

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial



“PROPUESTA DE MEJORA EN LOS
PROCEDIMIENTOS DE LOS TRABAJOS DEL
ÁREA DE SOLDADURA PARA REDUCIR LOS
COSTOS DE OPERACIONES EN UNA EMPRESA
CONTRATISTA MINERA EN EL DEPARTAMENTO
DE CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Rufino Enriquez Blas

Asesor:

Ing. Oscar Goicochea Ramírez

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

Dedico este documento de investigación
a mis hijos y esposa, por ser ellos el
estímulo y el propósito para salir
adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primera instancia a nuestros Dios por el aliento de vida y su bendición que nos ayuda afrontar los momentos de cada día.

A toda mi familia por su apoyo y estar a mi lado siempre.

A las personas del grupo de trabajo, con su apoyo siempre hacen posible el cumplimiento de los objetivos a nivel profesional.

A mi asesor, Ing. Oscar Goicochea Ramírez por su soporte y orientación en el logro de mi objetivo, culminar con éxito el presente trabajo de investigación.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE DE TABLAS.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	31
CAPÍTULO III. RESULTADOS	35
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	91
REFERENCIAS	96
ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Problemas y su impacto en la empresa contratista minera</i>	17
Tabla 2 <i>Diseño de investigación</i>	32
Tabla 3 <i>Etapas de desarrollo del proyecto</i>	34
Tabla 4 <i>Matriz de priorización causa raíz</i>	45
Tabla 5 <i>Matriz de indicadores</i>	47
Tabla 6 <i>Ponderación aspectos técnicos</i>	52
Tabla 7 <i>Ponderación aspectos comerciales y económicos</i>	52
Tabla 8 <i>Ponderación aspectos empresariales</i>	53
Tabla 9 <i>Tiempo productivo por trabajador/año</i>	58
Tabla 10 <i>Distribución de personal por área de desempeño</i>	60
Tabla 11 <i>Distribución de personal por actividades</i>	62
Tabla 12 <i>Modelo de tolva – capacidad</i>	65
Tabla 13 <i>Programa de producción mensual tolva CAT modelo 793C</i>	66
Tabla 14 <i>Lista de materiales tolva CAT de 234 m³, modelo 793C</i>	67
Tabla 15 <i>Inventario de materiales tolva CAT de 234 m³, modelo 793C</i>	68
Tabla 16 <i>Lanzamiento de órdenes de materiales tolva CAT de 234 Tn., modelo 793C</i>	69
Tabla 17 <i>Elaboración de la propuesta de mejora MRP</i>	76

Tabla 18 <i>Supervisión de la propuesta de mejora MRP</i>	76
Tabla 19 <i>Beneficios de implementación de mejora MRP</i>	77
Tabla 20 <i>Egresos de la propuesta de mejora programación de personal</i>	78
Tabla 21 <i>Beneficios de implementación de mejora de programación de personal</i>	79
Tabla 22 <i>Evaluación y supervisión de proveedores</i>	80
Tabla 23 <i>Elaboración e impresión de formatos de control</i>	81
Tabla 24 <i>Beneficios de implementación de mejora SRM</i>	82
Tabla 25 <i>Indicadores económicos</i>	83
Tabla 26 <i>Análisis de sensibilidad VAN</i>	85
Tabla 27 <i>Variación en % VAN</i>	86
Tabla 28 <i>Beneficios obtenidos por las propuestas de mejora</i>	87
Tabla 29 <i>Egresos de las propuestas de mejora</i>	88
Tabla 30 <i>Contribución de las propuestas de mejora el beneficio total</i>	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tendencias consumos de consumibles (julio 2018 – agosto 2019)	12
<i>Figura 2.</i> Organigrama de la empresa contratista minera	36
<i>Figura 3.</i> Clientes de la empresa contratista minera	37
<i>Figura 4.</i> Actividades diversas d la empresa contratista minera.....	38
<i>Figura 5.</i> Actividades-procesos del área soldadura.....	39
<i>Figura 6.</i> Reparación de estructuras - chasis.....	40
<i>Figura 7.</i> Reparación de tolvas	41
<i>Figura 8.</i> Reparación de barandas	41
<i>Figura 9.</i> Camión gigante modelo CAT 793C	42
<i>Figura 10.</i> Diagrama de Ishikawa área soldadura.....	44
<i>Figura 11.</i> Diagrama de pareto.....	46
<i>Figura 12.</i> Lista de proveedores.....	51
<i>Figura 13.</i> Valoración de los aspectos técnicos	53
<i>Figura 14.</i> Pautas de valoración de los aspectos técnicos	54
<i>Figura 15.</i> Valoración de los aspectos comerciales y económicos	54
<i>Figura 16.</i> Pautas de valoración de los aspectos comerciales y económicos.....	55
<i>Figura 17.</i> Valoración de los aspectos empresariales	55

<i>Figura 18.</i> Pautas de valoración de los aspectos empresariales	56
<i>Figura 19.</i> Posición de los proveedores	57
<i>Figura 20.</i> Programación de actividades	72
<i>Figura 21.</i> Supervisión del programa de actividades para cambio de tolvas	74
<i>Figura 22.</i> Beneficios totales de las propuestas de mejora	87
<i>Figura 23.</i> Beneficios por cada propuesta de mejora.....	88
<i>Figura 24.</i> Egresos de las propuestas de mejora	89
<i>Figura 25.</i> Contribución de las propuestas de mejora.....	90

