UNIVERSIDAD DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL PIRHUA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE FAJAS TRANSPORTADORAS EN SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A.

Mauricio Azálgara-Bedoya

Piura, febrero de 2013

FACULTAD DE INGENIERÍA

Master en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos

Azálgara, M. (2013). *Estudio de factibilidad para la implementación de una programa de mantenimiento de fajas transportadoras en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.* Tesis de Master en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura, Perú.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura

UNIVERSIDAD DE P I U R A
FACULTAD DE INGENIERIA

"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE FAJAS TRANSPORTADORAS EN SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A."

Tesis para optar el Grado Académico de Maestría en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos

Autor: Mauricio Azálgara Bedoya, Bachiller

Asesor: Profesor Nelson Vladimir Yépes Gonzales

Piura, Febrero 2013

A Dios Padre, Dios Hijo y Dios Espíritu Santo
A Santa María
A nuestra Santa Madre la Iglesia Católica

A mi padre Javier y a mi madre María Elena
A mis hermanas María Alejandra y María Julia
A toda mi familia
A todos mis amigos en el Señor

PROLOGO

El presente estudio se llevó a cabo en primera instancia para satisfacer la necesidad por parte de Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.[1] y del contratista respectivo de turno, en lo que se refiere al requerimiento de un estudio de factibilidad referencial para la Implementación de un Programa de Mantenimiento de Fajas Transportadoras en SMCV. Este requerimiento se traduce en facilitar al usuario una propuesta técnica y económica capaz de dar solución al sostenimiento de la producción de concentrado de cobre y concentrado de molibdeno en SMCV, y de esta manera lograr los objetivos del usuario a todo nivel. Actualmente SMCV cuenta con un estudio técnico referencial, sin embargo este puede ser mejorado. El presente estudio busca entre otros superar la capacidad de cumplimiento de requisitos a todo nivel, con relación al estudio técnico actual vigente en SMCV.

Finalmente este estudio se da no solamente como resultado del propio esfuerzo del autor, sino que este último es influenciado por el buen desempeño profesional de terceros. A partir de esta consideración se agradece a todos aquellos que forman parte de la empresa AQP Industrial Service S.A.C., actual contratista de turno para el mantenimiento de fajas transportadores del área de procesos hidrometalúrgicos de SMCV. Del mismo modo se agradece a quien fue el asesor principal, respecto al desarrollo del presente estudio, al Sr. Nelson Vladimir Yepes Gonzales.

[1] En adelante considérese las siglas SMCV para su designación.

RESUMEN

El presente estudio desarrolla una propuesta técnica y económica relativa a la implementación de un programa de mantenimiento de fajas transportadoras en el área de procesos hidrometalúrgicos de Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. Teniéndose información de los servicios de mantenimiento ejecutados entre el 2008 y 2011 por parte de AQP Industrial Service S.A.C., se pretende mejorar el estudio técnico referencial actual, en sus diversos aspectos (económico, técnico, social, seguridad, salud ocupacional y medio ambiental). El presente estudio tiene un enfoque especial en lo que se refiere a la optimización de la gestión del mantenimiento con la finalidad de optimizar el uso de todos los recursos intervinientes en cada proceso, así como mejorar los estándares de servicio. Mediante este estudio se determina la viabilidad tanto técnica como económica. Como viabilidad técnica entiéndase la determinación de requisitos y la capacidad de cumplimiento requerida, la determinación de la localización óptima para la prestación de los servicios, el desarrollo de ingeniería correspondiente y la evaluación de la normatividad vigente. Como viabilidad económica entiéndase la elaboración de presupuestos relativos, y la evaluación empresarial y social.

INDICE GENERAL

PROLOGO I

RESUMEN III

FIGURAS, GRAFICOS Y TABLAS IX

FIGURAS IX
GRAFICOS IX
TABLAS IX

INTRODUCCION 1

CAPÍTULO 1 3

1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA 3

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA 3
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 3

CAPÍTULO 2 7

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 7

CAPÍTULO 3 9

3. OBJETIVOS 9

3.1. OBJETIVO GENERAL 9
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 9

CAPITULO 4 11

4. MARCO REFERENCIAL 11

4.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 11
4.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA 11
4.3. MARCO TEÓRICO 12
4.4. MAPA CONCEPTUAL 25
4.5. MARCO CONCEPTUAL 25
4.6. MARCO LEGAL 26

CAPITULO 5 29

5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 29

5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 29
5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA 29
5.3. PROCESO METODOLÓGICO 32
5.4. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN 34

CAPITULO 6 37

6. OBTENCION Y ANÁLISIS DE RESULTADOS 37

6.1. OBTENCIÓN DE RESULTADOS 37
6.1.1. SELECCIÓN Y EJECUCIÓN DE PROGRAMA ESTADÍSTICO 37
6.1.2. EXPLORACIÓN DE DATOS 37
6.1.3. EVALUACIÓN DE LA CONFIABILIDAD Y VALIDEZ 46
6.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS 49
6.2.1. EFECTIVIDAD DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO 49
6.2.2. DESEMPEÑO DEL CONTRATISTA 49
6.2.3. GASTOS DE MANTENCIÓN 50
6.2.4. SERVICIOS DE EMERGENCIA EJECUTADOS 51
6.2.5. RECURSOS TÉCNICOS EN EL MANTENIMIENTO DE FAJAS TRANSPORTADORAS 51
6.2.6. CUMPLIMIENTO DE LAS BASES TÉCNICAS CON LOS REQUISITOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN 51
6.2.7. CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL CON LOS REQUISITOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN 53
6.2.8. CUMPLIMIENTO DE METAS DE PRODUCCIÓN 55

CAPITULO 7 57

7. PROPUESTA DE INTERVENCION 57

7.1. DEL CONFLICTO AL PROBLEMA TÉCNICO 57
7.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DE CONFLICTO. 57
7.1.1.1. Estado actual de las cosas. 57
7.1.1.2. Otras situaciones posibles y más deseadas 58
7.1.1.3. Lugar en el que se da la situación de conflicto. 58
7.1.1.4. Momento o tiempo en el que se presenta la situación conflictiva. 59
7.1.1.5. Áreas o partes interesadas, a las que podría afectar positiva o negativamente la supresión del problema. 60
7.1.2. EXPOSICIÓN DE UNA ACTUACIÓN CAPAZ DE ELIMINAR EL PROBLEMA. 61
7.1.2.1. Enunciado del resultado de una actuación que elimine al problema. 61
7.1.2.2. Constricciones y restricciones a tener presentes en la solución. 62
7.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO. 63
7.1.4. MODALIDADES POSIBLES DE UTILIZAR PARA ALCANZAR LA SOLUCIÓN. 64
7.1.5. CRITERIOS QUE SE UTILIZARÁN EN LA EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES. 64
7.2. LAS PERSONAS Y LAS COSAS INVOLUCRADAS EN LA RESOLUCIÓN DEL CONFLICTO 64
7.2.1. TABLA CON LAS DIFERENTES MODALIDADES QUE SE PUEDAN DESCARTAR EN ESTE MOMENTO Y EL PORQUÉ DE SU DESCARTE. PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA MODALIDAD ELEGIDA. 64
7.2.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA A PROYECTAR PARA LA MODALIDAD SELECCIONADA. 65
7.2.2.1. Producto Final que se desea conseguir con la Operación Proyecto. 65
7.2.2.2. Unidad Operativa que administrará el Producto Final cuando preste servicio. 65
7.2.2.3. El servicio a prestar por el Producto Final y la Unidad Operativa, y las condiciones de la prestación. 65

7.2.2.4. Tareas que deberán realizar las personas y tareas que deberán realizar las máquinas para que el Producto Final pueda prestar el servicio. 66
7.2.2.5. Entradas, insumos, materias primas, recursos, que requerirá el sistema para prestar el servicio. 66
7.2.2.6. Salidas, bienes, servicios, productos, resultados, que se obtendrán a partir del servicio que prestará el sistema. 66
7.2.2.7. Fronteras del sistema a proyectar. 67
7.2.3. ENLACES DE DEPENDENCIA DEL SISTEMA A PROYECTAR. 67
7.2.3.1. Dependencia del sistema a régimen (en funcionamiento) respecto a otros sistemas reales. 67
7.2.3.2. Dependencia del sistema, en otros estados de su ciclo de vida (por ej.: puesta en marcha, funcionamiento parcial o en temporada baja, cierre por vacaciones, parada por mantenimiento, paro por fallos, estado de emergencia, …...), y del Producto Final a conseguir respecto a otros sistemas reales. 68
7.2.4. EL BIENESTAR DE LAS PERSONAS INVOLUCRADAS: 69
7.2.4.1. Usuarios internos del sistema a proyectar. 69
7.2.4.2. Usuarios externos al sistema a proyectar. 69
7.2.4.3. Tabla indicativa de los beneficios y perjuicios que traería aparejados el sistema en proyecto, una vez funcionando, para todos los usuarios de los apartados 2.4.1 y 2.4.2. 70
7.3. EL SERVICIO DESEADO Y LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN 71
7.3.1. USUARIOS DEL SISTEMA A PROYECTAR. 71
7.3.1.1. Tabla con todos los Usuarios identificados 71
7.3.1.2. Selección racionalizada de los usuarios relevantes. 71
7.3.2. EL SERVICIO DESEADO POR LOS USUARIOS 72
7.3.2.1. Análisis del servicio deseado por los usuarios relevantes: 72
7.3.2.2. Recopilación de los requisitos y sus valores de sustitución. 73
7.3.3. CONSTRICCIONES Y RESTRICCIONES DEL SERVICIO. 75
7.3.3.1. Constricciones y restricciones de los alrededores. 75
7.3.3.2. Constricciones y restricciones internas. 75
7.3.3.3. Recopilación sintética y ordenada de las limitaciones. 76
7.3.4. ANÁLISIS DE LOS VALORES DEL SERVICIO DEL PROYECTO. 77
7.3.4.1. Análisis de compatibilidad entre los requisitos (servicio deseado por los usuarios). 77
7.3.4.2. Análisis de interferencias entre las limitaciones y los requisitos. 78
7.3.5. CONCLUSIONES SOBRE EL SERVICIO DESEADO Y LAS CONDICIONES DE PRESTACIÓN. 78
7.3.6. SUMINISTRO Y SUMINISTRACIÓN. 79
7.3.6.1. Presentación del suministro y de la suministración. 79
7.3.6.2. Estudios de detalle que se requieran. 79
7.4. PROPUESTA DE UN SISTEMA SOLUCIÓN Y DE LAS UNIDAD(ES) OPERATIVA(S) CAPAZ DE PROPORCIONAR EL SERVICIO 79
7.4.1. PRESENTACIÓN DEL SISTEMA SELECCIONADO. 79
7.4.1.1. Descripción del sistema que se propone y de los aspectos esenciales que puedan definirse en este momento. 79
7.4.1.2. Ventajas y desventajas sobre otros posibles sistemas que pudieran haberse propuesto, y fundamentos de su elección. 81
7.4.2. DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LA/S UNIDAD/ES OPERATIVAS SELECCIONADA/S. 81
7.4.2.1. Los factores externos con incidencia. 81
7.4.2.2. La composición interna del sistema propuesto: 82
7.4.2.2.1. Diagramas cualitativos del funcionamiento interno. 82
7.4.2.2.2. Diagramas cuantificados de los flujos internos. 85
7.4.2.3. Diagrama de relaciones entre los subsistemas componentes. 86
7.4.3. FLEXIBILIDAD Y ADAPTABILIDAD DEL SISTEMA SELECCIONADO CON RESPECTO AL SERVICIO DESEADO POR LOS USUARIOS RELEVANTES. 87
7.4.4. ÁRBOL DE LAS FUNCIONES DEL SERVICIO A PROPORCIONAR. 88
7.5. ASIGNACIÓN DE ACTIVIDADES, PUESTOS Y PERFILES DE TRABAJO A LOS OPERADORES DEL SISTEMA SELECCIONADO. 89

7.5.1. OPERADORES DEL SISTEMA SELECCIONADO. 89
7.5.2. LOS PERFILES DE TRABAJO Y SUS CONDICIONES 90
7.5.2.1. Características de formación 90
7.5.2.3. Esquema de relaciones 92
7.5.3. AMBIENTE DE TRABAJO 94
7.5.3.1. Complejidad y dificultad intrínseca. Carga de trabajo. 96
7.5.4. HABILIDADES Y DESTREZAS 98
7.5.5. RIESGOS PARA EL SISTEMA, PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN. 99
7.6. CALIDAD DEL SERVICIO Y PELIGROSIDAD DE LA(S) UNIDAD(ES) DE OPERACIÓN PROPUESTA(AS). **101**
7.6.1. LOS ESTADOS DEL SISTEMA. 101
7.6.2. LOS FALLOS DE LAS FUNCIONES DE SERVICIO DEL SISTEMA PROPUESTO. 102
7.6.2.2. La fiabilidad de funcionamiento del sistema propuesto. 103
7.6.2.3. Acciones sugeridas sobre las causas de los fallos. 103
7.6.2.3.1. Acciones sugeridas sobre los factores que repercuten sobre la fiabilidad. 104
7.6.3. PELIGROSIDAD QUE EL SISTEMA PROPUESTO PUEDA REPRESENTAR PARA LAS PERSONAS. 105
7.6.3.1. Peligros por agresión directa de las máquinas. 105
7.6.3.2. Peligros provenientes de las salidas materiales para todos los usuarios del sistema. 107
7.6.3.3. Peligros para los operadores provenientes de las acciones directas a ejecutar. 108
7.6.3.4. Sugerencias para el diseño del sistema con el fin de evitar peligros o riesgos. 109
7.6.4. IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE QUE PUEDE GENERAR EL SISTEMA PROPUESTO 110
7.6.4.1. Informe Ambiental que identifique los impactos más significativos. 110
7.6.4.2. Sugerencias para el diseño del sistema surgidas de la matriz. 111
7.6.5. LEGISLACIÓN VIGENTE SOBRE SEGURIDAD Y AMBIENTE. 111
7.6.5.1. Legislación sobre seguridad aplicable al proyecto. 111
7.6.5.2. Legislación ambiental aplicable al proyecto. 111
7.7. ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA REAL **112**
7.7.1. LOS ACUERDOS DE COMPROMISO 112
7.7.2. ÁRBOL DE LAS FUNCIONES DEL SERVICIO A PROPORCIONAR 113
7.7.3. OBJETIVOS DE LAS FUNCIONES MÁS RELEVANTES DEL ÁRBOL 114
7.7.4. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA 115
7.7.5. DISEÑO DEL PRESUPUESTO, EL PROGRAMA DE INVERSIÓN Y EL BALANCE DE FUNCIONAMIENTO 116
7.7.5.1. Presupuesto 116
7.7.5.2. Programación de las inversiones 126
7.7.5.3. Balance del funcionamiento del proyecto 128
7.7.6. CONCLUSIONES FUNDAMENTADAS 129
7.7.7. FACTORES LIMITANTES DE LA ACEPTACIÓN DE LA SOLUCIÓN 131

CAPITULO 8 ..... **133**

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **133**

8.1. CONCLUSIONES **133**
8.1.1. DE LA INVESTIGACIÓN 133
8.1.2. DE LA DISPOSICIÓN DE INVERSIÓN 133
8.1.3. DEL APORTE PROYECTO 134
8.1.5. DE LA POLÍTICA DE PRECIOS 134
8.1.6. DE LA SOSTENIBILIDAD EN LA PRODUCCIÓN 134
8.1.7. IMPORTANCIA ESTRATÉGICA 134
8.1.8. DEL ÁNIMO DE LUCRO 134
8.2. RECOMENDACIONES **134**
8.2.1. ORGANIZACIÓN DEL GRUPO OFERTANTE PARA LLEVAR A CABO EL DISEÑO DE DETALLE Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO. 134

8.2.2. ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS DEL PROYECTO. 136
8.2.3. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA QUE HABRÁ DE CONTENER LA PROPUESTA. 137
8.2.3.1. Documentación técnica a elaborar por el Ofertante en la fase de Diseño de Detalle. . 137
8.2.3.2. Documentación técnica a entregar por el Ofertante en la cesión del sistema una vez puesto en marcha. 139
8.2.4. OTROS CONDICIONANTES DE LA OFERTA DE LA PROPUESTA. 140
8.2.4.1. Ingeniería legal. 140
8.2.4.2. Gestión de compras y contrataciones. 141

BIBLIOGRAFIA 145

FIGURAS, GRAFICOS Y TABLAS

FIGURAS

FIGURA 1.1. ÁRBOL DE PROBLEMA 4
FIGURA 4.2 DIMENSIONES DE PRENSA DE VULCANIZAR SVP DE SHAW ALMEX 20
FIGURA 4.3 DIAGRAMA FUNCIONAL DE PRENSA DE VULCANIZAR SVP DE SHAW ALMEX 21
FIGURA 4.4 MODELO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD BASADO EN PROCESOS 23
FIGURA 4.5 MAPA CONCEPTUAL 25
FIGURA 7.1 LOCACIÓN DE LA SITUACIÓN DE CONFLICTO 59
FIGURA 7.2 SÍNTESIS DE LOS SISTEMAS RELACIONADOS (DIAGRAMA DE ISHIKAWA) 68
FIGURA 7.3 DIAGRAMA CUALITATIVO DE FUNCIONAMIENTO INTERNO 83
FIGURA 7.4 DIAGRAMA CUALITATIVO DE FUNCIONAMIENTO INTERNO 84
FIGURA 7.6 DIAGRAMA DE RELACIONES ENTRE LOS SUBSISTEMAS COMPONENTES 86
FIGURA 7.7 ÁRBOL DE LAS FUNCIONES DE SERVICIO 88
FIGURA 7.8 ESQUEMA DE RELACIONES 92
FIGURA 7.9 ESQUEMA DE RELACIONES 93
FIGURA 7.10 ESTADOS DEL SISTEMA 101
FIGURA 7.11 ÁRBOLES DE FALLOS DE SISTEMA 102
FIGURA 7.12 FIABILIDAD DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA PROPUESTO 103
FIGURA 7.13 ÁRBOL DE FUNCIONES DEL SERVICIO 113

GRAFICOS

GRÁFICO 6.1 PORCENTAJE DE SERVICIOS POR TRIMESTRE (MUESTRA) 49
GRÁFICO 6.2 PORCENTAJE DE GASTO DE MANTENCIÓN TOTAL POR TRIMESTRE (MUESTRA) 50
GRÁFICO 6.3 PORCENTAJE DE USO DE RECURSOS TÉCNICOS (MUESTRA) 51
GRÁFICO 6.4 PORCENTAJE DE TIPOS DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO (MUESTRA) 52
GRÁFICO 6.5 PORCENTAJE DE SERVICIOS EJECUTADOS POR EQUIPO/FAJA (MUESTRA) 53
GRÁFICO 6.6 PORCENTAJE DE SERVICIOS EJECUTADOS POR AÑO DE OPERACIÓN (MUESTRA) 55

TABLAS

TABLA 4.1 LISTADO DE FAJAS TRANSPORTADORAS EN ÁREA DE PROCESOS HIDROMETALÚRGICOS - SMCV 13
TABLA 4.2 SERVICIOS, EXPEDIENTE TÉCNICO DE LA LICITACIÓN WS1047816, 2008 14
TABLA 4.3 DATOS TÉCNICOS PARA EL DISEÑO BÁSICO DE EQUIPOS TRANSPORTADORES 19
TABLA 5.1 DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS DE MUESTRA 32
TABLA 5.2 ETAPAS O PROCESO PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN 33
TABLA 5.3 PLAN PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN 34

TABLA 6.1 SERVICIOS DE MANTENIMIENTO EFECTIVOS, PERIODO: 2009(TRIMESTRE I)-2012(TRIMESTRE I) 38
TABLA 6.2 ESTADÍSTICAS DE TABLA 6.1 38
TABLA 6.3 INFORMACIÓN DEL ÚNICO SERVICIO POR GARANTÍA, PERIODO: 2009(TRIMESTRE I)-2012(TRIMESTRE I) 39
TABLA 6.4 GASTOS DE MANTENCIÓN 40
TABLA 6.5 ESTADÍSTICAS DE TABLA 6.4 40
TABLA 6.6 SERVICIO DE EMERGENCIA, PERIODO: 2009(TRIMESTRE I)-2012(TRIMESTRE I) 41
TABLA 6.7 ESTADÍSTICAS DE TABLA 6.6 41
TABLA 6.8 SERVICIOS QUE UTILIZAN RECURSOS TÉCNICO CRÍTICOS, PERIODO: 2009(TRIMESTRE I)-2012(TRIMESTRE I) 42
TABLA 6.9 ESTADÍSTICAS DE LA TABLA 6.8 42
TABLA 6.10 TIPOS DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO, PERIODO: 2009(TRIMESTRE I)-2012(TRIMESTRE I) 43
TABLA 6.11 ESTADÍSTICAS DE LA TABLA 6.10 43
TABLA 6.12 SERVICIOS DE MANTENIMIENTO POR EQUIPO/FAJA, PERIODO: 2009(TRIMESTRE I)-2012(TRIMESTRE I) 44
TABLA 6.13 ESTADÍSTICAS DE LA TABLA 6.12 44
TABLA 6.14 SERVICIOS DE MANTENIMIENTO POR AÑO DE OPERACIÓN, PERIODO: 2009(TRIMESTRE I)-2012(TRIMESTRE I) 45
TABLA 6.15 ESTADÍSTICAS DE LA TABLA 6.14 45
TABLA 6.16 FRECUENCIA DE SERVICIOS EJECUTADOS POR EQUIPO/FAJA 54
TABLA 6.17 SERVICIOS EJECUTADOS POR AÑO DE OPERACIÓN PARA EL CONTRATO CV59851-CLC-257-2008 55
TABLA 7.1 ESTADO ACTUAL 57
TABLA 7.2 ÁREAS O PARTES INTERESADAS (STAKEHOLDERS) 60
TABLA 7.3 CONSTRICCIONES Y RESTRICCIONES 62
TABLA 7.4 MODALIDADES DE DESCARTE 64
TABLA 7.5 MODALIDAD ELEGIDA 65
TABLA 7.6 TAREAS REALIZADAS POR PERSONAS Y MÁQUINAS 66
TABLA 7.7 DEPENDENCIA RESPECTO A OTROS SISTEMAS 67
TABLA 7.8 DEPENDENCIA DEL SISTEMA RESPECTO AL ESTADO DE CICLO DE VIDA 68
TABLA 7.9 USUARIOS INTERNOS 69
TABLA 7.10 USUARIOS EXTERNOS 69
TABLA 7.11 BENEFICIOS Y PERJUICIOS AL USUARIO 70
TABLA 7.12 USUARIOS 71
TABLA 7.13 USUARIOS RELEVANTES 71
TABLA 7.14 ANÁLISIS DEL SERVICIO DESEADO 72
TABLA 7.15 REQUISITOS Y VALORES DE SUSTITUCIÓN 73
TABLA 7.16 EXPEDIENTE TÉCNICO REFERENCIAL 74
TABLA 7.17 REQUISITOS 74
TABLA 7.18 CONSTRICCIONES Y RESTRICCIONES DE LOS ALREDEDORES 75
TABLA 7.19 CONSTRICCIONES Y RESTRICCIONES INTERNAS 75
TABLA 7.20 LIMITACIONES 76
TABLA 7.21 ANÁLISIS DE COMPATIBILIDAD ENTRE LOS REQUISITOS 77
TABLA 7.22 ANÁLISIS DE INTERFERENCIAS ENTRE LAS LIMITACIONES Y LOS REQUISITOS 78
TABLA 7.23 SUMINISTRO Y SUMINISTRACIÓN 79
TABLA 7.24 ESTUDIOS DE DETALLE 79
TABLA 7.25 SISTEMAS PROPUESTOS DESCARTADOS 81
TABLA 7.26 COMPOSICIÓN INTERNA DEL SISTEMA PROPUESTO 82
TABLA 7.27 VARIACIONES EN LAS ENTRADAS AL SISTEMA 87
TABLA 7.28 VARIACIONES EN LAS SALIDAS DEL SISTEMA 88
TABLA 7.29 OPERADORES DEL SISTEMAS 89
TABLA 7.30 SECUENCIA 89
TABLA 7.31 CARACTERÍSTICAS DE FORMACIÓN 90
TABLA 7.32 RESPONSABILIDADES 91
TABLA 7.33 AMBIENTE DE TRABAJO 94
TABLA 7.34 AMBIENTE FÍSICO 95
TABLA 7.35 VARIABLES DEL AMBIENTE SOCIAL 95
TABLA 7.36 TABLA DE ATRIBUTOS 96

TABLA 7.37 CARGA MENTAL 96
TABLA 7.38 CARGA DE TRABAJO 97
TABLA 7.39 HABILIDADES Y DESTREZAS 98
TABLA 7.40 COMPETENCIAS BÁSICAS 98
TABLA 7.41 RIESGOS PARA EL SISTEMA, PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN 99
TABLA 7.42 CÓDIGOS (CORRESPONDENCIA CON LA TABLA DE CÓDIGOS 7.43) 100
TABLA 7.43 TABLA DE CÓDIGOS 100
TABLA 7.44 PODEC 100
TABLA 7.45 ACCIONES SUGERIDAS SOBRE LAS CAUSAS DE FALLOS 103
TABLA 7.46 ACCIONES SUGERIDAS SOBRE LOS FACTORES QUE REPERCUTEN SOBRE LA FIABILIDAD 104
TABLA 7.47 PELIGROS POR AGRESIÓN DIRECTA A LAS MÁQUINAS 105
TABLA 7.48 PELIGROS PROVENIENTES DE LAS SALIDAS DE MATERIALES 107
TABLA 7.49 PELIGROS PARA LOS OPERADORES 108
TABLA 7.50 SUGERENCIAS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMAS 109
TABLA 7.51 IMPACTOS SOCIALES MÁS SIGNIFICATIVOS MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 110
TABLA 7.52 LEGISLACIÓN DE SEGURIDAD 111
TABLA 7.53 LEGISLACIÓN AMBIENTAL 111
TABLA 7.54 ACUERDOS DE COMPROMISO 112
TABLA 7.55 OBJETIVOS DE LA FUNCIONES MÁS IMPORTANTES DEL SISTEMA 114
TABLA 7.56 ESPECIFICACIONES DE ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA 115
TABLA 7.58 TARIFARIO DE SERVICIOS, PREPARACIÓN DE FAJA CON ANCHO DE FAJA A LA MEDIDA 120
TABLA 7.59 TARIFARIO DE SERVICIOS, PREPARACIÓN DE FAJA CON ANCHO DE FAJA A LA MEDIDA 120
TABLA 7.60 TARIFARIO DE SERVICIOS, ENROLLADO DE FAJA 121
TABLA 7.61 TARIFARIO DE SERVICIOS, UNIÓN DE TRAMOS DE FAJAS DE CAUCHO CON LONA 121
TABLA 7.62 TARIFARIO DE SERVICIOS, UNIÓN DE TRAMOS DE FAJAS DE CAUCHO CON CABLE DE ACERO 121
TABLA 7.63 TARIFARIO DE SERVICIOS, REPARACIÓN MEDIANTE SC4000 Y PARCHE CINTA 122
TABLA 7.64 TARIFARIO DE SERVICIOS, REPARACIÓN MEDIANTE DEVCON/FOURTHANE 122
TABLA 7.65 TARIFARIO DE SERVICIOS, REPARACIÓN MEDIANTE SC4000 Y PARCHE CINTA 123
TABLA 7.66 TARIFARIO DE SERVICIOS, REPARACIÓN MEDIANTE DEVCON Y FOURTHANE 123
TABLA 7.67 TARIFARIO DE SERVICIOS, REVESTIMIENTO DE POLEAS 124
TABLA 7.68 ÁREA DE REPARACIÓN POR TAMAÑO DE POLEA 124
TABLA 7.69 TARIFARIO DE SERVICIOS, REVESTIMIENTO DE CHUTES Y BASTIDORES Y ZARANDAS 125
TABLA 7.70 TARIFARIO DE SERVICIOS, ALQUILER DE PRENSA 126
TABLA 7.71 TARIFARIO DE SERVICIOS, FACTOR CONVERSIÓN 126
TABLA 7.72 PROGRAMACIÓN DE INVERSIONES 127
TABLA 7.73 BALANCE 128
TABLA 7.74 FACTORES LIMITANTES DE LA ACEPTACIÓN DE LA SOLUCIÓN 131
TABLA 8.1 COMITENTE DEL PROYECTO 134
TABLA 8.2 GRUPO OFERTANTE 135
TABLA 8.3 ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS DEL PROYECTO 136
TABLA 8.4 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA EN FASE DE DISEÑO DE DETALLE 137
TABLA 8.5 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR EN CESIÓN DEL PROYECTO 139
TABLA 8.6 INGENIERÍA LEGAL 140
TABLA 8.7 GESTIÓN DE COMPRAS Y CONTRATACIONES 141

INTRODUCCION

En la actualidad vivimos en un país que pone sus recursos naturales al servicio de la Patria y la humanidad. Esta realidad se hace más tangible en lo que se refiere al sector minero; el cual brilla en este momento por su auge frente a otros sectores económicos del país. A Febrero de 2012, la cartera estimada de inversión en minería se encuentra compuesta por 47 proyectos que ascienden a US$53,761 millones[2]. Esta realidad económica pone al país como atractivo para la inversión de capitales extranjeros.

En vista de que Perú es un país en vías de desarrollo, se hace necesario poder afrontar y responder al crecimiento económico actual, integrando a nivel industrial nuevas tecnologías mineras en los diferentes procesos productivos y a su vez integrar personal especializado, con la finalidad de incrementar la productividad.

Uno de los factores que afecta la productividad del sector minero es el proceso de transporte de mineral por Fajas Transportadoras y los diferentes servicios que tienen como fin la mantención de las fajas.

El presente estudio pretende determinar como la mantención de fajas transportadoras sirven como medio para dar soporte a la sostenibilidad de la producción en el Área de Procesos Hidrometalúrgicos de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A, en el Perú.

---

[2] MINEM (2012). *Cartera Estimada de Proyectos de Inversión*

CAPÍTULO 1

1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes del Problema

SMCV (Sociedad Minera Cerro Verde) es una empresa minera dedicada a la concentración de Cobre y Molibdeno, produciendo 400 millones de libras de concentrado de Cobre y 8 millones de libras de concentrado de molibdeno anuales; dentro de su proceso productivo tiene el área de chancado primario, molienda, área de lixiviación por extracción por solventes y finalmente al área de lixiviación por electro obtención. Durante el circuito entre el área de chancado y molienda, el material es trasladado y recirculado por 7 fajas, siendo la faja que alimenta el *stockpile*[3], la más crítica, por sus continuas fallas, paralizando la operación con consecuencias considerables de pérdidas de producción. La empresa necesita tener un sistema confiable de mantenimiento de dichos equipos, de tal forma que se pueda mantener la producción en forma sostenida. Actualmente el mantenimiento es coordinado por SMCV, sin embargo la ejecución se realiza por la empresa minera y un contratista externo.

La empresa SMCV, en sus áreas de Chancado y Molienda, dispone de cierto número de fajas transportadoras, siendo el área de mantenimiento la encargada de realizar y/o coordinar los trabajos de mantención de los equipos. En la mayoría de los casos se da un mantenimiento correctivo o de emergencia, ocasionando paradas constantes de las fajas. Actualmente existe una empresa que soporta los trabajos de mantenimiento pero se centra en el mantenimiento correctivo y no preventivo; este tipo de mantenimiento está ocasionando altos costos de mantención y pérdidas considerables en la producción[4].

1.2. Descripción del Problema

La empresa SMCV (Sociedad Minera Cerro Verde) presenta deficiencias en el mantenimiento realizado a las fajas transportadoras, lo que afecta directamente al volumen de producción de concentrado de cobre; lo cual trae consigo pérdidas considerables de

---

[3] *Stockpile* es una reserva, una pila o ubicación de almacenamiento de materiales a granel, que forma parte del proceso de manipulación de materiales a granel.

