

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN
DISPATCH EN ANTAPACCAY**

INFORME DE SUFICIENCIA

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

**ELABORADO POR:
JOSE LUIS ZAVALA VELAZCO**

**ASESOR:
Msc. Ing. JOSE ANTONIO CORIMANYA MAURICIO**

**LIMA – PERU
2014**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres
hermanos que en todo momento me dan
la fuerza necesaria para lograr todo lo
que me propongo en la vida.

RESUMEN

En la actualidad la minería ya no puede separarse de la tecnología si es que esta industria pretende seguir creciendo y siendo rentable en el futuro, ya que el control y la optimización de los procesos se ha vuelto vital para la búsqueda de la llamada excelencia operacional, es por eso que se han desarrollado sistemas de última generación como es el caso del sistema Dispatch que permite a las empresas mineras de clase mundial controlar y mejorar el performance de sus flotas principales y auxiliares para lograr una mayor productividad a bajos costos, trabajando con seguridad y sin tener ningún impacto socio ambiental, por tal motivo el presente Informe de suficiencia trata sobre la Implementación del sistema de gestión Dispatch en la unidad minera Antapaccay que pertenece a la empresa Glencore Xstrata, en el cual describiré la implementación de la red Cisco Mesh, el proceso de licitación, adjudicación para la prestación de servicios de la Implementación del Dispatch, implementación de todos los subsistemas del sistema Intellimine Dispatch en camiones, palas y equipos auxiliares, elaboración del sistema de reportes y un análisis del impacto que tiene el Sistema Dispatch sobre la operación una vez terminada su implementación.

El proceso de implementación de un sistema Dispatch es largo e involucra bastantes recursos por lo que este informe también podría ser utilizado como un procedimiento por colegas que en algún momento deban realizar una Implementación del Sistema Dispatch en una Mina nueva que recién va entrar en operación.

ABSTRACT

If mining industry nowadays is to continue to grow and to be profitable in the future, it cannot be separated from technology, since control and process optimization has become vital to the achievement of the so called operational excellence. That is why there has been developed next-generation systems such as the Dispatch System, that allows world class mining companies to monitor and improve the performance of their main and auxiliary fleets to achieve higher productivity at lower costs, working safely without having any environmental impact.

Therefore this report discusses the deployment of the Management Dispatch System in the Antapaccay mining unit, wich belongs to Glencore Xstrata company. This report describes the deployment of the Cisco Mesh network, the bidding process and adjudication to render service from the Dispatch implementation, the usage of all IntelliMine subsystems referring to trucks, shovels and ancillary equipment, elaboration of a report system and an analysis of the influence of the Dispatch System on operation once it's implementation is concluded.

The process of deployment of the Dispatch Management System takes time ----- involves many resources. That is why this report could also be used as a procedure for fellow colleagues who, at some point, will have to implement a Dispatch System in a new mine operation.

INDICE

INTRODUCCION	11
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	
1.1 Antecedentes	12
1.2 Generalidades	14
1.2.1 Ubicación	14
1.2.2 Geología del yacimiento	14
1.2.3 Planeamiento mina	16
1.2.4 Operaciones mina	17
1.2.5 Procesos	18
CAPITULO II: SISTEMA DISPATCH	
2.1 Necesidad de contar con un sistema Dispatch en Antapaccay	20
2.2 Beneficios de contar con un sistema Dispatch en Antapaccay	21
2.3 Descripción del sistema Dispatch	22
2.3.1 Dispatch	22
2.3.2 Alta precisión	24
2.3.3 Gestión de mantenimiento	26
2.4 Red inalámbrica Cisco Mesh	26
2.4.1 Descripción física de los equipos	27
CAPITULO III: IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE GESTION DISPATCH ANTAPACCAY	
3.1 Implementación de la red Cisco Mesh Antapaccay	31
3.1.1 Ubicación y configuración de equipos	32
3.1.2 Plan de pruebas	37
3.1.2.1 Convergencia de señal	37
3.1.2.2 Interferencia de señal	38
3.1.2.3 PHY data rate	38

3.1.2.4 Nivel de ruido	39
3.1.2.5 Relación señal / ruido	39
3.2 Logística para la implementación del sistema de gestión	
Dispatch Antapaccay	40
3.2.1 Documentos de la Licitación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay	40
3.2.2 Selección de postores	42
3.2.3 Entrega de propuestas	42
3.2.4 Proceso de evaluación	42
3.2.4.1 Evaluación técnica y de desarrollo sostenible	43
3.2.4.2 Evaluación económica	43
3.2.5 Proceso de negociación de propuestas	44
3.2.5.1 Factores técnicos 1ra y 2da Etapa	44
3.2.5.2 Factores económicos 1ra y 2da Etapa	46
3.2.5.3 Factores técnicos etapa final	46
3.2.5.4 Factores económico etapa final	47
3.2.6 Fases del proyecto y plan de implementación	47
3.2.6.1 Primera fase	48
3.2.6.1 Segunda fase	48
3.2.7 Contrato del sistema de gestión Dispatch Antapaccay	48
3.3 Implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay	49
3.3.1 Sistema de gestión Intellimine	50
3.3.2 Equipos Antapaccay	51
3.3.3 Cronograma de la implementación del sistema de Gestión Dispatch Antapaccay	53
3.3.4 Certificación y compatibilidad de la red Cisco Mesh Antapaccay con el sistema de gestión Dispatch Antapaccay	55
3.3.5 Instalación de hardware Dispatch	55
3.3.6 Instalación de software Dispatch	63
3.3.7 Implementación del intellimine reporting o PowerView	73
3.3.8 Implementación del sistema de reportes MISA (sistema de información minera Antapaccay)	75

3.3.9 Entrenamiento en el sistema de gestión Dispatch Antapaccay	77
3.3.10 Cierre de proyecto	77
3.3.11 Contrato de soporte y mantenimiento del sistema de gestión Dispatch Antapaccay (CCA)	78
3.3.12 Implementación de la sala de control Dispatch Antapaccay	80

CAPITULO IV: RESULTADOS OBTENIDOS DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE GESTION DISPATCH ANTAPACCAI

4.1 Calculo y comparación de Kpi's claves de la operación	82
4.2 Resultados obtenidos por Dispatch Nextgen	89
4.3 Resultados obtenidos por Provision 3	90
4.4 Resultados obtenidos por Provision 2	91
4.5 Resultados obtenidos por Minecare	91

CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFIA	97
ANEXOS	99

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación Antapaccay	14
Figura 1.2 Plano geológico superficial y en profundidad de Antapaccay	15
Figura 1.3 Planeamiento corto plazo	17
Figura 1.4 Planeamiento largo plazo	17
Figura 1.5 Tajo Antapaccay	18
Figura 1.6 Procesos en Antapaccay	19
Figura 2.1 Modelo de asignación Dispatch	24
Figura 2.2 WLC	28
Figura 2.3 Cisco aironet 1524 access point	29
Figura 2.4 Topología de red	30
Figura 3.1 Configuración del WCL	32
Figura 3.2 Conexionado Torre_1 y switch IE3000 en el gabinete de la torre_1	33
Figura 3.3 Conexionado Torre_1 y montaje de AP1522 en Torre_1	34
Figura 3.4 Carreta móvil	35
Figura 3.5 Conexión enlace PTP600 condorsollana y la Torre_2	36
Figura 3.6 Arquitectura de la red Cisco Mesh Antapaccay	36
Figura 3.7 Convergencia de señal	37
Figura 3.8 Interferencia Co-Canal	38
Figura 3.9 Data rate	38
Figura 3.10 Nivel de ruido	39
Figura 3.11 Relación señal / ruido	39
Figura 3.12 Sistema de gestión Intellimine	50
Figura 3.13 Esquemático estándar de hardware Dispatch en camiones	58
Figura 3.14 Hardware Dispatch en camiones	60
Figura 3.15 Hardware Dispatch en equipo auxiliar	61
Figura 3.16 Hardware Dispatch en palas y cargadores	61
Figura 3.17 Hardware Dispatch en perforadoras	62
Figura 3.18 Ground Station Antapaccay	63

Figura 3.19 Componentes del Dispatch Nextgen	65
Figura 3.20 Panel de control	66
Figura 3.21 Excepciones	66
Figura 3.22 Keypad	67
Figura 3.23 Haulroute	67
Figura 3.24 Minegraphics Dispatch Nextgen	68
Figura 3.25 Componentes del Provision 3	68
Figura 3.26 Minegraphics Provision 3	69
Figura 3.27 PTX alta precisión	69
Figura 3.28 Componentes de Provision 2	70
Figura 3.29 Taladros perforados vs taladros planeados	71
Figura 3.30 Registro de estado en perforadoras	71
Figura 3.31 Componentes de Minecare	72
Figura 3.32 Módulos de Minecare	72
Figura 3.33 Intellimine reporting	71
Figura 3.34 MISA	76
Figura 3.35 Reportes MISA	76
Figura 3.36 Sala de control Dispatch Antapaccay	81
Figura 4.1 Producción	83
Figura 4.2 Movimiento de material	83
Figura 4.3 Material enviado a chancadora	84
Figura 4.4 TKPH camiones	84
Figura 4.5 TMS/Hr palas	85
Figura 4.6 Disponibilidad palas	85
Figura 4.7 Utilización palas	86
Figura 4.8 Disponibilidad camiones	86
Figura 6.9 Utilización camiones	87
Figura 4.10 Disponibilidad equipo auxiliar	87
Figura 4.11 Utilización equipo auxiliar	88
Figura 4.12 Queue	88
Figura 4.13 Hang	88

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Clasificación de material por UGM	16
Tabla 1.2 Parámetros mina	18
Tabla 3.1 Enlace punto a punto	35
Tabla 3.2 Postores de la licitación	42
Tabla 3.3 Evaluación técnica	43
Tabla 3.4 Evaluación de desarrollo sostenible	43
Tabla 3.5 Evaluación económica	43
Tabla 3.6 Factores técnicos 1ra y 2da etapa	44
Tabla 3.7 Factores económicos 1ra y 2da etapa	46
Tabla 3.8 Factores técnicos etapa final	46
Tabla 3.9 Factores económicos etapa final	47
Tabla 3.10 IAR vs EAR	48
Tabla 3.11 Equipos Antapaccay	51
Tabla 3.12 Fase 1: Requisitos para la implementación del sistema Dispatch Antapaccay	53
Tabla 3.13 Fase 2: Implementación de hardware y software del sistema de gestión Dispatch Antapaccay	54
Tabla 3.14 Fase3: Cierre de proyecto	53
Tabla 3.15 Compra de equipos en remplazo de radio bullet	56
Tabla 3.16 Compra de equipos en remplazo de antena wireless	56
Tabla 3.17 Compra de equipos en remplazo de GPS	56
Tabla 3.18 Equipo devuelto a Modular Mining	57
Tabla 3.19 Costo adicional para instalación de hardware Dispatch	57
Tabla 3.20 Personal involucrado para la instalación de hardware Dispatch	57
Tabla 3.21 Sistema de gestión Dispatch instalado en Antapaccay	63
Tabla 3.22 Servidores del sistema de gestión Dispatch Antapaccay	63
Tabla 3.23 Licencias del sistema de gestión Dispatch Antapaccay	64
Tabla 3.24 Personal involucrado para la instalación de software Dispatch	65
Tabla 3.25 Entrenamiento del sistema de gestión Dispatch Antapaccay	77

INTRODUCCION

Antapaccay siendo una operación de clase mundial ya había considerado en la etapa de proyecto contar con un sistema de gestión Dispatch, que permita controlar y mejorar el performance de sus flotas principales y auxiliares para lograr una mayor productividad a bajos costos, trabajando con seguridad y sin tener ningún impacto socio ambiental una vez que inicie la operación, es por esto que surgieron las siguientes interrogantes : ¿Qué empresas en el mercado ofrecen el servicio de Dispatch?, ¿Cómo se llevaría a cabo la implementación del sistema de gestión Dispatch en Antapaccay?, ¿Qué tipo de red inalámbrica se necesitaría en Antapaccay para transferir la información del Dispatch?.

Para resolver todas estas incógnitas fue necesario desarrollar y aplicar un procedimiento para poder implementar el sistema de gestión Dispatch Antapaccay y a su vez pueda servir como referencia para poder realizar una implementación del sistema Dispatch en una operación nueva.

Este capítulo trata sobre la historia de Antapaccay, los antecedentes del Dispatch e información general de Antapaccay.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Antecedentes.- Antapaccay es una unidad productora de concentrados de cobre que pertenece al grupo Glencore cuya historia está ligada a la Historia de Tintaya, la cual se explica a continuación:

- En 1917, la empresa Andes Exploration of Mine realizó las primeras perforaciones y confirmó la existencia de mineral.
- En 1980, se constituyó la Empresa Estatal Minera Asociada Tintaya S.A. (EMATISA), la cual cambió su estatus legal mediante el D.L. N° 109 y se convirtió en Empresa Especial Tintaya S.A. (Tintaya S.A.).
- Las operaciones se iniciaron en 1985.
- En 1994, el gobierno dispuso la privatización de las empresas públicas. El consorcio norteamericano Magna Copper Co. /Global Magma Ltd. se adjudicó la buena pro en una subasta internacional. La nueva Junta General de Accionistas decidió modificar totalmente el estatuto y la denominación social de la empresa Magma Tintaya S.A., subsidiaria de Magma Copper Co.

- En 1996, Magma Copper Company, hasta entonces propietaria del yacimiento de Tintaya, fue comprada por Broken Hill Proprietary Inc. (BHP), compañía australiana especializada en el área de la industria y extracción de recursos naturales.
- En 2001, BHP Ltda. se fusionó con la compañía inglesa Billiton Plc. Tras esta operación, la empresa peruana asumió el nombre de BHP Billiton Tintaya S.A. y se implementa el Sistema Dispatch Tintaya la cual Transfería datos por Frecuencia UHF radio y se tuvo la versión Dispatch REV D en plataforma Linux.
- En 2006, Xstrata, importante grupo minero global y diversificado con presencia en las bolsas de valores de Londres y Suiza, con sede en Zug, Suiza, adquirió Tintaya, y dio vida a la empresa Xstrata Tintaya S.A.
- En 2010 teniendo en cuenta que las operaciones de Tintaya culminan en el año 2012, Xstrata Copper decide ampliar la operación y utilizar los recursos de la reserva Antapaccay. De esta forma, asegura la continuidad de la minería en Espinar hasta el año 2036.
- En noviembre de 2012 inicia operaciones Antapaccay, se inicia el cierre progresivo de la mina Tintaya y se da de baja al sistema Dispatch Tintaya que ya había cumplido su tiempo de vida y por ser obsoleto.
- En marzo de 2013 se Implementa el Sistema de Gestión Dispatch Antapaccay que transfiere datos mediante una red wireless Cisco Mesh y está diseñada plataforma Windows.
- En Mayo de 2013 se aprueba la fusión Glencore-Xstrata y toma control de Antapaccay creando la empresa Compañía Minera Antapaccay S.A.

1.2 Generalidades.- A continuación se describe información general de Antapaccay.

1.2.1 Ubicación.- Antapaccay está ubicada en la provincia de Espinar a 4,100 metros sobre el nivel del mar, aproximadamente a 260 kilómetros de las ciudades de Cusco y Arequipa, en la figura 1.1 se observa la ubicación de Antapaccay.



Figura 1.1 Ubicación Antapaccay.
Fuente: Licitación Nro. LA-007-11.

1.2.2 Geología del yacimiento.- Antapaccay corresponde a un depósito tipo pórfido-skarn de Cu (Ag-Au-Mo) de edad 36.1-35.5 Ma eocena-oligocena del batolito de Andahuaylas-Yauri, con leyes media-altas.

La mineralización principalmente está emplazado en rocas intrusivas de composición pórfido cuarzo monzonitas como disseminación, stock work, brechas hidrotermales y en contacto con las rocas pre minerales como dioritas, calizas de la formación Ferrobamba (mármol), lutitas calcareas, limolitas de la formación Mara (hornfels) y areniscas de la formación Soraya (cuarcitas), formando brechas mineralizadas hidrotermales y de contacto, stock work en sedimentarios. Las mayores leyes de cobre formados por minerales de calcopirita, bornita y calcocita se encuentran en el Skarn

que es muy irregular su ocurrencia y en las brechas hidrotermales del mismo pórfido y de contacto con las rocas clásticas (hornfels y cuarcitas).

El Batolito Andahuaylas-Yauri y principalmente los intrusivos de Antapaccay son calco-alcalinos con alto Na-Al-Ca-Sr-V y bajo K-Ti-Y-Yb-Zr y composicionalmente va de gabro-horblenda a través de diorita a granodioritas. El magmatismo asociado con la mineralización porfirítica de Cu (Ag-Au-Mo) en Antapaccay fue coincidente con un periodo de rápido crecimiento cortical de más de 10 km de espesor en menos de 5 Ma, creando un proto-altiplano con 58 km de espesor en el eoceno tardío. Los esfuerzos compresivos horizontales son responsables del engrosamiento cortical atrapando magmas hidratados en profundidad donde ellos obtienen fertilidad metal génica por múltiples ciclos de diferenciación y recarga máfica dominadas por horblenda, las cuales se observan en la Figura 1.2.

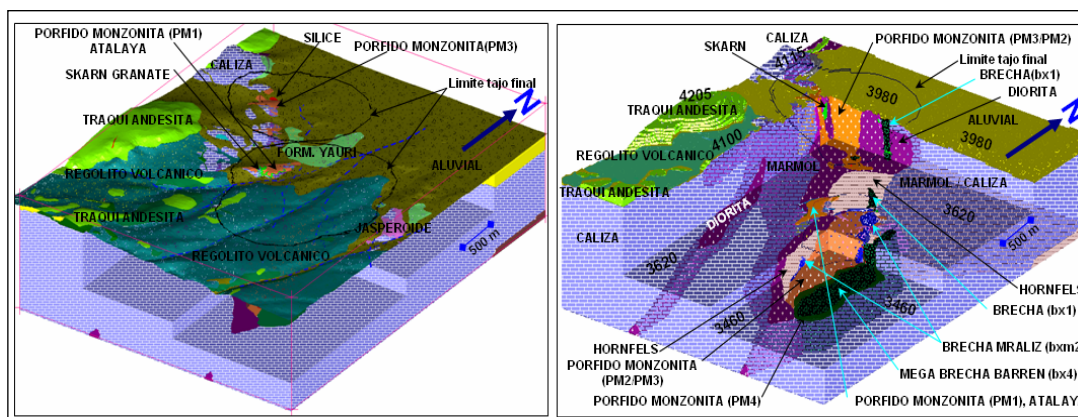


Figura 1.2 Plano geológico superficial y en profundidad de Antapaccay.

Fuente: Deposito porfido-skarn Antapaccay.

Las reservas probadas y probables del proyecto Antapaccay alcanzan los 495Mt con una ley de cobre 0.62% considerando una ley de corte de 0.2% de Cu clasificándose el pit final básicamente 2 zonas concéntricas: Antapaccay Norte y Sur.

El cobre ha sido interpolado usando la metodología de kriging ordinario utilizando a la litología como parámetro de control. Los otros metales fueron estimados por inverso de la distancia dado que no es de suficiente interés económico.

El mineral se ha clasificado mediante UGM y se describe en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Clasificación de material por UGM.

Item	Material	Codigo	Color	Cod. #	Ley		UGM	Ratox
					Min.	Max.		
1	Porfido Sulfuro - Alta	PSUA		01	0.8	>	1	0.00 a 0.10
2	Porfido Mixto - Alta	PMIA		02	0.8	>	2	0.10 a 0.20
3	Porfido Brecha Yeso - Alta	PBYA		03	0.8	>	3	0.10 a 0.25
4	Brecha Mineralizada - Alta	BMIA		04	0.8	>	4	0.10 a 0.25
5	Skarn - Alta	SKAA		05	0.8	>	5	0.00 a 0.35
6	Marginal	MARG		06	0.14	0.3	1	0.00 a 0.10
7	Oxidos	OXID		07	0.33	>	7	> 0.35
8	Porfido Mixto Complejo - Alta	PMCA		08	0.8	>	8	0.20 a 0.35
9	Porfido Sulfuro - Baja	PSUB		11	0.3	0.8	1	0.00 a 0.10
10	Porfido Mixto - Baja	PMIB		12	0.3	0.8	2	0.10 a 0.20
11	Porfido Brecha Yeso - Baja	PBYB		13	0.3	0.8	3	0.10 a 0.25
12	Brecha Mineralizada - Baja	BMIB		14	0.3	0.8	4	0.10 a 0.25
13	Skarn - Baja	SKAB		15	0.3	0.8	5	0.00 a 0.35
14	Porfido Mixto Complejo - Baja	PMCB		18	0.3	0.8	8	0.20 a 0.35
15	Desmonte	DES		21	0	0.14	-	-
16	Cobertura	COB		22	0	0.14	-	-
17	Formación Yauri	FMY		23	0	0.14	-	-
18	Morrena	MOR		24	0	0.14	-	-
19	Relleno	RELL		25	0	0.14	-	-
20	Ripio	RIP		26	0	0.14	-	-
21	Mezcla	MEZ		27	0	0.14	-	-
22	Desmonte Py	DESPY		28	0	0.14	-	-

Fuente: Deposito porfido-skarn Antapaccay.

1.2.3 Planeamiento mina.- Es el área encargada de desarrollar alternativas del plan operativo de la mina, en el corto plazo realizar planes semanales y mensuales hasta el trimestre, en el largo plazo realizar el planeamiento estratégico de la mina (reportar las reservas existentes, realizar el diseño del Pit Final etc.), en la Figura 1.3 se observa plan de minado semanal, mallas de perforación y límites de minado.

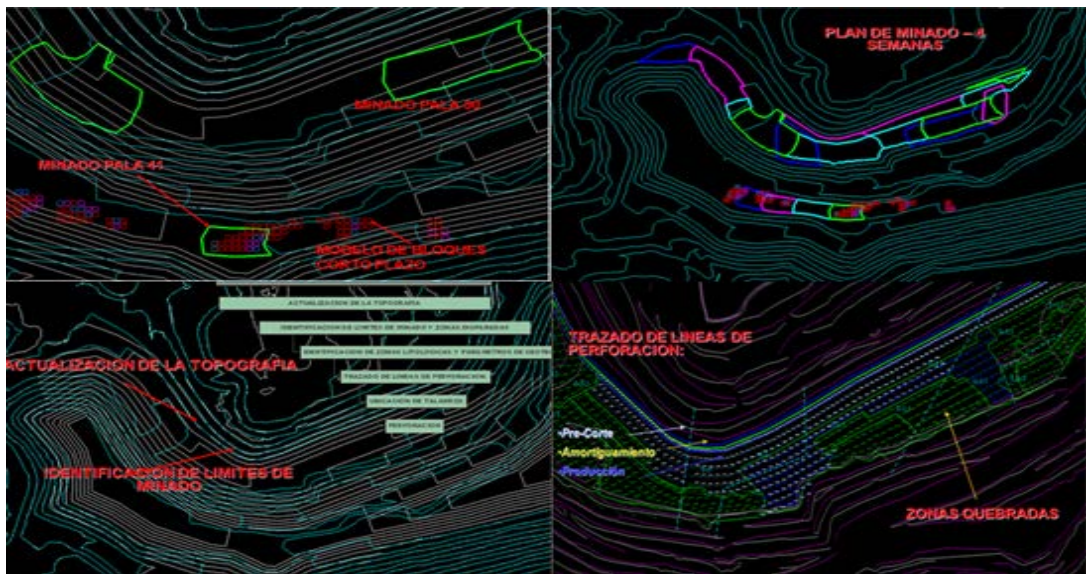


Figura 1.3 Planeamiento corto plazo.
Fuente: Presentación inducción Antapaccay 2013.

