bloque a otro, lo cual automatiza aun más el proceso de extracción.

Cada GOIC también despliega una barra de elevación que indica si la elevación del piso esta por encima o por bajo en relación a la elevación deseada para dicho banco, la cual es representada por un "0." El operador de la pala puede ajustar el nivel mientras excava. Esto es especialmente importante para mantener el nivel apropiado, ya sea para mantenerlo plano o para inclinarlo por razones de drenaje o para seguir el cuerpo del depósito. El GOIC generalmente está configurado para mostrar la barra de elevación en pantalla, en forma continua.



El siguiente gráfico muestra el hardware de alta precisión para la revisión D del sistema Intellimine Dispatch para los equipos de carguío



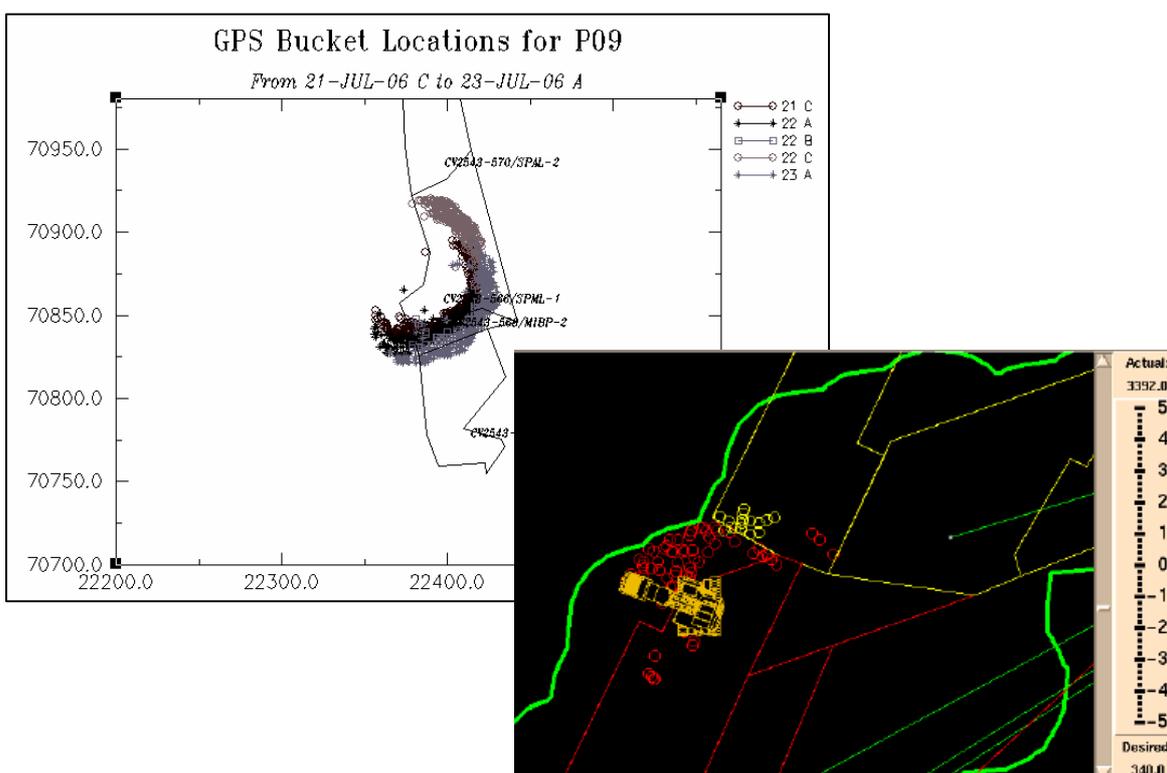
Las funciones principales de HPGPS (ProVision) son:

- Proveer al operador de la pala de una vista en tiempo real del área local del equipo.
- Proveer al operador del movimiento en tiempo real de la pala en relación con los polígonos.
- Mostrar al operador la diferencia entre la elevación actual y la deseada.

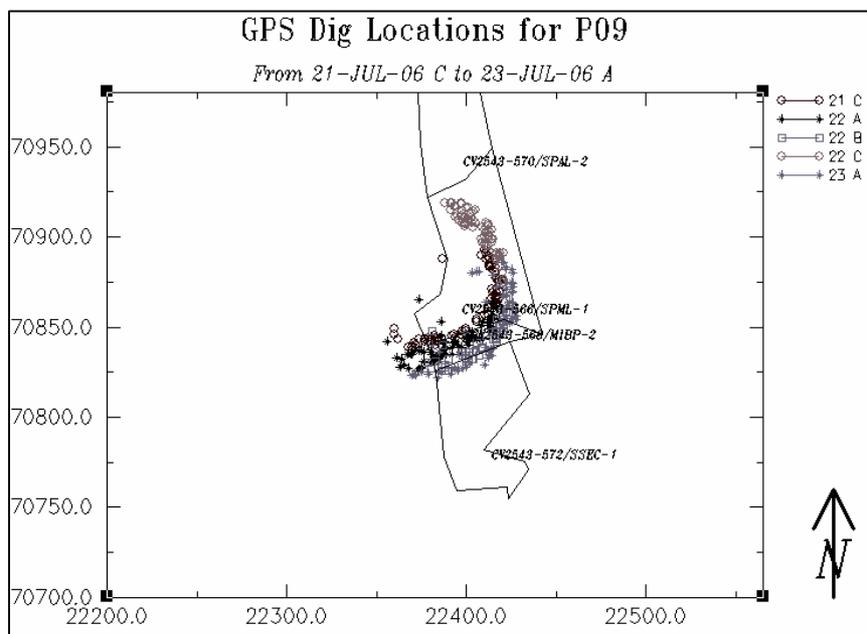
Desplegar el movimiento en tiempo real en la Computadora Central.

- Desplegar el movimiento histórico en la Computadora Central.
- Guardar información acerca de ciclos de carga y líneas de avance.

En la figurase observa el bucket point que hace referencia a la posición del balde cuando carga, creándose en base a esta información círculos con centro en el centro de la pala y radio la distancia de este centro al bucket. Las líneas tangentes a estos círculos es conocido como digline o línea de avance.



El digpoint es el punto de carga del cada camión y se genera cuando el la pala termina de cargar al camión, pero la mayor precisión para el avance se obtiene al generar el digline con los puntos de balde (bucket).



Con Intellimine ProVision se puede tener el control de los equipos de alta precisión, pudiendo monitorear en tiempo el polígono que se esta minando, el control de piso, la precisión y cobertura satelital, así como se puede comparar datos de cotas en diferentes momentos.

KEYPAD														
Inicio	Final	Arriba	Abajo	Imprimir	Actualizar	Remove	Ayuda	Salir	Config	Select				
24-JUL-06		EXCAVATOR HEIGHT				17:29:31								
Notes: None = No data in elevation grid GPS = The GPS elevation data is not precise FAR = Not near any valid elevation grid data Surf = Unit in Surface material						Qu = Query current grade Re = Reload grade info Control de Palas: _____								
Query	Recargar	Pala	Estado	Hora	Gps Estado	Actual Diff	Altura		Diferencias Previas				En Ramp?	
No	No	P06	Operat	17:30:33	dm precision with 9 sats	GPS	-409,5	-	GPS	GPS	GPS	GPS		NO
No	No	P07	Operat	17:29:57	cm precision with 9 sats	-0,4	2687,6	2688,0	-0,4	-0,4	-0,5	-0,5		NO
No	No	P08	Operat	17:29:55	cm precision with 9 sats	0,1	2528,1	2528,0	0,0	0,1	0,1	0,1		NO
No	No	P09	Operat	17:29:59	cm precision with 9 sats	0,3	2543,3	2543,0	0,3	0,3	0,3	0,3		NO
Last Shovel Queried: P06 at 17:30:31														

Los beneficios de ProVision en palas son:

- Control dilución.
- Mejora certeza del carguío.
- Disminuye perdidas mineral.
- Control pisos.
- Control secuencia de extracción.
- Control avance al instante.

La instalación y calibración de Provision se debe realizar con teodolito y se debe seguir un esquema que luego es ingresado a los archivos de configuración correspondientes en Dispatch. Las medidas del balde se deben ajustar hasta llegar a un óptimo por cada pala y que genere el digline con menos error.

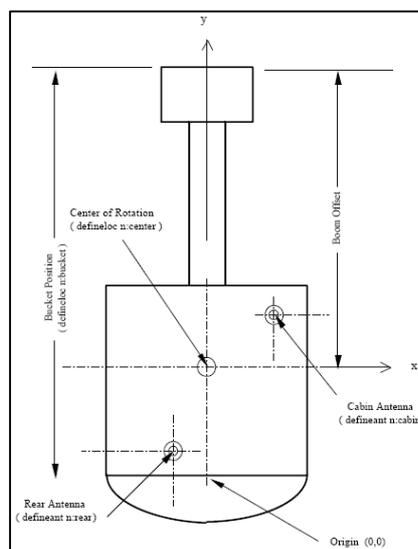
```

x crttool - /usr/local/bin/bash
Inicio Final Arriba Abajo
#include_next <HpExcav/Goic/GpsHpExcav.cfg>

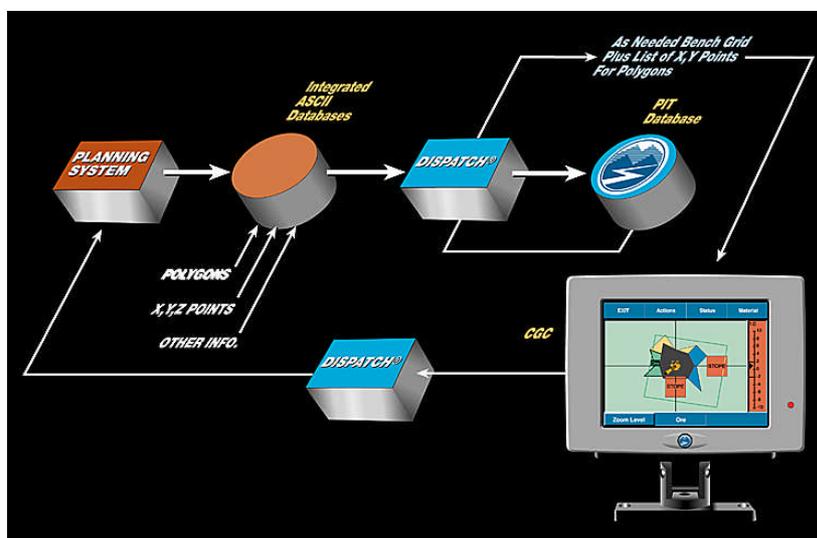
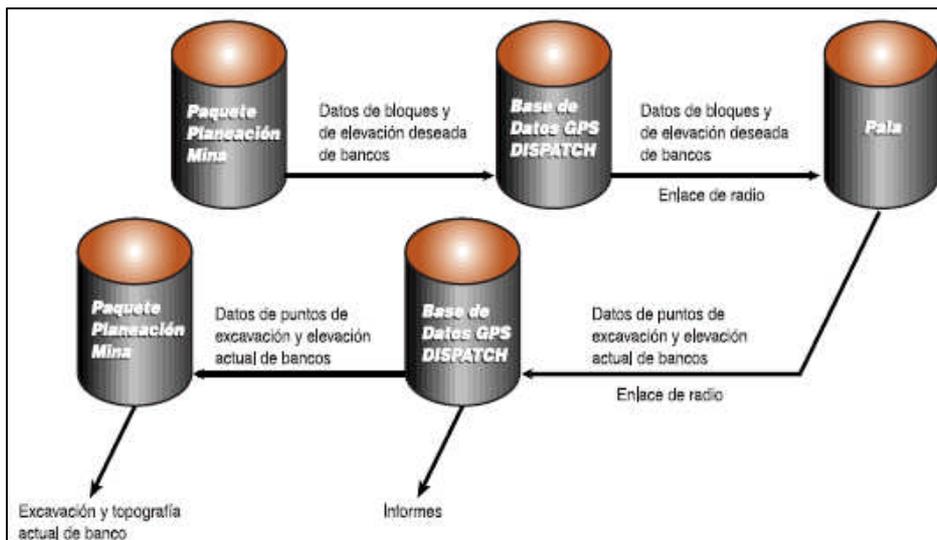
minSigma 50
minSigmaZ 50
xOrigin 71:35:07.000W
yOrigin 16:32:24.000S
geoUndulation 1602
loadanddumpmaxradius 300
numberofantennas 2

#if #device(P06) || #device(206)
definoloc n:center:x:0;y:830;z:0
definoloc n:bucket:x:0;y:3709;z:0
defineant n:cabin:x:601;y:1039;z:1193:h:1;i:0
defineant n:back:x:1;y:0;z:894:h:1;i:1
#endif

```

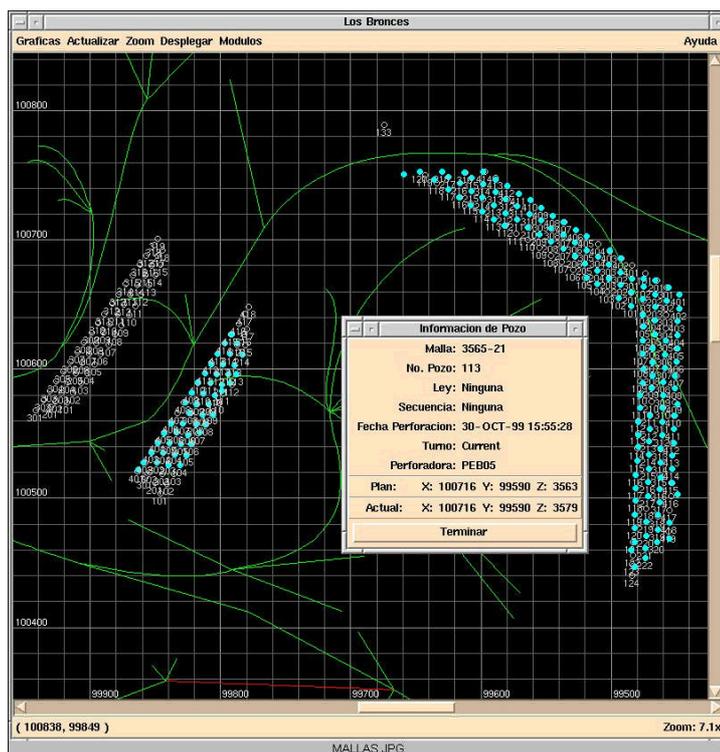


El flujo de datos del sistema de alta precisión de equipos de carguío se esquematiza en los siguientes gráficos.



5.2.2. ALTA PRECISION EN PERFORACION

HPGPS para perforadoras tiene el objetivo de maximizar el uso de equipo de perforación y reunir datos que puedan ser utilizados para mejorar el proceso de voladura y correlacionar el desarrollo de este con el sistema de acarreo de material. ProVision en perforadoras permite posicionar a la perforadora en el lugar exacto donde se desea hacer la perforación sin la necesidad de marcar los taladros en terreno. Lee directamente las coordenadas y características de cada pozo desde los sistemas de Planificación donde se diseñó la malla de perforación y/o la voladura.



Antes de instalar HPGPS en los equipos de perforación en Febrero del 2006, la perforación de taladros de voladura se realiza por tres perforadoras Ingersoll Rand Modelo DMM-2, las cuales cuentan con un indicador de profundidad el cual permite chequear la profundidad perforada en cada taladro. El registro de tiempos y cambios de accesorio se basaba en reporte de cada turno realizado por cada operador, esto no nos permitía tener información del estado del equipo en tiempo real. La ubicación de los puntos de perforación se realizaba por medio de ubicación de puntos topográficos en el campo los cuales eran la base para el wincheo posterior de los puntos de la malla de perforación. La oportunidad de mejora en este proceso se podía ver en optimizarlo instalando el sistema posicionamiento satelital de alta precisión, que ahora nos permite:

1. Reducir el exceso de Sobre Perforación.
2. Disminuir el tiempo actual de desplazamiento de taladro a taladro.

3. Obtener una mejor geometría de la malla de perforación, lo cual nos ha permitido ampliar la malla de perforación.

4. Tener un mejor control del estatus del equipo, (tiempos efectivos, demoras, mantenimientos etc.) para un planeamiento real de los equipos.

5. Contar con un mejor control de los accesorios de perforación.

6. La posibilidad de registrar los parámetros de perforación (pulldown, RPM, Velocidad de penetración) y poder brindar información del macizo rocoso para la voladura.

Otras oportunidades con HPGPS en perforadoras están dadas en oportunidades que están relacionadas con la calidad de los trabajos de perforación y no tanto con los rendimientos o mejoras por traslados o tiempos de perforación:

7. Oportunidad de perforación sin marca física: Las perforadoras esperan por lo general del orden de un 8 a un 10 % del tiempo operativo cuando no tienen GPS para trabajar.

8. Control de taladros efectivos: Es fácil identificar los taladros reperfectorados, abandonados, o repasados. generalmente el repaso de taladros llega al 12 % de los informados (estos son trabajos que desgastan aceros y recursos y que no quedan registrados en ningún lugar).

9. Operación en condiciones adversas: En las faena con invierno, niebla y nieve: el punto 1 es muy relevante y puedes cumplir el plan sin grandes complicaciones (60 % sobre un plan pesimista).

10. Perforación inútil o extra: La perforación nocturna y de fines de semana genera mucha perforación auxiliar (adicional) fuera del diseño que no se registra en ninguna parte, y afecta el diseño de voladura y los costos (puede llegar a un 15%).

11. Control de aceros: Genera ahorros del orden del 5 % del gasto total de insumos de perforación.

12. Control de profundidad de taladros perforados (profundidad más pasadura): Mejora la calidad del diseño de voladura y ahorros por concepto de explosivos y trabajos de reparación de pisos (esto último es impactante en las horas de equipos de apoyo y horas de carguío detenido por esto mismo). En minas de cobre los equipos de apoyo disminuyen en un 40 % los trabajos de reparación de pisos.

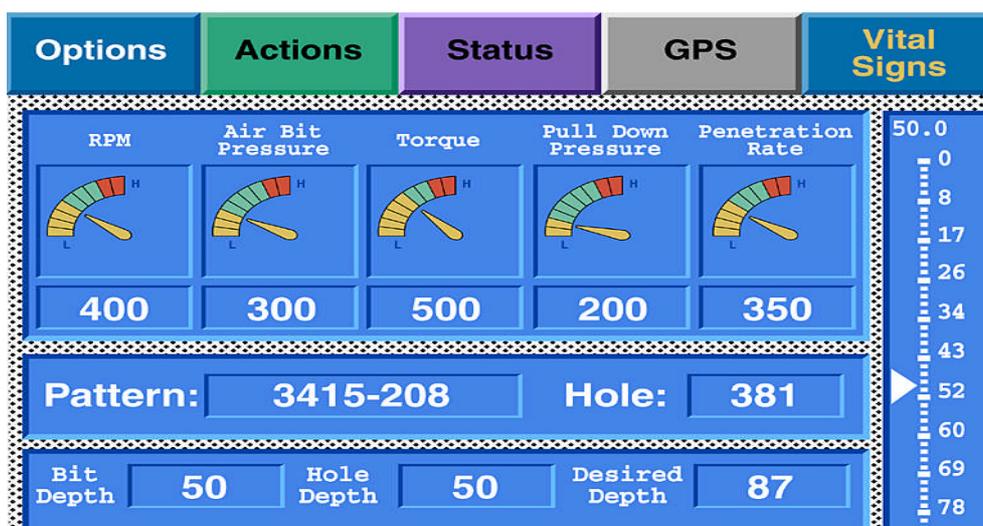
Los tres primeros puntos están permitiendo obtener ahorros en el proceso que detallaremos a continuación

Reducción de sobre perforación: En el proceso de carguío de taladros se obtenía la altura real perforada del taladro indicando el exceso perforado por cada taladro, durante el año 2004 se perforaron 474,517 metros teniendo un exceso de 7,773 metros con un costo de \$ 4.41 por metro perforado. Instalando el sistema de alta precisión nos ha permitido tener una oportunidad de ahorro de \$ 0.072 por metro perforado, obteniendo un ahorro que se estima en \$ 94,054 en dos años.

