

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas



**“MEJORA EN EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS Y MATERIALES  
PRINCIPALES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE  
GENERACIÓN ELECTRICA PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO  
DEL PROYECTO.”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Industrial**

**OLIVERA RUDAS, RONALD EDISON**

**Lima – Perú**

**2014**

## DEDICATORIA

A mi padre Vicente Ferrer, Olivera Medrano, quién se encuentra en la gloria de Dios, a mi madre Fidela Huamani Rudas por su confianza, comprensión y aliento inagotable. A mis hermanos Eda, Edo, Vicente Ferrer, Leonid y Jino por demostrar la unión familiar y practicar las enseñanzas de nuestros queridos padres.

A Mauro Espinoza Campos, por sus enseñanzas, confianza, su apoyo, aliento a seguir adelante y motivación constante.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi alma mater, por los conocimientos que han sido y serán la base para mis logros profesionales.

A mis queridos profesores de mi prestigiosa universidad, quienes han guiado mi formación académica.

## INDICE

### “MEJORA EN EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS Y MATERIALES PRINCIPALES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE GENERACIÓN ELECTRICA PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO DEL PROYECTO.”

	Pág.
DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
INDICE .....	III
RESUMEN .....	V
INTRODUCCION .....	1
<u>CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO ACTUAL</u> .....	<u>4</u>
1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	4
1.2 DIAGNÓSTICO FUNCIONAL .....	5
1.2.1 Productos y/o Servicios.....	5
1.2.2 Clientes .....	7
1.2.3 Proveedores.....	8
1.2.4 Procesos .....	9
1.2.5 Organización .....	14
1.3 DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO .....	16
1.3.1 Visión y valores de la empresa .....	16
1.3.2 Objetivos estratégicos .....	17
1.3.3 Matriz FODA. ....	18
<u>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO</u> .....	<u>20</u>
2.1 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS Y DE TESIS.....	20
2.2 TEORIA Y METODOLOGIA DE REFERENCIA .....	24
2.2.1 Qué es un proyecto.....	24
2.2.2 Gestión del Alcance de proyecto .....	24

2.2.3	Controlar el Cronograma.....	25
2.2.4	Control de Costos del proyecto.....	25
2.2.5	Índice de desempeño del cronograma.....	27
2.2.6	Análisis y Mejora de Procesos.....	29
2.2.7	Cadena de Suministros.....	31
2.2.7.1	Logística.....	32
2.2.7.2	Funciones de la logística.....	32
<u>CAPÍTULO III: PROCESO DE TOMA DE DECISIONES</u> .....		33
3.1	ANTECEDENTES.....	33
3.2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL.....	35
3.3	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	38
3.4	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE SOLUCIONES.....	38
3.5	TOMA DE DECISIÓN.....	40
3.6	DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA.....	42
3.6.1	Paso 01 – Definiendo brechas.....	42
3.6.2	Paso 02 – Definiendo el alcance.....	43
3.6.3	Paso 03 – Documentando el proceso.....	43
3.6.4	Paso 04 – Evaluar el desempeño.....	46
3.6.5	Paso 05 – Mejorando el proceso.....	50
3.6.6	Paso 06 – Controlar.....	64
<u>CAPÍTULO IV: ANALISIS BENEFICIO - COSTO</u> .....		65
4.1	SELECCIÓN DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	65
4.2	INFORMACION DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	66
4.3	RESULTADOS.....	70
<u>CAPÍTULO V: RESULTADOS DE LA SOLUCION PLANTEADA</u> .....		71
5.1	MAPA DEL PROCESO.....	71
5.2	MEJORA EN EL TIEMPO DE ABASTECIMIENTO.....	72
5.3	RECUPERACIÓN DEL INDICADOR SPI.....	73
5.4	BENEFICIO ECONÓMICO.....	75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		76
6.1	CONCLUSIONES.....	76
6.2	RECOMENDACIONES.....	77
BIBLIOGRAFÍA.....		78
ANEXOS.....		80

## RESUMEN

Lagunas Norte, es una operación minera de extracción de oro, actualmente se encuentra en expansión de su capacidad productiva, construyendo una planta de recuperación de oro por método de carbón activado (CIC). La primera fase de este proyecto de ampliación valorizando en 400 millones de dólares, es la planta de emergencia de energía, cuya función es producir energía para cubrir la demanda eléctrica adicional, utilizando 12 generadores diésel.

Durante la construcción de esta fase del proyecto, se tenían retrasos considerables condicionando que la construcción no concluya en el tiempo planificado, incrementando los costos del proyecto, el atraso del inicio de las otras fases del proyecto y no cumpliendo con las expectativas para la puesta en operación de la nueva planta.

Este informe evidencia los esfuerzos realizados para identificar las causas que están retrasando la construcción del proyecto, y los cambios a nivel de procesos para mitigar estos retrasos, se utilizaron herramientas de mejora continua, se utilizó la curva S como indicador de control que permite visualizar el avance real con respecto al avance planificado.

Los resultados se mostraron al recuperar la curva S, disminución de cantidad de retrasos (H-H perdidas), obteniéndose un ahorro financiero por el sobre costo evitado, no se impactó en el inicio de las siguientes fases del proyecto de esta manera se cumplió con las expectativas del directorio corporativo.

#### DESCRIPTORES TEMÁTICOS:

- Logística
- Diagramas procesos
- Mejora continua
- Curva S
- Control de proyecto
- Mejora de proceso.

## INTRODUCCIÓN

Debido al incremento del precio del oro en los últimos años (anexo 1), las empresas mineras han elevado la explotación de este metal precioso, ampliando su capacidad de procesamiento con la ampliación y construcción de nuevas plantas de recuperación de oro.

Lagunas Norte, es una operación de extracción de oro, a tajo abierto, actualmente se encuentran en la fase de ampliación de capacidad productiva construyendo una nueva planta de procesamiento y recuperación de oro por métodos de columnas de carbón activado (CIC). En la fase inicial de la ejecución del proyecto se construirá una planta de generación de energía eléctrica, esta planta servirá como fuente de energía para la demanda de planta de columna de carbón activado (CIC).

Lagunas Norte se ubica en Los Andes peruanos, en el distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, en la zona norte del país y a una altura entre 3.700 y 4.200 metros sobre el nivel del mar. Dista a 140 kilómetros de la ciudad de Trujillo, capital de la Región La Libertad. Las instalaciones de la Mina Lagunas Norte se energizan normalmente desde el Sistema Interconectado de Perú por medio de una línea aérea de transmisión de 138 kV proveniente desde la S/E Trujillo Norte.



El funcionamiento de la red actual con uno de los dos transformadores de poder fuera de servicio es la que predomina como condición de operación normal. Para el funcionamiento de las cargas críticas, se dispondrá una planta de 12 generadores diésel (la planta de emergencia de energía).

Durante la construcción del proyecto se observaron retrasos considerables en el avance del proyecto por deficiencias en el abastecimiento de los equipos y materiales principales requeridos para el montaje,

El contratista constructor "Fiansa Ferreyros Corp", reportaba horas de stand by por no tener materiales y equipos solicitados, el cronograma de entrega del proyecto contractualmente es de 3 meses, el cual no será completado aumentando los gastos generales del constructor y encareciendo el costo del proyecto.

En el capítulo I, describe a la empresa como organización, se realizó el diagnóstico funcional y estratégico. En el capítulo II, detalla el marco teórico bibliográfico y tesis que se utilizó como referencia. En el Capítulo III, se desarrolla el proceso de toma de decisión, la definición del problema mediante el uso de método de identificación causa raíz; se utilizó el método de ponderación de factores para evaluar la alternativa de solución, y para desarrollo de la solución al problema el método sistemático, propuesto por Lee Krawjesky en el libro Administración de Operaciones. En el capítulo IV, se analizan los criterios de evaluación económica, utilizando las herramientas de la Gestión de proyectos propuesta por el PMI en la guía PMBOK, se calcula el costo pronosticado con el desempeño hasta la semana 08, se tuvo como objetivo la reducción de los costos proyectos con

el uso de herramientas de mejora. En el capítulo V, se listan los resultados obtenidos, la descripción y mapeo del proceso principal, reducción en el tiempo de abastecimiento, recuperación del indicador SPI completando la construcción en la semana 16, 04 semanas posteriores a lo proyectado contractualmente. Finalmente se dan las conclusiones y las recomendaciones a este informe.

## CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO ACTUAL

### 1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Lagunas Norte se ubica en Los Andes peruanos, en el distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, en la zona norte del país y a una altura entre 3.700 y 4.200 m.s.n.m. El yacimiento a tajo abierto comenzó sus operaciones el segundo trimestre del 2005 -antes de lo programado- y significó una inversión en su construcción de 340 millones de dólares. Sobre la base de las reservas existentes, de 8,8 millones de onzas, la vida útil esperada de la mina es de 10 años aproximadamente.

La mina Pierina está ubicada en el distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, a 13 kilómetros del pueblo de Jangas, entre los 3.800 y 4.200 metros de altura. El yacimiento inició su producción en 1998 y actualmente emplea a 440 trabajadores, de los cuales el 98% son peruanos. Además, da trabajo en forma rotatoria a un promedio 450 pobladores provenientes de las comunidades aledañas que se desempeñan en actividades complementarias, como la reforestación, el control de la erosión y las obras de desarrollo para sus propias comunidades.

Para la empresa minera, el desarrollo de la minería va asociado necesariamente al crecimiento económico y social de las comunidades

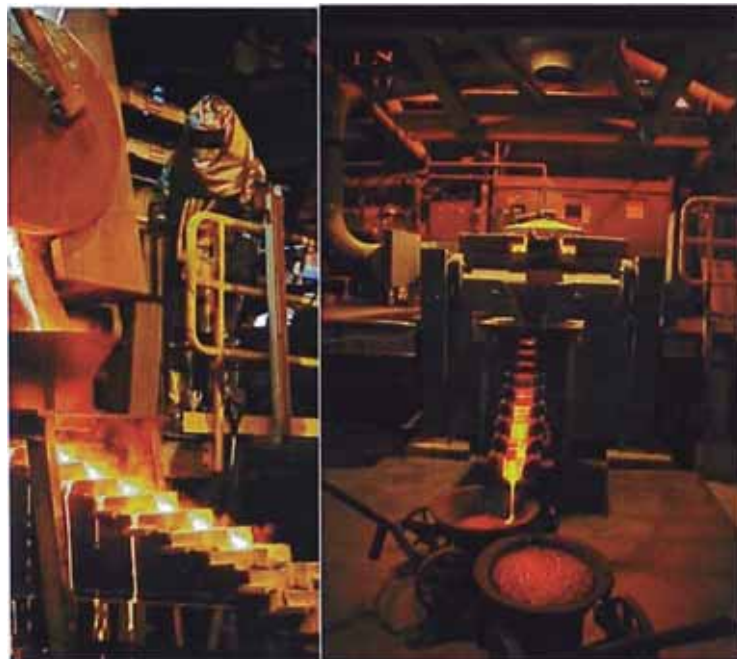
cercanas a sus yacimientos. Esto es parte de la filosofía de minería responsable que aplica la compañía en todas sus operaciones alrededor del mundo, que además incluye la utilización de tecnología probada en todos los procesos, una especial preocupación por los trabajadores y su seguridad y una gestión ambiental de excelencia.

## 1.2 DIAGNÓSTICO FUNCIONAL

### 1.2.1 Productos y/o Servicios

El principal producto es el oro en algunas operaciones, la plata y el cobre se recuperan como productos secundarios.

#### GRÁFICO N° 1 - Proceso de función del doré



Fuente: Colada durante el proceso de recuperación del oro,  
(BarrickSudamerica, 2013)

La empresa vende su producción a través de tres canales de distribución primaria:

- En los mercados inmediatos de oro.
- Por contratos de ventas de oro entre Barrick y terceros.
- a refinерías independientes de concentrados de oro, plata y cobre.

Una vez refinados, estos metales son estables (no reaccionan) en el medio. El oro y la plata son metales no peligrosos. En cambio, el cobre, aunque necesario para las funciones biológicas, puede ser peligroso para las plantas y los animales si se consume en grandes cantidades.

#### a) Oro

El oro se ha usado en la industria de la joyería durante más de 6.000 años y su valor como ornamento y señal de afecto perdura en el tiempo. En algunas sociedades, las joyas de oro, además de adorno, se usan como reserva de riqueza familiar. El oro funciona como inversión libre de inflación, efectivo diversificador de portafolio y reserva de divisas.

Mientras que la joyería y la inversión siguen siendo los principales usos del oro gracias a sus propiedades metalúrgicas únicas, el oro salva y mejora vidas a través de su papel en innovaciones médicas, la industria computacional, el transporte y la industria aeroespacial y de las comunicaciones.

Dentro de los diversos usos del oro se cuentan:

Láseres utilizados para delicados procedimientos médicos.

Circuitos electrónicos vitales para air-bags de vehículos y equipos de telecomunicaciones.

- Aplicaciones farmacéuticas.

- Odontología.

Debido a su alto valor, el oro ha sido reciclado a lo largo de los tiempos. Se estima que más del 85 por ciento de todo el oro extraído en la historia aún está en circulación.

b) Plata

La plata se produce como producto secundario en muchas de las plantas. La plata posee una serie de propiedades únicas incluyendo su resistencia, maleabilidad y ductilidad, además de su conductividad eléctrica y térmica y su capacidad para tolerar rangos de temperatura extremos. Estas propiedades hacen de ella un elemento valioso en nuestra vida moderna. La demanda de plata proviene de usos industriales, la fotografía, joyería y platería. En conjunto, estas categorías representan más del 96% del consumo anual mundial de plata. La plata que se usa en las áreas de fotografía e industrial son las fuentes de reciclaje más importantes.

GRÁFICO N° 2 - Barras de doré



Fuente: Se muestran las barras de doré, de composición oro y plata.  
(Barrick V. , 2009)

1.2.2 Clientes

Es importante mencionar que el integro de la producción (doré o lingotes) de MBM es vendida a empresas relacionadas (Grupo Barrick) y con modalidad de precio spot. Dicho precio es determinado en base al precio del oro en el

mercado londinense al cierre del día anterior al embarque y los ingresos por las mencionadas ventas son depositados en cuentas remuneradas en el Barrick International Bank Corporation (BIBC), efectuándose todo el proceso de venta a través de empresas vinculadas. En Barrick no tenemos clientes en el sentido habitual. No embalamos ni etiquetamos nuestros productos para venta al por menor.

### 1.2.3 Proveedores

Los proveedores para la operación Lagunas Norte son múltiples, desde proveedores de insumos para la propia operación, empresas contratistas que brinda servicio de mantenimiento, transporte, intermediación laboral entre otras. En este informe los proveedores a ser listados están directamente relacionados con la construcción del proyecto planta de Generación de Energía.

**TABLA N° 1 – Proveedores principales para la construcción de la planta de emergencia de energía.**

Proveedor	Disciplina
EDG Trading S.A.C.	Electricidad
EECOL Electric Perú S.A.C.	Electricidad
EESAPERU S.A.C.	Electricidad
Falumsa SRL	Electricidad
Ferreyros S.A.A.	Electricidad
Ingelmec	Electricidad
Manufacturas Eléctricas S.A.	Electricidad
Schneider Perú S.A.	Electricidad
Siemens SAC Perú	Electricidad
Universal Supplier	Electricidad
Esmetal Sac	Estructuras Metálicas
Grating Peru Sac	Estructuras Metálicas
Fluor Chile Ingenieria	Desarrollo de Ingeniería
ABB S.A.	Instrumentación
Anixter INC.	Instrumentación
Bermad Perú S.A.C	Instrumentación
CIMEC Ingenieros S.A.	Instrumentación
DESIMAT Perú	Instrumentación
Industrial Control	Instrumentación
KABEL Group S.A.C.	Instrumentación
VAMSAC	Instrumentación
Constructora Chan Chan S.A.C.	Obras Civiles
Cuñado Peru S.A.	Piping y TK
Haug SA	Piping y TK
ITT Goulds Pumps	Piping y TK
Vaneco E.I.R.	Piping y TK
Fiansa de Ferreryos Corp	Montaje Electromecánico

**Fuente:** Plan de procura “Planta de Emergencia de energía”. Elaboración propia.

#### 1.2.4 Procesos

##### a) Mina

Lagunas Norte está diseñada como una mina a tajo abierto con diseño tipo andenería con altura de bancos de 10 metros. Para obtener el mineral, se utilizan perforadoras que realizan perforaciones de 10,5 metros de



profundidad donde se colocan explosivos para realizar voladuras. El material minado es cargado por palas hidráulicas y transportado por camiones de 185 toneladas de capacidad hasta la estación de chancado o trituración. Diariamente se mueven más de 80.000 toneladas métricas entre mineral y estéril.

Camiones cisterna riegan la mina constantemente para evitar la generación de polvo en el ambiente.

### GRÁFICO N° 3 - Proceso de minado en zona de explotación DAFNE



Fuente: Boletín Informativo Febrero 2013 (BarrickSudamerica, 2013).

#### b) Chancado

Una vez en la chancadora/trituradora primaria, la roca es reducida hasta formar piedras de menos de 15 centímetros. Más tarde, este material es trasladado a través de una correa o faja transportadora hasta la segunda estación de chancado/trituración, donde se la reduce hasta un tamaño de menos de 4 centímetros.

c) Faja transportadora y tolva de finos

El mineral, ya reducido de tamaño, es depositado en una tolva que permite dosificar el peso que deben cargar los camiones mineros, que luego lo transportarán a las canchas de lixiviación para la siguiente etapa del proceso.

d) Lixiviación

El mineral transportado es depositado por pilas en las canchas de lixiviación. Luego se les aplica una solución lixivante de cianuro de sodio disuelta en agua para separar el oro y la plata contenidos en el mineral.

Mediante un sistema de tuberías, la solución rica en oro y plata es dirigida hacia la planta de procesos.

Las canchas de lixiviación son zonas especialmente diseñadas para trabajar con productos químicos y evitar la contaminación del suelo, ya que en su estructura tienen capas de material aislante (geomembrana) que les permite aislarlas del medio externo.

e) Planta de procesos

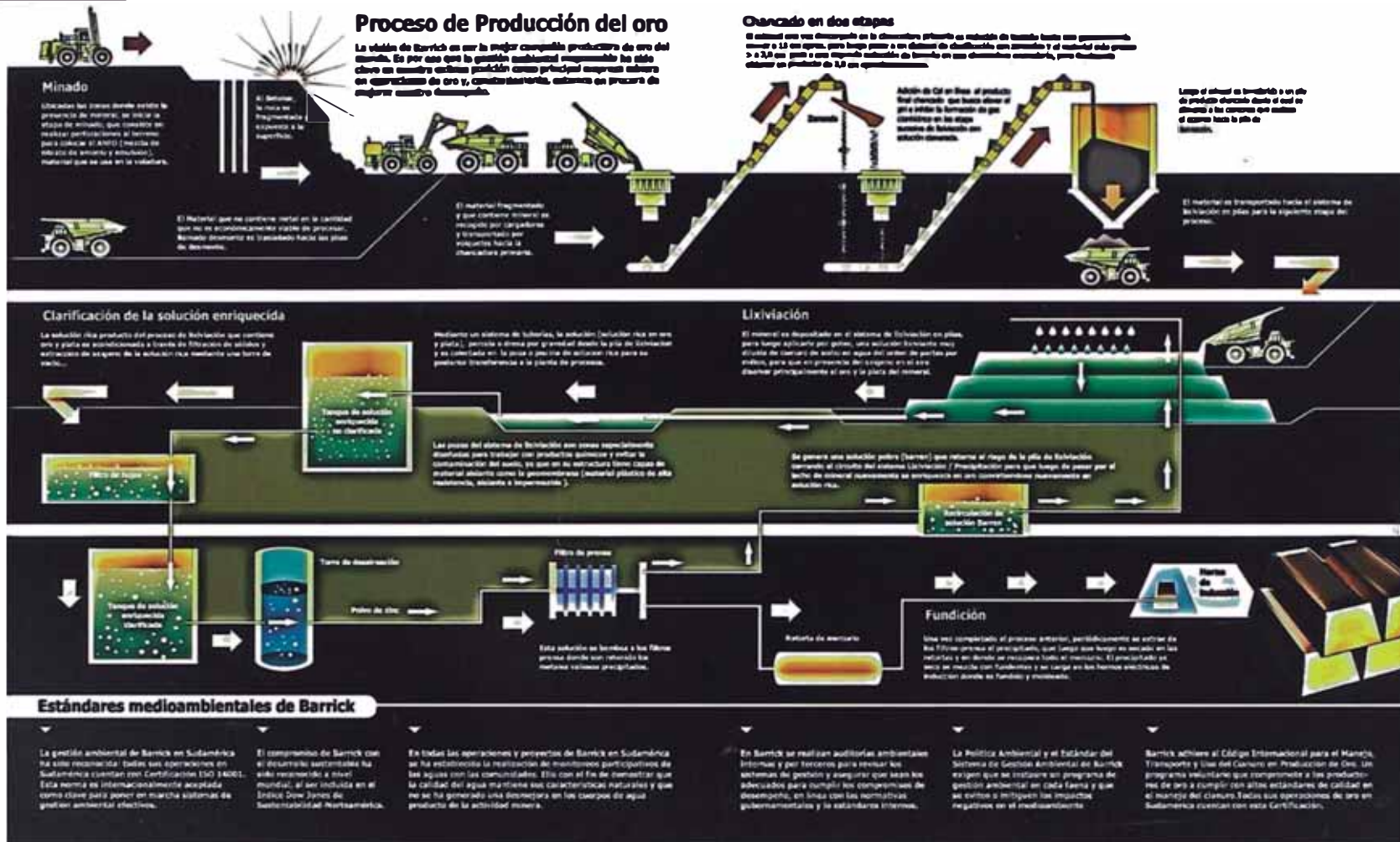
La solución rica en oro y plata es filtrada para extraer el oxígeno y añadir polvo de zinc. Estos procesos logran la precipitación de los metales valiosos, mientras que el líquido sobrante es devuelto al proceso de lixiviación a través de un circuito cerrado. No se producen relaves ni emisiones al ambiente.

f) Fundición

Una vez completado el proceso anterior, se extrae de los filtros-prensa el precipitado, que luego es secado en las retortas. Una vez seco, se mezcla

con fundentes y se carga en hornos donde es fundido y moldeado, obteniéndose así las barra de oro y plata (metal doré) que en ese momento son empacadas para su embarque.