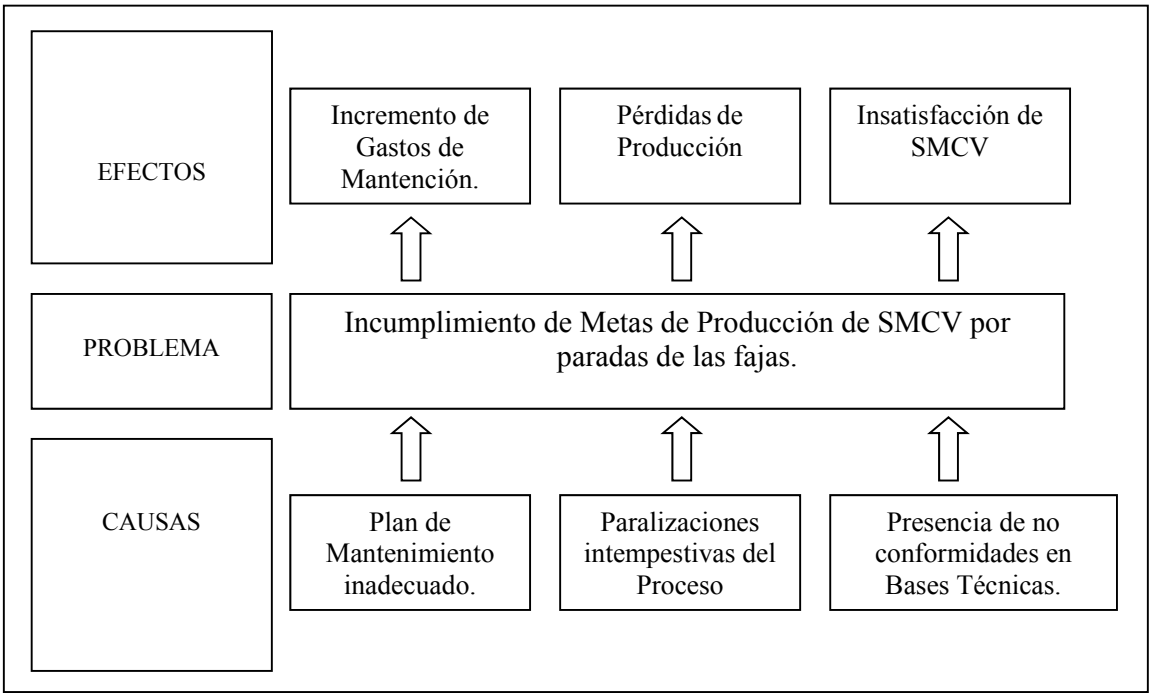
[4] En 6.2 del presente trabajo se muestran los gastos de mantención para el contrato CV-59851-CLC-257-2008, que ascienden a USD$ 1,340,102.90 para el periodo 2009 – 2012 (Trimestre I).

producción y gastos de mantención por las paralizaciones intempestivas[5] en el proceso productivo.

En la actualidad, la empresa SMCV presenta falta de implementación de recursos tecnológicos como equipos y herramientas para la adecuada mantención, como la falta de capacitación técnica especializada de su mano de obra; esto unido a las deficientes bases técnicas de licitación y/o contratos.

Dicho lo anterior, se debe generar una gestión en la estructura del mantenimiento (predictivo, preventivo y correctivo) que permita aumentar la disponibilidad de las fajas transportadoras en sus procesos, reducir costos por detención y mantención, y acotar al mínimo el mantenimiento correctivo o de emergencia.

Figura 1.1. Árbol de Problema



[5] Las paralizaciones intempestivas son atendidas por medio de servicios de emergencia. Se han registrado 11 servicios de emergencia (1.02%) durante la vigencia del contrato CV59851-CLC-257-2008

1.4. Formulación del Problema

Formulación Afirmativa

El diseño, gestión y dirección (Puesta en marcha) de un Plan de Mantenimiento Preventivo y correctivo de Fajas Transportadoras y otros equipos adicionales (adicionalmente chutes, poleas, tambores de aglomeración y bastidores de zarandas), permitirá mantener la sostenibilidad de la producción en el área de procesos hidrometalúrgicos.

Formulación Interrogativa

¿Cómo se puede dar soporte a las actividades de mantenimiento (correctamente planificadas, organizadas, dirigidas, ejecutadas y controladas) para brindar la sostenibilidad de la producción de concentrado de cobre en el área de procesos hidrometalúrgicos en SMCV?

CAPÍTULO 2

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La formulación, evaluación y administración del proyecto se justifica económicamente, ante todo, desde la optimización de recursos monetarios (reducir gastos de mantención).

Técnicamente se justifica el proyecto en vista que está orientado a tener por cumplimiento la producción sostenida[6] de 688 millones de libra de concentrado de Cobre y 8 millones de libra de concentrado de molibdeno anuales. Adicionalmente se orienta a obtener la reducción de las pérdidas de producción por paralizaciones intempestivas en un 80%. Se apunta a tener al personal técnico en su totalidad capacitado conforme a las exigencias. Así mismo, el proyecto tiene un enfoque en lograr un funcionamiento óptimo durante la vida útil tanto de las fajas transportadoras como de chutes, poleas, tambores de aglomeración y bastidores de zarandas. Del mismo modo, se cumple con lograr la optimización de recursos técnicos tanto de SMCV como de la empresa contratista.

En el aspecto social, el proyecto se justifica por considerar la contratación de una empresa nacional especializada en el rubro de mantenimiento de fajas transportadoras; lo cual implica generar empleo.

El proyecto cumple con tener un enfoque en lo que se refiere a la Seguridad Industrial y la Salud Ocupacional, en vista, que se tiene como prioridad el optimizar la gestión por medio de la eliminación y/o minimización de riesgos, respecto a las actividades de mantenimiento de fajas transportadoras.

Es de considerar en el proyecto, también, el optimizar la gestión de aspectos ambientales significativos (Emisión de Vapor de Agua en vulcanización al caliente, Potencial de Derrame de Materiales Peligros) relativos a las actividades de mantenimiento de fajas transportadoras.

Finalmente es de relevancia hacer mención, que el presente estudio es un aporte al estudio referencial técnico, económico y social de contratos de mantención de fajas transportadoras.

---

[6] FCX, (2011). Hechos de Cerro Verde, Ampliación de Cerro Verde.

CAPÍTULO 3

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Desarrollar un Estudio de Factibilidad para la implementación de un plan de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de fajas transportadoras y revestimientos en caucho en el área de procesos hidrometalúrgicos de SMCV, que permita incrementar la efectividad global de los equipos y la productividad de la mina.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los factores que intervienen en las fallas de imprevistos de las fajas transportadoras.
- Analizar y priorizar los factores que interfieren con la productividad de la mina.
- Definir una solución técnica viable relativa al mantenimiento de fajas transportadoras y revestimientos en caucho de equipos mineros.
- Demostrar la viabilidad económica y financiera del Estudio de factibilidad.
- Definir los riesgos relativos a las actividades de mantenimiento de fajas transportadoras y revestimientos en caucho.

CAPITULO 4

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. Antecedentes de la investigación

Sociedad Minera Cerro Verde, según reporte de esta última, tiene una producción al 2011, de 400 millones de libras de cobre por año, y 8 millones de libras de molibdeno al año[7].

El área de procesos hidrometalúrgicos cuenta con los siguientes circuitos[8]: Chancado primario, chancado secundario, chancado terciario, y aglomeración. Las fajas transportadoras que comprenden estos circuitos, y todos aquellos equipos que requieren de revestimientos en caucho son objeto del programa de mantenimiento.

La técnica, a emplearse en las operaciones de mantenimiento, es de carácter compatible, en segunda instancia, y conforme a especificación del proveedor en primera instancia.

Entre los años 2008 y 2011 tuvo vigencia el Contrato CV59851-CLC-257-2008 por "Servicio de Reparación y Cambio de Fajas Transportadoras, y Revestimiento de Chutes, Poleas, y Bastidores de Zarandas" valuado en US$ 1,200,000.00, celebrado en SMCV y AQP Industrial Service S.A.C.

4.2. Antecedentes del problema

Los antecedentes se relacionan con el Expediente Técnico de la Licitación WS1047816 relativo a "Servicio de Reparación y Cambio de Fajas Transportadoras y Revestimiento de Chutes, Poleas y Bastidores de Zarandas en Procesos Hidrometalurgicos" y el Contrato CV59851-CLC-257-2008[9], para el servicio de atención de fajas transportadoras y revestimientos en general, celebrado entre Sociedad Minera Cerro Verde y AQP Industrial Service S.A.C. Este contrato último y aquellos posteriores se dan hasta el momento dentro de la Cartera Estimada de Proyectos de Inversión[10] de nuestro país al 2012.

---

[7] FCX, (2011). Hechos de Cerro Verde, Ampliación de Cerro Verde.

[8] AQP Industrial, (2008). Arreglo General de Fajas Transportadoras

[9] El contrato que considera la compañía tiene una duración de 3 años, para este caso de 2006 a 2008.

[10] MINEM (2012). *Cartera Estimada de Proyectos de Inversión*.

Durante el Contrato CV59851-CLC-257-2008 se pudo apreciar que las Bases Técnicas (Expediente Técnico de la Licitación WS1047816) tenían limitaciones relativas a los Trabajos comprendidos en el Servicio, tales como no incluir en el requerimiento algunos servicios de mantenimiento que en la práctica se dieron, como el uso de soluciones integrales para la reparación de revestimientos y cauchos[11]. También se celebró una adenda del contrato en donde se incluyeron servicios no considerados en contrato CV59851-CLC-257-2008. La adenda fue elaborada por la empresa Contratista. Se presentaron también situaciones en las que se pudo apreciar que las bases técnicas necesitan modificarse y tener un enfoque de mayor especialización técnica. Las bases técnicas tienen un enfoque correctivo del mantenimiento, y no un enfoque holístico, es decir considerar el mantenimiento en tres dimensiones correctivo, preventivo y predictivo.

4.3. Marco Teórico

Solución Técnica Vigente

El marco teórico del presente estudio se refiere a la solución técnica – económica del mantenimiento de fajas transportadoras para garantizar la sostenibilidad de la producción en el área de Procesos Hidrometalúrgicos de la Compañía. La solución técnica se encuentra materializada en el Expediente Técnico de la Licitación WS1047816 relativo a "Servicio de Reparación y Cambio de Fajas Transportadoras y Revestimiento de Chutes, Poleas y Bastidores de Zarandas en Procesos Hidrometalurgicos"[12].

[11] Durante el contrato se implementó el uso de Fourthane, material líquido para reparaciones de revestimiento y cauchos.

[12] El Expediente Técnico de la Licitación WS104816 requiere de una actualización y revisión en términos de cumplimiento de requisitos del sistema de producción.

Inventario de Fajas Transportadoras[13]

A continuación se muestran los equipos que requieren de mantenimiento para la sostenibilidad de producción en SMCV:

Tabla 4.1 Listado de Fajas Transportadoras en Área de Procesos Hidrometalúrgicos - SMCV

FAJAS TRANSPORTADORAS EN EL AREA DE PROCESOS HIDROMETALURGICOS EN SMCV							
FAJA104	FAJA MERRICK 1	FAJA AGLOMERACION 5 (COLECTORA)	PORTABLES 6	PORTABLES 16	PORTABLES 26	PORTABLES 36	FAJA EIMCO (PLANTA) 14"
FAJA105	FAJA MERRICK 2	FAJA RADIAL AGLOMERACION	PORTABLES 7	PORTABLES 17	PORTABLES 27	PORTABLES 37	FAJA1B
FAJA106	FAJA MERRICK 3	FAJA OVERLAND	PORTABLES 8	PORTABLES 18	PORTABLES 28	PORTABLES 38	FAJA AGLOMERACION 4
FAJA107	FAJA MERRICK 4	FAJA TRIPPER MAIN	PORTABLES 9	PORTABLES 19	PORTABLES 29	PORTABLES 39	PORTABLES 5
FAJA7	FAJA MUESTREADOR 1	TRIPPER CROSS	PORTABLES 10	PORTABLES 20	PORTABLES 30	FAJA CV008	PORTABLES 15
FAJA1A	FAJA MUESTREADOR 2	PORTABLES 1	PORTABLES 11	PORTABLES 21	PORTABLES 31	FAJA RADIAL 42"	PORTABLES 25
FAJA2A	FAJA AGLOMERACION 1	PORTABLES 2	PORTABLES 12	PORTABLES 22	PORTABLES 32	FAJA TELESCÓPICA 42"	PORTABLES 35
FAJA3A	FAJA AGLOMERACION 2	PORTABLES 3	PORTABLES 13	PORTABLES 23	PORTABLES 33	FAJA HORIZONTAL 42"	FAJA HORIZONTAL 54"
FAJA4A	FAJA AGLOMERACION 3	PORTABLES 4	PORTABLES 14	PORTABLES 24	PORTABLES 34	FAJA RADIAL 54"	

[13] El inventario queda expuesto en el Expediente Técnico de la Licitación WS104816

Servicios Ejecutados en la actualidad

La solución técnica vigente comprende la ejecución de los siguientes servicios:

Tabla 4.2 Servicios, Expediente Técnico de la Licitación WS1047816, 2008

Montaje			
Empalme	Caliente	Cable	
		Lona	
	Frio	Pegado	Lona
		Instalación Grapas	Lona
	Especiales		
Reparaciones	Caliente	Lona	
		Cable	
	Frio	Lona	
		Cable	
Alquiler Prensas			
Revestimiento	Frio	Poleas	
		Tambores Aglomeradores	
		Chutes	
		Molinos	
		Acondicionadores	
		Cajones Distribución	
		Celdas Flotación	
		Ciclones	
		Espesadores	
		Polines	
		Tanques en general	
		Zarandas	

Estudios Referenciales[14]

Puede considerarse en relación al marco teórico, los distintos estudios que realiza la Compañía y/o consultores contratados con el fin de alcanzar sus metas y objetivos estratégicos; de manera especial puede considerarse los estudios relativos a proyectos de incremento de producción. Para este estudio considérese los documentos "Sociedad Minera Cerro Verde, Estudio de Impacto Ambiental y Social de Expansión de la Unidad de Producción Cerro Verde" (Knight Piésold Consultores, 2011); en este documento se hace referencia al incremento de la capacidad autorizada de lixiviación, como parte de la Expansión de la U.P. Cerro Verde para aumentar la capacidad de procesamiento de mineral a 360,000 toneladas diarias aproximadamente. Puede considerarse también la Nota Informativa "Ampliación de Cerro Verde" (Hechos de Cerro Verde, FCX, 2011) donde se hace referencia al proceso de lixiviación de óxidos como parte de las operaciones mineras de cobre.

[14] Los estudios referenciales tienen como fin cumplir la planeación estratégica de Sociedad Minera Cerro Verde. En algunos apartados del presente estudio se hace referencia a estos.

Ingeniería de Mantenimiento

Mantenimiento en el Sector Minero

El mantenimiento en una empresa es un conjunto de actividades de gran importancia que tiene impacto directo en la capacidad productiva y en el logro de metas y objetivos del Plan de Desarrollo Sostenible[15]. Estas actividades se ejecutan en el marco de un plan de mantenimiento que permitan aumentar el índice de disponibilidad mecánica[16] de los equipos; y esto en el marco del programa de mantenimiento del equipo sugerido por el fabricante. Cumpliendo con lo recomendado por el fabricante el equipo cumplirá con la vida útil.

Plan y Programa de Mantenimiento

Un plan hace referencia a las decisiones de carácter general, y un programa trata de concretar las líneas generales contenidas en un plan; por lo tanto un plan está constituido por un grupo de programas[17].

En referencia a lo expuesto anteriormente se verificará y se mejorará el Plan de Mantenimiento de Fajas Transportadoras vigente de SMCV. Este plan se centrará en la verificación y mejora de los actuales programas de mantenimiento. En concreto se propondrá como ejes fundamentales los Programas de Mantenimiento Predictivo[18], Preventivo[19], y Correctivo[20].

---

[15] Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero.*

[16] Considérese el índice de disponibilidad mecánica (D.M.) como aquel que resulta de:

$$D.M. = \frac{Horas\ Posibles\ de\ Trabajo - Horas\ de\ Parada\ por\ Reparación}{Horas\ posibles\ de\ Trabajo}$$

Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero.*

[17] Gobierno del Principado de Asturias (2002). Cómo elaborar un Proyecto. (Cuaderno de orientación N° 17)

[18] Definido como un programa sistemático de revisiones al que cada unidad o cada parte de ella se somete periódicamente antes de fallar; ejemplo: Mantenimiento Diario a horas fijas, Mantenimiento semanal en días fijos, Mantenimiento Mensual en un día fijo y Mantenimiento Anual en semana fija. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero.*

[19] Supone la sustitución de un órgano o parte del equipo por otro debidamente arreglado y comprobado, y que se lleva a cabo cuando se alcanzan las horas estimadas como límites de vida del conjunto o parte del equipo. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero.*

[20] Supone la sustitución de un órgano o parte del equipo por otro debidamente arreglado y comprobado, y que se lleva a cabo cuando se produce alguna avería. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero*

Organización del Mantenimiento

Actualmente en SMCV existe una Gerencia de Procesos Hidrometalúrgicos con un área funcional de mantenimiento mecánico. El criterio que se propone para la organización de las funciones en el presente estudio es el de subdivisión de funciones basada en la especialización del personal[21]. El tipo de organización de mantenimiento es el de centralizado, debido a que este principalmente se realiza en las instalaciones de la compañía.

Efectividad del Mantenimiento

Para medir el rendimiento y la eficacia del departamento, se proponen los siguientes índices[22]:

- Coste de Mantenimiento y Reparaciones por tonelada o metro cúbico de material.
- Coste de Mantenimiento y Reparaciones por hora de operación.
- Porcentaje del costo total operativo que corresponde al coste de Mantenimiento y Reparaciones.
- Número de mecánicos-hora por cada hora de operación del equipo.
- Número de mecánicos-hora por cada 1000 toneladas o metros cúbicos de material.
- Relación entre las horas de MP y las horas de reparaciones o de los tiempos de parada imprevistos.
- Disponibilidad (global, efectiva, etc.).
- Influencia del mantenimiento indirecto realizado por el personal de operación o por talleres exteriores.

Índices de Rendimientos de los Equipos Mineros

Se proponen los siguientes Índices de Rendimientos para el presente estudio[23]:

H_E = HORAS EXISTENTES = RECURSOS = 365 x 24 = 8760 Horas /año

H_P = HORAS PROGRAMADAS= nº días x relevos/día x horas/relevo

H_T = HORAS TRABAJADAS por el equipo o la flota

---

[21] Este tipo de organización se caracteriza por una alta flexibilidad, facilitando la rapidez de acción y definiendo claramente la autoridad y la responsabilidad en cada nivel. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero.*

[22] Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero*

[23] Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero*

H_{TC} = HORAS DE TACOMETRO

H_{PEM} = HORAS PARADAS por reparación y mantenimiento

HORAS TRABAJADAS = H_T = H_P - H_{PEM} = Horas programadas - Horas paradas por reparación y mantenimiento

$$\%\text{Utilización} = \frac{H_P}{H_E} x100$$

$$\%\text{Disponibildiad} = \frac{H_T}{H_P} x100$$

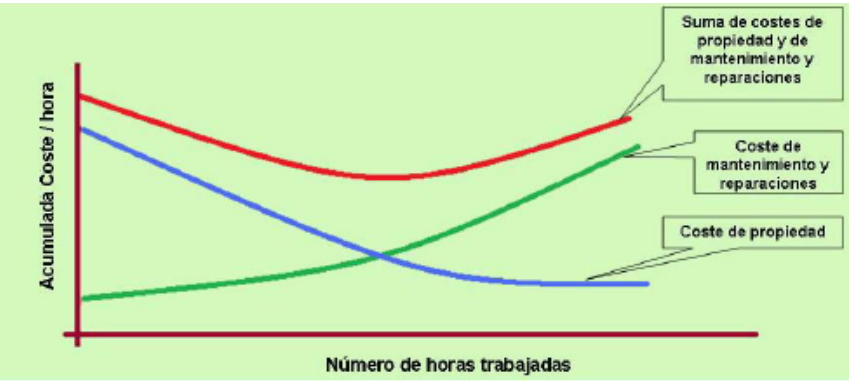
$$\%\text{Ritmo} = \frac{H_{TC}}{H_T} x100$$

$$\%\text{Eficiencia} = \text{Utilización x Disponibilidad x Ritmo}$$

Coste de Mantenimiento y Reparaciones

Los Costes de Mantenimiento y Reparaciones aumentan con la Vida de la Unidad, al contrario de lo que ocurre con los Costes de Propiedad[24]. La combinación de ambos puede servir para calcular la vida económica del equipo y el momento de sustitución óptima del mismo[25].

Figura 4.1 Relación entre costes de amortización y de mantenimiento[26]



Para el presente estudio se propone la siguiente fórmula relativa a los costes horarios de mantenimiento de fajas transportadoras:

$$\text{CHMR} = \frac{\text{PA}}{\text{HVx100}} \text{xFR}$$

CHMR: Coste Horario de Mantenimiento y Reparaciones

PA: Precio Adquisición de Faja Transportadora

HV: Horas de Vida

FR: Coeficiente que está tabulado en función de las condiciones de trabajo, especialmente por la dureza de la roca y del tipo de equipo, así como por el grado de calidad del mantenimiento programado y establecido[27].

---

[24] Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero*

[25] Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero*

[26] Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero*

[27] Es frecuente y habitual hacer coincidir, en las grandes minas, el coste de la amortización con el coste de mantenimiento horario, lo que equivale a establecer un factor FR igual a 100. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero*

Aspectos Técnicos de las Fajas Transportadoras

Las especificaciones técnicas de cada faja transportadora tienen su fundamento en los requisitos técnicos de los Equipos del Circuito de Chancado (I, II y III) y Aglomeración en SMCV, Área de Procesos Hidrometalúrgicos. A partir de estos requisitos es que se puede discernir qué tipo de faja transportadora puede operar en el circuito. Las características técnicas de cada faja serán relativas al diseño del transportador. Pueden considerarse las siguientes características técnicas como relevantes[28]:

Tabla 4.3 Datos Técnicos para el Diseño Básico de Equipos Transportadores[29]

Características del Material	Descripción del Material	
	Densidad	[ton/m3]
	Temperatura	[°C]
	Agresividad Química	
	Humedad	[%]
	Tamaño Máximo	[mm]
	Angulo de Reposo	[°]
Características Operacionales	Capacidad	[TMPH]
	Velocidad	[m/s]
	Ancho de la Faja	[mm]
	Angulo de Inclinación	[°]
	Altura Total	[m]
	Dist. Entre centros	[m]
	Tipo de Tensor	
Revisión de la Selección de Fajas en Operación	Potencia Instalada	[Hp]
	Angulo de Abrazamiento	[°]
	Menor DIA poleas deflectoras	[mm]
	Angulo de Polines	[°]
	DIA polea motriz	
	Revestimiento Polea Motriz	
	Tipo de Polines	
	Máxima Tensión de Operación	[PIW] o [kN/m]
Especificaciones de la Faja Instalada	Ancho	[mm] o[pulg]
	Capacidad de Tensión	[PIW] o [kN/m]
	Espesores de Cubierta	[mmxmm] o [pulgxpulg]
	Tipo de Cubierta	
	Tipo de Canto	
	Longitud de Faja	[m]

[28] Good Year de Chile, División de Productos de Ingeniería (2003). *Correas Plylon, Plylon EP.*

[29] Good Year de Chile, División de Productos de Ingeniería (2003). *Correas Plylon, Plylon EP.*

Instalación, Mantenimiento y Solución de Problemas de Fajas Transportadoras

Las operaciones relativas a fajas transportadoras requieren de ciertos procedimientos estandarizados. Los estándares son dados por los distintos fabricantes. Estos procedimientos son sugeridos, sin embargo la decisión final de cómo proceder con la faja transportadora corresponde a la compañía que la adquiere. Puede considerarse como operaciones críticas relativas a fajas transportadoras las siguientes:

Tabla 4.4 Operaciones relativas a la Instalación, Mantenimiento y Solución de Problemas de Fajas Transportadoras[30]

Operación
Almacenamiento
Manipulación
Instalación
Empalme
Tensionamiento
Alineamiento
Limpieza
Carga
Solución de Problemas

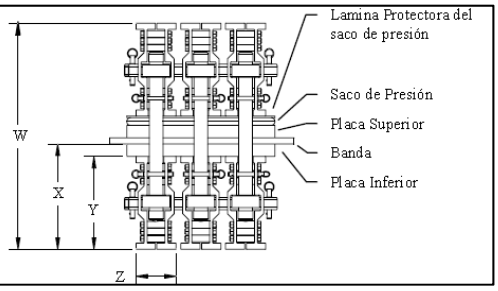
Equipos de Mantenimiento Críticos

Dentro del marco teórico puede considerarse el *know how* de distintas compañías que proponen solución técnica al requerimiento de mantenimiento de fajas transportadoras. Puede considerarse para este estudio "El Manual de Operación y Mantenimiento de SVP, para vulcanizadora tipo seccional" (Shaw Almex Industries, 2005).

Figura 4.2 Dimensiones de Prensa de Vulcanizar SVP de Shaw Almex[31]

Tipo de Barra Transversal

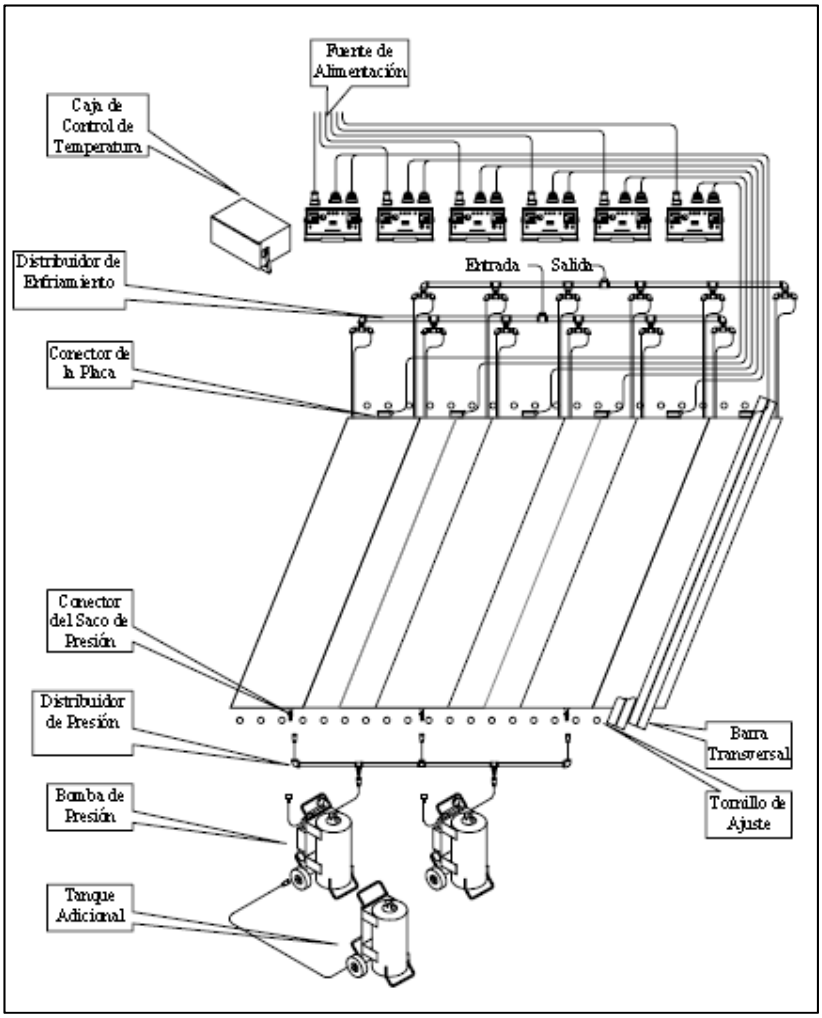
	EA		EAX		EB		EC		E380	
	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm
W	22	559	27.5	699	32.5	826	32.5	826	36.5	927
X	9.75	248	12.5	318	15	381	15	381	17	432
Y	7.75	197	10.5	267	13	330	13	330	15	381
Z	7	178	7	178	6	152	6.5	165	6.5	165



[30] Good Year Engineered Products (2010). *Conveyor Belt – Installation, Maintenance and Troubleshooting Guide.*

[31] Shaw Almex Industries (2005). *Manual de Operación y Mantenimiento de SVP, para Vulcanizadora Tipo Seccional.*

Figura 4.3 Diagrama Funcional de Prensa de Vulcanizar SVP de Shaw Almex[32]



[32] Shaw Almex Industries (2005). *Manual de Operación y Mantenimiento de SVP, para Vulcanizadora Tipo Seccional.*

Filosofía y Metodología de la solución

Ciclo de Deming

Para dar solución al problema expuesto se procederá en primera instancia a diseñar, gestionar y dirigir (Puesta en marcha) un Plan de Mantenimiento, para ello se tendrá como enfoque el Ciclo de Deming[33]. Mediante esta estrategia de mejora continua se buscará:

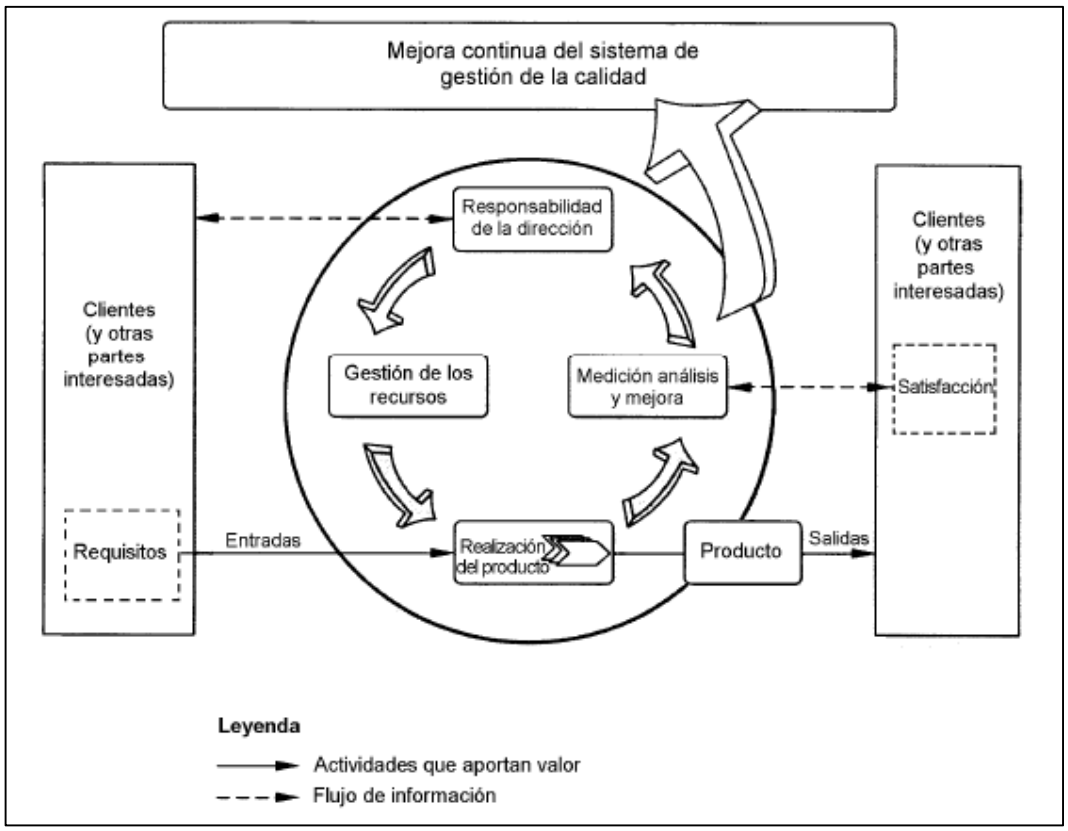
- Establecer el Plan de Mantenimiento.
- Establecer estándares de trabajo.
- Ejecutar órdenes de trabajo.
- Establecer indicadores de desempeño (mantenimiento, productividad, costos), y realizar un *feedback*.

[33] El ciclo de Deming, también conocido como círculo PDCA o círculo de Gabo (de Edwards Deming), es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, basada en un concepto ideado por Walter A. Shewhart. También se denomina *espiral de mejora continua*. Es muy utilizado por los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC). Las siglas PDCA son el acrónimo de Plan, Do, Check, Act (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Wikipedia (2012). Accesible en http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%ADrculo_de_Deming)

Enfoque basado en procesos

El Plan de Mantenimiento se encontrará en el marco de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en procesos[34].

Figura 4.4 Modelo de un Sistema de Gestión de la Calidad basado en procesos[35]



Considérese el modelo basado en procesos, expuesto anteriormente, como aplicable a un Sistema de Gestión de Mantenimiento.

---

[34] Cualquier actividad, o conjunto de actividades, que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en resultados puede considerarse como un proceso. Para que las organizaciones operen de manera eficaz, tienen que identificar y gestionar numerosos procesos interrelacionados y que interactúan. A menudo el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso. La identificación y gestión sistemática de los procesos empleados en la organización y en particular las interacciones entre tales procesos se conoce como "enfoque basado en procesos". Organización Internacional de Normalización, *Norma Internacional ISO 9000:2000.*

[35] Organización Internacional de Normalización. *Norma Internacional ISO 9000:2000*.