En la Figura 1.4 se observa plan de equipos al 2036 y plan de minado en el 3er trimestre 2015.

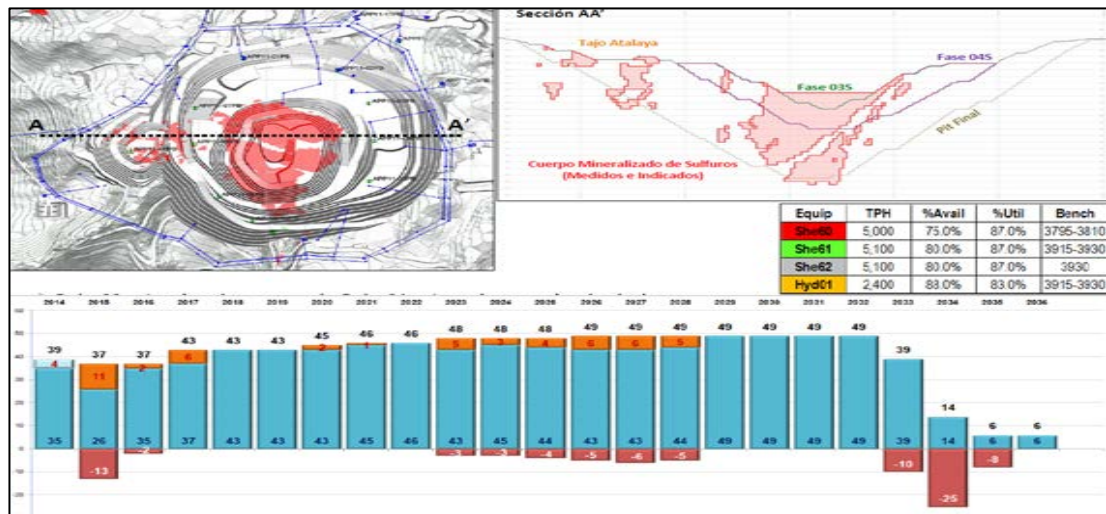


Figura 1.4 Planeamiento largo plazo.
Fuente: Presentación LOM Antapaccay 2014.

1.2.4 Operaciones Mina.- Es el área que se encarga de realizar todo el proceso operativo para poder obtener los recursos minerales del subsuelo y lo realiza mediante explotación a tajo abierto y que se encarga de cumplir los planes de

minado, en la tabla 1.2 se observa información general de operaciones Mina.

Tabla 1.2 Parámetros mina.

Parámetros	Cantidad
Producción promedio	330,000 TM/D
Alimentación a planta	70,000 TM/D
Relación de desbroce	1.5
Altura de banco	15 m
Ángulo de banco	37° o 63°
Bermas	7.5 m
Ancho de rampas	35 m
Gradiente de rampas	10%
Palas	B495HR, C6060FS, P&H2800, P&H2300
Cargadores	LT2350, LT1850, C994F, KWA900
Camiones	C785B, K830E, C793D, K930E, C797F
Equipos auxiliares	CD11T, C10D10T, C844H, C24M, C16M, KHD1500
Perforadoras	B39HR, B49HR, P&H100B, D90KS
Diámetro de perforación	P 12.25", S 5"
Malla de perforación	M 8x8.5, D 9x9.5
Profundidad de taladro	15-17m
Explosivo utilizado	Heavy Anfo 37, 46, 55, 64
Factor de potencia	M 0.24 Kg/TM, D 0.20 Kg/TM
Material quebrado	260,000 - 300,000 TM/D
Tasa horaria de Chancadora	6,000 TMPH
Diámetro de salida de chancadora Primaria	6" - 8"
Disponibilidad de Planta	92%
Recuperación Cu	88%
Ley de concentrado Cu	36%
Tasa de producción de concentrado	1,070 TM/D
Tasa de producción de relaves	75,020 TM/D

Fuente: Presentación inducción Antapaccay 2013.

En la figura 1.5 se observa el tajo Antapaccay y que el tránsito de equipos se realiza por la izquierda.



Figura 1.5 Tajo Antapaccay.

Fuente: Presentación inducción Antapaccay 2013.

1.2.5 Procesos.- Es el área que se encarga de recibir el mineral enviado por mina en la chancadora primaria para luego enviar el mineral al molino SAG y,

posteriormente, al molino de bolas para reducir su tamaño de acuerdo a los requerimientos de la siguiente etapa de flotación, la pulpa es enviada a los espesadores para reducirles el agua y proporcionar un transporte económico y adecuado y enviarlo a Matarani, en la Figura 1.6 se observa el ciclo minero en Antapaccay.



Figura 1.6 Procesos en Antapaccay.
Fuente: Presentación inducción Antapaccay 2013.

CAPITULO II

SISTEMA DISPATCH

El sistema Dispatch es un sistema integrado que permite optimizar las operaciones de la mina basado en información en tiempo real, esta optimización ayuda a la mina a aumentar la productividad y reducir los costos operacionales.

Por lo expuesto es que este capítulo trata sobre el funcionamiento, la necesidad y los beneficios de contar con un sistema Dispatch, así como de contar con una red inalámbrica para poder transmitir los datos que genera el Dispatch.

2.1 Necesidad de contar con un sistema Dispatch en Antapaccay.

Compañía Minera Antapaccay S.A. es una empresa minera privada dedicada a la explotación y exportación de concentrado de cobre, la cual como una operación minera de clase mundial requiere implementar sistemas de última generación como es el caso del sistema de gestión Dispatch que permite controlar y mejorar el performance de sus flotas principales y auxiliares para lograr una mayor productividad a costos bajos, trabajando con seguridad y sin tener ningún impacto socio ambiental.

2.2 Beneficios de contar con un sistema Dispatch en Antapaccay.

El sistema de gestión Dispatch presenta los siguientes beneficios:

- Con Dispatch se tiene control de asignación de equipos para maximizar su productividad, control de tiempos, visualizar en tiempo real el movimiento de los equipos, mejorar el cambio de guardia, reportes de producción en tiempo real e histórico para toma de decisiones , mejorar el ciclo de acarreo, mejorar las esperas en tiempo real e histórico, controlar TKPH en tiempo real, administrar los registros de estado de equipos, controlar las velocidades de los camiones, visualizar KPI's de desempeño de despachadores y operadores, alineamiento de los equipos de trabajo, gestión de servicio de combustible, monitorear el estado de los equipos auxiliares.
- Con la alta precisión se delimita el material minado en base a polígonos o capas, identificación de la ley del bloque y de la mezcla de la carga, control de la ley del banco, monitoreo de la inclinación del equipo, supervisión remota de la operación realizada, detección de proximidad de equipos, eliminación de las estacas que marcan los límites y el levantamiento topográfico, registro de accesorios de perforación, visualizar signos vitales de perforadoras, reconocimiento del tipo de roca, navegación en taladros, control de componentes de perforación.
- Con el sistema de gestión de mantenimiento se tiene costos de mantenimiento más bajos, , incremento de la disponibilidad de los equipos, mejora la confiabilidad de los equipos, minimiza las fallas catastróficas reduce los mantenimientos no planificados, incrementa la capacidad de producción y mantenimiento, mejora la localización de problemas y los diagnósticos, reduce los dobles trabajos, baja los

gastos de capital, reduce el inventarios de los repuestos y las demoras logísticas, permite observar signos vitales de los equipos en tiempo real e histórica para toma de desiciones.

2.3 Descripción del sistema Dispatch.- El sistema Dispatch es una solución de administración minera proactiva que le permite a la mina implementar estrategias específicas de producción utilizando un extenso grupo de herramientas.

El sistema Dispatch se divide en gestión de mina mediante Dispatch para maximización de productividad de equipos, alta Precisión para un control minucioso de los trabajos mediante posicionamiento GPS y gestión de mantenimiento para reducir los costos del ciclo de vida de equipos a través de la administración en tiempo real de los procesos de mantenimiento y control de componentes

2.3.1 Dispatch.- El sistema ofrece un aumento en la productividad y una mayor eficiencia mediante una probada optimización de la flota. Otras características incluyen el posicionamiento del equipo basado en tecnología GPS, equipos de monitoreo de salud, seguimiento de mantención de los equipos, control de mezcla, producción, elaboración de reportes, control de velocidades, control de combustible, monitorea constantemente cada componente del ciclo de carguío y transporte, principalmente: rutas, velocidades, estado de operación de cada equipo (operativo, demora, Stand By, mantención y reparación), objetivos de producción, cobertura de equipos de carguío.

Los algoritmos que utiliza la aplicación son algoritmos matemáticos ligados a la lógica de la función objetivo de un modelo de operación minera y cuenta con tres algoritmos matemáticos:

- **El modelo de la mejor ruta.**

Es usado para determinar la menor trayectoria entre dos puntos cualesquiera de la malla de rutas de la mina. Además, el sistema calcula la menor trayectoria, desde cada punto a todos los otros puntos de la mina, cada vez que hay un cambio en la malla de rutas y también cuando el modelo optimizante sea recalculado.

- **El modelo de programación lineal**

Genera el plan maestro teórico para maximizar la producción global de la mina.

El modelo de la PL contiene óptimos circuitos para los puntos de carguío (palas) a los puntos de descarga (botaderos, chancadora, etc.).

- **El modelo de programación dinámica**

Obtiene tasas de flujos planificadas en el modelo de PL con tiempos reales de asignaciones de camiones.

Los requerimientos para asignaciones son recibidos desde terreno, y el modelo de PD intenta lograr e imponer al modelo de la PL según el flujo de los camiones para carguío y descarga.

En la Figura 2.1 se observa el modelo que utiliza Dispatch para asignar camiones.

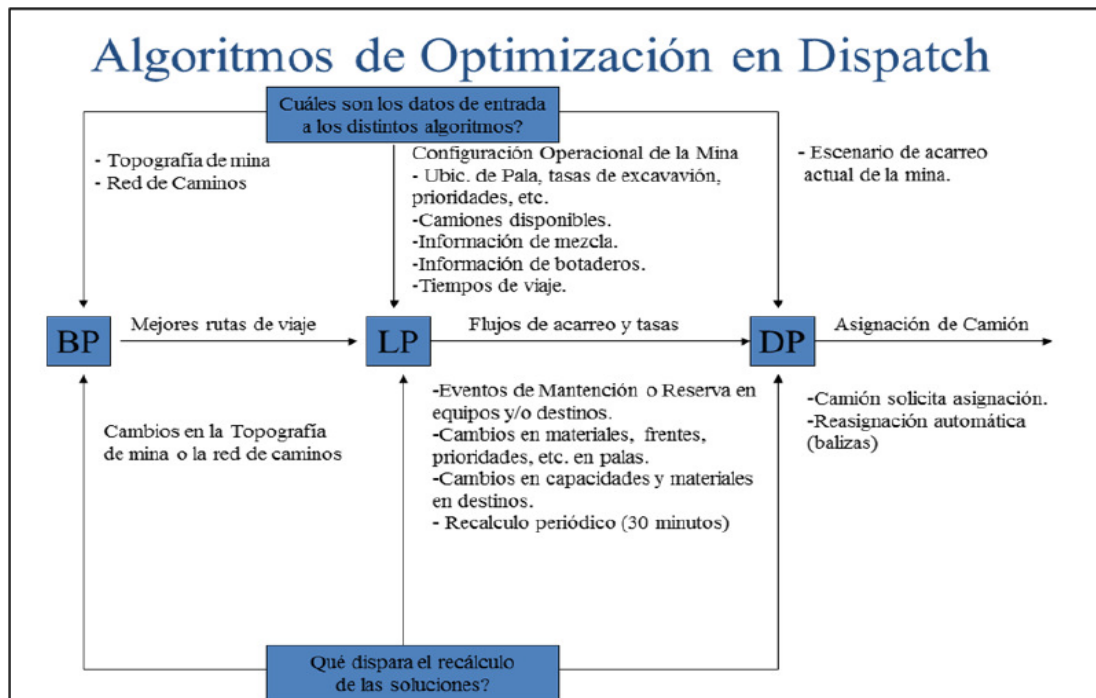


Figura 2.1 Modelo de asignación Dispatch.

Fuente: Scope of work Antapaccay.

Para cualquier momento del tiempo existe una solución matemática para un plan óptimo de tráfico en una mina a tajo abierto. Dicho plan de flujo óptimo es calculado a través de la PL. El módulo PL considera todas las restricciones impuestas por la mina para la elaboración del plan de flujo de tráfico óptimo y calcula la solución en menos de un segundo, finalmente, la asignación de los camiones se obtiene sólo al combinar los resultados del plan de flujo óptimo de tráfico con el módulo de despacho heurístico (PD).

2.3.2 Alta precisión.- Es un sistema totalmente integrado que está diseñado para saber la posición exacta del equipo basado en el sistema de posicionamiento global (GPS) de alta precisión para aumentar la productividad y facilitar la realización de los objetivos y tareas planificadas

- **Alta precisión en palas y cargadores.-** El sistema de posicionamiento tridimensional del balde en conjunto con el GPS de gran precisión, monitorean de forma continua el movimiento real del balde de la pala, en relación con los límites del mineral, la pendiente de los bancos diseñados, los polígonos de material, pendientes, elevación del equipo, mezcla precisa, detección de proximidad, identificación de hazards etc.

Las comunicaciones inalámbricas con gran ancho de banda acercan la topografía y la geología al operador y logran una férrea integración con el plan mina, lo cual permite actualizaciones en tiempo real en terreno.

- **Alta precisión en perforadoras.-** Es un sistema totalmente integrado que está diseñado para aumentar la productividad de las perforaciones de taladros para voladuras en minas a tajo abierto, también permite monitorear los signos vitales de las perforadoras lo que mejora la utilización de la perforadora, el operador puede observar las mallas de perforación en sus pantallas lo que permite comparar los taladros perforados planeados vs los actuales, facilitando cumplimiento del plan más reciente y no tener la necesidad de marcar los taladros en campo ya que el sistema posiciona a la perforadora el lugar exacto donde se desea hacer la perforación, lo que a su vez, mejora considerablemente el rendimiento del operador y disminuye las actividades de topografía.

El sistema registra en forma detallada y automática los datos de perforación como pull down, velocidad de rotación, tasa de penetración, profundidad y presión de aire. El sistema prácticamente elimina la posibilidad de perforaciones en exceso o defecto y la necesidad de volver a perforar. Todo esto permite mejorar los niveles de los bancos, los costos relacionados con insumos para perforadoras.

2.3.3 Gestión de mantenimiento.- Es un sistema de mantenimiento diseñada para reducir los costos del ciclo de vida de equipos móviles a través de la administración en tiempo real de los procesos de mantenimiento y del estado de los equipos. El monitoreo remoto de las condiciones, historial de mantenimiento y los datos operacionales se integran para proveerle al usuario final información suficiente para tomar decisiones de mantenimiento óptimas.

El sistema de gestión de mantenimiento recolecta los datos de los signos vitales de los equipos mediante interfaces para detectar condiciones anómalas lo cual reduce las probabilidades de una falla catastrófica y permite que se completen más reparaciones durante periodos programados de mantenimiento, lo que resulta en costos reducidos.

Las herramientas de diagnóstico avanzadas permiten que el personal de mantenimiento realice una cantidad significativa de localización de problemas y diagnósticos en forma remota sin interrumpir el ciclo de carguío y acarreo minimizando el tiempo muerto. La documentación mejorada de las fallas de los equipos y las actividades de reparación respaldan los programas de mantenimiento avanzados, tales como el mantenimiento centrado en la fiabilidad, modos de falla y análisis de efectos, y análisis del origen de las causas de las fallas.

2.4 Red inalámbrica Cisco Mesh.- Para el funcionamiento del sistema de gestión Dispatch Antapaccay como requisito principal es contar con una red Inalámbrica LAN (Local Area Networking) a través de la cual los equipos Dispatch se puedan comunicar, tener un control de las operaciones y poder transmitir datos, es por eso que

después de realizar una Licitación y de analizar varias propuestas técnicas-económicas de redes inalámbricas en el mercado, se decidió que se debía utilizar equipamiento Cisco, basado en tecnología “Wireless MESH” que específicamente es una red Cisco Mesh “Malla Inalámbrica Cisco” que entrega conectividad inalámbrica con estándar IEEE802.11 para equipamiento estático y móvil, y a la vez comunicaciones de Backbone que permiten una rápida y fácil expansión de cobertura añadiendo nuevos nodos Mesh sin la necesidad de existir un punto de red o la utilización de otros equipos.

Los access points pueden ser configurados de dos maneras:

- RAP (Rooftop Access Points): Equipos conectados directamente a la red alambrada.
- MAP (MESH Access Points): Equipos sin conexión a la red inalámbrica.

2.4.1 Descripción física de los equipos.- Para el funcionamiento de la red Inalambrica Cisco Mesh es necesario contar con los siguientes equipos:

- **Fibra óptica.-** es un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir, es un medio de transmisión que envía gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio y superiores a las de cable convencional, son el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, también se utilizan para redes locales como las que tienen las minas.
- **WCS (Cisco Wireless Control System).-** Es un software que permitirá la

gestión y el monitoreo remoto de la plataforma de red Wireless, está configurado para soportar un máximo de 100 Access Points.

- **WLC (Cisco Wireless LAN Controller Control System).**- Es un Controlador que permite tener una interfaz entre los Lightweight Access Points y la red LAN, recibe y actúa sobre el tráfico de gestión de los Lightweight Access Points, controlan los parámetros de radio frecuencia, potencia, velocidad, seguridad, calidad de servicio, movilidad y gestión de los Lightweight Access Points y soporta hasta cien (100) Lightweight Access Points.

En la Figura 2.2 se observa un controlador.



Figura 2.2 WLC.

Fuente: Proyecto de implementación de red Cisco Mesh bajo Antapaccay.

- **AP-1524SB.**- Cisco Aironet 1524 Access Point Outdoor Mesh. El modelo LAP1524 es una plataforma de radio múltiple que soporta 2,4GHz, 5GHz y 4,9GHz. Los puntos de acceso Cisco Mesh utilizan el protocolo de enrutamiento inteligente Adaptive Path Wireless (AWPP), esto permite que cada punto de acceso identifique a sus vecinos y de forma inteligente elige la ruta más óptima a la red cableada mediante el cálculo del costo de cada ruta en términos de intensidad de la señal y el número de saltos necesarios para llegar a un controlador.

En la Figura 2.3 se observa el AP 1524.

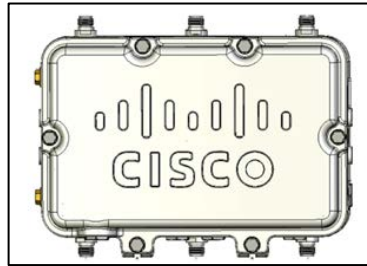


Figura 2.3 Cisco aironet 1524 access point.

Fuente: Proyecto de implementación de red Cisco Mesh bajo Antapaccay.

- **AP-1522.-** Cisco Aironet 1522 Access Point Outdoor Mesh cuyos puntos de acceso están equipados con una radio 802.11a que se utiliza para el enlace inalámbrico de la red Mesh y una radio 802.11b / g que permite el acceso del cliente como una configuración de software, la radio 802.11a también puede ser utilizado para el acceso del cliente. Punto de acceso utilizado como RAP.
- **Switch Cisco IE-3000-4TC-E.-** Está diseñado para soportar una amplia gama de protocolos ethernet industriales y cuenta con un controlador lógico programable (PLC) con factor de forma de diseño con clasificaciones extendidas de medio ambiente, refrigeración por convección, de montaje en riel DIN, entrada de alimentación redundante 24VDC, relés de alarma, y la inmunidad contra sobretensiones / ruido, también permiten una fácil configuración, optimizado para aplicaciones de ethernet industriales (por ejemplo, ethernet / IP). El control de multidifusión, priorización de tráfico, y las características de seguridad se especifican en las plantillas por defecto recomendados para estos protocolos.
- **Antenas Wireless.-** Los access points propuestos emplearán diferentes tipos de antenas Cisco Wireless de 2.4 y 5.8 GHz de 6, 9, 12 y 15 dbi de ganancia, y que se configuran de acuerdo al tipo de polarización, ganancia y ángulos de apertura vertical y horizontal.

En la Figura 2.4 se observa topología (diseño de red) multifuncional de una red Cisco Mesh.

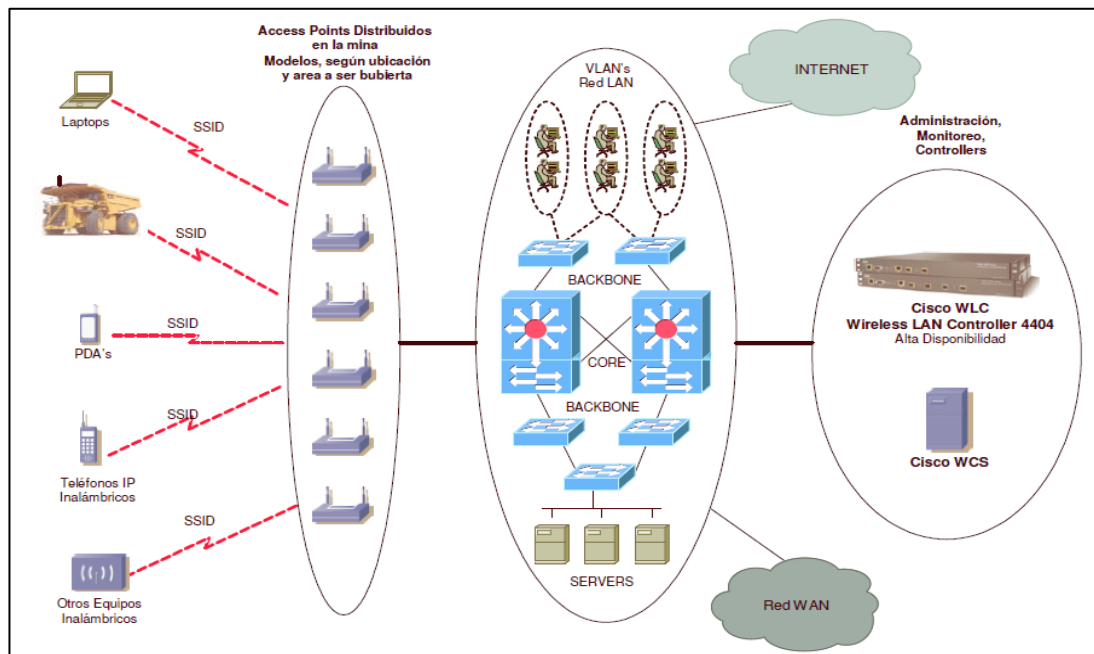


Figura 2.4 Topología de red.