GRÁFICO N° 4 - Proceso de recuperación del oro.

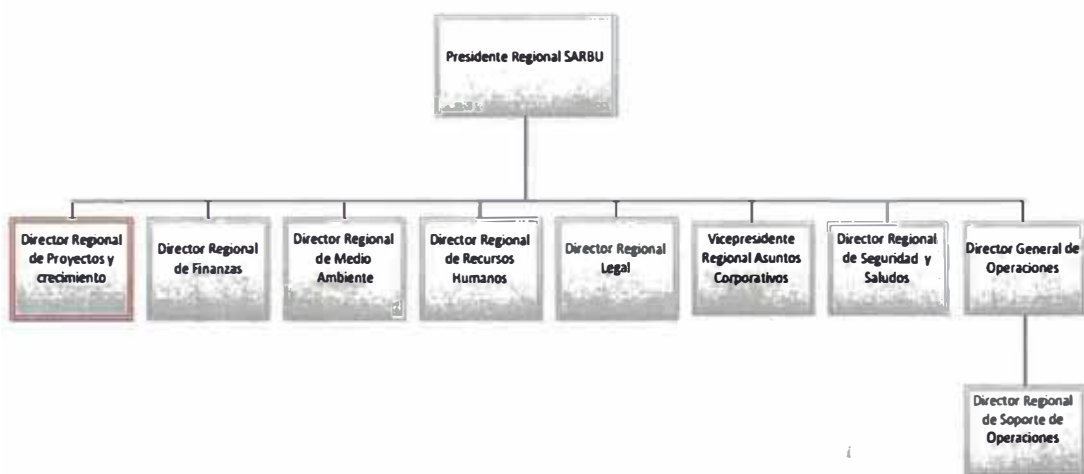


Fuente: [http://barricksudamerica.com/barrick/site/artic/20120806/asocfile/20120806183541/produccion\\_de\\_oro.jpg](http://barricksudamerica.com/barrick/site/artic/20120806/asocfile/20120806183541/produccion_de_oro.jpg)

### 1.2.5 Organización

Organizativamente la empresa minera depende directamente de Barrick Región Sudamérica (SARBU), a continuación presentamos el organigrama de SARBU, El área de construcción en la operación Lagunas Norte, es un área que depende del director regional de proyectos y crecimiento

GRÁFICO N° 5 - Organigrama Barrick Sudamérica

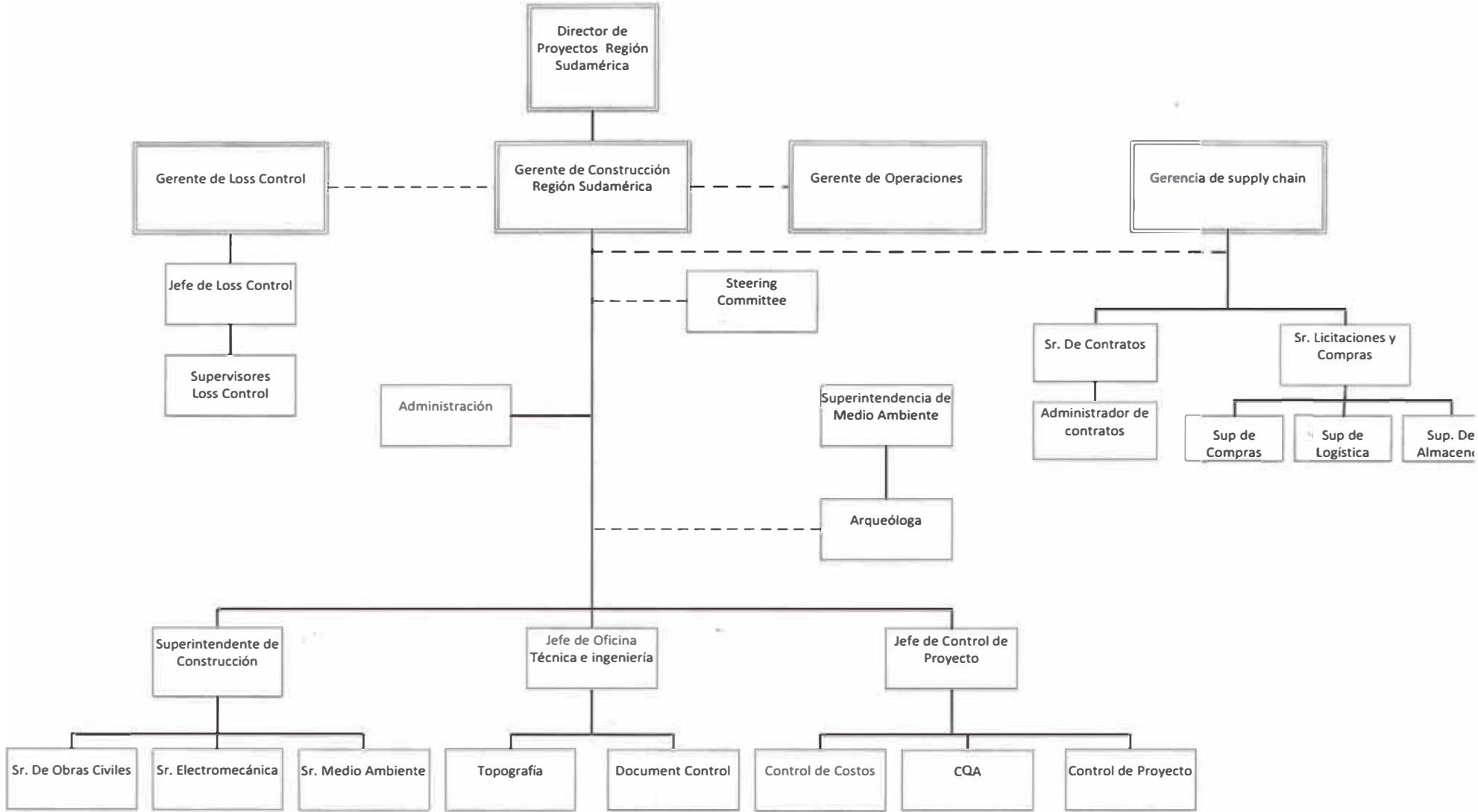


Fuente: Elaboración propia, copiado de la revista Somos Barrick (Barrick S. , 2012)

En el desarrollo de este informe se refleja la experiencia del trabajo realizado en el área de construcción, área que depende directamente del Director Regional de Proyectos y Crecimiento.

El Organigrama del área de construcción operación Lagunas Norte. Se presenta en el gráfico N° 6:

GRÁFICO N° 6 - Organigrama del área de construcción para el "Proyecto Planta de Emergencia de Energía".



Fuente: Elaboración propia.

### 1.3 DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO

#### 1.3.1 Visión y valores de la empresa

Visión:

Ser la mejor compañía productora de oro del mundo a través de la exploración, adquisición, desarrollo y producción de reservas de oro de calidad, de manera segura, rentable y socialmente responsable.

Valores:

- Comportarse como dueños. Aceptamos la responsabilidad de nuestras acciones y de sus resultados. Manejamos los activos de la compañía como propios. Somos emprendedores y buscamos oportunidades para hacer crecer a nuestra empresa. Actuamos con integridad –operando según la letra y el espíritu de la ley– y el código de ética de la compañía.
- Actuar con un sentido de urgencia. Somos decididos, nos hacemos cargo de la iniciativa y tomamos decisiones difíciles cuando son necesarias. Fijamos las prioridades y actuamos según ellas.
- Ser un miembro del equipo. Trabajamos siguiendo las prácticas de seguridad de la empresa en todo momento. Respetamos a nuestros colegas y a aquellos con quienes nos relacionamos fuera de nuestra organización. Escuchamos a otros para entender y pedimos ayuda. Construimos confianza y celebramos nuestros éxitos. Ayudamos a otros para que mejoren su eficiencia. Promovemos la seguridad y la confianza mutua en nuestras capacidades.

- Mejorar continuamente. Siempre estamos comprometidos a mejorar. Construimos en base a buenas ideas, aprendemos de nuestros errores y desafiamos el statu quo. Pensamos con amplitud y deseamos tener éxito y agregar valor a nuestro trabajo.
- Entregar resultados. Tenemos una visión clara hacia dónde vamos y de cómo llegar allí. Enfocamos nuestros recursos para lograr nuestros objetivos. Prestamos mucha atención al detalle y mantenemos nuestros compromisos. Entregamos resultados.

### 1.3.2 Objetivos estratégicos

Se realizó el análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del área de almacenes parte del área de construcción.

#### a) Análisis Interno

##### Fortalezas

1. Experiencia en desarrollo de proyecto, la construcción de la fase 1 del proyecto Alto Chikama.
2. Respaldo de una organización de clase mundial.
3. Disponibilidad de recursos (Equipos y Personal).
4. Poseer experiencia en el desarrollo y aplicación de mejora continua.

##### Debilidades

1. Métodos de control de información de la gestión de equipos y materiales deficiente.



2. Falta comunicación oportuna del estado de equipos y materiales para acertar adecuadamente la planificación de la construcción.
3. Disposición de equipos y materiales en los almacenes deficiente.
4. Personal sin entrenamiento para el manejo adecuado de equipos y materiales.
5. Considerar la gestión de los almacenes bajo preceptos equivocados, sin visión.

#### b) Análisis Externo

##### Oportunidades.

1. Evitar un sobre costo al proyecto por stand by del contratista constructor.
2. El alza del precio del oro, crea mayor expectativa para la inversión y construcción de más proyectos del corporativo.
3. Facilidad de poner en práctica la reglas de oro de Barrick: "Mejorar continuamente".

##### Amenazas.

1. Cambio de líderes del proyecto por parte del corporativo.
2. Interferencias por conflictos sociales, cierre de carretas, paros, huelgas etc.
3. Problemas climáticos que pueden afectar el avance del proyecto.
4. Reducción del precio del Oro y la cancelación del proyecto.

#### 1.3.3 Matriz FODA.

En el gráfico N° / se presenta la matriz FODA

**GRÁFICO N° 7 – Matriz FODA**

<p style="text-align: center;">FACTORES INTERNOS</p> <p style="text-align: center;">FACTORES EXTERNOS</p>	<p><b>FORTALEZAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Experiencia en desarrollo de proyecto, la construcción de la fase 1 del proyecto Alto Chikama.</li> <li>Respaldo de una organización de clase mundial.</li> <li>Disponibilidad de recursos (Equipos y Personal).</li> <li>Poseer experiencia en el desarrollo y aplicación de mejora continua.</li> </ol>	<p><b>DEBILIDADES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Métodos de control de información de la gestión de equipos y materiales deficiente.</li> <li>Falta comunicación oportuna del estado de equipos y materiales para acertar adecuadamente la planificación de la construcción.</li> <li>Disposición de equipos y materiales en los almacenes deficiente.</li> <li>Personal sin entrenamiento para el manejo adecuado de equipos y materiales.</li> <li>Considerar la gestión de los almacenes bajo preceptos equivocados, sin visión.</li> </ol>
<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Evitar un sobre costo al proyecto por stand by del contratista constructor.</li> <li>El alza del precio del oro, crea mayor expectativa para la inversión y construcción de más proyectos del corporativo.</li> <li>Facilidad de poner en práctica la reglas de oro de Barrick: "Mejorar continuamente".</li> </ol>	<p><b>Estrategias FO (Maxi - Maxi)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(F3 + O4) Organizar el equipo de trabajo para enfocar el problema y proponer una solución.</li> <li>(F1+O1). En base a la experiencia analizar los puntos críticos donde se generan los Stand By.</li> <li>(F4+O4+O2). Desarrollar un método de trabajo basado en herramientas de mejora continua.</li> <li>(F2, O3, O2) Consolidar un equipo de trabajo de construcción que pueda asumir los demás proyectos de la corporación.</li> </ol>	<p><b>Estrategias DO (Mini - Maxi)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(D1 + D2+ O3), Usando la metodología de mejora continua, identificar y mejorar la gestión de información y comunicación.</li> <li>(D3+O3) Crear una distribución adecuada y sistemática para el almacenamiento de equipos y materiales.</li> <li>(D4, D5; O1) Cambiar la forma de trabajo del área de almacenes, capacitar al personal y lograr reducir el sobre costo ineficiencias.</li> </ol>
<p><b>AMENAZAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Cambio de líderes del proyecto por parte del corporativo.</li> <li>Interferencias por conflictos sociales, cierre de carretas, paros, huelgas etc.</li> <li>Problemas climáticos que pueden afectar el avance del proyecto.</li> <li>Reducción del precio del Oro y la cancelación del proyecto.</li> </ol>	<p><b>Estrategias FA (Maxi - Mini)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(F3, A2, A3) Uso de Recursos para programar el transporte de equipos y materiales para su montaje, la construcción de almacenes con protección climática.</li> </ol>	<p><b>Estrategias DA (Mini - Mini)</b></p> <p>(D1+D2+D3+D4+D5 + A1 +A4). Alinear los objetivos, optimizando y mejorando los procesos de abastecimiento de equipos y materiales con la finalidad de mostrar un buen desempeño a la organización.</p>

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

#### 2.1 ANTEDECENTES BIBLIOGRÁFICOS Y DE TESIS

2.1.1. Libro; "Administración de la Calidad" "Autor: Donna C.S. Summers, Editorial Pearson Educación, Primera Edición, 2006, ciudad México D.F., País: México."

La autora en los capítulos 9 y 10, ilustra las definiciones de los procesos, así como el uso de herramientas y técnicas para la administración de los procesos.

Procesos Clave, son los procesos de negocios que tienen el mayor impacto en las percepciones de valor por parte del cliente acerca del producto o servicio y el mayor impacto en la retención del cliente. Las organizaciones eficaces concentran los esfuerzos de mejoramiento de sistemas y procesos en los procesos de negocios que incrementen su competitividad. (Summers, 2006, pág. 203)

Como se mejoran los procesos, los procesos se mejoran mediante la elaboración de mapas de procesos de valor agregado, aislamiento de problema, análisis de causas raíz y resolución de problemas. Muchos procesos se desarrollan con el paso del tiempo, sin preocuparse demasiado

por saber si representan la manera más eficiente de ofrecer un producto o servicio. (Summers, 2006, pág. 211)

Una organización emplea herramientas y técnicas de resolución de problemas para generar valor por medio de la mejora de procesos. Las herramientas y técnicas de resolución de problemas son esenciales para lograr las mejoras de procesos efectivas porque ayudan a los equipos a descubrir las causas raíz de los problemas y desarrollar soluciones para eliminarlos. (Summers, 2006, pág. 238)

2.1.2. Libro; "Administración de Operaciones" "Autor: Lee Krajewski, Larry Ritzman, Manoj Malhotra; Editorial Pearson Educación, Octava Edición, 2008, ciudad México D.F., País: México."

Los Autores en el capítulo 5, explica cómo realizar el análisis de procesos.

Análisis de procesos en la organización: es necesario que todas las partes de la organización se interesen en el análisis de procesos simplemente porque son ellas las que hacen el trabajo, y el análisis de proceso se centra en cómo se realiza realmente el trabajo. ¿Proporcionan el mayor valor a sus clientes (internos o externos) o pueden mejorarse?

El autor además propone un método sistemático para el análisis de procesos, donde considera la documentación y comprensión detallada de cómo se realiza el trabajo y como puede rediseñarse. (Lee, Larry, & Manoj , 2008, pág. 153), la manera adecuada de documentar y evaluar procesos: (1) diagramas de flujo; (2) planos de servicio, y (3) gráficos de procesos, que permiten levantar las tapa y mirar al interior para ver cómo una organización realiza su trabajo. (Lee, Larry, & Manoj , 2008, pág. 155)

2.1.3. Libro; "Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros". "Autor: Richard B. Chase (University of Southern California), F. Robert Jacobs (Indiana University), Nicholas J. Aquilano (University of Arizona); Editorial McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V. Duodécima Edición, 2009, ciudad México D.F., País: México."

Los autores en el capítulo 10, refiere a una estrategia de cadena de suministro, como un tema muy importante en los negocios actuales, la idea principal consiste en aplicar un enfoque de sistemas total para manejar todo el flujo de información, materiales y servicios de proveedores de materia prima a través de fábricas, bodegas y usuarios finales. Muchas organizaciones logran una significativa ventaja competitiva con su forma de configurar y manejar sus operaciones de cadena de suministros ( Chase, Jacobs , & Nicholas J. , 2009, pág. 358)

2.1.4. Tesis; "Mejora de procesos y redistribución del almacén de avíos de una empresa de confecciones". "Autores: Juan Manuel Jo Perez, Juan Pablo Barrenechea Obregón, Año 2009 Universidad: Universidad Nacional de Ingeniería, Ciudad: Lima, País: Perú"

Los autores sostienen la redistribución de los almacenes, maximizar la utilización de los espacios y la catalogación logrará optimizar los procesos dentro de un Almacén, Contar con una distribución contribuye al orden en la ubicación de los materiales en el momento de realizar las actividades, reduciendo el tiempo de búsqueda y haciendo más efectiva la atención al cliente. Con una mejora de procesos realizada en el habilitado y la nueva redistribución para sus productos los operarios son más productivos al poder

preparar un mayor número de pedidos en un día. La catalogación es proceso continuo debido a que se tiene que adecuar a las mejoras de la tecnología así como a la conveniencia económica de la empresa. (Perez & Obregon, 2009)

2.1.5. Tesis; "Mejoramiento de la estructura organizacional del área de almacén de una cadena de tiendas por departamentos". "Autor: María Antonieta Huamán Solís, Año 2006 Universidad: Universidad Nacional de Ingeniería, Ciudad: Lima, País: Perú"

La autora sostiene la importancia de la implementación de una estructura organizacional dentro del área de almacenes, con el mejoramiento de la estructura organizacional del área, se creó un ambiente propicio para el personal. Se definieron los puestos, las obligaciones y responsabilidades a cumplir, lográndose así una mejor calidad del trabajo, y mejorando la productividad. La gestión del área de almacén se basa en preceptos de administración antigua, es decir centralizaba las tareas, no tenía una visión determinada, además no contaba con documentación actualizada basándose en experiencias pasadas; es decir no actuaba de acuerdo a los conceptos actuales de administración y diseños organizacionales.

2.1.6. Tesis; "Propuesta de mejora de operación de un sistema de gestión de almacenes en un operador Logístico". "Autor: Emilio Jesús Moreno Calderón, Año 2009 Universidad: Pontificia Universidad Católica Del Perú, facultad de ciencias e ingeniería, Ciudad: Lima, País: Perú"

El Autor sostiene y propone la mejora en los sistemas de gestión de almacenes que se dedica al servicio de operador logístico, incluyendo el

correcto almacenaje y la distribución de la misma. Dentro de su aplicación se han separado los apartados de descripción, análisis, diagnóstico y propuesta por áreas, a fin de poder aislar los distintos procesos que comprenden a la organización, analizar la relación existente entre ellos y detectar los puntos de mejora.

## 2.2 TEORIA Y METODOLOGIA DE REFERENCIA

### 2.2.1 Qué es un proyecto.

Según la guía de los fundamentos de la para la dirección de proyectos Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único (PMI, 2013)

Para el caso de este trabajo nuestro producto es el montaje electromecánico de una planta de generación eléctrica que servirá como apoyo a la nueva planta recuperación de oro por medio de Carbón Activado (CIC).

Monitoreando el control del tiempo (cronograma), el alcance (los EDT) y los costos (Valorizaciones).

### 2.2.2 Gestión del Alcance de proyecto

Es la manera en cómo diferenciamos lo que incluye y que no incluye el proyecto, cuando se gestiona el alcance es importante: recopilar los requisitos, definir el alcance, crear el EDT del proyecto, y verificar el alcance del proyecto, en el Anexo 01, se adjunta el EDT del montaje electro mecánico de la planta de generación.

### 2.2.3 Controlar el Cronograma

Es el proceso por el que se da seguimiento al estado del proyecto para actualizar el avance del mismo y gestionar cambios a la línea base del cronograma. (PMI, 2013)

Controlar el Cronograma consiste en:

- Determinar el estado actual del cronograma del proyecto.
- Influir en los factores que generan cambios en el cronograma.
- Determinar que el cronograma del proyecto ha cambiado.
- Gestionar los cambios reales conforme suceden.