Just in Time

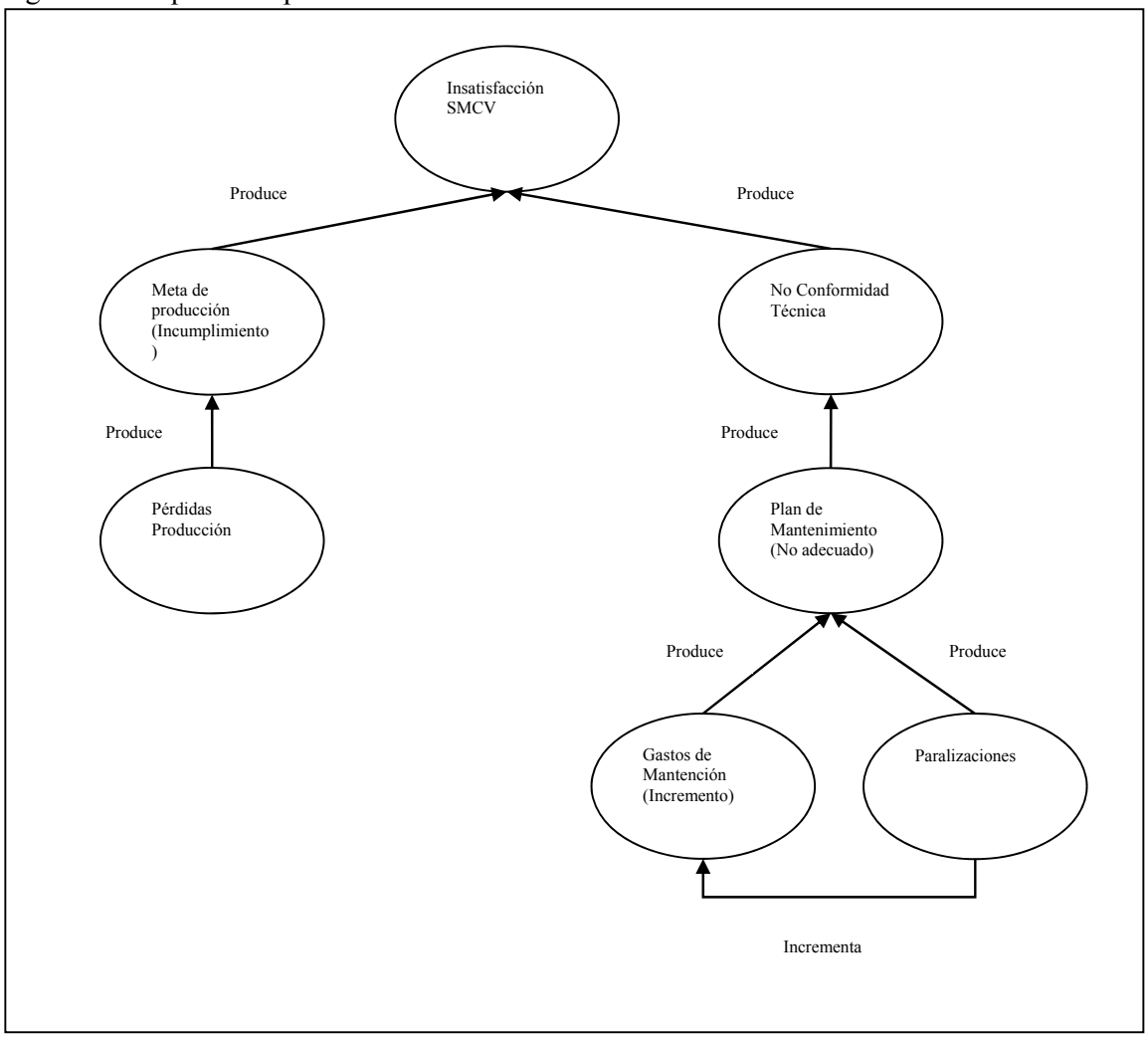
En vista que la solución al problema se da en el marco de un sistema de producción, brindando soporte a este último; se tendrá como filosofía de trabajo el método *Just in Time*[36]. Mediante esta filosofía es que la solución al problema tendrá que tener una orientación relativa a los siguientes fundamentos del proceso *JIT* entre otros:

- Reducción de los tiempos de fabricación y minimizado de los tiempos de entrega.
- Tolerancia cero errores.
- Metodología 5S (Organización, Orden, Limpieza, Esmero, Rigor)
- Cero paradas técnicas
- Adaptación rápida de la maquinaria
- Metodología TPM (*Total Productive Maintenance*)
- Redes de Proveedores
- Mejora Continua
- Kaizen

[36] El **método justo a tiempo** (traducción del inglés *Just in Time*) es un sistema de organización de la producción para las fábricas, de origen japonés. También conocido como *método Toyota* o *JIT*, permite aumentar la productividad. Permite reducir el costo de la gestión y por pérdidas en almacenes debido a acciones innecesarias. De esta forma, no se produce bajo suposiciones, sino sobre pedidos reales. Una definición del objetivo del Justo a Tiempo sería *«producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan»*. Wikipedia (2012). Accesible en http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_justo_a_tiempo

4.4. Mapa Conceptual

Figura 4.5 Mapa Conceptual



4.5. Marco Conceptual

El presente proyecto puede considerarse como solución integral, tanto a nivel económico como técnico, para la actual insatisfacción de Sociedad Minera Cerro Verde S.A. respecto al incumplimiento de metas de producción en el área de procesos hidrometalúrgicos.

Este proyecto busca ser solución mediante la actualización, revisión y mejora de la solución actual vigente. Esto se traduce en el levantamiento de no conformidades técnicas, producto de un Plan de Mantenimiento no adecuado a los requisitos del sistema de producción actual.

El levantamiento de no conformidades técnicas tendrá un enfoque en reducir las paralizaciones no programadas, y por ende reducir los gastos de mantención; todo esto mediante la re ingeniería del Plan de Mantenimiento de Fajas Transportadoras actual.

Considérese el levantamiento de no conformidades técnicas como la aplicación de estándares y normativas internacionales relativas a las operaciones de mantenimiento, tales como las normas DIN[37].

4.6. Marco Legal

El presente proyecto tiene como normativa:

- Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Decreto Supremo N° 055-2010-EM, Decreto que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.[38]
- Decreto Supremo Nº 018-92-EM, Decreto que aprueba el Reglamento de Procedimientos Mineros.
- Decreto Legislativo Nº 613 (08-09-90), Código del Medio Ambiente y los recursos naturales (Perú).

[37] El *Deutsches Institut für Normung e.V.* (su marca empresarial es DIN), con sede en Berlín, es el organismo nacional de normalización de Alemania. Elabora, en cooperación con el comercio, la industria, la ciencia, los consumidores e instituciones públicas, estándares técnicos (normas) para la racionalización y el aseguramiento de la calidad. El DIN representa los intereses alemanes en las organizaciones internacionales de normalización (ISO, CEI, etc.). El comité electrotécnico es la DKE en DIN y VDE (Frankfurt). Wikipedia (2012). Accesible en http://es.wikipedia.org/wiki/DIN)

[38] El Peruano (Lima, 22 de agosto de 2010)

CAPITULO 5

5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de Investigación

Se realizará para el presente estudio una Investigación Descriptiva[39]. Mediante esta investigación se buscará especificar propiedades, características y rasgos importantes del objeto de estudio[40].

5.2. Población y Muestra

Población

Tamaño de la Población (N)

Alcance	Servicios de Mantenimiento del Contrato CV59851-CLC-257-2008[41] para el Servicio de Reparación y Cambio de Fajas Transportadoras y Revestimiento de Chutes, Poleas y Bastidores de Zarandas.
Elementos	Todos los Servicios de Mantenimiento.
Unidades de Muestreo	Todos los Servicios de Mantenimiento.

N = 1063 un.

¨Para el contrato CV-59851-CLC-257-2008 se ha registrado 1063 servicios de mantenimiento.¨

---

[39] Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de las personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Danhke, 1989). Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar. (2006). *Metodología de la Investigación.* Cuarta Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A. de C.V.

[40] Considérese como objeto de estudio el Plan de Mantenimiento de Fajas Transportadoras vigente en el área de procesos hidrometalúrgicos de SMCV.

[41] El contrato en referencia se celebró entre SMCV y AQP Industrial Service S.A.C, y tuvo un plazo acordado de 3 años, a partir del 2008.11.01 hasta el 2011.10.31.

Muestra[42]

Población	Servicios de Mantenimiento del Contrato CV59851-CLC-257-2008	1063 servicios
Marco Muestral	Base de Datos de Registros de Servicios de Mantenimiento Terciarizados para el Contrato CV59851-CLC-257-2008	
Tamaño de Muestra	291 servicios	
Procedimiento de Muestreo	Muestrear por Estratos	
Selección de Muestra	Selección Muestral por Intervalos	Intervalo[43] = 1063/291 ≈ 4

Muestra Poblacional[44] (n)

$$n' = \frac{S^2}{V^2} \qquad n = \frac{n'}{1 + {n'}/{N}}$$

N	Tamaño de la Población	1063 Servicios
$\bar{y}$	Valor Promedio de una variable	1, un servicio de mantenimiento por precio establecido
se	Error Estándar	0.015
		1.50%
Nivel de Confianza (1-se)		98.50%
V^2	Varianza de la Población al cuadrado (se^2)	0.000225
s^2	Varianza de la Muestra expresada como la probabilidad de ocurrencia de $\bar{y}$	
p	0.9	
n´	Tamaño de la Muestra sin ajustar	
n	Tamaño de la Muestra	

Cálculo de n´

$$n' = \frac{S^2}{V^2} = \frac{p(1-p)}{se^2} = \frac{0.09}{0.000225} = 400$$

$n' = 400$ un.

---

[42] La muestra seleccionada se puede apreciar en el Anexo 1.

[43] El Intervalo (K) es la razón entre el tamaño de la población (N) y el tamaño de muestra poblacional (n). K=N/n. La población es un conjunto de elementos, y la muestra es un subconjunto de la población. Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar. (2006). *Metodología de la Investigación.* Cuarta Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A. de C.V

[44] Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar. (2006). *Metodología de la Investigación.* Cuarta Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A. de C.V

Cálculo de n

$$n = \frac{n'}{1+{}^{n'}/_{N}} = \frac{400}{1+{}^{400}/_{1063}} = 290.64 \approx 291 \text{ un.}$$

$n \approx 291$ un

Estratificación de la Muestra

Sea[45]:

$$n = \sum_{i=1}^{m} n_i \qquad \left| \qquad f = \sum_{i=1}^{m} \frac{n_i}{N} \right.$$

m	Nro. de estratos en la Población	6

Cálculo de f_i

$$f = \sum_{i=1}^{m} \frac{n_i}{N} = \frac{291}{1063} = 0.2738$$

[45] Considérese que la varianza de la media muestra ȳ puede reducirse al mínimo, si el tamaño de la muestra para cada estrato es proporcional a la desviación estándar dentro del estrato

Cálculo de Elementos de Muestra

Tabla 5.1 Determinación de Elementos de Muestra

Estrato	Servicio de Mantenimiento		Factor	Elementos de Muestra
	Tipo	Cantidad [Servicios] [A]	f=0.2738 [B]	n_i[46] [Servicios] [AxB]
1	ALQUILER DE PRENSA	15	0.2738	4
2	CAMBIO Y EMPALME	204	0.2738	56
3	EMPALME	23	0.2738	6
4	INJERTO	8	0.2738	2
5	PREPARACION	235	0.2738	64
6	REPARACION	349	0.2738	96
7	REVESTIMIENTO	229	0.2738	63
Total general		1063	-	291

5.3. Proceso Metodológico

La investigación que ha de realizarse en el presente estudio es una del tipo "no experimental"[47]; Como tal el diseño de investigación que se aplica es del tipo "transeccional descriptivo"[48].

En el contexto expuesto se presenta lo siguiente:

[46] Se ajustó el último valor a la baja (redondeo). Los sujetos no se pueden fragmentar.

[47] La investigación no experimental son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. Sampieri (2006).

[48] Los diseños transeccionales descriptivos indagan la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población, se trata de estudios puramente descriptivos. Sampieri (2006)

Tabla 5.2 Etapas o Proceso para realizar la Investigación

VARIABLE	SISTEMATIZACION	OBJETIVOS ESPECIFICOS		PROCESO METODOLOGICO
Servicio de mantenimiento de fajas transportadoras y revestimiento en caucho	¿Cuál es la efectividad del servicio de mantenimiento de fajas transportadoras?	Desarrollar una solución técnica viable relativa al mantenimiento de fajas transportadoras y revestimientos en caucho de equipos mineros	- Determinar n° de servicios por contrato.	Ubicar servicios en número de servicios de mantenimiento efectivos.
Contratista	¿Cuál es el desempeño del actual contratista?		- Determinar y calcular indicador de desempeño de Contratista.	Ubicar servicios en servicios calificados como aceptables.
Gastos de Mantención	¿Se encuentran los gastos de mantención dentro de lo planificado? ¿Se pueden optimizar?		- Determinar gastos de mantención referenciales.	Ubicar servicios en tarifario de contrato.
Servicios de Emergencia	¿Los servicios de emergencia ejecutados se encuentran dentro del rango de lo aceptado?		- Calcular n° de servicios de emergencia.	Ubicar servicios en servicios de emergencia.
Recursos técnicos	¿Qué recursos técnicos intervienen en el mantenimiento de fajas transportadoras?		- Determinar los recursos técnicos críticos.	Ubicar los servicios en recursos técnicos (representativos).
Bases técnicas de la licitación	¿Cumplen la Bases Técnicas con los requisitos del sistema de producción?		- Determinar los tipos de servicio de mantenimiento.	Ubicar los servicios en tipo de servicios propuestos en contrato.
Programa de Mantenimiento	¿Cumple el Programa de Mantenimiento actual con los requisitos del sistema de producción?		- Determinar el n° de servicios por equipo.	Ubicar servicios en equipos (sujetos).
Volumen de Producción de Concentrado de Cobre	¿El volumen de concentrado producido cumple con las metas de producción?		- Determinar el n° de servicios por volumen de producción.	Ubicar servicios en año de operación.

5.4. Instrumentos para la Recolección de Información

Con la finalidad de recolectar datos para el presente estudio se tiene el siguiente Plan:

Tabla 5.3 Plan para la Recolección de Información

<table>
<tr><td>Fuentes</td><td colspan="4">AQP Industrial Service S.A.C.</td></tr>
<tr><td>Ubicación</td><td colspan="4">Arequipa</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Medio de Recolección de Información</td><td rowspan="3">Base de Datos de Registros de Servicios de Mantenimiento para el Contrato CV59851-CLC-257-2008.</td><td rowspan="3">Evaluación Instrumento</td><td>Confiable</td><td>Si</td></tr>
<tr><td>Válido</td><td>Si</td></tr>
<tr><td>Objetivo</td><td>Si</td></tr>
<tr><td>Forma de Preparación y Organización de Datos</td><td colspan="4">Matriz de Datos</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Variables</td><td colspan="4">Servicio de mantenimiento de fajas transportadoras y revestimiento en caucho</td></tr>
<tr><td colspan="4">Contratista</td></tr>
<tr><td colspan="4">Gastos de Mantención</td></tr>
<tr><td colspan="4">Servicios de Emergencia</td></tr>
<tr><td colspan="4">Recursos técnicos</td></tr>
<tr><td colspan="4">Bases técnicas de la licitación</td></tr>
<tr><td colspan="4">Programa de Mantenimiento</td></tr>
<tr><td colspan="4">Volumen de Producción de Concentrado de Cobre</td></tr>
<tr><td>Definiciones Operacionales</td><td colspan="4">Registro de: Servicios de Mantenimiento del Contrato CV59851-CLC-257-2008 para el Servicio de Reparación y Cambio de Fajas Transportadoras y Revestimiento de Chutes, Poleas y Bastidores de Zarandas.</td></tr>
<tr><td>Muestra[49]</td><td colspan="4">291 servicios</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Recursos Disponibles</td><td colspan="2">Económicos</td><td colspan="2">Suficiente</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tiempo</td><td colspan="2">1 mes</td></tr>
</table>

[49] La muestra seleccionada se puede apreciar en el Anexo 1.

CAPITULO 6

6. OBTENCION Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. Obtención de Resultados

6.1.1. Selección y Ejecución de Programa Estadístico

El Programa estadístico que se utilizó es Microsoft Excel.

6.1.2. Exploración de Datos

Efectividad del Servicio de Mantenimiento

La efectividad del contrato CV-59851-CLC-257-2008 se mide entre otros mediante la eficacia y eficiencia de los servicios de mantenimiento ejecutados dentro de la vigencia de este. A continuación se presenta de la muestra representativa la cantidad de servicios de mantenimiento efectivos por cada trimestre:

Tabla 6.1 Servicios de Mantenimiento Efectivos, Periodo: 2009(Trimestre I)-2012(Trimestre I)

CATEGORIA	CODIFICACION	CATEGORIA	CODIFICACION	TOTAL (SER)	
2009	1	2009-TRIMESTRE I	1	49	104
		2009-TRIMESTRE II	2	23	
		2009-TRIMESTRE III	3	15	
		2009-TRIMESTRE IV	4	17	
2010	2	2010-TRIMESTRE I	5	20	79
		2010-TRIMESTRE II	6	22	
		2010-TRIMESTRE III	7	16	
		2010-TRIMESTRE IV	8	21	
2011	3	2011-TRIMESTRE I	9	23	89
		2011-TRIMESTRE II	10	22	
		2011-TRIMESTRE III	11	27	
		2011-TRIMESTRE IV	12	17	
2012	4	2012-TRIMESTRE I	13	22	22
TOTAL GENERAL (SER)					294

Tabla 6.2 Estadísticas de Tabla 6.1

Estadísticas	
Moda	22
Mediana	22
Media	23
Desviación Estándar	8.62
Varianza	74.26
Máximo	49
Mínimo	15
Rango	34
Asimetría	2.67
Curtosis	8.38

Desempeño de Contratista

Como indicador de desempeño de contratista se considera el número de servicios de mantenimiento por garantía ejecutados. Un servicio por garantía implica la no satisfacción del Cliente en primera instancia.

El único servicio que se ha dado por garantía es:

Tabla 6.3 Información del único servicio por garantía, Periodo: 2009(Trimestre I)-2012(Trimestre I)

VARIABLE	CODIFICACION	CATEGORÍA
N°	1349	-
AÑO	3	2011
FAJA/EQUIPO	28	MERRICK 4
SERVICIO	6	REPARACION
ESPECIFICACION	9	FAJA DE 72"
FECHA/TERMINO	9	2011-TRIMESTRE I
CANTIDAD	1	-
PRECIO UNITARIO	0.00	-
TOTAL	0.00	-
EMERGENCIA	2	NO

Gastos de Mantención

Los gastos de mantención son la sumatoria de los importes por aquellos servicios de mantenimiento facturados por el Contratista dentro de la vigencia del contrato. A continuación se presenta de la muestra representativa, los gastos de mantención incurridos por cada trimestre.

Tabla 6.4 Gastos de Mantención

CATEGORIA	CODIFICACION	CATEGORIA	CODIFICACION	TOTAL (US$)	
2009	1	2009-TRIMESTRE I	1	65330.00	135915.37
		2009-TRIMESTRE II	2	21905.09	
		2009-TRIMESTRE III	3	28893.06	
		2009-TRIMESTRE IV	4	19787.22	
2010	2	2010-TRIMESTRE I	5	42893.90	129377.40
		2010-TRIMESTRE II	6	21322.00	
		2010-TRIMESTRE III	7	18452.00	
		2010-TRIMESTRE IV	8	46709.50	
2011	3	2011-TRIMESTRE I	9	15628.00	79135.50
		2011-TRIMESTRE II	10	22177.50	
		2011-TRIMESTRE III	11	22107.50	
		2011-TRIMESTRE IV	12	19222.50	
2012	4	2012-TRIMESTRE I	13	26005.50	26005.50
TOTAL GENERAL (US$)					370433.77

Tabla 6.5 Estadísticas de Tabla 6.4

Estadísticas	
Moda	-
Mediana	22107.50
Media	28495
Desviación Estándar	14451.31
Varianza	208840470.87
Máximo	65330.00
Mínimo	15628.00
Rango	49702
Asimetría	1.74
Curtosis	2.56

Servicios de Emergencia

Un servicio de mantenimiento de “emergencia” es aquel que no se ha programado de manera regular; si no que por imprevistos, se solicita la ejecución del mismo a la brevedad. A continuación se presentan los servicios de emergencia ejecutados durante el periodo del contrato CV-59851-CLC-257-2008 relativos a la muestra representativa.

Tabla 6.6 Servicio de Emergencia, Periodo: 2009(Trimestre I)-2012(Trimestre I)

CATEGORIA	CODIFICACION	CATEGORIA	CODIFICACION	TOTAL (SER)
2009	1	2009-TRIMESTRE I	1	1
2010	2	2010-TRIMESTRE I	5	1
2011	3	2011-TRIMESTRE IV	12	1
TOTAL GENERAL (SER)				3

Tabla 6.7 Estadísticas de Tabla 6.6

Estadísticas	
Moda	1
Mediana	1.00
Media	1
Desviación Estándar	0.00
Varianza	0.00
Máximo	1.00
Mínimo	1.00
Rango	0
Asimetría	-
Curtosis	-

Recursos Técnicos Críticos

Considérese como recurso crítico para los servicios de mantenimiento el uso de "equipos de vulcanizar". Estos últimos son equipos críticos debido a que estos son empleados por empresas especialistas, se requiere de un *know how* especial, y el uso de este, implica gastos de mantención representativos. Los equipos de vulcanizar determinan de manera directa la capacidad operativa para la ejecución de servicios de mantenimiento.

Tabla 6.8 Servicios que utilizan Recursos Técnico Críticos, Periodo: 2009(Trimestre I)-2012(Trimestre I)

CATEGORIA	CODIFICACION	CATEGORIA	CODIFICACION	TOTAL (SER)	
PRENSA DE VULCANIZAR	1	ALQUILER DE PRENSA	1	4	68
		CAMBIO Y EMPALME	2	56	
		EMPALME	3	6	
		INJERTO	4	2	
EQUIPOS NO CRITICOS	2	PREPARACION	5	64	226
		REPARACION	6	97	
		REVESTIMIENTO	7	65	
TOTAL GENERAL (SER)					294

Tabla 6.9 Estadísticas de la Tabla 6.8

Estadísticas	
Moda	#N/A
Mediana	56.00
Media	42
Desviación Estándar	37.80
Varianza	1429.00
Máximo	97.00
Mínimo	2.00
Rango	95
Asimetría	0.11
Curtosis	-1.74

Tipos de Servicios de Mantenimiento

Los servicios considerados para el contrato CV-59851-CLC-257-2008 son:

- Alquiler de Prensa: Consiste en dar, un equipo de vulcanizar, en concesión para la ejecución de un servicio de mantenimiento.
- Cambio y Empalme: Consiste en: 1) Retirar una faja transportadora montada en un *conveyor*. 2) Montar una faja transportadora nueva 3) Empalmar puntas mediante equipo de vulcanizar.
- Injerto: Consiste en: 1) Cortar y retirar un tramo de faja transportadora. 2) Montar un tamo de faja transportadora nuevo. 3) Empalmar puntas mediante equipos de vulcanizar.
- Preparación: Consiste en preparar las puntas de un faja transportadora.
- Reparación: Consiste en la aplicación de ciertos materiales (*cover*, goma cojín, cemento, etc.) en ciertos puntos de la faja transportadora con el fin de que esta pueda cumplir con su vida útil. Puede ser al frio, o al caliente.
- Revestimiento: Consiste en la instalación de caucho a ciertos equipos tales como zarandas, poleas y tambores.

A continuación, de la muestra representativa, se presentan los diversos tipos de Servicios de Mantenimiento ejecutados en el contrato CV-59851-CLC-257-2008.

Tabla 6.10 Tipos de Servicios de Mantenimiento, Periodo: 2009(Trimestre I)-2012(Trimestre I)

CATEGORIA	CODIFICACION	FRECUENCIA
ALQUILER DE PRENSA	1	4
CAMBIO Y EMPALME	2	56
EMPALME	3	6
INJERTO	4	2
PREPARACION	5	64
REPARACION	6	97
REVESTIMIENTO	7	65
TOTAL		294

Tabla 6.11 Estadísticas de la Tabla 6.10

Estadísticas	
Moda	-
Mediana	56.00
Media	42
Desviación Estándar	37.80
Varianza	1429.00
Máximo	97.00
Mínimo	2.00
Rango	95
Asimetría	0.11
Curtosis	-1.74

Servicios de Mantenimiento por Equipo/Faja

El alcance considerado para el presente estudio incluye todas las fajas transportadoras, poleas, tambores aglomeradores y zarandas.
A continuación se presenta una distribución de frecuencia de los servicios de mantenimiento ejecutados por cada equipo existente en el área de procesos metalúrgicos de SMCV:

Tabla 6.12 Servicios de Mantenimiento por Equipo/Faja, Periodo: 2009(Trimestre I)-2012(Trimestre I)

CATEGORIA	CODIFICACION	FRECUENCIA
BASTIDOR EN CAMPO	1	1
BASTIDOR EN TALLER	2	11
CHUTE	3	3
FAJA DE 36"	4	2
FAJA DE 42"	5	110
FAJA DE 48"	6	29
FAJA DE 54"	7	16
FAJA DE 60"	8	38
FAJA DE 72"	9	27
MORDAZA	10	1
POLEA	11	29
TAMBOR AGLOMERADOR	12	21
TAMBOR AGLOMERADOR 1/4	13	5
VARIOS	14	1
TOTAL		294

Tabla 6.13 Estadísticas de la Tabla 6.12

Estadísticas	
Moda	1
Mediana	13.5
Media	21
Desviación Estándar	28.61
Varianza	818.46
Máximo	110
Mínimo	1
Rango	109
Asimetría	2.56
Curtosis	7.78

Servicios de Mantenimiento por Año de Operación

Los servicios de mantenimiento ejecutados por año de operación (de la muestra representativa) se presentan a continuación.

Tabla 6.14 Servicios de Mantenimiento por año de Operación, Periodo: 2009(Trimestre I)-2012(Trimestre I)

CATEGORIA	CODIFICACION	FRECUENCIA
2009	1	104
2010	2	79
2011	3	89
2012	4	22
TOTAL		294

Tabla 6.15 Estadísticas de la Tabla 6.14

Estadísticas	
Moda	-
Mediana	84.00
Media	74
Desviación Estándar	35.84
Varianza	1284.33
Máximo	104.00
Mínimo	22.00
Rango	82
Asimetría	-1.51
Curtosis	2.58

6.1.3. Evaluación de la Confiabilidad y Validez

Confiabilidad

Investigación	Instrumento	Método de Cálculo y Resultado	Cometario
Validación de un Instrumento para medir: Cómo pueden dar soporte las Actividades de Mantenimiento a Fajas Transportadoras, a la sostenibilidad de la producción de concentrado de cobre en el área de procesos hidrometalúrgicos en SMCV.	Base de Datos de Servicios de Mantenimiento a Fajas Transportadoras con las siguientes variables: (1) Año de Ejecución (2)Faja/Equipo intervenido (3)Tipo de Servicio de Mantenimiento (4)Término de Servicio (5)Cantidad de Servicios (6)Precio Unitario (7)Precio Total (8)Servicio de Emergencia (9)Uso de Recursos Técnicos Críticos	Coeficiente Alfa de Cronbach[50] 0.56	Confiabilidad Media

[50] El Coeficiente Alfa de Cronbach se calcula con la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left[1-\frac{\sum S_i^{\,2}}{S_T^{\,2}}\right]$$ **K:** El número de ítems

Si^2: Sumatoria de Varianzas de los Ítems

ST^2: Varianza de la suma de los Ítems

α: Coeficiente de Alfa de Cronbach

VARIANZA MUESTRAL	VARIABLES DE MATRIZ DE DATOS										SUMATORIA ITEM I - X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
	AÑO	FAJA/ EQUIPO	SERV	ESPECIF.	FECHA/ TERMINO	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL	EMERGENCIA	RECURSO TECNICO CRITICO	
VAR.S	0.95	457.25	3.24	7.45	16.26	0.01	3113985.89	3109378.33	0.01	0.18	12440282.56

Validez

Instrumento	Base de Datos de AQP Industrial Service S.A.C., de Servicios de Mantenimiento a Fajas Transportadora, Periodo 2009-2012	
Validez Interna y Externa	Panel de Expertos: Staff de AQP Industrial Service S.A.C. - Gerente General - Jefe de Servicios - Ingeniero de Proyectos (3) - Supervisor de Seguridad	
Validez de Contenido	Instrumento con Validez de Contenido	El instrumento recolecta datos reales, especificados con suficientes variables para análisis.
Validez de Criterio	Instrumento con Validez de Criterio	El instrumento mide con exactitud, para el periodo especificado, el Sistema de Gestión de Mantenimiento de Fajas Transportadoras

Validez de Constructo[51]	Correlaciones >0.5	3
	Correlaciones >0.2	2
	Factores	3

[51] La validez del constructo se determina mediante la técnica estadística: Análisis Factorial. Mediante esta técnica se agrupan las 10 variables de la matriz de datos en 3 factores.

Matriz de Correlaciones

	VAR1	VAR2	VAR3	VAR4	VAR5	VAR6	VAR7	VAR8	VAR9	VAR10
VAR1	1									
VAR2	-0.069	1								
VAR3	-0.006	0.076	1							
VAR4	0.041	-0.109	0.392	1						
VAR5	0.959	-0.087	-0.017	0.016	1					
VAR6	0.060	0.002	0.090	-0.155	0.053	1				
VAR7	-0.080	0.056	-0.452	-0.136	-0.066	-0.044	1			
VAR8	-0.078	0.056	-0.450	-0.141	-0.065	-0.014	1.000	1		
VAR9	0.010	0.063	0.024	-0.033	0.014	0.010	-0.032	-0.032	1	
VAR10	0.003	0.055	0.920	0.273	-0.002	0.056	-0.554	-0.553	0.024	1

Factores

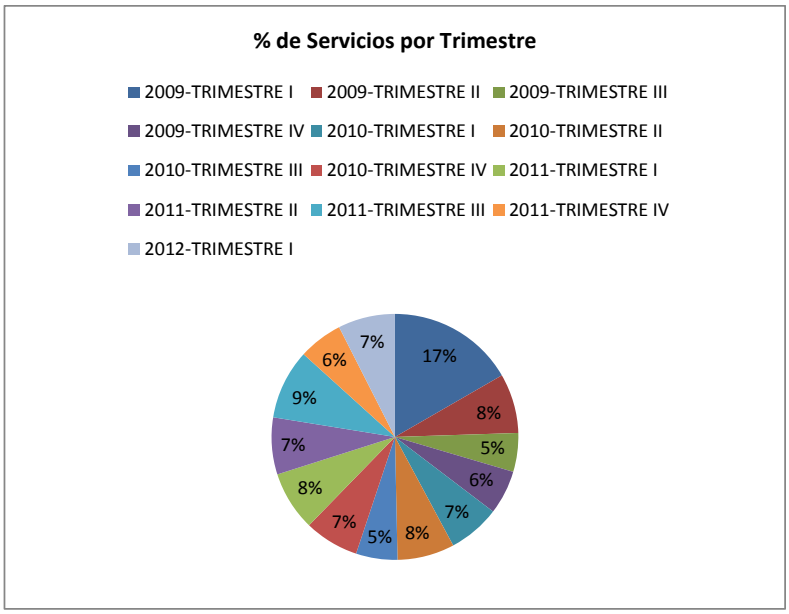
VARIABLE		FACTORES		
		1	2	3
VAR7	PRECIO UNITARIO			
VAR8	PRECIO TOTAL			
VAR1	AÑO			
VAR5	FECHA/TERMINO			
VAR10	RECURSO TECNICO CRITICO			
VAR3	SERVICIO			
VAR4	ESPECIFICACION			
VAR9	EMERGENCIA			
VAR2	FAJA/EQUIPO			
VAR6	CANTIDAD			

6.2. Análisis de Resultados

6.2.1. Efectividad del Servicio de Mantenimiento

Para el contrato CV-59851-CLC-257-2008 se han registrado 1063 servicios de mantenimiento[52].

Gráfico 6.1 Porcentaje de Servicios por Trimestre (Muestra)



Análisis

Del gráfico se puede determinar que por trimestre se ejecutan en promedio 82 servicios de mantenimiento. Puede apreciarse también que relativamente el número de servicios para cada trimestre es constante.

6.2.2. Desempeño del Contratista

Se registra 0.34% de servicios por garantía del total de servicios por contrato. Lo cual se puede considerar como 4 servicios por garantía por contrato.