Resumen

El presente trabajo de investigación realiza un estudio del impacto de las propuestas de mejora en los procedimientos de los trabajos del área de soldadura con el fin de reducir los costos de operaciones de una empresa contratista minera en el departamento de Cajamarca, con la implementación de las herramientas de mejora: Programación de personal de operaciones, Planificación de requerimiento de materiales (MRP), y la Gestión de proveedores (SRM), la metodología empleada consistió en elaborar el diagnóstico, presentar las propuestas de mejora y analizar la viabilidad económica, se calculan los indicadores económicos, los beneficios y egresos. Los resultados obtenidos, muestran una reducción de los costos de operaciones pasando de un valor actual de \$103,901.92 a \$76,219.66, lo cual representa un ahorro neto de \$27,682.26, la evaluación económica nos muestra indicadores favorables para la implementación de las propuestas de mejora: VAN: \$4,808.93, TIR: 176.46%, BC: 1.06, y PRI: 0.90 años, determinando que la propuesta es viable económicamente. Se concluye que las herramientas de mejora: Programación de personal de operaciones, la Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP), y la Gestión de proveedores (SRM), tienen un impacto positivo en los costos de operaciones.

Palabras clave: Planificación de requerimiento de materiales, gestión de proveedores, costos de operaciones.

Abstract

The present research work carries out a study of the impact of the proposals for improvement in the procedures of the work of the welding area in order to reduce the operating costs of a mining contractor in the department of Cajamarca, with the implementation of the Improvement tools: Programming of operations personnel, Material Requirements Planning (MRP), and Supplier Management (SRM), the methodology used is to prepare the diagnosis, present the proposals for improvement and analyze the economic viability, calculate the economic indicators, benefits and expenses. The results obtained, which represents a reduction in the costs of operations that go from a real value of \$ 103,901.92 to \$ 76,219.66, which represents a net saving of \$ 27,682.26, the economic evaluation shows favorable indicators for the implementation of the improvement proposals: VAN: \$ 4,808.93, IRR: 176.46%, BC: 1.06, and PRI: 0.90 years, determining that the proposal is economically viable. It is concluded that the improvement tools: Operational Personnel Programming, Material Recovery Planning (MRP), and Supplier Management (SRM), have a positive impact on operating costs.

Keywords: Materials requirements Planning, Supplier Management, operations costs.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En Perú, el sector minero es uno de los pilares de la economía y de las exportaciones. La minería aporta un 20% de los ingresos fiscales, contribuye alrededor del 10% PBI nacional y el 60% de las exportaciones. La mayoría de las minas en el Perú se concentra en los Andes. Los principales productos mineros del Perú son la plata, el cobre, el zinc, el estaño, el bismuto y el telurio. Su riqueza geológica, la disponibilidad de información catastral y geológica de calidad, la oferta de proveedores de primer nivel y el marco jurídico promotor de la inversión privada vigente en el país, convierten al Perú en uno de los destinos más atractivos para la inversión minera en el mundo.

A nivel mundial y latinoamericano el Perú se ubica entre los primeros productores de diversos metales, (oro, plata, cobre, plomo, zinc, hierro, estaño, molibdeno, telurio, entre otros), lo cual es reflejo no sólo de la abundancia de recursos y la capacidad de producción de la actividad minera peruana, sino de la estabilidad de las políticas económicas en nuestro país.

Según el Ministerio de Energía y Minas, los minerales producidos en el Perú son de gran demanda en el mercado mundial actual, cuyo desarrollo se basa en la producción y la industria. Estados Unidos, China, Suiza, Japón, Canadá y la Unión Europea son los principales demandantes ((Perú: País minero., 2018)).

La empresa contratista, unidad de estudio, es líder en la industria metal mecánica del norte del Perú, con más de 40 años de experiencia en el diseño, fabricación, reconstrucción y montaje de componentes para la industria agrícola, minera, pesquera, alimentaria y transporte. La empresa contribuye a incrementar la productividad de la maquinaria a un menor costo operativo siendo un eslabón importante para la disponibilidad de los equipos de sus clientes. Cuenta con experiencia, conocimiento y la tecnología más avanzada del medio.

Sus operaciones se sitúan entre los 3500 y 4100 metros sobre el nivel del mar. Para los procesos de carguío y acarreo, la empresa cuenta con una flota de maquinaria pesada. Para atender esta flota, cuenta dentro de sus instalaciones con talleres de mantenimiento que dependen de la gerencia de mantenimiento. El área de mantenimiento es la encargada de asegurar de manera sostenible la entrega, confiabilidad y disponibilidad de los equipos a un óptimo costo, atendiendo todos los equipos con los que cuenta la operación como: equipo de carguío, acarreo, perforación, equipo auxiliar, equipo de soporte y equipo liviano. El área de mantenimiento se divide en sub áreas o departamentos que soportan los procesos, siendo una de las más importantes, el departamento de soldadura que se encarga de la mantención de las estructuras y componentes de los equipos de carguío (palas) y acarreo (camiones), respetando los tiempos programados de acuerdo a los planes establecidos, así como la entrega de un producto que sea confiable.