Las herramientas para controlar los cronogramas son las medidas de desempeño (Valor Ganado, SV y SPI) y análisis de variación de cronograma (SV y SPI), descritas en adelante dentro de Control de costos.

### 2.2.4 Control de Costos del proyecto.

Es el proceso que consiste en monitorear la situación del proyecto para actualizar el presupuesto del mismo y gestionar cambios a la línea base de costo. (PMI, 2013),

Herramientas y técnicas para Control de Costos del proyecto.

#### a) Gestión del Valor Ganado (EVM).

Es un método que se utiliza para la medición de desempeño, integra las mediciones del alcance del proyecto, costo y cronograma para ayudar al equipo de dirección de proyecto a evaluar, medir el desempeño y el avance del proyecto. (PMI, 2013)



b) Valor Planificado (PV).

Es el presupuesto autorizado asignado al trabajo que debe ejecutarse para completarse una actividad o un componente de un EDT, a veces se conoce como línea base para la medición del desempeño (PMB). (PMI, 2013)

c) Valor Ganado (EV)

Es el valor del trabajo completado expresado en términos del presupuesto aprobado asignado a dicho trabajo para una actividad del cronograma o parte del EDT. El EV no debe ser igual o menor al PV. (PMI, 2013)

d) Costo Real (AC)

Es el costo total en el que se ha incurrido realmente y que se ha registrado durante la ejecución del trabajo realizado para una actividad o componente de la EDT. El AC debe corresponderse, por su definición, con lo que haya sido presupuestado para el PV y medido para el EV (p.ej., sólo horas directas, sólo costos directos o todos los costos, incluidos los costos indirectos). El AC no tiene límite superior; se medirán todos los costos en los que se incurra para obtener el EV. (PMI, 2013)

e) Variación del cronograma.

La variación del cronograma (SV) es una medida del desempeño del cronograma en un proyecto. Es igual al valor ganado (EV) menos el valor planificado (PV). En la EVM, la variación del cronograma es una métrica útil, ya que puede indicar un retraso del proyecto con respecto a la línea base del cronograma. (PMI, 2013)

Ecuación:  $SV = EV - PV$ .

f) Variación del costo. (CV)

Es una medida del desempeño del costo en un proyecto. Son igual al valor ganado (EV) menos los costos reales (AC). En la EVM, la CV es particularmente crítica porque indica la relación entre el desempeño real y los costos gastados. En la EVM, una CV negativa con frecuencia no es recuperable para el proyecto.

Ecuación:  $CV = EV - AC$ .

Los valores de SV y CV pueden convertirse en indicadores de eficiencia para reflejar el desempeño del costo y del cronograma de cualquier proyecto, en comparación con otros proyectos o con un portafolio de proyectos. Las variaciones y los índices son útiles para determinar el estado de un proyecto y proporcionar una base para la estimación del costo y del cronograma al final del proyecto. (PMI, 2013)

#### 2.2.5 Índice de desempeño del cronograma.

a) El índice de desempeño del cronograma (SPI)

Es una medida del avance logrado en un proyecto en comparación con el avance planificado.

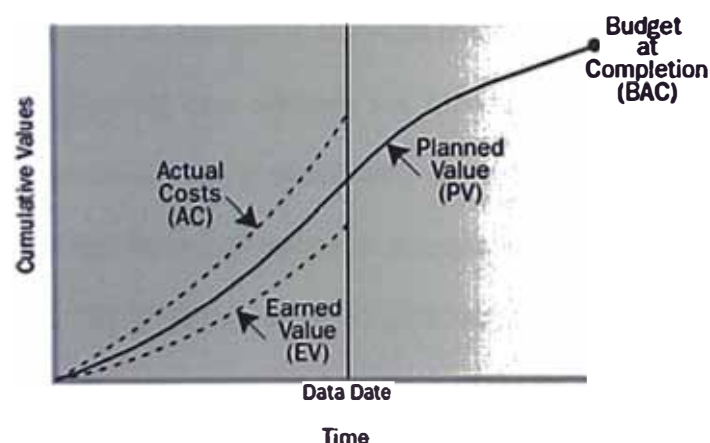
En ocasiones se utiliza en combinación con el índice del desempeño del costo (CPI) para proyectar las estimaciones finales de conclusión del proyecto. Un valor de SPI inferior a 1.0 indica que la cantidad de trabajo efectuada es menor a la prevista. Un valor de SPI superior a 1.0 indica que la cantidad de trabajo efectuada es mayor a la prevista. Puesto que el SPI mide todo el trabajo del proyecto, el desempeño en la ruta crítica también debe analizarse, para determinar si el proyecto terminará antes o después de

la fecha de finalización programada. El SPI es igual a la razón entre el EV y el PV. Ecuación:  $SPI = EV/PV$ . (PMI, 2013)

b) Índice del desempeño del costo. (CPI)

El índice del desempeño del costo (CPI) es una medida del valor del trabajo completado, en comparación con el costo o avance reales del proyecto. Se considera la métrica más importante de la EVM y mide la eficacia de la gestión del costo para el trabajo completado. Un valor de CPI inferior a 1.0 indica un sobre costo con respecto al trabajo completado. Un valor de CPI superior a 1.0 indica un costo inferior con respecto al desempeño. El CPI es igual a la razón entre el EV y el AC. Ecuación:  $CPI = EV/AC$ . (PMI, 2013). Los tres parámetros (valor planeado, valor ganado y costo real) pueden monitorearse e informarse, por periodos (normalmente semanalmente o mensualmente) y de forma acumulativa con una Curvas S, donde se representan los datos del EV para un proyecto cuyo costo Actual (AC) excede el presupuesto y cuyo plan de trabajo está retrasado.

GRÁFICO N° 8 - Costo Actual (AC), Valor Planeado (PV) y Valor Ganado (EV)



Fuente: Guía del PMBOK (PMI, 2013)

## 2.2.6 Análisis y mejora de procesos

Es necesario que todas las partes de una organización se interesen en el análisis de procesos simplemente porque ellos hacen el trabajo, y el análisis de procesos se centra en cómo se realiza realmente el trabajo. Para lo cual nos basamos en el la mejora continua. (Lee, Larry, & Manoj , 2008, pág. 153)

### a) Mejor continúa:

La Mejora Continua puede ser definida como la constante identificación e implementación de oportunidades de mejora. Al encontrar constantemente formas de hacer mejor las cosas. (Elliott, 2008, pág. 5)

El corazón de la mejor continua esta en es un proceso simple llamado el ciclo de “Planificar-Hacer-Revisar” (Elliott, 2008, pág. 5)

- Revisar tu potencial. Encuentra las brechas (oportunidades de mejora) entre el estado actual y el estado futuro deseado. Busca oportunidades – ¡cuántas más sean, mejor!
- Planificar las acciones para cerrar la brecha. Analiza los problemas, encuentra las causas raíz y planifica soluciones eficientes y creativas.
- ¡Hacerlo! Ejecuta con eficacia los planes de mejora. ¡Asegúrate de que los cambios sean sostenibles y celebra el éxito!

Este proceso de MC debe ser aplicado a todos los aspectos del negocio por todos en todos los niveles de la organización. Puede ser aplicado en situaciones simples por individuos y pequeños equipos de trabajo, o en escenarios complejos que exigen mayor análisis y un equipo de proyecto multidisciplinario especializado. (Elliott, 2008)

El análisis de procesos es la documentación y comprensión detallada de cómo se realiza el trabajo y como puede rediseñarse para lo cual se muestra el método sistemático (Lee, Larry, & Manoj , 2008, pág. 153):

- Identificar Oportunidades: se debe prestar atención en procesos centrales: clientes, proveedores y productos nuevos y existentes.
- Definir el Alcance: Establecer límites del proceso que se analizará.
- Documentar el Proceso: Documentar el proceso, entender mediante gráficos los pasos realizados en los procesos.
- Evaluar el desempeño: Evaluar el desempeño del proceso y descubrir la manera de mejorarlo.
- Rediseño del proceso: cuando se analiza cuidadosamente se ponen al descubierto las desconexiones o brechas entre lo real y lo deseado. Posteriormente se debe rediseñar el proceso para ser óptimo.
- Implementar los cambios: Aplicar el rediseño para mejorar el proceso y su desempeño.

#### b) Documentación del Proceso

Hay 03 técnicas eficaces para documentar y evaluar los procesos: (Lee, Larry, & Manoj , 2008)

- Los diagramas de flujo: detallan el flujo de información, clientes, equipos o materiales a través de los distintos tipos de proceso.
- Planos de servicio: es un flujo especial de un proceso de servicio donde existe un alto grado con el cliente.

- Gráficos de procesos. es la forma organizada de documentar todas las actividades que realiza una persona o un grupo de personas en una estación de trabajo.

c) Las hojas de verificación

Una hoja de verificación es un recurso para registrar datos, en esencia se trata de una lista de categorías. Conforme ocurren estas categorías, se coloca una marca en la categoría correspondiente. (Summers, 2006, pág. 242)

### 2.2.7 Cadena de Suministros.

Logística y cadena de suministros es un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor. (Ballou, 2004).

La cadena de suministros, está compuesta por el grupo de agentes que intervienen desde el abastecimiento de materiales y componentes a las fábricas para la fabricación de un determinado producto, hasta que el mismo se sitúa en el punto de venta para su entrega al consumidor final. (Julio Juan Anaya Tejero, Noviembre 2007)

Se trata de una <<cadena>> compuesta por diferentes eslabones tales como: proveedores, fabricantes, almacenistas, operadores logísticos, distribuidores, instaladores y detallistas cada uno de los cuales representa un papel determinado dentro del proceso de producción y distribución. (Julio Juan Anaya Tejero, Noviembre 2007)

#### 2.2.7.1 Logística.

Es una de las funciones más importantes de la empresa, la logística, ofrece al cliente un nivel elevado de calidad al coste más bajo posible. Así podemos definir como el conjunto de técnicas y medios destinados a gestionar: flujo de materiales y el flujo de información, cuyo objetivo principal es la satisfacción de las necesidades de bienes y servicios de un cliente y/o mercado en: Calidad, cantidad, lugar y momento. (Jordi Pau i Cos, 2010)

#### 2.2.7.2 Funciones de la logística.

En el contexto de la administración de una cadena de suministro, la logística existe para desplazar y posicionar el inventario con el fin de lograr los beneficios deseados de tiempo, lugar y posesión al costo total más bajo. Si una empresa no satisface con regularidad los requerimientos de tiempo y lugar, no tiene nada que vender. (Bowersox, 2007)

Estas funciones son: procesamiento de pedidos, inventarios, transporte y almacenamientos.

## **CAPÍTULO III**

### **PROCESO DE TOMA DE DECISIONES**

#### **3.1 ANTECEDENTES.**

Debido a la creciente subida del precio del oro entre los años 2005 y 2010, la empresa minera, ha decidido aumentar su capacidad productiva con la construcción de la nueva planta de recuperación de oro mediante el uso de columnas de carbón activado (CIC), este proyecto está dirigido por el Directorio Regional para Sudamérica de Proyectos y Crecimiento, en Perú para la operación Lagunas Norte, el personal del Área de construcción (véase capítulo I – Organización), tiene la responsabilidad de la Administración y Supervisión durante la construcción con el objetivo de lograr su culminación en el tiempo y costo planificado.

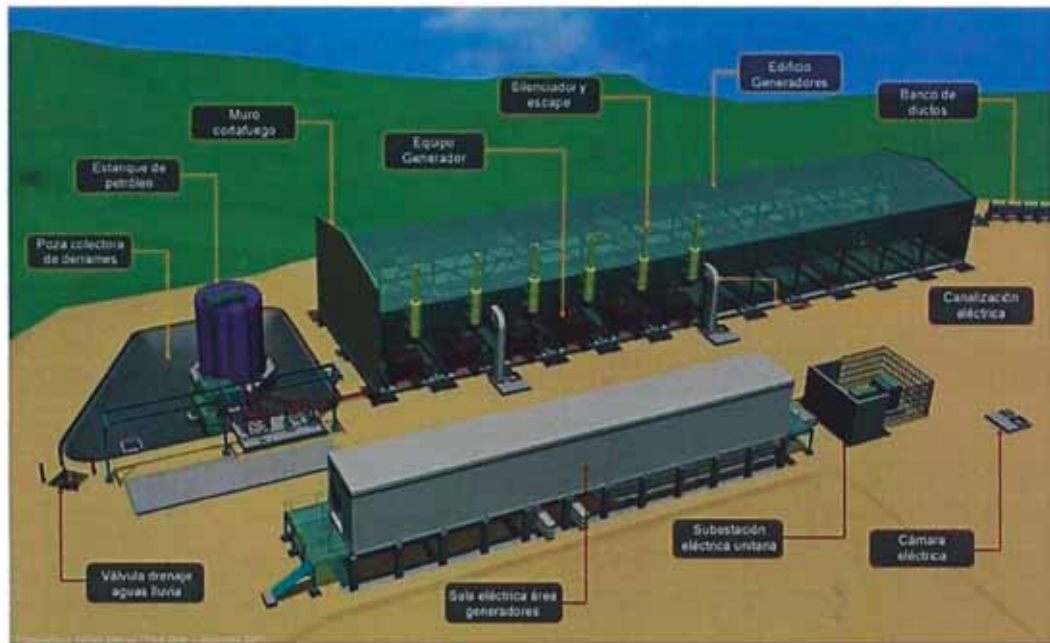
La primera etapa, es la construcción de la “Planta de Energía de Emergencia” (Gráfico 9), consiste en una planta de generación eléctrica a base de grupos electrógenos compuesto por motores diésel marca Caterpillar, con una potencia nominal de 10.95 MW. Esta planta servirá para cubrir la demanda de la nueva planta de recuperación de oro, la planta de carbón activado (CIC).

La construcción consiste en etapas obras: civiles, electromecánicas (montaje de estructuras mecánicas, tanque de combustible diésel,



conexión de las tuberías a los generadores, montaje de salas eléctricas, salas de control, tableros e interruptores, tendido y conexión de cables eléctricos e instrumentación), pruebas en vacío y con carga.

**GRÁFICO N° 9** – Modelo de la planta de energía de emergencia.



Fuente: Documento de diseño de ingeniería-Fluor ingeniería y construcción.

La cantidad y variedad de equipos y materiales son múltiples creando una importante complejidad en su gestión y administración.

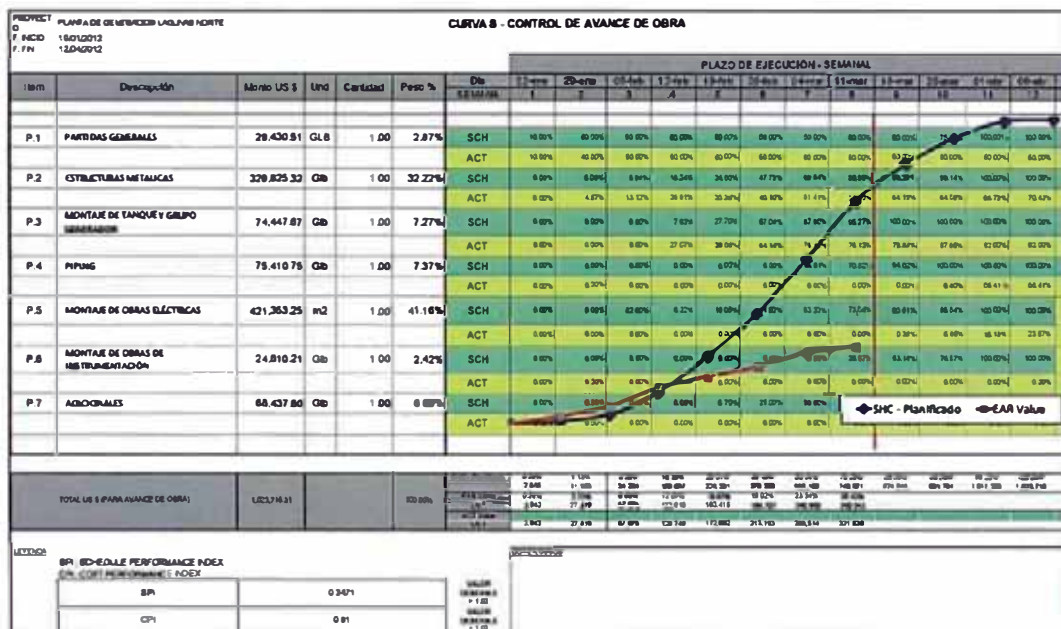
El cronograma planificado inicialmente (contractualmente) fue 84 días o 12 semanas (anexo 2) este periodo está destinado propiamente para el montaje electromecánico: edificio de generadores, sala eléctrica y tanque de combustible diésel, instalación de equipos, transformadores, cables y tableros eléctricos, elementos de instrumentación, las pruebas de arranque, el programa es adecuado para seguir con las fases siguientes del proyecto,

cumpliendo con el plazo exigido por el directorio regional de proyectos y crecimiento de SARBU.

### 3.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL

Durante la construcción del proyecto se evidenciaron retrasos mostrados en la curva "S"; del gráfico N° 10, indica las diferencias entre el avance real (curva roja) y lo planificado (curva azul)

GRÁFICO N° 10 – Curva S, medido con corte en la semana 08.



Fuente: Elaboración Propia

El indicador de desempeño SPI (índice de desempeño de cronograma) medido en la semana 08 es 0.34, significa que se ejecutó el 34% de las actividades programadas a esta fecha, se esperaba realizar el 100%. Con estos datos se calcularon indicadores de desempeño que permitieron identificar brechas de tiempo y rendimiento frente a lo planificado

**TABLA N° 2 - Brechas entre el desempeño real y planificado, análisis de desempeño, pronóstico de valor ganado – tiempo.**

Pregunta en la gestión de proyectos	Medidas de desempeño de EVM	Resultados	Interpretación de Resultados
¿Estamos adelantados o atrasados?	Schedule Variance $SV = EV - PV$	-\$ 489,626.47	Solo se realizaron actividades valorizadas en \$ 260,245.05, significa un atraso respecto al valor planificado \$ 749,871.47; en la semana 08, se tienen actividades atrasadas por un valor de \$ 489,262.47
¿Cuán eficiente estamos empleando los recursos?	Schedule Performance Index $SPI = EV / PV$	34.71%	En la semana 08, se tiene el 34.70% de avance respecto a lo programado a la semana 08
¿Cuándo probablemente terminará el proyecto?	Time Estimate at Completion $EACt = (BAC/SPI)/(BAC/Sem.)$	34.58	El proyecto probablemente terminará en 35 semanas, 12 semanas programadas contractualmente

Fuente: Elaboración propia.

Para identificar las causas que están retrasando la construcción de la planta se utilizó el método de Ishikawa<sup>1</sup> o diagrama de espina de pescado, indicado en el gráfico N°11, se determinó que los aspectos más significativos estaban vinculados a la falta de oportunidad en el abastecimiento equipos y materiales principales debido a la mala gestión de los almacenes en obra.

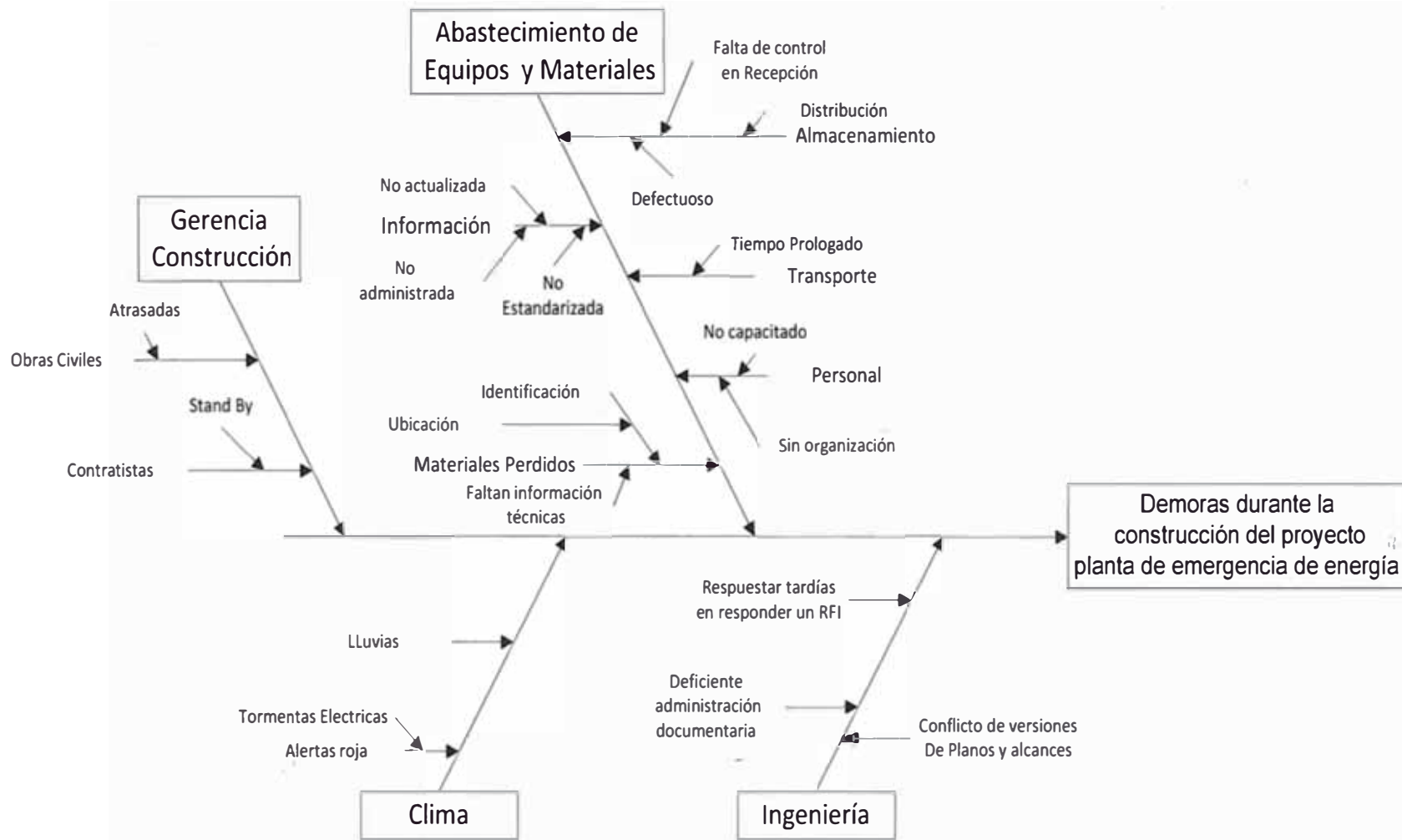
#### PROBLEMA CENTRAL:

“Demoras durante la construcción del proyecto planta de emergencia de energía debido a procesos ineficientes de abastecimiento de equipos y materiales durante el montaje electro mecánico.”