Análisis

Los servicios por garantía pueden tener distinto impacto, dependiendo del equipo que se intervenga, y el servicio que se ejecute. Para este caso (muestra representativa) el impacto no fue representativo por tratarse de una reparación simple. Pueden haber

---

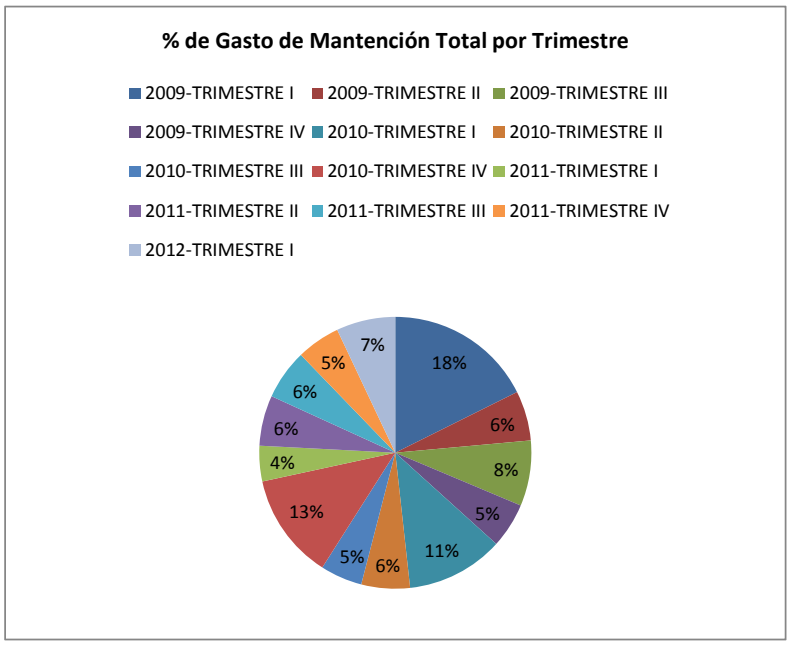
[52] Base de Datos de Contratista para el contrato de Servicios de Mantenimiento: CV59851-CLC-257-2008[52] para el Servicio de Reparación y Cambio de Fajas Transportadoras y Revestimiento de Chutes, Poleas y Bastidores de Zarandas.

servicios por garantía con mayor impacto, en el sentido de que se puede dañar una faja transportadora, lo cual implicaría el uso de una faja transportadora nueva, y la programación de una parada de planta no considerada dentro del programa de paradas de planta oficial.

6.2.3. Gastos de Mantención

Para el contrato CV-59851-CLC-257-2008 se ha registrado que para 1063 servicios de mantenimiento se ha incurrido en USD$ 1,340, 102.90 en Gastos por Mantención[53].

Gráfico 6.2 Porcentaje de Gasto de Mantención Total por Trimestre (Muestra)



Del gráfico se puede determinar que por trimestre se tiene en promedio USD$ 103,084.84 en Gastos por Mantención.

Análisis

El contrato se celebró con las siguientes características entre otros:

Ítem	Programado	Real
Plazo Contrato	01/11/2008 - 31/10/2011	01/11/2008 - 18/03/2012
Monto Máximo (US$)	1,200,000.00	1,340,102.90

A partir de lo expuesto considérese la variación entre lo real y lo programado. Puede apreciarse que los gastos de mantención pueden ser optimizados, para que pueda cumplirse en la práctica con los acuerdos contractuales (Plazo y Monto Máximo).

[53] Base de Datos de Contratista para el contrato de Servicios de Mantenimiento: CV59851-CLC-257-2008[53] para el Servicio de Reparación y Cambio de Fajas Transportadoras y Revestimiento de Chutes, Poleas y Bastidores de Zarandas.

6.2.4. Servicios de Emergencia Ejecutados

Se registra 1.02% de servicios de emergencia del total de servicios por contrato. Lo cual se puede considerar como aproximadamente 11 servicios por contrato.

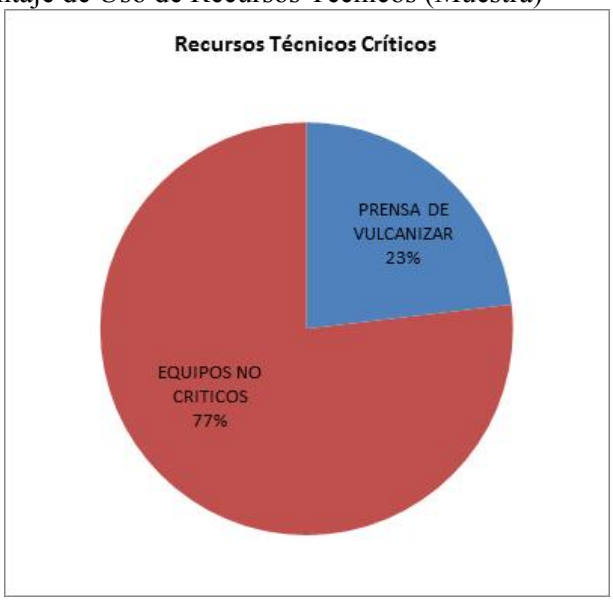
Análisis

Los servicios por emergencia deben ser minimizados. Las desventajas, entre otros, respecto a este tipo de servicios son: Se trata de un servicio no programado (con 36hrs de anticipación), y contractualmente implica el incremento monetario en un 10% del valor estándar del servicio.

6.2.5. Recursos Técnicos en el Mantenimiento de Fajas Transportadoras

Se registra 23.13% de servicios del total de servicios por contrato, en los cuales se hacen uso de Equipos de Vulcanizar. Lo cual se puede considerar como aproximadamente 246 servicios por contrato.

Gráfico 6.3 Porcentaje de Uso de Recursos Técnicos (Muestra)



Análisis

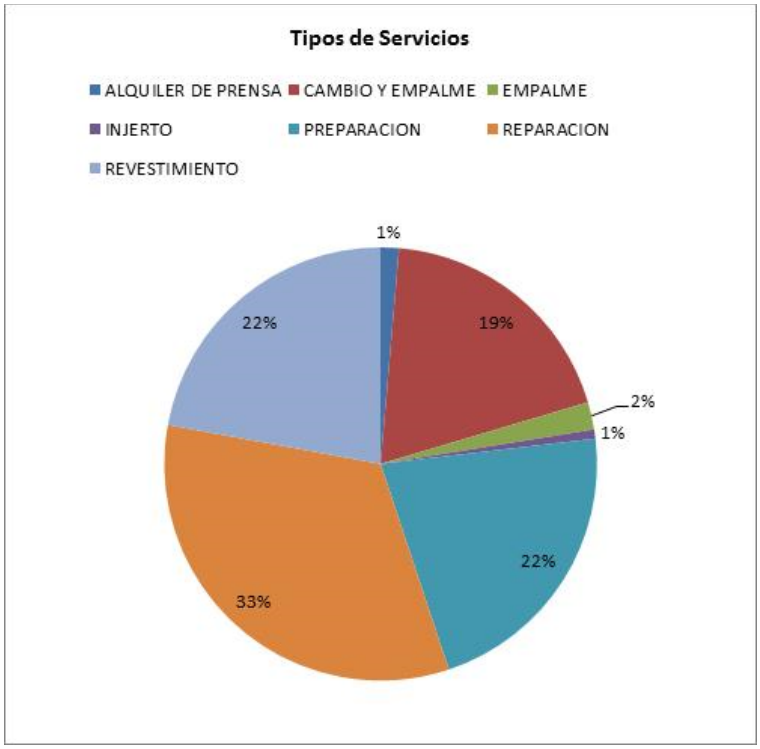
Si bien existen solamente 246 servicios, la mayor proporción de los gastos de mantención se concentran en estos servicios. Estos servicios requieren de especialistas para su ejecución. Es de considerar también que la criticidad de estos servicios es alta.

6.2.6. Cumplimiento de las Bases Técnicas con los Requisitos del Sistema de Producción

Los tipos de servicios ejecutados en el contrato CV59851-CLC-257-2008 son:
- Alquiler de Prensa
- Cambio y Empalme
- Empalme

- Injerto
- Preparación
- Reparación
- Revestimientos en Caucho

Gráfico 6.4 Porcentaje de Tipos de Servicio de Mantenimiento (Muestra)



Análisis

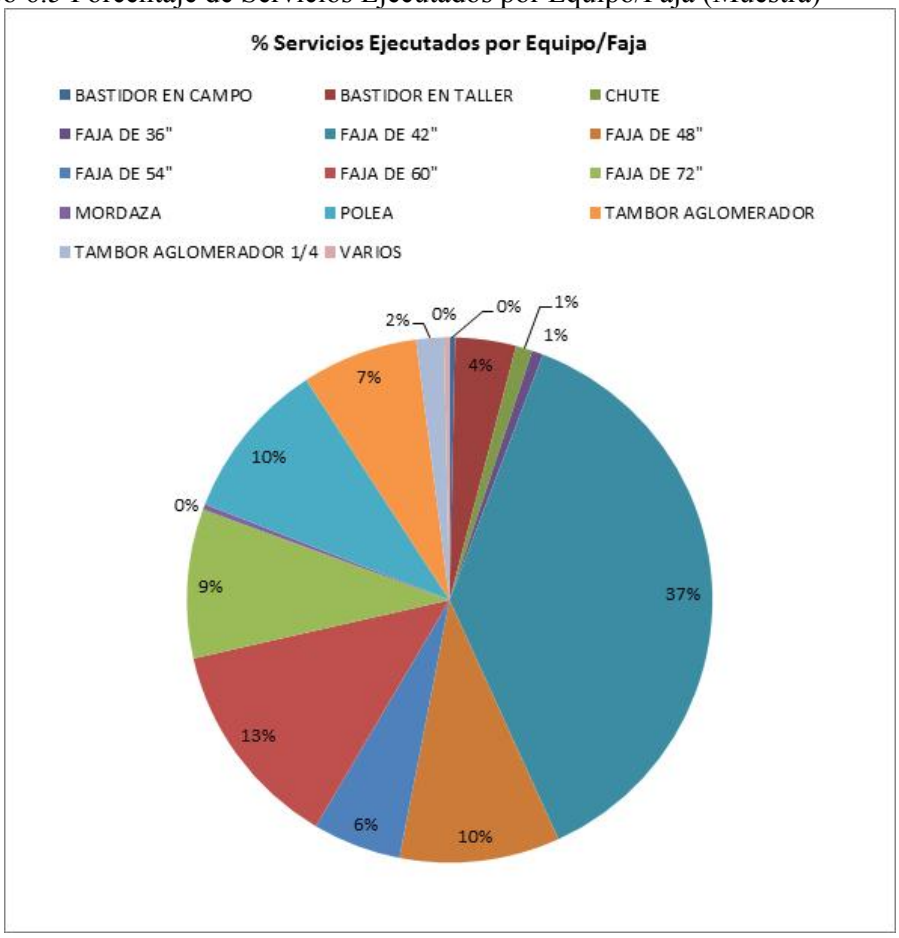
Se tiene que lo servicios de mantenimiento más numerosos son aquello que corresponden a las reparaciones, sin embargo la criticidad de estos servicios es baja con respecto al cumplimiento de las metas de producción de SMCV; en contraste con otros servicios de mayor criticidad tales como los empalmes (cambio y empalme, empalme, injerto, etc.).

El alto índice de reparaciones puede ser indicio de un Programa de Mantenimiento ineficiente e ineficaz.

6.2.7. Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Actual con los Requisitos del Sistema de Producción

Los servicios de mantenimiento a fajas transportadoras se realizan para cada equipo/faja. Estos se muestran a continuación:

Gráfico 6.5 Porcentaje de Servicios Ejecutados por Equipo/Faja (Muestra)



Para el Contrato CV59851-CLC-257-2008 se tiene que 37.44% de servicios ejecutados, corresponden a Fajas 42".

Tabla 6.16 Frecuencia de Servicios Ejecutados por Equipo/Faja

CATEGORIA	FRECUENCIA	%
FAJA DE 42"	398	37.44%
FAJA DE 60"	143	13.45%
FAJA DE 72"	106	9.97%
POLEA	95	8.94%
FAJA DE 48"	93	8.75%
TAMBOR AGLOMERADOR	68	6.40%
BASTIDOR EN TALLER	64	6.02%
FAJA DE 54"	51	4.80%
BASTIDOR EN CAMPO	13	1.22%
FAJA DE 36"	11	1.03%
CHUTE	6	0.56%
TAMBOR AGLOMERADOR 1/4	6	0.56%
VARIOS	4	0.38%
FAJA DE 14"	3	0.28%
FAJA DE 24"	1	0.09%
MORDAZA	1	0.09%
Total general	1063	100.00%

Análisis

Los servicios de mantenimiento ejecutados corresponden en gran parte a fajas de 42" que corresponden a las fajas portables y a fajas de 60" y 72". La efectividad en el cumplimiento no se vería afectada, teniendo este panorama, debido a que estas fajas transportadoras pueden ser atendidas sin ningún problema con rapidez.

6.2.8. Cumplimiento de Metas de Producción

Se considera que para cumplir con la producción sostenida se requieren de 1063 servicios, para 3 años de operación.

Gráfico 6.6 Porcentaje de Servicios Ejecutados por Año de Operación (Muestra)

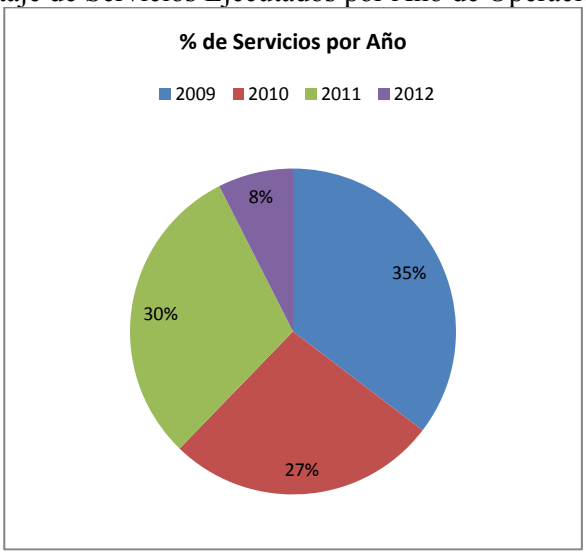


Tabla 6.17 Servicios Ejecutados por Año de Operación para el Contrato CV59851-CLC-257-2008

Año	Frecuencia
2009	292
2010	301
2011	362
2012	108
Total general	1063

Análisis

Puede apreciarse que para poder cumplir con las metas de producción de SMCV, se deben ejecutar servicios de mantenimiento a fajas transportadoras. Aproximadamente se ejecutan entre 300 y 350 servicios por año de operación, manteniéndose de esta manera la sostenibilidad en la producción.

CAPITULO 7

7. PROPUESTA DE INTERVENCION

7.1. Del Conflicto al Problema Técnico

7.1.1. Descripción de la situación de conflicto.

7.1.1.1. Estado actual de las cosas.

Tabla 7.1 Estado Actual

CONTEXTO general en el que ocurre el conflicto	La SMCV (Sociedad Minera Cerro Verde) es un empresa minera dedicada a la concentración de Cobre y molibdeno, actualmente produce 400 millones de libra de concentrado de Cobre y 8 millones de libra de concentrado de molibdeno; dentro de su proceso productivo tiene el área de chancado primario, Molienda, área de lixiviación por extracción por solventes y finalmente al área de lixiviación por electro obtención. Durante el circuito entre el área de chancado y molienda el material es trasladado y recirculado por 7 fajas, siendo la faja que alimenta el *stockpile*[54] la más crítica ya que está constantemente fallando ocasionando paralizaciones con consecuencias considerables de pérdidas de producción. La empresa necesita tener un sistema confiable de mantenimiento de dichos equipo de tal forma de mantener la producción en forma sostenida. Actualmente el mantenimiento es coordinado por la empresa misma, sin embargo en cuanto a la ejecución de este último es realizado tanto por la empresa minera como por un contratista.
Situación del CONFLICTO observada	En el área de Chancado y Molienda se encuentran dispuestas para el proceso productivo cierto número de fajas transportadoras. El área de mantenimiento se encarga de realizar y coordinar los trabajos de mantención de los equipos. Frecuentemente se evidencian casos de mantenimiento del tipo correctivo o de emergencia. Esto último genera paradas constantes de las fajas. Existe una empresa dando soporte a los trabajos de mantenimiento, sin embargo esta tiene un enfoque en el mantenimiento correctivo;

[54] *Stockpile* es una reserva, una pila o ubicación de almacenamiento de materiales a granel, que forma parte del proceso de manipulación de materiales a granel

	este tipo de mantenimiento está ocasionando altos costos de mantención, y pérdidas considerables en la producción.
Descripción del PROBLEMA específico o necesidad que causa el conflicto	En el análisis del conflicto, SMCV (Sociedad Minera Cerro Verde) cuenta con deficiencias en el mantenimiento realizado tanto por el personal técnico como aquel realizado por empresas colaboradoras externas. Afectando directamente al volumen de producción de concentrado de cobre. Se aprecian pérdidas considerables de producción y gastos de mantención con relación a años anteriores. Esto es producto de las paralizaciones intempestivas en el proceso productivo. En el presente periodo, se evidencia en SMCV, la falta de implementación tanto de recursos técnicos, de equipos y herramientas para la adecuada mantención, como la falta de capacitación técnica especializada. Por último, se requiere reestructurar sus bases técnicas de licitación y/o contratos. Se requiere implementar una estrategia de planificación eficiente en lo que se refiere a la gestión del mantenimiento que permita aumentar la capacidad operativa, reducir los costos por detención y mantención, y minimizar los trabajos de mantenimiento por emergencia.
El organismo, la empresa o la institución que nos requiere para que le brindemos una solución	La Sociedad Minera Cerro Verde.

7.1.1.2. Otras situaciones posibles y más deseadas

Si no existieran los problemas mencionadas líneas arriba la planta trabajaría continuamente sin pérdidas en la producción por paradas intempestivas y se ahorrarían costos excesivos en los trabajos de mantención; los equipos de trabajo de mantenimiento y el directorio estarían satisfechos con la Gestión de Mantenimiento y podría ser tomado como Benchmarking para otras unidades productivas. Sería deseable también un nuevo contrato cuyas bases integradas presenten la información referencial requerida.

7.1.1.3. Lugar en el que se da la situación de conflicto.

La situación del conflicto se da en el área de Chancado y Molienda en la Unidad Minera Cerro Verde ubicada a 32 km al sur oeste de Arequipa en el Departamento de Arequipa-Perú. Ver gráfico de Ubicación.

Figura 7.1 Locación de la Situación de Conflicto

7.1.1.4. Momento o tiempo en el que se presenta la situación conflictiva.

La situación conflictiva se está dando en mayor relevancia en los últimos 3 años, dónde se puede apreciar el aumento considerable de los costos de mantenimiento y aumento de los costos por pérdida de la producción.

7.1.1.5. Áreas o partes interesadas, a las que podría afectar positiva o negativamente la supresión del problema.

Tabla 7.2 Áreas o partes Interesadas (Stakeholders)

Persona, Institución, Empresa u Organismo	Cómo lo afectaría ¿Positivo o Negativo?	Motivo por el que estaría afectado o alcanzado si el problema se suprimiera
Mantenimiento	Positivamente	Mejor gestión de Mantenimiento
Logística	Positivamente	Menores Costos de Mantenimiento
Producción	Positivamente	Sostenibilidad de la producción
Contratista de mantenimiento	Positivamente	Mejora de la imagen hacia el Cliente. Incremento de trabajo. Incremento utilidad.
Gerencia	Positivamente	Satisfacción de su equipo de trabajo.
Operadores	Positivamente	Operación con pocas interrupciones, mejora la operatividad de los equipos.
Administradores	Positivamente	Administración mejor de los recursos materiales y humanos.
Promotores	Positivamente	Mejor referencia de operatividad de la planta, disminución de riesgos.
Accionistas	Positivamente	Mayor rentabilidad de la empresa
Área de medio Ambiente	Positivamente	Disminución del riesgo de contaminación ambiental
Área de Seguridad	Positivamente	Disminución de los riesgos de accidente y salud ocupacional.

7.1.2. Exposición de una actuación capaz de eliminar el problema.

7.1.2.1. Enunciado del resultado de una actuación que elimine al problema.

Las transformaciones, sustituciones o cambios a introducir para que el problema desaparezca o deje de existir	Los principales cambios que se deberían hacer para eliminar el problema las enunciamos a continuación : - Implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo y Predictivo y ponerlo en práctica. - Capacitar al personal de Mantenimiento. - Hacer un plan Logístico de tal forma de tener los equipos y herramientas adecuadas de mantenimiento disponible en el momento que se necesite. - Nueva formulación de las bases integradas. (Diagnóstico de requerimientos técnicos referenciales, elaboración de un programa de Mantenimiento Referencial) - Tercerizar los trabajos de Mantenimiento con empresas de mayor experiencia y que cuente con personal calificado.
La utilidad que se espera lograr con la resolución del problema	La utilidad fundamental con la solución del Problema es mantener la sostenibilidad de la Producción y disminuir los costos de mantenimiento (Incluye la mejora del Plan de Mantenimiento).
Los límites espaciales del planteamiento y el horizonte temporal mínimo aceptable	Este Problema se plantea solucionarlo en el plazo de un año donde se incluye el Plan de mantenimiento, la logística, la capacitación, la implantación y seguimiento de las acciones.
Los ajustes de gobierno (o toma de decisiones) que se habrán producido	Concientización del Personal de Mantenimiento para la aceptación y hacer efectivo el nuevo plan de Mantenimiento.
Otros puntos relevantes para el caso	Se considera la ampliación del servicio a lo que son revestimientos en cauchos para los diferentes equipos (chutes, poleas, tambores de aglomeración y bastidores de zarandas).

7.1.2.2. Constricciones y restricciones a tener presentes en la solución.

Tabla 7.3 Constricciones y Restricciones

Factores limitantes o condicionantes	Posibilidad de alteración ¿constricción o restricción?	Grado de libertad de intervención (1a 5)
Equipos existentes	Restricción	1
Presupuesto Limitado para implementar el Plan	Restricción	2
Resistencia al cambio por el personal de Mantenimiento	Restricción	5
Los límites espaciales del planteamiento y el horizonte temporal de 1 año	Constricción	
Población (relaciones sociales con la población)	Restricción	4
Clima (lluvias , tormentas)	Restricción	2
Terremotos	Constricción	

7.1.3. Formulación del problema técnico.

El objetivo, los límites del planteamiento y el alcance temporal de la solución	El Objetivo del Proyecto es Elaborar e implementar un Plan de Mantenimiento Correctivo, Preventivo y Predictivo de Fajas Transportadoras y otros equipos adicionales (adicionalmente chutes, poleas, tambores de aglomeración y bastidores de zarandas) capaz de dar continuidad sostenida al proceso de producción de 400 millones de libra de concentrado de Cobre y 8 millones de libra de concentrado de molibdeno anuales, en un Plazo no mayor de 1 año para la Sociedad Minera Cerro Verde.
Las variables cualitativas y cuantitativas que constituyen y definen el problema existente	Dentro de las variables que definen el problema tenemos las siguientes: - Cantidad de fajas y equipos que necesiten revestimiento en caucho. - Grado de satisfacción del equipo de Producción. - Costo Mantenimiento anuales. - Horas de Capacitación del personal de mantenimiento. - Cantidad de reprocesos durante un año de trabajo. - Cantidad de paradas representadas en Horas de producción.
Las funciones que se habrán de conseguir y las prestaciones que se proporcionarán con la solución	- Operacionales Mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo. Inspecciones. - Administrativas Administración de contrato - Seguridad y Salud Ocupacional Cumplimiento con supervisión de campo Cumplimiento con requerimientos legales
Los resultados, los productos o los cambios que se habrán conseguido materializada la solución	La Planta debe producir sostenidamente 400 millones de libra de concentrado de Cobre y 8 millones de libra de concentrado de molibdeno anuales. Se reducirán las pérdidas de producción por paralizaciones intempestivas en un 80%. Contar con el 100% del personal técnico con la capacitación adecuada. Funcionamiento óptimo durante vida útil tanto de las fajas transportadoras como de chutes, poleas, tambores de aglomeración y bastidores de zarandas. Optimización de recursos monetarios. Optimización de recursos humanos tanto de la Organización como de la empresa contratista.
Otros puntos relevantes para el caso	

7.1.4. Modalidades posibles de utilizar para alcanzar la solución.

Podríamos considerar las siguientes modalidades:

- Elaboración de un Plan de mantenimiento Correctivo, Preventivo y Predictivo para superar el problema existente realizado por el personal de Mantenimiento de la Empresa.
- Elaboración de un Plan de mantenimiento Correctivo, Preventivo y Predictivo para superar el problema existente realizado por una empresa especialista externa.
- Elaboración de un Plan de mantenimiento Correctivo, Preventivo y Predictivo para superar el problema existente realizado por el personal de Mantenimiento de la Empresa en conjunto con una empresa especialista externa.

7.1.5. Criterios que se utilizarán en la evaluación de las soluciones.

Enfoque con el que se evaluará el éxito en la superación del problema	Pronóstico del grado de satisfacción del área usuaria. Factibilidad y viabilidad económica y técnica del proyecto.
Indicadores con los que se evaluarán las soluciones al problema técnico	Los indicadores que se evaluaran para solucionar el problema serán : • La confiabilidad Operacional. • Los Costos de mantenimiento. • La capacidad Operativa/Productiva

7.2. Las Personas y las cosas involucradas en la resolución del conflicto

7.2.1. Tabla con las diferentes modalidades que se puedan descartar en este momento y el porqué de su descarte. Presentación y justificación de la modalidad elegida.

Tabla 7.4 Modalidades de descarte

Modalidades a descartar	Motivos por los que se descartan
Proyecto de producción de bienes por transformación de materias primas	Generación de un bien (tangible)
Proyecto de producción de servicios a personas	Servicio directo a las personas
Proyecto de producción de edificaciones y espacios físicos	Realización de una obra (edificación –espacio físico)

Tabla 7.5 Modalidad Elegida

Modalidad elegida	Motivo por el cual se elige
Proyecto de producción de servicios a organizaciones	Generación de un servicio a una organización (ej.: creación de un área o reestructuración de procesos).

7.2.2. Descripción del sistema a proyectar para la modalidad seleccionada.

7.2.2.1. Producto Final que se desea conseguir con la Operación Proyecto.

Establecer un Plan de Mantenimiento Preventivo y Predictivo de Fajas transportadoras en el área de Chancado y Lixiviación de SMCV.

7.2.2.2. Unidad Operativa que administrará el Producto Final cuando preste servicio.

Área de Gestión de Mantenimiento de la Empresa Sociedad Minera Cerro Verde: compuesta por áreas Operativa de Mantenimiento y por área de Ingeniería de Mantenimiento.

7.2.2.3. El servicio a prestar por el Producto Final y la Unidad Operativa, y las condiciones de la prestación.

- El Área de Gestión de Mantenimiento planificará los trabajos de Mantenimiento de la Empresa Sociedad Minera Cerro Verde, la cual prestará Servicios de Mantenimiento Preventivo y Predictivo de Fajas transportadoras en el área de Chancado y Molienda.
- Las condiciones de la prestación se basa en planificar los trabajos de Mantenimiento, Preventivo y Predictivo a Fajas Transportadoras para SMCV del área de Chancado y Molienda, de tal forma, de disminuir los tiempos de paradas intempestivas y reducir los costos de mantenimiento.

7.2.2.4. Tareas que deberán realizar las personas y tareas que deberán realizar las máquinas para que el Producto Final pueda prestar el servicio.

Tabla 7.6 Tareas realizadas por Personas y Máquinas

Tareas a realizar por personas	Tareas a realizar por máquinas
- De tipo Operativo: Mantenimiento Mecánico (Vulcanizado, Trabajo de Maestranzas y Talleres, Montaje y Desmontaje de Fajas Transportadoras. Servicio de cambio de fajas. Servicio de Preparación de Fajas. Servicio de Reparación de Fajas. Servicio de Revestimiento de Poleas. Revestimiento de chutes, tambores de aglomeración y Bastidores de Zaranda) - Automatización de los procesos. - Mantenimiento Eléctrico - Soporte de Gestión y Servicios de apoyo	- Trabajos de soporte mecánico como perforación de huecos, corte de materiales, fabricación de piezas mecánicas. -Instrumentación (mantenimiento predictivo: control de vibraciones, temperaturas, amperaje y voltaje) - Transporte de materiales, sistema de arranque de equipos. Grandes equipos que presten servicios a la producción.

7.2.2.5. Entradas, insumos, materias primas, recursos, que requerirá el sistema para prestar el servicio.

Capital humano, herramientas y equipos (Amoladoras, Prensas de vulcanizar, compresora, contómetro, extrusora, máquina de soldar, motor eje flexible, pistolas de impacto, polipasto.), equipos de apoyo y seguridad, vehículos de transportes, instrumentación y tecnología, repuestos y materiales, recinto e instalaciones. Sistema de gestión de mantenimiento existente, información estadística de mantenimiento de los últimos años, información económica de mantenimiento de los últimos años, factores ambientales de la empresa (Cultura de la Organización), activos de los procesos de la Organización (política, procedimientos, normas, guías, procesos definitivos, información histórica y lecciones aprendidas), Normas Internacionales, leyes nacional de Seguridad y Medio Ambientales.

7.2.2.6. Salidas, bienes, servicios, productos, resultados, que se obtendrán a partir del servicio que prestará el sistema.

- Procesos del área de Chancado y Lixiviación eficientes, de rendimiento duradero y óptimo.
- Seguridad en el medio de trabajo y de sus operadores.
- Plan de Mantenimiento organizado y calificado.
- Procedimientos adecuados de instalación de las fajas.
- Mayor rendimiento de la transmisión de las fajas transportadoras.
- Inspección y corrección de mantenimiento efectivo y oportuno.

- Disminución de tiempos muertos y paros de máquinas.

7.2.2.7. Fronteras del sistema a proyectar.

En un principio el proyecto deberá contar con un proceso de ciclo corto de planificación y ejecución, el cual en el tiempo se verificarán las medidas de mejoras y el adecuado control de mantenimiento.

El trabajo tiene como alcance planificar los trabajos de mantenimiento solamente de las fajas transportadoras de la líneas de Chancado y Molienda más no contempla la evaluación de otros equipos del sistema ni de otros sistemas interrelacionados.

7.2.3. Enlaces de dependencia del sistema a proyectar.

7.2.3.1. Dependencia del sistema a régimen (en funcionamiento) respecto a otros sistemas reales.

Tabla 7.7 Dependencia respecto a otros sistemas

Otros sistemas reales con los que se relaciona el sistema a proyectar	Función o aspecto que genera esta dependencia entre el sistema a proyectar y otros sistemas
Área de Chancado, puntos de los sistemas reales entrada y salida del material (silos, zarandas, alimentadores vibratorios, Grizzlys, etc.)	Sistema lineal o en forma de cascada
Área de Molienda y lixiviación: Molino, bombas, circuito de bolas, sistema de agua, domos - silos-concentradoras, etc.)	Sistema lineal o en forma de cascada

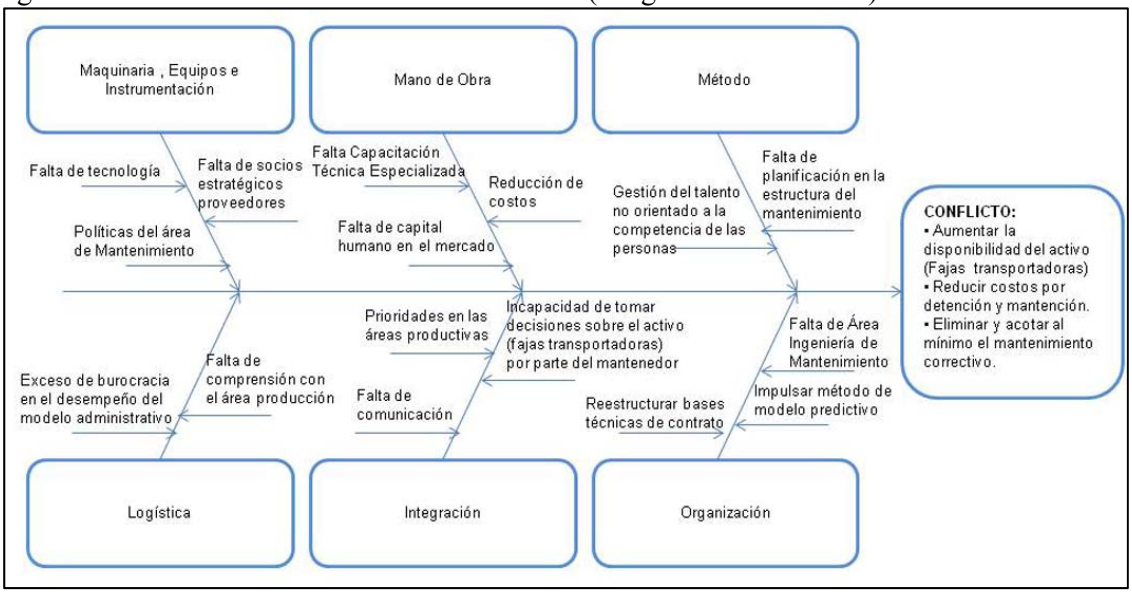
7.2.3.2. Dependencia del sistema, en otros estados de su ciclo de vida (por ej.: puesta en marcha, funcionamiento parcial o en temporada baja, cierre por vacaciones, parada por mantenimiento, paro por fallos, estado de emergencia, …...), y del Producto Final a conseguir respecto a otros sistemas reales.

Tabla 7.8 Dependencia del Sistema respecto al Estado de Ciclo de Vida

Estado del ciclo de vida	Otros sistemas reales con los que se relaciona en esos estados	Función o aspecto que genera esta dependencia o relación
Puesta en marcha	Área de Suministro, Área de proyectos, Área de logística.	Dependencia de recursos energéticos; bases técnicas y abastecimiento de otros recursos (combustible, vehículos, acceso, etc.)
Parada por Fallo o emergencia	Servicios a la producción, Área de logística y empresas colaboradoras.	Abastecimiento de comida, transporte, repuestos, mantenimiento.