Disminución de tiempo de desplazamiento: El tiempo en que se demoraban los traslado de taladro a taladro, era de 1.35 minutos, instalando el sistema se ha disminuido este tiempo en mas del 10% lo que equivale a mas de 1.22 minutos por taladro que fue lo previsto antes de la instalación.

Mejora en la geometría de la malla de perforación: Por medio del sistema de alta precisión se tienen mejor ubicación de cada punto de perforación obteniendo de esta forma un geometría casi exacta de la malla de perforación, lo que permite un mejor manejo del burden efectivo el cual nos ha permitido ampliar las mallas de perforación, consiguiendo de esta forma ahorros considerables en explosivos y metros perforados.

Actualmente se esta trabajando en formar un equipo para evaluar el modelamiento de los parámetros de signos vitales del sistema HPGS en perforadoras para la Voladura y los procesos geometalúrgicos. La posibilidad de obtener datos de RPM, presión de aire, pull down, radio de penetración cada 25 cm., nos permitirá contar con abundante información. Esto nos permitirá evaluar la compra del modulo de signos vitales para nuestras perforadoras.

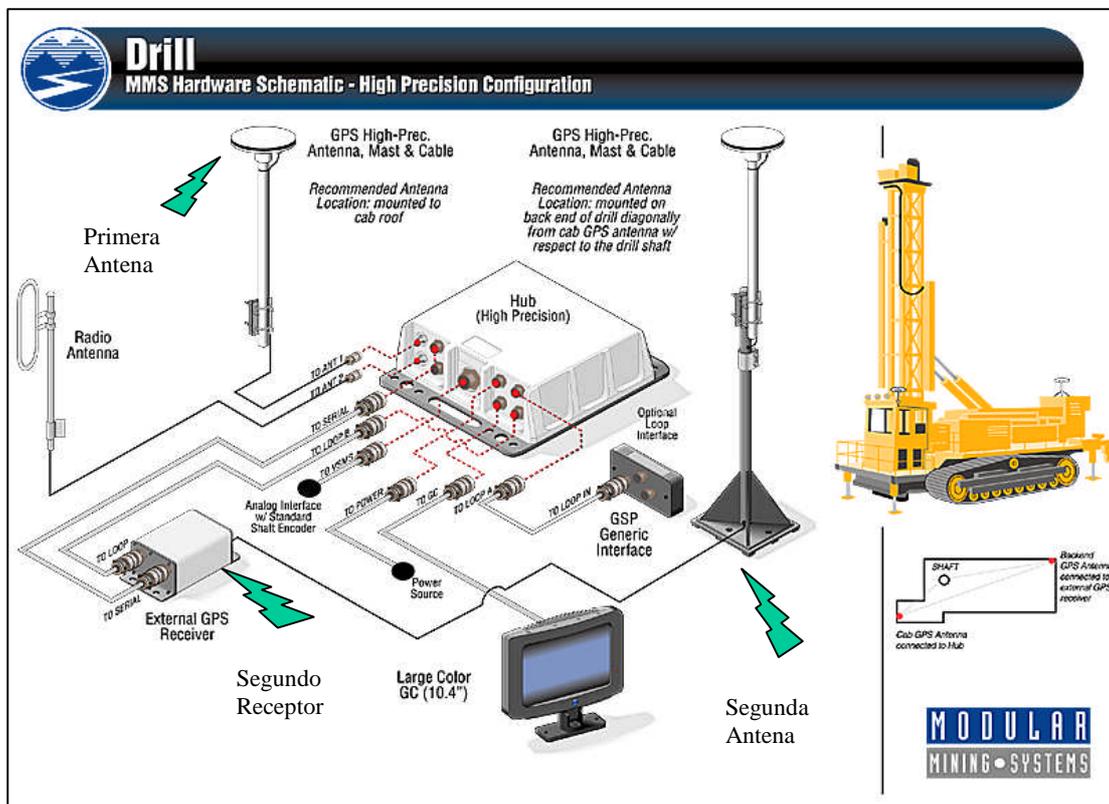


ProVision para perforadoras tiene las mismas funciones en tiempo real que los equipos de carguío con ProVision, permitiendo tener el control en tiempo real de la operación unitaria de perforación, pudiendo tener datos de las mallas y taladros planeados y perforados, estos tanto de acceso del operador como del despachador y la administración por ejemplo.

KEYPAD													
Inicio	Final	Arriba	Abajo	Imprimir	Actualizar	Remover	Ayuda	Salir	Config	Select			
24-JUL-06		Perforadoras de la M. 10000000						17:23:18					
?	Perforadora	Disparo	Proximo Taladro	Distancia Taladro	Profundidad Deseada	Estado Sistema	Receptor Calidad	Cabina Satelites	Receptor Calidad	Posterior Satelites	Cargar Disparo	Actualizar Disparo	Resetear Sistema
NO	PER6	CV2543-0573	573-87	16,93	17,12	OK	0,069	9	0,016	9	NO	NO	NO
NO	PER7	N/A	N/A	0,00	0,00	N/A	0,000	0	0,000	0	NO	NO	NO
NO	PER8	CV2543-0573	573-51	4,36	16,96	OK	0,016	9	0,008	9	NO	NO	NO

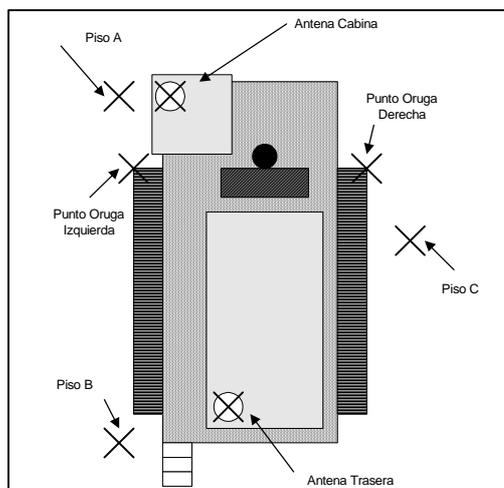
El Hardware es muy similar también con la adición de particularidades, como por ejemplo un dispositivo shaftencoder para lograr tener pulsos que puedan relacionar la profundidad y a la vez sirva para

obtener signos vitales de los equipos. Se muestra a continuación el esquema del hardware para ProVision en perforadoras.

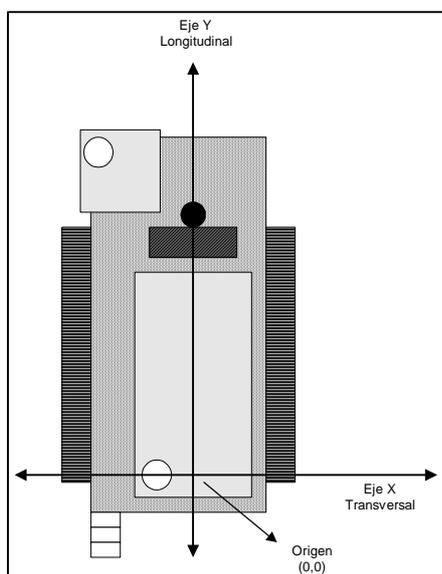
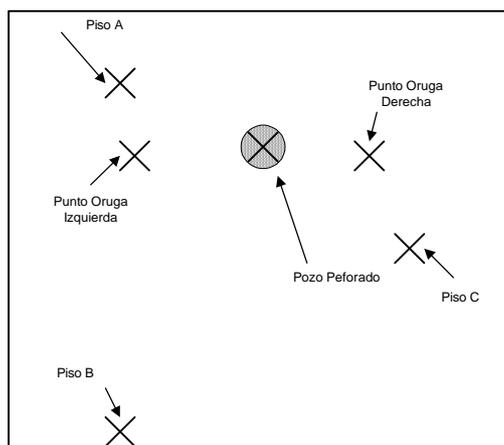


De la misma forma que en los equipos de carguío, se toman medidas en las perforadoras para luego configurar estas en el servidor SUN.

- Medir** (cota y plano) Antena Cabina.
- Medir** (cota y plano) Antena Trasera.
- Marcar** punto Piso A.
- Marcar** punto Piso B.
- Marcar** punto Piso C.
- Marcar** punto Oruga Derecha.
- Marcar** punto Oruga Izquierda



- Medir** Piso A (cota).
- Medir** Piso B (cota).
- Medir** Piso C (cota).
- Medir** Pozo Perforado (plano).
- Medir** Punto Oruga Izquierda (plano).
- Medir** Punto Oruga Derecha (plano).



5.3. MEJORA DE EFICIENCIA EN CARGUIO Y ACARREO CON DELTA C

El concepto de Delta C, esta relacionado con la eficiencia en el acarreo y carguío, en la evaluación permanente de cada uno de los eventos del ciclo de acarreo (carguío, viaje lleno, descarga, esperas, etc.) y en la búsqueda de oportunidades que nos permitan hacer mas eficiente el ciclo de acarreo.

Delta “C” representa en las operaciones de la mina, el mejoramiento continuo en el ciclo de acarreo. La corporación esta en busca de la

reducción de costos y enfocada a los procesos que tengan mayor incidencia en reducirlos; aplicando la regla del 80/20. Los costos de acarreo y carguío comprenden el 54 % del costo total de la operación minera; de tal manera que al alcanzar una buena eficiencia en el ciclo de acarreo, lograremos mantener bajos nuestros costos de operación por cada tonelada minada y cada libra de cobre producida.

Antes de implementarse **Delta “C”**, se controlaban las etapas del ciclo de acarreo con el **Factor K**, que comparaba el ciclo real con el ciclo esperado usando para el ciclo esperado los valores históricos promedio. Este Indicador solo entregaba un valor que era la diferencia entre el ciclo real y el ciclo esperado, con lo cual era difícil conocer y analizar en que parte del ciclo de acarreo había excepciones u oportunidades de mejora. Esto ha sido modificado y ahora estamos empleando los valores óptimos en cada evento del ciclo de acarreo que son propios del equipo de la mina (palas y camiones) con lo que buscamos alcanzar o superar estos valores.

Concepto de Delta “C”.

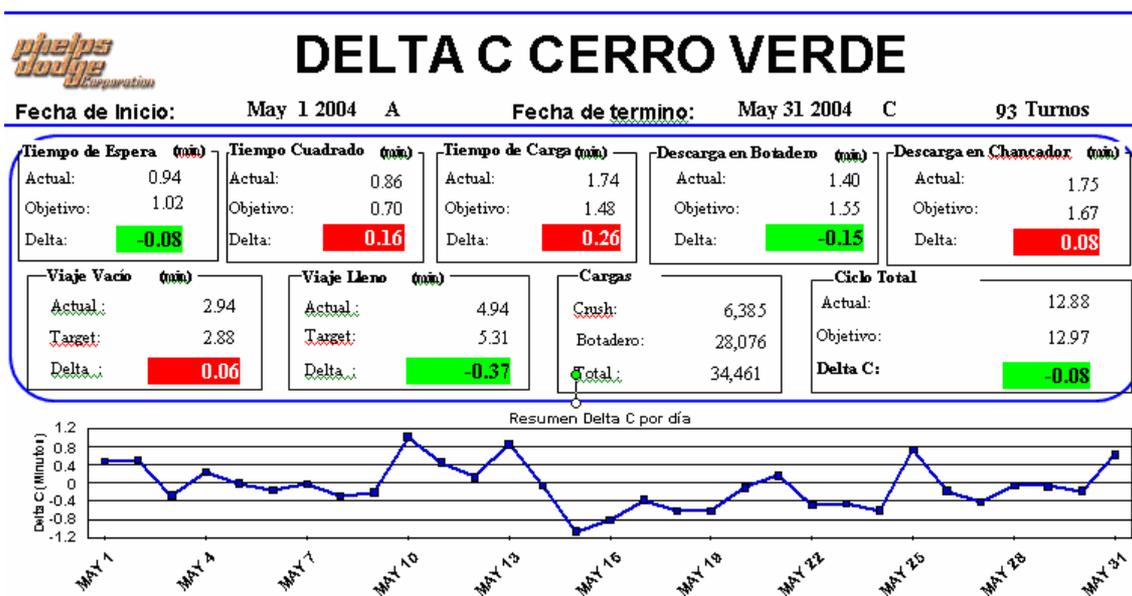
- Es la comparación de todos los eventos reales del ciclo de acarreo con los eventos óptimos. **Este ciclo óptimo incorpora los valores de las velocidades de los camiones para cada tipo de pendiente de acuerdo al manual de Caterpillar y los tiempos de carguío se obtienen de los manuales de las palas P&H.**

- Es la eficiencia de la Operación de Acarreo y carguío de la mina. Sin dejar de lado el continuo apoyo que brindan los operadores con el equipo auxiliar, ya que nuestras carreteras, botaderos, pisos de las palas requieren de un permanente mantenimiento.

- Es el resultado del trabajo en equipo del personal involucrado en la operación minera; promoviendo la participación de los operadores para

identificar oportunidades de mejora en las áreas de trabajo, y en los equipos.

- EL valor de DELTA “C” del ciclo de acarreo debe ser “**CERO**” ó menor que “**CERO**”. Lo que significa que si es cero o menor que cero, nuestro ciclo sería mejor que el óptimo.
- Es el delta del ciclo de acarreo que nos permite ver nuestro desempeño en las operaciones de movimiento de materiales en la mina



Los beneficios que se están obteniendo por la implementación de Delta C son:

- Permite el logro de los ahorros en los gastos de la operación minera.
- Se Identifica rápidamente excepciones en el ciclo del acarreo, lo que nos permite actuar para corregir los posibles causas de las excepciones.
- Dividen el ciclo de acarreo en segmentos, lo que permite evaluar componentes críticos.

- Identifica las oportunidades específicas del entrenamiento o de la condición.
- Permite hacer Benchmarking Interno y global (a nivel de las diferentes minas de Phelps Dodge).
- Permite cuantificar los resultados, así como la posibilidad de usar para un determinado periodo de trabajo solo la flota necesaria.
- Es usado para el cálculo de requerimiento de camiones, en donde se van a emplear siempre los valores de diseño de palas y camiones.
- Proporciona la forma de poder evaluar a cada operador de pala y de camión de manera individual, de tal manera que se le pueda retroalimentar en forma inmediata.
- Proporciona a Dispatch la información necesaria para poder configurar la PL y lograr ahorros en la operación sin menguar en la productividad y la producción.

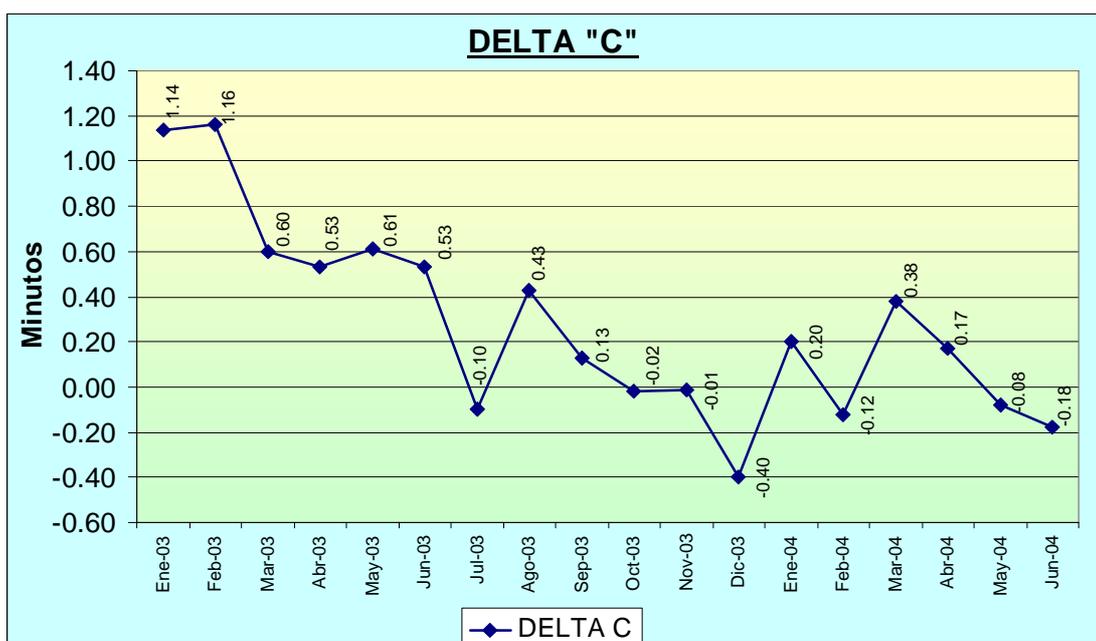
Que se esta logrando con el Delta C:

- El tiempo de carguío se ha mejorado en función del menor uso de las palas chicas, además nos da la posibilidad de que el camión tenga un mayor trabajo efectivo (evitando que se encuentre cuadrado mucho tiempo cuando carga en las palas chicas), transformando este tiempo estático en un trabajo dinámico; puede estar viajando cargado, vacío, descargando, aculatándose para un nuevo viaje, etc. Se tenía un costo muy alto con las Palas Chicas 1900; es decir cuesta dos veces mas que usar una pala 2800 y 1.5 veces mas que usar una pala 2300. Usar un cargador cuesta 5 veces más que usar una pala 2800 y 4 veces más que usar la pala 2300. El costo horario del camión es de 144 dólares. El costo de un camión en base solo al tiempo de carguío, cuando lo carga una pala 1900 cuesta el triple que cuando se le carga con una pala 2800 y cuesta el doble cuando se le carga con una pala 2300.
- Las carreteras de la mina se vienen mejorando continuamente tanto en el mantener una misma pendiente de acuerdo al perfil de acarreo,

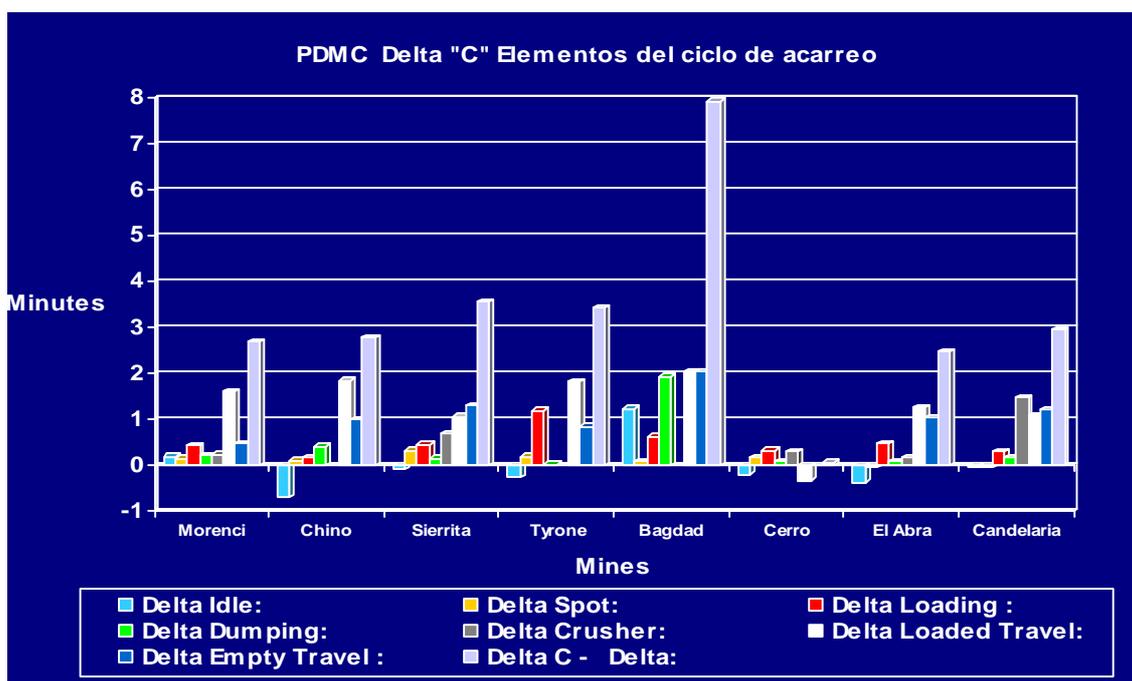
lograr los anchos operativos, limpieza permanente por caída de rocas desde las tolvas, peraltes adecuados, etc.