---

<sup>1</sup> Sirve para identificar, explorar y exhibir gráficamente, en mayor detalle, todas las posibles causas relacionadas con un problema o condición para descubrir sus causas raíz. (Elliott, 2008)

GRÁFICO N° 11 - Análisis causal para identificación de aspectos importantes que retrasan el montaje de la planta de generación.



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Para solucionar el problema: “demoras durante la construcción del proyecto planta de emergencia de energía debido a procesos ineficientes de abastecimiento de equipos y materiales durante el montaje electro mecánico” se consideraron las siguientes alternativas:

Alternativa A:

Contratar el servicio de una empresa especializada que se encargue de la gestión de los materiales en el mercado existen empresa como: Jacob, SSK, Fluor, etc.

Alternativa B:

Ampliar el alcance de la empresa contratista (Constructor) que se encargara del montaje de la planta, para gestionar el suministro de equipos y materiales principales.

Alternativa C:

Crear un equipo de trabajo integrado por personal del área y creando un CI Team (equipo de mejora continua), encargado de mejorar el proceso, logrando el abastecimiento oportuno de los equipos y materiales al contratista constructor.

### 3.4 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE SOLUCIONES

Para evaluar las alternativas de solución se utilizó el método de evaluación de factores, donde se consideran los siguientes criterios:

Factibilidad, Costo, Experiencia, Riesgo y Conocimiento Adquirido; a continuación se describe cada factor.

- Factibilidad, La facilidad o prontitud de adquirir el servicio, al considerarse un trabajo en una operación minera existe la evaluación previa del sistema de la gestión de seguridad del contratista, y la homologación alineando la política de seguridad con la empresa minera.
- Costos, el valor monetario de la contratación del servicio, este costo será valorizado por contrato a precios unitarios (H-H y H-M).
- Experiencia, se busca una empresa tercera con experiencia en este tipo de trabajo para poder optimizar y entregar a tiempo los equipos y materiales al contratista (constructor), evitando los sobre costos por Stand By.
- Riego, asegurar la inversión en la alternativa solución para contribuir en mejorar el problema.
- Conocimiento Adquirido, se logrará aprender de la experiencia de mejora, debido a que la planta de generación solo corresponde al 33% del proyecto, pudiendo ocurrir los mismos problemas en el futuro cuando se inicie el montaje de las demás fases del proyecto.

Se consideró el valor de oro de la compañía. Mejorar continuamente. “Siempre estamos comprometidos a mejorar. Construimos en base a buenas ideas, aprendemos de nuestros errores y desafiamos el statu quo. Pensamos con amplitud y deseamos tener éxito y agregar valor a nuestro trabajo”.

Para asignación de los pesos a los factores se utilizó el método “matriz de confrontación” mostrado en la tabla siguiente:

**TABLA N° 3 - Matriz de confrontación de criterios.**

		Factibilidad	Costo	Experiencia	Riesgo	Conocimiento o Adquirido.	Total	%
		1	2	3	4	5		
1	Factibilidad		0.2	0.2	5	0.2	5.6	10.2%
2	Costo	5		5	0.2	2	12.2	22.2%
3	Experiencia	5	0.2		0.2	1	6.4	11.6%
4	Riesgo	0.2	5	5		10	20.2	36.7%
5	Conocimiento Adquirido	5	0.5	5	0.1		10.6	19.3%
<b>Total</b>							<b>55</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Con esta matriz se logró determinar los pesos de los factores a evaluar:

Factibilidad	10%
Costo	22%
Experiencia	12%
Riesgo	37%
Conocimiento Adquirido.	19%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

### 3.5 TOMA DE DECISIÓN

Para evaluar los factores se utilizó la siguiente escala de evaluación:

**TABLA N° 4 - Escala para evaluación de factores**

Calificación	Peso
Alto	4
Bueno	3
Regular	2
Poco	1

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 5, se muestra el detalle y sustento para ponderar cada factor, con esta evaluación se determinó por mayor puntaje obtenido la alternativa C. "Crear un Ci Team (equipo de mejora), equipo de trabajo integrado por el personal del área de construcción, que se encargue de identificar y mejorar el proceso logrando una buena gestión de materiales y de manera oportuna".

**TABLA N° 5 - Evaluación de alternativas mediante ponderación de factores.**

		Alternativa A				Alternativa B				Alternativa C			
		Contratar el servicio de una empresa especializada				Ampliar el Alcance del contrato de la empresa contratista(constructor)				Crear un CI TEAM equipo de trabajo integrado por personal del área.			
Factores	Peso	Calificación	Peso	Sustento	W.P	Calificación	Peso	Sustento	W.P	Calificación	Peso	Sustento	W.P
Costo	22%	Regular	2	El costo de movilización, la inducción de personal, se considera y costo perdido	0.44	Bueno	3	El costo de movilización no existe, pero sus costos de M.O. son altos	0.66	Muy Bueno	4	El personal es el actual existen, M.O. no calificada se utiliza por medio de ADECO	0.89
Factibilidad	10%	Regular	2	Tiempo, licitación, convocatoria	0.2	Regular	2	Se tendría que evaluar el costos propuesto, de ser muy alto llevaría a una licitación.	0.2	Muy Bueno	4	Tenemos el personal dispuesto a trabajo.	0.41
Riesgo	37%	Muy Bueno	4	Cumplirá con los resultados esperados	1.48	Muy Bueno	4	Cumplirá con los resultados esperados	1.48	Regular	2	Quizás no se logre cumplir con los objetivos	0.73
Conocimiento Adquirido	19%	Poco	1	No existe ninguna transferencia de conocimiento	0.19	Poco	1	No existe ninguna transferencia de conocimiento	0.19	Muy Bueno	4	La experiencia queda en para el personal del área.	0.77
Experiencia	12%	Bueno	3	Empresa especializada	0.36	Bueno	3		0.36	Poco	1	La experiencia estaba basada en temas técnicos no en el tema de gestión.	0.12
<b>Total</b>	<b>100%</b>				<b>2.66</b>				<b>2.89</b>				<b>2.92</b>

Fuente: Elaboración propia.



### 3.6 DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA

Para el desarrollo de la solución se utilizó el método sistémico (Gardner, & Moinj, 2008)

3.6.1 Fase 01 – definiendo metas.

- Mejorar el índice de rendimiento del 0.34 al 1.0, en las siguientes actividades programadas.
- Reducir el pronóstico "ACT" en 35 semanas (para terminar el proyecto según el cronograma) e optimizar la gestión de su insumo de equipos y materiales para la construcción.
- Reducir el sobre costos pronosticado del proyecto:
  - Sobre costo del proyecto \$ 241,468.26
  - Gastos generales (23 semanas) \$ 341,381.18
  - Total de Sobre costos del proyecto \$ 582,849.44

GRÁFICO N° 12– Comparación: costo inicial del proyecto con el costo pronosticado.



Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.2 Paso 02 – Definiendo el alcance.

Se establece el límite del proceso que se analizará (Lee, Larry, & Manoj , 2008, pág. 154). Los principales aspectos que están generando el retraso, se centra principalmente en los almacenes de obra:

Se realizó la hoja de verificación, con el objetivo de cuantificar la frecuencia de las actividades o causas que están produciendo retrasos en el proceso y tomar acciones sobre ellas.

GRÁFICO N° 13: Hoja de verificación

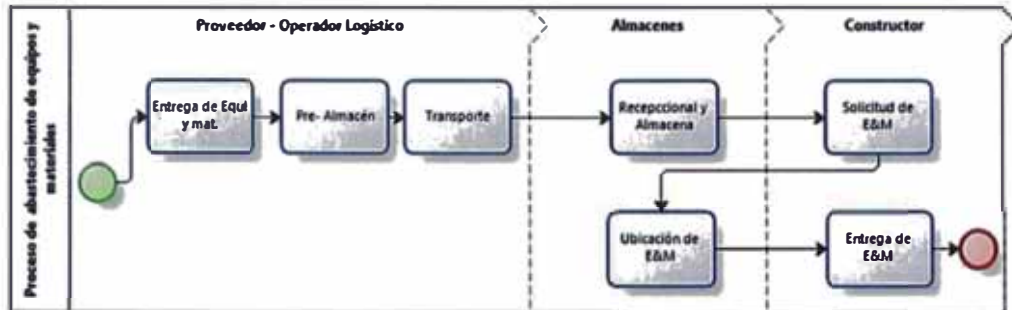
 <b>Hoja de Verificación</b> Valor de Oro : "Compromisos en acciones cada día"		Fecha: 12-03-12
<b>Logística: Abastecimiento de Equipos y Materiales</b>		
<b>Almacenamiento</b>		
Falta de control en la Recepción		
Distribución del Almacén		
Delectuoso		
<b>Transporte</b>		
Tiempo prolongado		
<b>Personal</b>		
Capacitación		
Organización		
<b>Infraestructura</b>		
Incompleta		
Deficiente Administración		
No Estandarizada		
no oportuna		
<b>Materiales Perdidos</b>		
Identificación		
Ubicación		
información y técnica		
ingeniería		
<b>Ingeniería :</b>		
Respuestas tardías en responder un RFI		
Deficiente administración documental		
Conflicto de versión de planos		
<b>Administración: Gerencia de construcción</b>		
Atraso en Obras Civiles		
Contratistas Stand By		
<b>Otros : Clima</b>		
Lluvias		
Tormentas Frelónicas		

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.3 Paso 03 – Documentando el proceso.

Para documentar el proceso se utilizó diagramas de flujo, diagramas de servicio y gráficos de procesos.

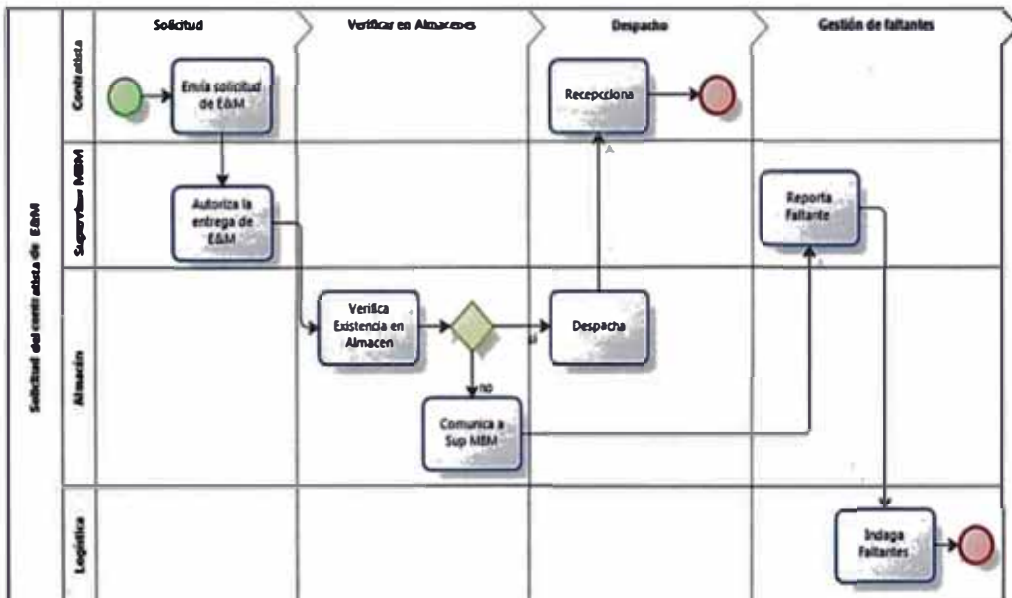
GRÁFICO N° 14: Diagrama del proceso principal de abastecimiento de equipos y materiales.



Fuente: Elaboración propia

La atención a la solicitud del contratista constructor se describe en el diagrama de flujo siguiente:

GRÁFICO N° 15 – Diagrama de proceso de atención a la solicitud del contratista



Fuente: Elaboración propia

Las actividades principales describe el gráfico de proceso (gráfico N° 15), resaltando lo siguiente: durante la recepción, no existe un criterio para ubicar la zona de almacenamiento, no se realiza ninguna inspección, se contabilizan la cantidad de bultos que traen las plataformas (camiones), oficina técnica o planeamiento solicitan el estatus de equipos y materiales suministrados en obra, la información brindada carece de exactitud y oportunidad consumiendo tiempo y generando una mala programación en el cronograma de montaje, la atención a la solicitud de materiales por parte del área de producción era demasiado lenta, porque los materiales se encontraban perdidos por deficiencia en la organización y orden de los almacenes.

**GRÁFICO N° 16** – Gráfico de proceso para la atención de solicitud al contratista

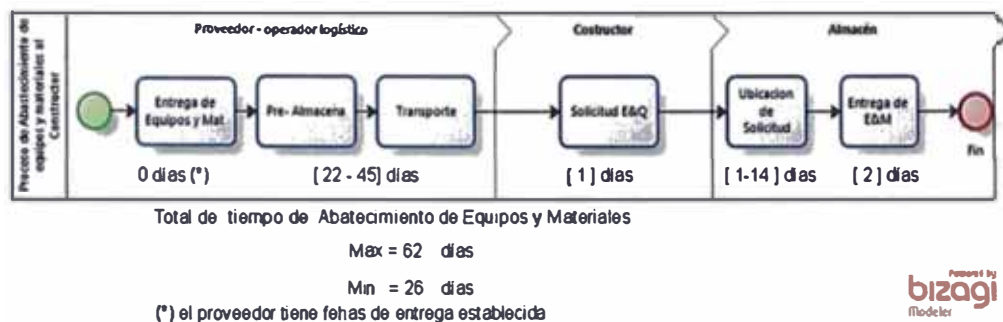
Nro Paso	●	➔	■	D	▼	Descripción de la actividad	Categoría
1		X				Traslado de camión a zona de descarga	Recepción
2	X		X			Recabar y revisar Guía de remisión	
3				X		Ubicar Zona de Descarga	
4	X					Descarga Equipos y Materiales	
5					X	Almacena Equipos y Materiales	
6				X		Solicitud de Información de Status Equipos y Materiales	Planeamiento Of. Técnica
7	X					Elaboración de Informe % de suministro	
8			X	X		Oficina Técnica revisión.	
9	X					Programación de Actividades de Montaje	
10				X		Solicitud de Materiales	Producción y Oficina de Calidad
11			X	X		Ubicación de Equipos y Materiales	
12		X				Traslado de equipos y materiales a zona de pre ensamble.	
13	X					Montaje	
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>			

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.4 Paso 04 – Evaluar el desempeño

Con la información recopilada del ERP Oracle R12, se obtuvo la información descrita en el anexo 06, se realizó el cálculo promedio del tiempo en que demora el abastecimiento de los equipos y materiales, resumiendo en el gráfico N° 17

GRÁFICO N° 17– Proceso de abastecimiento de equipos y materiales.



Fuente: Elaboración propia

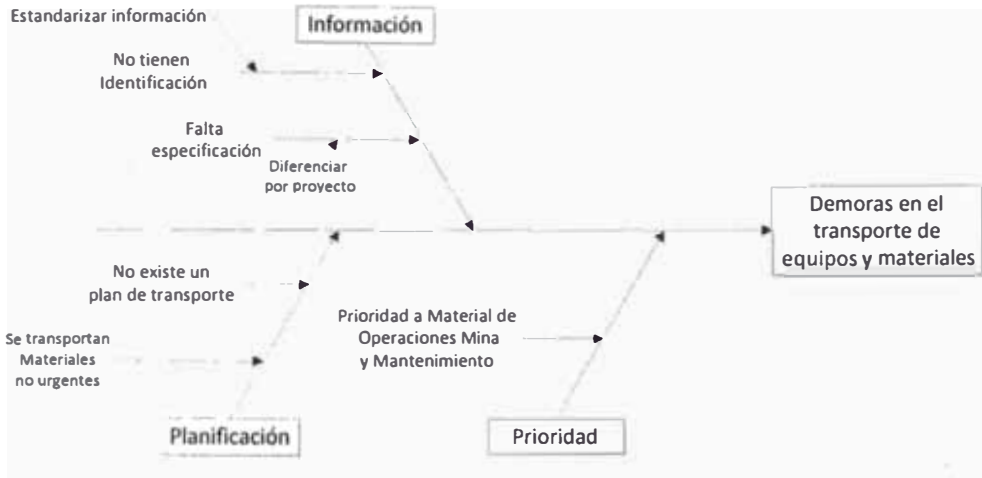
Con el gráfico N°16 se evidencia:

- Existe un tiempo holgado en el transporte, entre 22 a 45 días desde el momento de la entrega del proveedor.
- La ubicación de equipos y materiales en el almacén para atender la solicitud del constructor demora entre 1 a 14 días.
- Entregar los equipos y materiales al constructor demora 2 días.

Se utilizó el análisis causal para encontrar la causa raíz de cada aspecto importante que retrasa suministro o abastecimiento de equipos y materiales principales para la construcción de la planta.

a) ¿Por qué el transporte demora?

GRÁFICO N° 18 – Diagrama de causa y efecto demora en transporte.



Fuente: Elaboración propia

El transporte demora por los siguientes motivos:

- Información: el operador logístico desconoce el orden de equipos o materiales a transportar, los E&M que se encuentran en sus almacenes no se diferencian, la única identificación que tienen es la orden de compra y el proveedor.
- Prioridad: El operador logístico tiene como prioridad transportar los insumos para la explotación minera y los materiales para mantenimiento, considerando como secundaria la necesidad de los equipos y materiales para el proyecto “Planta de Emergencia de Energía”.
- Planificación: No se tiene un plan de necesidad de equipos y materiales para el proyecto, por lo tanto el operador logístico transporta E&M no urgentes para esta fase del proyecto.

b) ¿Por qué demora, la ubicación de E&M para atender la solicitud del constructor?

**GRÁFICO N°19 – Diagrama de causa y efecto demora en ubicación de E&M para la solicitud del constructor.**



Fuente: Elaboración propia

Ubicar los equipos y materiales en el almacén para atender la solicitud del contratista demora por los siguientes motivos:

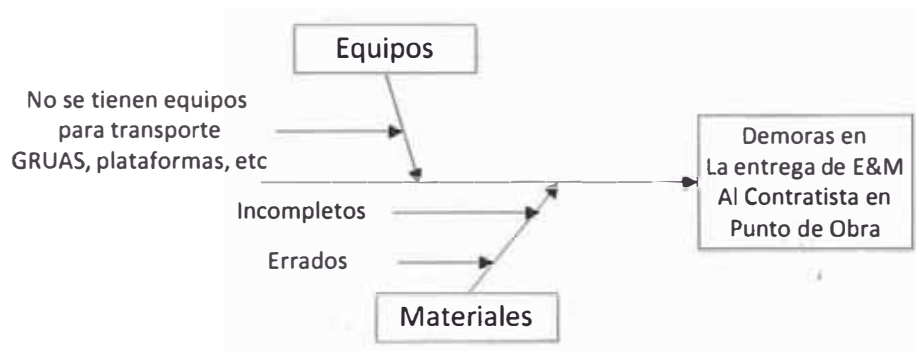
- Información: No se dispone con información organizada, paking list, planos y part list, la información se encuentra sin parámetros estandarizados para la identificación.
- Ubicación: Los equipos y materiales fueron almacenados en forma desorganizada por orden de llegada debido a la falta de espacio, no se tienen zonas específicas para almacenar equipo y materiales, no tienen rotulo que los diferencien e indiquen la pertenencia a la fase del proyecto planta de emergencia de energía u otro proyecto.
- Recepción: Las guías que entrega el transportista no coincide con la orden de compra, logrando un control deficiente, no se distingue los

materiales y equipos por proyectos, se descargan de las plataformas y se almacenan sin criterio de orden...