7.2.3.3. Síntesis de los sistemas reales relacionados al sistema proyectado y sus dependencias, presentados como Diagrama de Ishikawa.

Figura 7.2 Síntesis de los Sistemas Relacionados (Diagrama de Ishikawa)



7.2.4. El bienestar de las personas involucradas:

7.2.4.1. Usuarios internos del sistema a proyectar.

Tabla 7.9 Usuarios Internos

Rol	Identificación de los usuarios que cumplen cada rol
Operadores	Operadores de las fajas transportadoras y área de producción (Técnicos e ingenieros)
Propietarios	Dueño de SMCV

7.2.4.2. Usuarios externos al sistema a proyectar.

Tabla 7.10 Usuarios Externos

Rol	Identificación de los usuarios que cumplen cada rol
Consumidores	Otras áreas y/o gerencias de la empresa
Explotadores	Empresas colaboradoras de mantenimiento (contratistas)
Promotores	Socios inversionistas mineros
Terceros	Empresas colaboradoras y proveedores de insumos y servicios.
Entidades sociales	Microempresas (PYMES) a pobladores del Departamento de Arequipa

7.2.4.3. Tabla indicativa de los beneficios y perjuicios que traería aparejados el sistema en proyecto, una vez funcionando, para todos los usuarios de los apartados 2.4.1 y 2.4.2.

Tabla 7.11 Beneficios y Perjuicios al Usuario

Usuario	Beneficios al usuario	Perjuicios al usuario
Operadores de las fajas transportadoras y área de producción (técnicos e ingenieros)	Desarrollo de trabajo continuo y programado; sin pérdidas de producción y tiempos. Capacitación técnica especializada. Menor fallas por sistema correctivo.	
Propietarios o dueños de SMCV	Ganancias en la producción; reducción de costos y gastos por detenciones productivas. Mejor imagen de empresa.	
Otras áreas y/o gerencias de la empresa	Mejoras en el ciclo del proceso productivo con áreas interdependientes, sin demoras y trabajo coordinado.	
Empresas colaboradoras de mantenimiento-contratistas	Desarrollo de trabajo continuo y programado en base a un plan de mantenimiento del área. Trabajo asociado en equipo y organizativo.	
Socios inversionistas mineros	Mayor producción sin contratiempos, mejores condiciones económicas y ventajas en acciones e inversiones.	
Empresas colaboradoras y proveedores de insumos y servicios.	Coordinación de trabajo, anticipación de requerimientos, insumos y servicios a prestar.	
Microempresas (PYMES) a pobladores del Departamento de Arequipa	Ayuda e información oportuna, respaldo de una empresa socialmente responsable con su entorno y gente.	

7.3. El Servicio Deseado y las Condiciones de Prestación

7.3.1. Usuarios del sistema a proyectar.

7.3.1.1. Tabla con todos los Usuarios identificados

Tabla 7.12 Usuarios

Posición en el sistema	Tipo	Usuario
Externos	Consumidores	Otras áreas y/o gerencias de la empresa (gerencias de: administración, recursos humanos, seguridad, sustentabilidad, de mantenimiento, de mina)
	Explotadores	Empresas colaboradoras de mantenimiento (contratistas)
	Promotores	Socios inversionistas mineros, socios comerciales.
Internos	Operadores	Técnicos e ingenieros, operadores de las fajas transportadoras y área de producción
	Propietarios	Dueño de SMCV
Ajenos al sistema	Terceros	Empresas colaboradoras y proveedores de insumos y servicios.

7.3.1.2. Selección racionalizada de los usuarios relevantes.

Tabla 7.13 Usuarios Relevantes

Usuarios relevantes	Justificación de su relevancia, de lo fundamental de su rol en el proyecto
Técnicos operarios de Fajas Transportadoras del área de Chancado y Molienda.	Mano de obra técnica, operarios directos en la ejecución y trabajos de Fajas Transportadoras
Ingenieros supervisores de Fajas Transportadoras del área de Chancado y Molienda	Supervisores de mantenimiento de las faenas de las Fajas Transportadoras.

7.3.2. El servicio deseado por los usuarios

7.3.2.1. Análisis del servicio deseado por los usuarios relevantes:

Tabla 7.14 Análisis del Servicio Deseado

Usuarios relevantes ídem apartado 3.1.2	Naturaleza del servicio	Forma y manera de suministro del servicio	Finalidad y causalidad del servicio
Técnicos operarios de Fajas Transportadoras	Mantenimiento de Fajas Transportadoras	Inspección periódica, desarrollo de trabajo continuo y programado.	Disminución de tiempos muertos y de producción
Ingenieros supervisores de Mantenimiento	Inspección y supervisión de Mantenimiento de Fajas Transportadoras	Inspección y control, corrección de mantenimiento efectivo y operativo.	Ejecución y supervisión de mantenimiento, mantener operativo de forma eficiente los procesos del transporte de material (producción continua) en áreas de Chancado y Lixiviación.
Técnicos e Ingenieros (contratistas)	Mantenimiento de Fajas Transportadoras	Procedimientos adecuados de instalación y mantención de fajas transportadoras	Reparar y/o mantener equipos, acotar tiempos.

7.3.2.2. Recopilación de los requisitos y sus valores de sustitución.

Tabla 7.15 Requisitos y Valores de Sustitución

Requisitos	Valores de sustitución
Capital humano capacitado y entrenado técnicamente	Capacitación calificada a una cantidad mínima de trabajadores
Espacio físico para el desarrollo e innovación	Implementar desarrollos de carácter innovador en ciertos procesos (innovar de forma progresiva)
Generación de ambiente que estimule la orientación al cliente.	La misión y visión del área de mantenimiento, deberán estar alineadas para desarrollar un trabajo en equipo y satisfacer de la mejor manera las necesidades de los clientes.
Adquisición de activos	Administrar los activos con inteligencia, mantener los equipos y herramientas para que su vida útil perdure.
Instrumentación, instalaciones y equipos necesarios y adecuados.	Cuidar y mantener los activos, de manera que perduren en el tiempo. El sistema logístico deberá ser riguroso en el cuidado de éstos.
Sostenibilidad de la producción	Controlar procesos dependientes de las Fajas Transportadoras, verificar y ejecutar inspecciones programadas y mediciones para evitar detenciones productivas.
Seguridad en el medio de trabajo	El personal mantenedor debe seguir procedimientos de seguridad.
Expediente Técnico Referencial[55]	Optimizar el servicio actual

[55] El Expediente Técnico Referencial puede considerarse el Expediente Técnico Licitación WS1047816. Actualmente es posible que el Sistema de Mantenimiento en SMCV tenga su fundamento en un Expediente Técnico más reciente y mejorado.

Tabla 7.16 Expediente Técnico Referencial

Expediente Técnico Referencial	
1	Alcance de Servicio
2	Duración Contrato
3	Modalidad Contrato
4	Trabajos Comprendidos
5	Listado Equipos proporcionados por la Empresa
6	Listado Materiales proporcionados por la Empresa
7	Listado Equipos Mínimos proporcionados por el Contratista
8	Listado Materiales Mínimos proporcionados por el Contratista
9	Documentación a presentar (Reportes e Informes)
10	Garantía
11	Penalidades
12	Estándares de Servicio

7.3.2.3. Recopilación sintética y ordenada de los requisitos.

Tabla 7.17 Requisitos

	Requisitos
1	Capital humano capacitado y entrenado técnicamente
2	Espacio físico para el desarrollo e innovación (Mantto)
3	Generación de ambiente que estimule la orientación al cliente.
4	Adquisición de activos
5	Instrumentación, instalaciones y equipos necesarios y adecuados.
6	Sostenibilidad de la producción
7	Seguridad en el medio de trabajo
8	Expediente Técnico Referencial

7.3.3. Constricciones y restricciones del servicio.

7.3.3.1. Constricciones y restricciones de los alrededores.

Tabla 7.18 Constricciones y Restricciones de los alrededores

Restricciones y constricciones	Procedencia	Afectación al suministro y la suministración
Políticas y leyes gerenciales	Gerencia Mina	Impedimentos a la implementación
Estructura organizativa	Gerencia Mina	Restricciones de supervisores y jefes de turnos

7.3.3.2. Constricciones y restricciones internas.

Tabla 7.19 Constricciones y Restricciones Internas

Restricciones y constricciones	Causa	Afectación al suministro y la suministración
Falta de gestión sobre el activo (Fajas Transportadoras)	Prioridad a la necesidades de producción	Servicio de Mantenimiento postergado, aplicación de correctivo (emergencia)
Equipos y herramientas existentes	Fallas técnicas, equipos y herramientas en mal estado, falta de tecnología apropiada.	Modos informales de operar, aumento de accidentabilidad
Presupuesto limitado para implementación del plan de mantenimiento.	Falta de visión y proyección a nuevos modos de gestión.	Servicios de mantenimiento de bajo rendimiento operativo y falta de capacidad técnica.
Resistencia al cambio por parte del personal de mantenimiento	Metodología de trabajo viciada y reiterativa. Malas prácticas.	Capacidad técnica y gestión de mantenimiento deficientes.
Falta de programa de mantenimiento planificado	Ejecuciones de trabajos de mantenimiento de emergencia, no planificado.	Falta de organización, escasez de mano de obra y de recursos materiales para poder ejecutar labores de mantención.

7.3.3.3. Recopilación sintética y ordenada de las limitaciones.

Tabla 7.20 Limitaciones

	Restricciones y constricciones
1	Falta de gestión sobre el activo (Fajas Transportadoras)
2	Equipos y herramientas existentes (Plan Logístico)
3	Presupuesto limitado para implementación
4	Resistencia al cambio por parte del personal de mantenimiento
5	Falta de programa de mantenimiento planificado

7.3.4. Análisis de los valores del servicio del proyecto.

7.3.4.1. Análisis de compatibilidad entre los requisitos (servicio deseado por los usuarios).

Tabla 7.21 Análisis de Compatibilidad entre los Requisitos

	1.Capital humano capacitado y entrenado técnicamente	2.Espacio físico para el desarrollo	3. Orientación al cliente	4.Adquisición de activos	5. Instrumentación, instalaciones	6. Sostenibilidad de la producción	7. Seguridad en el medio de	8. Expediente Técnico	Requisito n
1.Capital humano capacitado y entrenado técnicamente	-	O	C	C	C	C	C	C	
2.Espacio físico para el desarrollo e innovación	O	-	I	I	C	I	C	C	
3. Orientación al cliente.	C	I	-	C	C	I	C	C	
4.Adquisición de activos	C	I	C	-	I	C	I	O	
5. Instrumentación, instalaciones, equipos necesarios.	C	C	C	I	-	C	C	C	
6. Sostenibilidad de la producción	C	I	C	C	C	-	C	I	
7. Seguridad en el medio de trabajo	C	C	C	I	C	C	-	I	
Requisito n									

Referencias en la matriz:
I: Independientes o poco relacionados
C: Complementarios
O: Opuestos o parcialmente discordantes

7.3.4.2. Análisis de interferencias entre las limitaciones y los requisitos.

Tabla 7.22 Análisis de Interferencias entre las Limitaciones y los Requisitos

	1.Falta de gestión sobre el activo (Fajas	2. Equipos y herramientas	3.Presupuesto limitado para implementació	4. Resistencia al cambio por parte del	5. Falta de programa de mantenimiento	... ...	... ...	Limitación n
1.Capital humano capacitado y entrenado técnicamente	NO	SI	SI	SI	NO			
2.Espacio físico para el desarrollo e innovación	NO	NO	SI	NO	NO			
3. Orientación al cliente.	SI	NO	NO	SI	NO			
4.Adquisición de activos	SI	NO	NO	NO	NO			
5. Instrumentación, instalaciones, equipos necesarios.	NO	SI	SI	NO	SI			
6. Sostenibilidad de la producción	SI	SI	SI	SI	SI			
7. Seguridad en el medio de trabajo	NO	SI	NO	NO	NO			
8. Expediente Técnico Referencial	NO	NO	SI	NO	NO			
Requisito n								

SI: Si hay interferencia
NO: No hay interferencia

7.3.5. Conclusiones sobre el servicio deseado y las condiciones de prestación.

Dentro del servicio deseado del proyecto, lo constituye las preferencias concretas de nuestros clientes (Áreas dependientes de la producción), en relación al servicio de mantenimiento ofrecido por el Área de Gestión de Mantenimiento, para los procesos productivos que implica la extracción de cobre de Sociedad Minera Cerro Verde.

El Área de Gestión de Mantenimiento planificará trabajos de Mantenimiento de SMCV, la cual prestará Servicios de Mantenimiento Correctivo, Preventivo y Predictivo de Fajas transportadoras en el área de Chancado y Molienda.

Las condiciones de la prestación se basa en planificar y ejecutar los trabajos de Mantenimiento, Preventivo y Predictivo a Fajas Transportadoras para SMCV del área

de Chancado y Molienda, de modo que pueda satisfacer las demandas productivas, con una producción constante y planificada, capacidad operativa/productiva eficiente, procesos de mayor rendimiento y confiabilidad operacional, disminución de costos de mantenimiento y tiempos, disponibilidad de fajas transportadoras e información.

7.3.6. Suministro y suministración.

7.3.6.1. Presentación del suministro y de la suministración.

Tabla 7.23 Suministro y Suministración

Sistema	Área de Mantenimiento de SMCV en desarrollo de un Plan de Mantenimiento Correctivo, Preventivo y Predictivo de Fajas Transportadoras en el área de Chancado y Lixiviación.
Suministro	Servicio de Mantenimiento de tipo Correctivo, Preventivo y Predictivo a fajas transportadoras. Disponibilidad de fajas transportadoras, procesos de mayor rendimiento y confiabilidad operacional.
Suministración	Programa de Mantenimiento Planificado (mano de obra, materiales, servicios, equipos y herramientas, etc.). Estrategias de mantenimiento, creación de hoja de ruta, posición de mantenimiento, programación de plan de mantenimiento. Capital humano capacitado y entrenado técnicamente, instrumentación, instalaciones y equipos necesarios, recursos económicos y legales.

7.3.6.2. Estudios de detalle que se requieran.

Tabla 7.24 Estudios de Detalle

Estudios de detalle necesarios	Fundamentación de su necesidad
Estudios de Factibilidad Técnica, Económica y Social	Indicadores de evaluación de funcionamiento y solución

7.4. Propuesta de un Sistema Solución y de las Unidad(es) Operativa(s) capaz de proporcionar el servicio.

7.4.1. Presentación del sistema seleccionado.

7.4.1.1. Descripción del sistema que se propone y de los aspectos esenciales que puedan definirse en este momento.

Desde el año 2010 [Momento] en la Empresa Sociedad Minera Cerro Verde ubicada en Arequipa; en el área de Procesos Hidrometalúrgicos [Ubicación] se cuenta con un Sistema de Mantenimiento que incluye el mantenimiento de fajas transportadoras; sistema que tiene su soporte en las relaciones e interrelaciones de las Áreas Técnica, de Administración y de Ingeniería [Unidad Operativa]. La problemática actual que se da en el mantenimiento de fajas transportadoras considera la planificación, realización, control y actividades de mejora continua actuales como no satisfactorias (emergencias, incremento de tiempos muertos, superación del presupuesto anual) y con vista a incrementar la satisfacción de

manera representativa si y solo si se efectúan ciertos cambios sustanciales [Descripción general del Problema]. Frente a esta situación se busca Planificar, organizar, dirigir, ejecutar y controlar con mayor efectividad el Mantenimiento de Fajas Transportadoras [Finalidad]; Por ello es que se propone un Estudio de Factibilidad para la Programación de Mantenimiento Correctivo, Preventivo y Predictivo de Fajas Transportadoras, y la puesta en marcha en el caso de ser viable el objeto de estudio [Objeto Solución]. Se debe tener en cuenta que mediante esta propuesta por medio de Recursos humanos (internos y externos a la empresa), un Know How (adquirido de la propia experiencia de la empresa, y mediante consultoría externa), Equipos de Vulcanizar, otros Equipos y Herramientas, recursos financieros entre otros, relacionados e interrelacionados en la aplicación de servicios [Suministro / Recursos]; se puede diseñar, gestionar y dirigir el Programa de Mantenimiento de Fajas Transportadoras [Suministración]. Téngase presente como principal usuario del proyecto a aquel perteneciente al área técnica, la unidad operativa de mantenimiento [Usuario Relevante]. El proyecto propuesto presenta como principales elementos constitutivos a las unidades operativas de las áreas de Administración, de Ingeniería y Técnica; y sus interacciones y relaciones para el logro de este en sus diferentes objetivos (véase 4.2.2.3) [Principales Elementos Constitutivos].

7.4.1.2. Ventajas y desventajas sobre otros posibles sistemas que pudieran haberse propuesto, y fundamentos de su elección.

Tabla 7.25 Sistemas Propuestos Descartados

SISTEMAS PROPUESTOS (DESCARTADOS)	VENTAJAS ¿Qué ventajas tiene el sistema propuesto sobre el sistema propuesto descartado?	DESVENTAJAS ¿Qué desventajas tiene el sistema propuesto sobre el sistema propuesto descartado?
1. Sistema de Mantenimiento de Fajas Transportadoras (Mantención del Sistema Actual)	Nuevo Expediente Técnico. Nuevos Estándares de Servicio	Incertidumbre por resultados de la nueva contratación.
2. Sistema de mantenimiento de Fajas Transportadoras (Sin tercerización)	Nuevo Expediente Técnico. Nuevos Estándares de Servicio Técnicos Especialistas Know How Contratista	Incertidumbre por resultados de la nueva contratación. Incremento de Personal Capacitación y Entrenamiento Esfuerzo de focalizarse en otro punto que no sea el Core Bussines

7.4.2. Descripción genérica de la/s unidad/es operativas seleccionada/s.

7.4.2.1. Los factores externos con incidencia.

Considérese a todas aquellas entidades o agentes que influyen o en su defecto tienen alguna relación con el objeto social de la empresa.

- Cliente
- Contratistas.
- Terceros.
- Marco Legal.

- Comuna[56].
- Stakeholders.
- Normas Internacionales
- Inversión Extranjera

7.4.2.2. La composición interna del sistema propuesto:

Tabla 7.26 Composición Interna del Sistema Propuesto

Sistema Propuesto	**Composición Interna**
Planificar	- Mantenimiento o Correctivo / Emergencia o Preventivo o Predictivo - Estrategias de Mantenimiento
Hacer	- Operaciones de Mantenimiento - Reducción Costos (Mantención / Detención) - Hojas de Ruta - Programación
Verificar	- Indicadores - Evaluación Informes y Reportes
Actuar	- Mejora Continua - Reprogramación - Operaciones de Mantenimiento Suplementarias

7.4.2.2.1. Diagramas cualitativos del funcionamiento interno.

[56] Fuente: *es.wikipedia.org/wiki/**Comuna***

Figura 7.3 Diagrama Cualitativo de Funcionamiento Interno

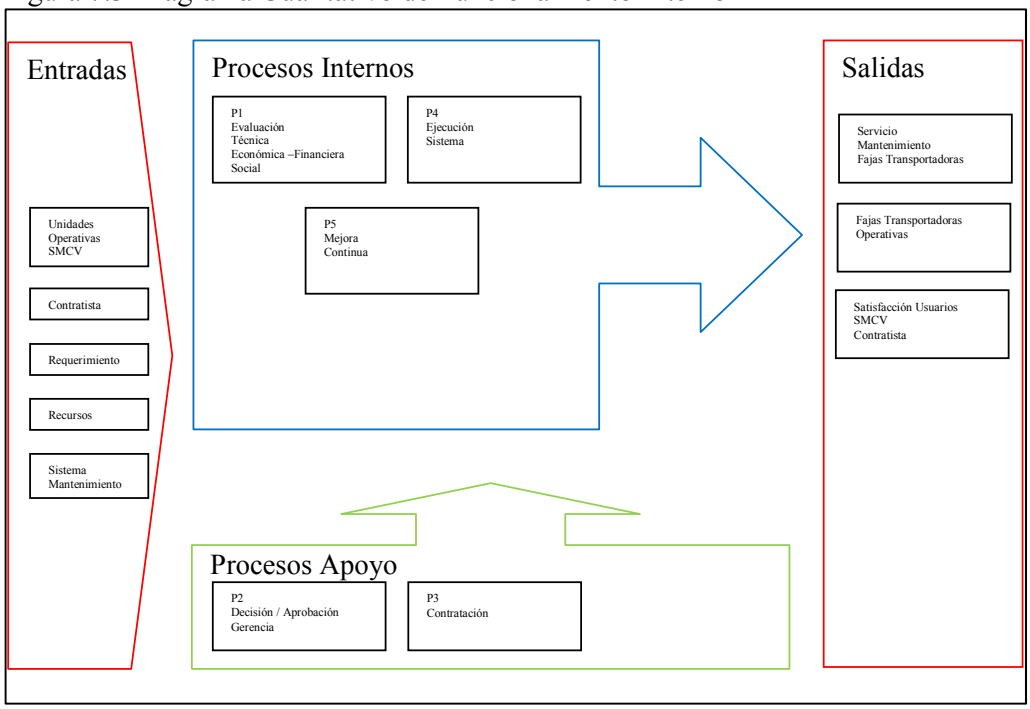
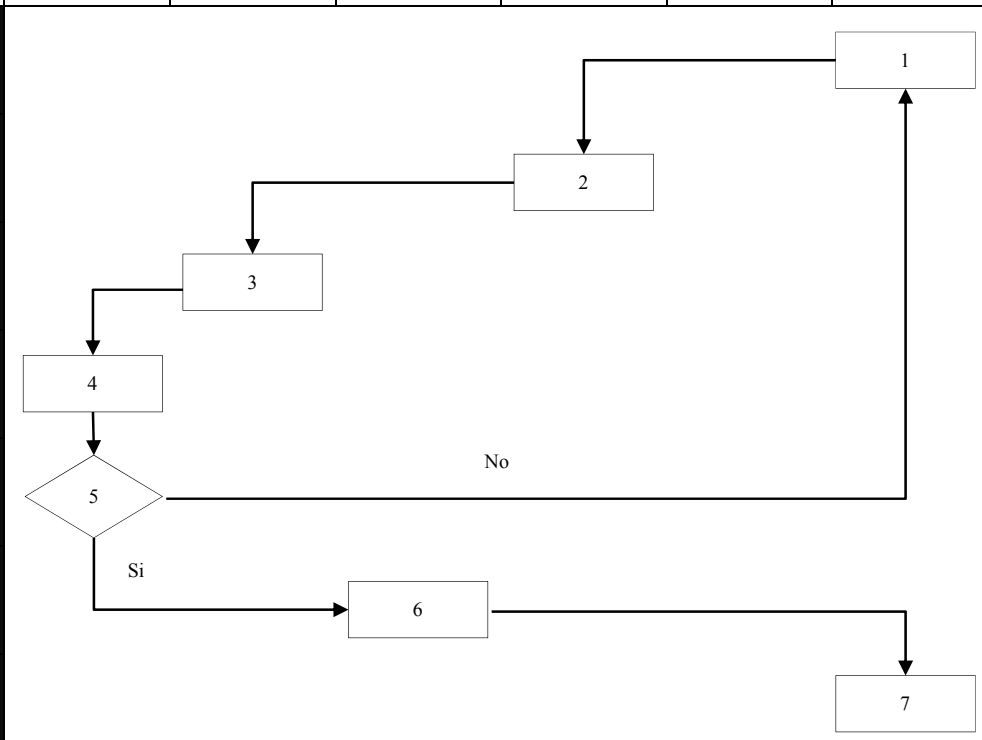


Figura 7.4 Diagrama Cualitativo de Funcionamiento Interno

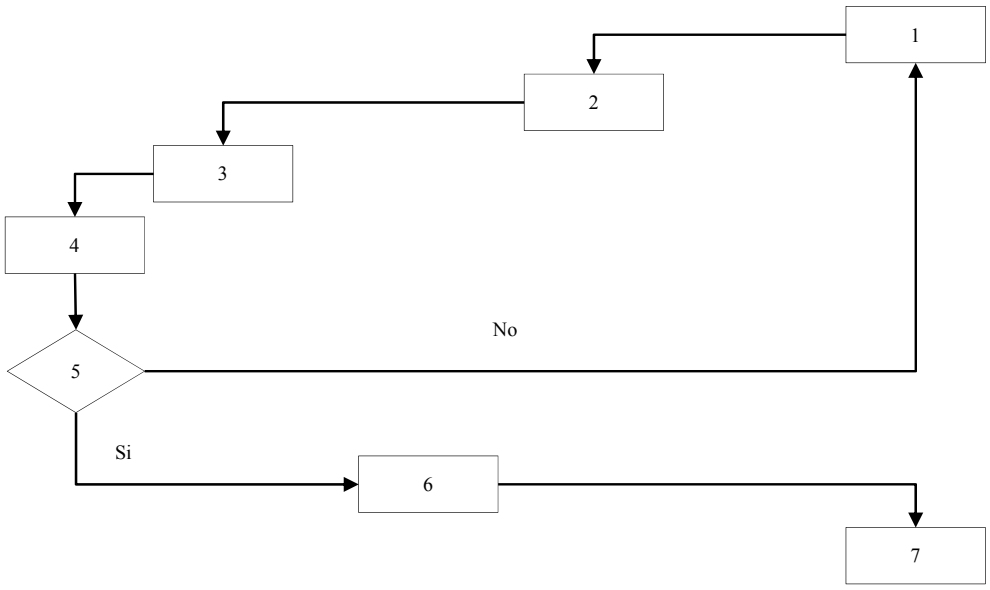
DIAGRAMA CUALITATIVO	Gerencia General y Administración	Finanzas	Contraloría	Ingeniería	Producción	Mantenimiento
						

1	Requerimiento	Optimizar la planificación.
2	Evaluación Técnica	Estudio de Factibilidad (Parte 1: Viabilidad Técnica)
3	Evaluación Económica	Estudio de Factibilidad (Parte 2: Viabilidad Económica)
4	Evaluación Social	Estudio de Factibilidad (Parte 3: Viabilidad Social)
5	Decisión	Aprobación de Estudio de Factibilidad
6	Proceso Licitación	Acreditación, Convocatoria, Visita Técnica, Evaluación de Postores, Buena Pro
7	Ejecución Sistema	Ejecución / Inclúyase Mejora Continua

7.4.2.2.2. Diagramas cuantificados de los flujos internos.

Figura 7.5 Diagrama Cuantificado de los Flujos Internos

DIAGRAMA CUALITATIVO	Gerencia General y Administración	Finanzas	Contraloría	Ingeniería	Producción	Mantenimiento



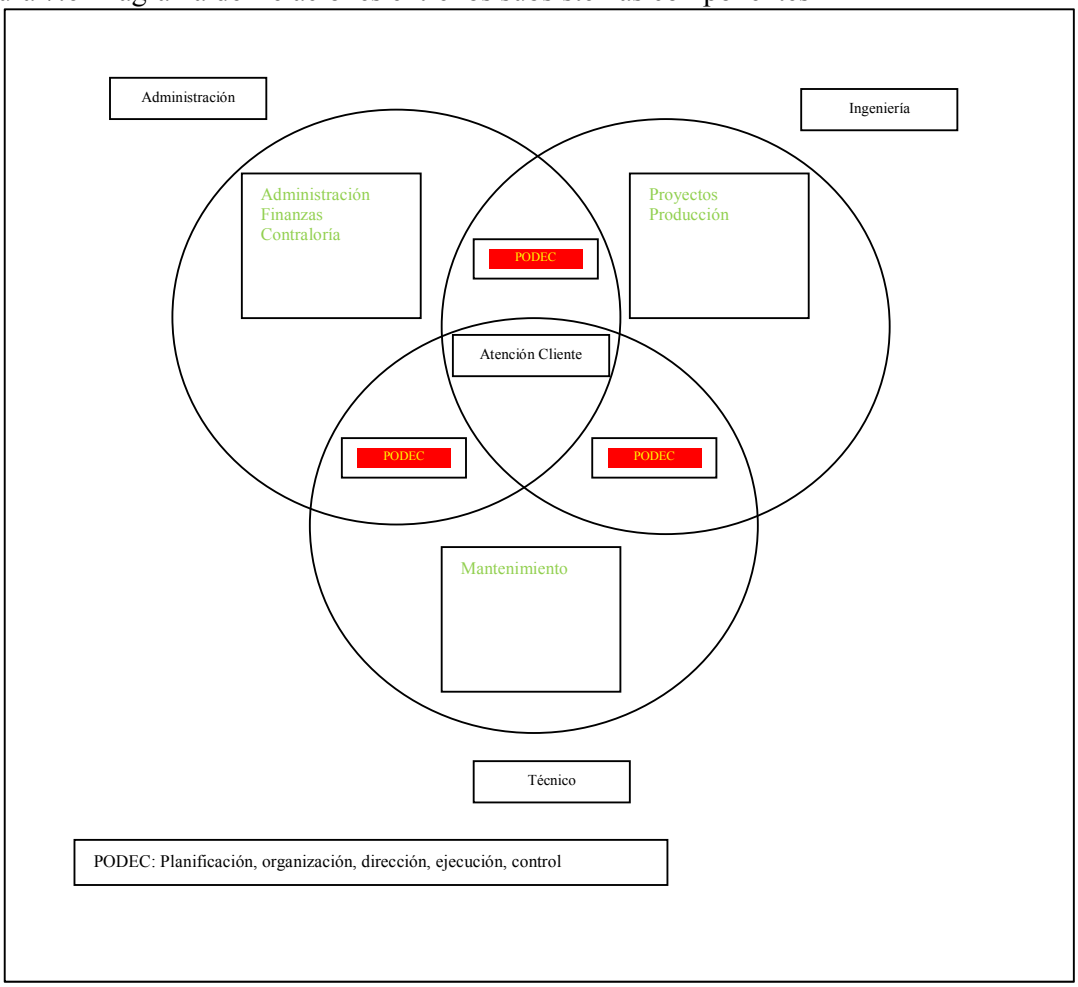
Nº	Operación	Tiempo	Recursos Financieros	Recursos Humanos	Mantenimiento	Producción	Seguridad y Salud Ocupacional
1	Requerimiento	1 semana	10% Monto Propuesto (Referencial) Estudio de Factibilidad	Staff Mantenimiento (Administrativos)	Base 100% (Indicadores Mantenimiento)	% Capacitad Instalada % Cumplimiento Metas producción	Base 100% (Indicadores SSO)
2	Evaluación Técnica	1 mes		Staff Ingeniería	-	-	-
3	Evaluación Económica	1 mes		Staff Finanzas	-	-	-
4	Evaluación Social	1 semana		Staff Administración	-	-	-
5	Decisión	1 semana		Staff Gerencia General	-	-	-
6	Contratación	2 meses		Staff Contraloría	-	-	-
7	Ejecución Sistema	2 años	Monto del Contrato[57]	Staff Mantenimiento	% Nuevo[58] (Indicadores Mantenimiento)	% Cap. Inst. % Cumpl. Metas prod.	% Nuevo (Indicadores SSO)

[57] El Monto puede ser aproximadamente US$ 2,000,000.00

[58] El nuevo porcentaje tiene como referencia Base 100% (Indicadores mantenimiento) del sistema actual.

7.4.2.3. Diagrama de relaciones entre los subsistemas componentes.

Figura 7.6 Diagrama de Relaciones entre los subsistemas componentes



7.4.3. Flexibilidad y adaptabilidad del sistema seleccionado con respecto al servicio deseado por los usuarios relevantes.