- Dar capacitación a todo el personal involucrado con la finalidad de que conozcan los conceptos, los planes y el compromiso de la mejora continua a través del Delta "C".
- Hacer el plan de requerimiento de camiones usando el Delta "C", posibilitando el parquear algunos camiones ya que al mejorar la performanse en cada parte del ciclo, puede reducirse la flota actual de camiones, dando como resultado un ahorro en el gasto operativo.
- Mejoramiento del área en las zonas de descarga (Botaderos y Chancadora) para obtener menores tiempos de descarga.

Participan en el Delta C todas las personas que laboran en la operación minera sin excepción alguna. Es de vital importancia crear compromiso en los operadores de pala y camión de donde se obtiene los datos a medir, y en los operadores de equipo auxiliar quienes hacen posible que las rutas presenten las mejores condiciones para el continuo recorrido de los camiones.



En el siguiente gráfico, se observa que Cerro Verde tiene el menor delta "C" de toda la corporación, significa que estamos en la mejor ubicación para alcanzar el ciclo óptimo o en otras palabras que la eficiencia en el ciclo de acarreo está muy cercana al óptimo en nuestra mina; es decir que tenemos menos horas improductivas de toda la flota de camiones y palas que las otras minas de PDMC.



5.4. MEJORA TECNOLÓGICA

La mejora del sistema dispatch en Cerro Verde esta centrada en dos puntos fundamentales, renovación tecnológica de los servidores y mejoramiento del sistema de comunicación entre la ground station y el repetidor central del sistema, bit regenerator (BRG)

5.4.1. REEMPLAZO DE SERVIDORES

Actualmente se esta empleando en el Dispatch servidores SUN ULTRA 10. La mejora propuesta consiste en cambiar a servidores de ultima tecnología (X86), ya que los que se estamos usando actualmente (SUN ULTRA 10) se encuentran en obsolescencia (7 años), por los cual se hace indispensable su reemplazo. Esto garantizará un mejor desempeño y mayores ventajas para la optimización del sistema en la empresa. La idea de cambiar a servidores X86 consiste en la posibilidad de correr dispatch ya no sobre Solaris, sino bajo Linux. Esto amerita pruebas necesarias para asegurar que el sistema no sufra mayor impacto permitiéndonos la migración de la versión Dispatch 2.5 a la versión Dispatch 3.0.22 (versión actual); por la cual se podrá tener updates permanentes.

La segunda parte de la mejora propuesta es el aumento del ancho de banda (100%) Adicionalmente hay una mejora sustancial en el ambiente del despachador, implementando equipos de última tecnología como pantallas, despacho en tiempo real, manejo total de excepciones y una mayor información disponible a la vez.

SOLUCION PROPUESTA

En la actualidad los servidores X86 (arquitectura Intel), poseen un formato torre rackeable, entregan un balance entre disponibilidad,

administración y expansión. La mina posee una estandarización de equipos Dell, esto permite contar con servidores de dos o más procesadores que incluyen características distintivas de la familia PowerEdge: Administración remota, alto desempeño y disponibilidad para crecer con sus necesidades.

La instalación de los servidores DELL será en un ambiente adecuado (Sala de Informática) donde esta garantizada su protección y su funcionamiento óptimo.

Esto traerá las mejoras siguientes:

- Prevención de pérdidas de datos en archivos por manipulación de personas no autorizadas.
- El correcto mantenimiento preventivo y correctivo por personas autorizadas y altamente capacitadas en mantenimiento de equipos DELL, pues Cerro Cerde ya cuenta con un staff altamente capacitdo en trabajo con servidores DELL.
- El ambiente de los servidores estarán a una temperatura óptima para su funcionamiento.

VENTAJAS.

Los servidores Dell nos proporciona innumerables ventajas, a continuación citamos unas de ellas:

- Última Tecnología - Dell Poweredge es un servidor de torre de doble procesador que entrega buen desempeño y expandabilidad. Software sencillo de administración para su fácil instalación.
- Desempeño y Calidad -Entrega el mejor desempeño para las aplicaciones de 32 bits de hoy así como par alas aplicaciones de 64-bit del

mañana. La gran capacidad de memoria soportada por EM64T le permite correr aplicaciones que requieren más de 4GB de memoria. Dell atiende los problemas de disponibilidad con el soporte de RAID en software o hardware, diagnósticos en línea, y características de respaldo.

- Protección de Datos - Creado para su confiabilidad, el servidor Dell tiene varias características de alta disponibilidad. Esto incluye memoria ECC, la cual permite al sistema tolerar un error en memoria en un DIMM y continuar operando sin interrupción. El servidor Dell también le ofrece soluciones de almacenamiento en cinta de alta capacidad para alta disponibilidad e datos.

- Alta disponibilidad sin compromisos - Dell esta diseñado con la alta disponibilidad en mente. La opción de fuentes redundantes hot-plug y discos SCSI hot-plug le permite cambiar componentes 'en caliente' sin apagar el servidor. Su memoria ECC y SDCC le ayuda a asegurar que los errores en memoria no interfieran con el funcionamiento estable de sus aplicaciones.

- Estandarización de equipos - Se contara con la estandarización de uso de equipos Dell usados por la mina Cerro Verde

- Mayor capacidad de almacenamiento, mayor velocidad de procesamiento, una mayor capacidad de memoria.

	SUN ULTRA 10	DELL POWEREDGE 2850
Tipo	Workstation	Servidor
Procesadores	1	2
Velocidad de Procesador	333 Mhz	2.8-3.8 Ghz
Cache	512 KB	1 MB L2
Memoria	1 GB máx.	12 GB máx.
Ethernet	1 conector 10/100 Base T	2 conectores 10/100/1000 Base T
Tape Backup Interno	No soporta	Powervault 110T DAT 72
Alimentación	Fuente simple	Fuente redundante

Tabla comparativa de servidores

El servidor Poweredge viene con una tarjeta de video ATI Radeon 700-M incorporado con SDRAM de 16 MB, que es una tarjeta 2D/3D para servidores. Para monitores múltiples, existe una tarjeta ATI de la misma familia que es ATI Radeon 7000.

No se encontró el modelo de la tarjeta del Ultra 10, ya que puede soportar varios, pero el Ultra 20 que es un modelo más avanzado, cuenta con una tarjeta ATI entry 2-D.

Referencias:

<http://mirror.ati.com/products/server.html>

http://auroralinux.org/cgi-bin/wiki.pl?Ultra_10

http://www.dell.com/downloads/global/products/pedge/es/2850_specs.pdf

<http://mirror.ati.com/products/server/radeon7000/index.html>

Ventajas a Nivel de Despachador aplicando la versión 3.0.22 de Dispatch

- La performance del Dispatch será más rápida por la velocidad de los servidores Dell.
- Se dejaría de utilizar Reflexion y pasar a una conexión VNC con un control directo al servidor.
- Con el tiempo se podrá tener nuevos módulos y funciones que estén en la versión Dispatch 3.0.22 para un mayor desarrollo del sistema.
- La posibilidad de poder instalar equipos de última generación.
- La posibilidad de tener up dates permanentes.

- Duplicar la velocidad de transmisión actual.
 - Incremento inmediato del ancho de banda de RF en un 100%. ya que en la actualidad el ancho de banda disponible en Cerro Verde S.A.A. se encuentra al límite de su utilización.
 - Las comunicaciones trabajarán sobre una red estándar TCP/IP, lo que amplía las posibilidades de interconexión y expansión.
 - El nuevo sistema Dispatch® trabaja sobre el sistema Operativo Linux Red Hat Enterprise 3 ES, permitiendo el uso de Servidores Intel x86 que son comerciales y fáciles de mantener que la antiguas plataformas Sun.
 - A diferencia del código de Rev-D, para el código de la nueva versión de Dispatch® se liberan mensualmente up dates y se hace un control estricto de los nuevos productos.
 - El nuevo hardware y nuevos productos de Modular Mining Systems™ son totalmente compatibles con la nueva versión.

Ventajas del up grade aplicando la versión 3.0.22 de Dispatch

- Debido al uso de software de código abierto (Linux), ahora es posible mediante el uso de software gratuito, correr el sistema remotamente desde una estación de trabajo Windows®, lo que permite que los servidores se encuentren debidamente ubicados en un lugar con las condiciones adecuadas para tal fin.
- El uso de VNC (software gratuito) permite al operador del sistema utilizar un terminal Windows® multipantalla para la operación de

dispatch®, lo que permite una mejor utilización y explotación de los datos en tiempo real que entrega el sistema.

5.4.2. MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN

ESTUDIOS REALIZADOS.

Durante diversos turnos se generó un registro de el uso de la radio de datos de MP Router, como se sabe toda la comunicación del sistema pasa por este punto, el monitoreo de este punto nos muestra la saturación del canal de radio.

Los valores que se presentan se encuentran expresados en porcentajes, para tener una referencia de estos valores se presenta la siguiente tabla:

- 20% a 30% : Canal de Radio con poco uso, no hay saturación.
- 30% a 40% : Canal de Radio con uso regular, saturación normal.
- 40% a 50% : Canal de Radio cargado, considerablemente saturado.
- 50% a más : Canal de Radio excesivamente saturado.

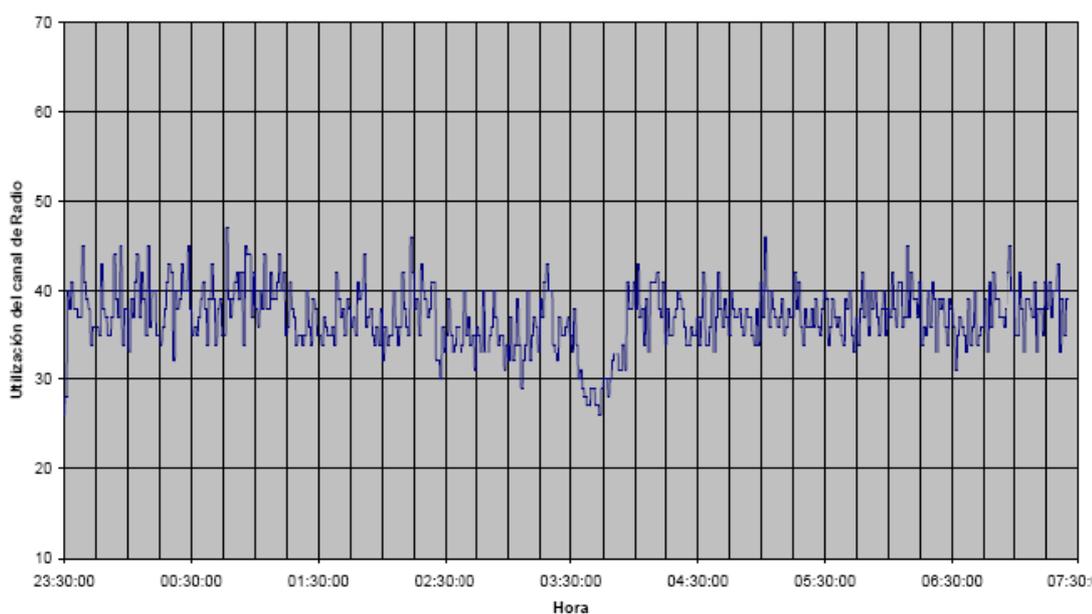
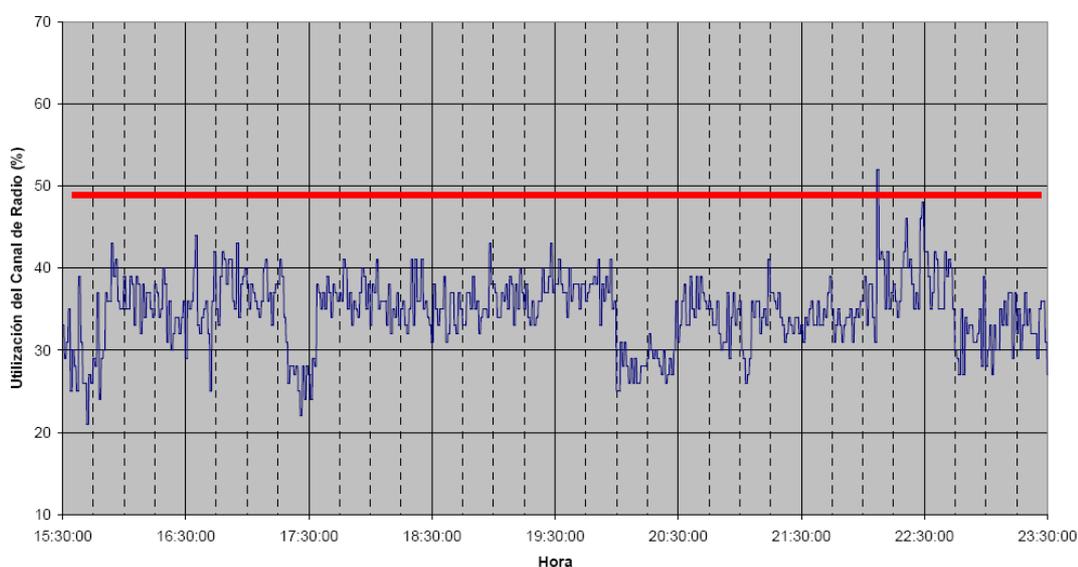
Los problemas de comunicación se presentan cuando la saturación del canal de radio excede el 40% durante intervalos de tiempo considerables (más de 30 o 40 minutos), en condiciones normales se pueden producir picos o momentos de saturación en algún momento del turno en las que este valor supere el 40% sin que se presenten problemas de comunicación.

Uso del Ancho de Banda 2002

- Un estudio de Radio realizado por Modular Mining Systems® a finales del 2002 indicaba que el promedio de ancho de banda de radio

utilizado en encontraba en un rango normal ligeramente por encima del rango Optimo.

-
- Para ese entonces el sistema solo tenía tres palas con sistema de GPS de Alta Precisión
- Estudios realizados a inicios del 2004 arrojaron resultados similares.



De acuerdo a los resultados obtenidos en el año 2002, se puede apreciar que la ocupación del canal se encuentra dentro de las condiciones normales, sólo durante intervalos muy cortos se presenta una saturación lo cual es completamente normal. Durante el resto del tiempo se observa un comportamiento estable.

Uso del Ancho de Banda 2006

- En las muestras tomadas el mes de abril del 2006 se puede observar que el uso del ancho de banda se ha incrementado significativamente llegando a alcanzar niveles de saturación hasta por espacio de una hora.
- Recientemente se han instalado 3 equipos al GPS de Alta Precisión para perforadoras y 1 para Pala.
- El ancho de banda disponible se encuentra al límite de su utilización, si se desean agregar mas equipos se deberá ampliar a un segundo canal de Radio o cambiar la tecnología de Comunicaciones.