- Personal: No tienen un procedimiento de trabajo para almacenar equipos y materiales para la construcción del proyecto. La supervisión es deficiente y falta capacitación para la labor que realizan.

c) ¿Por qué demora, la Ubicación de E&M para atender la solicitud del constructor?

GRÁFICO N° 20 – Diagrama de Causa y efecto, demora en la entrega de E&M en punto de obra.



Fuente: Elaboración propia.

- Muchas de las entregas de E&M al constructor son erradas e incompletas.
- No se tienen equipos disponibles para transportar equipos y materiales porque están siendo utilizados para el reordenamiento del almacén.



### 3.6.5 Paso 05 – Mejorando el proceso

Modificaremos o rediseñaremos el proceso existente para alcanzar mejor desempeño. Para esto se desarrollaron iniciativas I<sub>x</sub> y luego se priorizó su impacto y facilidad de aplicación usando el mapa de calor<sup>2</sup>.

Se propusieron las siguientes iniciativas de mejora, en la tabla N° 6 se muestra la ponderación y valoración para su implementación.

- I1 – Transporte, Organizar los Materiales en los almacenes del operador logístico
- I2 – Transporte, Organizar las prioridades, según cronograma del proyecto
- I3 – Transporte, Crear un plan de traslado de equipos y materiales utilizando fechas RAS
- I4 – Almacenamiento, Ampliar área de almacenamiento
- I5 - Almacenamiento, Crear zona de almacenamiento asignando por proyecto
- I6 - Entrega al constructor, Crear un plan de entrega al constructor para evitar demoras
- I7 - Información, Crear y alimentar una base de datos para todos los miembros del canal.

<sup>2</sup> *Herramienta gráfica para priorizar temas o soluciones observándolos en dos dimensiones. Generalmente las dos dimensiones son el Valor Potencial y la Facilidad de Implementación.*

- 18 – Información, mapear el proceso para poder definir actores dentro de la cadena de abastecimiento

GRÁFICO N° 21 – Mapa de calor para priorizar Iniciativas de mejora



Fuente: Elaboración propia.

Mediante el mapa de calor se confirma que todas las iniciativas tienen un alto potencial y facilidad en su implementación.

TABLA N° 6 – Valoración de acciones a implementar

ACCIONES IDENTIFICADAS EN EL EVENTO KAIZEN			1: Baja, 2: Media, 3: Alta				
GRUPO: Status: Abiertas; En Proceso; Implementadas; Rechazadas			1	2	3	1	2
Item #	Causa Raíz	Iniciativa de mejora	Costo	Dificultad	Impacto	VALOR DE IMPLEMENTACIÓN	VALOR POTENCIAL
11	Transporte	Organizar los Materiales en los almacenes del operador logístico	4	3	4	10	12
12	Transporte	Organizar las prioridades, según cronograma del proyecto	3	3	4	9	12
13	Transporte	Crear un plan de traslado de equipos y materiales utilizando fechas RAS	4	3	3	10	9
14	Almacenamiento	Ampliar área de almacenamiento	3	4	3	11	9
15	Almacenamiento	Crear zona de almacenamiento asignando por proyecto	4	4	4	12	12
16	Entrega al constructor	Crear un plan de entrega al constructor para evitar demoras	4	2	4	8	12
17	Información	Crear y alimentar un Base de datos para todos los miembros del canal	3	3	4	9	12
18	Información	Mapear el proceso para poder definir actores dentro de la cadena de abastecimiento	4	3	4	10	12

Fuente: Elaboración propia.

a) I1, I2, I3 – Transporte

Se ordenó los materiales en los almacenes del operador logístico, organizando los equipos y materiales según las necesidades del proyecto, posteriormente fueron transportados al punto de obra.

GRÁFICO N° 22 – Ordenamiento de E&M para ser transportados a punto de obra.

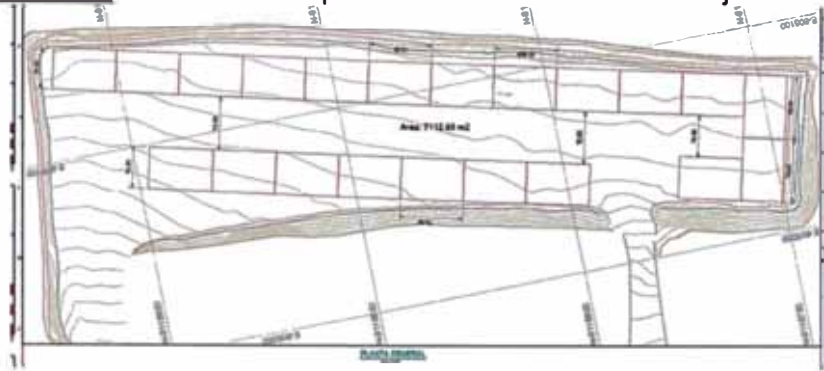


Fuente: Elaboración propia

b) I4 - ampliar la zona del Almacenamiento.

Ampliar la zona de almacenamiento para ordenar y descargar los equipos y materiales que serán transportados por el operador logístico. El área de ampliación fue de 7,112.00 m<sup>2</sup>. el ordenamiento de los equipos principales se diferenció por área a la que pertenecen (abastecimiento de combustible, salas eléctricas, edificios, sistema contra incendio, y control y fuerza)

GRÁFICO N° 23 – Plano de ampliación de área de almacenaje.



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 24 - Fotografía panorámica del nuevo almacén ampliado.



Fuente: Elaboración propia

- c) 15 - Almacenamiento, crear zona de almacenamiento asignando por proyecto

Se asignaron zonas de almacenamiento organizando los materiales por categoría, por proyecto y sub áreas, la distribución se muestra en el GRÁFICO N° 27, Se realizó el ordenamiento dentro del almacén organizando por fases del proyecto.

GRÁFICO N° 25 – Paquetes de equipos y materiales ordenados.



Fuente: Elaboración propia

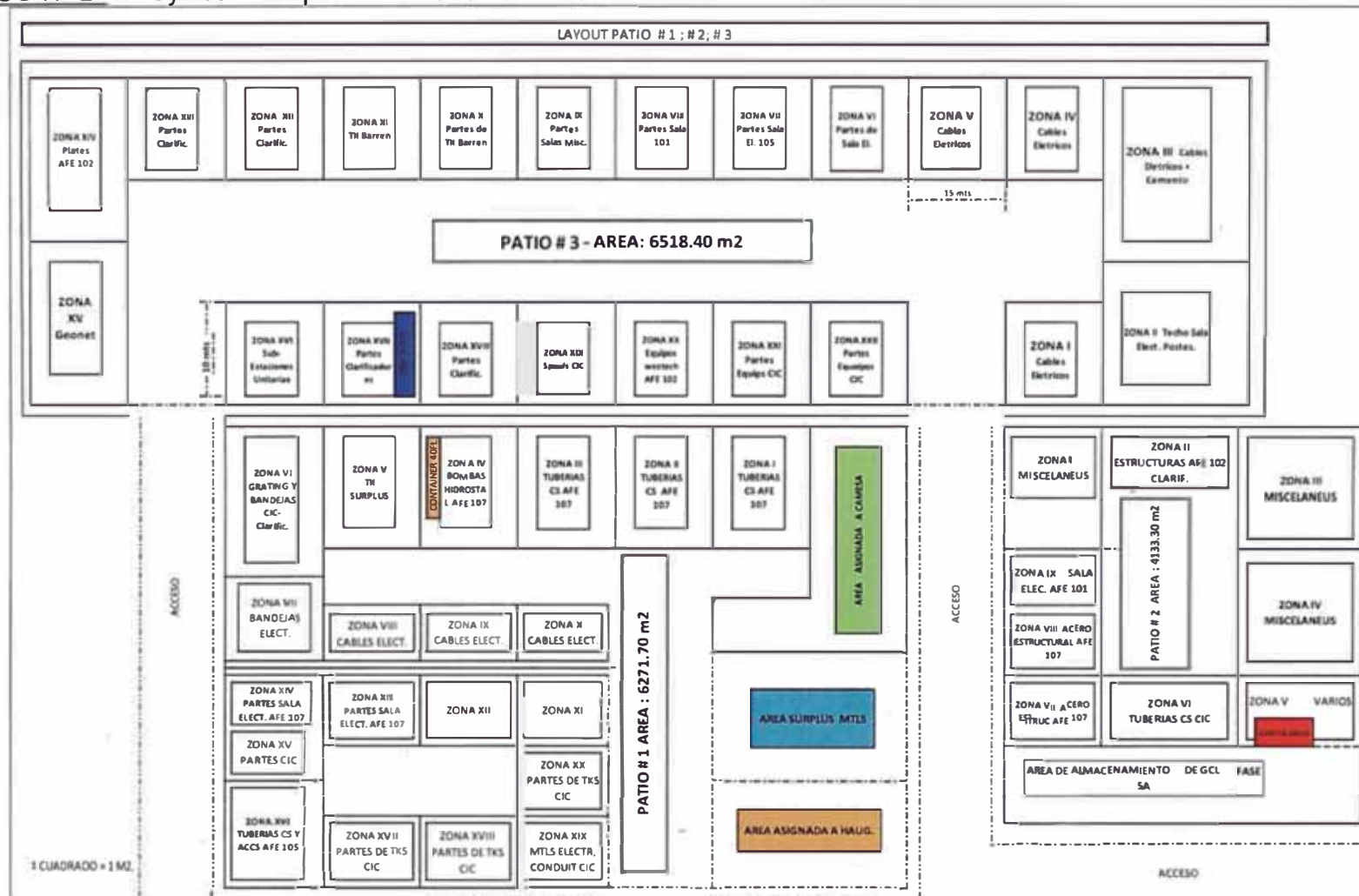
Ordenamiento de estructuras metálicas para el montaje de los edificios.

GRÁFICO N° 26 – Estructuras para el montaje ordenadas



Fuente: Elaboración propia

GRÁF CO N° 27 – LayOut de disposicion de A.macen F.sico.



Fuente: E aboración propia



d) I6 - Entrega al constructor, crear un plan de entrega al constructor para evitar demoras

Se buscó reducir la cantidad de solicitudes de parte del constructor, se analizó el cronograma de actividades, se armó paquetes de materiales y posteriormente se transportaron en punto de obra para que el constructor haga uso del mismo.

GRÁFICO N° 28 – Formato de entrega de materiales para montaje.

				<b>SALIDA DE MATERIALES</b>			
Unidad : Mina Luzano Norte		Proyecto / Área Solicitante : .....		Planta de GENERACION			
Fecha : 05/03/2013 00:00		Área : Construcción		In' en tiempo :			
SOLTO nr	DESCRIPCION (LARGO)	PESO (Kg.)	CANT	COMENTARIO	Presencia	Costo	
60	PLATAFORMA PARA ACCESO DE PERSONAL (P)	250	1	PLATAFORMA PARA ACCESO DE PERSONAL (P):			
	SOPORTE (ITEM 01)		1	SOPORTE (ITEM 01)			
	SOPORTE (ITEM 03)		1	SOPORTE (ITEM 03)			
61	PLATAFORMA PARA ACCESO DE PERSONAL (P)	150	1	SOPORTE (ITEM 04) - PLATAFORMA PARA ACCESO DE PERSONAL (P)			
	CANAL C (ITEM 10) - PLATAFORMA PARA ACCESO DE EQUIPOS C		1	CANAL C (ITEM 10) - PLATAFORMA PARA ACCESO DE EQUIPOS C			
62	PLATAFORMA PARA ACCESO DE PERSONAL (P)	300	1	PLATAFORMA PARA ACCESO DE PERSONAL (P):			
	SOPORTE (ITEM 02)		1	SOPORTE (ITEM 02)			
	SOPORTE (ITEM 04)		1	SOPORTE (ITEM 04)			
	SOPORTE (ITEM 10)		1	SOPORTE (ITEM 10)			
	SOPORTE (ITEM 11)		1	SOPORTE (ITEM 11)			
43	PLATAFORMA PARA ACCESO DE EQUIPOS C	270	1	PLATAFORMA PARA ACCESO DE EQUIPOS C:			
	CANAL C (ITEM 08)		1	CANAL C (ITEM 08)			
	CANAL C (ITEM 12)		1	CANAL C (ITEM 12)			
	CANAL C (ITEM3) - PERSONAL)		1	CANAL C (ITEM3) - PERSONAL)			
46	PLATAFORMA PARA ACCESO DE EQUIPOS C	150	1	PLATAFORMA PARA ACCESO DE EQUIPOS C:			
	CANAL C (ITEM 04)		1	CANAL C (ITEM 04)			
	CANAL C (ITEM 08)		1	CANAL C (ITEM 08)			
	CANAL C (ITEM 14)		1	CANAL C (ITEM 14)			

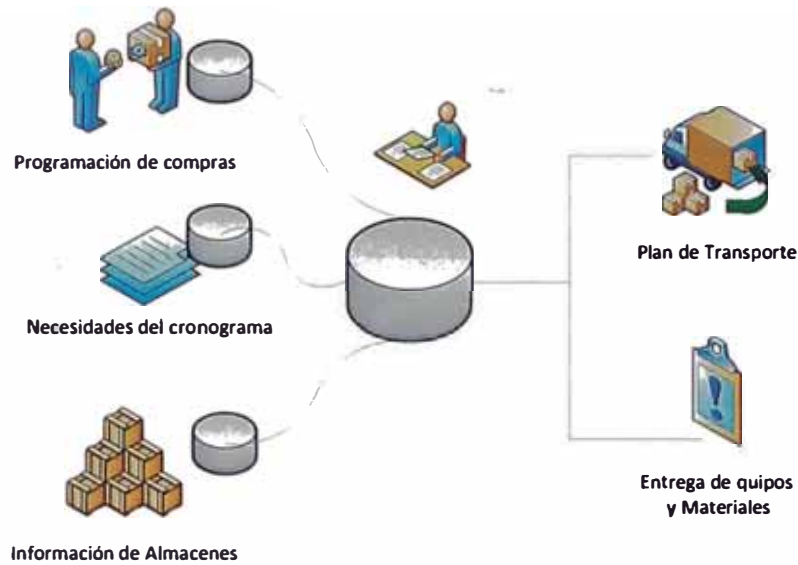
Fuente: Elaboración propia

e) I7 - Información, crear y alimentar una Base de datos para todos los miembros del canal.

Se desarrolló la aplicación informática que administró el estatus de los equipos y materiales, con descripción detallada que sirvió para planificar el transporte, control de recepción y el plan de entrega de materiales; según el cronograma de la actividad. Esta base de datos se convirtió en la única fuente que sirvió para todos los involucrados en la cadena de abastecimiento. La información se obtuvo a través de los planos de ingeniería P&ID y PDF.



**GRÁFICO N° 29 – Modelo de elaboración de base de datos.**



Fuente: Elaboración propia

La estructura de datos que se utilizó para controlar la información contempla datos importantes como: número de RQ (los detalles de requisición), AFE (el centro de costo al que corresponde), disciplina (mecánica, eléctrico o instrumentación) y proveedor, se solicitó a los proveedores que acompañen los Paking List para mejorar el detalle y la información (Anexo N° 8)

**TABLA N° 7 - Estructura de campos que se utilizan para controlar la información al detalle de equipos y materiales.**

RQ	20006-01-RQ	20006-RQ
AFE	FC-11-101-LN	FC-11-101-LN
DICIPLINA	2	2
REQPO	7023957 PO	7020057 PO
VENDOR	Esmetal SAC	Esmetal SAC
ITEM	1	1
ITEM_CODE		6194-V8
ITEM DESCRIPTION	Panel Resistente al fuego F-120 tipo Metecno Hipertec Wall	VIGA
CANTIDAD	124.98	174.8
SIZE		
UOM	m <sup>2</sup>	Kg
PRECIO UNIT	140.00	2.520
PRECIO TOTAL	17,497.20	440.50
FECHA ENTREGA	10/Nov/11	13/Sep/11

TERMS DELY	FCA-LIMA	FCA-LIMA
DEST	LNPro	LN
MILESTONE	AT SITE	AT SITE
AFP	A	A
FECHA ENTREGA	27/Feb/12	28/Oct/11
ETA	05/Mar/12	04/Apr/12
<b>RAS</b>	<b>01/Oct/11</b>	<b>01/Oct/11</b>
EMBARCADOR	G.Remis 001-002659	G.Remisión 25684
QTY REC	124.980	174.800
SUBITEM	0.000	0.000
ZON_ALM	Villa colabora	Patio 2
ENTREGA_CONSTRUC	12-abr	25/04/2012
ESTADO	Completo	Completo
TEXTO		

Fuente: Elaboración propia

f) 18 – Información, mapear el proceso para poder definir actores dentro de la cadena de abastecimiento

Por las características del proyecto EPCM, los componentes de ingeniería (E) y procura (P) está a cargo de la empresa Fluor Chile Ingeniería y construcción. En la ingeniería del proyecto se define dos tipos de materiales: mayores y menores; la adquisición de los materiales mayores (equipos y materiales principales), está dentro del alcance del contrato de Fluor. Mientras los llamados materiales menores serán proporcionados por el contratista (constructor). La distinción principal entre estos dos tipos de materiales son las dimensiones, la especialización de su fabricación y las patentes.

f.1.) Proceso de Adquisición de Materiales Mayores.

f.1.1) FLUOR (Ingeniería y Procura),

- Inicia el proceso con la generación del requerimiento de equipos y materiales a nivel de ingeniería (RQ), realizando la cubicación de los

distintos tipos materiales, fabricaciones a realizar y equipos por comprar tal como se indica en el gráfico siguiente:

**GRÁFICO N° 30 – Ejemplo de requerimiento de equipos y materiales.**

Barrick SARBU  
Expansion & Sustaining Capital Projects II  
Lagunas Norte  
Project N° A4RD

Page 1  
BOM

**BILL OF MATERIAL**

PROJECT NAME		PROJECT NUMBER	REFERENCE NUMBER (RFO/PO)	DATE	
Barrick SARBU Expansion & Sustaining Capital Projects II		A4RD (Flour Mills) FC-11-107-LN (Barrick)	A4RD-11107LN-20008-RP	April-18-2011	
Item	Tag No.	Description	Qty	Unit	
<b>Obras Tempranas Fase 2</b>					
<b>SRM1 Poza ARD y Polishing</b>					
1	N/A	ESTRUCTURA DE ACERO LIVIANA (peso ≤ 30 kg/m) A572 Gr50	200	✓	Kg
2	N/A	ESTRUCTURA DE ACERO MEDIANA (30 < peso ≤ 60 kg/m) A572 Gr50	11000	✓	Kg
3	N/A	ESTRUCTURA DE ACERO PESADA (60 < peso ≤ 90 kg/m) A572 Gr50	2000	✓	Kg
4	N/A	ESTRUCTURA DE ACERO EXTRA PESADA (sobre 90 kg/m) A572 Gr50	7000	✓	Kg
5	N/A	ESTRUCTURA DE ACERO LIVIANA (peso ≤ 30 kg/m) A36	13000	✓	Kg
6	N/A	ESTRUCTURA DE ACERO MEDIANA (30 < peso ≤ 60 kg/m) A36	0		Kg
7	N/A	ESTRUCTURA DE ACERO PESADA (60 < peso ≤ 90 kg/m) A36	0		Kg
8	N/A	ESTRUCTURA DE ACERO LIVIANA (peso ≤ 30 kg/m) A53 Gr B	1500	✓	Kg
9	N/A	ESTRUCTURA DE ACERO MEDIANA (30 < peso ≤ 60 kg/m) A53 Gr B	0		Kg
10	N/A	ESTRUCTURA DE ACERO PESADA (60 < peso ≤ 90 kg/m) A53 Gr B	0		Kg
11	N/A	REJILLA METALICA DENTADA GR-08 (38 mm) (CON PROTECCION SUPERFICIAL)	0		Kg

Fuente: Elaboración propia

- Posteriormente se homologan a los proveedores utilizando los criterios de experiencia, capacidad de: producción, estándares de calidad, tiempo de entrega, etc.; y luego emitiendo la carta de recomendación referenciando al número de requisición, esperando que el cliente apruebe y genere la orden de compra. Como se indica en el anexo 3.
  - Asegura la calidad los equipos, materiales y fabricaciones para luego ser liberadas.
- f.1.2) EMPRESA MINERA (cliente).
- Aprueba requisición y genera la orden de compra - anexo 4.

- Autoriza el despacho por parte de proveedor al transportista.
- Registra la guía de remisión del proveedor para que el transportista recoja el equipo y los materiales, posteriormente el área de tráfico programa el traslado a la operación minera.
- El área de tráfico de la empresa minera, se encarga de programar la salida de las plataformas de transporte con los equipos y materiales a la operación minera.
- Recepción y almacenamiento de equipos, materiales y fabricaciones del proveedor.

f.1.2) PROVEEDOR (Vendor).

- Realiza ingeniería de detalle, a partir de ingeniería básica y memoria de cálculos, para cada equipo o material a fabricar
- Realizar la fabricaciones, proporciona equipos, materiales, etc., con las especificaciones anteriormente proporcionadas.
- Levanta las observaciones de generadas por Fluor.
- Despacha equipos, materiales y fabricaciones.

f.1.2) OPERADOR LOGÍSTICO

- Recoge los equipos y materiales en los almacenes del proveedor, para luego ser llevados a un almacén temporal.