Fuente: Proyecto de implementación de red Cisco Mesh tajo Antapaccay.

CAPITULO III
IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE GESTION DISPATCH
ANTAPACCAY

El presente capítulo describe todo el proceso que se realizó para implementar sistema Dispatch en Antapaccay, iniciando por la implementación de la red Cisco Mesh Antapaccay para que pueda funcionar el sistema Dispatch, todo el proceso logístico que se realizó antes del inicio de la implementación como la licitación , evaluación de las propuestas técnicas – económicas, contrato de los servicios de implementación del sistema Dispatch, y para finalizar la instalación y personalización del hardware y software del sistema de gestión Dispatch Antapaccay, este fue un proceso largo y de utilización de bastantes recursos además de una coordinación efectiva con las diferentes áreas involucradas.

3.1 Implementación de la red Cisco Mesh Antapaccay.- La red Cisco Mesh Antapaccay se encuentra controlada de forma centralizada por una plataforma inteligente, lo que permite una alta disponibilidad y performance además de una fácil administración.

La solución contempla la siguiente infraestructura de comunicaciones:

- Enlace punto a punto PTP600, redundancia de enlace punto a punto de fibra óptica.
- Equipamiento centralizado de control de redes inalámbricas, Cisco Wireless LAN
- Controller (WLC)
- Solución de gestión avanzada, Cisco Wireless Control System (WCS)
- 9 puntos de acceso Mesh (6 Root Access Point y 3 Mesh Access Point)

La implementación fue realizada por la empresa C2 Mining Solutions S.A.C con la supervisión del personal de TI (Tecnología de Información) y Administración Dispatch por un costo de USD 600,000.

3.1.1 Ubicación y configuración de equipos.- Los controladores se encuentran redundantes en un dominio de movilidad por defecto, firmware versión 7.0.230, cuyas interfaces, SSID Name y Template de WLAN se observan en la figura 3.1

IP Address	Controller Name	Type	Location	Software Version	Mobility Group Name	Reachability Status	Audit Status
10.51.62.2	pektywlc001	4400	Datarson TI	7.0.230.0	default	Reachable	Identical
10.51.62.3	pektywlc002	4400	Datarson Orus	7.0.230.0	default	Reachable	Identical

Interface Name	VLAN Identifier	IP Address	Interface Type	AP Management
an-manager	116	10.51.62.3	Static	N/A
clientes	113	10.51.61.2	Dynamic	Disabled
management	116	10.51.62.2	Static	N/A
stratum-soc1	N/A	192.168.1.1	Static	N/A
virtual	N/A	1.1.1.1	Static	N/A
trucks	121	10.51.63.2	Dynamic	Disabled
antapaccay	174	10.51.74.2	Dynamic	Disabled

WLAN ID	Profile Name	SSID	WLAN/Guest/Remote LAN	Security Policies	Status
2	Xtrata Mesh	LWAPP-Xtrata	WLAN	[WPA + WPA2] [Auth(PSK)] MAC Filtering	Enabled
4	Xtrata Xsan	LWAPP-Antapaccay	WLAN	[WPA2] [Auth(PSK)] MAC Filtering	Enabled
2	Xtrata Trucks	LWAPP-Trucks	WLAN	[WPA + WPA2] [Auth(PSK)] MAC Filtering	Enabled

Figura 3.1 Configuración del WLC

Fuente: Proyecto de implementación de red Cisco Mesh bajo Antapaccay.

La dirección IP de WCS es 10.51.64.15 utiliza los puertos de gestión 80,443 y 8082.

Los AP están configurados con 1 punto de acceso o 4 puntos de acceso virtuales. La

segmentación se realiza agregando BSSID (dirección MAC de la interface de radio), por cada BSSID podemos configurar hasta 4 SSID (nombre de red), cada SSID apunta a una Vlan, siendo el SSID el reflejo de Vlan en el aire para el caso de la red MESH el que realiza la tarea de mapear la Vlan versus SIID es el controlador de la red inalámbrica (WLC).

- **Torre_1.-** Se Ubica al costado del ex colegio y brinda cobertura al Acceso hacia chancadora, chancadora, tajo sur, tajo Atalaya y truckshop.

En la torre_1 se habilito un switch IE3000-4TC-E, este equipo se utiliza en capa 2, pero tiene sistema operativo para poder realizar trabajo en rutas de capa 3, tiene soporte, la conexión se realiza mediante F.O. desde sala data center de seguridad y se observa en la figura 3.2.

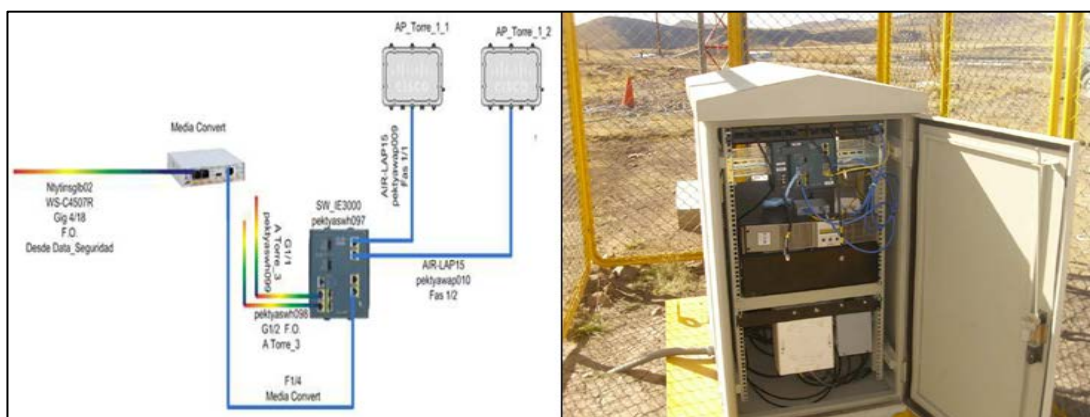


Figura 3.2 Conexionado lógico y switch IE3000 en el gabinete de la Torre_1.
Fuente: Proyecto de implementación de red Cisco Mesh tajo Antapaccay.

El punto de acceso y las antenas están montados a una altura de 40 metros aproximadamente, donde se utilizó un arreglo de antenas con splitters de 2 vías en 2,4 y 5Ghz, el cable utilizado para la conexión de antenas fue el LMR400 con un máximo de 60cm de longitud y conectores del tipo N para la bajada del cable de red FTP desde el AP se utilizó un cable flexible metálico de 3/4" para su protección y

para pasar canalización desde la torre al gabinete rack, se enterró el cable flexible metálico de ¾” y que se observa en la figura 3.3.

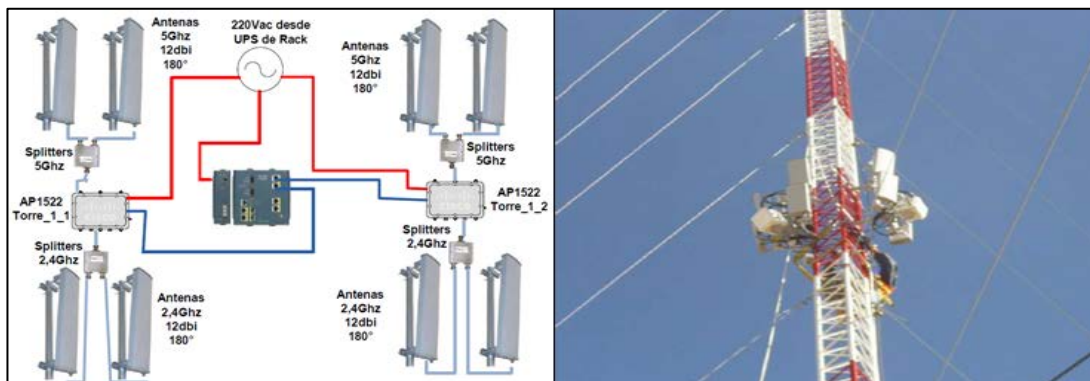


Figura 3.3 Conexión Torre_1 y montaje de AP1522 en Torre_1.

Fuente: Proyecto de implementación de red Cisco Mesh bajo Antapaccay.

- **Torre_2.-** Se ubica en parte NE del tajo sur y brinda cobertura al tajo sur, grifo, chancadora y al botadero sur. En la torre _2 se utilizó la misma distribución de puntos de acceso que en la torre_1.
- **Torre_3.-** Se ubica en el polvorín y brinda cobertura al tajo sur, botadero sur y tajo norte. En la torre _3 se utilizó la misma distribución de puntos de acceso que en la torre_1 y torre_2.
- **Carretas móviles.-** Son equipos montados en carretas fotovoltaicas que permiten la autonomía del equipo para desplegarlo en campo, funcionan como MAP, permitiendo ajustar la cobertura según la necesidad de la mina y que se observa en la figura 3.4.

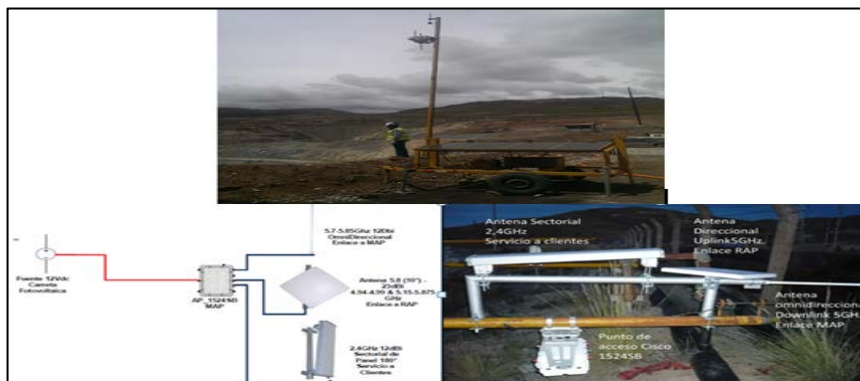


Figura 3.4 Carreta móvil.

Fuente: Proyecto de implementación de red Cisco Mesh tajo Antapaccay.

El punto de acceso 1524SB posee tres radios, una radio en 2,4Ghz y dos radios de 5Ghz, la antena direccional siempre de ser direccionada a las antenas de 5Ghz del punto de acceso RAP en las torres (hacían antenas superiores), en caso de enlazar un MAP a otro MAP la antena direccional debe ser direccionada a la antena omnidireccional del primer punto de acceso (carreta).

- **Enlace punto a punto.-** La misión de este enlace es ser el camino alternativo en caso de cortes en el servicio de fibra óptica.

Los extremos del enlace son torre condorsollana en Tintaya y Torre_2 de Antapaccay, En la tabla 3.1 muestra la configuración de enlace punto a punto.

Tabla 3.1 Enlace punto a punto.

Rol	IP	Mask	MAC	Vlan Admin	Modo	Ubicación
Máster	10.51.72.223	255.255.255.0	00:04:56:80:A4:9F	910	Trunk	Condorsayana
Slave	10.51.72.224	255.255.255.0	00:04:56:80:A4:56	910	Trunk	Torre_2

Fuente: Proyecto de implementación de red Cisco Mesh tajo Antapaccay.

En la figura 3.5 muestra la conexión de enlace punto a punto.

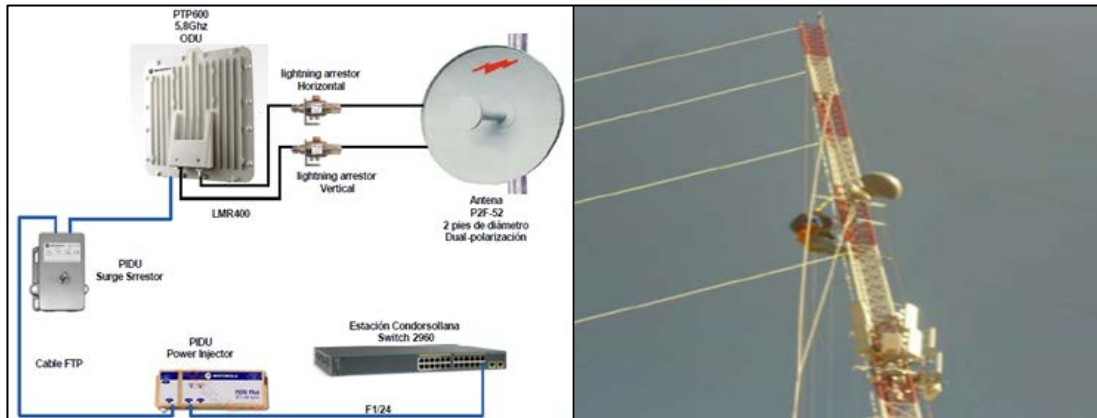


Figura 3.5 Conexión enlace PTP600 condorsollana y la Torre_2.
Fuente: Proyecto de implementación de red Cisco Mesh bajo Antapaccay.

En la figura 3.6 muestra la arquitectura de la red Cisco Mesh Antapaccay

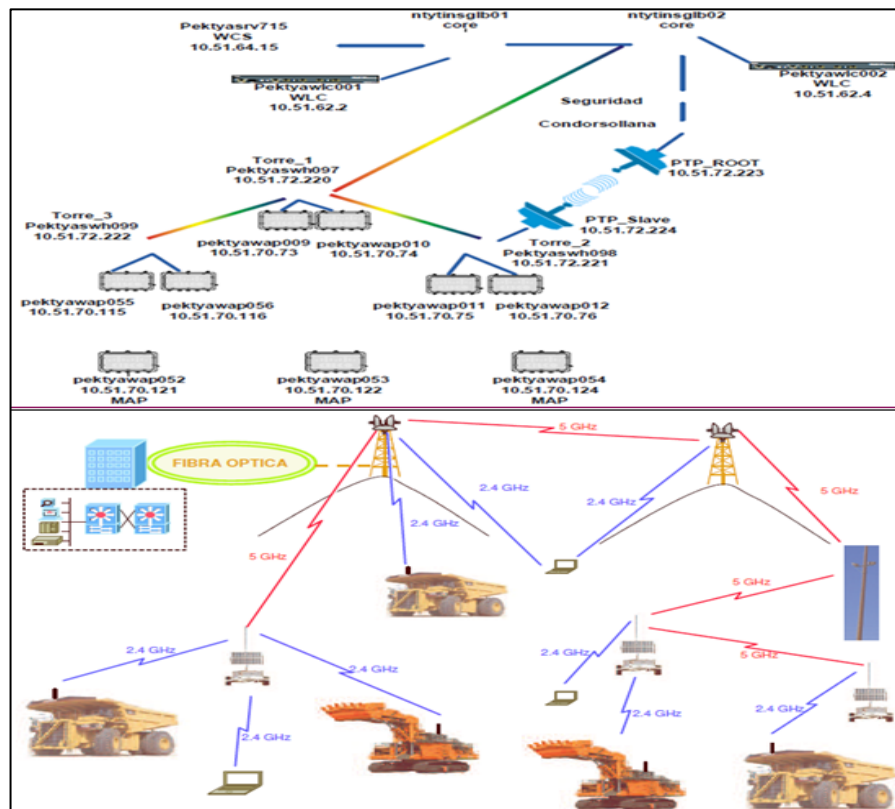


Figura 3.6 Arquitectura de la red Cisco Mesh Antapaccay.
Fuente: Proyecto de implementación de red Cisco Mesh bajo Antapaccay.

3.1.2 Plan de Pruebas.

Las pruebas de aceptación seleccionada fueron tiempo de respuesta, ancho de banda, Site Survey y conectividad de unidad móvil, las pruebas de respuesta se realizan mediante protocolo ICMP, ping, el cual es de capa 3 y solo es un indicador de velocidad del paquete además que los tiempos detectados cuando hay buena cobertura es inferior a 5ms. El ancho de banda es superior a 18Mbps agregados, con lo cual se superara ampliamente los 12Mbps esperados.

El software utilizado para realizar el reporte fue el Airmagnet Survey y la antena de la tarjeta fue la ORiNOCO® 802.11a/b/g/n USB Client Adapter además de 2 antenas, 2,4Ghz y 5Ghz, omnidireccional de “0dbi”.

3.1.2.1 Convergencia de señal.- El 90% de la cobertura de Antapaccay se encuentra con una señal entre rangos de -70 a -80dbm, lo cual es más que suficiente para la transferencia de Datos del sistema Dispatch y se observa en la figura 3.7.

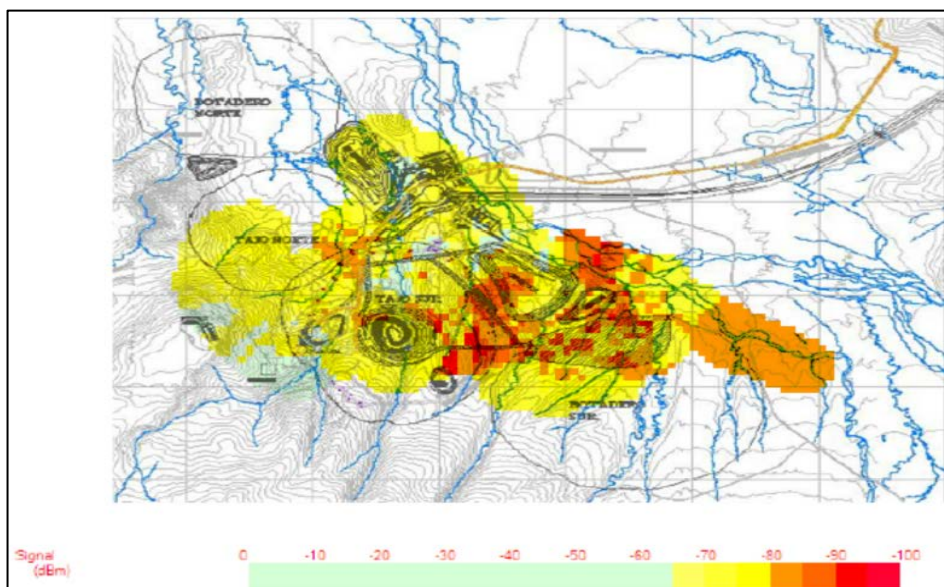


Figura 3.7 Convergencia de señal.

Fuente: Proyecto de implementación de red Cisco Mesh bajo Antapaccay.

3.1.2.2- Interferencia de señal.- La interferencia de canal es muy baja y casi inexistente. No afecta el rendimiento de la red y se observa en la figura 3.8

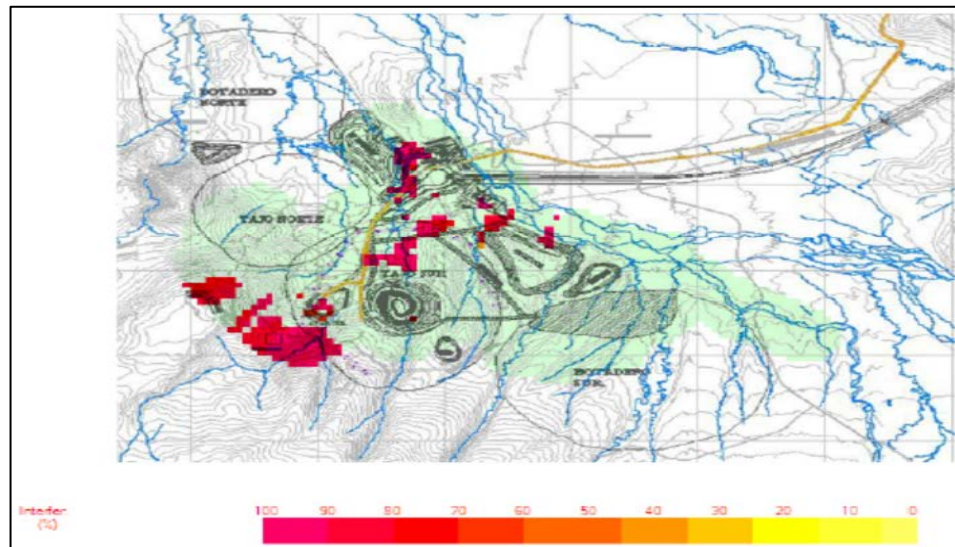


Figura 3.8 Interferencia Co-Canal.

Fuente: Proyecto de implementación de red Cisco Mesh tajo Antapaccay.

3.1.2.3 PHY data rate.- La transferencia de Mbps es muy buena en Antapaccay y se observa en la figura 3.9.

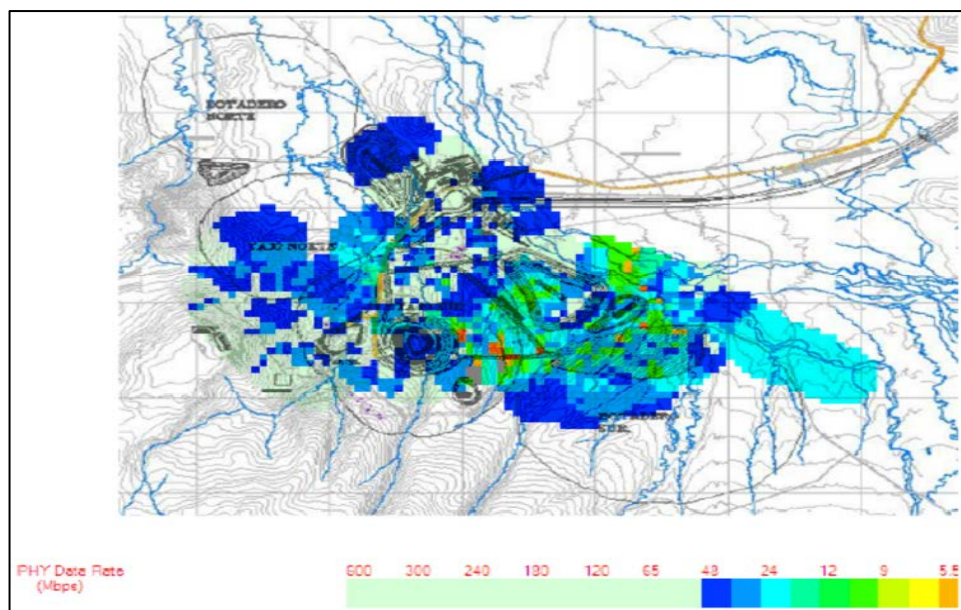


Figura 3.9 Data rate.

Fuente: Proyecto de implementación de red Cisco Mesh tajo Antapaccay.