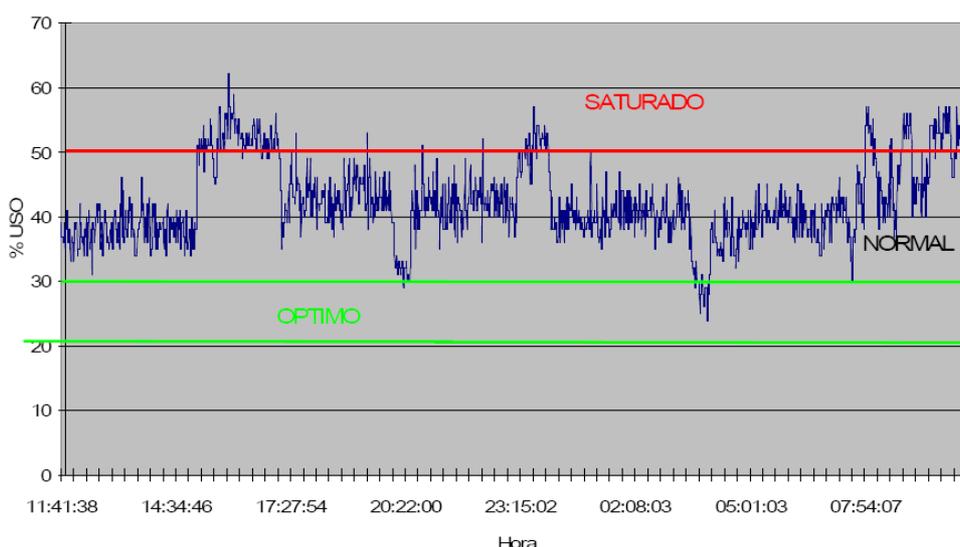
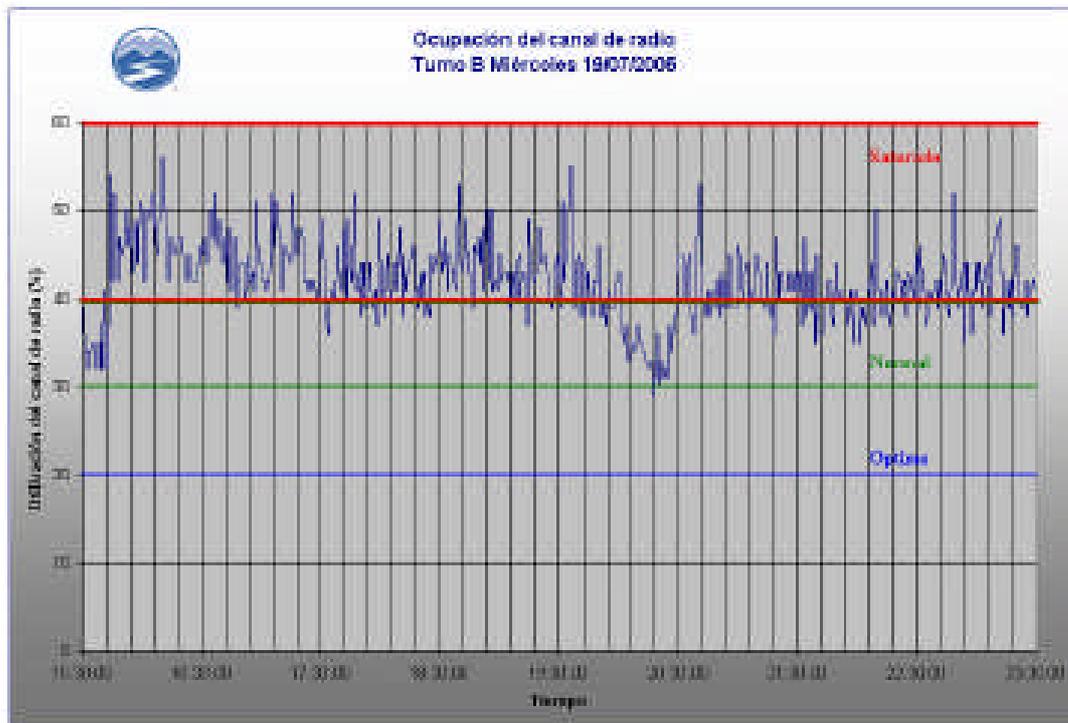
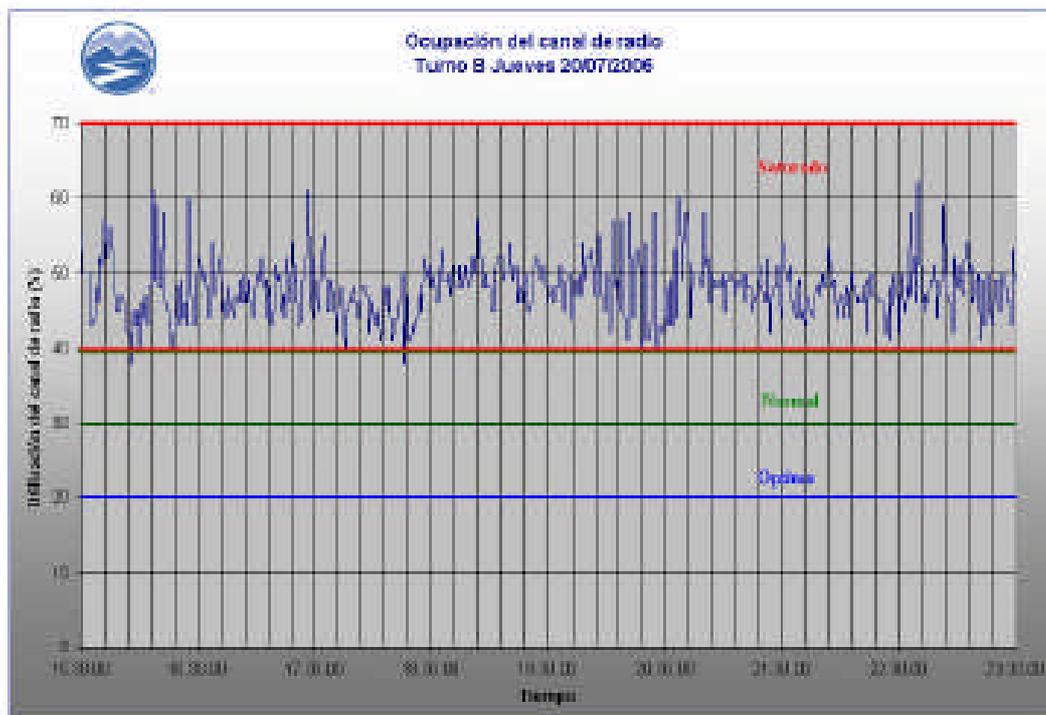


Fig. 2 Uso de Ancho de Banda 2006 – Cerro Verde S.A.A

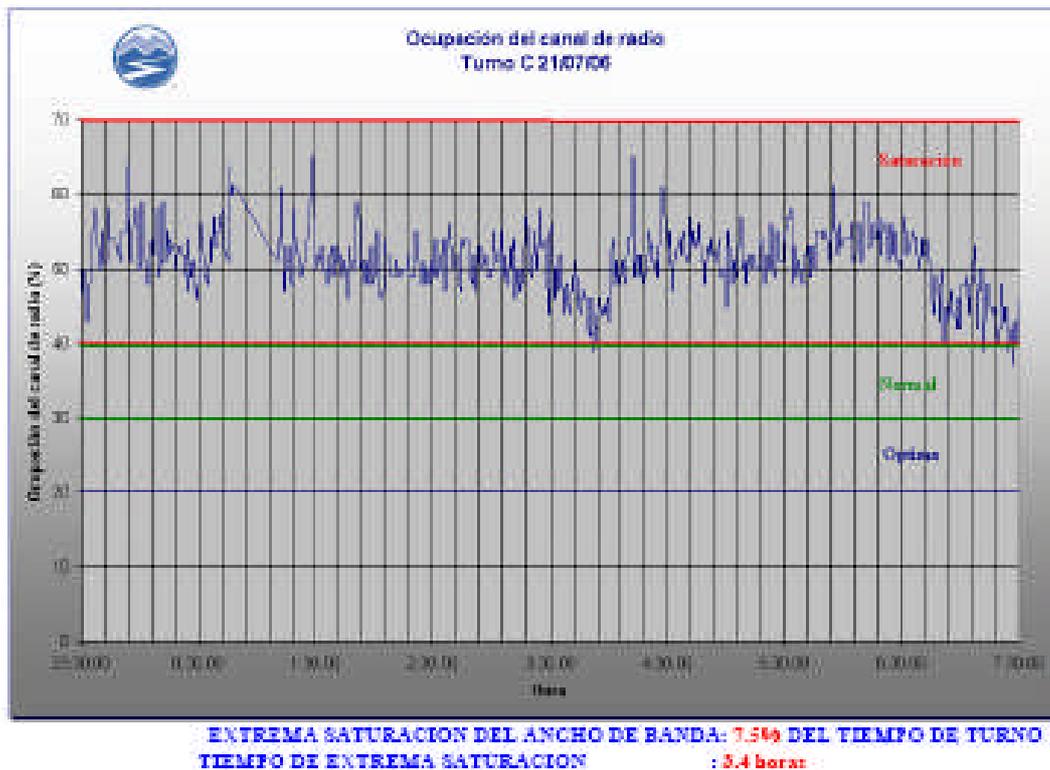
Se solicito a Modular que realizara un estudio en Julio de 2006, el cual se hizo respecto a 12 turnos, teniendo el siguiente comportamiento de las comunicaciones:



ENTREMA SATURACION DEL ANCHO DE BANDA: 1.24% DEL TIEMPO DE TURNO
TIEMPO DE ENTREMA SATURACION : 11.75 min



ENTREMA SATURACION DEL ANCHO DE BANDA: 2.40% DEL TIEMPO DE TURNO
TIEMPO DE ENTREMA SATURACION : 1.3 horas



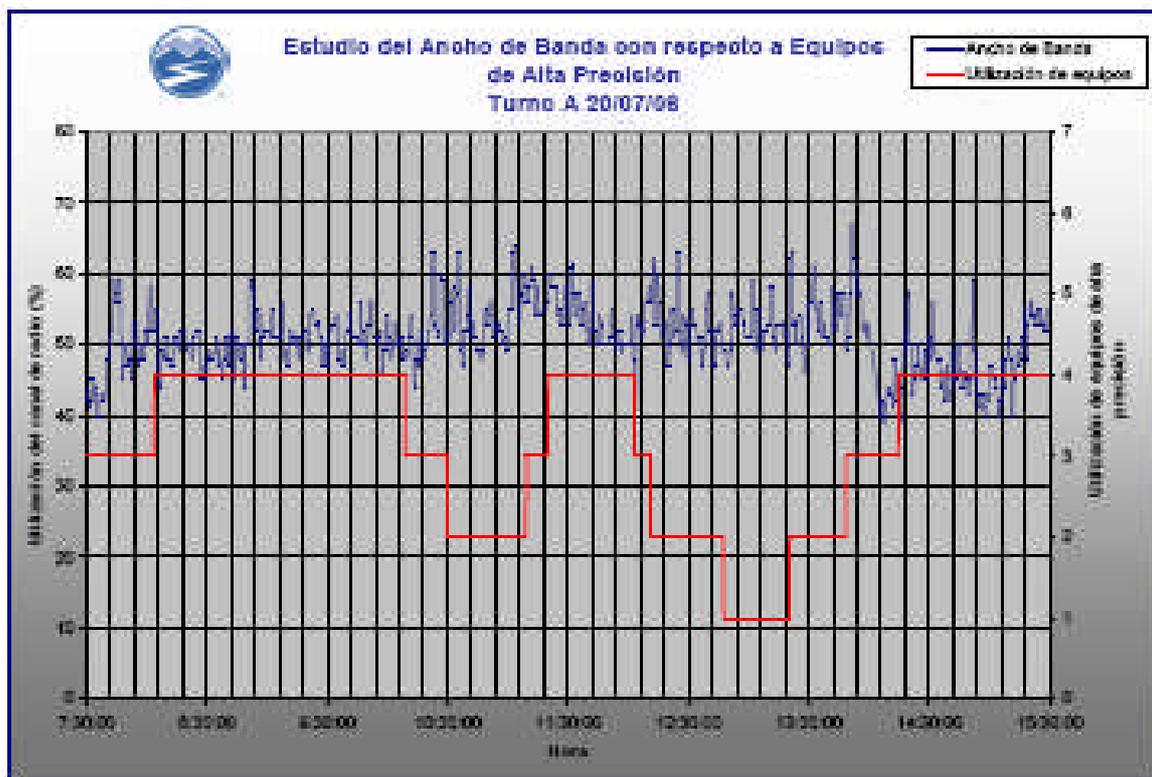
En las muestras tomadas en el mes de Julio del 2006 por turno se puede observar que el uso del Ancho de Banda se ha incrementado significativamente llegando a estar en estado de saturación todo el tiempo del turno.

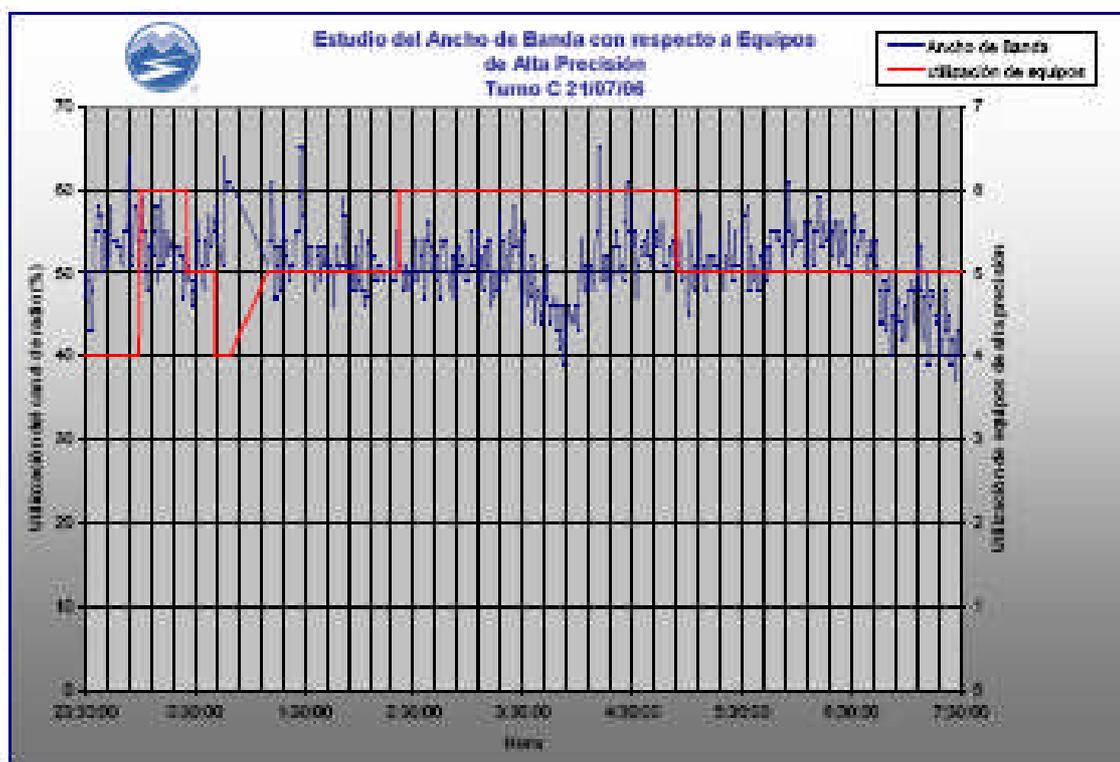
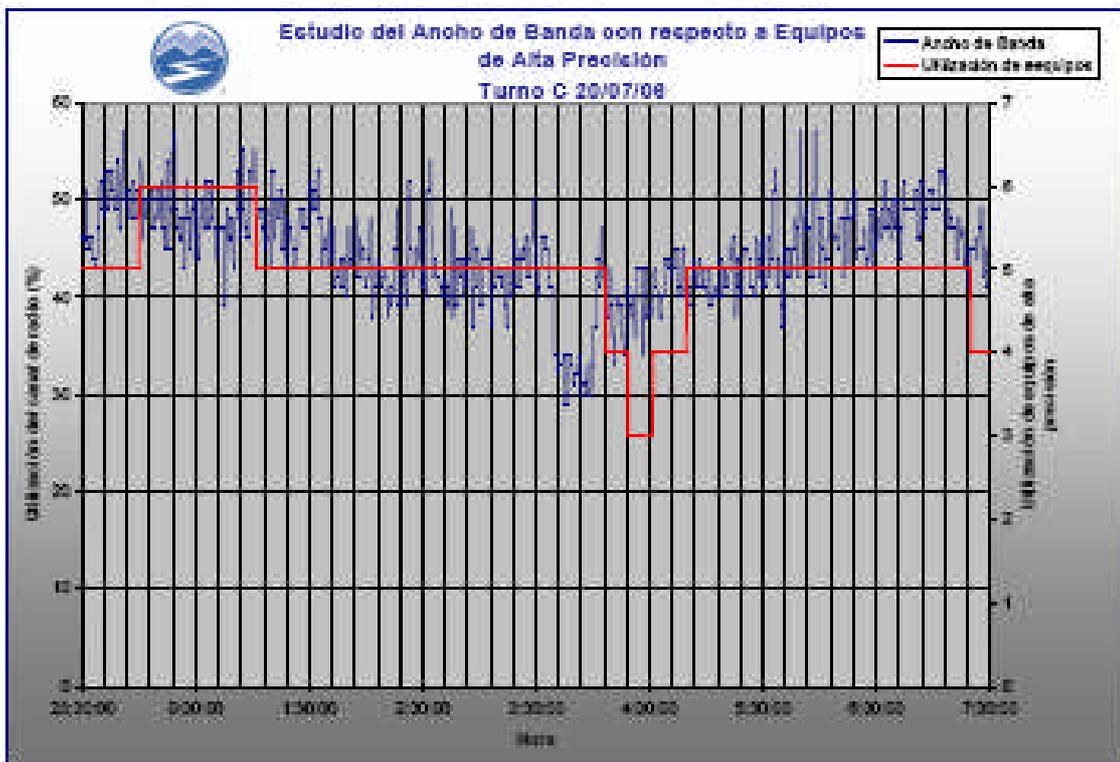
De acuerdo a los resultados obtenidos se puede apreciar que la ocupación del canal de radio se encuentra en una condición de saturación, ocasionando un mal desempeño en la transmisión de datos.

El Ancho de Banda disponible ha sobrepasado el rango de operatividad siendo muy lenta su transmisión de datos y muy congestionado el canal de radio, si se desean agregar mas equipos se deberá ampliar a un segundo el canal de radio o cambiar la Tecnología de Telecomunicaciones.

Estudio del Ancho de Banda con respecto al numero de Equipos de Alta Precisión operativos

Al encontrar periodos de excesiva saturación en el ancho de banda, se hizo un análisis con respecto a los equipos de alta precisión operativos entre la variación del ancho de banda, eligiendo diferentes turnos aleatoriamente escogidos dándonos los siguientes resultados:





En las muestras tomadas se observa que el ancho de banda entra a un nivel de saturación mayor cuando mas equipos se encuentran operativos brindando un mal desempeño en las telecomunicaciones y originado una mal funcionamiento del Sistema Dispatch.