Dentro del presupuesto que se tiene para el área de soldadura, intervienen los costos por consumibles, estos costos intervienen e impactan en forma

directa en los costos generales, lo cual tiene implicancia en los costos totales del área de mantenimiento soldadura de la empresa. Se tiene como línea base 11,286.16 dólares de costo promedio mensual (ANEXO n.º 1), sin embargo, como se aprecia en la figura 1, desde el año 2018 la tendencia de los costos está por encima de la línea base que se tiene como promedio.

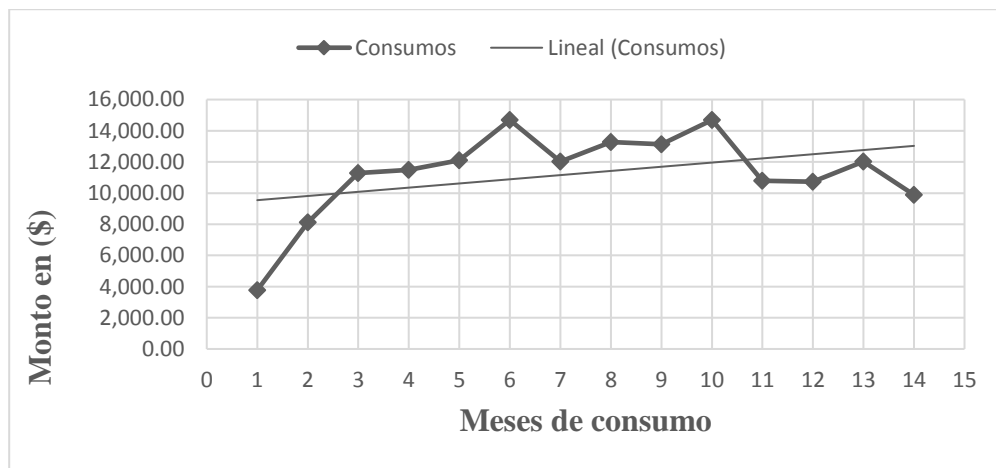


Figura 1 Tendencias consumos de consumibles (julio 2018 – agosto 2019)

Fuente: Planeamiento soldadura empresa contratista Fisac

Se han identificado causas que ocasionan pérdidas en el área de soldadura, éstas hacen que los avances de las obras en ejecución se retrasen. Según los registros de costos que infieren en estas causas, éstas se determinan restando los montos reales de los proyectados (ver anexos N° 2, 3, 4 y 5), que a continuación detallamos:

1. Fallas de los equipos y herramientas empleadas, producidas por cables que se deterioran constantemente en los esmeriles angulares y la falta de mantenimiento preventivo de las máquinas barrenadoras hidráulicas, esta situación origina demoras en

los trabajos de un 10% más de lo programado con pérdidas de \$955.20 anuales, este monto deriva del siguiente cálculo:

$$= ((R.t/720)*80*48+0.1*(R.t/720)*80*48) - (R.t/720)*80*48 = \$955.20$$

$$= ((1,791)*80*48+0.1*(1,791/720)*80*48) - (1,791/720)*80*48 = \$955.20$$

Donde:

R.t : remuneración de técnico = \$1,791

720 : horas/mes

80 : n° tareas/semana

48 : meses/año

0.1 : 10% demoras

2. Re trabajos por reparación de fisuras en ciertas zonas fatigadas de los chasis de los equipos de producción, la reparación de estas fisuras originó 107.25 horas de re trabajos el año anterior, registrando pérdidas por \$266.78 anuales, este monto deriva del siguiente cálculo:

$$= ((R.t/720)*48+107.25*(R.t/720)) - (R.t/720)*48 = \$266.78$$

$$= ((1,791.00/720)*48+107.25*(1,791/720)) - (1,791/720)*48 = \$266.78$$

Donde:

R.t : remuneración técnico = \$1,791.00

720 : horas/mes

48 : meses/año

107.25 : n° horas de re trabajo

3. Retraso en la llegada de los materiales debido a que se no se trabaja con proveedores locales (Cajamarca), solo con proveedores de Trujillo, los cuales no han sido homologados, esta situación produce atraso en el avance de obra de 5 días en promedio por mes y la pérdida por tiempos muertos de mano de obra y equipos por \$21,079.41 anuales, este monto deriva del siguiente cálculo:

$$\begin{aligned} &= (R.T+C.c.rt)*12+0.17*(R.T+C.c.rt)*12 - (R.T+C.c.rt)*12= \$21,079.41 \\ &= (6,882.11+3,450.94)*12+0.17*(6,882.11+3,450.94)*12 - (6,882.11+3,450.94)*12 \\ &=\$21, 079.41 \end{aligned}$$

Donde:

R.T : remuneración //reparación total tolva (overhaul) = \$6,882.11

C.c.rt : costo consumible/ reparación total tolva (overhaul) = \$3,450.94

12 : meses/año

0.17 : impacto de retraso = 5/30

4. Alto tiempo por reparación de tolvas, debido a una deficiente distribución de personal a cargo, el año pasado sólo se repararon 04 tolvas de 18 proyectadas con un costo de reparación de \$48,313.13 anuales (no gastados), este monto deriva del siguiente cálculo:

$$\begin{aligned} &= R.T*12+C.c.rt*4 - 'R.T*12+C.c.rt*18)= -(\$48,313.13) \\ &= 6,882.11*12+3,450.94*4 - 6,882.11*12+3,450.94*18)= -(\$48,313.13) \end{aligned}$$