3.1.2.4 Nivel de Ruido.- El nivel de ruido es inferior a -100dbm, el cual es óptimo para el funcionamiento de la red Antapaccay y se observa en la figura 3.10

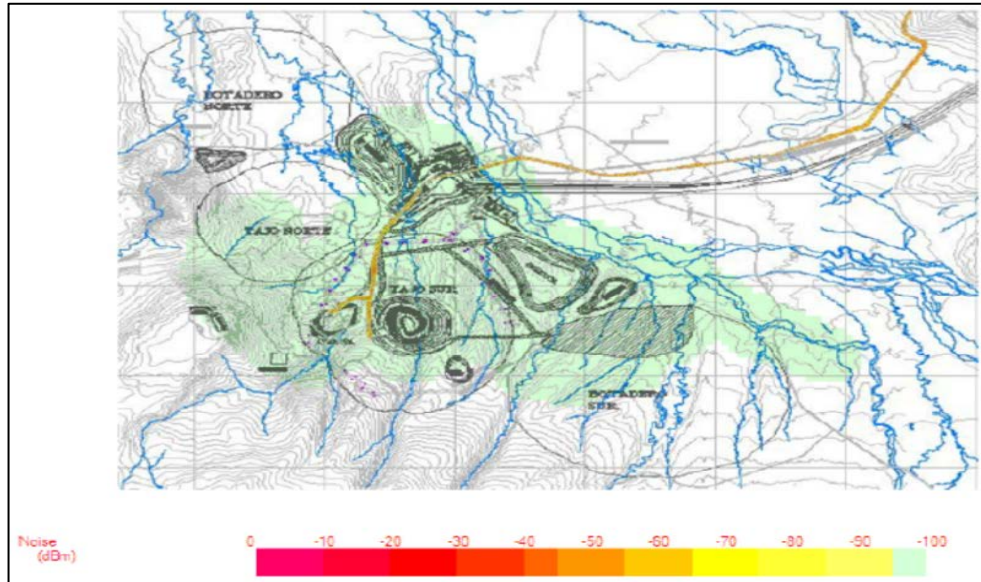


Figura 3.10 Nivel de ruido.

Fuente: Proyecto de implementación de red Cisco Mesh tajo Antapaccay.

3.1.2.5 Relación señal / ruido.- La relación señal a ruido se complica en los sectores de baja cobertura, esto se da cuando el tajo va profundizando y necesario cubrir estos sectores con carretas móviles y se observa en la figura 3.11.

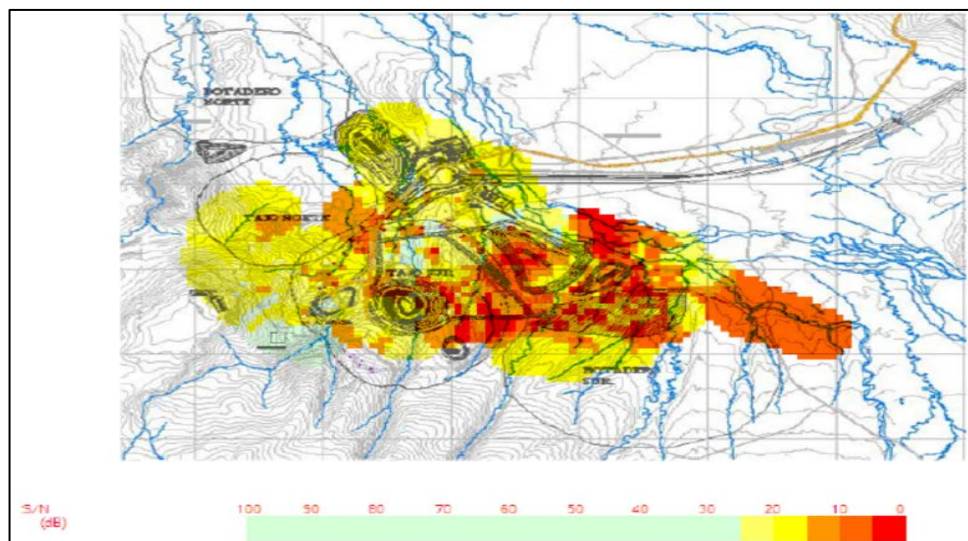


Figura 3.11 Relación señal / ruido.

Fuente: Proyecto de implementación de red Cisco Mesh bajo Antapaccay.

3.2 Logística para la implementación del sistema Dispatch Antapaccay.- Debido a la cantidad de inversión, los recursos que se necesitaron y de acuerdo a los estándares de Antapaccay es necesario tener un proceso logístico como preparación para la implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay es por eso que llevó a cabo la LICITACIÓN NRO. LA-007-11 “Servicios de implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay” donde se invitó a participar a empresas que brindan este servicio para luego de una evaluación de las propuestas tecnico-economicas firmar el CONTRATO N° CA-035/11 “Contrato de adquisición de bienes y prestación de servicios de implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay”.

3.2.1 Documentos de la licitación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay.

Esta Licitación se compone de los documentos indicados líneas abajo conjuntamente con cualquier documento escrito que se fue solicitado en la licitación y entregado por el postor.

- Anexo A Alcances del servicio de implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay”.
- Anexo A1 Guía de trabajo de riesgo en altura.
- Anexo A2 Guía de trabajo de riesgo de aislamiento y bloqueo.
- Anexo A3 Pro forma de contrato.
- Anexo B1 Formulario F-01_identificación del postor.
- Anexo B2 Formulario F-02_ toma de conocimiento y aceptación de condiciones.
- Anexo B3 Formulario F-03_experiencia del postor.
- Anexo B4 Formulario F-04_ programa de capacitación ofertado para el servicio.

- Anexo B5 Formulario F-05_ listado de subcontratistas.
- Anexo B6 Formulario F-06_ contenido de la propuesta económica.
- Anexo B7 Formulario F-07_ listado de uniformes y elementos de protección personal.
- Anexo B8 Formulario F-08_ evaluación de necesidades de EPP's para la prestación de los servicios.
- Anexo B9 Formulario F-09_ listado de equipos, herramientas y materiales.
- Anexo C Principios de negocio de Xstrata Plc.
- Anexo D Política de desarrollo sostenible de Xstrata Plc.
- Anexo E Estándares de desarrollo sostenible de Xstrata Plc.
- Anexo F Definición de propósito de Xstrata Copper.
- Anexo G Política de control del fraude de Xstrata Copper – guía para La denuncia e investigación del fraude.
- Anexo H Política de desarrollo sostenible de Xstrata Copper.
- Anexo I Política de seguridad de la información de Xstrata Copper.
- Anexo J Acuerdo de uso aceptable de seguridad de la información.
- Anexo K Política de alcohol y drogas de Xstrata Tintaya S.A.
- Anexo L Ingreso y salida de bienes propiedad de visitantes y proveedores.
- Anexo LL Especificaciones técnicas de los equipos de protección personal.
- Anexo M Estándar 14 para vehículos Livianos.
- Anexo N Instructivo de ficha médica ocupacional, declaración jurada de salud e informe pre ocupacional.
- Anexo O Norma operativa para el transporte de carga y sustancias peligrosas.
- Anexo P Check List de obligaciones en desarrollo sostenible para contratistas.

3.2.2 Selección de postores.-

Para el proceso de licitación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay las empresas invitadas fueron:

Tabla 3.2 Postores de la licitación.

Postor	Procedencia
Ferreyros S.A.A.	Perú
Modular Mining S.C.R.L	Perú - EEUU
Devex Tecnologia y Sistemas S.A.C	Perú - Brasil
Jigsaw Technologies S.A.C.	Perú - EEUU

Fuente: Licitación Nro. LA-007-11.

Los postores invitados a cotizar en este proceso son líderes en la industria de sistemas de gestión Dispatch para operaciones mineras.

3.2.3 Entrega de propuestas.- Después de la invitación hubo un periodo de 15 días para absolver consultas, de las cuales los 4 postores invitados presentaron sus propuestas entregando 3 sobres cerrados por postor incluyendo una copia en CD conteniendo el integro de cada propuesta.

- Sobre Nro. 1: Propuesta técnica.
- Sobre Nro. 2: Propuesta económica.
- Sobre Nro. 3: Propuesta desarrollo Sostenible (salud, Seguridad, medio ambiente y comunidades sostenibles, nuestros empleados)

3.2.4 Proceso de evaluación

La apertura de propuestas se realizó en presencia del personal de Ingeniería Mina y Contratos respectivamente.

3.2.4.1 Evaluación técnica y de desarrollo sostenible.

El orden de calificación producto de la evaluación técnica fue la siguiente:

Tabla 3.3 Evaluación técnica.

Postor	Calificación
Modular Mining S.C.R.L	68.75 Puntos
Jigsaw Technologies S.A.C.	56.00 Puntos
Devex Tecnología y Sistemas S.A.C	36.25 Puntos
Ferreyros S.A.A.	24.25 Puntos

Fuente: Licitación Nro. LA-007-11.

El orden de calificación producto de la evaluación de desarrollo sostenible fue la siguiente:

Tabla 3.4 Evaluación de desarrollo sostenible.

Postor	Calificación
Ferreyros S.A.A.	67.50 Puntos
Modular Mining S.C.R.L	56.25 Puntos
Jigsaw Technologies S.A.C.	47.50 Puntos
Devex Tecnología y Sistemas S.A.C	10.00 Puntos

Fuente: Licitación Nro. LA-007-11.

3.2.4.2.-Evaluación económica.- Las propuestas económicas enviadas no consideraron el servicio de mantenimiento que no fue solicitado por Antapaccay en una primera etapa.

Tabla 3.5 Evaluación Económica.

Postor	US\$
Modular Mining S.C.R.L	2,778,206
Ferreyros S.A.A.	3,002,343
Devex Tecnología y Sistemas S.A.C	3,042,984
Jigsaw Technologies S.A.C.	3,725,009

Fuente: Licitación Nro. LA-007-11.

Del Proceso de evaluación se determinó precalificar a Modular Mining S.C.R.L y Jigsaw Technologies S.A.C. por las siguientes razones:

- Obtuvieron los puntajes integrales más altos en la evaluación técnica, económica y de desarrollo sostenible.
- Sus propuestas técnicas eran las más competitivas.
- Su experiencia en operaciones peruanas les da un valor agregado frente a los otros postores que recién se incorporan a este mercado.
- Cuentan con el respaldo corporativo ya que ambas empresas trabajan con Glencore en diferentes operaciones a nivel internacional.
- Cuentan con personal calificado e identificado para la implementación del servicio.
- Pese a la diferencia entre los dos primeros postores, el solo precalificar a un solo postor suponía un escenario poco alentador para lograr una negociación más favorable para Antapaccay.

3.2.5 Proceso de negociación de propuestas.

3.2.5.1 Factores Técnicos 1ra y 2da Etapa.

Tabla 3.6 Factores técnicos 1ra y 2da Etapa.

Postor	1ra. Etapa	2da. Etapa
Modular Mining S.C.R.L	<ul style="list-style-type: none"> • Ofreció un ingeniero desde su casa matriz en EEUU especialmente para la implementación • Ofreció actualizaciones de software gratuitas, en el caso de contar 	<ul style="list-style-type: none"> • Ofreció proveer un laboratorio de pruebas para verificar el correcto funcionamiento de la red Cisco Mesh Antapaccay. • Ofreció como valor agregado sin costo:

	<p>con un contrato de mantenimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ofreció ciclo de vida de los equipos hasta 7 años en general, ampliables hasta 10 años por renovación de hardware. • Presentaron oferta por el servicio de mantenimiento por un valor mensual de US\$ 28,500.00 en un contrato sugerido por 3 años. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 240HH por año para uso indistinto de desarrollo de reportes, entrenamiento y otros a elección de Antapaccay. ✓ Manejo de stock de hardware en Lima. ✓ Plan de no obsolescencia. ✓ Modificación de reportes sin ningún costo. • Precios preferenciales para la compra de hardware en el futuro.
Jigsaw Technologies S.A.C.	<ul style="list-style-type: none"> • No se oferto ningún personal adicional o especial para el proyecto. • Ofreció actualizaciones de software gratuitas en el caso de contar con un contrato de mantenimiento. • Ciclo de vida de los equipos entre 3 a 5 años. • Presentaron oferta por el servicio de mantenimiento por un valor mensual de US\$40,000.00 en un contrato sugerido por 3 años. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ofreció certificar la red Cisco Mesh Antapaccay por un valor de US\$ 25,000.00 • Ofreció como valor agregado sin costo: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Plan de reparación de equipos en las instalaciones de Antapaccay y Chile. ✓ Plan de no obsolescencia. ✓ Entrenamiento a todo el personal que Antapaccay estime por conveniente. • Compromete un stock de spare parts

		<p>equivalente al 10% de equipos de alta y baja precisión.</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementación de hasta 30 reportes diferentes antes de la puesta en marcha de los equipos.
--	--	--

Fuente: Licitación Nro. LA-007-11.

3.2.5.2 Factores económicos 1ra y 2da Etapa.

Tabla 3.7 Factores económicos 1ra y 2da Etapa.

Postor	US\$
Modular Mining S.C.R.L	3,462,206
Jigsaw Technologies S.A.C.	4,685,009

Fuente: Licitación Nro. LA-007-11.

En consideración a los beneficios adicionales, contrato de mantenimiento y las diferencias de costos expuestos entre Modular Mining S.C.R.L y Jigsaw Technologies S.A.C. se decidió seguir adelante con el postor Modular Modular Mining S.C.R.L.

3.2.5.3 Factores técnicos etapa final.

Tabla 3.8 Factores técnicos etapa final.

Postor	3ra. Etapa	4ta. Etapa	5ta. Etapa	6ta. Etapa
Modular Mining S.C.R.L	<ul style="list-style-type: none"> Mejora en los tiempos de reposición, 8 semanas. 	<ul style="list-style-type: none"> Se excluyó la adquisición de servidores y licencias 	<ul style="list-style-type: none"> Se obtuvo un nuevo cronograma actualizado para la implementación 	<ul style="list-style-type: none"> Solo se requirió reajuste económico .

	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora en la garantía de los equipos de 3 a 6 meses. • Se logró una depreciación de 17 a 20% por año para reposición de equipos. 	que podrían ser adquiridos por Antapaccay .	del Sistema Dispatch Antapaccay.	
--	---	---	----------------------------------	--

Fuente: Licitación Nro. LA-007-11.

3.2.5.4 Factores económicos etapa final.

Tabla 3.9 Factores económicos etapa final.

Postor	3ra. Etapa	4ta. Etapa	5ta. Etapa	6ta. Etapa
Modular Mining S.C.R.L	US\$ 3,227,166	US\$ 3,151,096	US\$ 3,067,216	US\$ 3,061,206

Fuente: Licitación Nro. LA-007-11.

Posteriormente, se incorporó al proyecto La Bambas dentro del objeto de esta invitación, obteniendo este los beneficios logrados durante el presente proceso, La adjudicación correspondiente al proyecto Las Bambas será materia de su propio EAR (Expenditure Approval Request), como consecuencia de estas etapas de negociación se decidió recomendar Modular Mining S.C.R.L como la opción más favorable y que se ajusta mejor a las necesidades de Antapaccay.

3.2.6 Fases del proyecto y plan de implementación.- El proyecto de implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay está compuesto por 2 etapas principales:

3.2.6.1 Primera fase.- Deberá extenderse por 1 año calendario, 5 meses para la fabricación y entrega Hardware Dispatch a Antapaccay y 7 meses para la implementación de hardware y software del sistema de gestión Dispatch Antapaccay por un monto de US\$ 2,461,206.00 a la que seguirá un periodo de garantía extendida por hardware y software de 6 meses calendario una vez culminada la implementación. Este presupuesto debe ser cubierto por el presupuesto del proyecto Antapaccay.

Tabla 3.10 IAR vs EAR.

IAR Aprobado	EAR	Variación	Observaciones
US\$ 2,700,000	US\$ 2,461,206	US\$ 238,794	Ahorro

Fuente: Contrato Nro. CA-035/11.

3.2.6.2 Segunda fase.- Deberá extenderse por 2 años calendario y comprenderá el servicio de mantenimiento del sistema de gestión Dispatch Antapaccay(CCA) , una vez vencida la garantía extendida por un monto de US\$ 600,000 (25,000 US\$ / Mes), el cual deberá ser cubierto por el costo operativo (Opex) de Antapaccay.

3.2.7 Contrato del sistema de gestión Dispatch Antapaccay.- Después del proceso de licitación se adjudicó la implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay a la Modular Mining S.C.R.L y se firmó el CONTRATO N° CA-035/11 “Contrato de adquisición de bienes y prestación de servicios de implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay”

Modular Mining y Antapaccay se comprometieron a cumplir todos los deberes y derechos que exige el contrato como penalidades, pagos, contratación de personal, condiciones que afectan la prestación de servicios, cambios y prorrogas, garantías, confidencialidad y propiedad intelectual, casos fortuitos y de fuerza mayor clausulas generales etc.

Antapaccay envió la orden de compra A01082 por la adquisición de hardware y software por el monto de US\$ 2,131,940.00 y la orden de servicio A01278 por el servicio de instalación y configuración del sistema de gestión Dispatch Antapaccay por el monto de US\$ 329,266.00.

Modular Mining se comprometió a enviar el FSOW (Funtional scope of work) y el SOW (Scope of work) para el inicio de la implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay.

3.3 Implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay.- Una vez adjudicada la adquisición de bienes y servicios de implementación de sistema de gestión Dispatch Antapaccay a la empresa Modular Mining se debía Implementar la solución más completa y actual para la gestión de equipos de las operaciones mineras que es el sistema Intellimine, la cual se inició con la fabricación de todo el hardware Dispatch para Antapaccay cuya duración fue de 5 meses, a su vez en este tiempo se coordinó y se firmó el documento del SOW(Scope of work) que indica los plazos, procedimientos, número de licencias, instalación de equipos Dispatch y toda la información relevante para poder dar inicio de la Implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay, luego de la llegada de los equipos Dispatch a Antapaccay se procedió con la Instalación, configuración y personalización del hardware y software Dispatch Antapaccay para esto se realizó una correcta coordinación con las áreas involucradas planeamiento mina, operaciones mina y mantenimiento mina.

Finalmente concluida la implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay se procedió a la firma del CONTRATO N° CA-050/13 “Contrato de mantenimiento

Dispatch Antapaccay”, la cual se encuentra vigente por 2 años en la que Modular Mining brinda un servicio de soporte vía remoto y en sitio de acuerdo al gravedad de los problemas que se pueden presentar con el sistema de gestión Dispatch Antapaccay.

3.3.1 Sistema de gestión Intellimine.- Es la solución más completa y actual que ofrece Modular Mining para la gestión de las operaciones mineras, los productos Intellimine reúnen las necesidades de optimización, seguridad, monitoreo, análisis y salud de los equipos mineros y que se personalizo de acuerdo a las necesidades de Antapaccay y que se muestra en la figura 3.12.



Figura 3.12 Sistema de gestión Intellimine.
Fuente: Modular overview flyer R2-A4

Los subsistemas Adquiridos por Antapaccay son Dispatch para administración de Flota, Provision 3 alta precisión en palas, cargadores y tractores, Provision 2 alta precisión para perforadoras, Minecare para mantenimiento de equipos y el sistema de soporte de mantenimiento de equipos Dispatch Antapaccay.

3.3.2 Equipos Antapaccay.- Según el presupuesto y la licitación del Sistema Dispatch Antapaccay se procedió a la instalación de equipos Dispatch de alta y baja

precisión en 70 equipos distribuidos en 5 Palas, 5 cargadores, 40 camiones, 4 perforadoras y 16 equipos auxiliares y se observa en la figura 3.11.

Tabla 3.11 Equipos Antapaccay.

EQUIPOS ANTAPACCAY			
Equipo	Código	Modelo	Dispatch
PALAS	2040	P&H 2300	Alta Precisión
	2050	P&H 2800	Alta Precisión
	2051	P&H 2800	Alta Precisión
	2160	BUCYRUS 495HR	Alta Precisión
	2170	CAT 6060FS	Alta Precisión
CARGADORES	5028	CAT 994F	Alta Precisión
	5029	CAT 994F	Alta Precisión
	5030	LT 2350	Alta Precisión
	5031	LT 1850	Alta Precisión
	5103	KOMATSU WA900-3E0	Alta Precisión
CAMIONES	3038	CAT 785B	Baja Precisión
	3051	K830E-DC	Baja Precisión
	3052	K830E-DC	Baja Precisión
	3053	K830E-DC	Baja Precisión
	3054	K830E-DC	Baja Precisión
	3055	K830E-DC	Baja Precisión
	3056	K830E-DC	Baja Precisión
	3057	K830E-DC	Baja Precisión
	3058	K830E-DC	Baja Precisión
	3059	K830E-DC	Baja Precisión
	3060	K830E-DC	Baja Precisión
	3061	K830E-DC	Baja Precisión
	3062	K830E-DC	Baja Precisión
	3063	K830E-DC	Baja Precisión
	3064	K830E-DC	Baja Precisión
	3065	K830E-DC	Baja Precisión
	3072	K830E-AC	Baja Precisión
	3073	K830E-AC	Baja Precisión
	3080	CAT 793D	Baja Precisión
	3081	CAT 793D	Baja Precisión
	3082	CAT 793D	Baja Precisión
	3083	CAT 793D	Baja Precisión
	3084	CAT 793D	Baja Precisión
	3085	CAT 793D	Baja Precisión
	3086	CAT 793D	Baja Precisión
	3087	CAT 793D	Baja Precisión
3088	CAT 793D	Baja Precisión	
3089	CAT 793D	Baja Precisión	
3090	CAT 793D	Baja Precisión	
3101	CAT 797 HAA	Baja Precisión	
3102	CAT 797 HAA	Baja Precisión	

Equipo	Código	Modelo	Dispatch
CAMIONES	3110	K930-4SE	Baja Precisión
	3111	K930-4SE	Baja Precisión
	3112	K930-4SE	Baja Precisión
	3113	K930-4SE	Baja Precisión
	3114	K930-4SE	Baja Precisión
	3115	K930-4SE	Baja Precisión
	3116	K930-4SE	Baja Precisión
	3117	K930-4SE	Baja Precisión
	3118	K930-4SE	Baja Precisión
PERFORADORAS	4006	DRILTECH D90KSP PED	Alta Precisión
	4019	P&H 100B	Alta Precisión
	4020	P&H 100B	Alta Precisión
	4021	ROC L8	NO
	4022	SDV TITON60	NO
	4101	BUCYRUS 49 HR	Alta Precisión
	4110	ROC L8	NO
TRACTOR DE ORUGAS	6011	CAT D10R	Alta Precisión
	6014	CAT D10R	Alta Precisión
	6022	CAT D10T	Alta Precisión
	6023	CAT D11T	Alta Precisión
	6025	CAT D11T	Alta Precisión
	6102	CAT D11T	Alta Precisión
	6103	CAT D11T	Alta Precisión
	6110	KOMTSU D475A-5E0	Alta Precisión
TRACTOR DE RUEDAS	6021	CAT 834H	NO
	6024	CAT 834H	NO
	6026	CAT 834H	Baja Precisión
	6130	CAT 844H	Baja Precisión
	6131	CAT 844H	Baja Precisión
MOTONIVELADORAS	7007	CAT 16H	NO
	7009	CAT 16M	NO
	7010	CAT 16M	Baja Precisión
	7101	CAT 16M	Baja Precisión
	7103	CAT 16M	Baja Precisión
EXCAVADORAS	8005	CAT 345C	NO
	8006	CAT 385CL	NO
	8007	KOMATSU PC450LC	NO
	8008	CAT 385CL	NO
CISTERNAS	3032	CAT 785B	NO
	3104	KOMATSU HD1500-7WT	Baja Precisión
	3105	KOMATSU HD1500-7WT	Baja Precisión
ROMPE ROCAS	8004	CAT 345C	NO
TORO CABLERO	6018	CAT 834H	NO
	6120	CAT 834H	NO
CAMA BAJA	3074	K830E-DC	NO

Fuente: Contrato Nro. CA-035/11

3.3.3 Cronograma de la implementación del sistema de gestión Dispatch

Antapaccay.-La adquisición equipos Dispatch y servicios de implementación se dividido en 3 fases.