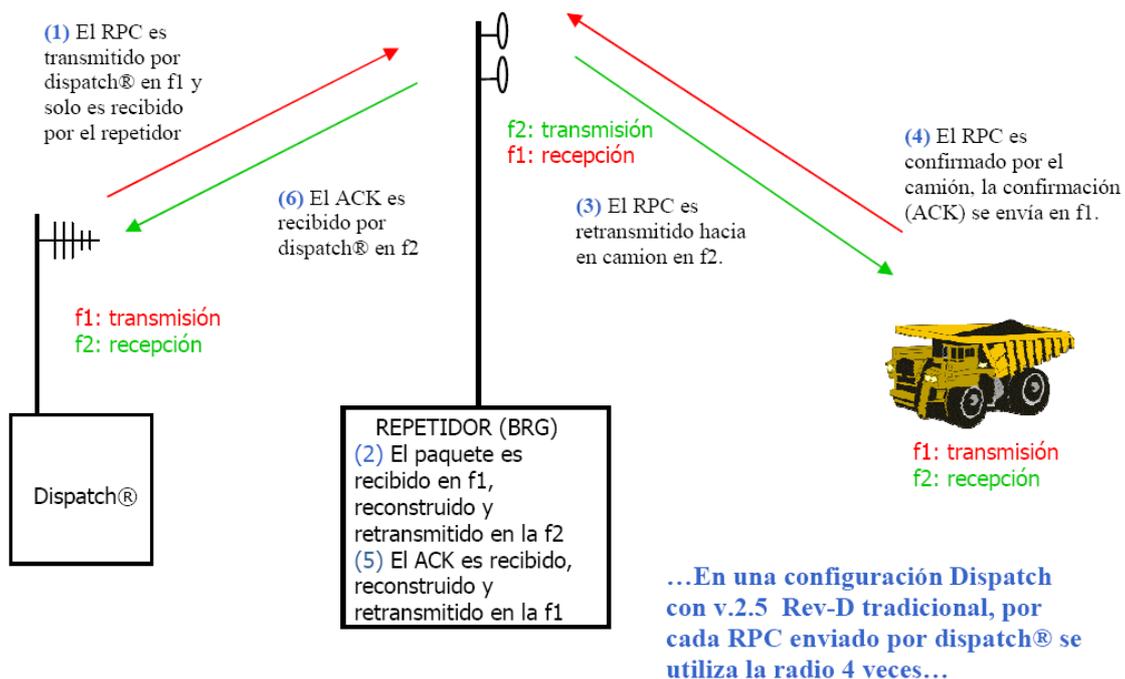
CONCLUSIONES

Luego de realizadas las pruebas descritas anteriormente, y los resultados obtenidos se concluye:

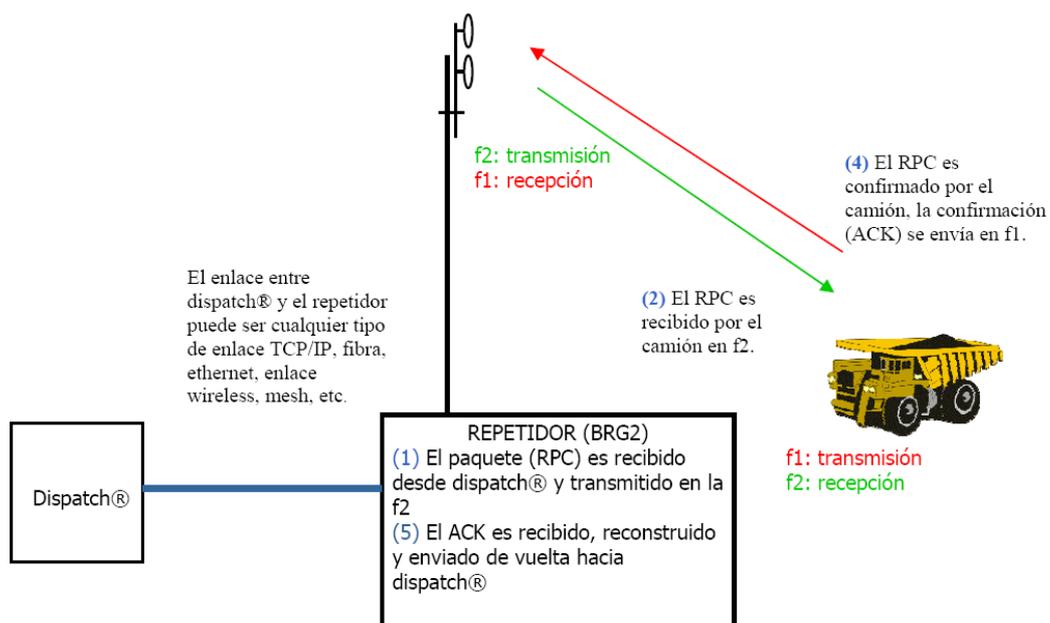
- El Ancho de banda empleado se encuentra saturado durante todo el tiempo de los diferentes turnos evaluados, alcanzando niveles que afectan el correcto desempeño del sistema por periodos considerables (de 3-10% del tiempo total de turno). Esto afecta en 4% el tiempo de trabajo efectivo de la flota de camiones con el sistema dispatch.
- Al incrementar el número de equipos de Alta Precisión operativos a más de 5 el ancho de banda los mayores niveles de saturación.
- Información tal como la posición de los botaderos y el registro de puntos de control (balizas GPS) es la más afectada por la saturación de las comunicaciones. Esto hace que el sistema no pueda calcular una solución de Programación Lineal correcta, afectando la productividad durante los periodos de Saturación.

SOLUCION PROPUESTA.

En el siguiente esquema se explica la configuración a de Dispatch versión 2.5 Revisión D.



El siguiente esquema explica la configuración utilizando una versión actualizada de Dispatch 3.0.22. Esta configuración utiliza sistema operativo Linux Red Hat Enterprise 3 ES, permitiendo el uso de Servidores Intel x86, incrementando el ancho de banda, velocidad y desempeño.



...En la nueva configuración con Dispatch v.3.0.22 /Rev-D por cada RPC enviado por dispatch® se utiliza la radio sólo 2 veces, lo que implica incremento de 100% en el ancho de banda de radio.

La solución propuesta contempla el cambio del Bit Regenerator (BRG) a una nueva versión BRG2 que es compatible con puestos ethernet, lo que garantiza. Las soluciones de enlace entre Dispatch y el BRG2, bicado en el cerro 100K, están dados por:

- Enlace principal: Enlace de fibra óptica.
- Enlace backup: Enlace síncrono 802.11g.

Costo Camion	144 Dolares/Hefect						
Productividad flota de camiones en ultima quicena Julio	Tons	Hefect	Tons/Hefect				
	3844205	6523	589,3				
Tiempo de ciclo la 2da semana de Julio (minutos)	Espera	Acuatamiento	Carga	V.Lleno	Desc.	Vacio	Ciclo
	1,24	0,98	1,87	8,14	1,29	4,75	18,26
Tiempo del ciclo con impacto por congestion de coumcaiones	5,4		29,43%				
% de tiempo con congestion critica en el Dispatch pues el ciclo asignado por la PD se afecta en la misma proporcion	4,0% (Datos de Modular)		1,18% Porcentaje con impacto directo en productividad				
Productividad sin congestion	596,3 Ton/Hefect		(Linea base)				
Horas para cumplir la misma produccion promedio	6447						
Ahorro en horas	77 horas.						
Ahorro en dolares mensual.	11060						

Project: Purchase of (2) DELL Server		Date: 12-Jul-2006	
Unit: Cerro Verde		Location: Mine	
Department: Short Term		Prioritization Category: D. Technology Sustaining	
IS Project Type: <input type="checkbox"/> Infrastructure <input type="checkbox"/> Strategic <input type="checkbox"/> Customer Service <input type="checkbox"/> QFZ Project			
Request Type: <input checked="" type="checkbox"/> Initial <input type="checkbox"/> Revision		Risk Rating: Medium Low Score: 1,80	
Budgeted? <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> Mandatory or <input checked="" type="checkbox"/> Discretionary	
Capital Required: (Thousands of Dollars)			Budget Reference Nos. 27827
	<u>This Request</u>	<u>Previous</u>	<u>Total</u>
Capital	\$ 16	\$ -	\$ 16
Start-up Costs	\$ -	\$ -	\$ -
Transfer Amount	\$ -	\$ -	\$ -
Expense	\$ -	\$ -	\$ -
Total	\$ 16	\$ -	\$ 16
Spending by Period: (Thousands of Dollars)			Appropriation Request No.
	<u>Prior Years</u>	<u>Current Year</u>	<u>Future Years</u>
Capital	\$ -	\$ 16	\$ -
Start-up Costs	\$ -	\$ -	\$ -
Transfer Amount	\$ -	\$ -	\$ -
Expense	\$ -	\$ -	\$ -
Total	\$ -	\$ 16	\$ -
JV Contributions:			Financial Support:
	<u>Prior Years</u>	<u>Current Year</u>	<u>Future Years</u>
Capital to Sites	\$ -	\$ 7	\$ -
Expense to Sites	\$ -	\$ -	\$ -
Total	\$ -	\$ 7	\$ -
Spending In:			Exchange Rates:
Current Forecast	\$ -	\$ -	\$ -
Current Budget	\$ -	\$ 16	\$ -
			AR: _____ Budget: _____
			Financial Benefit - Is it included in:
			Current Forecast <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
			Current Budget <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
Project Summary/Description:			
1. ANTECEDENTS			
The Sun Ultra 10 Workstation in dispatch have been in service for 7 years, this model is not longer supported by SUN with parts nor services. For this reason a replacement to a new DELL Server is requested. The new server will improve the modular services running in dispatch and the response time. Other mines in Peru are changing to the DELL Servers using Linux operating system for the same reason with succesful results.			
2. SCOPE			
Acquisition of two DELL Servers.			
3. ESTIMATED COST			
Acquisition US \$ 16,000.00			

Project Risk Evaluation Form (RE-1)

	Low	Medium		High	Score	Rank (enter)	Weight	Risk Factor	
	1	2	3	4					5
Risk Factor - Elements*									
A	Technology <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				3	1	30%	0,90	
B	Geologic <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				1	2	20%	0,20	
C	Operational <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				1	3	15%	0,15	
D	Capital <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				2	4	10%	0,20	
E	Personnel <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				1	5	8%	0,08	
F	Environmental <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				1	6	7%	0,07	
G	Political <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				2	7	5%	0,10	
H	Market <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				2	8	3%	0,06	
I	Other <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>				2	9	2%	0,04	
* Project risk elements potentially affecting the achievement of the expected benefits and financial return.						Medium Low			1,80

Project: Upgrade Dispatch - Software and communication system.		Date: 12-Jul-2006	
Unit: Cerro Verde		Location: Mine	
Department: Short Term		Prioritization Category: D. Technology Sustaining	
IS Project Type: <input type="checkbox"/> Infrastructure <input type="checkbox"/> Strategic <input type="checkbox"/> Customer Service <input type="checkbox"/> QFZ Project			
Request Type: <input checked="" type="checkbox"/> Initial <input type="checkbox"/> Revision		Risk Rating: Medium Low Score: 1,80	
Budgeted? <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> Mandatory or <input checked="" type="checkbox"/> Discretionary	
Capital Required: (Thousands of Dollars)			Budget Reference Nos.
	This Request	Previous	Total
Capital	\$ 71	\$ -	\$ 71
Start-up Costs	\$ -	\$ -	\$ -
Transfer Amount	\$ -	\$ -	\$ -
Expense	\$ -	\$ -	\$ -
Total	\$ 71	\$ -	\$ 71
Spending by Period: (Thousands of Dollars)			Financial Support:
	Prior Years	Current Year	Future Years
Capital	\$ -	\$ 71	\$ -
Start-up Costs	\$ -	\$ -	\$ -
Transfer Amount	\$ -	\$ -	\$ -
Expense	\$ -	\$ -	\$ -
Total	\$ -	\$ 71	\$ -
JV Contributions:			Exchange Rates:
	Prior Years	Current Year	Future Years
Capital to Sites	\$ -	\$ 33	\$ -
Expense to Sites	\$ -	\$ -	\$ -
Spending In:			Financial Benefit - Is it included in:
Current Forecast	\$ -	\$ -	\$ -
Current Budget	\$ -	\$ -	\$ -
			Current Forecast <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No
			Current Budget <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No

Project Summary/Description:

1. ANTECEDENTS
 A communication system study in dispatch in 2002 and 2004 reports saturation in the communication way, in April 2006 other study confirms this problem with high level of saturation for long time, the reason is for use new 4 high precision equipments: 3 drill machines and 1 shovel. According develops in the mine and the new planned equipments with dispatch in the future are necessary to change the communication system and the dispatch software installed in DELL Servers. In Cerro Verde have the 2.5 version of dispatch and this have been in service for 7 years, this version is not longer supported by Modular mining with new modules, advances and services. For these reasons a replacement to a new Version 3.0.22 is requested. Other mines in Peru are changing to this technology for the same reason with successful results.

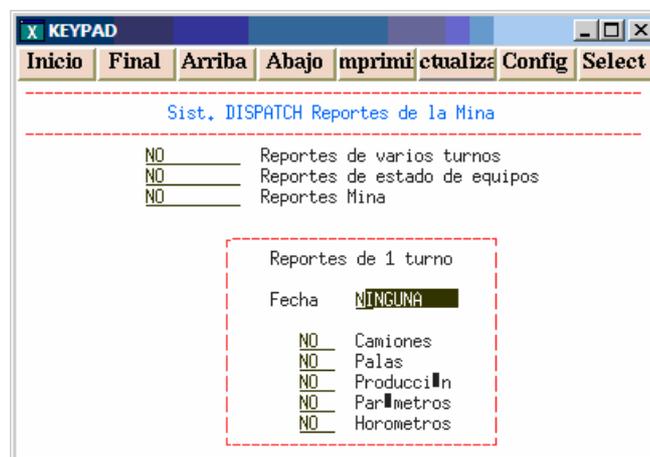
2. SCOPE
 Acquisition of 2 BRG2 repeaters, 2 access point and setup Modular software solution

Project Risk Evaluation Form (RE-1)

	Low	Medium	High	Score	Rank	Weight	Risk	
	1	2	3	4	5	(enter)	Factor	
Risk Factor - Elements*								
A	Technology <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5				3	1	30%	0,90
B	Geologic <input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5				1	2	20%	0,20
C	Operational <input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5				1	3	15%	0,15
D	Capital <input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5				2	4	10%	0,20
E	Personnel <input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5				1	5	8%	0,08
F	Environmental <input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5				1	6	7%	0,07
G	Political <input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5				2	7	5%	0,10
H	Market <input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5				2	8	3%	0,06
I	Other <input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5				2	9	2%	0,04
* Project risk elements potentially affecting the achievement of the expected benefits and financial return.							Medium Low	1,80

5.5. MEJORA DEL SISTEMA DE INFORMACION

Intellimine contempla un lote de reportes por defecto cuando se instala el sistema, sin embargo estos reportes se pueden modificar como también se pueden generar otros para cubrir las necesidades de la operación. Para el desarrollo de estos reportes se emplea FORMS, que es la programación estándar de Modular para crear reportes e interfaces con el usuario. Los reportes proveen un recuento histórico de turnos anteriores, del turno actual, y/o de un grupo de turnos. Modular también presenta reportes e interfaces en TCL, que es un lenguaje con características graficas que proporcionan bondades más amigables a los objetos que se generan con este lenguaje. Es muy común que se utilicen objetos en C donde se definan parámetros que luego interactúan en los reportes. Por lo que estos reportes tienen características de herencia, que permite rehusar código en otros reportes mediante la declaración de las cabeceras en C.



El *despachador* y demás personal de operaciones de la mina utilizan estos reportes a diario para monitorear la operación minera y, simultáneamente, para incrementar la productividad y reducir costos operacionales.

```

KEYPAD
-----
Inicio Final Arriba Abajo Imprimir Actualizar Borrar Ayuda Salir Config Select
Fecha Inicial: 23-JUL-06 A Fecha Final : 23-JUL-06 C
Imprimir 1 Copia En:

NO Productividad Palas
NO Demoras y Disponibilidades
NO Demoras
NO Disponibilidades
NO Disponibilidades-CV
NO Estadística Tiempos por Categoría
NO Productividad Meta de Palas
NO TKPH
NO Otros Reportes

NO Producción / Nivel
NO Producción SULF, SECUNDARIO
NO Producción SULF, SECUNDARIO A STOCK
NO Producción ROM
NO Producción ROM por Destinos
NO Producción Sulfuro Primario Alta ley
NO Producción Sulfuro Primario Alta Ley por Destinos
NO Producción Sulfuro Primario Baja ley
NO Producción Sulfuro Primario Mediana ley
NO Producción Por Equipos Cargaio/Niveles (Resumen)
NO Producción Por Niveles (Resumen)
NO Producción Por Equipos Cargaio_Poligono
NO Producción Por Equipos Cargaio_Poligono_Destino
NO Producción y Productividad Por Pala (Resumen)
NO Descargas por destinos

NO Palas Esperando por camiones
NO Camiones Esperando por palas
NO Esperas en Chancador
NO Resumen de Esperas
NO MTRR Detallado Reportes para: Pala Pala (Total)
NO MTRF Detallado

```

El Sistema de Archivos Virtuales de DISPATCH (DVF) es una librería basada en UNIX, diseñada para formar parte del sistema de administración minera DISPATCH de Modular Mining Systems. Es una herramienta de conversión de datos que permite tener acceso a datos de producción de DISPATCH que pueden ser migrados a un servidor con DBMS SQLServer u ORACLE, para luego usando una herramienta de programación se pueda desarrollar una solución para la realidad de la mina.

5.5.1. APLICACIÓN EN TINTAYA

El desarrollo del *Sistema de Gestión de Mina (SIGGEMIN)* se dio por la necesidad de contar con una herramienta de gestión de información que apoye en la toma de acción de la supervisión. Cuando instalé Dispatch en BHPBilliton Tintaya, no existía la solución de gestión de información de Modular. En estas circunstancias se planificó el desarrollo del *Sistema de Gestión de Mina (SIGGEMIN)* como herramienta oficial de información que satisfaga los siguientes requerimientos:

- Información en tiempo real e histórica de las operaciones
- Que fuera amigable y que pudiera exportar información a diversas aplicaciones como Minesight, Autocad, Excel, etc.
 - Que fuera un sistema cliente/servidor, es decir que pudiera soportar concurrencia de usuarios.
 - Que pudiera ser portable y que soportare procedimientos de recuperación de desastres.
 - Que tuviera un plan de mantenimiento y continuidad es decir que se elabora en un lenguaje de cuarta generación que facilitara su mantenimiento.
 - Que calculara los KPIs según los estándares corporativos y que los cambios en las formulas, procedimientos y vistas no dependieran del lenguaje de programación sino de que se almacenaran en el servidor.

Edwards Yourdon, padre del análisis estructurado, en su libro “Análisis Estructurado Moderno”, menciona que los lenguajes de programación de cuarta generación o 4GLs son el desarrollo más importante en el campo del software en los últimos 25 años. Luego de analizar las ventajas de los lenguajes 4GLSs que se disponían en la corporación y siguiendo los lineamientos corporativos existentes en aquel momento, se decidió en proceder el desarrollo con PowerBuilder 7.0. por las siguientes bondades:

- Tiene características de programación estructurada avanzada como de programación orientada a objetos.
- La mayoría de los detalles tediosos de programación ya están desarrollados y para el uso del programador con una sola orden sencilla.
- Utiliza lenguaje C y criterios de herencia y polimorfismo que permiten volver a usar código, ahorrando horas de programación. Las mismas labores podrían requerir 20 declaraciones en otro lenguaje de programación y de 100 a 200 en un lenguaje de tercera generación.

- Mochos detalles tediosos de programación asociados con la producción de reportes de salida se manejan automáticamente por medio de 4GLs.
- Los detalles de colocación precisa de objetos en el objeto impresora se especifican fácilmente con unas cuantas instrucciones de 4GLs.
- Es un lenguaje cliente/servidor nativo.

Las cuestiones que se tuvieron muy en cuenta durante el desarrollo de SISGEMIN, fueron:

Productividad, es decir la posibilidad de poder escribir más software, mas rápidamente, La principal razón fue que se contaba con 3 meses para el desarrollo del sistema, que el tiempo desde el tiempo que demoraría el termino de la instalación de Dispatch mas la puesta a punto del sistema. Por ello se alentaba y se tenía todo el apoyo de la gerencia de planeamiento y mina para el desarrollo de esta herramienta de gestión.

Eficiencia, esto sucedía ya que al ser un sistema que gestiona información de vital importancia para la operación con grandes volúmenes de información resulta importante minimizar la cantidad de recursos de procesamiento (CPU) requerido por el programa, siendo importante la optimización en uso de memoria del servidor sin dejar de lado su capacidad de mantenimiento y transporte.

Corrección, este punto lo considere como el mas importante como el líder del proyecto, ya que si el programa no funciona correctamente, no importa que tan eficiente sea. PowerBuilder es una herramienta valiosa al momento de realizar seguimientos (Debug) para analizar los procesos de datos que generan la información.

Portabilidad, hace referencia al poder instalar el sistema en varios tipos distintos de servidores, esto es importante y esta asociado a los procedimientos de recuperación de desastres y la facilidad de instalar la aplicación de forma eficiente.

Mantenibilidad, esto hace referencia al mantenimiento del sistema ya que se tiene que tener en cuenta que los software a medida, generalmente suelen duran muchos años. Claro que es importante tener en cuenta que para mantener estos sistemas es necesario contar con ingenieros que entiendan los conceptos de programación, tanto en el lenguaje desarrollado como en el DBMS (SQLServer u Oracle).