**TABLA N° 8 – Almacenes de transporte Rodrigo Carranza**

Almacenes y depósitos			
Descripción	Metros <sup>2</sup>	Ubicación	Dirección
Almacén Simple	66,506	Salaverry	Autopista Salaverry Km. 2.5
Almacen Simple y aduanero	46,733	Callao	Av. Nestor Gambeta 9996 - 9998 – Callao

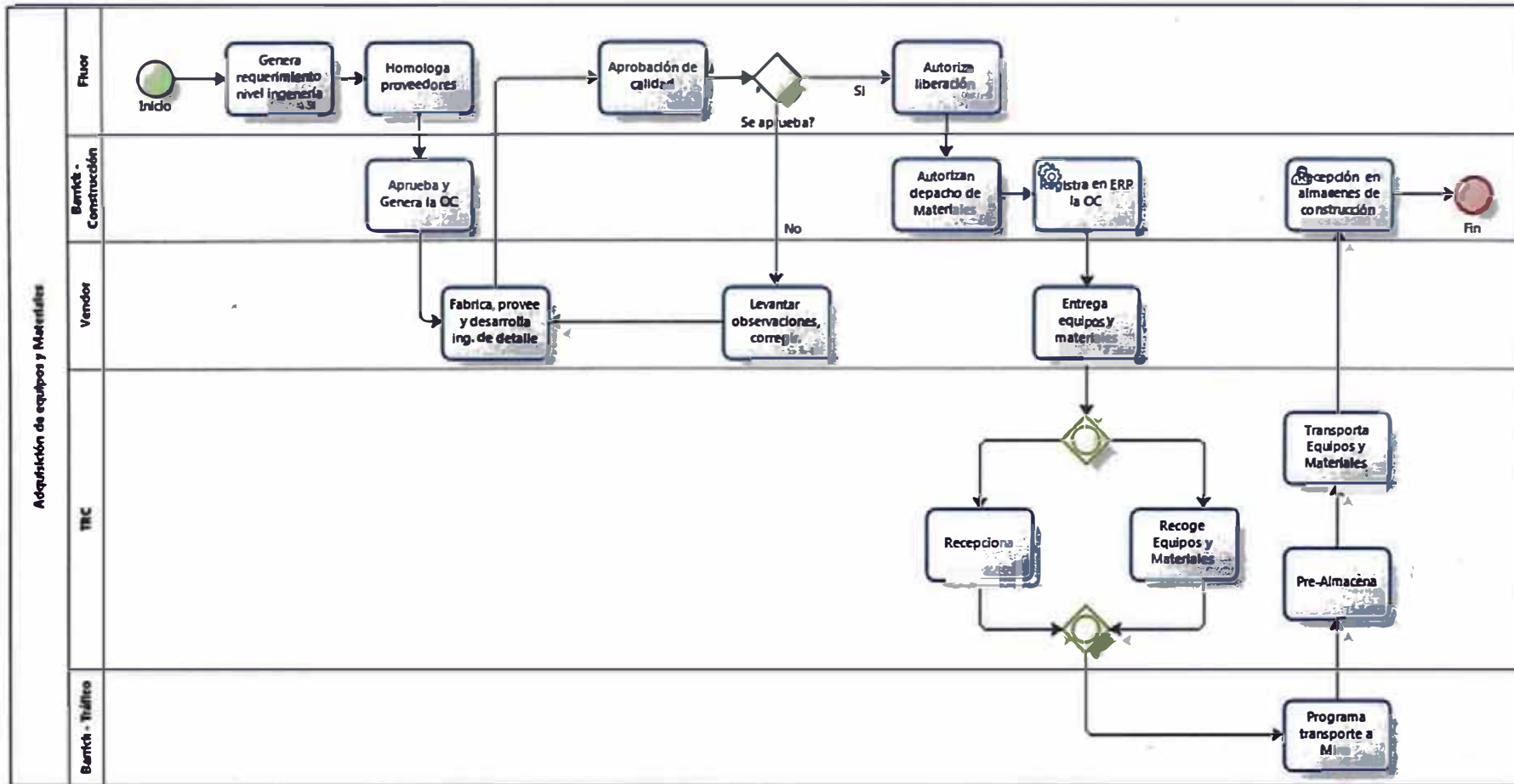
Almacén Simple y aduanero	37,700	Callao	Tomas Valle N° 4330 esquina con Alejandro Bertello – Callao
---------------------------	--------	--------	---

Fuente: <http://www.trc.com.pe/infrastructure.php?id=1>

- En coordinación con el área de tráfico se organizan las plataformas de transporte y son enviados a la operación minera.

En el gráfico siguiente se muestra en notación BPMN el flujo del proceso descrito anteriormente.

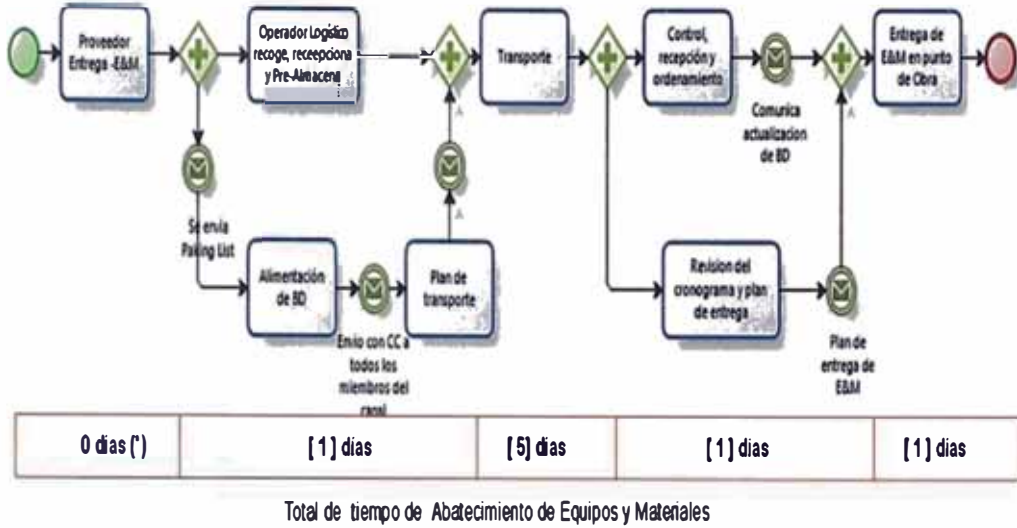
GRÁFICO N° 31- Diagrama de procesos de suministro de equipos y materiales principales.



Fuente: Elaboración propia

3.6.6 Paso 06 – Controlar.

GRÁFICO N° 32 – Proceso de abastecimiento mejorado.



(\*) el proveedor tiene fechas de entrega establecida



Fuente: Elaboración propia

Se desarrolló un proceso más ágil alertando con reportes brindando información relevante en cada etapa, logrando así reducir el tiempo de abastecimiento, eliminando errores producidos en el proceso antiguo.

GRÁFICO N° 33 – Curva S, con el plan de mejoramiento de proceso.



Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS BENEFICIO – COSTO

#### 4.1 SELECCIÓN DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN.

Mediante el uso de las herramientas propuestas por el PMI en la guía de fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK), se calculó los pronósticos de los costos. Conforme avanza la construcción del proyecto, el equipo del proyecto desarrollo el pronóstico de la estimación a la conclusión (EAC) que puede diferir del presupuesto hasta la conclusión (BAC) (PMI, 2013):

Costo variable (CV), es el monto del déficit o superávit presupuestario en un momento dado. (PMI, 2013)

Variación a la Conclusión (VAC) / Variance At Completion (VAC), proyección del monto del déficit o superávit presupuestario, expresada como la diferencia entre el presupuesto al concluir y estimación al concluir

Índice de desempeño del costo. El índice de desempeño del costo (CPI) es una medida de eficiencia del costo de los recursos presupuestados, expresado como la razón entre el valor ganado y el costo real.

Cost Variance:  $CV = EV - AC = - \$ 61,385.14$

Cost Performance Index:  $CPI = EV / AC = 0.81$



Estimate at Completion:  $EAC = BAC / CPI = \$ 1,265,183.57$

Variance at Completion:  $VAC = BAC - EAC = - \$ 241,468.26$

Estimate to Complete:  $ETC = EAC - AC = \$ 943,553.43$

#### 4.2 INFORMACION DE LA SITUACION ACTUAL

Con los resultados calculados anteriormente responderá a las siguientes preguntas sobre el desempeño económico del proyecto.

**TABLA N° 9 - Interpretación de los indicadores de desempeño de la gestión de proyectos.**

Pregunta en la gestión de proyectos	Medidas de desempeño de EVM	Resultados	Interpretación de Resultados
¿Estamos debajo o sobre el presupuesto?	Cost Variance $CV = EV - AC$	-\$ 61,385.14	Actualmente el proyecto está sobre el presupuesto planificado en \$ 61,385.14
¿Cuán eficiente estamos empleando los recursos?	Cost Performance Index $CPI = EV / AC$	0.81	Los costos reales son mayores al valor ganado, se espera tener un $CPI = 1$
¿Cuál sería el costo final del proyecto?	Estimate at Completion $EAC = BAC / CPI$	\$ 1,265,183.57	El valor inicial del proyecto es \$ 1'023,715.31
¿Cuál sería la variación con el presupuesto original?	Variance at Completion $VAC = BAC - EAC$	-\$ 241,468.26	El proyecto costará 241.47 mil dólares más de lo estimado
¿Cuál es el presupuesto remanente necesario?	Estimate to Complete $ETC = EAC - AC$	\$ 943,553.43	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 09 se tiene \$61,385.14 sobre el presupuesto planificado, el indicador CPI muestra: "los costos reales son mayores al costo proyectado", el costo final de proyecto será \$ 1'265,183.57, por lo tanto el proyecto costará 241.47 mil dólares más de lo previsto. Además se debe considerar los gastos generales por stand by del contratista constructor \$ 341,381.18

(16,256.25 dólares por semana durante 21 semanas por retraso), se tendría un costo final proyectado:

- ¿Cuál sería el costo final del proyecto? :	\$ 1,265,183.57
- Gastos generales adicionales:	\$ 341,381.18
- Costo total del proyecto	\$ 1,606,564.75

Los gastos generados para implementar la solución planteada se describen a continuación: gastos por personal, incluyen compensaciones y gratificaciones por el tiempo a utilizar (8 semanas):

TABLA N° 10 - Monto en soles valorizado por uso de personal

Descripción	Cantidad	Sueldo Promedio	Total
Líder de equipo	1	S/. 7,500.00	S/. 7,500.00
Almaceneros	3	S/. 3,200.00	S/. 9,600.00
Aux. de Almacén	3	S/. 2,500.00	S/. 7,500.00
Obrero Operario	3	S/. 2,631.50	S/. 7,894.50
Obrero Oficial	1	S/. 2,392.00	S/. 2,392.00
Obrero Peón	2	S/. 1,943.00	S/. 3,886.00
Total x 4 semanas			S/. 38,772.50
Total x 8 Semanas			S/. 77,545.00
Costos Indirectos por personal			S/. 6,462.08
Total de Costo de Personal			S/. 84,007.08

Fuente: Elaboración propia.

Se utilizaron materiales diversos para identificación, creación de microclimas para conservación de equipos electrónicos, por un valor de S/. 11,320.00.

Se dispuso del uso de 02 equipos de movimiento (grúa 25 Ton y montacargas de 15 Ton).

TABLA N° 11 - Costo total de equipos en movimiento.

Montacargas	S/. 23,184.00
Grúa	S/. 35,280.00
Operadores	S/. 19,386.25
Total de Equipos	S/. 77,850.25

Fuente: Elaboración propia.

En flujo de caja, se consideró los ingresos al ahorro del costo evitado, por el sobre costo del proyecto y los gastos generales evitados por stand by del contratista constructor, los periodos considerado están en semanas, el tipo de cambio de dólares a soles es 2.80 S/./\$.

La tasa anual efectiva, se consideró 20%, como un estándar para el capital en minería y energía, en periodos semanales esta tasa equivale a: 0.35%.

Calculado el valor actual neto es S/. 383,559.65.

La tasa interna de retorno es aprox. 9%.(periodos semanales)

El costo respecto al beneficio: C/B es 0.48.

El costo periódico uniforme es S/. 48,705.85.

Por motivos de confidencialidad de información, algunos valores han sido aproximados.

TABLA N° 12 - Flujo de caja.

Periodos Semanales	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Ingresos</b>									
Costo evitado Ineficiencia									S/. 676,111.13
Costo Evitado Stand By									S/. 955,867.30
<b>Total de Ingresos</b>									<b>S/. 1,631,978.43</b>
<b>Egresos</b>									
Cost Variance	S/. 171,878.39								
Gastos Generales	S/. 45,517.49	S/. 45,517.49	S/. 45,517.49	S/. 45,517.49	S/. 45,517.49	S/. 45,517.49	S/. 45,517.49	S/. 45,517.49	S/. 45,517.49
Personal	S/. 10,500.89	S/. 10,500.89	S/. 10,500.89	S/. 10,500.89	S/. 10,500.89	S/. 10,500.89	S/. 10,500.89	S/. 10,500.89	S/. 10,500.89
Material-adequaciones	S/. 11,320.00								
Equipos de Movimiento	S/. 19,462.56	S/. 19,462.56	S/. 19,462.56	S/. 19,462.56	S/. 19,462.56	S/. 19,462.56	S/. 19,462.56	S/. 19,462.56	S/. 19,462.56
Software de Control	S/. 1,266.44								
<b>Total de Egresos</b>	<b>S/. 184,464.83</b>	<b>S/. 75,480.94</b>	<b>S/. 75,480.94</b>	<b>S/. 75,480.94</b>	<b>S/. 75,480.94</b>	<b>S/. 75,480.94</b>	<b>S/. 75,480.94</b>	<b>S/. 75,480.94</b>	<b>S/. 29,963.45</b>
Ingreso Neto	S/. -184,464.83	S/. -75,480.94	S/. -75,480.94	S/. -75,480.94	S/. -75,480.94	S/. -75,480.94	S/. -75,480.94	S/. -75,480.94	S/. 1,602,014.98
Impuestos (30%)	-	-	-	S/.	-	-	-	S/.	-
Utilidad Neta	S/. -184,464.83	S/. -75,480.94	S/. -75,480.94	S/. -75,480.94	S/. -75,480.94	S/. -75,480.94	S/. -75,480.94	S/. -75,480.94	S/. 1,121,410.49

Fuente: Elaboración propia

### 4.3 RESULTADOS

Con los siguientes indicadores financieros, presentados en la tabla N°13 obtenidos como resultado del flujo de caja realizaremos un análisis de desempeño financiero:

TABLA N° 13 - Indicadores financieros

VAN	S/. 383,559.65
TIR	9%
C/B	0.48
CAUE	S/. 48,705.85
TEA	20%
Tasa Semanal	0.35%

Fuente: Elaboración propia.

El VAN presenta un valor positivo, indica la factibilidad financiera al poner en acción la alternativa de solución propuesta.

El TIR, considerado en periodos semanales tiene un valor numérico mayor al de la tasa de interés semanal ( $9\% > 0.35\%$ ).

El C/B es menor que 1, significa que los beneficios son mayores a los costos que se generan al implementar la alternativa de solución propuesta.

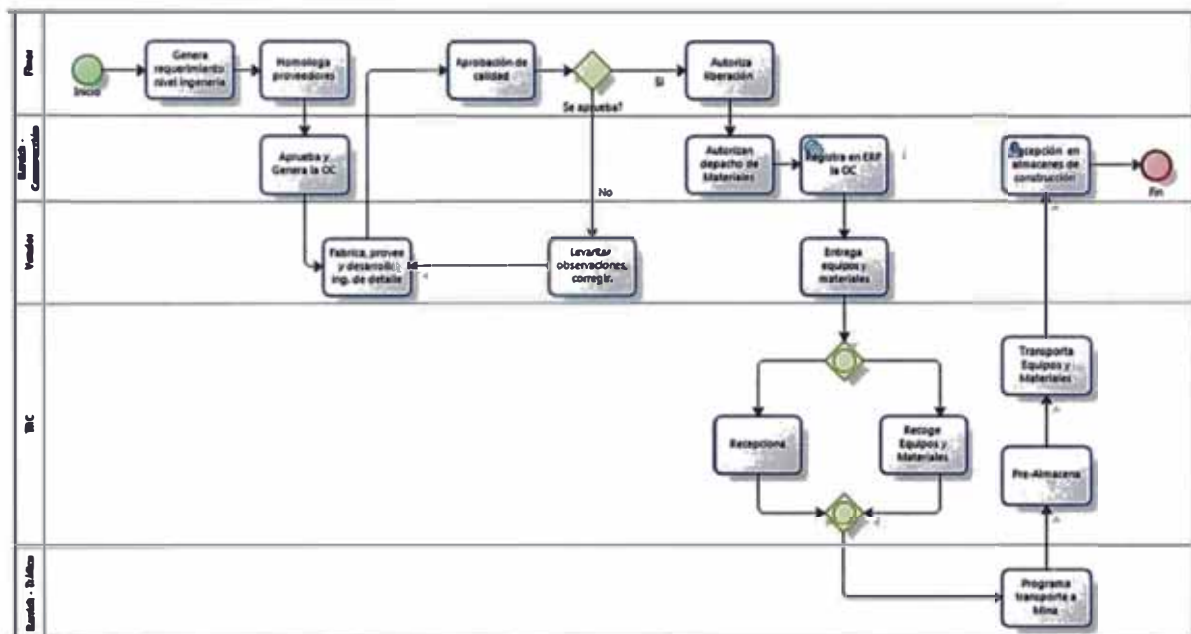
## CAPÍTULO V

### EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

#### 5.1 MAPA DEL PROCESO

Se logró mapear el proceso de suministro de equipos y materiales, identificando los actores y puntos críticos del proceso.

GRÁFICO N° 34 - Mapa del proceso de abastecimiento de equipos y materiales



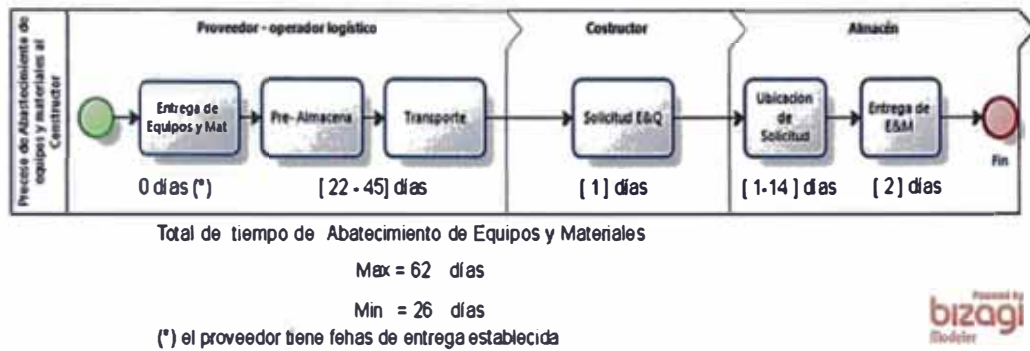
Fuente: Elaboración propia

## 5.2 MEJORA EN EL TIEMPO DE ABASTECIMIENTO

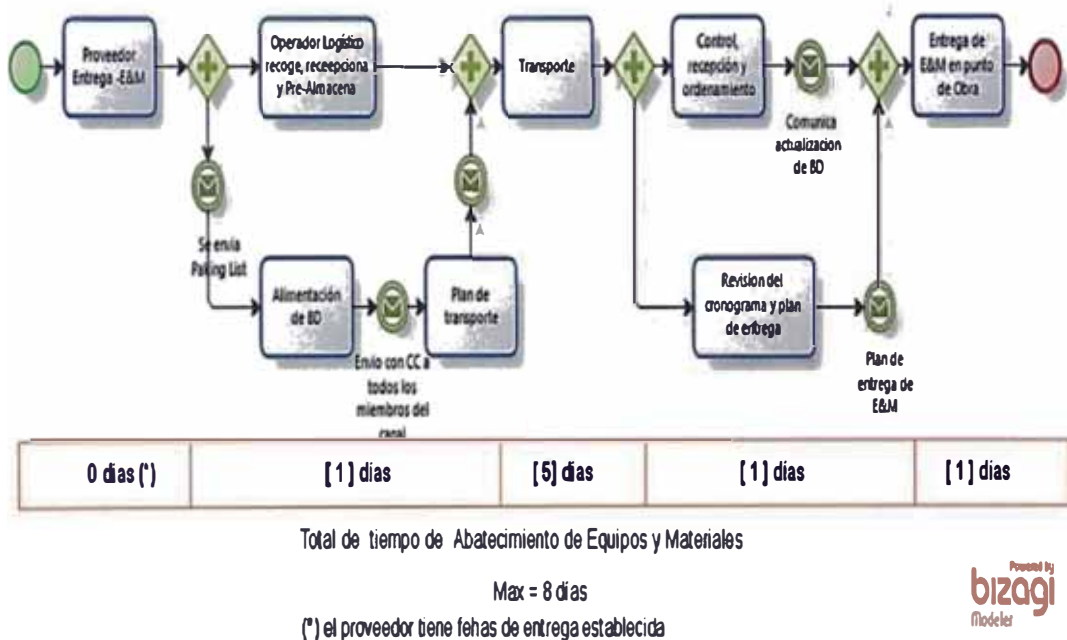
Se logró reducir el tiempo de abastecimiento de equipos y materiales al contratista, de [26 a 62] días a 8 días.