Donde:

R.T : remuneración //reparación total tolva (overhaul) = \$6,882.11

C.c.rt : costo consumible/ reparación total tolva (overhaul) = \$3,450.94

12 : meses/año

4 : n° de tolvas reparadas/año (real)

18 : n° de tolvas reparadas/año (proyección)

5. , Falta de stock de tolvas reparadas para cambio debido a un incumplimiento en el plan de cambios de tolvas de acuerdo a la proyección anual sólo se cambiaron 8 tolvas de 18 proyectadas, este problema produce la existencia de 10 tolvas en mal estado, con una pérdida de \$34,509.38 anuales (no gastados), este monto deriva del siguiente cálculo:

$$= (R.T*12+C.c.rt*8) - (R.T*12+C.c.rt*18) = -(\$34,509.38)$$

$$= 6,882.11*12+3,450.94*8 - 6,882.11*12+3,450.94*18 = -(\$34,509.38)$$

Donde:

R.T : remuneración //reparación total tolva (overhaul) = \$6,882.11

C.c.rt : costo consumible/ reparación total tolva (overhaul) = \$3,450.94

12 : meses/año

8 : n° de tolvas cambiadas/año (real)

18 : n° de tolvas cambiadas/año (proyección)

6. Falta de estandarización de medidas, actualmente existe 33% de planchas que no cumplen con las medidas, originando re trabajos por \$19,088.69 anuales, este monto deriva del siguiente cálculo:

$$= (96*(R.t/720*12*5)+C.c.rp*96)+0.33*(96*(R.t/720*12*5)+ C.c.rp *96) - 96*(R.t/720*12*5)+C.c.rp*96 = \$19,088.69$$

$$= (96*(1,791.00/720*12*5)+453.30*96)+0.33*(96*(1,791.00/720*12*5)+ 453.30 *96) - 96*(1,791.00/720*12*5)+453.3*96 = \$19,088.69$$

Donde:

R.t : remuneración técnico = \$1,791.00

C.c.rp : costo consumible/ reparación parcial tolva = \$453.30

12 : meses/año

96 : n° de reparaciones parciales/año

5 : n° de técnicos/reparaciones parcial

0.33: 5/15: % de planchas erradas (anexo n° 03)

7. Saturación del sistema SAP (ERP) es producida por acumulación de trabajo no completados (backlogs) mayor a 60 días, siendo el tiempo promedio de retraso de obras de 150 días, lo cual no permite el cumplimiento en los objetivos de cero backlogs, por este motivo se origina penalidades por \$1,200.00 anuales, este monto deriva del siguiente cálculo:

$$= 12*100 - 0 \text{ (cero)} = \$1,200.00$$

Donde:

12 : meses/año

100: \$100.00: penalidad mensual

Los problemas anteriores se muestran en la tabla 1 con las causas principales que las originan, su impacto en el área y la cuantificación económica de las pérdidas que producen para la empresa.

Tabla 1
Problemas y su impacto en la empresa contratista minera

Principales problemas encontrados	Causa	Situación actual	Impacto	Cuantificación	Observaciones
Fallas de los equipos / herramientas	Cables que se deterioran Falta de mantenimiento preventivo de las máquinas barrenadoras hidráulicas	Demoras en los trabajos. 10% mas de lo programado	Mayor tiempo de atención. 80 programadas/sem	\$955.20	Pérdidas anuales por falla de los equipos
Aparición de fisuras en zonas fatigadas	Zonas fatigadas	107.25 hrs de retrabajos	Retrabajos	\$266.78	Se tiene registros de # de fisuras por zonas
Retraso en la llegada de los materiales	Falta de homologación de proveedores de Trujillo. No se tiene proveedores locales (Cajamarca)	Atraso avance de obra: 4 días promedio atraso/mes	Pérdida por tiempos muertos de mano de obra y equipos	\$21,079.41	Pérdidas anuales por retraso de llegada de materiales
Alto tiempo reparación tolvas	Deficiente distribución de personal	1668 hrs reparación/ tolva	Costo reparación (variable)	\$48,313.13	Costos variables asociados a la reparación de tolvas (materiales + MOD)
Falta de stock de tolvas reparadas para cambio	Incumplimiento en el plan de cambios de tolvas de acuerdo a la proyección anual	% de incumplimiento de tolvas reparadas: 56%	Tolvas en mal estado por falta de cambio	\$34,509.38	Se tiene registro de 14 tolvas incumplidas
Formatos de planchas habilitadas no se encuentran con las medidas adecuadas	Falta de estandarización de medidas en la configuración de plates	% de planchas que no cumplen con las medidas: 33%	Retrabajos	\$19,088.69	Se tiene registro de los tiempos por retrabajos
Saturación del sistema SAP	Backlogs > a 60 días	Tiempo prom de retraso de obras: 150 días	Incumplimiento en los objetivos de "0" cero backlogs	\$1,200.00	Tiempo que excede los 60 días límite
TOTAL				\$125,412.59	

Fuente. Planeamiento soldadura empresa contratista minera Fisac

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera la aplicación de la propuesta de mejora en los procedimientos de los trabajos del área de soldadura reducen los costos de operaciones en una empresa contratista minera en la ciudad de Cajamarca?