Tabla 3.12 Fase 1: Requisitos para la Implementación del Sistema de gestión Dispatch Antapaccay.

Cronograma del sistema de gestión Dispatch Antapaccay	Días
Fase 1: Requisitos para la implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay	175
Envío de equipos	124
Fabricación de equipos	112
Revisión de equipos	10
Preparación para envío de equipos a mina	1
Llegada de equipos a mina	1
Trámites administrativos	7
Examen medico y aprobación por Antapaccay	2
Coordinar alojamiento en Antapaccay	1
Coordinación de inducción mina	2
Inducciones en mina	2
Pre-instalación	27
Servidores	10
Entrega de máquinas virtuales	1
Revisión de máquinas virtuales	4
Configuración de máquinas virtuales	5
Tramites de ingreso	6
Presentación y aprobación de documentación para ingreso a Antapaccay	1
Curso de inducción en mina	3
Curso de bloqueo	1
Curso de trabajo en altura	1
Revisión de la red inalámbrica	11
Entrega de la red inalámbrica	1
Revisión de la red inalámbrica	10

Fuente: Scope of work Antapaccay.

Tabla 3.13 Fase 2: Implementación de hardware y software del sistema de gestión Dispatch Antapaccay

Fase 2: Implementación de hardware y software del sistema de gestión Dispatch Antapaccay	133
Revisión/ordenamiento de hardware en mina	1
Instalación Ground Station (2)	3
Inspección y adquisición de coordenadas	1
Instalación	2
Dispatch Nextgen 6.4	48
Instalación de hardware	48
Instalación de camiones (1 días c/u)	40
Instalación de tractores de ruedas (1 días c/u)	3
Instalación de motoniveladoras (1 días c/u)	3
Instalación de cisternas (1 días c/u)	2
Instalación de software	37
Instalación de servidor	4
Configuración de servidor	4
Conversión cliente Antapaccay a Windows	2
Instalación Dispatch NextGen	4
Listening mode	2
Levantamiento sistema Nextgen y apagado de sistema clásico	2
Sistema de reportes	4
Configuración de módulos	15
Sistema Provision 3	38
Instalación de Hardware	36
Palas/cargadores (2 días c/u)	20
Tractores (2 días c/u)	16
Instalación de software	38
Instalación aplicación servidor	5
Configuración de servidor	3
Integración con NextGen	3
Configuración y calibración de equipos móviles	6
Configurar importación de datos	3
Configuración de reportes	3
Configuración de módulos	15
Provision 2	25
Instalación de hardware	13
Perforadoras (2 días c/u)	8
Instalación de software	25
Instalación sistema Provision 2	5
Configuración sistema Provision 2	20
Minecare	97
Instalación de hardware	97
Interfaces	97
Instalación de software	97
Instalación sistema Minecare	5
Configuración del sistema Minecare	97
Visita de change management process	10
Hardware troubleshooting	8

Fuente: Scope of Work Antapaccay.

Tabla 3.14 Fase3: Cierre de proyecto.

Fase 3 Cierre de Proyecto	57
Entrenamiento	50
Intellimine despachadores	15
Intellimine administración	7
Dispatch operadores	5
Dispatch usuarios	5
Provision operadores	5
Provision usuarios	3
Reportes Nextgen	5
Minecare	5
Pruebas de Funcionamiento y comisionado	30
Test Cases Dispatch 6.4	5
Test Cases Provision 3	5
Test Cases Provision 2	5
Test Cases Minecare	5
Levantamiento de Observaciones	10
Cierre del Proyecto	7
Revisión de acta conformidad de todo el Hardware	2
Revisión de conformidad de servicios Intellimine	2
Conformidad entrenamiento	1
Cierre del proyecto	2

Fuente: Scope of work Antapaccay.

3.3.4.-Certificacion y compatibilidad de la red Cisco Mesh Antapaccay con el sistema de gestión Dispatch Antapaccay.- Uno de los requisitos importantes para la implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay fue que Modular Mining debía realizar la certificación y compatibilidad de la red Cisco Mesh de Antapaccay con los equipos Dispatch, esta se llevó a cabo por 10 días en la cual se determinó que la red Cisco Mesh Antapaccay era compatible con los equipos Dispatch menos la radio Bullet y que la cobertura en Antapaccay se encuentra con una señal entre rangos de -70 a -80dbm, lo cual es más que suficiente para la transferencia de Datos que realiza el Sistema Dispatch.

3.3.5 Instalación de hardware Dispatch.- Debido a las necesidad de Antapaccay de contar con otros Sistemas que puedan transferir datos por la red Cisco Mesh Antapaccay, como el MEMS para control de neumáticos, el MIDAS Sistema de gestión de la Pala 2160 BUCYRUS 495HR etc. y la no compatibilidad de la radio

Bullet era necesario modificar el hardware original para lo cual se realizaron las siguientes compras adicionales.

Tabla 3.15 Compra de equipos en remplazo de radio Bullet.

Equipo Modular (Retirado)	Equipo Instalado por Antapaccay (Reemplazo)	Costo (US\$)
Radio Bullet	Access Point (AP)	31,500.00
	Switch (Camiones)	22,050.00
	Convertidor POE para energizar AP	11,970.00
	Patch cord de red	630.00
	Conectores TNC invertido	1,777.86
	Smartnet cisco 3 años	26,950.00
Total		94,877.86

Fuente: Nota de crédito Antapaccay.

Tabla 3.16 Compra de Equipos en remplazo de antena wireless.

Equipo Modular (Retirado)	Equipo Instalado por Antapaccay (Reemplazo)	Costo (US\$)
Antena Wireless 3dbi	Antena Wireless Mobile Mark 6dbi	28,476.00
	Conector N macho	1,540.98
	Cable LMR400 coaxial	3,830.56
Total		33,847.54

Fuente: Nota de crédito Antapaccay.

Tabla 3.17 Compra de equipos en remplazo de GPS.

Equipo Modular (Retirado)	Equipo Instalado por Antapaccay (Reemplazo)	Costo (US\$)
GPS Mástil de antena Wireless y GPS	Antena GPS	14,000.00
	Conector para antena	350.00
	Cable LMR195 coaxial	770.00
	Mástil metálico soporte GPS	1,855.00
Total		16,975.00

Fuente: Nota de crédito Antapaccay.

Antapaccay realizo la devolución de todos los equipos que no se instalaron mediante un documento de devolución y una guía en los almacenes de Modular Mining en Lima, quienes mediante una nota de crédito realizaron la devolución de dinero por estos equipos ya que en la prueba de certificación y compatibilidad de la red Cisco Mesh Antapaccay la radio bullet resulto incompatible.

Tabla 3.18 Equipo devuelto a Modular Mining.

Equipo Modular (Retirado)	Costo (US\$)
Radio Bullet	45,500.00
Antena wireless 3dbi	24,500.00
Mástil de antena Wireless y GPS	17,500.00
Total	87,500.00

Fuente: Nota de crédito Antapaccay.

Tabla 3.19 Costo adicional para instalación de hardware Dispatch.

Equipo Modular Retirado (US\$)	Equipo Instalado por Antapaccay Reemplazo (US\$)	Costo Adicional (US\$)
87,500.00	145,700.40	58,200.40

Fuente: Nota de crédito Antapaccay.

- **Personal para la instalación de hardware Dispatch.-** Se debía contar con personal calificado y debidamente capacitado en estos trabajos con 2 años mínimo de experiencia trabajos similares.

Tabla 3.20 Personal Involucrado para la instalación de hardware Dispatch

Personal	Cargo	Empresa
1	Supervisor Dispatch	Antapaccay
1	Ingeniero Dispatch	Modular Mining
1	Técnico Dispatchh	Antapaccay
2	Técnicos Dispatch	Modular Mining
2	Personal de apoyo	Antapaccay
1	Soldador	Grupo Commet

Fuente: Scope of Work Antapaccay.

- **Instalación de hardware Dispatch en camiones.-** Esquemático estándar de hardware Dispatch en camiones propuesto por Modular se observa en la figura 3.13.

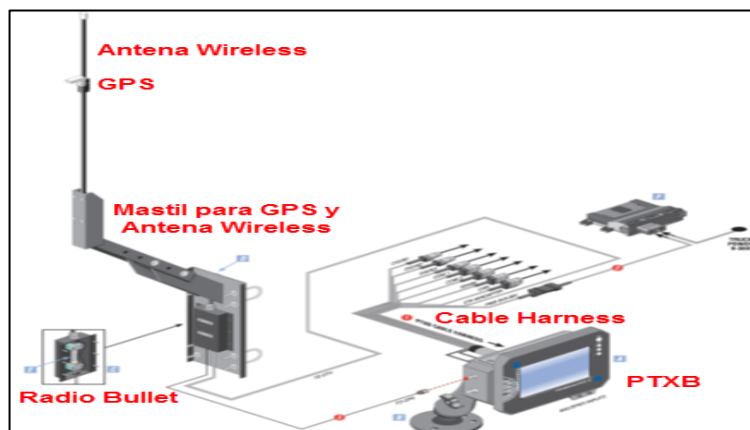


Figura 3.13 Esquemático estándar de hardware Dispatch en camiones.
Fuente: Instalación de hardware Dispatch Antapaccay.

Debido a lo expuesto anteriormente se tuvo que realizar varios cambios de acuerdo a las necesidades de Antapaccay, el caso de camiones los componentes del hardware Dispatch son:

- **PTX B.-** Se instaló un computador con pantalla touch screen con sistema operativo Windows CE, de 7" para equipos de baja precisión, es alimentado directamente del tablero de energía del camión 24V, comunicación de 802.11 b/g (sobre ethernet), comunicación UHF/VHF (sobre serial)
- **Cable harness.-** Es un cable que subdivide a las diferentes interfaces, equipos y antenas requeridas y se conecta al PTX B mediante un conector universal de 41 pines en la parte posterior.
- **Caja nema.-** Se instaló una caja marca Integra categoría IP 7 para filtraciones de agua y polvo, donde se encuentra conectados el AP, switch, transceiver, elevador de voltaje y la llave termomagnética.
- **Acces Point (AP).-** Se instaló un Cisco aironet 1240G acces point que reemplaza a la radio Bullet que ofrecía Modular, requiere un voltaje de 48 voltios, que es

proporcionado por el equipo.

- **Switch.-** Se instaló un Cisco Switch IE3000 industrial, este repartidor proporcionan una infraestructura robusta y fácil de usar, seguro de conmutación para ambientes difíciles, este comunica la información del Dispatch y el MEMS por medio del AP hacia la red Mesh.
- **Tranciver MEMS.-** Es una unidad receptora (transceptor) montada en la cabina del vehículo, que recibe la información de los sensores de presión y temperatura montados dentro de cada neumático, este está interconectado con Dispatch mediante un cable RJ45 y se ven las alarmas de TKPH en el Dispatch.
- **Elevador de voltaje (EV).-** Se instaló un elevador de voltaje current logic de input de 8 a 36 Voltios y que bota 48 voltios que es lo que necesita el AP, el camión brinda energía de 24 voltios.
- **Llave termo magnética.-** Se instaló una llave termo magnética Siemens de 6 amperios, esto para evitar los picos del voltaje que bota el camión.
- **Antena wireless.-** Se instaló 2 antenas wireless Mobile Mark 6dbi de ganancia que reemplazan a 1 sola antenas wireless de Modular de 3dbi de ganancia y se instalaron en los extremos de la parte superior delantera del camión, esto con la finalidad de tener mayor ganancia de cobertura de la red Cisco Mesh Antapaccay.
- **Antena GPS.-** Se instaló 1 antena GPS PCTEL tipo Jabón de baja precisión que reemplaza al GPS de Modular ya que posee mayor ganancia, esta se debe conectar como mínimo con 5 satélites para que de una posición óptima.

En la figura 3.14 se observa el hardware Disptach instalado en camiones.



Figura 3.14 Hardware Dispatch en camiones.
Fuente: Instalación de hardware Dispatch Antapaccay.

- **Instalación de hardware Dispatch en equipo auxiliar.-** El hardware dispatch es el mismo que se instaló en camiones con la diferencia que utilizo el GPS Topcom de baja precisión de proyecto y que no se instaló el transceiver del MEMS ni el switch.

Los componentes son PTX B, cable harness, caja nema, AP, llave termo magnética, elevador de voltaje, 2 antenas wireless y 1 antena GPS de baja precisión que se observan en la figura 3.15.



Figura 3.15 Hardware Dispatch en equipo auxiliar.
Fuente: Instalación de hardware Dispatch Antapaccay.

- Instalación de hardware Dispatch en palas y cargadores.-** El hardware dispatch es similar al que se instaló en camiones con la diferencia que se instaló 2 GPS Topcom de alta precisión, 1 hub masterlink que controla el Dispatch, 1 Hub receptor Masterlink de GPS, un hub turck materlink que comunica la información del GPS con el AP, 1 footswitch además que no se instaló el tranciver del MEMS ni el Switch, Los componentes son 1 PTX B de 10", 1 cable harness, 1 caja nema, 1 AP, 1 llave termo magnética, 1 elevador de voltaje, 2 antenas wireless y 2 antena GPS, 1 hub masterlink, un 1 hub receptor de GPS, un hub turck, 1 footswitch y 2 inclinómetros que se observan en la figura 3.16.



Figura 3.16 Hardware Dispatch en palas y cargadores.
Fuente: Instalación de hardware Dispatch Antapaccay.

- **Instalación de hardware Dispatch en perforadoras.-** El hardware dispatch es similar al que se instaló en palas la diferencia que se instaló 1 goic (Consola) en lugar del PTX B y que este sistema funciona en Linux, los componentes son 1 goic de 10", 1 caja nema, 1 AP, 1 llave termomagnética, 1 Elevador de Voltaje, 2 antenas wireless, 2 antenas GPS, 1 hub masterlink de datos, 1 hub receptor de GPS, 1 hub turck, y 2 Inclinómetros que se observan en la figura 3.17.



Figura 3.17 Hardware Dispatch en perforadoras.
Fuente: Instalación de hardware Dispatch Antapaccay.

- **Instalación Ground Station.-** La Ground Station es una estación de referencia en sitio que se conecta al GNSS (sistema global de navegación por satélite) para dar el posicionamiento en tiempo real de los equipos y mostrarlos en Dispatch, posee 1 GPS Topcom de alta precisión G3-A1 w y una antena Choke Ring CR-G3. Se debe tener una visión clara del cielo en todas las direcciones (360 °), 10 ° por encima del horizonte, un sólido, montaje inamovible, no debe haber superficies reflectantes en cualquier lugar cerca de la antena, no debe haber ninguna fuente cercana de interferencia de radio frecuencia (RFI). En la figura 3.18 se observa la Ground Station instalada en Antapaccay.



Figura 3.18 Ground Station Antapaccay.

Fuente: Instalación de hardware Dispatch Antapaccay.

3.3.6 Instalación de software Dispatch.- Paralelamente a los trabajos de instalación del hardware Dispatch se instaló los subsistemas del sistema de gestión Dispatch Antapaccay.

Tabla 3.21 Sistema de gestión Dispatch instalado en Antapaccay.

Sistema Intellimine® Antapaccay	Baja Precisión	Alta Precisión
Dispatch® Nextgen 6.4	Camiones y equipos auxiliares	Palas, cargadores y tractores.
Provision® 3		Palas, cargadores y tractores.
Provision® 2 Classic	Camiones	Perforadoras
Minecare® 2.2		Palas y cargadores

Fuente: Instalación de hardware Dispatch Antapaccay.

Se debía contar con servidores debidamente licenciados para los sub sistemas del sistema de gestión Dispatch Antapaccay.

Tabla 3.22 Servidores del sistema de gestión Dispatch Antapaccay.

Sistema Intellimine® Antapaccay	Servidor	VLAN	Sistema Operativo	Función	Tipo
Dispatch® Nextgen 6.4	PEKTYASRV816	174	Windows 2008 R2	OMS Server	Físico
Dispatch® Nextgen 6.4	PEKTYASRV851	110	Windows 2008 R2	Application Server	Virtual
Provision® 3	PEKTYASRV852	110	Windows 2008 R2	Provision 3 Server	Virtual
Minecare® 2.2	PEKTYASRV853	110	Windows 2008 R2	Minecare Server	Virtual
Provision® 2 Classic	PEKTYASRV860	174	RedHat Linux	Provision 2 Server	Físico
Provision® 2 Classic	PEKTYASRV861	110	RedHat Linux	Auxiliary Linux Machine	Virtual
Database Server	PEKTYASRV471	174	Windows 2008 R2 Microsoft SQL 2008 R2	Database Server	Físico

Fuente: Instalación de hardware Dispatch Antapaccay.

Se cuenta con las siguientes Licencias:

Tabla 3.23 Licencias del sistema de gestión Dispatch Antapaccay.

Licencias	Cantidad
Bucyrus Shovel 3.x ITF Serv	1
Bucyrus Shovel 3.x ITF Clnt	1
P&H Centurion Shovel 3.x ITF Serv	1
P&H Centurion Shovel 3.x ITF Clnt	3
Letourneau Lincs Loader 3.x ITF Serv	1
Letourneau Lincs Loader 3.x ITF Clnt	1
Komatsu VHMS 3.x ITF Serv	1
Komatsu VHMS 3.x ITF Clnt	24
Caterpillar VIMS 3.x ITF Serv	1
Caterpillar VIMS 3.x ITF Clnt	16
Michelin MEMSRV 3.x ITF Serv	1
Michelin MEMSRV 3.x ITF Clnt	40
Intellimine®Nextgen Core App Serv	1
Proximity Detection 6.x App Serv	1
Proximity Detection 6.x App Client	40
Dispatch® Core 6.x App Serv	1
Dispatch® Aux Grader 6.x App Serv	1
Dispatch® Fuel Mgmt 6.x App Serv	1
Dispatch® Fuel Mgmt 6.x App Clnt	40
Dispatch® Comp Tracking 6.x App Serv	1
Dispatch® Speedalert 6.x App Serv	1
Dispatch® Trealert 6.x App Serv	1
Dispatcn Blending 6.x App Serv	1
Dispatch® KPI Dashboards 6.x App Srv	1
Dispatch® Navigation Aid 6.x App Srv	1
Dispatch® Navigation Aid 6.x App Clnt	40
Minecare® 2.x App Serv	1
Provision® Shovel 3.x App Srv	1
Provision® Dozer 3.x App Srv	1
Provision® Loader 3.x App Srv	1
Provision® Drill Strat 3.x App Srv	1
Provision® Dhole Strat 3.x App Srv	1
Provision® Dhole Strat 3.x App Clnt	4

Fuente: Instalación de software Dispatch Antapaccay.

- **Personal para la instalación de software Dispatch.-** Se debía contar con personal calificado y debidamente capacitado en estos trabajos con 2 años mínimo de experiencia en trabajos similares.

Tabla 3.24 Personal involucrado para la instalación de software Dispatch.

Personal	Cargo	Empresa
1	Supervisor Dispatch	Antapaccay
2	Ingeniero Dispatch	Modular Mining
1	Técnico Dispatch	Antapaccay
1	Técnicos Dispatch	Modular Mining

Fuente: Instalación de software Dispatch Antapaccay.

- Implementación Dispatch Nextgen.-** Para Antapaccay, Modular instalo su nuevo sistema Dispatch® NexGen 6.4 que funciona sobre Windows y con bases de datos SQL, el cual ha pasado por una completa reingeniería para soportar las nuevas necesidades de la minería actual, está desarrollado totalmente sobre los estándares de software a nivel mundial como son .NET®, Microsoft® SQL, Microsoft® Reporting Services, Share Domain Services, sobre esta base o motor común están diferentes sistemas que conforman la plataforma Intellimine como son Dispatch, Provision y Minecare los cuales comparten la misma estructura de bases de datos, el sistema Dispatch Nextgen está compuesto por 3 Servidores: servidor OMS (OMS Server), servidor de aplicaciones (Application Server) y el servidor de base de datos (Database Server), equipos Dispatch de campo y las máquinas de los usuarios que se observan en la figura 3.19.

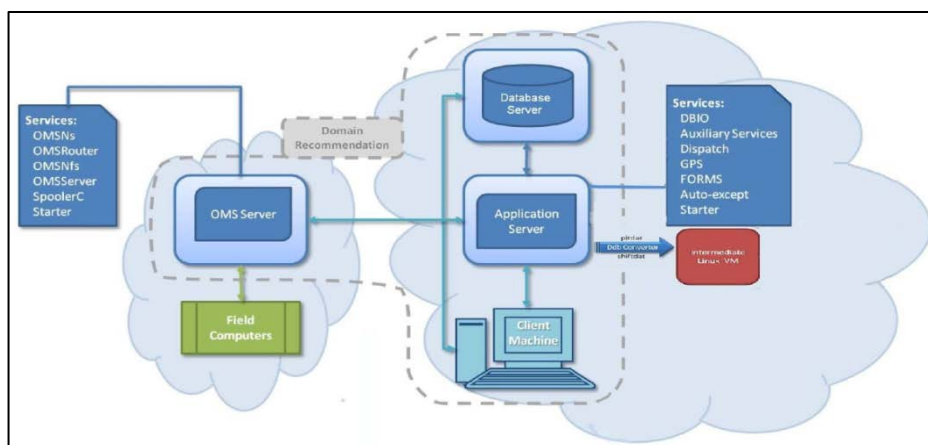


Figura 3.19 Componentes del Dispatch Nextgen.

Fuente: Scope of work Antapaccay.

La configuración del Enum C y Config.prv es la configuración más importante del Dispatch Nextgen donde se definió las características más importantes de Antapaccay como equipos, materiales, ubicaciones, digfactor, turnos, guardias, manejo del tiempo etc, a continuación se presenta los principales módulos:

En la figura 3.20 se observa la pantalla de inicio del Dispatch NextGen.

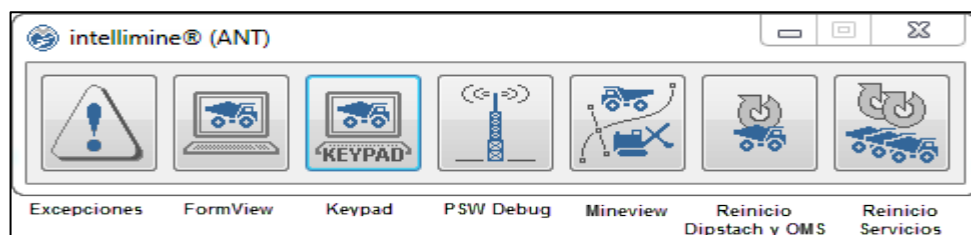


Figura 3.20 Panel de control.
Fuente: Dispatch Antapaccay.

En la figura 3.21 se observa la pantalla de excepciones del sistema Dispatch.