Tabla 7.27 Variaciones en las Entradas al Sistema

Variaciones en las entradas al sistema			
Posibles cambios en las entradas		Variables de evaluación de funcionamiento	Variables de corrección interna Acciones / Decisiones de gobierno interno necesarias para la continuidad del sistema
Entrada	Cambio		
Inversión	Presupuesto	Indicadores (Estudio Factibilidad)	Estudio Factibilidad
Información	Resultados Pruebas Técnicas	Indicadores Mantenimiento	Presupuestos PODEC
Contratista	Nueva Contratación	Tiempo Ejecución Postores Reglamento	Estudio Referencial
Comuna	Población Actual	Cantidad Satisfacción	EIA
Marco Legal	Nueva Legislación	Legislación Actual	Propuesta de Leyes
Normas Internacionales	Actualización	Certificados Acreditación	Homologación Procesos Corporativos / Empresariales
Stakeholders	Aparición Nuevas Entidades	Fortalezas Oportunidades Debilidades Amenazas	PE
Suministros	Calidad Cantidad	Proveedor	Requerimientos Especificaciones Requisiciones

PODEC: Planificación, Organización, Dirección, Ejecución, Control
EIA: Estudio Impacto Ambiental
PE: Planeamiento Estratégico

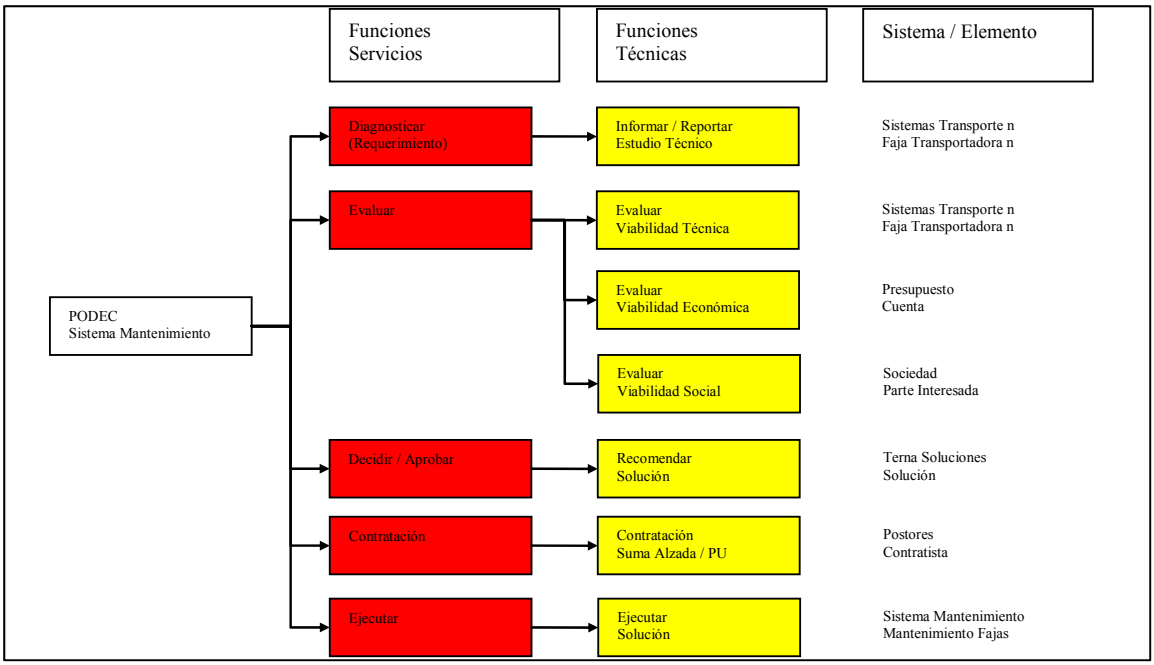
Tabla 7.28 Variaciones en las Salidas del Sistema

Variaciones en las salidas o resultados			
Posibles cambios en las salidas o resultados		Variables de evaluación o control de resultados	Variables de intervención externa Acciones / Decisiones de gobierno externo necesarias para la continuidad del sistema
Salida	Cambio		
Producto	Calidad Cantidad	Ventas Satisfacción Cliente	Retroalimentación
Cumplimiento Marco Legal	Impuestos Canon	Incumplimiento Legal	Fiscalización
Responsabilidad Social	Proyectos	Satisfacción Stakeholders	Asistencia Social SNIF EIA

EIA: Estudio Impacto Ambiental

7.4.4. Árbol de las funciones del servicio a proporcionar.

Figura 7.7 Árbol de las Funciones de Servicio



PODEC – Planificar, organizar, dirigir, ejecutar, controlar

7.5. Asignación de Actividades, Puestos y Perfiles de Trabajo a los Operadores del Sistema Seleccionado.

7.5.1. Operadores del sistema seleccionado.

Tabla 7.29 Operadores del Sistemas

Unidad Operativa	Tarea	Puesto de trabajo	
		Denominación	Cantidad
Ingeniería	2	Ingeniero de Diseño	2
	6	Administrador de Contratos	1
		Técnico de Contratos	1
Administración	3	Ingeniero de Costos	1
	4	Trabajador Social	1
	5	Presidente Ejecutivo	1
Técnica	1	Ingeniero de Mantenimiento	1
	7	Planificador	1
		Técnico	5

Tabla 7.30 Secuencia

	Tarea						
Unidad Operativa	1	2	3	4	5	6	7
Administración			P_3	P_4	P_5		
Ingeniería		P_2				P_6	
Técnica	P_1						H_1
							V_1
							A_1
Descripción	Requerimiento	Evaluación			Decisión	Contratación	Ejecución
		Técnica	Económica	Social			

Considérese del proyecto:

P_i – Planificar / Parte i
H_i – Hacer / Parte i
V_i – Verificar / Parte i
A_i – Actuar / Parte i

7.5.2. Los perfiles de trabajo y sus condiciones

7.5.2.1. Características de formación

Tabla 7.31 Características de Formación

Puesto de trabajo	¿Acción directa / función de gobierno?	Características de formación requerida
Ingeniero de Diseño	Acción Directa	Bachiller Título Profesional Área Académica: Ingeniería Preferencia: Ingeniería (Mecánica, Eléctrica) 2da Especialidad: Ingeniería de Mantenimiento
Administrador de Contratos	Acción Directa	Bachiller Título Profesional Área Académica: Ingeniería, Sociales Preferencia: Ingeniería (Mecánica, Eléctrica, Industrial, Química, Minas), Administración, Economía, Derecho
Ingeniero de Costos	Acción Directa	Bachiller Título Profesional Área Académica: Ingeniería Preferencia: Ingeniería (Mecánica, Eléctrica, Industrial, Química, Minas)
Trabajador Social	Acción Directa	Bachiller Título Profesional Área Académica: Sociales
Presidente Ejecutivo	Función Gobierno	Bachiller Título Profesional Área Académica: Ingeniería, Sociales
Ingeniero de Mantenimiento	Acción Directa	Bachiller Título Profesional Área Académica: Ingeniería Preferencia: Ingeniería (Mecánica, Eléctrica) 2da Especialidad: Ingeniería de Mantenimiento
Planificador	Acción Directa	Bachiller Título Profesional Área Académica: Ingeniería Preferencia: Ingeniería (Mecánica, Eléctrica)
Técnico	Acción Directa	Bachillerato Título Profesional Área Académica: Electrotecnia, Maquinaria de Planta

7.5.2.2. Cargas de responsabilidad de los operadores.

Tabla 7.32 Responsabilidades

Puesto de Trabajo	Responsabilidad
Ingeniero de Diseño	Evaluación Técnica - Realizar el estudio técnico - Determinar los Requisitos - Determinar y evaluar la viabilidad técnica del proyecto
Administrador de Contratos	Contratación - Realizar el proceso de licitación. - Recomendar el mejor postor para la ejecución del proyecto - Realizar la contratación con el postor ganador. - Administrar el contrato.
Ingeniero de Costos	Evaluación Económica - Realizar el estudio económico - Determinar y evaluar la viabilidad económica del proyecto
Trabajador Social	Evaluación Social - Realizar el Estudio de Impacto Ambiental - Determinar y evaluar la viabilidad social del proyecto.
Presidente Ejecutivo	Decisión - Elegir a un postor para la ejecución del proyecto.
Ingeniero de Mantenimiento	Diagnóstico del requerimiento. - Realizar el requerimiento de servicios.
Planificador	Ejecución* - Planeamiento de servicios.
Técnico	Ejecución* - Realizar los servicios planificados. (Inspecciones, servicios de mantenimiento)

*Considérese "Ejecución" como la puesta en marcha del Estudio de Factibilidad. (Inclúyase la Mejora Continua del Sistema)

7.5.2.3. Esquema de relaciones

Figura 7.8 Esquema de Relaciones

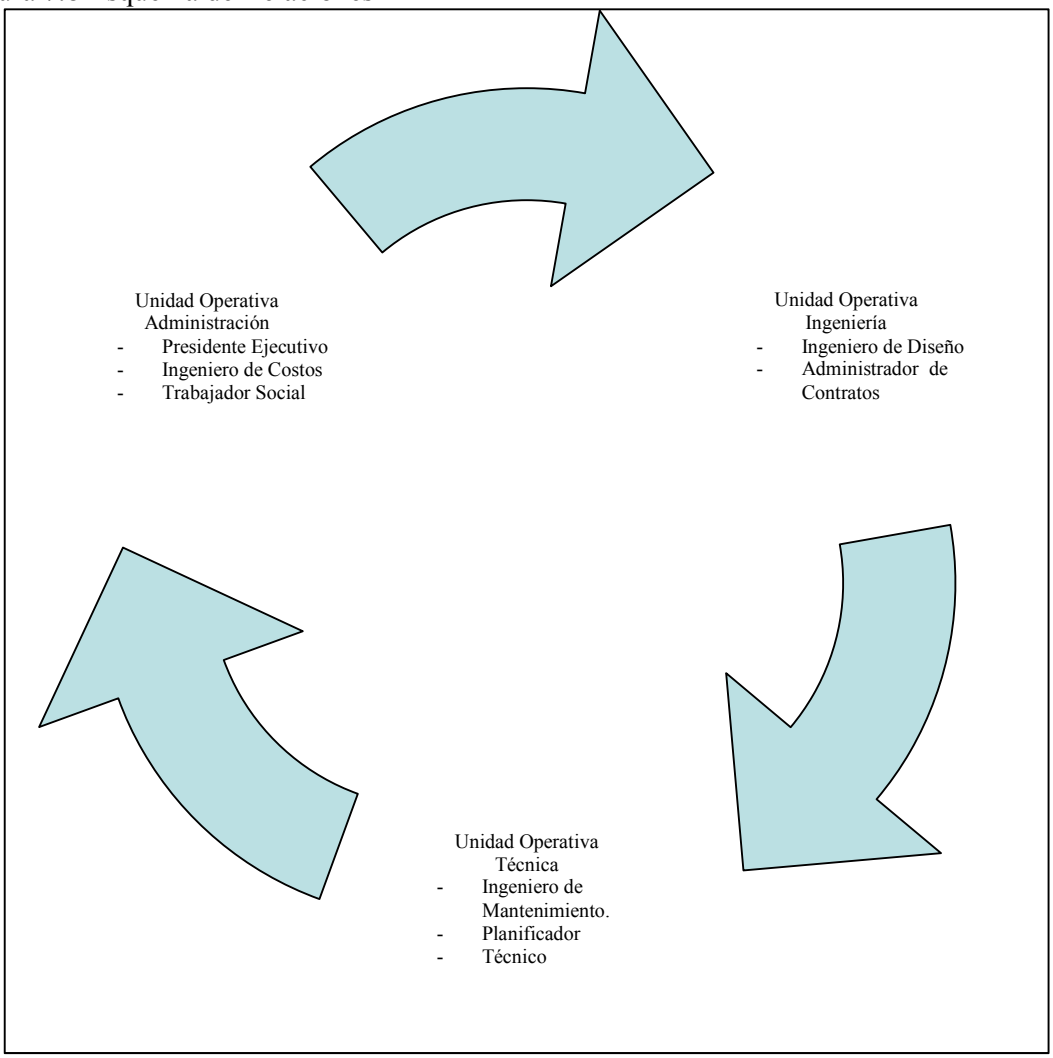
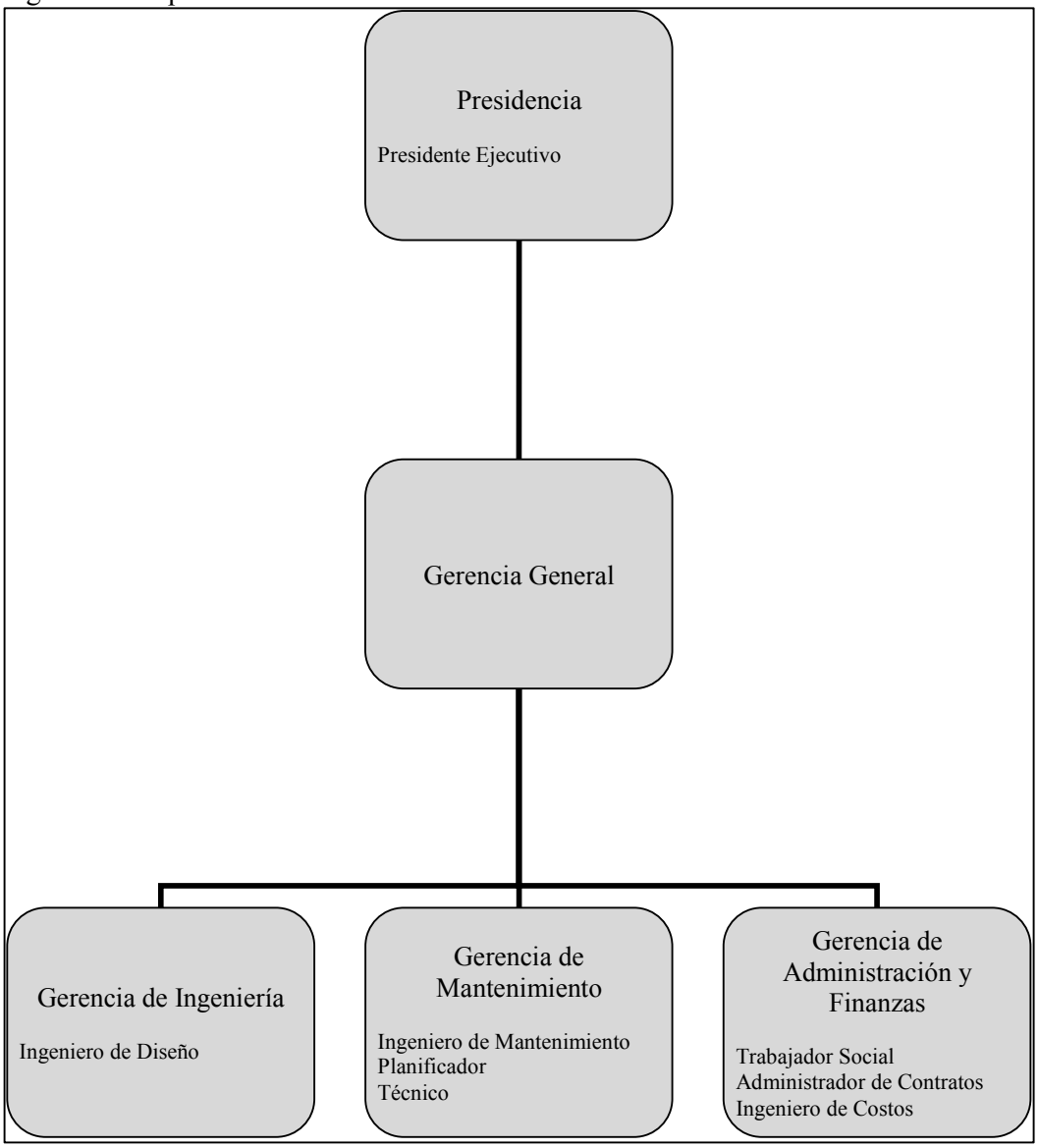


Figura 7.9 Esquema de Relaciones



7.5.3. Ambiente de trabajo

Tabla 7.33 Ambiente de Trabajo

Puesto de trabajo	Ambiente físico	Ambiente social*
Ingeniero de Diseño	Oficina (65%) Planta (25%) Taller (5%) Almacén (5%)	A1 / C14 / D1234 / E13 / F2
Administrador de Contratos	Oficina (75%) Planta (15%) Taller (5%) Almacén (5%)	A2 / B1 / C14 / D1234 / E13 / F2
Técnico de Contratos	Oficina (75%) Planta (15%) Taller (5%) Almacén (5%)	A2 / B1 / C14 / D1234 / E13 / F2
Ingeniero de Costos	Oficina (75%) Planta (15%) Taller (5%) Almacén (5%)	A2 / C2 / D1234 / E13 / F2
Trabajador Social	Oficina (30%) Campo (70%)	A2 / B1 / C13 / D1234 / E13 / F2
Presidente Ejecutivo	Oficina Varios	A1 / B1 / C13 / D1234 / E23 / F1
Ingeniero de Mantenimiento	Oficina (50%) Planta (25%) Taller (20%) Almacén (5%)	A2 / C1 / D1234 / E13 / F2
Planificador	Oficina (65%) Planta (5%) Taller (25%) Almacén (5%)	A2 / C14 / D1234 / E13 / F2
Técnico	Planta (60%) Taller (30%) Almacén (10%)	A3 / C14 / D1234 / E13 / F3

*La calificación se aplica conforme la tabla de evaluación expuesta en la Nota 2.

Nota 1

Considérense los distintos porcentajes para cada Ambiente Físico, como porcentajes de la jornada laboral.

Tabla 7.34 Ambiente Físico

Ambiente Físico	Elementos
Oficina	Cumplimiento LMP * Agente Físico, Agente Químico, Agente Biológico
Planta	Cumplimiento LMP Agente Físico, Agente Químico, Agente Biológico
Taller	Cumplimiento LMP Agente Físico, Agente Químico, Agente Biológico
Almacén	Cumplimiento LMP Agente Físico, Agente Químico, Agente Biológico

*LMP: Límite Máximo Permisible

Consideraciones:

- Considérese los LMP para Agentes Físicos, Químicos y Biológicos que figuran en el DS 055-2010-EM.
- Considérese para el Ambiente Físico "Planta" la posibilidad de incumplimiento de los LMP por incidentes.

Nota 2

Variables que definen el Ambiente Social

Tabla 7.35 Variables del Ambiente Social

Variable		Cualificación			
		1	2	3	4
A	Posibilidad de Iniciativa	Alta	Media	Baja	-
B	Status Social	Si	-	-	-
C	Forma y Grado de Comunicación	Interna - Frecuente	Interna - No Frecuente	Externa - Frecuente	Externa - No Frecuente
D	Forma y Grado de Cooperación	Relación Vertical	Relación Horizontal	Equipo	Personal
E	Forma y Grado de Representación	Sindicato Empresa	Sindicato Vertical	Sindicatos Oficios Varios	-
F	Estructuras y Tipo de Mando	Funcionario	Empleado	Obrero	-

7.5.3.1. Complejidad y dificultad intrínseca. Carga de trabajo.

Entiéndase la siguiente tabla como algunos de los atributos que puede caracterizar la carga de trabajo

Tabla 7.36 Tabla de Atributos

Carga Física				**Atributo**
Posible Incursión de Lesiones	Fatiga Muscular			a
	Lumbalgia			b
	Otras (Menor Incidencia)			c
Trabajo muscular	Dinámico	Esfuerzo Muscular		d
		Desplazamientos		e
		Manejo de Cargas		f
		Diseño Tarea		g
		Ajuste a la Capacidad Física		h
		Capacitación y Entrenamiento		i
	Estático	Posturas	Pie	j
			Sentado	k
		Trabajo Manual		l
		Trabajo Repetitivo		m
Espacio de Trabajo	Medidas Antropométricas	Cumplimiento		n
		Incumplimiento		e

Tabla 7.37 Carga Mental

Carga Mental		**Atributo**
Cantidad Información	Representativa	a
	No Representativa	b
Diseño Tarea		c
Trabajo	Cualificado	d
	Simple	e
Uso Funciones cognitivas o intelectivas	Alto	f
	Bajo	g
Ajuste Capacidad	Intelectual	h
	Emocional	i

Tabla 7.38 Carga de Trabajo

Puesto de trabajo	Carga física	Carga mental
Ingeniero de Diseño	eijklmn	Todos
Administrador de Contratos	eijklmn	Todos
Técnico de Contratos	eijklmn	Todos
Ingeniero de Costos	Ijklmn	Todos
Trabajador Social	egijkn	Todos
Presidente Ejecutivo	eijkn	Todos
Ingeniero de Mantenimiento	eijklmn	Todos
Planificador	eijklmn	Todos
Técnico	Todos	acdefghi

.

7.5.4. Habilidades y destrezas

Tabla 7.39 Habilidades y Destrezas

Puesto de trabajo	Habilidades y destrezas
Ingeniero de Diseño	abc / efgh
Administrador de Contratos	abc / ef
Técnico de Contratos	abc / ef
Ingeniero de Costos	abc / defg
Trabajador Social	abc / efg
Presidente Ejecutivo	abc / defg
Ingeniero de Mantenimiento	abc / defgh
Planificador	abc / defgh
Técnico	abc / efgh

Tabla de Competencias Básicas

Considérese el detalle de lo que comprende cada competencia según lo expuesto en SCAN[59]

Tabla 7.40 Competencias Básicas

Competencias Básica	
Habilidades Básicas	a
Aptitudes Analíticas	b
Cualidades Personales	c
Competencias Transversales	
Gestión Recursos	d
Relaciones Interpersonales	e
Gestión de Información	f
Comprensión Sistémica	g
Dominio Tecnológico	h

[59] *Secretary´s Commission on Achiving Necessary Skills(SCANS)*

7.5.5. Riesgos para el sistema, prevención y corrección.

Tabla 7.41 Riesgos para el Sistema, Prevención y Corrección

Puesto de trabajo	Posibles errores en la realización de las tareas	Repercusiones sobre el sistema	Decisiones para la prevención y corrección
Ingeniero de Diseño	Imprecisión (Valores del Expediente Técnico)	Incremento de acciones no planificadas. Incremento de Recursos	Consultor Externo
Administrador de Contratos	Selección de Contratista no adecuado.	Efectividad del Sistema Generación Adendas	Nueva Contratación Garantía
Técnico de Contratos	-	-	-
Ingeniero de Costos	Imprecisión (Resultados Económicos y Financieros)	Uso del Margen de Seguridad Generación de Adendas	Auditor Externo
Trabajador Social	Incumplimiento (Stakeholders)	Manifestaciones públicas de insatisfacción (Internas y Externas)	Concertación Conciliación
Presidente Ejecutivo	Juicio	Aprobación de Adendas	Consultor Externo Resolución Contratos
Ingeniero de Mantenimiento	Imprecisión (Toma Datos - Inspección Técnica)	Entradas del Sistema, Información (No conforme)	Consultor Externo Auditoría (Interna y Externa)
Planificador	Incumplimiento (Estándares de Servicios - Contrato)	Metas de Producción Abastecimiento Seguridad y Salud Ocupacional Recursos	Auditoría (Interna y Externa) Re Programación
Técnico	Incumplimiento (Procedimientos)	Metas de Producción Abastecimiento Seguridad y Salud Ocupacional Recursos	Capacitación Entrenamiento

Observación:

- Considérese la codificación aplicada como los eventos generales que pueden acontecer para el puesto de trabajo n; n puede ser cualquiera de los puestos propuestos para la ejecución del sistema.

Tabla 7.42 Códigos (Correspondencia con la tabla de códigos 7.43)

Puesto de trabajo	Posibles errores en la realización de las tareas	Repercusiones sobre el sistema	Decisiones para la prevención y corrección
n	B1-B4 / B5-B8	C1-C2 / C3-C4 / C5-C6 / C7-C8	D1 / D2 / D3 / D4 / D5 / D6 / D7 / D8

Tabla 7.43 Tabla de Códigos

	a	B	c	d
	Actividad	Error	Repercusión	Decisión (Corrección y Prevención)
1	PODEC	Eficiencia	Producto	Reproceso
2				Mejora Continua
3			Satisfacción	Reproceso
4				Mejora Continua
5		Eficacia	Producto	Reproceso
6				Mejora Continua
7			Satisfacción	Reproceso
8				Mejora Continua

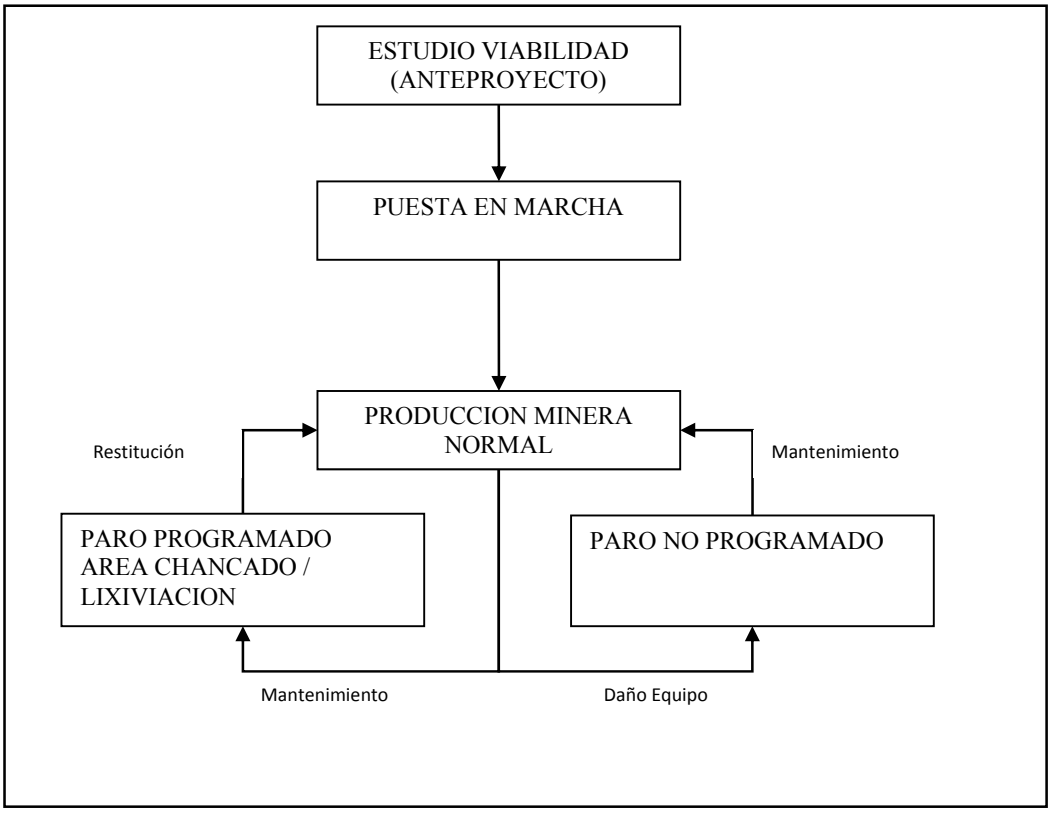
Tabla 7.44 PODEC

Actividad	**Abreviatura**
Planificación	P
Organización	O
Dirección	D
Economía	E
Control	C

7.6. Calidad del Servicio y Peligrosidad de la(s) unidad(es) de Operación Propuesta(as).

7.6.1. Los estados del sistema.

Figura 7.10 Estados del Sistema



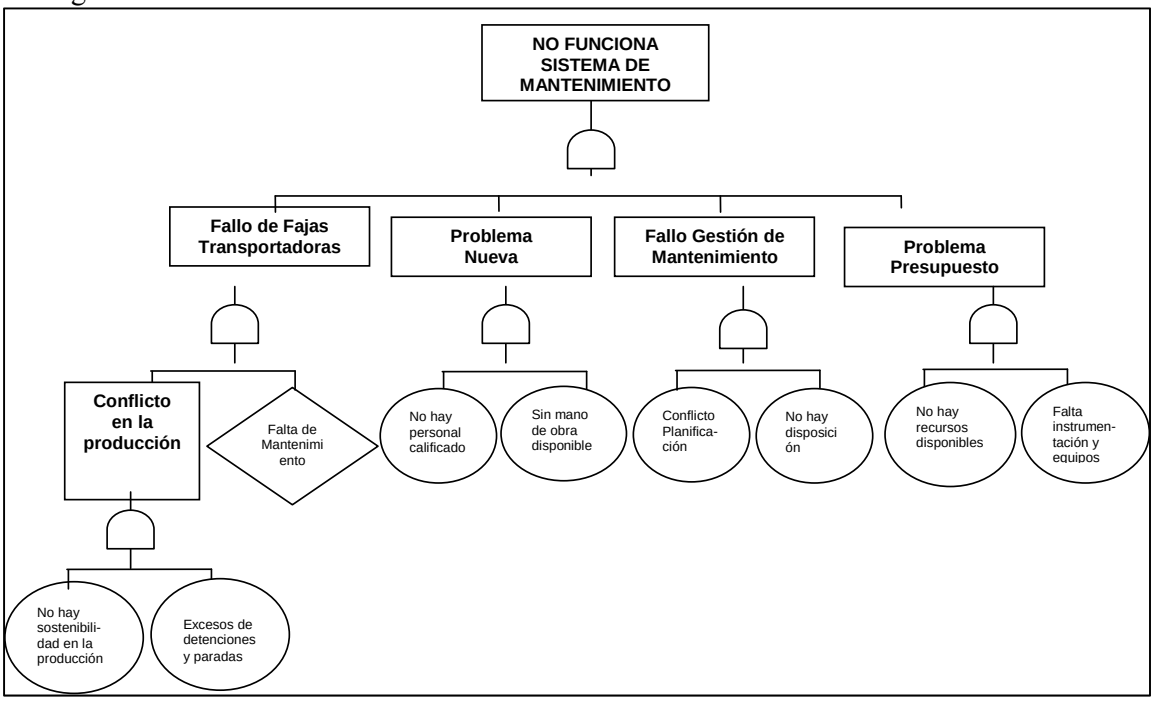
Descripción de los estados:

Estudio Viabilidad: Se realiza la evaluación técnica, financiera y social; validando si el sistema se encuentra operativo y funciona correctamente.
Puesta en Marcha: Periodo en que se inicia la operación del sistema.
Paro Programado Área Chancado/Lixiviación: Paro parcial del área, el cual se hace de forma controlada para el mantenimiento, evitando detenciones generales en la producción.
Paro No Programado: Paro de planta (de manera completa, o una porción de esta) que no obedece a una programación o planificación previa.
Producción Minera Normal: Fajas Transportadoras Operativas, estado correcto del proceso productivo.

7.6.2. Los fallos de las funciones de servicio del sistema propuesto.

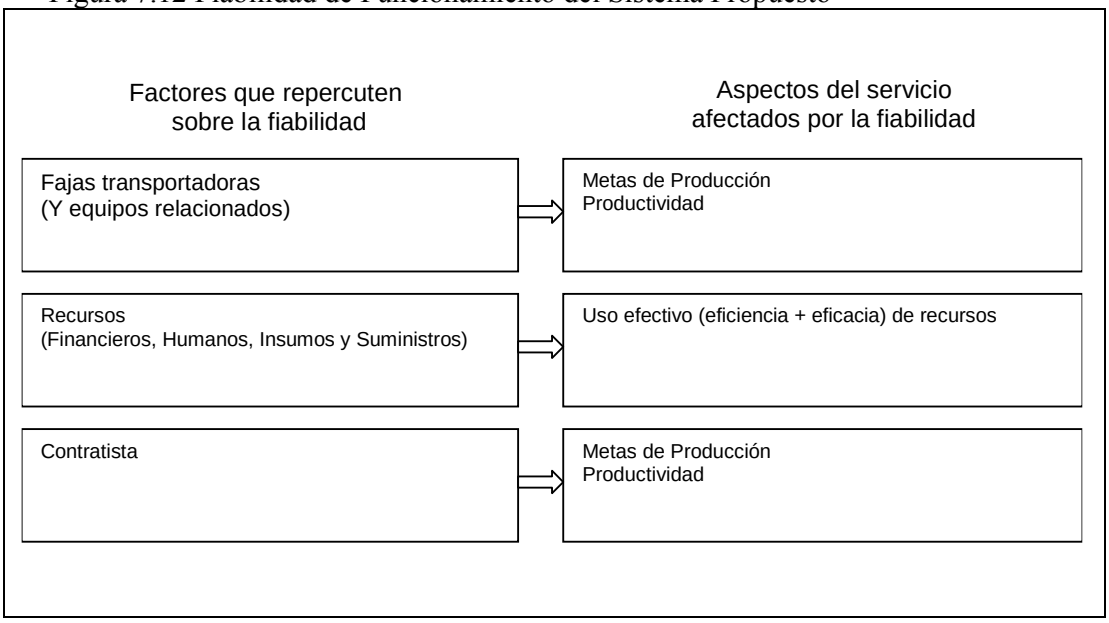
7.6.2.1. Árboles de fallos del sistema.

Figura 7.11 Árboles de Fallos de Sistema



7.6.2.2. La fiabilidad de funcionamiento del sistema propuesto.

Figura 7.12 Fiabilidad de Funcionamiento del Sistema Propuesto



7.6.2.3. Acciones sugeridas sobre las causas de los fallos.

Tabla 7.45 Acciones sugeridas sobre las Causas de Fallos

Causas de los fallos	Acciones sugeridas
Detención de máquinas: fajas transportadoras	Mantener Seguridad en el medio de trabajo
Instalación inadecuadas de Fajas Transportadoras	Seguir programa de inspecciones
Mantenimiento inadecuado, transmisión mal diseñada	Seguir procedimientos y programa de mantenimiento
Factores Ambientales	Conocer factores ambientales, corrosivos, etc.
Problema Nueva Contratación	Verificar mano de obra calificada y certificada
Fallo Gestión de Mantenimiento	Incorporar personal experimentado en planificación y gestión.
Problema Presupuesto	Tomar medidas eficientes en los recursos.