Para sostener la presente investigación se revisaron estudios hechos anteriormente tanto a nivel internacional, nacional y local que a continuación se detallan: En su investigación (Mamani, 2014) “Desarrollo de nuevas técnicas para la corrección de deformaciones producidas por el proceso de soldadura en estructuras metálicas de espesor delgado”, tiene como objetivo el desarrollo de técnicas de corrección de deformaciones producidas por la soldadura de estructuras de espesor delgado. Estas nuevas técnicas influirán directamente en la productividad de los astilleros de reparación y construcción naval logrando avances tales como una considerable reducción en el tiempo utilizado para reparar y construir los buques, una considerable reducción en la cantidad de horas-hombre utilizadas para realizar una reparación de superficies deformadas, una considerable reducción en la energía consumida lo que conlleva a disminuir la contaminación, un importante incremento en la calidad de las reparaciones navales en los astilleros de reparación y construcción naval. Se puede utilizar estas técnicas para corregir distorsiones en los diferentes componentes que se reparan con técnicas de soldadura, pues los modelos matemáticos permiten abordar el problema con mayor facilidad y validar los resultados numéricos mediante experimentos de corrección de distorsiones, de esta manera hacer el mismo trabajo en menor tiempo y ahorrando energía y dinero.

En su investigación (Mendieta, 2015) “Gestión de calidad aplicada a los procesos de soldadura para flota de camiones Caterpillar en Minera Yanacocha – Proyecto Soldadura”, menciona que la soldadura es una actividad compleja, metodológicamente estudiada y aplicada, puede producir resultados técnicamente adecuados y económicamente beneficiosos; brindando soluciones de fabricación, reparación y mantenimiento en infraestructuras y equipos. Esta tesis presenta un análisis en los cuales la aplicación de procedimientos y normas existentes, permiten resolver problemas con un desempeño confiable y sostenible de un servicio de reparación por soldadura ahorrando cantidades considerables de tiempo y dinero para los ejecutantes. El control de calidad va dirigido a la reparación por soldeo en la industria del mantenimiento de camiones Caterpillar, utilizados para el acarreo de minerales en la minería peruana de gran envergadura. El enfoque de una reparación está orientado hacia la recuperación de piezas por soldadura en el cual los resultados deben de ser óptimos pues una falla en el producto, de un mal diseño de procedimiento puede producir daños personales y económicos de muy alto costo. Este estudio sirve como material de consulta a estudiantes, ingenieros, empresas del rubro metalmecánica y demás personas interesadas en conocer cuáles son las ventajas que se tiene cuando se aplica un control de calidad a un proyecto. Para este tipo de proyecto; la aplicación de una Gestión de calidad, nos permite asegurar que la ejecución será realizada cumpliendo normas y especificaciones técnicas definidas durante el desarrollo de la ingeniería de proyecto.

En su investigación (Horna, 2017) “Calidad superficial de uniones soldadas evaluadas mediante inspección visual de acuerdo al código AWS D1.1”, tienen como objetivo determinar la calidad superficial de la unión soldada mediante proceso

de soldadura por arco eléctrico manual con electrodo revestido y una junta a tope. Se determinó el tipo y tamaño de discontinuidades, los tamaños de soldadura de filete, ranura, el tamaño de las discontinuidades, mediante el uso de varios tipos de calibradores de soldadura. Los resultados producto de esta investigación descriptiva muestran una gran variación en cuanto a lo que aparentemente es un defecto, después de la evaluación solo constituye una discontinuidad, concluyendo que el tipo y tamaño de la discontinuidad en las probetas de las uniones soldadas varían y se evalúan su posible rechazo al constituir defecto con el código aplicable. Para el presente trabajo de investigación, el uso de varios tipos de calibradores de soldadura recomendados por la sociedad americana de soldadura. y la evaluación con el código AWS D1.1, sirven para determinar discontinuidades del tipo porosidad, socavado, falta de llenado, solape, gritas, golpe de arco, convexidad excesiva. Mediante el uso adecuado de los instrumentos de medición y de la normativa para la evaluación de discontinuidades es posible detectar los defectos en uniones soldadas.

A fin de complementar los conceptos para el entendimiento del presente estudio a continuación se mencionan las bases teóricas:

Estandarización de procesos, tiene el objetivo de unificar los procedimientos de las organizaciones que utilizan diferentes prácticas para el mismo proceso. Por lo tanto, es posible alcanzar la composición que no es más que la reutilización de un proceso ya establecido como un componente (o sub-proceso) de otro proceso, que a veces está en otro departamento o sector de la empresa.

(Pacheco, 2017) menciona en “La estandarización de procesos” (como se cita en el Productivity Press Development Team, 2002). Se define como un proceso que implica:

- Definir el estándar
- Informar el estándar
- Establecer la adhesión al estándar
- Propiciar una mejora continua del estándar

Las principales contribuciones de la estandarización de una empresa son:

- La reducción de pérdidas
- La formación de la cultura de la empresa
- El aumento de la transparencia
- La reducción de la variabilidad.