Sisgemin se implemento en un servidor Netfinity serie V de IBM, la cual cuenta con las siguientes características:

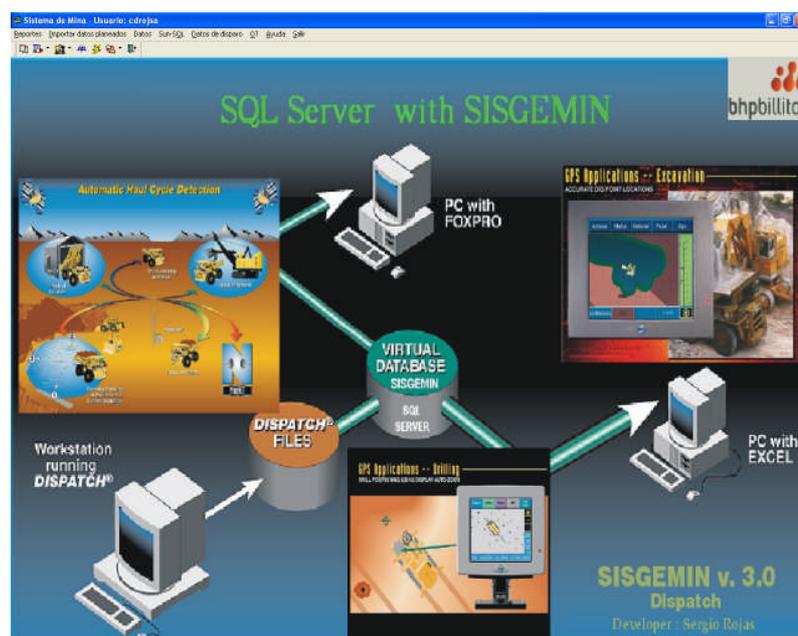
- 6 discos de 18GB que trabajan bajo un arreglo de discos, que permite gestionar el espacio total de los discos como una sola unidad.
- Sistema de seguridad en espejo, que permite que los discos cuenten con una copia constante de los datos en 2 de los discos duros.
- 2 procesadores Xeon de 2.0Ghrz con memoria L2 de 2MB, lo que permite tener una capacidad elevada de procesamiento de información.
- 4 GB de memoria SDRAM.
- 2 fuentes de poder redundante.

- Sistema de protección eléctrica que constaba de un estabilizador ferro resonante de 1KW y un UPS Online de 6KW marca PowerCom. Para asegura autonomía total, se instalo un sistema de generadores de corriente exclusivo para todo el sistema en Tintaya.
- Sistema de backup automático como parte de las políticas de seguridad de información.
- DBMS SQLServer y DVF instalado.

El sistema de seguridad del Sisgemin esta basado en un tabla de usuario en el servidor COPLIMSQLMINA, de gestión del administrador Dispatch, en la cual se definen los password, que son encriptados al momento que se crean así como se define el acceso a los menús del sistema dependiendo del trabajo que realice el usuario.



La pantalla principal del sistema es muy intuitiva y muestra los menus dependiendo del grado de acceso del usuario.



Las funcionalidades de ingreso del sistema contemplan los datos que dispatch no incluye de forma automática en el sistema, esto da la posibilidad de poder manejar datos de planeamiento, de planta, de mantenimiento y como explicaré mas adelante, datos de voladora mediante un modulo desarrollado para el control de costos del trabajo de DynoSamex, etc.

Datos de planeamiento

Fecha: DIC-2003

Meses/ano	Seq.	Reservas		Cuentas		Mantenim.			P.I.T.			Costos			
		Actual	Asignada	Actual	Plana.	Act.	Plan.	Est.	Actual	Plan.	Est.	Actual	Plan.	Est.	
DIC-2003	1	180,000.00	180,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	2	180,000.00	360,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	3	180,000.00	540,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	4	180,000.00	720,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	5	180,000.00	900,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	6	180,000.00	1,080,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	7	180,000.00	1,260,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	8	180,000.00	1,440,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	9	180,000.00	1,620,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	10	180,000.00	1,800,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	11	180,000.00	1,980,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	12	180,000.00	2,160,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	13	180,000.00	2,340,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	14	180,000.00	2,520,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	15	180,000.00	2,700,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	16	180,000.00	2,880,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	17	180,000.00	3,060,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	18	180,000.00	3,240,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	19	180,000.00	3,420,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	20	180,000.00	3,600,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	21	180,000.00	3,780,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	22	180,000.00	3,960,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	23	180,000.00	4,140,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	24	180,000.00	4,320,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	25	180,000.00	4,500,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	26	180,000.00	4,680,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	27	180,000.00	4,860,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	28	180,000.00	5,040,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	29	180,000.00	5,220,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	30	180,000.00	5,400,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
DIC-2003	31	180,000.00	5,580,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00
ENE-2004	1	180,000.00	5,760,000.00	3,000.00	86.00	85.00	810.00	85.00	85.00	2,700.00	20.00	50.00	1,350.00	85.00	90.00

Material ratio y datos de planta

Fecha: NOV-2003

Meses/ano	Seq.	Reservas		Material		Mantenim. planta		Consumo planta		Reserva planta	
		Act.	Asignada	Actual	Planeado	Actual	Planeado	Actual	Planeado	Actual	Planeado
NOV-2003	1	17,434.00	17,434.00	15,891.00	17,500.00	0.79	1.83	38.30	29.50	78.94	89.40
NOV-2003	2	387,381.00	408,425.00	15,947.00	17,500.00	1.07	1.83	30.74	29.50	78.68	89.40
NOV-2003	3	397,145.00	802,570.00	16,274.00	17,500.00	1.02	1.83	29.90	29.50	77.81	89.40
NOV-2003	4	59,796.00	852,366.00	16,722.00	17,500.00	1.01	1.83	28.96	29.50	72.79	89.40
NOV-2003	5	263,736.00	1,117,102.00	17,134.00	17,500.00	0.87	1.83	27.79	29.50	73.37	89.40
NOV-2003	6	258,824.00	1,368,927.00	17,447.00	17,500.00	1.28	1.83	33.99	29.50	82.21	89.40
NOV-2003	7	145,889.00	1,511,796.00	15,892.00	17,500.00	1.26	1.83	32.58	29.50	84.79	89.40
NOV-2003	8	0.00	1,511,796.00	16,442.00	17,500.00	1.13	1.83	24.48	29.50	77.86	89.40
NOV-2003	9	374,730.00	1,886,526.00	17,520.00	17,500.00	0.91	1.83	30.36	29.50	76.90	89.40
NOV-2003	10	127,118.70	2,013,644.80	18,330.00	17,500.00	1.43	1.83	33.53	29.50	80.80	89.40
NOV-2003	11	0.00	2,013,644.80	15,317.00	17,500.00	0.82	1.83	29.82	29.50	74.82	89.40
NOV-2003	12	46,391.20	2,059,036.00	18,154.00	17,500.00	2.13	1.83	37.32	29.50	82.21	89.40
NOV-2003	13	0.00	2,059,036.00	17,307.00	17,500.00	1.34	1.83	32.34	29.50	79.47	89.40
NOV-2003	14	0.00	2,059,036.00	17,204.00	17,500.00	1.20	1.83	28.19	29.50	81.51	89.40
NOV-2003	15	71,386.00	2,126,422.00	17,148.00	17,500.00	1.07	1.83	31.22	29.50	80.18	89.40
NOV-2003	16	317,134.19	2,442,556.00	16,820.00	17,500.00	1.04	1.83	30.80	29.50	78.41	89.40
NOV-2003	17	0.00	2,442,556.00	16,435.00	17,500.00	1.11	1.83	34.05	29.50	79.44	89.40
NOV-2003	18	77,898.10	2,520,454.30	16,350.00	17,500.00	1.08	1.83	30.69	29.50	77.81	89.40
NOV-2003	19	66,852.90	2,588,306.00	17,744.00	17,500.00	1.03	1.83	30.54	29.50	75.87	89.40
NOV-2003	20	118,267.70	2,706,363.80	18,142.00	17,500.00	0.94	1.83	29.15	29.50	72.99	89.40
NOV-2003	21	238,768.70	2,944,131.50	17,872.00	17,500.00	0.83	1.83	29.15	29.50	70.23	89.40
NOV-2003	22	0.00	2,944,131.50	17,773.00	17,500.00	1.48	1.83	33.03	29.50	87.91	89.40
NOV-2003	23	278,842.00	3,222,973.50	17,227.00	17,500.00	1.10	1.83	30.73	29.50	82.37	89.40
NOV-2003	24	0.00	3,222,973.50	18,062.00	17,500.00	1.01	1.83	29.37	29.50	79.68	89.40
NOV-2003	25	0.00	3,222,973.50	17,963.00	17,500.00	1.19	1.83	30.36	29.50	86.24	89.40
NOV-2003	26	0.00	3,222,973.50	17,497.00	17,500.00	1.42	1.83	30.80	29.50	84.89	89.40
NOV-2003	27	0.00	3,222,973.50	17,480.00	17,500.00	2.07	1.83	31.95	29.50	83.33	89.40
NOV-2003	28	0.00	3,222,973.50	17,891.00	17,500.00	2.28	1.83	34.60	29.50	86.94	89.40
NOV-2003	29	0.00	3,222,973.50	18,402.00	17,500.00	2.00	1.83	38.31	29.50	84.48	89.40
NOV-2003	30	287,886.00	3,510,859.50	18,262.00	17,500.00	2.57	1.83	35.99	29.50	84.24	89.40
OCT-2003	1	0.00	0.00	0.00	8,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.89
OCT-2003	2	196,873.00	196,873.00	5,986.00	18,000.00	1.00	0.67	24.21	29.00	64.42	79.89
OCT-2003	3	447,572.00	644,246.00	13,758.00	24,000.00	1.22	0.67	27.62	29.00	65.35	79.89
OCT-2003	4	0.00	644,246.00	24,236.00	23,000.00	1.08	0.67	26.79	29.00	64.39	79.89
OCT-2003	5	408,826.00	1,053,172.00	24,879.00	4						

Datos de planta

Fecha: ABR-2005 | 01-ABR-05 B |

Shiftindex: 25749 | Name: 01-ABR-05 B |

Faja: 10,077.00

Ton Humedo: 8,192.00 | Ton Seco: 7,917.00

Cut: 1.28 | Cuo: .42

Tail: .52

Recup: 60.33 | Conc: 32.75

Wi: 15.41

Libras: 134,790.00

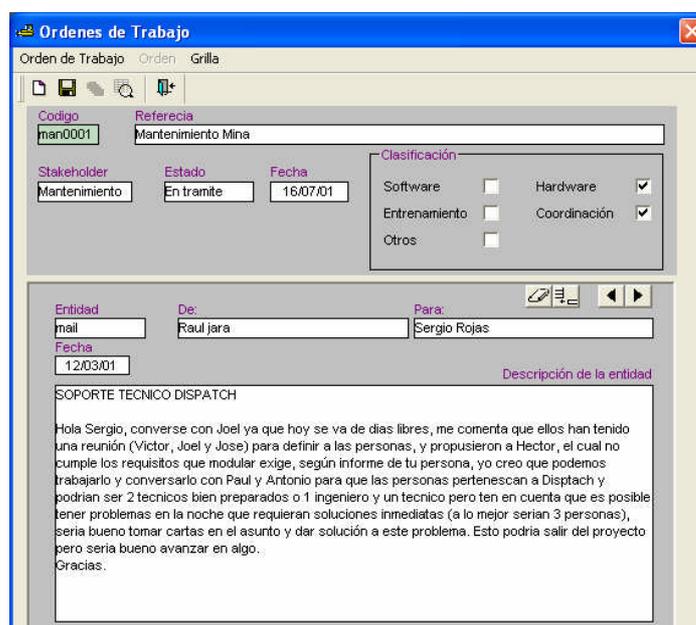
Sisgemin presenta una forma práctica para poder gestionar los trabajos de la administración mediante el modulo de ordenes de trabajo. Este modulo permite de forma amigable, poder generar ordenes de trabajo del Dispatch, y poder hacer seguimiento de estos trabajos hasta su culminación.

Ordenes de Trabajo

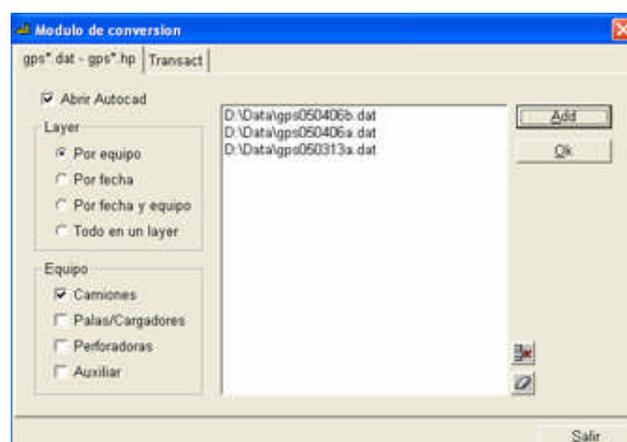
Orden de Trabajo Orden Grilla

Cod	Referencia	Fecha	Status	Soft	Hard	Trai	Coor	Other	Cod Stk	Entid.
CSC0001	Estudio de cobertura - Ren	22/04/20	Sin efecto	0	0	0	1	0	CSC	1
inf0001	Pendientes con Informática	16/07/20	En tramite	0	1	0	0	0	Informatica	0
man0001	Mantenimiento Mina	16/07/20	En tramite	0	1	0	1	0	Mantenimient	11
min0001	Instalación de Hardware Di	16/07/20	En tramite	0	1	0	0	1	Mina	7
min0002	Proyecto de Exceclencia O	16/07/20	En tramite	0	0	0	0	1	Mina	6
min0003	Requerimientos para sala c	16/07/20	En tramite	0	0	0	0	1	Mina	3
min0004	Coordinaciones con Despa	17/07/20	En tramite	0	0	0	1	0	Mina	2
mod0001	Camiones Dispatch	16/07/20	En tramite	0	0	0	0	1	Modular	7
mod0002	Archivo Poligonos DISPATCH	16/07/20	En tramite	1	0	0	0	0	Modular	2
mod0003	Códigos-Definiciones	16/07/20	En tramite	1	0	0	1	0	Modular	0
mod0004	Cursos de Modular	16/07/20	En tramite	0	0	1	0	0	Modular	19
mod0005	Datos Dispatch	16/07/20	En tramite	0	0	0	0	1	Modular	1
mod0006	Equipos Auxiliares	16/07/20	En tramite	1	0	0	0	0	Modular	1
mod0007	Pago de Modular	16/07/20	En tramite	0	0	0	0	1	Modular	11
mod0008	Perforación - Dispatch	16/07/20	En tramite	1	1	0	0	0	Modular	10
mod0009	Reportes	16/07/20	En tramite	1	0	0	0	1	Modular	20
mod0010	Informes de Modular (otros)	16/07/20	En tramite	0	1	0	1	0	Modular	1
mod0011	Cotizaciones requeridas a	16/07/20	En tramite	0	1	0	0	0	Modular	3
mod0012	Modular - Pendientes (Man	16/07/20	En tramite	0	1	0	1	0	Modular	17
mod0013	Logistica para personal Mo	16/07/20	Sin efecto	0	0	0	1	0	Modular	8
pla0001	Cotización de Equipos	16/07/20	En tramite	1	1	0	0	0	Planeamiento	4
pla0002	Autorización y Licencias d	16/07/20	Concluido	0	0	0	1	0	Planeamiento	12
pla0003	Justificaciones	16/07/20	En tramite	0	0	0	0	1	Planeamiento	2
pla0004	Ordenes de Compra Dispat	16/07/20	En tramite	0	0	0	1	0	Planeamiento	2
pla0005	Documentos Varios y coor	17/07/20	En tramite	1	0	0	0	1	Planeamiento	7

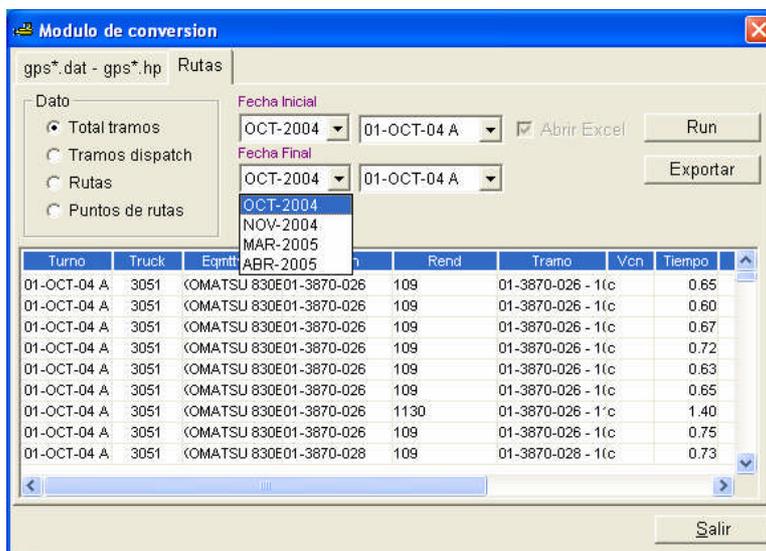
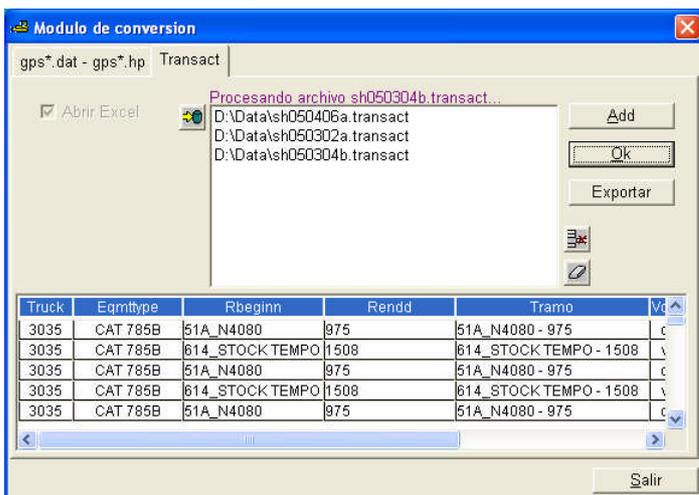
Cada orden es asignada mediante un código y una referencia, teniendo relacionado a un stakeholder (persona, departamento, área o empresa) con la cual se esta coordinando el trabajo se contempla el estado: Entrante, En tramite, Sin efecto y Concluido; así como se consigna la fecha de generación y las clasificaciones que involucra es tarea. El modulo presenta la opción de poder almacenar toda comunicación escrita, como email, par poder tener un histórico de todos los sucesos del trabajo.



Sisgemin, también permite trabajar con archivos propietarios de Modular Mining, como los archivos transact, hp, dat. Este módulo presenta la versatilidad de poder abrir algunos resultados ploteables, directamente en Autocad, para su análisis y toma de acción.



El trabajo y análisis de los archivos de transacciones de Dispatch es un punto donde se puede sacar provecho de la información que se almacena de cada transacción del sistema, esto es muy útil para poder desarrollar estudios de tiempo utilizando información que arrojan el paso de los camiones por ciertas balizas, por ejemplo



El módulo de inconsistencias de SIGGEMIN es una herramienta que permite al despacho, poder encontrar inconsistencias de leyes, definición de polígonos, pudiendo tomar acción inmediata y actualizar los datos que faltan para poder tener información consistente para los reportes de producción que deberá emitirse cuando las jefaturas lo requieran.