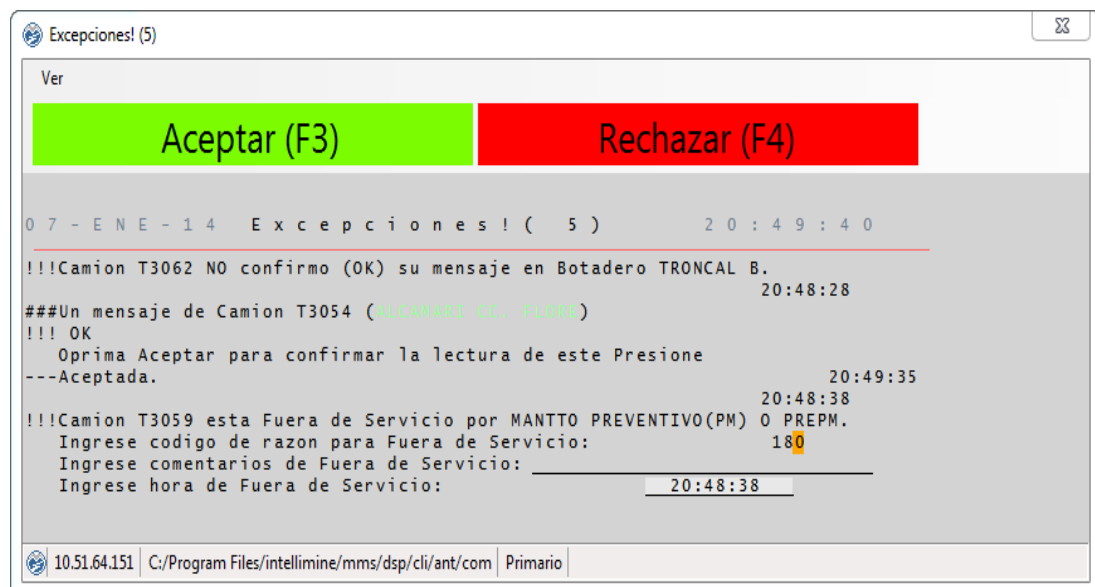


Figura 3.21 Excepciones.
Fuente: Dispatch Antapaccay.

En la figura 3.22 se observa el keypad que muestra los utilitarios Dispatch

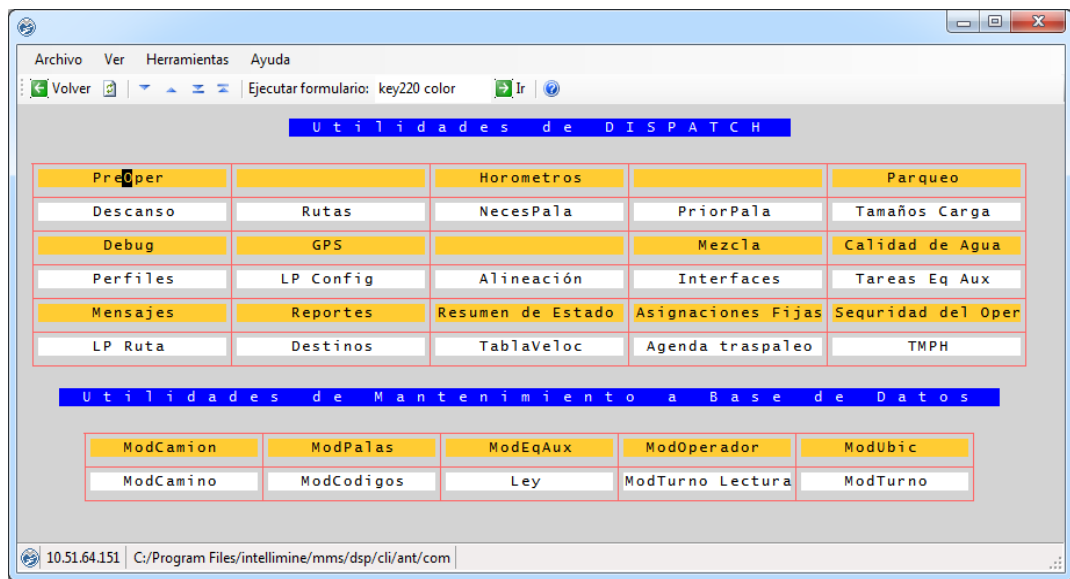


Figura 3.22 Keypad.
Fuente: Dispatch Antapaccay.

En la figura 3.23 se observa Haulroute que monitorea la ubicación y estado de los equipos para la administración de la flota en tiempo real.

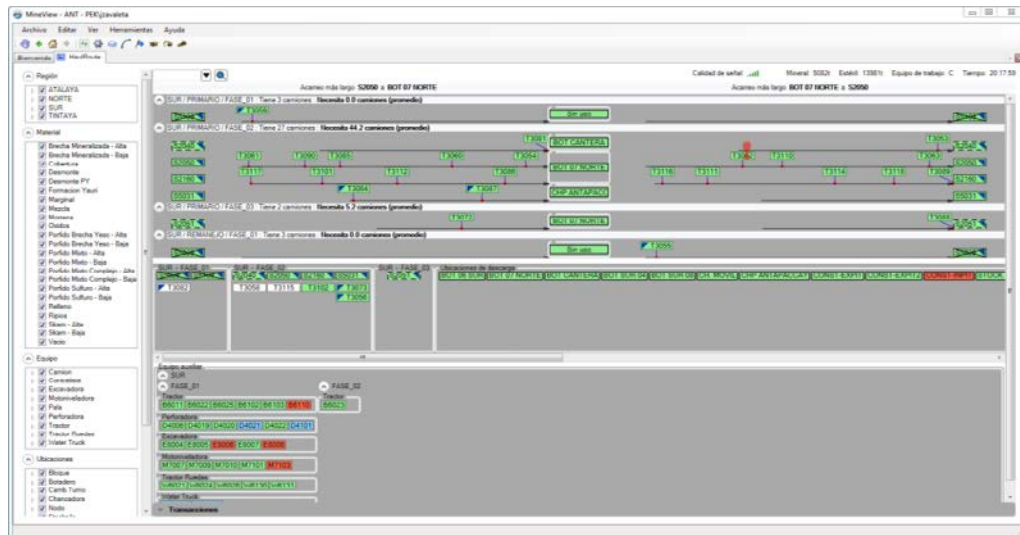


Figura 3.23 Haulroute.
Fuente: Dispatch Antapaccay.

En la figura 3.24 se observa el Minegraphics que monitorea los equipos hasta con tres mapas de ubicaciones en tiempo real y poder gestionar los equipos.

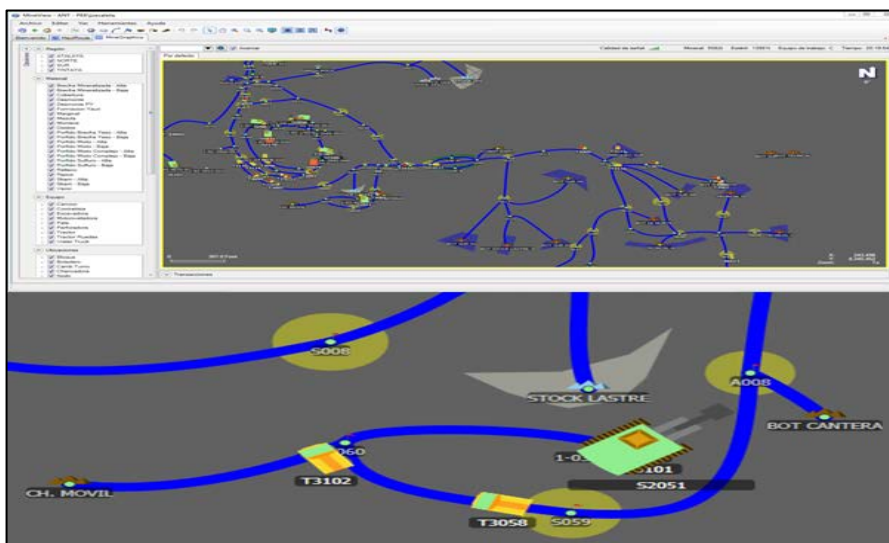


Figura 3.24 Minegraphics Dispatch NextGen.
Fuente: Dispatch Antapaccay.

- **Implementación de Provision 3.-** Es un subsistema Intellimine totalmente integrado que está diseñado para mejorar el control de mineral y el control de la elevación de bancos en las minas de tajo abierto, utilizando la red de comunicaciones inalámbrica provista por Antapaccay, funciona sobre la plataforma Windows con una interfaz muy amigable para el usuario que permite ser más precisos al visualizar las líneas de avance del minado.

En la figura 3.25 se observa los componentes del Provision 3.

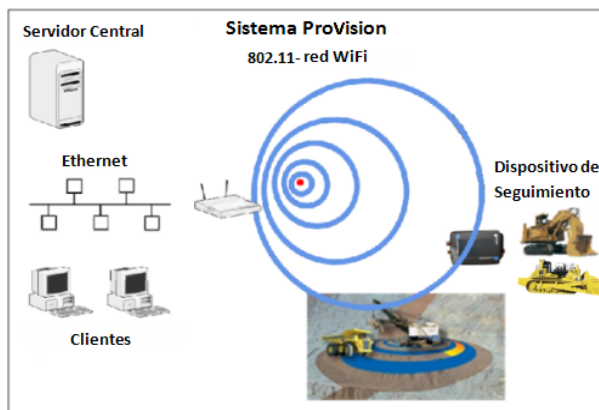


Figura 3.25 Componentes del Provision 3.
Fuente: Scope of work Antapaccay.

A continuación se presenta los principales Módulos:

En la figura 3.26 se observa el Minegraphics que monitorea los equipos de carguío, el avance de pala, el movimiento en tiempo real de la pala, etc

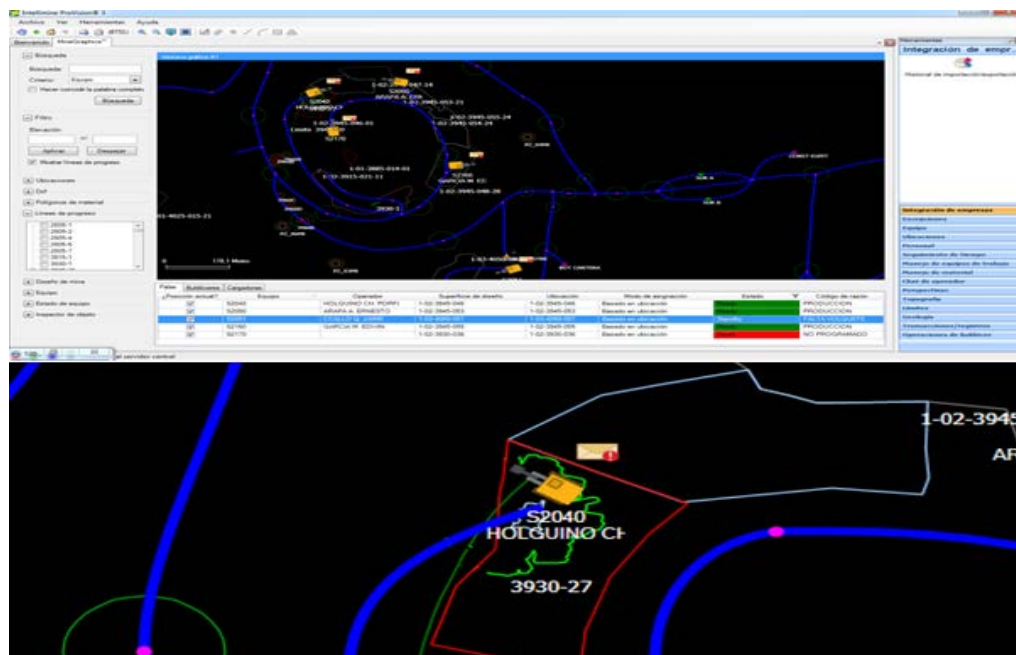


Figura 3.26 Minegraphics Provision 3.
Fuente: Dispatch Antapaccay.

En la figura 3.27 se observa el reconocimiento de tipo de material, polígonos de minado el mineral en rojo y el de desmonte en celeste, control de pisos etc.



Figura 3.27 PTX Alta Precisión.
Fuente: Dispatch Antapaccay.

Donde:

1. Imagen que le indica al operador de pala que está por encima de la elevación, y debe cortar para disminuir la elevación.
 2. Imagen que indica que la pala se encuentra en la cota planificada.
 3. Imagen que le indica al operador de pala que está por debajo de la elevación, y debe llenar para elevar la cota actual.
 4. Indica que la pala esta debajo de la elevación planeada en -0.91m y debe rellenar.
- **Implementación Provision 2.-** El sistema de perforación Provision 2 es un subsistema Intellimine totalmente integrado que está diseñado para aumentar la productividad de las perforaciones de taladros para voladuras en minas a tajo abierto.

En la figura 3.28 se observa los componentes del Provision 2.

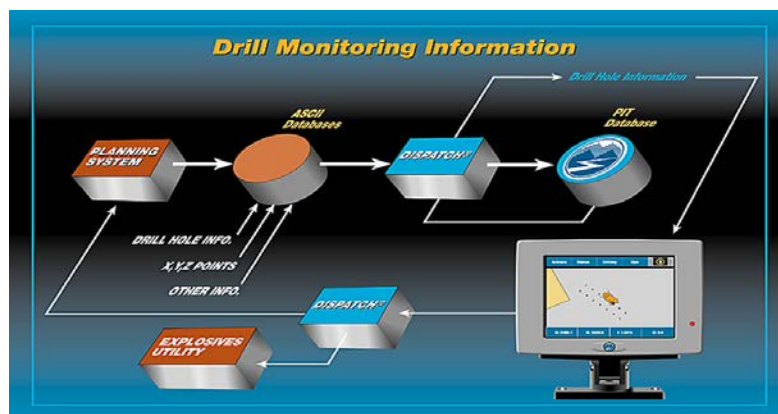


Figura 3.28 Componentes de Provision 2.
Fuente: Scope of work Antapaccay.

A continuación se presenta los principales Módulos:

En la Figura 3.29 se observa el módulo de posicionamiento de perforadora en taladros, taladros perforados (azul y verde) vs planeados (rojo).

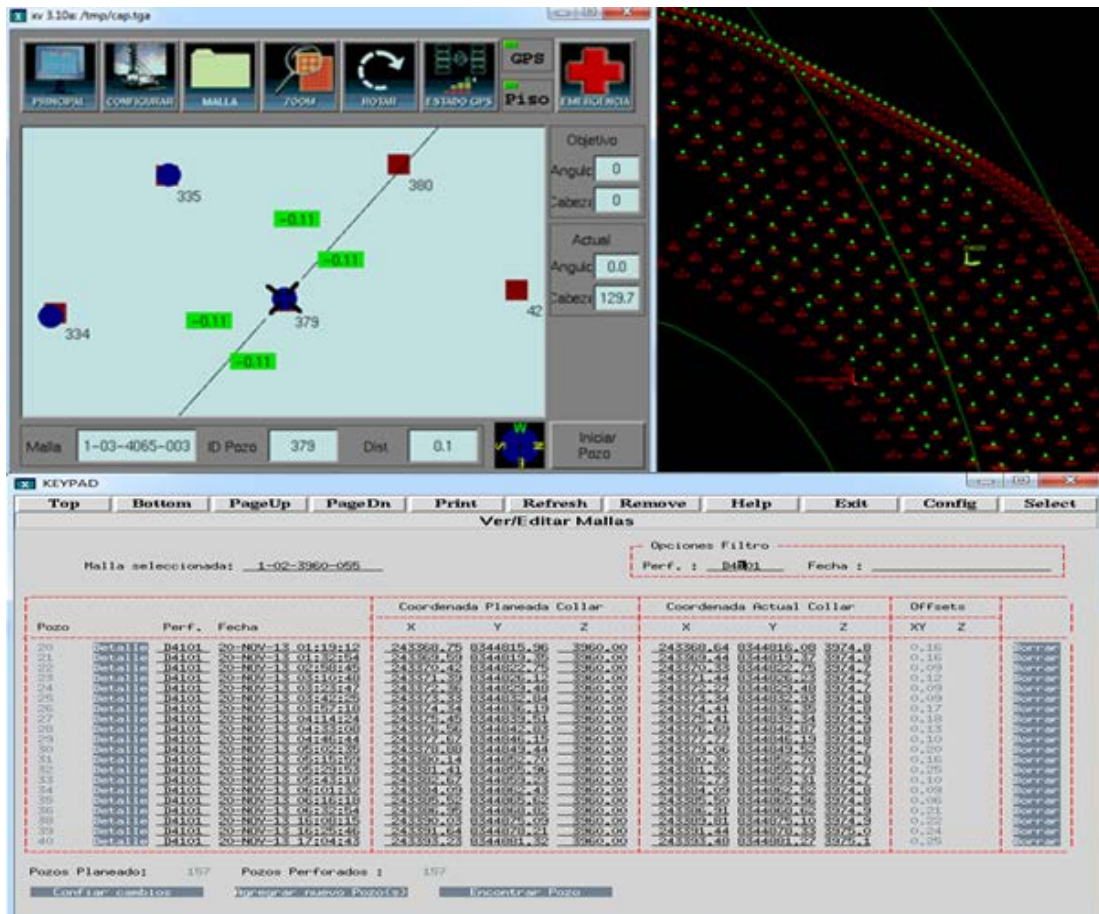


Figura 3.29 Taladros perforados vs taladros planeados.
Fuente: Dispatch Antapaccay.

En la Figura 3.30 se observa el módulo de estado de perforadoras.

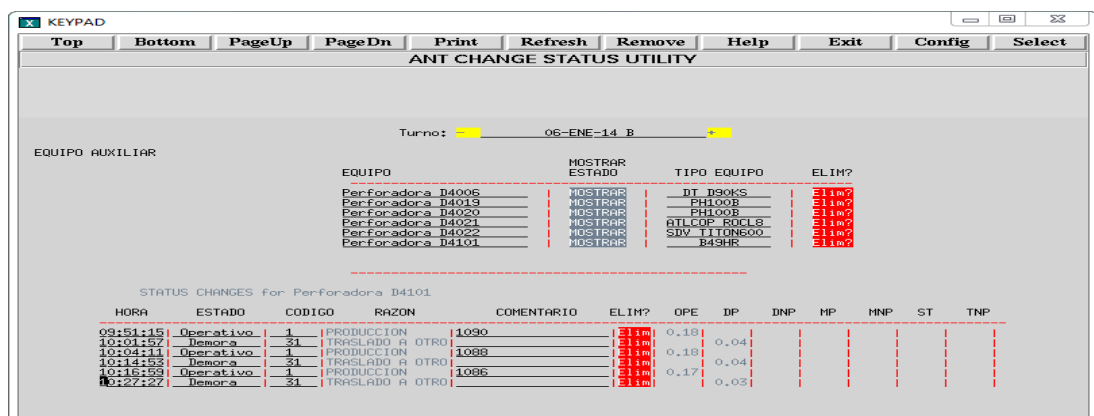


Figura 3.30 Registro de estado en Perforadoras.
Fuente: Dispatch Antapaccay.

- **Implementación de Minecare.-** El sistema de mantenimiento Minecare 2.2 es un subsistema Intellimine que es una herramienta de mantenimiento diseñada para reducir los costos del ciclo de vida de equipos móviles a través de la administración en tiempo real de los procesos de mantenimiento y del estado de los equipos.

Minecare consta de 1 servidor central instalado como virtual machine y 1 servidor de base de datos que interactúa con el servidor central del sistema Dispatch Nextgen, y usa la misma arquitectura de comunicaciones.

En la figura 3.31 se observa los componentes del Minecare.

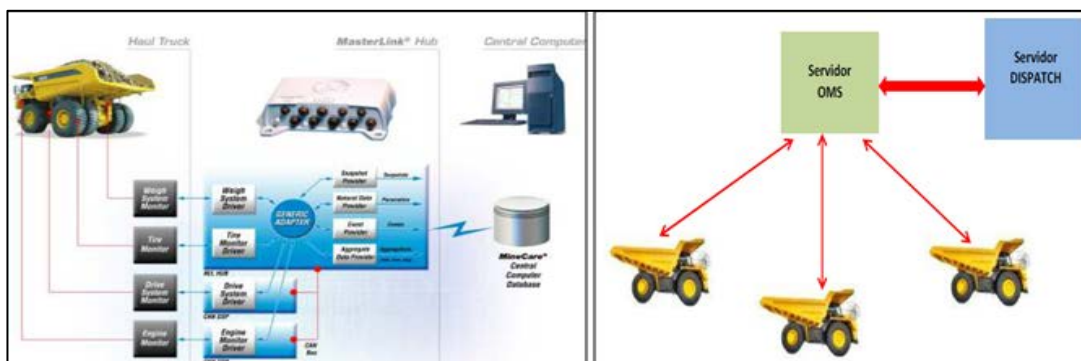


Figura 3.31 Componentes de Minecare.

Fuente: Scope of work Antapaccay.

En la figura 3.32 se observa el módulo de manejo de eventos, monitoreo en tiempo real de signos vitales, análisis de tendencias, seguimiento de tiempos, lista de actividades de time tracking.



Figura 3.32 Módulos de Minecare.
Fuente: Dispatch Antapaccay.

3.3.7.-Implementación del intellimine reporting o Powerview.- El Sistema Intellimine provee una suite de reportes estandarizados. Existen 2 tipos de instalación: modo nativo, y modo sharepoint.

Estos reportes son administrados por medio del sistema Powerview que viene incluido en el sistema Dispatch, corre en una plataforma Windows y utiliza las bases de datos SQL que son abiertas para que Antapaccay pueda trabajar con la información de acuerdo a sus requerimientos, los reportes son generados con una herramienta estándar (Microsoft® Reporting Services), y pueden ser accedidos desde cualquier computador con un navegador web y una conexión (LAN, VPN) al servidor de base de datos, Powerview integra reportes de Dispatch NextGen, Provision 3, Provision 2, Minecare en una sola plataforma.

En la figura 3.33 se observa la plataforma web del intellimine reporting.

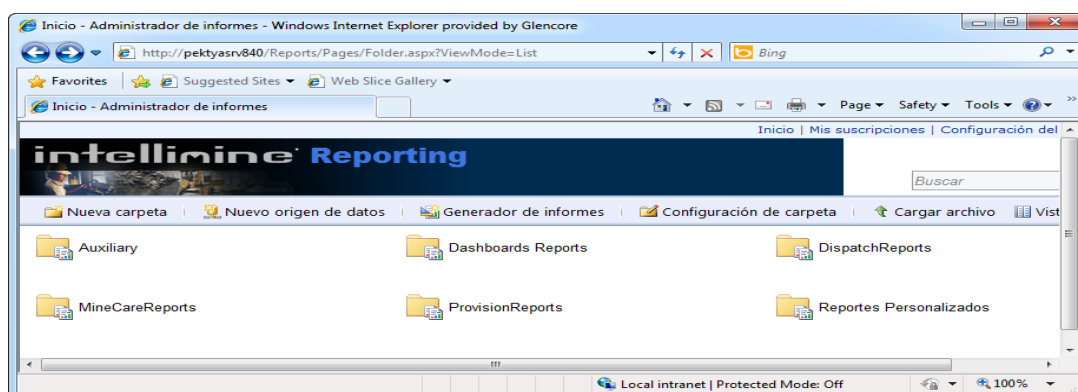


Figura 3.33 Intellimine reporting.

Fuente: Dispatch Antapaccay.