Manuales de procedimientos y la estandarización de procesos, los manuales de procedimiento tienen como objetivo estandarizar el trabajo de modo que proporcione la calidad deseada. Sirven de guía para la ejecución de los procesos, facilitan la formación y ayudan a comprobar la conformidad de las actividades, además de convertirse en una importante fuente de información. Un buen manual de procedimientos debe contener:

- La representación gráfica del proceso
- Las condiciones de inicio
- La interfaz con otros procesos

- Las actividades
- Las rutas de ejecución del proceso

Además, se deben incluir textos auxiliares con diversas informaciones sobre cada actividad, tales como reglas del negocio, entrada, salida, área responsable, entre otras. Los manuales de procedimientos son un material importante para las empresas que buscan estandarizar los procesos.

Homologación de proveedores, es el proceso por el cual una empresa define aquellos proveedores que están cualificados para suministrarle productos o servicios. Un proveedor que desee trabajar con una empresa que disponga de un sistema de homologación de proveedores deberá conseguir esta homologación antes de poder comenzar a suministrar sus productos o servicios. La homologación de proveedores puede realizarse a través de diversos métodos:

Auditoría. Este sistema consiste en la realización de una visita al proveedor, en el transcurso de la cual se evalúa una serie de factores, previamente definidos y recogidos en un cuestionario de auditoría. Como resultado de esta auditoría, el proveedor obtendrá una puntuación, en función de la cual será aceptada o rechazada su homologación.

Test de producto. Consiste en la realización de una prueba de los productos que desea suministrar el proveedor. La prueba consiste en utilizar el producto en el proceso productivo y verificar su comportamiento. Al final de la prueba se homologa o no al proveedor.

Homologación por histórico. Este método se utiliza para homologar a proveedores que llevan trabajando con la empresa desde hace tiempo de manera satisfactoria. Consiste en analizar los resultados históricos de la relación con el proveedor: cantidades suministradas, número de envíos, número y gravedad de las reclamaciones, resultados de controles, calidad del servicio, etc. En función de estos resultados se procede a conceder o denegar la homologación.

Cuestionario de homologación. Este sistema es similar al de auditoría, pero sin realizar visita al proveedor. En este caso, la empresa elabora un cuestionario en el que se preguntan los datos importantes sobre la actividad, organización, medios, proceso productivo y gestión de la calidad del proveedor. Este cuestionario se envía al proveedor, y en función de sus respuestas se procede a su homologación.

En el proceso de homologación de proveedores deben participar representantes de los departamentos de la empresa afectados: el responsable de compras, el responsable de calidad y el responsable del departamento usuario del producto.

El proceso de homologación da lugar a una lista de proveedores homologados. Esta lista debe ser difundida a todas las personas de la empresa que tengan responsabilidades de compra de productos o servicios, de manera que no puedan comprar a proveedores que no estén incluidos en la lista. El hecho de que un proveedor esté homologado no supone que la empresa esté obligada a comprar sus productos; significa que la empresa puede comprarlos. La selección de los proveedores los que comprar en cada momento se realiza a través del sistema de evaluación de proveedores.

Evaluación de proveedores, según (Anaya, 2007) refiere:

Los sistemas de evaluación que habitualmente se emplean se limitan a hacer intervenir básicamente tres factores:

- *Índice de Precios:*
 $(\text{precio más bajo ofertado} / \text{precio medio del mercado}) \times 100$
- *Índice de Calidad:*
 $(\text{lotes aceptados} / \text{lotes servidos}) \times 100$
- *Índice de Servicio:*
 $(\text{piezas entregadas en plazo} / \text{total de piezas solicitadas}) \times 100$

Aunque también cabe destacar otros factores menos cuantificables, como son asistencia técnica, servicio postventa, etcétera, que tiene un valor importantísimo para la empresa. En realidad, cada uno de estos índices engloba conceptos diferentes; así el índice de precios puede ser el resultante del nivel, condiciones de pago, descuentos, etcétera. El índice de servicios puede incluir plazo de entrega, disponibilidad, fiabilidad, etcétera. (p. 147).

Programación de actividades, independientemente del tamaño o el alcance del proyecto, el programa de actividades debe ser una parte de su gestión. A la vista de este calendario, el Project Manager puede conocer el momento en que cada actividad se debe llevar a cabo, las tareas que ya se han completado y la secuencia en que cada fase tienen que ser ejecutada. No obstante, hay que tener en cuenta que la precisión de esta herramienta de gestión de proyectos dependerá de la diligencia con que se lleven a cabo las actualizaciones. Debido a la incertidumbre que implica cualquier proyecto, el cronograma de actividades se ha de revisar periódicamente, de forma simultánea al transcurso de la ejecución. Revisar el contenido de este calendario y ponerlo al día es necesario ya que siempre pueden identificarse nuevos riesgos o surgir la necesidad de

cambios. Esta herramienta, en manos del Project Manager transforma el proyecto de una simple visión a un plan minucioso y basado en el tiempo. El programa de actividades cuenta con muchas ventajas para la gestión, entre las que cabría destacar: Proporciona una base para supervisar y controlar el desarrollo de todas y cada una de las actividades que componen el proyecto, ayuda a determinar la mejor manera de asignar los recursos, para que se pueda alcanzar la meta del proyecto de manera óptima, facilita la evaluación de la manera en que cada retraso puede afectar a otras actividades y a los resultados finales, permite averiguar dónde van a quedar recursos disponibles, de forma que se puede proceder a su reasignación a otras tareas o proyectos y sirve de base para realizar un seguimiento del progreso del proyecto.