**GRÁFICO N° 35** - Comparación de proceso anterior y mejorado.

Antes.



Después

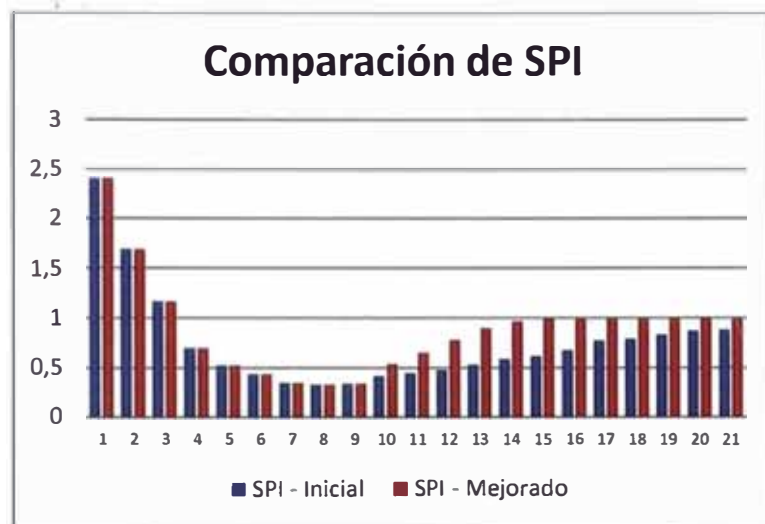


Fuente: Elaboración propia

### 5.3 RECUPERACIÓN DEL INDICADOR SPI

Se logró alcanzar el 100% del SPI a la semana 16, concluyendo 4 semanas más tarde del plazo planificado contractualmente.

GRÁFICO N° 36 - Comparación del Indicador SPI



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 37 se muestra la recuperación de la curva S, con la comparación entre las 03 curvas, la línea de color rojo (planificación inicial), la línea de color azul (línea proyectada con retrasos) y la línea de color celeste (línea de recuperación), es evidente mediante este control gráfico el nuevo desempeño del proyecto con la mejora de procesos.



GRÁFICO N° 37 – Curva S, con la nueva curva (línea de color celeste) recuperada



Fuente: Elaboración propia

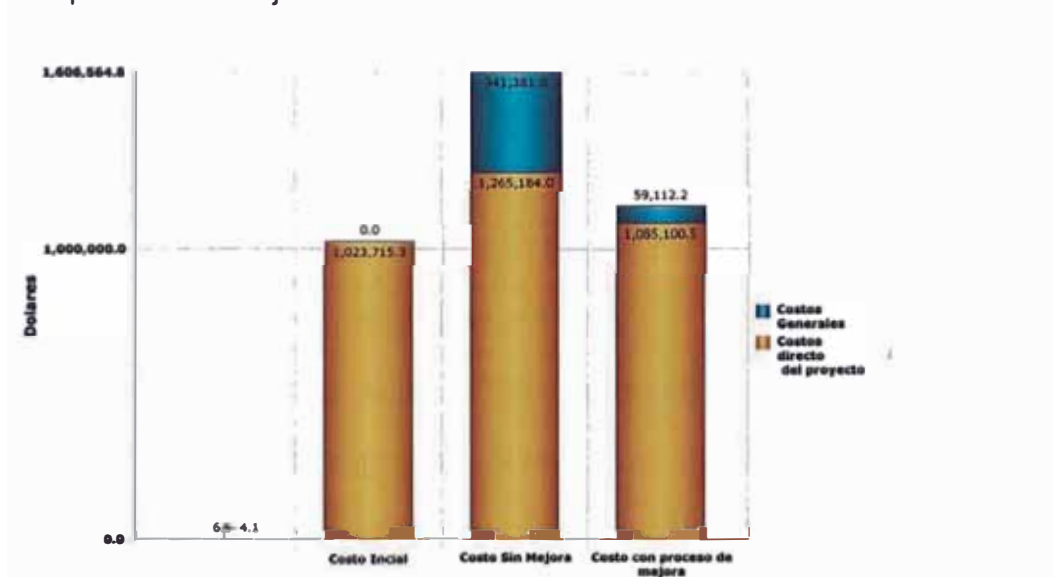
#### 5.4 BENEFICIO ECONÓMICO.

**TABLA N° 14 – Comparación de costos del proyecto**

	Sin mejora	Con mejora	Inicial - planificado
¿Cuál sería el costo final del proyecto?	\$ 1,265,183.57	\$1,085,100.45	\$ 1,023,715.31
Gastos generales adicionales	\$ 341,381.18	\$ 59,370.64	\$ 0
Total	\$ 1,606,564.75	\$ 1,144,471.09	\$ 1,023,715.31
Costo evitado	\$462,093.66		

Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICO N° 38 – Comparación de costo inicial – costo sin mejora y costo con proceso de mejora.**



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico N° 38 se muestra la comparación entre el costo inicial del proyecto, el costo proyectado conformado por el aumento del costo del planificado y los gastos generales por stand by y el costo mejorado, donde existe un aumento debido a los costos generales por stand by pero en un valor menor al proyectado.

## **CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES**

### **6.1 CONCLUSIONES**

- 6.1.1. La gestión de los almacenes es de suma importancia, los equipos y materiales principales son de vital importancia para la construcción de proyecto, reducirle importancia se vio reflejado en el avance del proyecto como retrasos en la construcción.
- 6.1.2. La utilización del sistema informático que gestione información validada y organizada agilizó el flujo de datos, mejoró la comunicación y eliminaron errores por imprecisiones.
- 6.1.3. Es importante mantener un sistema de control visual, en este caso se utilizó la curva S, alertando el retraso de la construcción del proyecto, analizar las causas de retrasos nos permite mejorar los indicadores de desempeño.
- 6.1.4. Al tener el mapa del proceso de abastecimiento de equipos y materiales se logró conocer a los actores y sus responsabilidades, además identificar y mejorar las actividades que atrasa el proceso.
- 6.1.5. Los métodos de identificación de problemas permitió encontrar las causas principales del problema planteado, al tomar acción sobre ellos se logró mejorar el desempeño operativo y financiero de proyecto.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- 6.2.1 En el organigrama, incluir como parte del equipo de la superintendencia de construcción el puesto "Planificador de Materiales", quien debe captar las necesidades de la construcción y sincronizar el cronograma con el abastecimiento (área de logística: Sup. de compras, Sup. de Logística y Sup. de Almacenes).
- 6.2.2 Mantener almacenes temporales con condiciones de climatización y control de humedad para conservar equipos eléctricos y electrónicos perecibles debido al clima, estos equipos serán utilizado en la última parte de la construcción.
- 6.2.3 La revisión del cronograma de construcción del proyecto se debe realizar usando fechas ETA (fecha de arribo a obra) y RAS (fecha de requerimiento en sitio). Para minimizar riesgos de abastecimiento de materiales generando horas de stand by encareciendo el costo de proyecto.
- 6.2.4 Capacitar al personal de los almacenes en el control de equipos y materiales principales, con información técnica planos PI&D, PDF, flujo de procesos, de esta manera el personal se familiarizara con el proceso constructivo del proyecto y anticipe sus actividades de almacenamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ANAYA TEJERO, JULIO JUAN  
*"Innovación y mejora de procesos logísticos; análisis, diagnósticos e implantación de sistemas logísticos"*  
Editorial: ESIC Editorial; Año: Noviembre 2007, Ciudad: Madrid, País: España
2. BALLOU, RONALD H.  
"Logística, Administración de la cadena de suministro".  
Editorial: Pearson Educación de México; Año: 2004, Ciudad: México  
País: México
3. BARRICK SUDAMERICA.  
<http://biblioteca.barricksudamerica.com/>. [Online]; 2013 [cited 2014 01 01] Available from:  
[http://biblioteca.barricksudamerica.com/ediciones/somos\\_barrick/argentina/2013/12/files/assets/basic-html/page24.html](http://biblioteca.barricksudamerica.com/ediciones/somos_barrick/argentina/2013/12/files/assets/basic-html/page24.html).
4. BARRICK V. SOMOS BARRICK  
"Producción de Barras de Doré. Somos Barrick". Año : 2009;: p. 12.
5. BARRICK S. BARRICK SUDAMERICA. [Online].; 2012.  
Available from:  
<http://barricksudamerica.altavoz.net/introduccion/barrick/2012-05-31/155530.html>.
6. BOWERSOX, CLOSS, COOPER  
*"Administración y logística en la cadena de suministros"*  
Editorial: McGraw - Hill / Interamerica Editores, S.A.; Año: 2007,  
Ciudad: México D.F. País: México.

7. CHASE, RICHARD B.; JACOBS, F. ROBERT; AQUILANO, NICHOLAS  
*"Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministros"*.  
 Editorial: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V; Año: 2009, Ciudad: México, D.F. País: México
8. ELLIOTT DAVID - SENIOR DIRECTOR,  
*"Manual de mejora continua"*  
 Editorial: Barrick Continuous Improvement; Año: Marzo 2008 Ciudad: Toronto Ontario, País: Canadá
9. Jordi Pau i Cos, Ricardo de Navascués y Gascordi Pau i Cos RdNyG.  
*"Manual de Logística Integral"*  
 Editorial: Ediciones Diaz de Santos S.A.; Año: 2010. Ciudad: Madrid País: España
10. JO PEREZ, JUAN MANUEL JO; OBREGON, JUAN PABLO B  
*"Mejora de procesos y redistribución del Almacén de avíos de una empresa de confecciones"*  
 Universidad Nacional de Ingeniería.; Año: 2009, Ciudad: Lima, País: Perú
11. KRAJEWSKI, LEE; RITZMAN LARRY P; MALHOTRA MANOJ K  
*"Administración de Operaciones"*  
 Editorial: Pearson Educación; Año: 2008. Ciudad: México DF País: México
12. PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE.  
*"GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS"*  
 Editorial: Project Management Institute, Inc. Año: 2013, Ciudad: Pennsylvania
13. SUMMERS DONNA CS.  
*"Administración de la Calidad"*  
 Editorial: Pearson Educación; Edición: Primera Edición, Año: 2006. Ciudad: México D.F. País: México

## ANEXOS

ANEXO N° 1: VARIACIÓN DEL PRECIO DEL ORO 1994 - 2011.....	81
ANEXO N° 2: ESTRUCTURA DE DESGLOSE (EDT) DEL PROYECTO A EJECUTAR .....	82
ANEXO N° 3: CRONOGRAMA PLANIFICADO – PLANTA DE GENERACIÓN.....	83
ANEXO N° 4 : CURVA S, CORTE SEMANA 8– PLANTA DE GENERACIÓN .....	84
ANEXO N° 5: CARTA DE RECOMENDACIÓN DE FLUOR AL CLIENTE PARA APROBACIÓN Y GENERAR ORDEN DE COMPRA.....	85
ANEXO N° 6 : ORDEN DE COMPRA .....	86
ANEXO N° 7: MEDICIÓN DE TIEMPO DE TRANSPORTE DE E&M DESDE ALMACENES DEL OPERADOR LOGÍSTICO HASTA EL PUNTO DE OBRA (OPERACIÓN MINERA). .....	87
ANEXO N° 8: MODELOS DE PACKING LIST .....	88
ANEXO N° 9 : RELACIÓN DE TABLAS.....	89
ANEXO N° 10: RELACIÓN DE GRÁFICOS.....	90
ANEXO N° 11: GLOSARIO DE TERMINOS .....	93

ANEXO N° 1: VARIACIÓN DEL PRECIO DEL ORO 1994 - 2011.




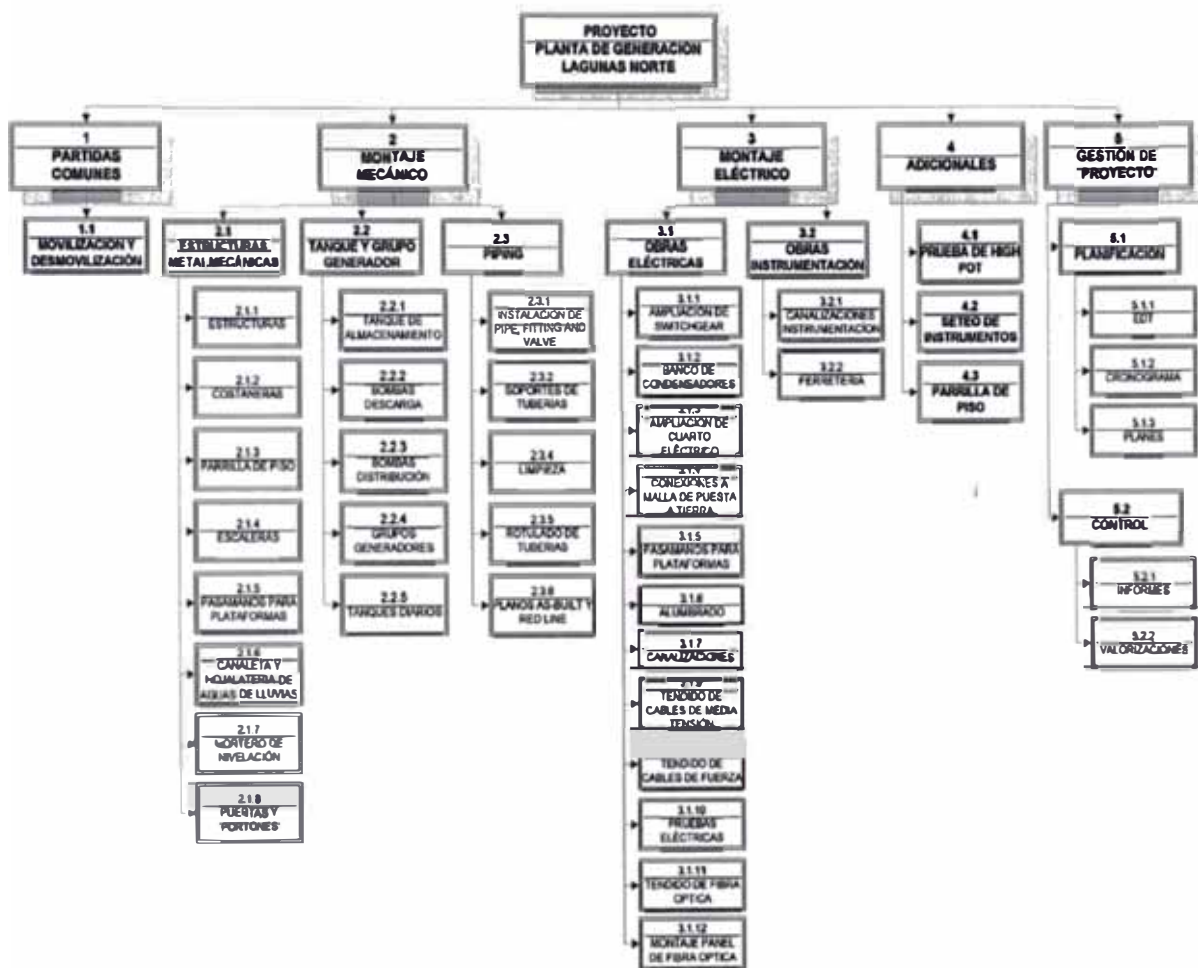
Fuente: <http://oro.bullionvault.es/Precio-del-oro.do>



## ANEXO N° 2: ESTRUCTURA DE DESGLOSE (EDT) DEL PROYECTO A EJECUTAR

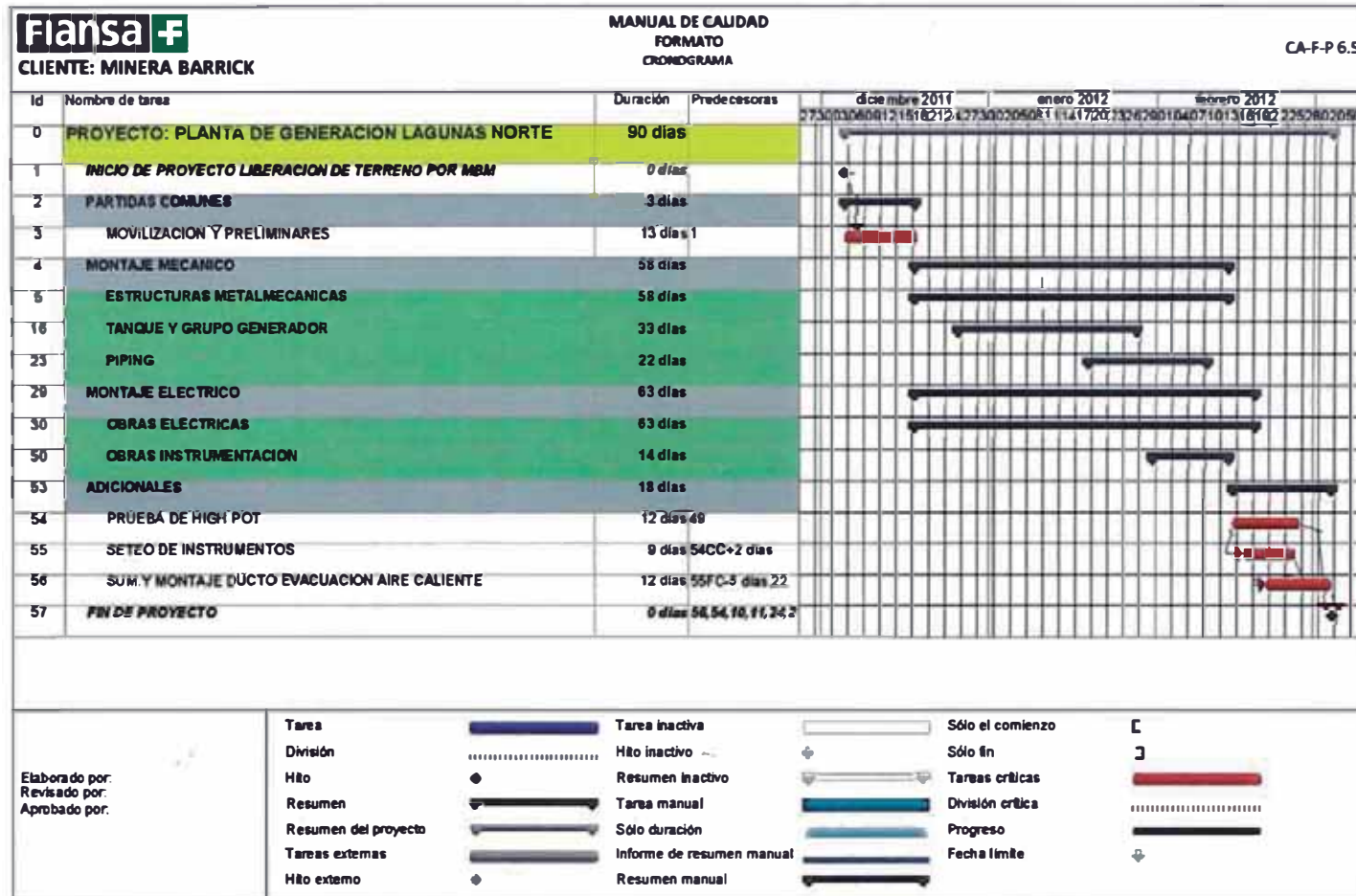
PROYECTO	Planta de Generación Lagunas Norte
CLIENTE	MBM

	MANUAL DE CALIDAD	CA-F-P 5.3.1	
	FORMATO ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO (EDT)	REVISIÓN	0
		FECHA	14/11/11
		PÁGINA	1 de 1



RESPONSABILIDAD	CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
Elaborado por	Control de Proyecto	Roxana Pérez P.
Revisado por	Jefe de Construcción	Leoncio Marcelo S.
Aprobado por		

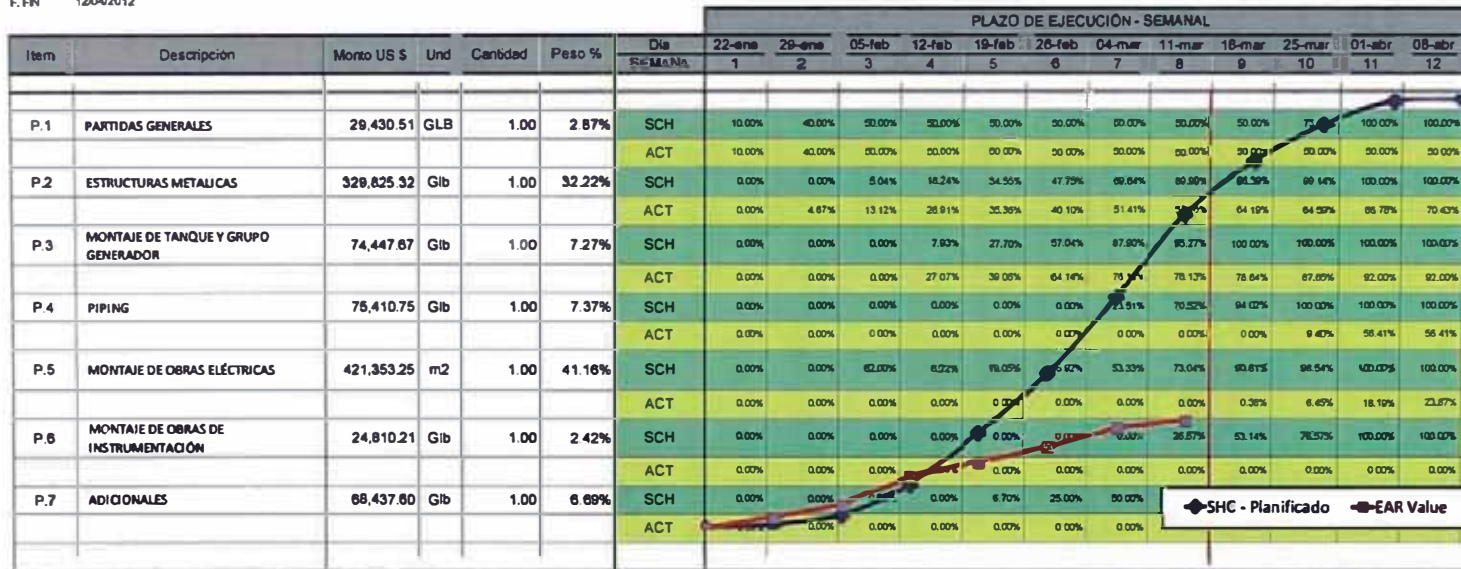
ANEXO N° 3: CRONOGRAMA PLANIFICADO – PLANTA DE GENERACIÓN.