- Dispatch NextGen posee los siguientes reportes: reporte de producción de camiones, reporte de producción de cargas/TMS, reporte de combustible, reporte de producción de palas, cargas por hora de palas, cargas, buckets por operador de pala, reporte de palas por cargas, toneladas por hora, reporte de tiempos de ciclo, KPI de operadores de camiones, KPI de operador de despachadores, KPI de operadores de palas, reporte administrativo de turno, reporte de programación lineal

,reconciliación banco/botadero, inspección pre-operacional, reporte de tareas, reporte de tareas por equipo etc.

- Provision 3 posee los siguientes reportes: resumen de ciclo de palas, análisis de producción de palas / Flota, productividad de palas / guardia, productividad de palas / tazas de excavación, productividad de palas / ubicación, productividad de palas / operador, productividad de palas / resumen, detalle de estado diario de equipos, análisis de tiempo de demoras de equipos, cambio de estado por grupo de equipos, detalle de carga útil de camiones-palas, resumen de carga útil de camiones-palas.
- Minecare posee los siguientes reportes: indicadores claves de desempeño (KPI's) como MTBF, estados de tiempo, tipos de actividades, etc.

3.3.8 Implementación del sistema de reportes MISA (Sistema de información minera Antapaccay).- Si bien el Powerview es una buena alternativa para reportabilidad de indicadores clave para la operación pero los reportes que se generan son estándar y muy generales para cualquier operación, es por eso que como administración Dispatch vimos la necesidad de crear un sistema de reportes para Antapaccay con reportes personalizados acordes a la realidad de Antapaccay, este sistema de reportes está elaborado en plataforma Visual Basic.Net con base de datos Sql Server al cual le pusimos el nombre de MISA y se observa en la figura 3.34.

3.3.9 Entrenamiento en el sistema de gestión Dispatch Antapaccay.- De acuerdo al CONTRATO N° CA-035/11 “Contrato de adquisición de bienes y prestación de servicios de implementación del sistema Dispatch Antapaccay” y a la propuesta técnica-económica entregada por Modular Mining se debía dar entrenamiento en todo los subsistemas del sistema de gestión Dispatch Antapaccay a todos los usuarios, operadores, despachadores y administradores del Sistema, estas capacitaciones fueron coordinados de acuerdo a la disponibilidad del personal de Antapaccay y sin límite de asistentes por cada curso.

El entrenamiento en total fue de 50 días distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 3.25 Entrenamiento del sistema de gestión Dispatch Antapaccay.

Entrenamiento	Días
Intellimine despachadores	15
Intellimine administración	7
Dispatch operadores	5
Dispatch usuarios	5
Provision operadores	5
Provision usuarios	3
Powerview	5
Minecare	5
Total	50

Fuente: Scope of work Antapaccay

3.3.10 Cierre de proyecto.- Una vez concluida la etapa de Instalación de hardware, software y configuración de los subsistemas del sistema de gestión Dispatch Antapaccay se procedió con la etapa de comisionado que duro alrededor de 1 mes y en el cual se hicieron 30 observaciones de mal funcionamiento del sistema, estas fueron levantadas en un plazo de 20 días y se dio por concluida esta etapa.

Después del comisionado se llevó acabo la etapa de aceptación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay mediante el siguiente procedimiento:

- ANT_Protocolo de recepción de equipo.
- ANT_Dispatch_UserAcceptance.
- ANT_Minecare_UserAcceptance.
- ANT_Provision 3_UserAcceptance.
- ANT_Provision 2_UserAcceptance.
- ANT_Training_UserAcceptance.

3.3.11.- Contrato de soporte y mantenimiento del sistema de gestión Dispatch

Antapaccay (CCA).- Una vez concluida la implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay y tras una negociación entre Antapaccay y Modular Mining se procedió a la firma del CONTRATO N° CA-050/13 “Contrato de mantenimiento Dispatch Antapaccay” por un monto de US\$ 600,000 (25,000 US\$ / Mes), la cual se encuentra vigente por 2 años en la que Modular Mining a través de la red de área local (LAN) interna de Modular, y bajo el acuerdo de soporte al cliente Intellimine, brinda soporte desde su casa matriz internacional en Tucson y desde una de las subsidiarias u oficinas representativas en Lima-Perú en forma remota y en sitio, a estructura de soporte y servicios está canalizada por un gerente de cuenta que coordina los recursos Modular al servicio de las necesidades de Antapaccay.

Beneficios

- Soporte 24 horas para llamadas de emergencia.
- Estabilidad del sistema, (el sistema se mantendrá estable y en óptimas condiciones durante todo el periodo de funcionamiento y valides del CCA).
- Updates al sistema Dispatch, Minecare, Provision en forma gratuita.

- Llamadas de Help Desk, para consultas diversas de dudas en los procedimientos del sistema.
- Portal Web para ingreso y seguimiento de tareas consultas y requerimientos por medio de tickets.
- Reparación de equipos a cero costos, para fallas no provocadas por el mal uso del equipo o realizadas intencionalmente por el operador.
- Garantía del buen funcionamiento de los equipos vendidos o reparados.
- Descuento del 35% en compras futuras o servicios por ser cliente preferente.
- Servicios de no obsolescencia de hardware, Modular procurará mantener vigente el tiempo de vida (7 años) de todos los equipos adquiridos por Antapaccay y dar un valor de rescate por migrar a nueva tecnología por los equipos, en las mismas condiciones de funcionamiento con las que fueron adquiridos.
- Un total de 360 HH/año para servicios diversos los cuales serán determinados por el administrador Dispatch en actividades como: trabajos preventivos de mantenimiento de hardware, desarrollo de reportes, visitas técnicas, auditorias, servicios de value add services o utilizar estas horas en entrenamientos adicionales
- Incremento de la garantía estándar de los equipos de 3 a 9 meses calendario luego de esto iniciaría una garantía extendida por los años que se encuentre vigente el contrato de soporte y mantenimiento CCA.
- Se incluye 2 veces al año certificación de la red Cisco MESH Antapaccay con el correcto funcionamiento e interacción de los equipos Dispatch, en periodos de 1 semana.
- Entrega de informes del estado del sistema en forma mensual.

3.3.12 Implementación de la sala de control Dispatch Antapaccay.- Debido a la importancia del sistema Dispatch en el performance de los equipos mineros, se decidió que se debía implementar una sala de despacho que cuente con todas las comodidades correspondientes y con las herramientas necesarias para que los despachadores puedan realizar los trabajos eficientemente.

El costo de la implementación de esta sala de despacho fue de US\$ 80,000 fue asumido por el presupuesto de proyecto

Componentes de la Sala de despacho:

- 1 Dataroom (1 workstation para Dispatch operaciones, 1 workstation para monitoreo en tiempo real, 1 workstation para Dispatch mantenimiento).
- 1 Mesa de control
- 5 Monitores controlados por el despachador de operaciones para el manejo del sistema Dispatch.
- 6 Televisores controlados por el despachador de operaciones para el manejo de reportes en tiempo real, cámaras de Video (4) para observar la mina en tiempo real, radar mina, Sistema MEMS, etc.
- 2 Monitores y 2 televisores controlados por el despachador de mantenimiento para el manejo del Dispatch y Minecare.
- 3 CPU para elaboración de reportes y visitas.
- 3 Radios de comunicación UHF, 2 anexos y 2 celulares.
- La sala de control cuenta con 1 UPS que permite 3 horas de Autonomía y 1 grupo electrógeno que soporta una carga de hasta 40A para cortes de energía y Dispatch no pare.

En la figura 3.36 se observa la sala de control Dispatch Antapaccay.



Figura 3.36 Sala de control Dispatch Antapaccay.
Fuente: Foto sala de control Dispatch.

CAPITULO IV

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE GESTION DISPATCH ANTAPACCAY

Una vez concluida la implementación le sigue la etapa más esperada por los usuarios del Dispatch que son los resultados y beneficios que se obtienen con este sistema y cómo impacta directamente a la operación y productividad de los equipos, es por esto que el presente capítulo trata sobre los resultados obtenidos con la implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay mediante el cálculo de Kpi's claves de la operación y compararlos frente al budget además de presentar todos los beneficios obtenidos por cada subsistema del sistema de gestión Dispatch en Antapaccay.

4.1 Calculo y comparación de Kpi's claves de la operación.- Para los cálculos de los Kpi's de los equipos se ha tomado en cuenta las fórmulas de los sistemas comunes de Glencore, el cual estandariza todos los KPI's en todas sus unidades.

A continuación se muestra como el sistema Dispatch ayuda en el cumplimiento de KPI's frente al Budget, se tomó los datos a partir del 01/03/2013 que inicio el Dispatch en Antapaccay hasta el 31/12/2013.

La Produccion es todo material que sale del tajo y que no es Inpit en la figura 4.1 se observa que frente al Budget se tiene un cumplimiento del 102% y que la producción diaria fue de 321.631 TMS.

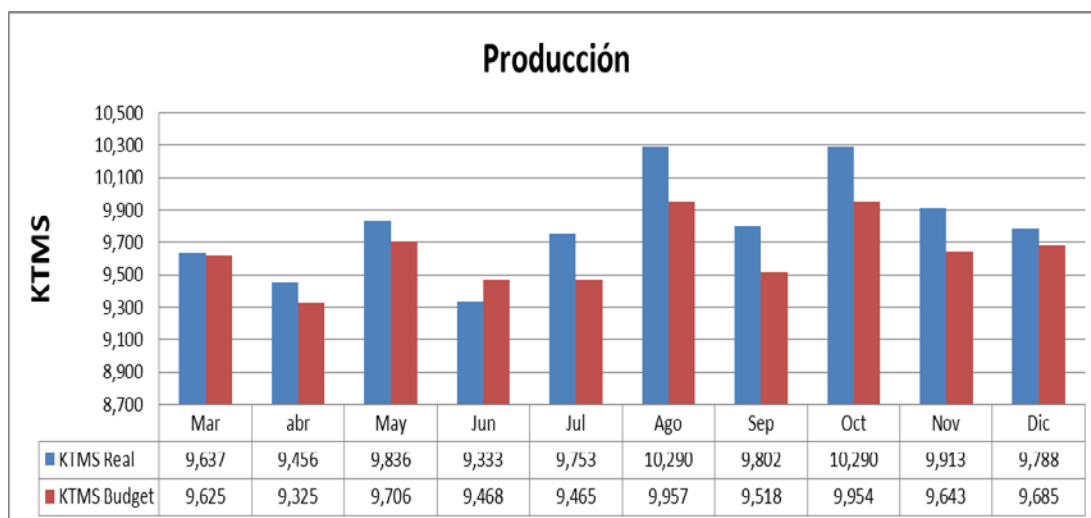


Figura 4.1 Producción.
Fuente: MISA Antapaccay.

El material movido es todo aquel material que se ha movido en el tajo, ya sea de mina, Stock, Inpit, Expit etc., en la figura 4.2 se observa que frente al Budget se tiene un cumplimiento del 102% y que el movimiento diario fue de 333.960 TMS.

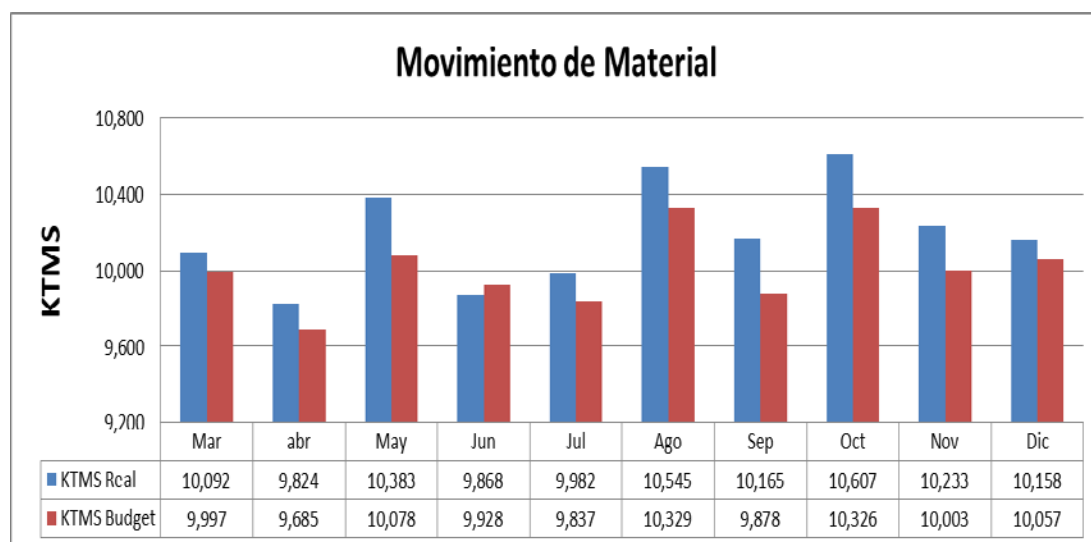


Figura 4.2 Movimiento de material.
Fuente: MISA Antapaccay.

En la figura 4.3 se observa el que se ha enviado a la Chancadora Primaria Antapaccay y que frente al budget se tiene un cumplimiento del 98% con un envío diario a chancadora fue de 68.353 TMS.

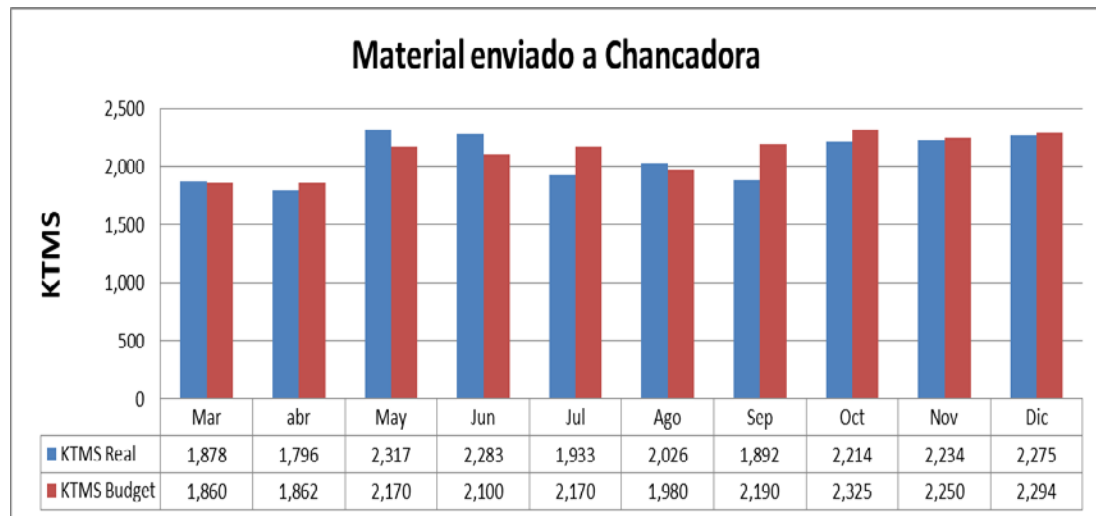


Figura 4.3 Material enviado a chancadora.

Fuente: MISA Antapaccay.

Para medir la productividad de camiones se utiliza el TKPH que son las toneladas métricas secas multiplicadas por la distancia equivalente y dividida por las Horas netas operativas, en la figura 4.4 se observa que frente al budget se tiene un cumplimiento del 102%.

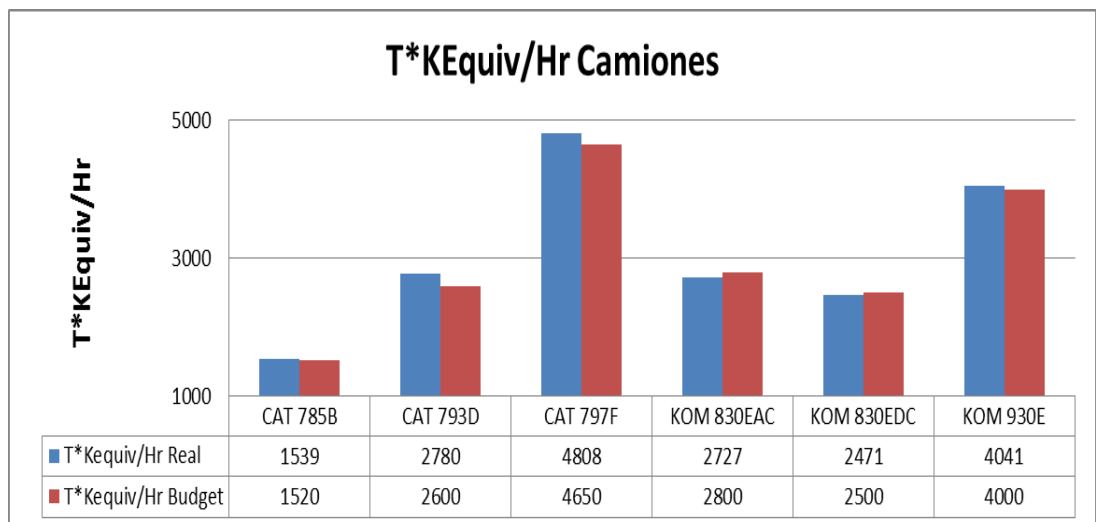


Figura 4.4 TKPH camiones.

Fuente: MISA Antapaccay.

Para medir la productividad de las palas se utiliza TMS/Hr que son las toneladas métricas secas dividida entre las Horas netas operativas, en la figura 4.5 se observa que frente al budget se tiene un cumplimiento del 101%.

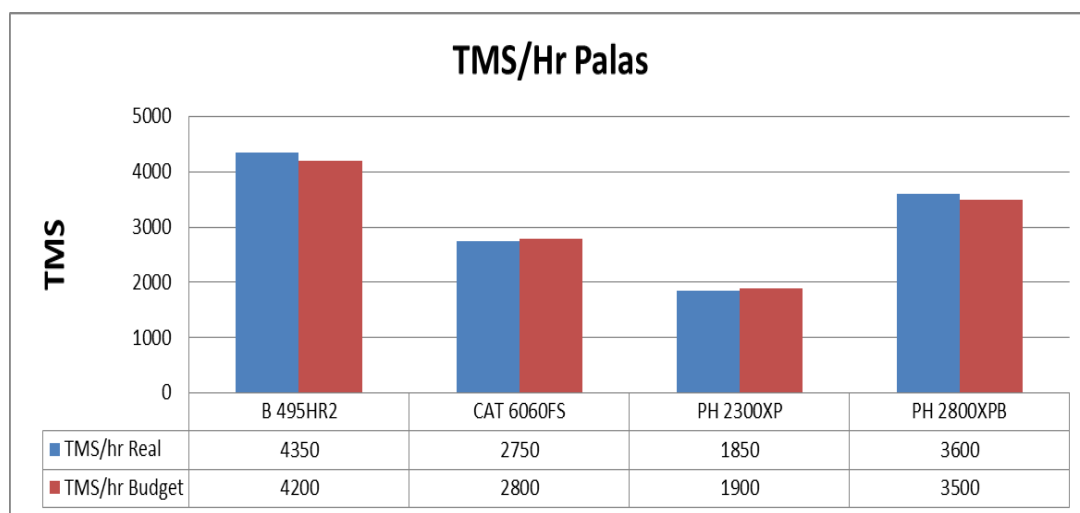


Figura 4.5 TMS/Hr palas.
Fuente: MISA Antapaccay.

En la figura 4.6 se observa la Disponibilidad real de palas frente al budget se tiene un cumplimiento del 100.3%.

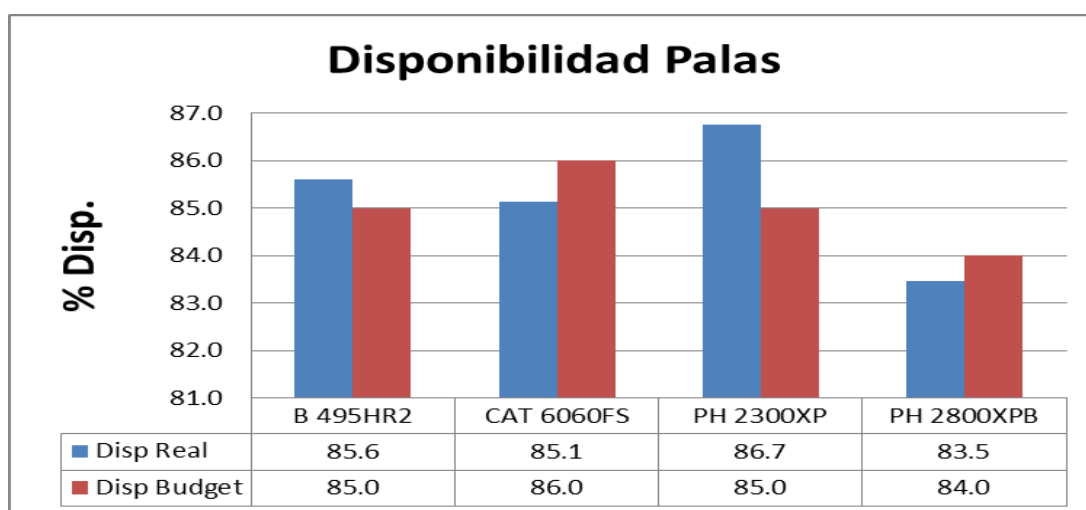


Figura 4.6 Disponibilidad palas.
Fuente: MISA Antapaccay.

En la figura 4.7 se observa que la utilización real de palas frente al budget se tiene un cumplimiento del 101.1%.

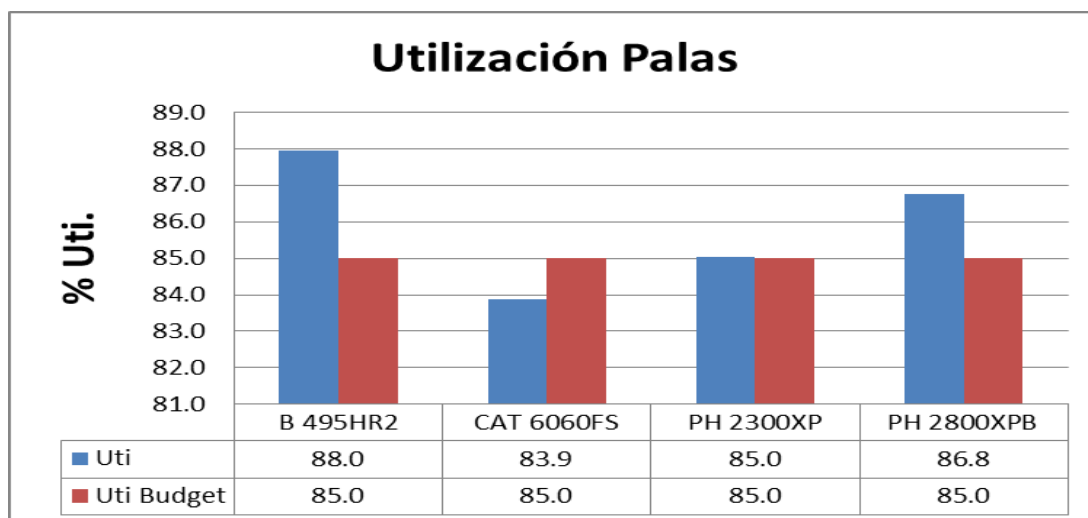


Figura 4.7 Utilización palas.
Fuente: MISA Antapaccay.