Elaboración del programa de actividades, existen muchas metodologías que sirven de base para la elaboración del programa de actividades. Para elegir cuál es la más indicada en cada caso, habrá que atender a las características concretas del proyecto y sus necesidades. Así, por ejemplo, se pueden aplicar los métodos del Diagrama de Gantt, CPM - Pert o algún tipo de análisis de redes, en función de su creciente complejidad. En cualquier caso, la información necesaria para la elaboración de un calendario de este tipo ha de ser, como mínimo:

Descripción del alcance del proyecto: Permite determinar las fechas de inicio y final clave, los principales supuestos detrás del plan, así como las limitaciones y restricciones clave. También puede incluir expectativas de los interesados, que a menudo determinan los hitos del proyecto.

Lista de actividades y necesidades de recursos: Es importante determinar si hay otras restricciones a tener en cuenta en el desarrollo de la programación. La comprensión de las capacidades de los recursos unida a la experiencia profesional del Project Manager ayudará a conocer qué factores o circunstancias (vacaciones, días libres, etc.) pueden afectar al cronograma de actividades y, por tanto, al proyecto.

Calendarios personales y de proyecto: En la programación del proyecto se ha de incorporar la información relativa a los días laborables, los turnos, y la disponibilidad de los recursos.

Riesgos del proyecto: Su comprensión es necesaria para planear cada actividad con tiempo suficiente para hacer frente y responder a los riesgos identificados, pero calculando la posible aparición también de riesgos no identificados previamente. Conocer toda esta información antes de la elaboración del cronograma de actividades de proyecto, permite incrementar la flexibilidad al máximo, omitiendo el riesgo. Con estos datos en la mano, el Project Manager puede comenzar la elaboración del calendario en base a la aplicación de alguna de las metodologías de gestión de proyectos.

Diagrama de Gantt o Pert: Facilitan la creación de una representación gráfica de las actividades del proyecto, el tiempo que se tardan en completar y la secuencia en que se deben ejecutar. Mientras que el Diagrama de Gantt es la herramienta idónea para cualquier tipo de proyecto, muy recomendable para los más sencillos, Pert proporciona excelentes resultados cuando la complejidad aumenta.

Costos de operaciones, Chambergo menciona en “Análisis de la importancia del estado de costo de producción y venta y el estado de resultados en las normas internacionales

de información financiera NIIF/IFRS” (como citan C. Ferguson y J. Gould), definen al costo como “un aspecto de la actividad económica, para el empresario individual esto implica sus obligaciones de hacer pagos en efectivo, para el conjunto de la sociedad, el costo representa los recursos que deben sacrificarse para obtener un bien dado”. Esta definición emplea el término “sacrificios” para referirse a costos que directamente no están relacionados con el dinero en efectivo, como las depreciaciones del activo fijo, pero están involucrados en el proceso productivo, comercial o de servicio. (Como cita Harry Howe), define al costo como el “precio pagado o la retribución para adquirir un activo. Aplicando a los inventarios, el costo significa en principio la suma de los desembolsos aplicables y cargos incurridos directa o indirectamente al traer un artículo a su condición y localización existente”. Según la FAO, (FAO, 2017) señala:

Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto.

Esto significa que el destino económico de una empresa está asociado con: el ingreso (por ej., los bienes vendidos en el mercado y el precio obtenido) y el costo de producción de los bienes vendidos. Mientras que el ingreso, particularmente el ingreso por ventas, está asociado al sector de comercialización de la empresa, el costo de producción está estrechamente relacionado con el sector tecnológico; en consecuencia, es esencial que el tecnólogo pesquero conozca de costos de producción.

El costo de producción tiene dos características opuestas, que algunas veces no están bien entendidas en los países en vías de desarrollo. La primera es que para producir

bienes uno debe gastar; esto significa generar un costo. La segunda característica es que los costos deberían ser mantenidos tan bajos como sea posible y eliminados los innecesarios. Esto no significa el corte o la eliminación de los costos indiscriminadamente.

Por ejemplo, no tiene sentido que no se posea un programa correcto de mantenimiento de equipos, simplemente para evitar los costos de mantenimiento. Sería más recomendable tener un esquema de mantenimiento aceptable el cual, eliminaría, quizás, el 80-90% de los riesgos de roturas. Igualmente, no es aconsejable la compra de pescado de calidad marginal para reducir el costo de la materia prima. La acción correcta sería tener un esquema adecuado de compra de pescado según los requerimientos del mercado y los costos. Usualmente, el pescado de calidad inferior o superior, no produce un óptimo ingreso a la empresa; esto será analizado posteriormente.

Otros aspectos entendidos como "costos" a ser eliminados (por ej., programas de seguridad de la planta, capacitación de personal, investigación y desarrollo), generalmente no existen en la industria procesadora de pescado de los países en vías de desarrollo. Desafortunadamente en el mismo sentido, los costos para proteger el medio ambiente (por ej., el tratamiento de efluentes) son en forma frecuente ignorados y, en consecuencia, transferidos a la comunidad en el largo plazo o para futuras generaciones.