## ANEXO N° 4 : CURVA S, CORTE SEMANA 8- PLANTA DE GENERACIÓN

PROYECTO: PLANTA DE GENERACION LAGUNAS NORTE  
 O: 1901/2012  
 F. INICIO: 1204/2012  
 F. FIN: 1204/2012

### CURVA S - CONTROL DE AVANCE DE OBRA



Item	Descripción	Monto US \$	Und	Cantidad	Peso %	SCH	22-ene	29-ene	05-feb	12-feb	19-feb	26-feb	04-mar	11-mar	18-mar	25-mar	01-abr	08-abr
TOTAL US \$ (PARA AVANCE DE OBRA)		1,023,715.31			100.00%		0.28%	6.13%	8.39%	16.36%	22.31%	38.16%	53.87%	73.27%	85.36%	93.65%	98.36%	100.00%
							1.88%	3.75%	5.6%	12.07%	11.67%	19.02%	33.34%	25.42%				
							7,843	37,818	67,876	129,810	180,410	244,737	349,888	393,746				
							2,340	27,819	67,876	129,810	177,882	213,183	268,814	307,820				

LEYENDA:

SPI: SCHEDULE PERFORMANCE INDEX  
 CPI: COST PERFORMANCE INDEX

SPI	0.3471
CPI	0.81

COMENTARIOS:

VALOR DESEABLE > 1.00
VALOR DESEABLE > 1.00

**ANEXO N° 5: CARTA DE RECOMENDACIÓN DE FLUOR AL CLIENTE  
PARA APROBACIÓN Y GENERAR ORDEN DE COMPRA**

**FLUOR.**

Santiago, 02 Junio, 2011  
FB-107LN-LOR-026

**RECOMENDACIÓN DE COMPRA**

**Referencia : FC-11-107-LN Ingeniería Complementaria Pozas**  
**Materia : Carta de Recomendación de Compra**  
**RFQ A4RD-11-107LN-20008-RQ**  
**Acero Estructural**

La siguiente Recomendación de Compra para el suministro "Acero Estructural" está basada en las especificaciones de Ingeniería del Proyecto FC-11-107-LN "Ingeniería Complementaria Pozas" de Minera Barrick Misquichilca Lagunas Norte. El suministro indicado ha sido cotizado conforme a los requerimientos técnicos y comerciales del proyecto.

**1. RESUMEN Y RECOMENDACIÓN FINAL**

De acuerdo a las evaluaciones Comercial y Técnica adjuntas, Fluor recomienda la adjudicación de una Orden de Compra a la empresa Esmetal S.A.C., según lo siguiente:

Descripción del Suministro	Total USD	Entrega At Site
Acero Estructural	1.535.565,33	17 Semanas
Repuestos Recomendados Puesta en Marcha y Comisionamiento	0,00	No Requerido
<b>Valor total recomendado, Sobre camión Lima - Perú</b>	<b>1.535.565,33</b>	

1.1 FECHA RAS – según DTR  
La fecha RAS (Required At Site) para el suministro del Acero Estructural es el 15 de Agosto de 2011.  
Basados en una adjudicación de compra para el 13 de Junio de 2011, la fecha estimada de inicio de entrega es a partir del 20 de Julio de 2011 hasta el 10 de Octubre de 2011.

1.2 CAPEX – Reconciliación de Presupuesto  
Origen del Capex: Ingeniería Conceptual Julio 2010

Equipo/Material	Moneda	Presupuesto	Valor Recomendado	Diferencia
Acero Estructural	US\$	1.637.758,00	1.535.565,33	102.192,67

**ANEXO N° 6 ORDEN DE COMPRA**



Barrick SARBU  
Expansion & Sustaining Capital Projects II  
Legunas Norte  
Project N° A4RD



Page 1 of 2  
**PURCHASE REQUISITION**

<b>PROJECT NAME</b> Barrick SARBU Expansion & Sustaining Capital Projects II	<b>PROJECT NUMBER</b> A4RD (Fluor Chile) FC-11-107-LN (Barrick)	<b>REFERENCE NUMBER (RFQ/PO)</b> A4RD-11107LN-20008-RP	<b>DATE</b> Apr 18-2011
<b>SEND TO:</b> PROCUREMENT MANAGER		<b>MASTER DESCRIPTION</b> ACERO ESTRUCTURAL DETALLAMIENTO, SUMINISTRO Y FABRICACION	
<b>ACTION</b> -OR-			
<b>REQUEST FOR QUOTATION</b>		<b>PURCHASE ORDER</b>	
<input type="checkbox"/> ISSUE ORIGINAL RFQ <input type="checkbox"/> ISSUE ADDENDUM <input type="checkbox"/> REBID SOLICIT QUOTATIONS FROM (PER ASL): <input type="checkbox"/> SEE ATTACHED BIDDER LIST <input type="checkbox"/> OTHER (SPECIFY) 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ <input type="checkbox"/> SINGLE SOURCE <input type="checkbox"/> SOLE SOURCE - ATTACH DEVIATION REQUEST FORM BIDS ARE REQUIRED BY: _____ FORWARD COPY TO: _____ BUDGET COST \$ <u>1.637.750.-</u> NOTES VALOR CORRESPONDE A 410.775 kg SEGUN CAPEX ING. DE DETALLE REV. B V/S 479.830-kg INDICADO EN ESTA PAR-P.		<input checked="" type="checkbox"/> ISSUE ORIGINAL PO <input type="checkbox"/> ISSUE CHANGE ORDER THE REQUIRED AT SITE DATE FOR THIS ORDER IS <u>05 Nov 11</u> SUPPLIER: <u>ESMETAL</u> _____ _____ _____ THE PO IS REQUIRED BY: _____ FORWARD COPY TO: _____ PO VALUE \$ <u>1.496.861,89 -</u> EVALUATED COST \$ _____ DIFFERENCE \$ _____ <input type="checkbox"/> REVISED QUOTATION SUMMARY, REV. NO.	
<b>ATTACHMENTS</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> SEE Page 2    Note:			
<b>ADDITIONAL INFORMATION</b>			
A. FIELD SERVICE RATES	<input type="checkbox"/> REQUIRED	DRAWING APPROVAL	<input checked="" type="checkbox"/> REQUIRED <input type="checkbox"/> WAIVED
B. INSPECTION	<input checked="" type="checkbox"/> REQUIRED	SUPPLIER PLANT INSPECTION	<input checked="" type="checkbox"/> REQUIRED <input type="checkbox"/> NOT REQUIRED
C. CRITICALITY RATING	4		
D. RFQ CLOSING DATE	REQUIRED		
<b>COST ASSIGNMENT:</b>			
CONTRACT NO.	AREA	UNIT	WATMAN ANTICOSTI OR COST ELEMENT
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
<b>APPROVAL SIGNATURE AND DATE</b>			
If signatures are not required below, indicate "N/A" in the place of the signature.			
1. ORIGINATOR <u>M.S. - [Signature]</u> MARCO GARCIA / ELI GUZMAN 27/04/11	2. AREA MANAGER N/A	3. ENG. MANAGER <u>[Signature]</u> 29.04.11 MAROLA ORTIZ	4. PROJECT CONTROLS <u>[Signature]</u> LEO HANCOFFAS 27-ABR-2011
5. PROJECT PROCUREMENT MANAGER <u>[Signature]</u> 28/4/11 FERNANDO SILVA	6. PROJECT MANAGER <u>[Signature]</u> 29.04.11 GUILLERMO LOPEZ	7. BARRICK PROJECT MANAGEMENT TIM KAHL / STEVEN HAGGARTY	



**ANEXO N° 7: MEDICIÓN DE TIEMPO DE TRANSPORTE DE E&M DESDE ALMACENES DEL OPERADOR LOGÍSTICO HASTA EL PUNTO DE OBRA (OPERACIÓN MINERA).**

Para realizar la medición del tiempo de transporte, utilizamos la información almacenada en de la base de datos Oracle R12, este tiempo se cuantifica desde el ingreso de la guía de remisión hasta el registro de recepción en punto de obra, registrándolo en el mismo sistema Oracle R12.

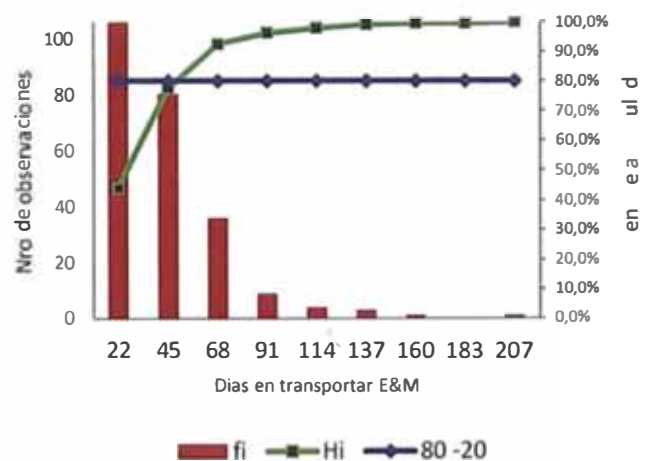
Tiempo de Transporte de Equipos y Materiales															
19	39	59	93	24	35	8	10	26	43	35	32	13	46	38	10
23	47	58	99	20	45	26	36	30	35	10	36	39	44	218	10
23	24	81	73	24	33	14	11	33	48	10	14	69	40	49	10
23	54	74	80	16	32	12	20	37	40	57	14	40	45	45	13
27	40	76	104	52	37	16	28	52	49	65	29	68	31	68	10
37	54	60	134	50	34	50	24	60	39	59	10	25	37	35	11
40	42	58	66	64	40	73	12	71	51	47	12	64	42	50	11
46	30	34	27	44	45	57	10	13	49	49	10	71	45	58	12
47	37	112	26	53	46	32	14	17	75	48	10	64	65	21	45
55	54	70	32	33	37	20	23	27	20	18	37	75	45	49	21
60	52	63	21	22	23	10	10	27	31	25	75	80	49	34	14
120	43	44	10	12	42	10	13	56	35	16	25	51	48	137	11
163	43	53	16	17	40	105	12	70	32	16	12	92	85	73	16
23	74	18	10	22	46	65	20	23	36	10	14	132	78	34	12
38	33	10	10	23	45	60	12	30	37	20	16	94	82	24	32

Fuente: Datos almacenados en ERP Oracle R12

**Analizando datos:**

Numero de datos, N = 240.00  
 Mayor = 163.00  
 Mínimo = 8.00  
 Rango = Mayor – Menor = 155.00  
 Numero de intervalos (ni) = 8.90  
 $n_i = 1 + 3,32 \cdot \log(n)$   
 Numero de Intervalos (ni) = 9.00  
 Amplitud de intervalo = 17.22  
 Límite inferior = 7.99  
 Diferencia = 0.01

**Diagrama de Pareto - Transporte de Equipos y Materiales**



## ANEXO N° 8: MODELOS DE PACKING LIST



### MASTER LIST

**PROYECTO GENERACION**

**Orden N° 462006842**

**MINERA BARRICK MISQUICHILCA**

Item OIC Clave	Cant. Elementos por empaque	Descripción	CODIGO	Código Ubicación TAG - IP Plano	FECHA DE DESPACHO	LIBERADO
	1	TANQUE DE PREPARACION 10 MB	1102128-DM-07	800-PK-001-TK		LIBERADO
	1	TOLVA DE ALMACENAMIENTO	1102128-DM-01	800-PK-001-HP		LIBERADO
	1	BARANDA	117-TPM-TK-F002-BR1-1	117-TPM-TK-F002		LIBERADO
	1	BARANDA	117-TPM-TK-F002-BR1-2	117-TPM-TK-F002		LIBERADO
	1	BARANDA	117-TPM-TK-F002-BR1-3	117-TPM-TK-F002		LIBERADO
	1	ESCALERA DE GATO	117-TPM-TK-F02-EG	117-TPM-TK-F002		LIBERADO
	1	SOPORTE TORNILLO	DM-05-ST-1	1102128-DM-05		LIBERADO
	1	SOPORTE TORNILLO	DM-05-ST-2	1102128-DM-05		LIBERADO
	1	TOLVA	DM-05-TV	1102128-DM-05		LIBERADO
	1	TORNILLO ALIMENTADOR	118-INBA-TPM-P001-TA	800-PK-001-PD		LIBERADO
	1	HUMECTADOR PARTE 1	DM-05-HM-01-1	800-PK-001-WT		LIBERADO
	1	HUMECTADOR PARTE 2	DM-05-HM-01-2	800-PK-001-WT		LIBERADO
	1	PIPING	4"-AG-AC-01-1	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	4"-AG-AC-01-2	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	4"-AG-AC-01-3	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	4"-AG-AC-01-4	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	4"-AG-AC-01-5	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	4"-AG-AC-01-6	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	4"-AG-AC-01-7	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	4"-AG-AC-01-8	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	4"-AG-AC-01-9	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	4"-AG-AC-01-10	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	4"-FL-AC-01-1	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	4"-FL-AC-01-2	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	4"-AL-AC-001-1	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	4"-AL-AC-001-2	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	8"-FL-AC-003	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	8"-FL-AC-02	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PIPING	6"-RE-AC-01	117-TPM-TK-AG-002		LIBERADO
	1	PARRILLA DE LA TOLVA DE ALMACENAMIENTO	1102128-DM-01-PR			LIBERADO
		PERNOS PARA ESTRUCTURAS				
	1	VIBRADOR DE PARED				
	1	EDUCTOR	800-PK-001-ED			
	1	BLOWER	800-PK-001-BW			
	1	AGITADOR DE TANQUE DE PREPARACION	800-PK-001-AG			
	1	VALVULA DE GU LLOTINA				
	2	BOMBADA DE TRANSFERENCIA	800-PK-001-PP1			
	1	Switch Nivel Bajo Tolve	800-LSLL-0100			
	1	Sensor de ocidad Tornillo	800-SE-0100			
	1	Transmisor de Presión	800-PIT-0100			
	1	Transmisor de Flujo	800-FIT-0100			
	1	Valvula Corba Agua preparación	800-MV-0100			
	1	Transmisor de Nivel	800-LIT-0101			
	1	Tablero de Control	110-2128-TDC-01			
	1	Tablero de Fuerza	110-2128-TDF-01			

## ANEXO N° 9 : RELACIÓN DE TABLAS.

TABLA N° 1 – Proveedores principales para la construcción de la planta de emergencia de energía. ....	9
TABLA N° 2 - Brechas entre el desempeño real y planificado, análisis de desempeño, pronóstico de valor ganado – tiempo.....	36
TABLA N° 3 - Matriz de confrontación de criterios. ....	40
TABLA N° 4 - Escala para evaluación de factores .....	40
TABLA N° 5 - Evaluación de alternativas mediante ponderación de factores. ....	41
TABLA N° 6 – Valoración de acciones a implementar .....	52
TABLA N° 7 - Estructura de campos que se utilizan para controlar la información al detalle de equipos y materiales.....	58
TABLA N° 8 – Almacenes de transporte Rodrigo Carranza.....	61
TABLA N° 9 - Interpretación de los indicadores de desempeño de la gestión de proyectos.....	66
TABLA N° 10 - Monto en soles valorizado por uso de personal.....	67
TABLA N° 11 - Costo total de equipos en movimiento.....	67
TABLA N° 12 - Flujo de caja. ....	69
TABLA N° 13 - Indicadores financieros.....	70
TABLA N° 14 – Comparación de costos del proyecto.....	75



## ANEXO N° 10: RELACIÓN DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1 - Proceso de función del doré .....	5
GRÁFICO N° 2 - Barras de doré .....	7
GRÁFICO N° 3 - Proceso de minado en zona de explotación DAFNE .....	10
GRÁFICO N° 4 - Proceso de recuperación del oro .....	13
GRÁFICO N° 5 - Organigrama Barrick Sudamérica.....	14
GRÁFICO N° 6 - Organigrama del área de construcción para el “Proyecto Planta de Emergencia de Energía” .....	15
GRÁFICO N° 7 – Matriz FODA .....	19
GRÁFICO N° 8 - Costo Actual (AC), Valor Planeado (PV) y Valor Ganado (EV).....	28
GRÁFICO N° 9 – Modelo de la planta de energía de emergencia .....	34
GRÁFICO N° 10 – Curva S, medido con corte en la semana 08. ....	35
GRÁFICO N° 11 - Análisis causal para identificación de aspectos importantes que retrasan el montaje de la planta de generación.....	37
GRÁFICO N° 12– Comparación: costo inicial del proyecto con el costo pronosticado.....	42
GRÁFICO N° 13: Hoja de verificación.....	43
GRÁFICO N° 14: Diagrama del proceso principal de abastecimiento de equipos y materiales. ....	44
GRÁFICO N° 15 – Diagrama de proceso de atención a la solicitud del contratista.....	44

GRÁFICO N° 16 – Gráfico de proceso para la atención de solicitud al contratista.....	45
GRÁFICO N° 17– Proceso de abastecimiento de equipos y materiales. ....	46
GRÁFICO N° 18 – Diagrama de causa y efecto demora en transporte. ....	47
GRÁFICO N°19 – Diagrama de causa y efecto demora en ubicación de E&M para la solicitud del constructor. ....	48
GRÁFICO N° 20 – Diagrama de Causa y efecto, demora en la entrega de E&M en punto de obra. ....	49
GRÁFICO N° 21 – Mapa de calor para priorizar Iniciativas de mejora.....	51
GRÁFICO N° 22 – Ordenamiento de E&M para ser transportados a punto de obra.....	53
GRÁFICO N° 23 – Plano de ampliación de área de almacenaje. ....	54
GRÁFICO N° 24 - Fotografía panorámica del nuevo almacén ampliado. ....	54
GRÁFICO N° 25 – Paquetes de equipos y materiales ordenados. ....	55
GRÁFICO N° 26 – Estructuras para el montaje ordenadas ....	55
GRÁFICO N° 27 – LayOut de disposición del Almacén Físico.....	56
GRÁFICO N° 28 – Formato de entrega de materiales para montaje. ....	57
GRÁFICO N° 29 – Modelo de elaboración de base de datos. ....	58
GRÁFICO N° 30 – Ejemplo de requerimiento de equipos y materiales. ....	60
GRÁFICO N° 31- Diagrama de procesos de suministro de equipos y materiales principales.....	63
GRÁFICO N° 32 – Proceso de abastecimiento mejorado.....	64
GRÁFICO N° 33 – Curva S, con el plan de mejoramiento de proceso. ....	64

GRÁFICO N° 34 - Mapa del proceso de abastecimiento de equipos y materiales.....	71
GRÁFICO N° 35 - Comparación de proceso anterior y mejorado.....	72
GRÁFICO N° 36 - Comparación del Indicador SPI .....	73
GRÁFICO N° 37 – Curva S, con la nueva curva (línea de color celeste) recuperada .....	74
GRÁFICO N° 38 – Comparación de costo inicial – costo sin mejora y costo con proceso de mejora.....	75

## ANEXO N° 11: GLOSARIO DE TERMINOS

BGC: Barrick Gold Corporation.

Costo Real (AC) / Actual Cost (AC). El costo real incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un período de tiempo específico.

EDT: Estructura de Desglose del Trabajo, es el proceso que consiste en subdividir los entregables y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de dirigir.

E&M: Equipos y Materiales usados en el montaje de la planta de Emergencia de Energía.

Materiales y Equipos Principales: Son materiales con diseño y fabricación especial, diferenciados por su complejidad y función; están fabricados a partir de memorias de cálculo e ingeniería de detalle.

MBM: Minera Barrick Misquichilca.

Variación del Costo (CV) / Cost Variance (CV). El monto del déficit o superávit presupuestario en un momento dado, expresado como la diferencia entre el valor ganado y el costo real.