7.6.2.3.1. Acciones sugeridas sobre los factores que repercuten sobre la fiabilidad.

Tabla 7.46 Acciones sugeridas sobre los Factores que repercuten sobre la fiabilidad

Factores que repercuten sobre la fiabilidad	Acciones sugeridas
Fajas Transportadoras	Aplicación del Sistema de Gestión de Mantenimiento
Recursos Contratista	Planificación, organización, dirección, ejecución y control de Recursos.
Contratista	Contratación efectiva
Organización Empresarial	Mantención de los lineamientos y directrices de la empresa
Sistema de Reserva	Creación de un sistema de reserva

7.6.3. Peligrosidad que el sistema propuesto pueda representar para las personas.

7.6.3.1. Peligros por agresión directa de las máquinas.

Tabla 7.47 Peligros por Agresión Directa a las Máquinas

Máquina/ herramienta	Peligro/ riesgo/ lesión	Usuario afectado
Conveyor - Drive System - Faja - Estructura - Bastidores	Peligro: Presencia de ruido Riesgo: Exposición al ruido Lesión: pérdida parcial o total de la audición. Peligro: Presencia de sílice (dióxido de silicio, compuesto químico formado por la combinación de un átomo de silicio y dos de oxígeno.) contenida en material particulado. Riesgo: Exposición a la sílice contenida en material particulado. Lesión: enfermedad de Silicosis	SMCV, Contratista Mano de Obra
Prensa de Vulcanizar	Peligro: uso de herramientas hidráulicas y/o neumáticas. Riesgo: contacto con partículas o componentes de la herramienta proyectada. Lesión: golpes y/o heridas.	SMCV, Contratista Mano de Obra
Equipo Electrógeno	Peligro: Presencia de energía eléctrica en instalaciones de baja tensión. Lesión: Exposición al choque eléctrico. Lesión. Quemaduras o lesiones de distintos grados.	SMCV, Contratista Mano de Obra
Grúa	Peligro: desplazamiento de carga por medios mecánicos (tecles, puentes grúas y montacargas.	SMCV, Contratista Mano de Obra

	Riesgo: Exposición a la liberación súbita de energía personal propio o terceros. Atropellos. Lesión: golpes y/o lesiones. Peligro: desplazamiento vehicular área industrial y/o mina. Riesgo: accidentes de tránsito, aplastamiento, golpes. Lesión: golpes y/o heridas.	
Herramientas Varias - Neumáticas - Eléctricas	Peligro: uso de herramientas eléctricas y/o neumáticas. Riesgo: contacto con partículas o componentes de la herramienta proyectada. Lesión: golpes y/o heridas.	SMCV, Contratista Mano de Obra
Otras Maquinarias - Tambor Aglomerador (4) - Zaranda Banana (4)	Peligro: intervención (bloqueo/desbloqueo, detección de fallas, mantención o reparación) de equipos, maquinarias o instalaciones eléctricas con o sin equipo, maquinaria energizada o en funcionamiento. Riesgo: exposición al choque eléctrico o arco eléctrico, atrapamiento, caída distinto nivel. Lesión: golpes, heridas y/o quemaduras.	SMCV, Contratista Mano de Obra

7.6.3.2. Peligros provenientes de las salidas materiales para todos los usuarios del sistema.

Tabla 7.48 Peligros provenientes de las Salidas de Materiales

Salida	Peligro/ riesgo/ lesión	Usuario afectado
Faja Transportadora	Peligro: intervención (bloqueo/desbloqueo, detección de fallas, mantención o reparación) de equipos, maquinarias o instalaciones eléctricas con o sin equipo, maquinaria energizada o en funcionamiento. Riesgo: exposición al choque eléctrico o arco eléctrico, atrapamiento, caída distinto nivel. Lesión: golpes, heridas y/o quemaduras. Peligro: Componentes dañados. Riesgo: exposición a la liberación súbita de energía, aplastamiento. Lesión: golpes y/o lesiones por aplastamiento.	SMCV, Contratista Mano de Obra
Kit Empalme – Faja Textil - Cemento Vulcanizar - Goma Cojín - Solvente	Peligro: desplazamiento de carga por medios mecánicos. Riesgo: Exposición a la liberación súbita de energía personal propio o terceros. Atropellos. Lesión: golpes y/o lesiones.	SMCV, Contratista Mano de Obra
Kit Empalme – Faja Cable - Cemento Vulcanizar - Goma Cojín - Solvente - Cables	Peligro: desplazamiento de carga por medios mecánicos. Riesgo: Exposición a la liberación súbita de energía personal propio o terceros. Atropellos. Lesión: golpes y/o lesiones.	SMCV, Contratista Mano de Obra

7.6.3.3. Peligros para los operadores provenientes de las acciones directas a ejecutar.

Tabla 7.49 Peligros para los Operadores

Actividad	Peligro/ riesgo/ lesión	Operadores afectados
Servicios de Mantenimiento - Cambio y Empalme - Empalme - Reparaciones - Revestimientos en caucho	Peligro: intervención (bloqueo/desbloqueo, detección de fallas, mantención o reparación) de equipos, maquinarias o instalaciones eléctricas con o sin equipo, maquinaria energizada o en funcionamiento. Riesgo: exposición al choque eléctrico o arco eléctrico, atrapamiento, caída distinto nivel. Lesión: golpes, heridas y/o quemaduras. Peligro: uso de herramientas hidráulicas y/o neumáticas. Riesgo: contacto con partículas o componentes de la herramienta proyectada. Lesión: golpes y/o heridas.	SMCV, Contratista Mano de Obra

7.6.3.4. Sugerencias para el diseño del sistema con el fin de evitar peligros o riesgos.

Tabla 7.50 Sugerencias para el Diseño del Sistemas

Peligro		Procedencia del peligro (especificar la actividad, salida o máquina de la que proviene)	Medidas cautelares, correctivas, protectoras, cambios en los procesos
Equipos Energizados		Equipos y Maquinarias - Transportadores	- Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional Bloqueo Premisos de Trabajo Análisis de Riesgos Operacionales Equipo de Protección Personal
Trabajos críticos	Espacios Confinados	- Incumplimiento de Límites de Permisibles	- Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional Bloqueo Premisos de Trabajo Análisis de Riesgos Operacionales Equipo de Protección Personal
	Trabajo en altura	- Caídas	- Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional Bloqueo Premisos de Trabajo Análisis de Riesgos Operacionales Equipo de Protección Personal
	Izaje Crítico	- Cargas - Grúas - Condición sub estándar	- Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional Bloqueo Premisos de Trabajo Análisis de Riesgos Operacionales Equipo de Protección Personal
Contaminación		Insumos para los servicios	- Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional Bloqueo Premisos de Trabajo Análisis de Riesgos Operacionales - EPP

7.6.4. Impacto sobre el ambiente que puede generar el sistema propuesto

7.6.4.1. Informe Ambiental que identifique los impactos más significativos.

Tabla 7.51 Impactos Sociales más Significativos Matriz de identificación de impactos.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE FAJAS TRANSPORTADORAS DEL AREA DE LIXIVIACION (SMCV)			ACTIVIDADES EN DIFERENTES ESTADOS DEL CICLO DE VIDA								
			PREPARACIÓN Y PUESTA EN MARCHA				FASE DE FUNCIONAMIENTO				
			Componentes	Requerimiento Mano de obra	Tráfico de vehículos	Preparación equipos e insumos	Restructuración bases de licitación	Transporte material	Movimiento Tierra	Emisión polvo y polución	Emisión de ruidos
ASPECTOS AMBIENTALES	Medio Físico- Natural	Agua	Calidad Agua	–							
			Calidad Agua superficial	–							
			Calidad Agua subterránea						–		
			Disminución Recurso hídrico	–		–		–	–		
		Aire	Calidad Aire					–	–	–	–
			Ruidos y Vibraciones		–			–		–	–
		Suelo	Calidad Suelo		–				–	–	
			Capacidad uso		–			–	–	–	
		Flora	Diversidad y abundancia de especies	–			–	–	–		
		Fauna	Especies protegidas y en peligro	–			–	–	–		
	Medio Socioeconómico y cultural	Económico	Generación de empleo	+	+	+	+				
			Incremento impuestos	+	+	+	+				
			Cambio en el valor de la tierra	–							
		Social	Incremento índice demográfico	+				–			
			Educación	+	+	+	+				
			Salud	+							

			Seguridad	+							
			Modo de vida	+							
		Interés humano	Estético / paisajístico	+						–	–	–

7.6.4.2. Sugerencias para el diseño del sistema surgidas de la matriz.

Para un proyecto del rubro minero se deben tomar medidas y evaluar su impacto ambiental, identificando las interacciones ambientales del proyecto, la estimación de los impactos, la importancia del impacto. Determinando medidas de mitigación o compensación para impactos significativos. Formulando un plan de manejo ambiental, ejecutados por especialistas en relación a programas de monitoreo, mitigación, prevención, medidas de contingencia, otros programas o inversiones.

7.6.5. Legislación vigente sobre seguridad y ambiente.

7.6.5.1. Legislación sobre seguridad aplicable al proyecto.

Tabla 7.52 Legislación de Seguridad

Número o nombre de la norma	Aspectos que regula aplicables al proyecto
Ley 29793	Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo
OHSAS 18001	Seguridad y Salud Laboral
EM DS 055-2010	Decreto Supremo - Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería (Agosto 2010- Perú)
D.S. N° 018-92-EM.	Reglamento de Procedimientos Mineros. (08.09.92) Perú

7.6.5.2. Legislación ambiental aplicable al proyecto.

Tabla 7.53 Legislación Ambiental

Número o nombre de la norma	Aspectos que regula aplicables al proyecto
ISO 14001	Sistema de Gestión Medioambiental (SGM)
Decreto Legislativo Nº 613 (08-09-90)	Código del Medio Ambiente y los recursos naturales (Perú)

7.7. Especificaciones para el diseño del sistema real

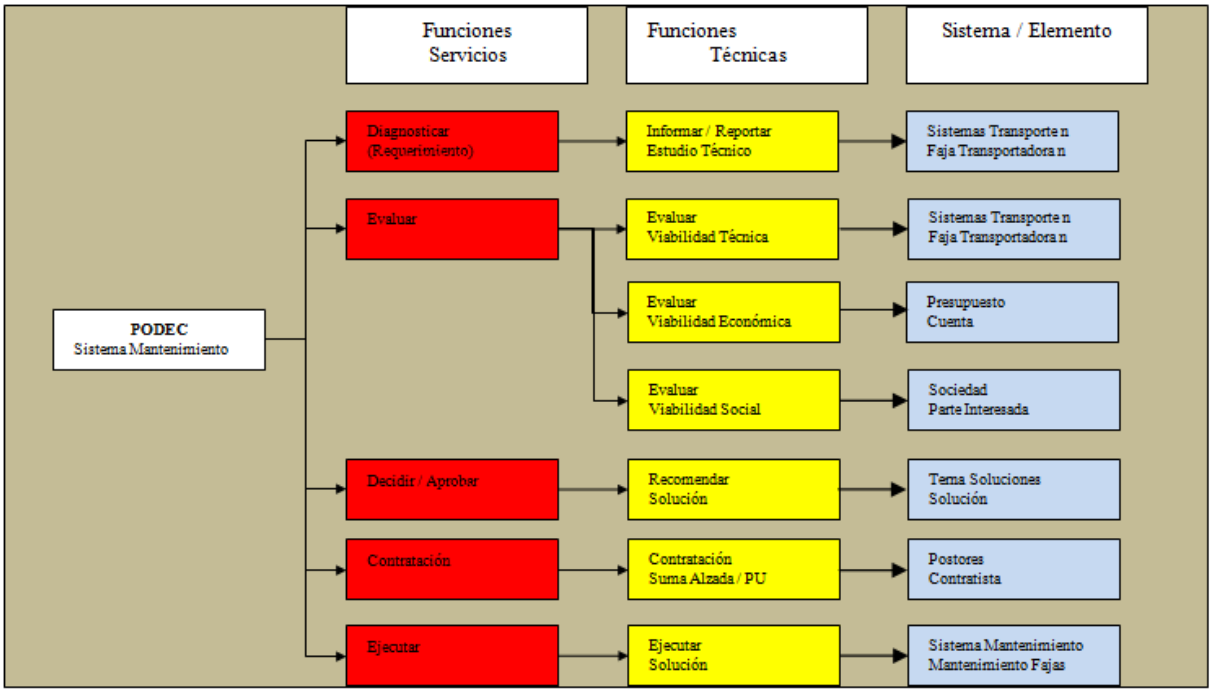
7.7.1. Los acuerdos de compromiso

Tabla 7.54 Acuerdos de Compromiso

Requisitos que el proyecto se compromete a satisfacer	Justificación ¿Por qué es importante satisfacer tal requisito?
Capital humano capacitado y entrenado técnicamente	Capitación calificada a una cantidad mínima de trabajadores
Espacio físico para el desarrollo e innovación	Implementar desarrollos innovadores en ciertos procesos (innovar de forma progresiva)
Generación de ambiente que estimule la orientación al cliente.	La misión y visión del área de mantenimiento, deberán estar alineadas para desarrollar un trabajo en equipo y satisfacer de la mejor manera las necesidades de los clientes.
Adquisición de activos	Administrar los activos con inteligencia, mantener los equipos y herramientas para que su vida útil perdure.
Instrumentación, instalaciones y equipos necesarios y adecuados.	Cuidar y mantener los activos, de manera que perduren en el tiempo. El sistema logístico deberá ser riguroso en el cuidado de éstos.
Sostenibilidad de la producción	Controlar procesos dependientes de las Fajas Transportadoras, verificar y ejecutar inspecciones programadas y mediciones para evitar detenciones productivas.
Seguridad en el medio de trabajo	El personal mantenedor debe seguir procedimientos de seguridad.

7.7.2. Árbol de las funciones del servicio a proporcionar

Figura 7.13 Árbol de Funciones del Servicio



PODEC – Planificar, organizar, dirigir, ejecutar, controlar

7.7.3. Objetivos de las funciones más relevantes del árbol

Tabla 7.55 Objetivos de la Funciones más importantes del Sistema

Funciones relevantes del sistema	Objetivos de las funciones	Justificación de su relevancia
Informar	El sistema de fajas trasportadoras	-Informar de todos los beneficios que traería consigo el mantenimiento de fajas transportadoras y la reducción considerable de sus costos y tiempos haciendo de esa manera más eficiente el proceso productivo de SMCV
Evaluar	-Viabilidad del proyecto (técnica, económica y social) -Presupuestos -Parte interesada	Uso efectivo (eficiencia + eficacia) de recursos
Recomendar	Posibles soluciones	Mantenimientos: -preventivos diarios semanales y anuales -Overhaul de fajas transportadoras
Contratación	Postores	Reducción de costes -Metas de Producción Productividad
Ejecución	Sistema de mantenimiento Mantenimiento de fajas	-Metas de Producción Productividad

7.7.4. Especificaciones de diseño de los elementos que componen el sistema

Tabla 7.56 Especificaciones de Elementos que componen el Sistema

Funciones relevantes	Elementos necesarios para el cumplimiento de la función	Especificaciones de diseño de los elementos componentes
Diagnostico (Requerimientos)	Estudio técnico, informes, reportes.	Monitoreo y Medición Mediciones del desempeño (Cumplimiento Legal) Registros
Evaluación y Planificación	Evaluación: Viabilidad técnica, económica, social; profesionales calificados (ingenieros y técnicos). Normas de gestión Ambiental, normas de seguridad y salud ocupacional. Legislación actual (Perú). Recurso económico y presupuesto.	Identificación de elementos críticos para la gestión (Peligros, Aspectos Ambientales) Requerimientos Legales y compromisos. Objetivos y Metas de Gestión Programas Integrados de Gestión.
Decisión / Aprobación	Solución. Profesionales calificados (ingenieros y técnicos). Recursos económicos.	Evaluación de la efectividad del proceso. Toma de decisiones para la aprobación.
Contratación	Bases Técnicas y administrativas para Licitación. Acreditación, Convocatoria, Visita Técnica, Evaluación de Postores, Verificación de propuestas. Garantías. Mano de obra calificada y capacitada de parte de empresas contratistas. Administración de contratos.	Implementación y operación. Estructura y responsabilidad. Documentación del sistema. Control de documentos. Comunicación y Consulta Control operacional Preparación y respuestas ante emergencias. Capacitación.
Ejecución sistema, Mantenimiento a fajas transportadoras	Plan de mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo. Equipos y herramientas adecuadas. Mano de obra calificada y capacitada. Supervisión de seguridad y salud ocupacional. Control operacional. Investigación de incidentes. Transporte.	Control operacional, procedimientos operativos de las unidades. Preparación y respuestas ante emergencias. Fiscalización. Capacitación. Mejora continua.

7.7.5. Diseño del presupuesto, el programa de inversión y el balance de funcionamiento

7.7.5.1. Presupuesto

Se presenta a continuación los precios para cada servicio. Cada uno de estos precios tiene como fundamento un presupuesto al cual se hace referencia en cada tabla[60]. Los presupuestos se pueden consultar en el Anexo 3.

[60] Los presupuestos fueron elaborados de manera referencial.

Tabla 7.57 Tarifario de Servicios, Servicio de Cambio y Empalme de Fajas

ITEM	DESCRIPCION		GARANTIA MINIMA DEL EMPALME (Ton.)	TIEMPO DE EJECUCION ESTANDAR (Hrs.)	TIEMPO DE EJECUCION PROPUESTO (Hrs.)	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad)	PRESUPUESTO
1	FAJA1	Faja1, 60" Ancho, EP 2000/5 Pliegues, 374 m. longitud.	18,000,000	12	12	4106	181
2	FAJA2	Faja2, 72" Ancho, EP 1500/6 Pliegues, 28 m. longitud.	7,000,000	10	12	4027	182
3	FAJA3 **(Como Injerto de 400 m)**	Faja3, 60" Ancho, EP 2000/5 Pliegues, 400m. Longitud.	18,000,000	16	20	8224	183
4	FAJA3 **(Como cambio total)**	Faja3, 60" Ancho, EP 2000/5 Pliegues, 1032m. Longitud.	18,000,000	28	30	8923	217
5	FAJA4	Faja4, 60" Ancho, EP 2000/5 Pliegues, 386m. Longitud.	18,000,000	12	12	3830	184
6	FAJA101	Faja101, 60" Ancho, EP 800/4 Pliegues, 56m. Longitud.	14,000,000	9	9	4066	185
7	FAJA102	Faja102, 60" Ancho, EP 1200/4 Pliegues, 22m. Longitud.	7,000,000	9	8	3541	186
8	FAJA103	Faja103, 48" Ancho, EP 1200/4 Pliegues, 136m. Longitud.	14,000,000	8	8	3704	187
9	FAJA103A	Faja103A, 54" Ancho, EP 1600/6 Pliegues, 74m. Longitud.	12,000,000	12	10	4107	188
10	FAJA103B	Faja103B, 54" Ancho, EP 1600/6 Pliegues, 74m. Longitud.	12,000,000	12	10	3890	189
11	FAJA104	Faja104, 48" Ancho, EP 800/4 Pliegues, 54m. Longitud.	7,000,000	8	7	3541	190
12	FAJA6	Faja6, 48" Ancho, EP 800/5 Pliegues, 160m. Longitud.	7,000,000	11	11	3533	191
13	FAJA105	Faja105, 60" Ancho, EP 1200/4 Pliegues, 130m. Longitud.	14,000,000	11	11	4074	192
14	FAJA106	Faja106, 48" Ancho, EP 800/4 Pliegues, 125m. Longitud.	7,000,000	8	8	3597	193
15	FAJA107	Faja107, 48" Ancho, EP 800/4 Pliegues, 105m. Longitud.	7,000,000	8	8	3200	194
16	FAJA1A	Faja1A, 60" Ancho, EP 2000/5 Pliegues, 265m. Longitud.	14,000,000	12	12	4519	195
17	FAJA1B	Faja1B, 60" Ancho, EP 2000/5 Pliegues, 31m. Longitud.	7,000,000	10	10	3534	196

18	FAJA MERRICK (En frío)	Faja, 72" Ancho, EP 800/4 Pliegues, 9m. Longitud.	2,400,000	4	4	2811	197
19	FAJA MERRICK (En caliente)	Faja, 72" Ancho, EP 800/4 Pliegues, 9m. Longitud.	2,400,000	4	4	2728	281
20	FAJA2A	Faja2A, 48" Ancho, EP 2000/5 Pliegues, 315m. Longitud.	16,000,000	12	12	4217	198
21	FAJA3A	Faja3A, 60" Ancho, EP 2000/5 Pliegues, 265m. Longitud.	16,000,000	12	12	4060	199
22	FAJA4A	Faja4A, 60" Ancho, EP 2000/5 Pliegues, 33m. Longitud.	7,000,000	10	10	4218	200
23	FAJA7	Faja7, 48" Ancho, EP 2000/5 Pliegues, 365m. Longitud.	14,000,000	12	12	3780	201
24	FAJA MUEST.1	Faja Muestreador 1, 18" Ancho, EP 600/4 Pliegues, 10 m longitud	60,000,000	8	6	2272	202
25	FAJA MUEST.2	Faja Muestreador 2, 24" Ancho, EP 500/4 Pliegues, 35 m longitud	60,000,000	8	7	2342	203
26	FAJA AGLOMERACION 1	FAJA TRANSPORTADORA 36" PIW 360, RMA II 6/3	18,000,000	8	7	2671	204
27	FAJA AGLOMERACION 5 (COLECTORA)	FAJA TRANSPORTADORA 48" EP 800/5, RMA1 8/2	7,000,000	10	9	3781	205
28	FAJA RADIAL AGLOMERACION	FAJA TRANSPORTADORA DE 48" EP-630/4	22,000,000	10	7	3086	206
29	FAJA OVERLAND	ST2500/ECO BELT, COVER SWR, ANCHO 42"	55,000,000	48	56	7150	207
29	FAJA OVERLAND **(Injerto de 2100 metros o menos)**	ST2500/ECO BELT, COVER SWR, ANCHO 42"	55,000,000	36	42	15684	273
30	FAJA TRIPPER MAIN **(Injerto de 700 metros o menos)**	FLEXSTEEL CONVEYOR BELT 42" WIDTH X 656'LG, ST 16OO X 5/16" X 1/4" **.**	55,000,000	30	16	7771	208
31	CV08	ST2500 , COVER SX/EW, ANCHO 42"	55,000,000	12	32	13184	218
32	TRIPPER CROSS	FAJA TRANSPORTADORA DE 48" EP-630/4	7,000,000	6	6	2958	209
33	PORTABLES 1 a la 39	FAJA TRANSPORTADORA 42" EP 800/4, RMA1 6/2	7,000,000	6	6	2786	210
34	FAJA RADIAL 42"	FAJA TRANSPORTADORA 42" EP 800/4, RMA1 6/2	7,000,000	10	10	3493	211

35	FAJA TELESCOPICA	FAJA TRANSPORTADORA 42" EP 800/4, RMA1 6/2	7,000,000	6	6	2786	219
36	FAJA HORIZONTAL 42"	FAJA TRANSPORTADORA 42" EP 800/4, RMA1 6/2	7,000,000	10	10	3480	212
37	FAJA RADIAL 54"	FAJA TRANSPORTADORA 54" EP 1000/4, 1/4"/1/8" - RESISTENTE AL ACIDO	7,000,000	10	10	3902	213
38	FAJA HORIZONTAL 54"	FAJA TRANSPORTADORA 54" EP 1000/4, 1/4"/1/8" - RESISTENTE AL ACIDO	7,000,000	10	10	3909	214
39	FAJA EIMCO (PLANTA) 14"	FAJA EIMCO (PLANTA) 14" RESISTENTE AL ACIDO	12 MESES	4	4	1454	215

Nota 1: Proveedor deberá indicar marca y procedencia de Kit de empalme a Utilizar
Nota 2: Considerar para los casos de injerto de faja no contemplados en esta tabla, que el primer empalme y pasada de faja se tomará según costo de Cambio y empalme de acuerdo a esta tabla (Tabla 2). Para el empalme adicional (segundo extremo) se considerará como un servicio de unión de fajas de acuerdo a la tabla 4 del anexo 3.
Nota 3: Garantía mínima en condiciones normales de operación.
Nota 4: Los precios no incluyen la prensa de vulcanizado.
Nota 5: Frecuencia de Servicio 1 vez cada 2 años.

Tabla 7.58 Tarifario de Servicios, Preparación de Faja con Ancho de Faja a la Medida

ITEM	DESCRIPCION	TIEMPO DE PREPARACION ESTANDAR (Hrs.)	TIEMPO DE PREPARACION PROPUESTO (Hrs.)	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad)	PRESUPUESTO
1	FAJA 36"	6	5	801	221
2	FAJA 42"	6	5	680	222
3	FAJA 48"	6	6	730	223
4	FAJA 54"	8	8	910	224
5	FAJA 60"	8	8	1050	225
6	FAJA 72"	8	8	750	226
7	01 KIT FORROS AGLOMERADOR	16	12	1464	236
8	1/2 KIT FORROS AGLOMERADOR	12	8	1158	237
9	1/4 KIT FORROS AGLOMERADOR	8	6	796	238

(Incluye el enrollado de longitudes menores a 400 m)

Tabla 7.59 Tarifario de Servicios, Preparación de Faja con Ancho de Faja a la Medida

ITEM	DESCRIPCION	TIEMPO DE PREPARACION ESTANDAR (Hrs.)	TIEMPO DE PREPARACION PROPUESTO (Hrs.)	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad)	PRESUPUESTO
1	FAJA 42" a 36"	12	8	823	227
2	FAJA 48" a 42"	12	8	785	228
3	FAJA 54" a 48"	12	8	952	229
4	FAJA 60" a 48"	12	8	1096	230
5	FAJA 60" a 54"	12	8	1096	231
6	UNION DE 2 FAJAS HASTA 72" (*)	16	8	1667	232

(Considerar precio en base a tramo de faja de 100m)

Tabla 7.60 Tarifario de Servicios, Enrollado de Faja

ITEM	DESCRIPCION	TIEMPO DE ENROLLADO ESTANDAR (Hrs.)	TIEMPO DE ENROLLADO PROPUESTO (Hrs.)	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad)	PRESUPUESTO
1	FAJA 42" Enrollado hasta 700 m	16	16	2345	233
2	FAJA 42" Enrollado hasta 2100 m	24	48	2725	234
3	FAJA 60" Enrollado hasta 800m	16	28	2798	235

(*) Incluye empalmes y cortes.

Tabla 7.61 Tarifario de Servicios, Unión de Tramos de Fajas de Caucho con Lona

ITEM	DESCRIPCION	TIEMPO DE UNION ESTANDAR (Hrs.)	TIEMPO DE UNION PROPUESTO (Hrs.)	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad)	PRESUPUESTO
1	UNION DE TRAMOS 36"	12	7	2003	239
2	UNION DE TRAMOS 42"	12	8	2361	240
3	UNION DE TRAMOS 48"	16	8	2948	241
4	UNION DE TRAMOS 54"	24	10	3559	242
5	UNION DE TRAMOS 60"	24	10	3452	243

Nota1: Se toma en cuenta desde que los tramos a unir se encuentran en zona de trabajo.
Nota2: Los precios no incluyen la prensa de vulcanizado.

Tabla 7.62 Tarifario de Servicios, Unión de Tramos de Fajas de Caucho con cable de acero

ITEM	DESCRIPCION	TIEMPO DE UNION ESTANDAR (Hrs.)	TIEMPO DE UNION PROPUESTO (Hrs.)	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad)	PRESUPUESTO
1	UNION DE TRAMOS 42"	16	12	3635	244

Nota1: Se toma en cuenta desde que los tramos a unir se encuentran en zona de trabajo.
Nota2: Los precios no incluyen la prensa de vulcanizado.

Tabla 7.63 Tarifario de Servicios, Reparación Mediante SC4000 y Parche Cinta

ITEM	DESCRIPCION	AREA A REPARAR	Frecuencia Estimada*	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad). FAJA DE LONA y CABLE EN FRIO	PRESUPUESTO	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad). FAJA DE LONA EN CALIENTE	PRESUPUESTO	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad). FAJA DE CABLE EN CALIENTE	PRESUPUESTO
1	DAÑO MENOR	<= 196 Pulg² (14"x14")	60	541	248	720	254	949	256
2	DAÑO MEDIANO	>= 197 Pulg² hasta <=324 Pulg² (18"x18")	45	564	246	792	249	980	252
3	DAÑO MAYOR	>= 325 Pulg² hasta <=484 Pulg² (22"x22")	45	804	247	1042	250	1396	253

Nota1: Las frecuencias indicadas son referenciales, por lo que solo se indican para efectos de cálculo de carga de trabajo y posterior dimensionamiento de los recursos para prestar el servicio

Nota2: La ejecución se deberá coordinar con el usuario.

Nota3: Los precios no incluyen la prensa de vulcanizado de requerirse.

Tabla 7.64 Tarifario de Servicios, Reparación Mediante Devcon/Fourthane

ITEM	DESCRIPCION	AREA A REPARAR	Frecuencia Estimada*	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad). FAJA DE LONA y CABLE EN FRIO	PRESUPUESTO	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad). FAJA DE LONA EN CALIENTE	PRESUPUESTO	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad). FAJA DE CABLE EN CALIENTE	PRESUPUESTO
1	DAÑO MENOR	<= 196 Pulg² (14"x14")	60	909	282	NA		NA	
2	DAÑO MEDIANO	>= 197 Pulg² hasta <=324 Pulg² (18"x18")	45	1143	283	NA		NA	
3	DAÑO MAYOR	>= 325 Pulg² hasta <=484 Pulg² (22"x22")	45	1377	284	NA		NA	

Nota1: Las frecuencias indicadas son referenciales, por lo que solo se indican para efectos de cálculo de carga de trabajo y posterior dimensionamiento de los recursos para prestar el servicio

Nota2: La ejecución se deberá coordinar con el usuario.

Nota3: Los precios no incluyen la prensa de vulcanizado de requerirse.

Tabla 7.65 Tarifario de Servicios, Reparación Mediante SC4000 y Parche Cinta

ITEM	DESCRIPCION	AREA A REPARAR	Frecuencia Estimada*	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad).	PRESUPUESTO
1	DAÑO MENOR	<= 196 Pulg² (14"x14")	10	478	255 (60%)
2	DAÑO MEDIANO	>= 197 Pulg² hasta <=324 Pulg² (18"x18")	5	790	255
3	DAÑO MAYOR	>= 325 Pulg² hasta <=484 Pulg² (22"x22")	5	1180	255 (149%)

Nota1: Las frecuencias indicadas son referenciales, por lo que solo se indican para efectos de cálculo de carga de trabajo y posterior dimensionamiento de los recursos para prestar el servicio

Nota2: La ejecución se deberá coordinar con el usuario.

Nota3: Los precios no incluyen la prensa de vulcanizado de requerirse.

Tabla 7.66 Tarifario de Servicios, Reparación Mediante Devcon y Fourthane

ITEM	DESCRIPCION	AREA A REPARAR	Frecuencia Estimada*	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad).	PRESUPUESTO
1	DAÑO MENOR	<= 196 Pulg² (14"x14")	10	NA	
2	DAÑO MEDIANO	>= 197 Pulg² hasta <=324 Pulg² (18"x18")	5	NA	
3	DAÑO MAYOR	>= 325 Pulg² hasta <=484 Pulg² (22"x22")	5	NA	

Nota1: Las frecuencias indicadas son referenciales, por lo que solo se indican para efectos de cálculo de carga de trabajo y posterior dimensionamiento de los recursos para prestar el servicio

Nota2: La ejecución se deberá coordinar con el usuario.

Nota3: Los precios no incluyen la prensa de vulcanizado de requerirse.