En la figura 4.8 se observa que la disponibilidad de camiones real frente al budget se tiene un cumplimiento del 101.4%.

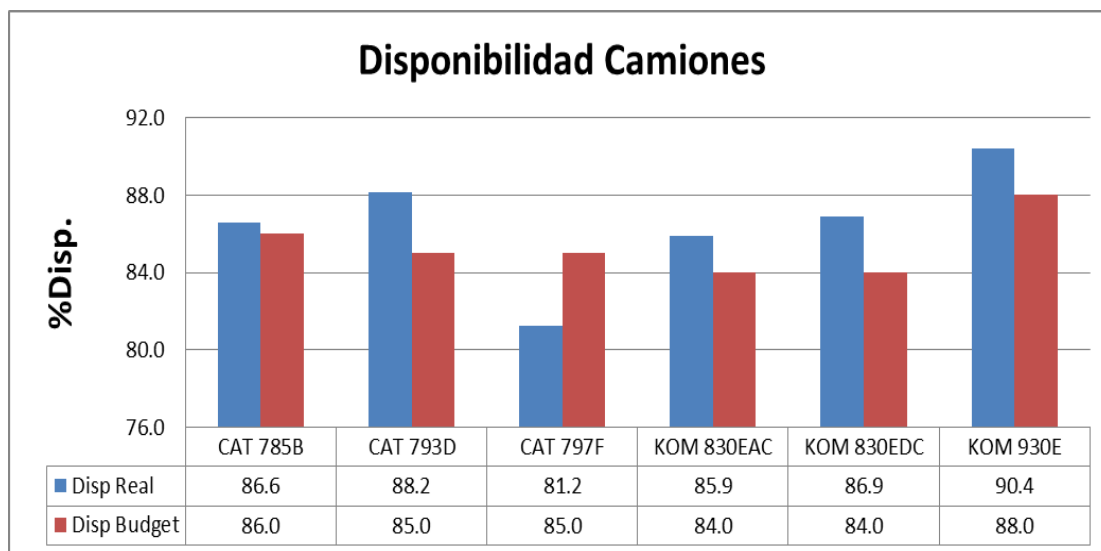


Figura 4.8 Disponibilidad Camiones.
Fuente: MISA Antapaccay.

En la figura 4.9 se observa que la utilización de camiones real frente al budget se tiene un cumplimiento del 99.7%.

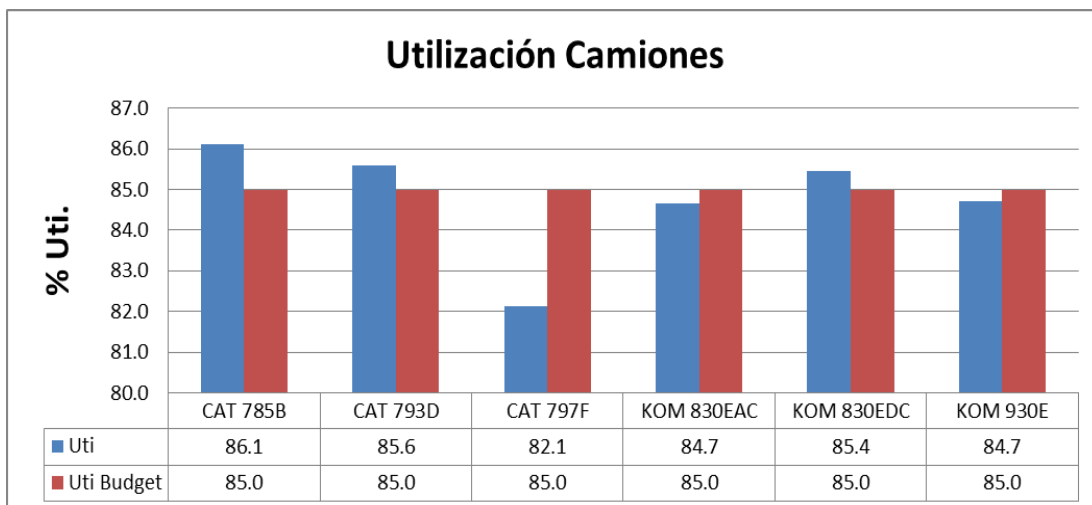


Figura 4.9 Utilización camiones.
Fuente: MISA Antapaccay.

En la figura 4.10 se observa que la disponibilidad de equipos auxiliares frente al budget se tiene un cumplimiento del 103%.

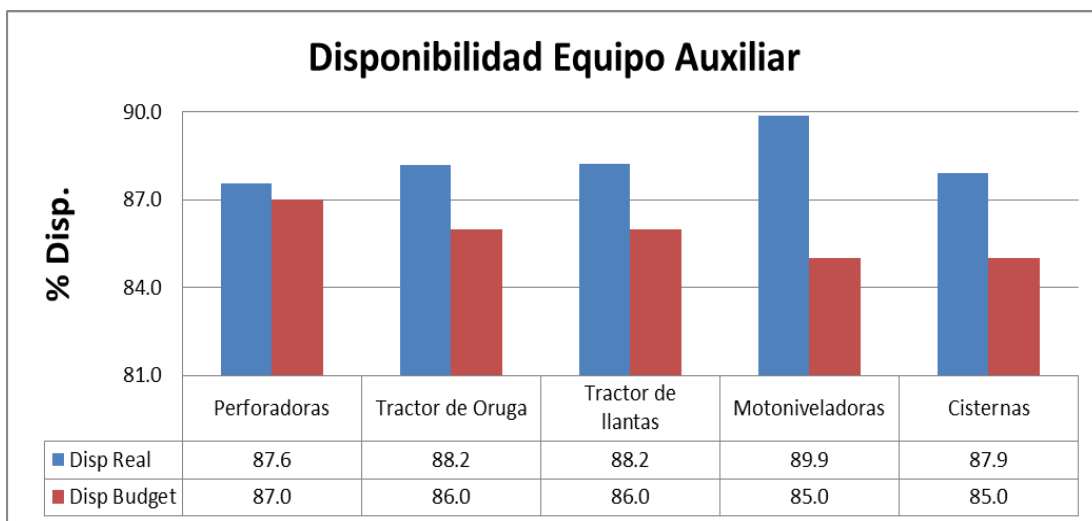


Figura 4.10 Disponibilidad equipo auxiliar.
Fuente: MISA Antapaccay.

En la figura 4.11 se observa que la utilización de equipos auxiliares frente al budget se tiene un cumplimiento del 102.8%

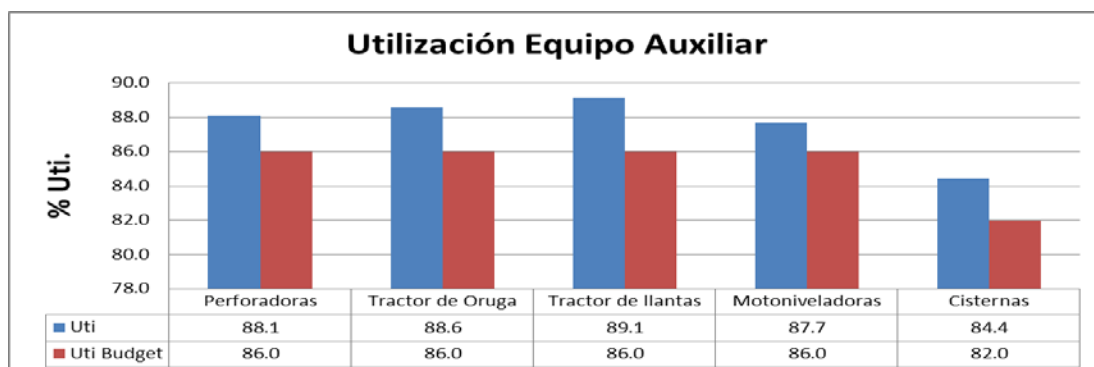


Figura 4.11 Utilización equipo auxiliar.

Fuente: MISA Antapaccay.

El Queue es el tiempo que un camión espera por pala, en la figura 4.12 se observa en promedio se está por debajo del budget.

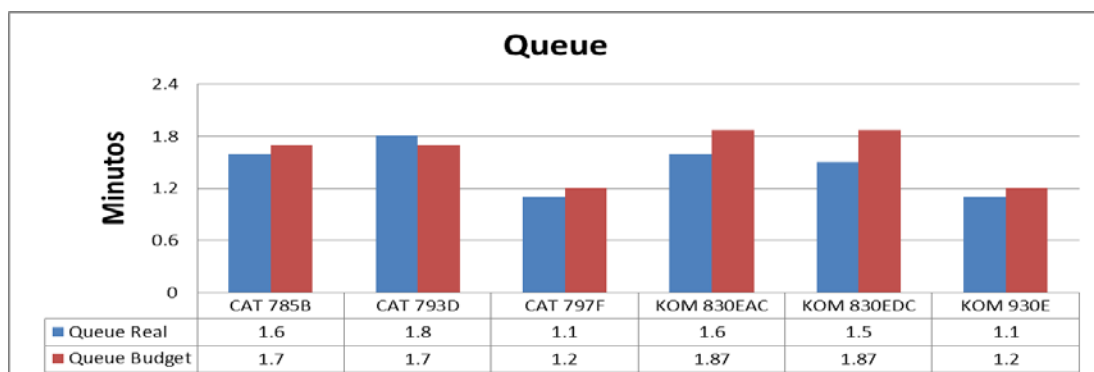


Figura 4.12 Queue.

Fuente: MISA Antapaccay

El Hang es el tiempo que una pala espera por un camión, en la figura 4.13 se observa en promedio se está por debajo del budget.

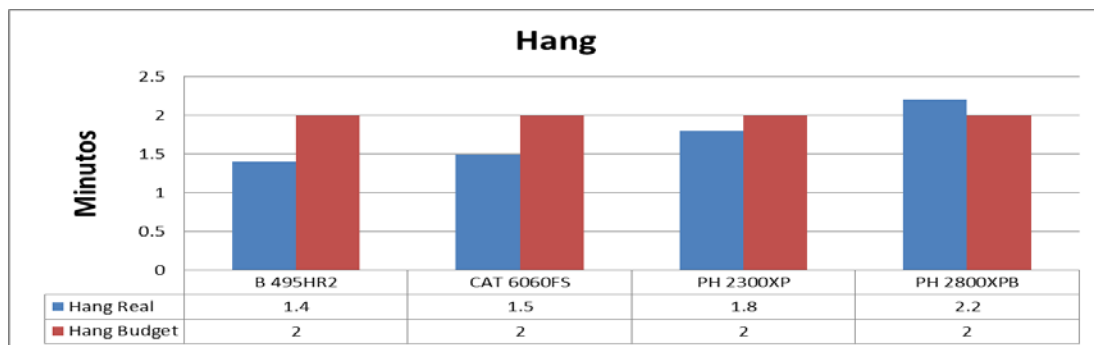


Figura 4.13 Hang.

Fuente: MISA Antapaccay

4.2 Resultados obtenidos por Dispatch Nextgen.

- Aumento en la productividad de equipos utilizando los algoritmos de mejor Ruta, programación lineal y programación dinámica alrededor de 30%.
- Gráficamente Nextgen es más sencillo de utilizar para los despachadores y operadores por lo que tiene un entorno Windows.
- Asignación correcta de camiones y alarmas que indican al operador cual es el trabajo que tienen que realizar.
- Aumento de la eficiencia general del carguío de combustible al minimizar los episodios de carguío de combustible, ya que solo se realizan en momentos necesarios estos comunicados al operador y despachador mediante alarmas.
- Mediante la Interface conectada al MEMS a Dispatch le llega alarmas de TKPH de las llantas y en tiempo real se toman decisiones de parar el camión ya sea por temperatura o presión, de esta manera se minimiza costos por llantas.
- El Módulo de detección de proximidad mejora la visión situacional de los operadores de los equipos, este despliega advertencias visuales y sonoras de peligros provenientes de otros equipos habilitados o fijos que se encuentran en el área, es especialmente beneficiosa en aquellas áreas en donde se produce mayor congestión, tales como frentes de carguío y botaderos.
- El Monitorear el status de los equipos auxiliares, permite priorizar las tareas y asignarlas en forma remota a los operadores, además permite identificar las áreas con problemas para así mejorar la productividad.

4.3 Resultados obtenidos por Provision 3.

- Control del piso en tiempo real en el que se encuentra trabajando la pala, cargador y tractor
- Delimitación del material en base a polígonos y provee al operador en tiempo real de esta información para llevar un exacto control operativo.
- Control de la dilución mediante alarmas que permiten saber si está cargando mineral o desmonte.
- Identificación de la ley del bloque y de la mezcla de la carga.
- Control de la ley del banco.
- Monitoreo de la inclinación de la pala, cargador o tractor.
- Detección de proximidad de otros equipos.
- El tajo Atalaya anteriormente fue explotada de forma subterránea, es por eso que Provision 3 mediante diseños Hazard (Riesgos) permite reconocer estas galerías y en tiempo real y así evitar daños a los equipos y a las personas.
- Eliminación de las estacas que marcan los límites y el levantamiento topográfico con el Provision 3, esta integración prácticamente elimina los altos costos recurrentes de hacer levantamientos o poner estacas para delimitar el mineral. también se minimiza el re-trabajo, porque las actualizaciones hechas al plan mina se envían, de forma remota al campo, las líneas de progresos se calculan con cada palada y se registran, de forma automática, según el turno y según la pala.

4.4 Resultados obtenidos por Provision 2.

- Se ha eliminado el estacado de mallas de perforación por parte de topografía, según el procedimiento solo dejan 5 puntos de referencia en cada malla.
- Se ha mejorado el tiempo de posicionamiento de la perforadora en los taladros.
- Se tiene un control del estado de los equipos en tiempo real e histórico, esto ayuda a la toma de decisiones.
- Mediante el módulo de componentes se lleva un control minucioso de los accesorios de perforación como duración de brocas, barrenos, cables etc. Lo que permite reducir costos.
- Mediante una interface que se conecta al PLC de la perforadora se obtienen datos de pull down, metros perforados, velocidad de penetración, RPM, tipo de roca, etc. lo que ayuda a mejorar los diseños de perforación y voladura.
- Eliminación de la perforación extra o innecesaria que conlleva a aumentar los costos ya que no están diseñadas en las mallas de perforación.
- Control de la profundidad de taladros y reducción de costos por sobre perforaciones que no están en el diseño de la malla.
- Gráficamente y en forma de datos la comparación entre taladro ejecutado vs planeado.

4.5 Resultados obtenidos por Minecare.

- Se ha reducido el costo de mantenimiento en 5% y se ha incrementado la disponibilidad de los equipos en un 3%.
- Minecare contribuye notablemente en el mantenimiento preventivo y correctivo que se le hace a los equipos.
- Ha mejorado la confiabilidad de los equipos

- Ha minimizado las fallas catastróficas.
- Se ha mejorado en los mantenimientos no planificados
- Ayuda a la identificación de problemas y dar un mejor diagnostico de los equipos.
- Ha contribuido en la reducción del inventariado de repuestos y las demoras logísticas.

A continuación se explica un ejemplo de como minecare es útil en Antapaccay en la identificación de eventos y darle solución.

Tabla 4.13 Identificación de eventos.

FECHA	TURNO	EQUIPO	CONDICION OBSERVADA EN MINECARE	ACCIONES REALIZADAS	RECOMENDACIONES
19/09/2013	Noche	3087	Eventos de Hoist Screen Active	Funcionamiento lento de levante comportamiento Intermitente	Inspección en de las rejillas de levante y filtro de sistema hidráulico muestra de filtro hidráulico 18/09/2013 salió limpio, no se tiene muestra de rejillas de levante desde el 2011
19/09/2013	Noche	3087	Eventos de Rax Pump Divert Solenoid	Se verifico presión de lubricación del diferencial se encuentra en promedio en 105psi	Inspección Y/o Cambio de Solenoide de Rax Pump divert
19/09/2013	Noche	3087	Eventos del sensor de Eng Coolant fan speed	No se registra datos del sensor de rpm del fan, Temperatura de refrigerante en rango de operación normal	Cambio del sensor / Inspección sistema eléctrico / calibración rpm del fan.
19/09/2013	Noche	3086	Eventos del sensor de Eng Coolant fan speed	Se monitoreo en tiempo real se comprobó funcionamiento correcto del control de las rpm del fan. Temperatura de refrigerante en rango de operación normal	Cambio del sensor / Inspección sistema eléctrico / calibración rpm del fan.

Fuente: Dispatch Antapaccay.

CONCLUSIONES

1. Para realizar la implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay fue necesario seguir el siguiente procedimiento:

Item	Etapas para la Implementación del Sistema de Gestión Dispatch Antapaccay
1	Implementación de la Red Inalámbrica Antapaccay
2	Licitación y adjudicación del sistema de Gestión dispatch Antapaccay
3	Instalación y personalización del Hardware y Software del sistema de Gestión Dispatch Antapaccay
4	Implementación del sistema de Reportes Antapaccay
5	Entrenamiento en el uso del sistema de Gestión Dispatch Antapaccay
6	Pruebas de Funcionamiento y comisionado del Sistema de Gestión Dispatch Antapaccay
7	Contrato de soporte y mantenimiento del sistema de Gestión Dispatch Antapaccay

Tabla C1 Procedimiento para la Implementación del sistema de Gestión Dispatch Antapaccay

Este procedimiento se puede adecuar y aplicar a una mina nueva que recién inicia sus operaciones

2. Para el funcionamiento del sistema de gestión Dispatch Antapaccay es necesario contar con una red Inalámbrica a través de la cual los equipos Dispatch se puedan comunicar y tener un control de las operaciones, es por eso que después de realizar una Licitación y de analizar varias propuestas técnicas-económicas, se decidió que se debía utilizar equipamiento Cisco, basado en tecnología “Wireless MESH” que específicamente es una red Cisco Mesh “Malla Inalámbrica Cisco”, la cual fue certificada por Modular Mining por la compatibilidad con los equipos Dispatch.
3. Después de un proceso largo de negociaciones, evaluaciones técnicas, económicas y sociales entre varios postores se decidió que se debía Instalar el Sistema Intellimine de Modular Mining por ser la mejor opción que se adecua a las necesidades de Antapaccay.
4. Debido a las necesidad de Antapaccay de contar con otros sistemas que puedan transferir datos por la red Cisco Mesh Antapaccay, como el MEMS para Control

de neumáticos, el MIDAS sistema de gestión de la Pala 2160 BUCYRUS 495HR etc. y la no compatibilidad de la radio Bullet fue necesario modificar el Hardware original lo que llevo a realizar gastos adicionales y la devolución de dinero por parte de Modular mining mediante una nota de crédito.

Este costo total por la implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay se pagó con el presupuesto del proyecto Antapaccay.

Costo por implementación del Sistema de Gestión Dispatch Antapaccay:

IAR Aprobado	EAR	Variación
US\$ 2,700,000	US\$ 2,461,206	US\$ 238,794

Costo Adicional por modificaciones en el hardware Dispatch y sala Dispatch:

US\$ 80,000 por implementación de la sala Dispatch.

Equipo Modular (Retirado)	Equipo Instalado por Antapaccay (Reemplazo)	Costo Adicional
US\$ 87500	US\$ 145700	US\$ 58200

Costo total por Implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay:

IAR Aprobado	EAR	Variación	Observaciones
US\$ 2,700,000	US\$ 2,599,406	US\$ 100,594	Ahorro

El Costo total por servicio de soporte y mantenimiento Dispatch Antapaccay es de US\$ 25,000 por mes y este costo es asumido por el opex de Antapaccay.

5. Se demostró que el sistema Dispatch influye directamente en los KPI's claves de la operación y que con este nuevo sistema y aplicando estrategias de productividad se ha logrado cumplir con el Budget 2013.
6. Con Provision 3 y Provision 2 se ha logrado llevar a Antapaccay a una operación muy eficiente y segura, ya que se ha reducido la interacción entre topógrafos y equipos, el control de mineral es más preciso, permite indentificar riesgos y peligros

(galerías Atalaya), perforar sin necesidad de marcar los taladros en campo, control de componentes de las perforadoras, mejores diseños de voladura, una sobre perforación controlada etc.

7. Mediante el Minecare se ha logrado se ha reducido el costo de mantenimiento en 5% y se ha incrementado la disponibilidad de Los equipos en un 3%, Ha mejorado la confiabilidad de los equipos, minimizado las fallas catastróficas, mejorado en los mantenimientos no planificados y ha contribuido en la reducción del inventariado de repuestos y las demoras logísticas.
8. Se llegó a la conclusión de que el entrenamiento y constante capacitación en Dispatch del personal es fundamental para que este sistema pueda ser aprovechado al máximo, ya que por efecto natural la mayoría de los trabajadores se resiste al cambio cuando se implementan nuevos sistemas con mayor tecnología.

RECOMENDACIONES

1. Para el funcionamiento del sistema Dispatch se debe contar con una red inalámbrica multifuncional que permita transmitir todo tipo de datos de forma rápida y sin pérdida de paquetes, que sea fácilmente administrable y que sea compatible con los equipos dispatch instalados.
2. Antes de tomar la decisión de implementar un sistema Dispatch es necesario revisar minuciosamente todas las propuestas técnicas, económicas y de desarrollo sostenible que ofrecen los postores para adquirir un sistema Dispatch que cubra todas las necesidades de la mina.
3. Se debe considerar costos adicionales que no pertenecen al proyecto de implementación del sistema Dispatch pero si influyen directamente para el funcionamiento de este.
4. Se debe tener un buen plan de entrenamiento de despachadores, operadores, supervisión de operaciones, planeamiento mina y usuarios en general para sacarle el mayor provecho a este sistema.
5. Es necesario solicitar a la empresa que va realizar la implementación del Sistema Dispatch personal capacitado y con un mínimo con 2 años de experiencia en trabajos similares.
6. La implementación del Sistema Dispatch involucra bastantes recursos por lo que es necesario coordinar con las diferentes áreas el apoyo necesario para cumplir con los objetivos.

BIBLIOGRAFIA

1. GLENCORE-XSTRATA. Glencore Xstrata Factsheet, Suiza 2013.
2. BERNABE HELLER. Deposito de Porfido-Skarn Antapaccay, Tintaya-Espinar 2010.
3. C2 MINING SOLUTIONS. Proyecto de Implementación de red Cisco Mesh Tajo Antapaccay. Santiago de Chile 2012.
4. GLENCORE-XSTRATA. Licitación NRO. LA-007-11 “Servicios de Implementación del Sistema de Gestión Dispatch Antapaccay”, Tintaya-Espinar 2011.
5. MODULAR MINING SYSTEMS. Propuesta Tecnica-Economica Xstrata Tintaya-Antapaccay 2012.
6. MODULAR MINING SYSTEMS. Scope of Work Xstrata Tintaya-Antapaccay 2012.
7. GLENCORE-XSTRATA. Contrato N° CA-035/11 “Contrato de Adquisición de Bienes y prestación de servicios de implementación del sistema de gestión Dispatch Antapaccay”, Tintaya-Espinar 2011.
8. MODULAR MINING SYSTEMS. Modular Overview Flyer R2-A4, Tucson 2011.