Sistema de Mina - Verificación de Inconsistencias

Mostrar inconsistencias de la data luego de ser jalado de la SUI. Luego de corregir inconsistencias volver a jalar de la SUI para los turnos con errores.

Fecha Final: ABR-2005 06-ABR-05 B Datos del 01-ABR-05 A al 06-ABR-05 B

Inconsistencias de Despacho

Fecha	Excav	Tipo excav	Origen	Poligono	Truck	LID	Tipo de carga	Load	Tipo - GRADE	CdDes	Destino	tcu	ocu	Despachado	Guar
01-ABR-05 A	5020	CAT 994	507_EX OFIC MINA	507_EX OFIC MINA	3047	11	Mido	11	Mido	070	Crusher	1.45	0.35	0.00	2
01-ABR-05 B	5020	CAT 994	507_EX OFIC MINA	507_EX OFIC MINA	3042	11	Mido	11	Mido	070	Crusher	1.45	0.35	0.00	2
02-ABR-05 A	5020	CAT 994	507_EX OFIC MINA	507_EX OFIC MINA	3047	11	Mido	11	Mido	070	Crusher	1.26	0.37	0.00	3
03-ABR-05 B	5020	CAT 994	507_EX OFIC MINA	507_EX OFIC MINA	3047	11	Mido	11	Mido	070	Crusher	1.56	0.45	0.00	2
05-ABR-05 A	5021	CAT 994	503_FRENTE MAN	503_FRENTE MANTT	3047	1	Sulfuro Alta Ley	1	Sulfuro Alta Ley	070	Crusher	0.85	0.08	0.00	3
06-ABR-05 A	2041	P&H 2300	03-3955-107	03-3955-098-08A00F	3035	1	Sulfuro Alta Ley	1	Sulfuro Alta Ley	070	Crusher	0.85	0.08	0.00	3
06-ABR-05 B	2041	P&H 2300	03-3955-107	03-3955-107-01A00F	3052	1	Sulfuro Alta Ley	1	Sulfuro Alta Ley	070	Crusher	2.87	0.19	0.00	1

Los datos de voladura antes de Sisgemin, se llevaban en papel y luego se transcribían a una hoja Excel, para luego emitir reportes y realizar calculo de KPIs. Con Sisgemin se busco automatizar estos procesos, y se logro una solución a medida para Tintaya.

Sistema de Mina - Ingreso de datos de voladura primaria

Buscar / Generar proyecto de despacho

Mostrar / Generar proyecto de despacho

Mostrar / Generar proyecto de despacho

Fecha	Excav	Tipo excav	Origen	Poligono	Truck	LID	Tipo de carga	Load	Tipo - GRADE	CdDes	Destino	tcu	ocu	Despachado	Guar
100	800	12.70	0.50	0.00	8.70	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
101	800	11.90	0.50	0.50	7.70	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
115	800	12.00	0.60	0.30	8.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
116	800	12.50	0.60	0.10	8.50	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
130	800	10.70	0.40	0.30	8.70	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
132	800	8.50	0.50	0.00	8.50	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
133	800	11.00	0.50	0.00	7.50	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
134	800	10.30	0.70	0.30	8.50	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
135	800	11.60	0.50	0.50	8.50	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
136	800	11.60	0.50	0.50	8.50	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
137	800	11.70	0.70	0.70	8.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
138	800	10.90	0.50	0.00	7.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
139	800	10.50	0.70	0.00	7.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
144	800	10.30	0.50	0.50	8.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
145	800	10.20	0.50	0.10	8.70	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
146	800	10.40	0.30	0.30	7.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
147	800	11.30	0.40	0.30	7.50	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
148	800	11.00	0.50	0.00	7.50	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
150	800	11.90	0.20	0.20	8.70	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
151	800	11.50	0.50	0.00	7.50	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
152	800	11.90	0.60	0.70	7.50	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
153	800	11.00	0.30	0.50	7.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
158	800	12.00	0.40	0.50	7.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
159	800	11.80	0.60	0.20	7.50	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
160	800	12.20	0.70	0.20	8.50	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
161	800	12.50	0.60	0.20	8.50	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
162	800	12.70	0.60	0.20	8.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
163	800	11.60	0.60	0.10	7.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
164	800	11.00	0.70	0.50	7.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
165	800	11.90	0.70	0.50	7.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
166	800	10.70	0.80	0.50	7.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
170	800	11.50	0.50	0.70	8.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
171	800	11.30	0.70	0.40	8.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
172	800	11.60	0.70	0.70	7.70	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
173	800	12.00	0.30	0.00	8.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
174	800	11.00	0.70	0.80	8.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
175	800	11.50	0.70	0.50	7.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
176	800	11.50	0.80	0.20	8.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
177	800	11.50	0.50	0.10	8.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
178	800	10.00	0.50	0.10	8.50	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
179	800	11.50	0.70	0.50	7.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
180	800	12.00	0.60	0.80	8.00	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
181	800	11.20	0.70	0.70	7.70	88a	2.06	0	4000	01-3840-005					
182	800	11.40	0.70	0.60	7.40	88a	2.06	0	4000	01-4105-047					

Reporte de Disparo

Exportar / Imprimir / Salir

RESUMEN - CONSUMO DE EXPLOSIVOS

hnpblution
corporation Tintaya S.A.

Datos generales

FECHA	29-11-2004
DISPARO	01-3840-004
TALO	Tintaya

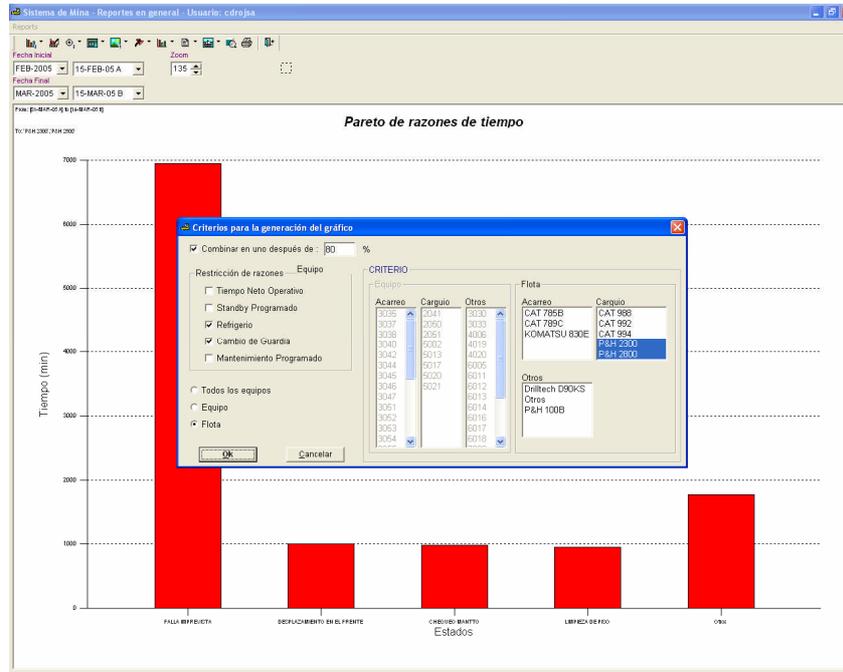
Description	Cantidad
PARAMETROS (Mts)	0.0
PROFUNDIDAD PROMEDIO	11.3
TALO PROMEDIO	7.4
ESPACIAMIENTO PROMEDIO	7.4
BURDEN PROMEDIO	8.6
METROS PERFORADOS	507.5
ALTURA DE BANCO PROMEDIO	9.8
AGENTES DE VOLADURA (Kg) - CARGA TOTAL	18,447.5
HEAVY ANFO 6040	18,447.5
ACCESORIOS DE VOLADURA	0.0
BOOSTER FUZE 1 LB	92.0
DETONATOR 200MS # 8	22.0
DETONATOR 300MS # 10	28.0
DETONATOR 300MS # 10	56.8
DETONATOR 400MS # 12	20.0
DETONATOR 400MS # 12	24.0
DETONATOR 500MS # 14	19.0
DETONATOR 500MS # 14	20.0
CONECTORES DE SUPERFICIE	0.0
TAI ADROS (Rozas)	45.0

El módulo de reportes de Sisgemin permite generar de forma rápida un pull de reportes desarrollados a medida para Tintaya siguiendo los estándares de BHPBilliton.

The image displays two screenshots of the Sisgemin reporting system. The top screenshot shows a detailed 'MINE PRODUCTION AND PERFORMANCE REPORT' for the period from 01-MAR-05 A to 01-MAR-05 B. The report is organized into sections for 'Shift A', 'Shift B', and 'Total'. Each section contains a table with columns for 'Quantities' (Total Mv, Min Mv, Other Mv, etc.) and 'Performance' (Prod, Avail, Util, etc.). The bottom screenshot shows a 'KEY PERFORMANCE INDICATOR' dashboard for the period 01-MAR-05 A to 14-MAR-05 B. It features six bar charts: 'Producción por guardia', 'Producción', 'Movimiento por guardia', 'Movimiento', 'Performance', and 'Disponibilidad'. Each chart compares data across three guardias (A, B, C) and includes a legend for the different categories.

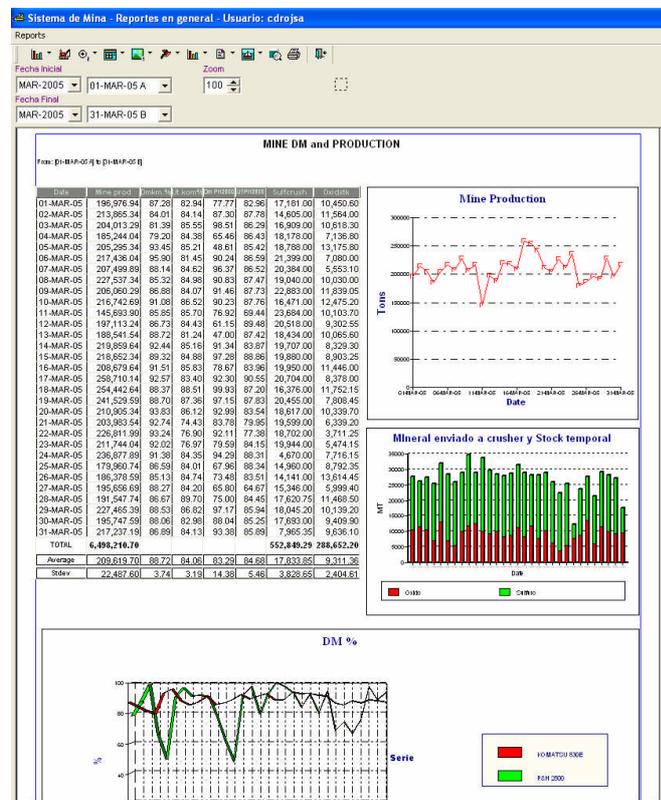
Las posibilidades graficas del Sisgemin, hacen de este sistema un ambiente de gestión amigable con toda la potencia de los 4GLs.

El módulo de reportes fue desarrollado para ser una herramienta intuitiva que aporte posibilidades de análisis de información que apoye en obtener oportunidades de mejora que redunden en la mejor gestión de la operación.

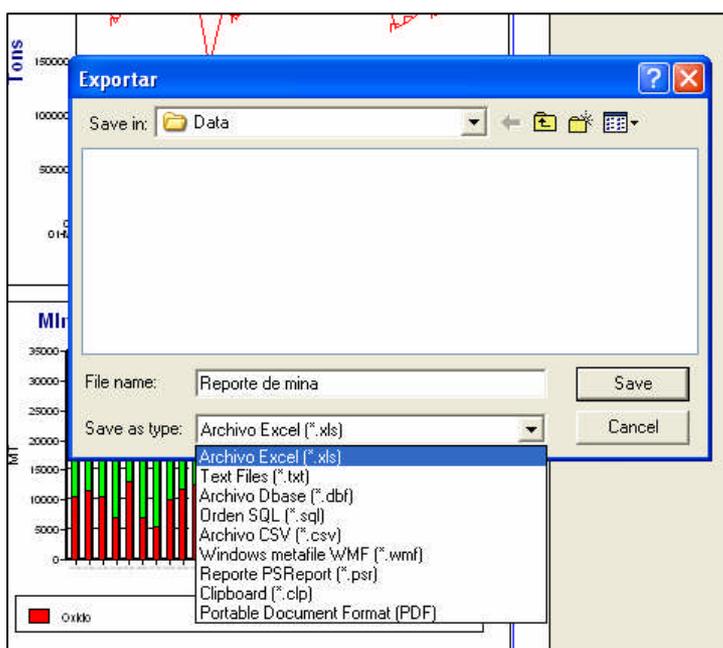
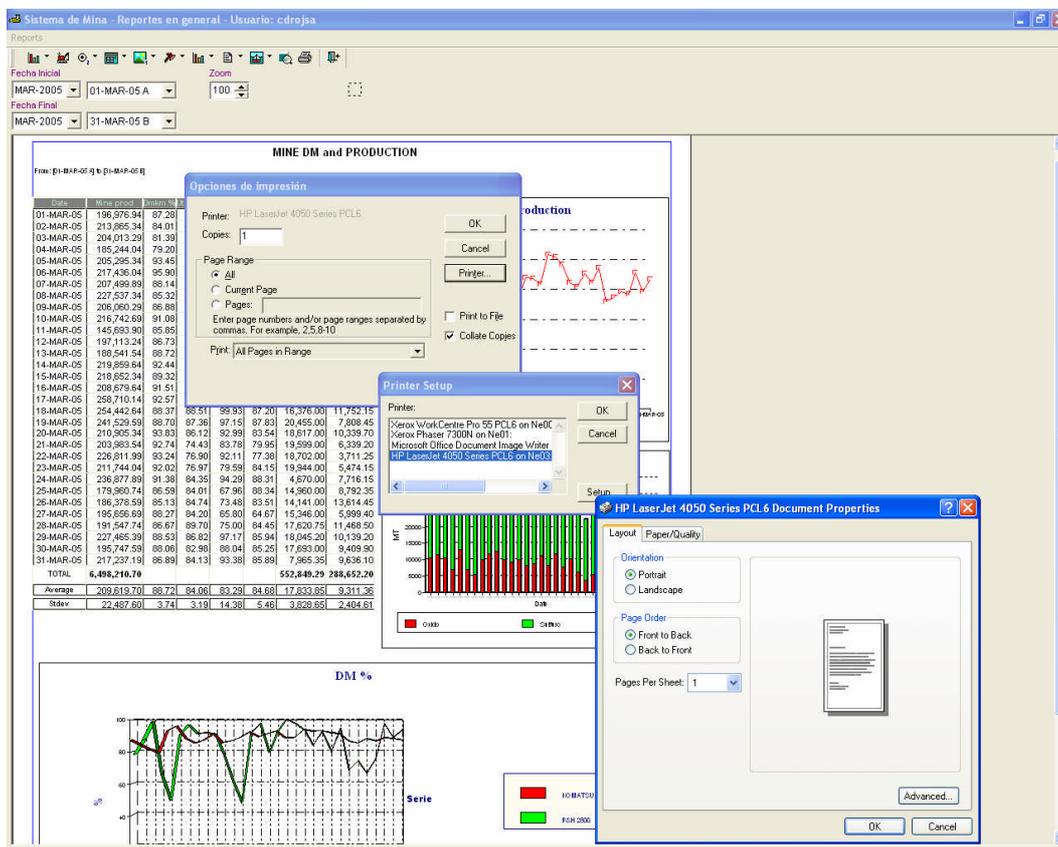


Availability and Utilization

Flota	Equipo	Modelo	Fecha Inicial	Fecha Final	Disponibilidad (%)	Utilización (%)
CAT 789C	3025	CAT 789C	15-FEB-05 A	15-MAR-05 B	92.18	100.00
	3038	CAT 789C	15-FEB-05 A	15-MAR-05 B	92.18	100.00
	3040	CAT 789C	15-FEB-05 A	15-MAR-05 B	92.18	100.00
	3042	CAT 789C	15-FEB-05 A	15-MAR-05 B	92.18	100.00
	3044	CAT 789C	15-FEB-05 A	15-MAR-05 B	92.18	100.00
	3045	CAT 789C	15-FEB-05 A	15-MAR-05 B	92.18	100.00
	3046	CAT 789C	15-FEB-05 A	15-MAR-05 B	92.18	100.00
	3047	CAT 789C	15-FEB-05 A	15-MAR-05 B	92.18	100.00
	3051	CAT 789C	15-FEB-05 A	15-MAR-05 B	92.18	100.00
	3052	CAT 789C	15-FEB-05 A	15-MAR-05 B	92.18	100.00



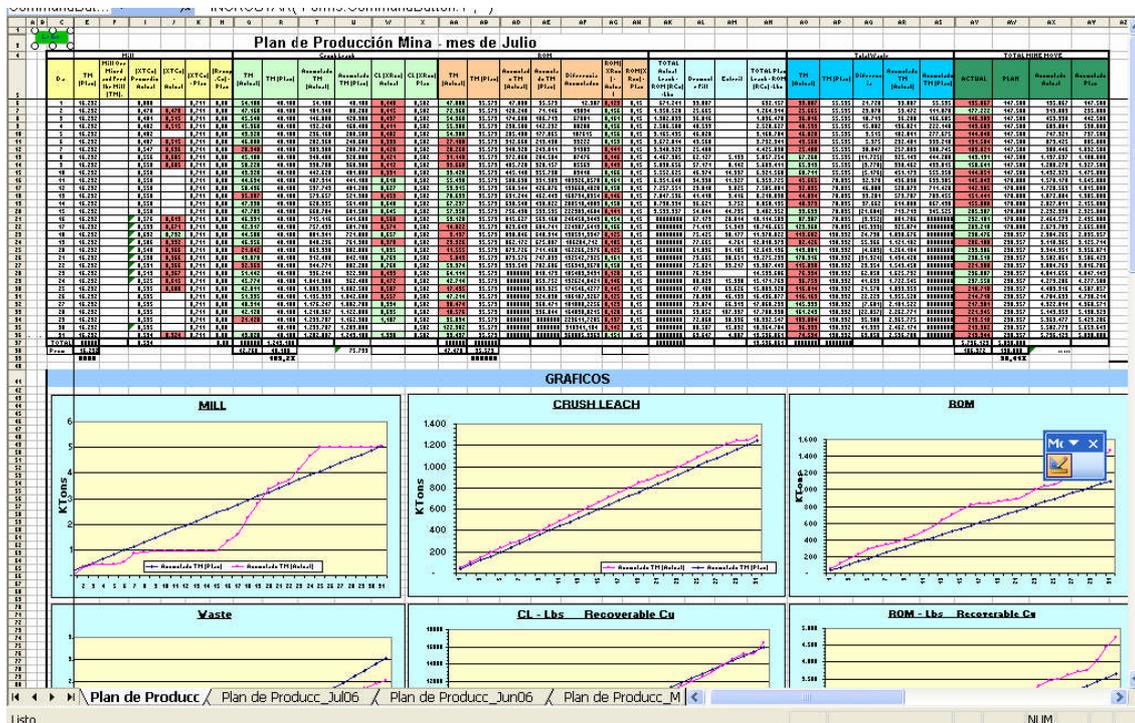
Las posibilidades de impresión y exportación que se plantean en Sisgemin, hacen de este software una herramienta muy versátil para poder obtener información impresa y/o transferida a otro formato en una herramienta comercial, como Word o Excel.