Tabla 7.67 Tarifario de Servicios, Revestimiento de Poleas

RANGO DE AREA A REVESTIR (m^2)	Frecuencias Estimadas*	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad)	PRESUPUESTO
1.2 - 3.2	72	896	257
3.1 - 4	30	1119	258
4.1 - 5	16	1307	259
5.1 - 7	16	1617	260

Nota1: El revestimiento debe ser con jebe, sin lona, de 1/2" (13 mm) con una dureza de 60° Shore tipo de cocada. (SMCV entregará el caucho)
Nota2: Cualquier revestimiento debe realizarse como máximo en 8 horas.
Nota3: Revestimiento en frio. El contratista suministrará los consumibles (Pegamento, etc.)
Nota4: Las frecuencias indicadas son referenciales, por lo que solo se indican para efectos de cálculo de carga de trabajo y posterior dimensionamiento de los recursos para prestar el servicio

Tabla 7.68 Área de Reparación por Tamaño de Polea

ITEM	DESCRIPCION / TAMAÑO	AREA A REPARAR ($Pulg^2$)	AREA A REPARAR (m^2)
1	Polea de 18"x75"	4241.16	2.736237731
2	Polea de 30"x51"	4806.65	3.101069428
3	Polea de 30"x63"	5937.62	3.830732823
4	Polea de 30"x66"	6220.37	4.013148671
5	Polea de 36"x51"	5767.98	3.721283314
6	Polea de 36"x54"	6107.27	3.940182332
7	Polea de 36"x63"	7125.15	4.596879387
8	Polea de 36"x75"	8482.32	5.472475461
9	Polea de 42"x51"	6729.31	4.341497199
10	Polea de 42"x63"	8312.67	5.363025952
11	Polea de 48"x51"	7690.64	4.961711085
12	Polea de 54"x63"	10687.72	6.895319081

Tabla 7.69 Tarifario de Servicios, Revestimiento de Chutes y Bastidores y Zarandas

ITEM	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS	LUGAR DE TRABAJO	AREA A REVESTIR (m^2)	TIEMPO DE REPARACION ESTANDAR (Hrs.)	Frecuencia Estimada*	PRECIO UNITARIO (USD/Unidad)	PRESUPUESTO
1	Revestimiento de bastidores Zaranda B.1 y Zaranda B.2.	Caucho liso, sin lona de 1/2".Dureza Aprox. 50° Shore.	Taller	3.10	2.00	56	671	261
2	Revestimiento de bastidores Zaranda B.1 y Zaranda B.2.	Caucho liso, sin lona de 1/2".Dureza Aprox. 50° Shore.	Zaranda (campo)	3.10	3.00	10	855	262
3	Forrado de bastidor tubular Zaranda Tyler.	Caucho liso, de 3/8". Dureza Aprox. 50° Shore.	Taller	1.30	2.00	6	739	263
4	Forrado de tubo protector de eje excéntrico Zaranda Tyler.	Caucho liso, de 1/2".Dureza Aprox. 50° Shore.	Zaranda (campo)	9.70	6.00	6	739	263
5	Forrado de tubo protector de eje excéntrico Zaranda Tyler.	Caucho liso, de 1/2".Dureza Aprox. 50° Shore.	En piso (Chancadora Terciaria)	9.70	4.00	6	1178	264
6	Forrado de 1/8 tambor aglomerador	12 EA REMALINE 60-CN/2 04 EA LINER BAR C/Pernos y cintas selladoras	En tambor aglomerador (en campo)	10.00	4.00	12	1471	266
7	Forrado de 1/4 tambor aglomerador	25 EA REMALINE 60-CN/2 08 EA LINER BAR C/Pernos y cintas selladoras	En tambor aglomerador (en campo)	20.00	6.00	12	2075	267
8	Forrado 1/2tambor aglomerador	100 EA REMALINE 60-CN/25 32 EA LINER BAR C/Pernos y cintas selladoras	En tambor aglomerador (en campo)	40.00	10.00	8	3440	268

9	Forrado total tambor aglomerador	50 EA REMALINE 60-CN/25 16 EA LINER BAR C/Pernos y cintas selladoras	En tambor aglomerador (en campo)	80.00	16.00	8	6460	269

* Las frecuencias indicadas son referenciales, por lo que solo se indican para efectos de cálculo de carga de trabajo y posterior dimensionamiento de los recursos para prestar el servicio

Tabla 7.70 Tarifario de Servicios, Alquiler de Prensa

PRENSA PARA VULCANIZAR FAJA DE LONA / CABLE	PRECIO (USD) Hasta 6 hr.*	PRECIO (USD) De 7 a 10 hr.	PRECIO (USD) De 11 a 16 hr.	PRECIO POR HORA ADICIONAL MAYOR A 16 hrs.
42" CABLE	1500	1500	1500	62.50
HASTA 48" LONA	1200	1200	1200	50.00
HASTA 60" LONA	1600	1600	1600	66.50
HASTA 72" LONA	1950	1950	1950	81.50

Nota1: La presión del trabajo de la prensa debe estar entre 100 y 120 PSI.
Nota2: Incluye movilización y desmovilización de prensa
Nota3: El Tiempo de mínimo de alquiler es de 6 horas.

Tabla 7.71 Tarifario de Servicios, Factor Conversión

Factor	Valor	Concepto	Aplicación
Factor de emergencia	0.1	Trabajo de emergencia es un trabajo no planificado con por lo menos 36 horas de anticipación en el inicio de las coordinaciones entre personal Cerro Verde y Empresa contratista	Multiplicar al valor estándar del trabajo a desarrollarse si se trata de emergencia

Nota1: Que haya un supervisor disponible los 365 días del año, las 24 horas del día para
Nota2: iniciar el proceso de trabajo de emergencia.
Nota3: Que el personal y su supervisor se encuentren en garita de ingreso a la mina en no más de 02 horas para realizar el trabajo de emergencia desde que se comunica la misma.
Nota4: Que los materiales, herramientas y equipos estén disponibles para el trabajo.
Nota5: Que supervisor de Cerro Verde haga las coordinación de ingreso a la mina del personal contratista.

7.7.5.2. Programación de las inversiones

(+) Inversión Inicial	Inversión Intangible	Estudio de Factibilidad
		Contratación
		Gastos Administrativos
(+) Inversión Constante	Inversión Intangible	Administración de Contrato
		Gastos Administrativos

Se ha considerado lo siguiente:

Inversión Total	**(+) Inversión Inicial**	1% del COSTO para cada periodo (mensual) actualizado al Año 0 Mes 12
	(+) Inversión Constante	4% del COSTO por periodo (mensual)

Considérese COSTO como los costos totales por todos los servicios ejecutados. En un periodo de 2 años.

Tabla 7.72 Programación de Inversiones

AÑO	MES	Mes	Inversión Total	Inversíon (1% Costos) - Actualizado Año	Inversíon (4% Costos)	FD x IC1%	Inversíon (1% Costos) IC1%	Factor Descuento (FD)	Costos
0	9	-3	0.00		0.00				0.00
	10	-2	0.00		0.00				0.00
	11	-1	0.00		0.00				0.00
	12	0	22,219.36	22,219.36	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
1	1	1	4,726.56		4,726.56	1,166.94	1,181.64	0.99	118,164.00
	2	2	4,414.64		4,414.64	1,076.36	1,103.66	0.98	110,366.00
	3	3	4,271.60		4,271.60	1,028.53	1,067.90	0.96	106,790.00
	4	4	5,156.48		5,156.48	1,226.14	1,289.12	0.95	128,912.00
	5	5	4,963.56		4,963.56	1,165.58	1,240.89	0.94	124,089.00
	6	6	4,754.92		4,754.92	1,102.70	1,188.73	0.93	118,873.00
	7	7	4,814.40		4,814.40	1,102.60	1,203.60	0.92	120,360.00
	8	8	4,731.84		4,731.84	1,070.20	1,182.96	0.90	118,296.00
	9	9	4,120.24		4,120.24	920.28	1,030.06	0.89	103,006.00
	10	10	4,427.28		4,427.28	976.56	1,106.82	0.88	110,682.00
	11	11	4,307.48		4,307.48	938.31	1,076.87	0.87	107,687.00
	12	12	3,978.68		3,978.68	855.90	994.67	0.86	99,467.00
2	1	13	4,180.40		4,180.40	888.11	1,045.10	0.85	104,510.00
	2	14	3,994.28		3,994.28	838.01	998.57	0.84	99,857.00
	3	15	3,704.04		3,704.04	767.44	926.01	0.83	92,601.00
	4	16	4,193.52		4,193.52	858.05	1,048.38	0.82	104,838.00
	5	17	4,068.68		4,068.68	822.15	1,017.17	0.81	101,717.00
	6	18	3,601.96		3,601.96	718.78	900.49	0.80	90,049.00
	7	19	4,373.24		4,373.24	861.83	1,093.31	0.79	109,331.00
	8	20	4,019.08		4,019.08	782.18	1,004.77	0.78	100,477.00
	9	21	3,725.76		3,725.76	716.07	931.44	0.77	93,144.00
	10	22	4,346.96		4,346.96	825.07	1,086.74	0.76	108,674.00
	11	23	4,214.20		4,214.20	789.92	1,053.55	0.75	105,355.00
	12	24	3,898.44		3,898.44	721.64	974.61	0.74	97,461.00
3	1	25	0.00						
	2	26	0.00						
	3	27	0.00						
	4	28	0.00						
	5	29	0.00						
	6	30	0.00						
	7	31	0.00						
	8	32	0.00						
	9	33	0.00						
	10	34	0.00						
	11	35	0.00						
	12	36	0.00						

VAN = - A + [FC1 / (1+r)^1] + [FC2 / (1+r)^2]+...+ [FCn / (1+r)^n]
Siendo:
A: desembolso inicial
FC: flujos de caja
n: número de años (1,2,...,n)
r: tipo de interés ("la tasa de descuento")
1/(1+r)^n: factor de descuento para ese tipo de interés y ese número de años

	Anual	Mensual
r	1.74%	1.26%

7.7.5.3. Balance del funcionamiento del proyecto

Tabla 7.73 Balance

FLUJO			(+)	(-)	(-)	(+)	(-)	SUM
AÑO	MES	MES	[1] Ingresos	[2] Inversión	[3] Costos	[1]	[2]+[3]	[1]-[2]-[3]
0	9	-3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10	-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	12	0	0.00	22,219.36	0.00	0.00	22,219.36	-22,219.36
1	1	1	0.00	4,726.56	118,164.00	0.00	122,890.56	-122,890.56
	2	2	0.00	4,414.64	110,366.00	0.00	114,780.64	-114,780.64
	3	3	0.00	4,271.60	106,790.00	0.00	111,061.60	-111,061.60
	4	4	0.00	5,156.48	128,912.00	0.00	134,068.48	-134,068.48
	5	5	0.00	4,963.56	124,089.00	0.00	129,052.56	-129,052.56
	6	6	0.00	4,754.92	118,873.00	0.00	123,627.92	-123,627.92
	7	7	0.00	4,814.40	120,360.00	0.00	125,174.40	-125,174.40
	8	8	0.00	4,731.84	118,296.00	0.00	123,027.84	-123,027.84
	9	9	0.00	4,120.24	103,006.00	0.00	107,126.24	-107,126.24
	10	10	0.00	4,427.28	110,682.00	0.00	115,109.28	-115,109.28
	11	11	0.00	4,307.48	107,687.00	0.00	111,994.48	-111,994.48
	12	12	0.00	3,978.68	99,467.00	0.00	103,445.68	-103,445.68
2	1	13	65,069,550.00	4,180.40	104,510.00	65,069,550.00	108,690.40	64,960,859.60
	2	14	65,069,550.00	3,994.28	99,857.00	65,069,550.00	103,851.28	64,965,698.72
	3	15	65,069,550.00	3,704.04	92,601.00	65,069,550.00	96,305.04	64,973,244.96
	4	16	65,069,550.00	4,193.52	104,838.00	65,069,550.00	109,031.52	64,960,518.48
	5	17	65,069,550.00	4,068.68	101,717.00	65,069,550.00	105,785.68	64,963,764.32
	6	18	65,069,550.00	3,601.96	90,049.00	65,069,550.00	93,650.96	64,975,899.04
	7	19	65,069,550.00	4,373.24	109,331.00	65,069,550.00	113,704.24	64,955,845.76
	8	20	65,069,550.00	4,019.08	100,477.00	65,069,550.00	104,496.08	64,965,053.92
	9	21	65,069,550.00	3,725.76	93,144.00	65,069,550.00	96,869.76	64,972,680.24
	10	22	65,069,550.00	4,346.96	108,674.00	65,069,550.00	113,020.96	64,956,529.04
	11	23	65,069,550.00	4,214.20	105,355.00	65,069,550.00	109,569.20	64,959,980.80
	12	24	65,069,550.00	3,898.44	97,461.00	65,069,550.00	101,359.44	64,968,190.56
3	1	25	64,496,250.00	0.00	0.00	64,496,250.00	0.00	64,496,250.00
	2	26	64,496,250.00	0.00	0.00	64,496,250.00	0.00	64,496,250.00
	3	27	64,496,250.00	0.00	0.00	64,496,250.00	0.00	64,496,250.00
	4	28	64,496,250.00	0.00	0.00	64,496,250.00	0.00	64,496,250.00
	5	29	64,496,250.00	0.00	0.00	64,496,250.00	0.00	64,496,250.00
	6	30	64,496,250.00	0.00	0.00	64,496,250.00	0.00	64,496,250.00
	7	31	64,496,250.00	0.00	0.00	64,496,250.00	0.00	64,496,250.00
	8	32	64,496,250.00	0.00	0.00	64,496,250.00	0.00	64,496,250.00
	9	33	64,496,250.00	0.00	0.00	64,496,250.00	0.00	64,496,250.00
	10	34	64,496,250.00	0.00	0.00	64,496,250.00	0.00	64,496,250.00
	11	35	64,496,250.00	0.00	0.00	64,496,250.00	0.00	64,496,250.00
	12	36	64,496,250.00	0.00	0.00	64,496,250.00	0.00	64,496,250.00

Nota1: El proyecto no genera por sí mismo una utilidad sin embargo sirve de soporte para la generación de utilidad del área de Procesos Metalúrgicos.
Nota2: Los ingresos son los generados por la planta del área de procesos hidrometalúrgicos. Se consideran ingresos para el proyecto a partir del segundo año de operación debido a que el cobre se obtiene después de 360 días de operación (Lixiviación)[61].

[61] El cálculo de ingresos se puede observar en el Anexo 4.

Nota3: Los costos son aquellos generados por los servicios de mantenimiento ejecutados por la empresa contratista. Estos últimos debidamente programados y planificados por SMCV[62].

7.7.6. Conclusiones fundamentadas

¿Estarán dispuestos los promotores/ inversores/ propietarios del proyecto a pagar los costos de inversión estimados? ¿Por qué?
Sí.
Razones:

- El proyecto permite a la empresa enfocarse en el CORE BUSINESS.
- La implementación del proyecto permite ahorros en: Planilla de trabajadores.
- El servicio lo puede hacer una empresa especialista en el rubro.

Desde un punto de vista estrictamente económico - financiero ¿es rentable el proyecto? De no serlo, ¿quién aportará los fondos para financiar o subsidiar el proyecto?
El proyecto es rentable

Aporte Proyecto
Aporte Propio

Indicadores Económicos[63]

El proyecto es aceptable.

Mensual	VAN
1.26%	1,146,393,562.76

El VAN es >0, el proyecto es rentable.

TIR	VAN
67.30%	21.20

La TIR es >0, el proyecto es aceptable

VAN B	1,148,726,595.66
VAN C	2,333,032.90

VAN B / VAN C	492.374795

El ratio B/C es >0, el proyecto es aceptable

PR	13	Mes

El PR es aceptable para las operaciones de la empresa.

---

[62] El cálculo de costos se puede observar en el Anexo 5

[63] El cálculo de indicadores económicos se puede observar en el Anexo 6.

En caso que el proyecto tenga ánimo de lucro y espere recuperar la inversión realizada ¿Qué plazo estima que será necesario esperar para tal objetivo?

Periodo de Recuperación: 13 meses

¿Estarán dispuestos los consumidores a pagar tal precio por el producto o servicio que el proyecto ofrece?

Sí.

Los precios son convenidos en el proceso de contratación.
Los precios son negociados y establecidos antes de la contratación.
Se tienen precios referenciales que pueden variar tanto de manera (+) como (-).

Caso 1: Proyecto con ánimo de lucro
¿Por qué los ingresos derivados del proyecto deben ser mayores a la diferencia que se lograría invirtiendo ese capital en el sistema financiero local?
La tasa interna de retorno el de 67.30% y la tasa de interés efectiva mensual del sector bancario es de 1.26%.

Caso 2: Proyecto no tiene ánimo de lucro
¿Es económicamente sustentable? ¿Por qué?
En si el proyecto no tiene ánimo de lucro.
El proyecto funcionaría como soporte para que una planta pueda generar utilidad.
La implementación del proyecto es de importancia estratégica para la generación de utilidad de la empresa y logro de metas de producción.

7.7.7. Factores limitantes de la aceptación de la solución

Tabla 7.74 Factores limitantes de la aceptación de la Solución

Tipo de usuario	Identificación de cada usuario	Criterios con los que evaluará el éxito del proyecto	Aceptación de la solución/ satisfacción de los deseos del usuario
Tomador de Decisiones (si se opta o no por el proyecto) Aprobador	SMCV Presidencia Gerencia General	Indicadores Económicos que indique que el proyecto es aceptable. Recomendación del Proceso de Licitación.	Proyecto aceptable.
Diseñador proyecto	SMCV Gerencia de Ingeniería	Cumplimiento de Requisitos del área usuaria. Viabilidad Técnica Viabilidad Económica Viabilidad Social	Proyecto aceptable.
Usuario directo	SMCV Gerencia de mantenimiento	Cumplimiento de Requisitos Planificación Indicadores de Mantenimiento	Proyecto aceptable.
Evaluador y Recomendador de Postor Ganador	SMCV Gerencia de Administración y Finanzas	Ajuste a precios referenciales. Cumplimiento de Requisitos del área usuaria.	Proyecto aceptable.

CAPITULO 8

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

8.1.1. De la Investigación

Mediante la implementación del proyecto se pueden obtener las siguientes mejoras en comparación con la situación actual de la compañía respecto a la gestión de mantenimiento de fajas transportadoras:

- Se puede incrementar la efectividad de los servicios de mantenimiento mediante el cumplimiento del programa propuesto.
- El desempeño del contratista puede mejorar buscándose obtener 0% de servicios por garantía.
- Se pueden obtener precios más competitivos, por los servicios de mantenimiento por medio de *la estrategia para la gestión del gasto*[64] en el proceso de contratación.
- Se pueden disminuir los servicios de emergencia.
- Mediante la tercerización se puede obviar la adquisición de equipos especializados (recursos técnicos críticos), tales como equipos de vulcanizar; además se obviaría también la tenencia de personal especialista y entrenado.

8.1.2. De la Disposición de Inversión

Se considera la disposición de Inversión en la subcontratación de terceros para el Servicio de Mantenimiento a Fajas Transportadoras debido a que entre otros beneficios se tiene:

- Se permite a la Compañía mantener su enfoque en el *Core Business*.
- Se permite a la Compañía ahorrar en Planilla de Trabajadores
- Los diferentes trabajos sería ejecutados por personal especializado.
- El Proyecto es rentable

---

[64] En la última contratación para el servicio de mantenimiento a fajas transportadoras y otros equipos en el área de procesos hidrometalúrgicos, SMCV aplicó la siguiente estrategia para la gestión del gasto: Subasta Inversa. Esta última consiste en que el postor, que ofrece el precio más bajo gana, y por ende se le recomienda al contratante de SMCV para contratación.

8.1.3. Del Aporte Proyecto

Solamente se considera Aporte Propio, por ser capaz de este la compañía SMCV.

8.1.4. De los Indicadores Económicos

El Proyecto es aceptable (VAN>0; TIR>0; B/C>0; PR=13meses).

8.1.5. De la Política de Precios

En la licitación se negocian los precios que componen el tarifario. Se consideran precios referenciales los cuales son aceptables.

8.1.6. De la Sostenibilidad en la Producción

Mediante la implementación del Plan de Mantenimiento a través de la tercerización se permite a la Compañía mantener en continuidad sostenida al proceso de producción de 400 millones de libras de concentrado de cobre y 8 millones de libras de concentrado de molibdeno anuales.

8.1.7. Importancia Estratégica

La implementación del Proyecto es importante debido a que esta brinda soporte a la generación de utilidades y logro de metas de producción.

8.1.8. Del Ánimo de Lucro

La implementación del Plan de Mantenimiento se da como soporte para la generación de utilidad por parte de la compañía.

8.2. Recomendaciones

8.2.1. Organización del grupo ofertante para llevar a cabo el diseño de detalle y construcción del proyecto.

Tabla 8.1 Comitente del Proyecto

Comitente del Proyecto	Funciones
Gerencia SMCV (Mantenimiento)	- Solicitar aprobar Presupuesto para la ejecución del Proyecto (Valor Referencial) a la Presidencia Ejecutiva. - Solicitar la contratación al Postor ganador a la Presidencia Ejecutiva.

Tabla 8.2 Grupo Ofertante

Grupo Ofertante	Funciones
Ingeniero de Proyectos	- Administrar la información de ingeniería básica y de detalle producto del estudio de viabilidad.
Administrador de Contrato	- Planificar, organizar, dirigir, ejecutar y controlar el proceso de licitación. - Coordinar la contratación.
Ingeniero de Costos y Presupuestos	- Revisar y validar las propuestas económicas de los postores.
Miembros Comité Licitación	- Recomendar un postor ganador - Declarar el proceso de licitación como desierto de ser el caso. - Evaluar las propuestas técnicas y económicas de los postores.
Auditor Interno	- Vigilar la planificación, organización, dirección, ejecución y control de la licitación.
Abogado	- Dar soporte en el área legal para la contratación.

8.2.2. Especificaciones y requisitos del proyecto.

Tabla 8.3 Especificaciones y Requisitos del Proyecto

Identificación de los documentos	Descripción de contenido y características del documento	Fundamentos de su inclusión
Viabilidad Técnica	Capital humano capacitado y entrenado técnicamente. Espacio físico para el desarrollo e innovación. Generación de ambiente que estimule la orientación al cliente. Adquisición de activos. Instrumentación, instalaciones y equipos necesarios y adecuados. Sostenibilidad de la producción Seguridad en el medio de trabajo	La viabilidad técnica implica la aceptabilidad del proyecto relativa a la gestión de recursos.
Viabilidad Económica	Indicadores aceptables: - Beneficio Costo - Económico - Periodo de Recuperación - Económico - Tasa Interna de Retorno - Económico - Valor Actual Neto - Económico[65] Presupuesto(s) Programa de Inversión Balance de Funcionamiento de Proyecto	La viabilidad se manifiesta en la aceptabilidad de los siguientes indicadores económicos: - Beneficio Costo - Periodo de Recuperación - Tasa Interna de Retorno - Valor Actual Neto

[65] Véase el Anexo 6

8.2.3. Documentación técnica que habrá de contener la propuesta.

8.2.3.1. Documentación técnica a elaborar por el Ofertante en la fase de Diseño de Detalle.

Tabla 8.4 Documentación Técnica en Fase de Diseño de Detalle

Identificación de los documentos	Descripción de contenidos y características del documento	Fundamentos de su inclusión
Oferta Económica	- Presupuesto(s). - Estructura de costos detallada. - Garantía, cobertura - Certificado de Homologación SGS Vigente* - Declaración Jurada "Aceptación de las Bases de Licitación". - Declaración Jurada "Aceptación del Contrato" - Declaración Jurada "Aceptación de Manual de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional de empresas Contratistas de SMCV y Reglamento Ambiental para las Operaciones de CERRO VERDE"	Requerimiento de Evaluación económica.
Oferta Técnica	- Currículum de los supervisores, técnicos y de seguridad. - Relación y descripción del/los equipos, maquinarias y herramientas que prestarán el servicio, características, año de fabricación, capacidades, etc. - Organigrama. - Análisis de tareas críticas. - Descripción de cómo será enfrentado el Servicio, incluir metodología, procedimientos, equipos.	Planificación, organización, dirección, ejecución y control del Mantenimiento de Fajas Transportadoras.
Plan de Seguridad y Medio Ambiente	- Reglamento y Plan de Seguridad - Mapeo de Procesos y Matriz IPECR alineada al	Cumplimiento de requisitos legales y de la corporación.

	Programa de ejecución de actividades. - Plan para implementar los Requisitos Legales obligatorios aplicables. - Requisitos Legales específicos aplicables a las actividades a realizar. - Programa de Seguridad. - Programa de Salud Ocupacional. - Plan de Contingencias y Respuesta a Emergencias alineado al Plan General de Contingencias y Respuesta a Emergencias de SMCV - Estructura Organizacional y staff de Seguridad. - Manual de funciones y responsabilidades de la línea de mando de la estructura organizacional. - Controles Operativos definidos en la Matriz IPECR teniendo en cuenta la jerarquía de control de OHSAS 18001 y la criticidad de las actividades a realizar. - Programa de Mantenimiento para Vehículos y Equipos que serán utilizados durante el servicio.	
Contrato	- Alcances de Servicio - Términos Comerciales - Términos Generales	Formalización de la relación SMCV – Contratista.

8.2.3.2. Documentación técnica a entregar por el Ofertante en la cesión del sistema una vez puesto en marcha.

Tabla 8.5 Documentación Técnica a entregar en Cesión del Proyecto

Identificación de los documentos	Descripción de contenidos y características del documento	Fundamentos de su inclusión
Reporte de Inspección de Fajas	Estado de la Faja en sus componentes y equipos relacionados.	Seguimiento y control del Proyecto.
Reporte de Trabajos realizados	Servicios Ejecutados por periodo	Seguimiento y control del Proyecto.
Informe de Servicios	Reporte por servicio ejecutado.	Seguimiento y control del Proyecto.
Reporte de Seguimiento de Cambios y Reparaciones por Faja	Historial de Cambio de Faja y reparaciones.	Seguimiento y control del Proyecto.
Proyección del Cambio de Fajas	Programa de Cambio de Fajas.	Seguimiento y control del Proyecto.
Reporte de Fajas preparadas y listas para cambio	Inventario de fajas preparadas listas para cambio.	Seguimiento y control del Proyecto.
Reporte de Inspección de Tambores de Aglomeración	Estado de Tambores de Aglomeración.	Seguimiento y control del Proyecto.
Reporte de Seguimiento de desgaste de Fajas y estado de empalmes (Medición de Espesores)	Estado de desgaste de Fajas. Medida de espesores.	Seguimiento y control del Proyecto.
Reporte de Análisis de Fallas	Análisis de Fallas de servicios.	Seguimiento y control del Proyecto.
Reporte de Empalme	Valores de variables de servicios de empalme.	Seguimiento y control del Proyecto.

8.2.4. Otros condicionantes de la oferta de la propuesta.

8.2.4.1. Ingeniería legal.

Tabla 8.6 Ingeniería Legal

Aspecto	Marco Legal
Impactos Ambientales	Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades (Ley Nº 26786) Ley de Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley N° 27446, modificada por Decreto Legislativo Nº 1078)
Inversiones	Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada (Decreto Legislativo Nº 757)
Medio Ambiente	Ley General del Ambiente (Ley Nº28611) Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (Ley N° 28245) Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314, modificada por Decreto Legislativo Nº 1065) Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (Decreto Supremo N° 057-2004-PCM)
Seguridad y Salud Ocupacional	Reglamento de Seguridad e Higiene Minera (Decreto Supremo Nº 055-2010-EM) Ley General de Salud (Ley N° 26842) Ley que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (Ley Nº 28256) Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (Decreto Supremo N° 021-2008-MTC) Ley que establece la obligación de elaborar y presentar planes de contingencia (Ley Nº 28551) Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, Decreto Supremo Nº 069-2003-PCM) Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM)

Operaciones	Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre (Ley Nº 27181, modificada por Decreto Legislativo Nº 1051) Reglamento Nacional de Tránsito (Decreto Supremo Nº 033-2001-MTC) Reglamento Nacional de Vehículos (Decreto Supremo Nº 058-2003-MTC) Límites Máximos Permisibles de Emisiones Contaminantes para Vehículos Automotores que Circulen en la Red Vial (Decreto Supremo Nº 047-2001-MTC) Reglamento de Peso y Dimensiones Vehiculares para la circulación en la Red Vial Nacional (Resolución Ministerial N° 375-98-MTC)

8.2.4.2. Gestión de compras y contrataciones.

Tabla 8.7 Gestión de Compras y Contrataciones

Términos Comerciales y Administrativos	Exigencia
Modalidad Contratación	Locación de Servicios
Plazo de Contrato	3 años
Lugar de Ejecución	SMCV – Procesos Hidrometalúrgicos
Penalidad	10% del servicio por cada hora adicional en la entrega pactada
Precios	Conforme al tarifario propuesto
Alimentación	A cargo del contratista
Seguros	Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo (Prestaciones de Salud y Económicas) Seguro de Responsabilidad Civil General contra terceros Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT),
Exámenes Médicos Obligatorios	Entrega de Certificado Médico con calificación de apto, por año.
Movilidad	A cargo del contratista Certificado de Inspección Técnica Vehicular Equipados con implementos de seguridad
Garantía	Corrección de defectos en las próximas 48hrs (a costo del contratista) Tipo de servicio / vida útil mínima exigida: - Empalme en caliente de faja de lonas: 12 meses - Empalme en caliente de faja de cables: 12 meses

	- Reparación de Cover en Caliente en faja de lonas: 12 meses - Reparación de Cover en Caliente en faja de cables: 12 meses - Vigencia mínima de KIT de empalme: 6 meses - Reparaciones con Uretano Fourthane: 3 meses
Reclamo	Canalizado por el Administrador de Garantías
Facturación y Forma de Pago	Pago a 30 días de la correcta presentación factura. La facturación se realizará mensualmente. La presentación del estado de pago mensual deberá realizarse el día 15 de cada mes o el día hábil inmediato anterior. Por incumplimientos existe la posibilidad de retención de facturas.
Cumplimiento de normas de seguridad	El Contratista cumplirá con las leyes, reglamentos y estatutos sobre prevención de riesgos que sean aplicables a la ejecución del servicio, así como con las normas y reglamentos que SMCV tenga establecidos para el personal del Contratista, en especial las indicadas en el Reglamento Interno para empresas Contratistas de SMCV Contratista debe presentar Reglamento de Seguridad Interno, Plan de Seguridad y Salud Ocupacional para aprobación por parte de SMCV.
Cumplimiento de normas de medio ambiente	El Contratista debe declarar y comprometerse durante la vigencia del contrato, a que su personal cumpla con las normas medio ambientales. EL contratista debe presentar su Plan de Manejo Ambiental para respectiva aprobación por parte de SMCV.
Confidencialidad y derecho de propiedad sobre la información	Toda información en todo medio de soporte entregada por SMCV al contratista tiene la cualidad de ser confidencial.
Conocimiento de las bases	El contratista no ha de reclamar en puntos relativos a la mala interpretación de las bases de licitación.
Carta fianza de fiel cumplimiento y/o obligaciones laborales	El Contratista deberá presentar una carta fianza bancaria incondicional, irrevocable, de ejecución inmediata y sin beneficio de excusión a favor de Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A Valor 10% valor contrato Vigencia hasta 12 meses después de finiquitado el contrato.

BIBLIOGRAFIA

[1] AQP Industrial Service S.A.C. (2008). *Arreglo General, Fajas de Hidrometalurgia en SMCV S.A.A.*

[2] Azálgara Bedoya, Mauricio (2006). *Estudio de Factibilidad para la Instalación de una Tienda Virtual de Productos Típicos de Arequipa*.

[3] Freeport-McMoRan (2011). *Hechos de Cerro Verde, Ampliación de Cerro Verde.*

[4] Freeport-McMoran Copper & Gold (2012). *Cerro Verde Mine*. Accesible en: http://www.fcx.com/operations/peru_arequipa.htm

[5] Good Year de Chile, División de Productos de Ingeniería (2003*). Correas Plylon, Plylon EP*.

[6] Good Year Engineered Products (2010). *Conveyor Belt – Installation, Maintenance and Troubleshooting Guide*

[7] Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar. (2006). *Metodología de la Investigación.* Cuarta Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A. de C.V.

[8] Knight Piésold Consulting (2004). *Estudio de Impacto Ambiental "Proyecto de Sulfuros Primarios".*

[9] Knight Piésold Consulting (2011). *Estudio de impacto Ambiental y Social de las Expansión de la Unidad de Producción Cerro Verde (Informa Final)*

[10] London Metal Exchange (2012). *Precio Cobre LME.* Accesible en: http://www.lme.com/copper.asp

[11] Ministerio de Energía y Minas (2012). *Cartera Estimada de Proyectos de Inversión*

[12] Organización Internacional de Normalización (2004). *Documento ISO/TC 176/SC 2/N 544R2: Orientación sobre el Concepto y uso del "Enfoque basado en Procesos" para los Sistemas de Gestión*

[13] Organización Internacional de Normalización, *Norma Internacional ISO 9000:2000*.

[14] Presidencia Constitucional de la República del Perú (2010). *Reglamento de Seguridad y salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería, Decreto Supremo N°055-2010-EM.*

[15] CENTRUM - Escuela de Negocios de la PUCP (2009). *Reportes Financieros CENTRUM Católica, Burkenroad Latinoamérica (Perú): Sociedad Minera Cerro Verde*.

[16] Shaw Almex industries (2005). *Manual de operación y Mantenimiento SVP, para Vulcanizadora Tipo Seccional*

[17] Sociedad Minera Cerro Verde S.A. *Especificaciones Técnicas de Equipos del Circuito de Chancado.*

[18] Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. (2008). *Expediente Técnico de Licitación WS1047816, Servicio de Reparación y Cambio de Fajas Transportadoras y Revestimiento de Chutes, Poleas y Bastidores de Zarandas en Procesos Hidrometalúrgicos.*

[19] Superintendencia de Banca, Seguros y AFP, República del Perú (2012). *Tasa de Interés Promedio del Sistema Bancario*.
Accesible en http://www.sbs.gob.pe-app-stats-TasaDiaria_6B

[20] Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero.*

[21] Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero.*

[22] Wikipedia (2012). *Ciclo de Deming*. Accesible en
http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%ADrculo_de_Deming

[23] Wikipedia (2012). *Instituto Alemán de Normalización (Deutsches Institut für Normung)*.
Accesible en http://es.wikipedia.org/wiki/DIN

[24] Wikipedia (2012). *Método Just in Time*.
Accesible en http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_justo_a_tiempo