5.5.2. AUTOMATIZACION CON MACROS Y SQL

El tener los datos en un DBMS como SQLServer, permite la opción de poder gestionar la información mediante la conexión de SQL con EXCEL y poder llenar plantillas en forma automatizada. El ahorro de tiempo en la elaboración de tediosos informes así como el evitar los errores por digitación de cifras o por obtenerlas con un procedimiento drag and drop, compensa el tiempos que destinado en automatizar trabajos que muchas veces son rutinarios, como pueden ser reportes de producción, reportes de costos, informes de productividades, calculo de KPIs, etc. A mi criterio, es una muy buena opción para desarrollar sin ingresar a un lenguaje de programación 4GLP.

El siguiente informe, que se ha corrido con datos simulados, se obtiene en 10 segundos presionando un botón.



5.6. OTRAS OPORTUNIDADES DE MEJORA

5.6.1. INCLUSIÓN DEL MODELO DE BLOQUES

Modular esta haciendo las averiguaciones del modulo de ley bloques que se ha desarrollado en otras unidades mineras para su aplicación en Cerro Verde. Actualmente se está trabajando en Dispatch con polígonos de que cubren una gran área de un determinado tipo de material lo que hace mas impreciso saber que leyes y que tipo de mineral esta llegando a la Chancadora Primaria, es decir el reporte de la ley que una determinada pala envía no indica la ley real. Con el modulo de "Ley por Bloque", se forman a manera de polígonos con áreas muy pequeñas las cuales van a poder determinarse por el uso de GPS de Alta Precisión instalado en las palas. La parte importante de este proyecto es que el personal de la chancadora-Metalurgia, van a poder conocer que ley descarga cada camión de manera continua lo que ofrece que se logre hacer un mejor control metalúrgico en las áreas de Procesos.

5.6.2. CONTROL DINAMICO DEL TKPH

Dentro del proceso de mejora continua se requiere una mejora del control del TKPH en tiempo real, y enmarcados en la segunda etapa de este control, se dispondrá de horas ingeniero dentro del contrato de mantenimiento par la realización de este trabajo.

El objetivo es tener un desarrollo que alerte en tiempo real al despachador y al operador del camión sobre el TKPH operacional alcanzado, permitiendo mediante límites establecidos, advertir escenarios de cuidado y peligro. Se puede utilizar como referencia para el calculo en tiempo real, los reportes en Excel que muestran información sobre el turno actual e histórico.

5.6.3. CONTROL EN LINEA DEL DELTA C

Dentro del contexto de mejora continua, el objetivo es lograr tener un desarrollo que muestre los valores del Delta C en línea, tanto al despachador como a los operadores de equipos de carguío y acarreo. Que el despachador pueda visualizará en tiempo real y en su pantalla la evolución de los tiempos de espera por cada equipo de carguío y chancadora, así como un resumen de los mismos y tener la comparación con la línea base que es representada por los datos óptimos. Que los operadores de equipo de carguío puedan tener como información en sus Goics, el tiempo de carga y espera por camión, tanto para la ultima carga como un acumulado del turno. También que los operadores de acarreo puedan tener la información en línea del tiempo de cuadro, viajes vacío y lleno así como los tiempos de descarga en botadero y chancadora, una ves concluidos estos eventos comparándolos con los óptimos en el ultimo viaje y promedio del turno. El efecto que esto puede tener en nuestra operación, y por lo que se ha captado de las charlas de capacitación, es un mayor compromiso de nuestro personal en los objetivos de la empresa.

Actualmente se tienen reportes históricos y en tiempo real del delta C, sin alcance a los operadores de manera directa, que se generan mediante procedimientos almacenados en SQLServer. La idea es utilizar estas formulas para poder obtener los datos reales así como los datos objetivo.

5.6.4. DISPATCH EN EQUIPOS AUXILIARES

La justificación para la compra del sistema Dispatch para equipos auxiliares esta en la etapa de elaboración de la justificación económica. La función primaria del sistema Dispatch en quipos auxiliares es la de rastrear el estado de los equipos auxiliares en línea. Dispatch permitirá

priorizar tareas y poder asignar remotamente un trabajo a estos así como asignarles operadores. El Dispatch también permitirá:

- Actualmente se está llevando el control de tiempos de los equipos auxiliares en forma manual y esto conlleva a tener un error humano considerable al momento que el operador llena sus reportes, pasa datos por vía radial al despacho y cuando el despacho llena los datos en el sistema en forma manual; con el dispatch en equipos auxiliares se eliminaría los errores al automatizar los ingresos de información y reporte. Todo esto origina que el cálculo de los KPIs (Disponibilidad, Utilización, tiempo entre fallas MTBF, tiempo para reparación MTTR, etc.) para equipos auxiliares, no tengan la confiabilidad y certeza que se requieren para un planeamiento conducente a la administración eficiente de estos recursos; por consecuencia no se puede tener un cálculo real ni se puede estimar de forma correcta los costos operativos. Con Dispatch podremos monitorear la performance de mantenimiento de forma adecuada y oportuna para la flota de equipos auxiliares.

- En el caso de las cisternas el problema se agrava al no tener concordancia alguna entre la cantidad de galones de agua que se reporta utilizadas con la cantidad de horas reportadas, esto debido al error al momento de dictar vía radio el registro de trabajo. El agua es un aspecto ambiental significativo en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. por lo cual hay que controlar en forma adecuada este recurso, actualmente y según los errores que se nombran en el registro de trabajo, tendríamos fuera de control la administración de este aspecto ambiental significativo. Con un módulo dispatch especializado para cisternas se ayudará en el control de la frecuencia y cantidad de agua utilizada en las diferentes áreas de la mina (frentes de carguío, vías principales, etc.) pudiendo obtener mediante reportes en línea la relación agua-material y así también poder optimizar y tomar las mejores decisiones en el proceso productivo de planta, por ejemplo en chancado.

- El sistema dispatch en los tractores ayudará a monitorear en forma exacta la zona actual de descarga para apoyar al despacho en la reubicación de la baliza (beacon) y así tomar mayor control en el “Delta C” por la reubicación oportuna y adecuadas de estas balizas. Además, el dispatch en tractores representaría un importante apoyo en proyectos como el NASCAR, control y mantenimiento de vías principales, construcción de rampas principales para la mina, etc.

- El sistema dispatch en los equipos auxiliares nos apoyaría a medir la productividad en los proyectos de la mina y así poder hacer seguimiento real a los proyectos (horas estimadas, avance, etc.).

- Al tener dispatch en equipos auxiliares permitirá que el despachador se concentre en su real trabajo, que es el de estar pendiente del correcto trabajo del sistema en asignación dinámica, de las configuraciones oportunas que esto amerita, de la asignación de equipo en el cambio de guardia y de la atención adecuada a las coordinaciones con la supervisión. Esto permitirá obtener el máximo beneficio del trabajo del despacho y no captar su atención en ingresar datos además de ahorrar tiempo de procesamiento de información.

El CGC puede ser configurado para permitir que el operador pueda recibir los siguientes tipos de información:

- Instrucciones operacionales ya sea del despachador o aquellas generadas de forma automática por el sistema.

- Producción/productividad actual para la maquina y para el turno.

- Mensaje desde el despacho u opcionalmente desde cualquier otro operador.

- Información de camiones en ruta así como de otros camiones asignados si están acarreado material para motivos de construcción.

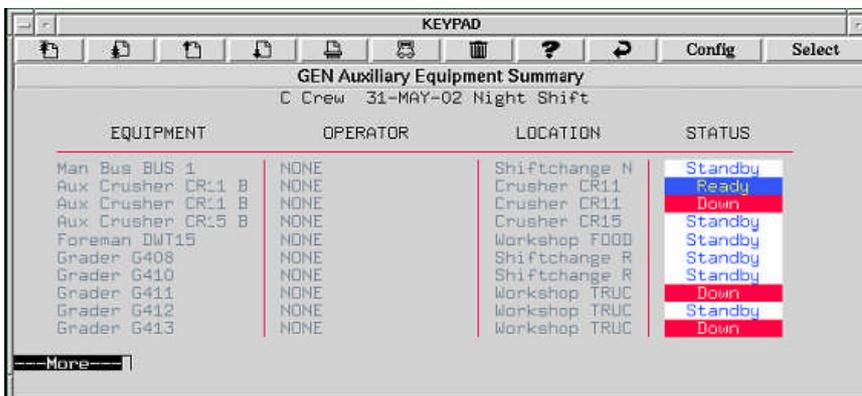
- Información sobre posición del equipo en el ciclo de carguío (esperando camión, cargando camión).
- Estado del equipo e informes específicos e información de mina.

Es posible controlar la información vista por el operador. Ítems como el checklist, combustible, defectos y horas trabajadas se pueden habilitadas y deshabilitadas desde la administración.



Pantalla de gestión de tareas para equipo auxiliar.

Los equipos auxiliares son asignados, monitoreados y coordinados por el sistema. El sistema proporciona información sobre el estado del equipo en el turno que permiten terminar actividades incompletas en el siguiente turno y priorizar los trabajos en el turno entrante.



Ejemplo de reporte de estado para equipo auxiliar

El equipo auxiliar significativamente subutilizado y con escaso planeamiento, resulta en tiempos significativos de traslado o sobre capitalización de estos redundando en los costos.

La utilidad Dispatch en cisternas rastrea el uso de la cisterna y mejora diariamente las operaciones proporcionando la siguiente información:

- Porcentaje de agua regada por cantidad y tiempo en cada segmento de ruta.
- Correlación de categorías de tiempo para la cisterna.
- Cantidad de agua salida y frecuencia de regadío conociendo el diámetro del aspersor.
- Indicadores claves de performance del operador en ítems de uso eficiente de los controles del aspersor.

El modulo Dispatch para cisterna proporciona los siguientes beneficios:

- Se pueden monitorear las distribuciones de agua y frecuencias de regadío en la mina.
- Se pueden controlar los niveles de polvo para que estos no excedan los niveles operacionales aceptables.
- Asegurar el cumplimiento de regulaciones medioambientales en cuanto a calidad de agua y uso.
- Se puede medir con mayor exactitud KPIs como disponibilidad, utilización, etc., obtenido con estos reportes más reales para los costos de operación que nos permiten tener un planeamiento más adecuado.

- Se puede medir la utilización de los aspersores así como el agua asperreada. Esta información puede ser utilizada para disminuir el diámetro del aspersor. Por esto se tendría un aumento en el tiempo que la cisterna para poder regar.
- Se pueden obtener localizaciones de caminos regados y frecuencia de regadío en estos en la mina.
- Se puede reducir el desgaste de las llantas por efecto de sobre regadío.
- Se reduce la cantidad de agua para mitigar el polvo en los accesos de la mina.
- Se optimiza el uso de la flota de cisternas reduciendo costos por sobre operación.

5.6.5. COTAS EN BAJA PRECISION

El fundamento es obtener cota en las ubicaciones de baja precisión y en los datos que se almacenan en las bases de datos y poder obtener una referencia respecto de la altura de los camiones para poder recrear la secuencia de descarga y realizar levantamiento de ubicaciones como stocks y para realizar seguimiento. Se requiere que la cota también se almacene en las bases de datos tanto del Dispatch como de PowerView.

CAPITULO 6 REQUERIMIENTOS Y BENEFICIOS

6.1. REQUERIMIENTOS

Los requerimientos para el logro de las expectativas son:

- Organización del despacho mina con nivel de ingeniería en todos sus componentes.
- Preparación de la sala de control.
- Elaboración de un programa de Inducción.
- Conceptualización del sistema y definición de indicadores por proceso (KPIs) que se medirán automáticamente con Intellimine.
- Definición de alcances y expectativas.
- Programa de entrenamiento impartido por personas con experiencia probada en el negocio del control de procesos mineros. Tanto para los despachadores como para la administración.
- Involucramiento por medio de facilitadores o responsables por proceso.
- Administración de cambio responsable que elabore una matriz de riesgo por cada proceso de cambio y que mantenga controlados estos riesgos.
- Definición de planes de recuperación en caso de desastre así como planes de contingencia.

Para asegurar la continuidad operativa óptima de la **tecnología de control de procesos** (Intellimine, Dispatch, HpGps, Signos Vitales, etc.) se requiere tener presente los siguientes puntos, pues de lo contrario estos sistemas se degradan:

- 99% de disponibilidad, mediante un servicio de mantenimiento en mina altamente especializado.
- Buen uso del Sistema (Operadores, despachadores, Jefes de Turno).
- Despachador mina dedicado a la optimización de los equipos de carguío y transporte.
- Staff de soporte (Cerro Verde & Modular) en coordinación permanente.

6.2. BENEFICIOS

Los alcances y expectativas que se concretan como beneficios con Intellimine se puede ver en:

- Mejorar en la productividad en carguío, acarreo, perforación y equipos auxiliares.
- Controlar la operación minera, controlando y asignando de forma óptima y automática la flota de acarreo, teniendo conocimiento de las ubicaciones, actividades y estatus de equipos de mina pudiéndolos controlar.
- Información de las operaciones y cálculo de KPIs de operaciones y mantenimiento (disponibilidad, utilización, MTBF, MTTR, etc.) en tiempo real permitiendo tener control de gestión de gran nivel, utilizando para esto un sistema integrado de información que nos permita elaborar planeamientos reales.

- Control en línea y tiempo real del avance y secuencia de perforación, así como control de pisos y proyectos obteniendo calidad en el carguío mejorando el trabajo de ore control pudiendo tener control de mezclas en línea y en tiempo real.
 - Disminución la dilución y pérdida de mineral.
 - Permite realizar la perforación y el carguío aun en malas condiciones climáticas.
 - Mejoramiento en la utilización de equipos de apoyo.
 - Apoya en el desarrollar mejores prácticas operativas.
 - Control de insumos y ahorros en insumos relevantes.
 - Asignación de trabajos y control de los mismos, mejorando los tiempos de respuesta de mantenimiento mina.
 - Calidad en la perforación, reduciendo y eliminando progresivamente las marcas físicas según los programas de cobertura satelital.

Otros beneficios:

- Integración MIMS, GSAP & DISPATCH.
- Monitoreo Online de signos vitales (VIMs, DDEX, Panel view, etc.)
- Control de carga en tiempo real (VIMs; PLM2; PLM3; SLM-II; etc.).
- Apoyo en la reducción de otras demoras operativas (tiempo cambio de turno, refrigerio, voladura, combustible, movimiento de equipos, etc.).
 - Control de uso y costo de neumáticos (TKPH).
 - Control Online de tiempos en los equipos auxiliares.
 - Llenado en línea de check list para la toma de acción oportuna.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES

La tecnología de control de procesos permite desarrollar sistemas avanzados de automatización, el reto es que estos sistemas permitan cumplir con el planeamiento.

Dispatch permite obtener asignaciones optimas y dinámicas de forma automática para la flota de camiones, para esto Dispatch presenta un plan de optimización donde interactúan algoritmos matemáticos que requieren de inputs lo mas reales posibles para arrojar outputs óptimos.

La tecnología GPS es una herramienta fundamental para que el Dispatch pueda trabajar con balizas virtuales de localización y así poder optimizar asignaciones.

Los algoritmos de Dispatch trabajan para tratar de eliminar los tiempos de espera de las flotas de carguio y acarreo, estos tiempos constituyen los KPIs primarios del Dispatch. Una mejora porcentual del tiempo de ciclo por esta mejora, redunda en el mismo porcentaje en la productividad efectiva de los camiones.

Las oportunidades que se presentan por tener datos y calculos de KPIs en tiempo real, brindan muchas posibilidades para la operación. Dispatch presenta herramientas muy potentes para la gestión de la información.

Es importante que la administración Dispatch asuma un rol proactivo en la operación, teniendo principal oportunidad de ser actor principal en las mejoras de los procesos unitarios.

Las herramientas de programación pueden ofrecernos muchas oportunidades al enlazarlas a un DBMS y obtener módulos que apoyen a la gestión efectiva del sistema.

El trabajar comparando la performance con valores óptimos de los fabricantes de equipo, permite que el DELTS C sea una herramienta muy potente para mejorar la gestión de las operaciones y encontrar oportunidades de sacar mejor provecho a un sistema de Despacho.

Se debe asegurar que la tecnología sobre la cual corre Dispatch, se adecue a las nuevas exigencias de las operaciones mineras. En todo caso depende de la buena salud tecnológica del sistema las asignaciones optimas que se puedan lograr con esto y por lo tanto depende del estado tecnológico del sistema, el que se obtengan ganancias en las productividades de los equipos.

El Dispatch apoya a la supervisión en la mejor gestión de las demoras operativas como son: El cambio de turno, el refrigerio, combustible, disparo, etc. El solo hecho de poder medirlas y monitorearlas permite su control.

Dispatch almacena gran cantidad de información que necesita ser analizada para encontrar oportunidades.

Mientras mas controles automáticos en el sistema, mejor se podrá gestionar los tiempos y menos error humano acarreará.

CAPITULO 8

RECOMENDACIONES

La principal recomendación para que el Dispatch opere eficientemente, es asegurando que se cuente con personal de mantenimiento del sistema, completamente involucrado con los objetivos de la empresa.

La disponibilidad del sistema debe estar por el 98% para asegura que se obtengan los mejores beneficios y oportunidades con el sistema.

Se tiene que garantizar un capacitación de alto novel de los despachadores y de la administración para asegurar el buen uso del sistema

Se recomienda que todos los integrantes del Dispatch tengan nivel de ingeniería, esto con el objetivo que se entienda los objetivos del sistema.

Es muy recomendable que se involucre a la administración en planes de entrenamientos conducentes a alentar desarrollos dentro del sistema que obtengan mejoras sustentables en el tiempo.

El compromiso de la gerencia general de la empresa es esencial para que el Dispatch pueda tener un rol muy importante dentro de las mejoras de la operación. Es muy importante definir desde un inicio los roles y responsabilidades de todos las áreas que interactuarán con el Dispatch.

BIBLIOGRAFÍA

1. Carmona, Carlos (2006), "Gestión en Dispatch".
Publicaciones de Modular Mining System, Santiago de Chile.
2. Carmona, Carlos (2002), "Administración Avanzada".
Publicaciones de Modular Mining System, Santiago de Chile.
3. Chung Ching, Augusto (2003), "Ingeniería Económica"
Editorial de la Universidad San Agustín.
4. Cordova, Jesús (2005), "Manual Práctico de Administración Dispatch".
Publicación del autor.
5. Hardley G. (1962), "Lineal Programming".
Addison Wesley. Reading, Massachuset.
6. Laston, Leon S. (1970), "Optimization Theory For Large Systems"
Macmillan, New York.
7. Mahiu, Jhonatan (2001), "Usando Dispatch ", Vol. 1 y 2.
Publicaciones de Modular Mining System, Tucson, E.U.A.
8. Mora Escobar, Hector (2004), "Programación Lineal".
Editorial de la facultad de ciencias, Universidad Nacional de Colombia.