Cuando se analiza la importancia dada al costo de producción en los países en vías de desarrollo, otro aspecto que debería ser examinado respecto a una determinada estructura de costos, es que una variación en el precio de venta tendrá un impacto inmediato sobre el beneficio bruto porque éste último es el balance entre el ingreso (principalmente por ventas) y el costo de producción. En consecuencia, los incrementos o las variaciones en el precio de venta, con frecuencia son percibidos como la variable

más importante (junto con el costo de la materia prima), particularmente cuando existen amplias variaciones del precio.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en los procedimientos de los trabajos del área de soldadura para lograr la reducción de los costos de operaciones en una empresa contratista minera en la ciudad de Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el análisis de la situación actual de los procedimientos de los trabajos del área de soldadura en una empresa contratista minera en la ciudad de Cajamarca.
- Elaborar la propuesta de mejora en los procedimientos del área de soldadura.
- Comparar los costos de operaciones antes y después de la mejora.
- Evaluar económicamente para determinar la viabilidad de la propuesta a través de los indicadores económicos y financieros.

1.3.3. Hipótesis

Con la aplicación de la propuesta de mejora en los procedimientos del área de soldadura se reducen los costos de operaciones en una empresa contratista minera en la ciudad de Cajamarca.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Según el propósito: Aplicada.

Busca la aplicación o utilización de los conocimientos y herramientas de mejora en estudio.

2.1.2. Según el diseño de investigación: Pre experimental.

Se caracteriza por la ausencia de manipulación de las variables que intervienen en la investigación, se limita a observar en condiciones naturales el fenómeno analizado sin modificarlo o alterarlo. Este tipo de diseño consiste en administrar un tratamiento o estímulo en la modalidad de pre-prueba y post-prueba.

Tabla 2
Diseño de investigación

Grupo	Asignación	Pre- prueba	Tratamiento	Post- prueba
GE	–	O1	X	O2

Fuente. El problema parte 2 UPN

Donde:

GE: grupo de estudio

O1: Pre-test

O2: Post-test

2.2. Materiales, instrumentos y métodos

2.2.1. Materiales

Archivos con información histórica, laptop, hojas

2.2.2. Instrumentos

Tablas.

2.2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.2.3.1. Técnicas de obtención de datos

Los datos se obtendrán de los registros y estadísticas de la empresa y mediante la observación directa y entrevistas con el personal.

2.2.3.2. Técnicas de análisis e interpretación de los datos

Para el análisis e interpretación de datos se elaborará el diagrama de Ishikawa, la técnica de Pareto y la matriz de indicadores.

El análisis cuantitativo se realizará a partir de los datos históricos que la empresa pueda tener sobre los costos de operaciones de su área de soldadura. El análisis cualitativo, se realizará a partir de las entrevistas realizadas con el personal involucrado, para obtener sus percepciones y opiniones.

2.3. Procedimiento

Tabla 3

Etapas de desarrollo del proyecto

Etapa	Fuente de recolección de datos	Técnicas		Resultados esperados
		Recopilación de datos	Procesamiento de datos	
1	Análisis del área de mantenimiento-soldadura	<ul style="list-style-type: none"> _Observación directa de los procedimientos de soldadura _Recopilación de datos sobre mantención de las estructuras y componentes de los camiones 	<ul style="list-style-type: none"> _Análisis estadístico de datos históricos (tablas y gráficos) _Diagrama de Ishikawa en operaciones _Análisis de Pareto _Matriz de indicadores 	<ul style="list-style-type: none"> _Identificación de las causas raíz que originan el problema central _Priorización de las causas raíz _Determinación de los indicadores para las causas raíz
2	Propuesta de mejora en el área de soldadura	<ul style="list-style-type: none"> _Análisis de la causa raíz y sus indicadores 	<ul style="list-style-type: none"> _Uso de herramientas de Ingeniería Industrial: Programación de operaciones, Gestión de proveedores SRM, Mantenimiento de equipos 	<ul style="list-style-type: none"> _Propuestas de mejoras en el área de soldadura para reducir los costos de operaciones de la empresa minera contratista
3	Evaluación económica-financiera de la propuesta	<ul style="list-style-type: none"> _Inversiones y costos de las propuestas _Beneficios-ahorro de costos de operaciones después de las propuestas de mejora 	<ul style="list-style-type: none"> _Procesamiento de las inversiones, costos y beneficios como consecuencia de las propuestas de mejora 	<ul style="list-style-type: none"> _Cálculo de los indicadores económicos y financieros: VAN, TIR, B/C, PRI

Fuente. Elaboración propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Análisis de la realidad actual de la empresa

3.1.1. Datos generales de la empresa

La empresa contratista minera está ubicada en Vía de Evitamiento Sur # 2416 - La Colmena, Cajamarca. Es una empresa líder en la industria Metal Mecánica del norte del Perú, con más de 40 años de experiencia en el diseño, fabricación, reconstrucción y montaje de componentes para la industria agrícola, minera, pesquera, alimentaria y transporte.

La empresa contribuye a incrementar la productividad de la maquinaria a un menor costo operativo siendo un eslabón importante para la disponibilidad de los equipos de nuestros clientes. Contamos con experiencia, conocimiento y la tecnología más avanzada del medio.

3.1.2. Estructura Organizacional

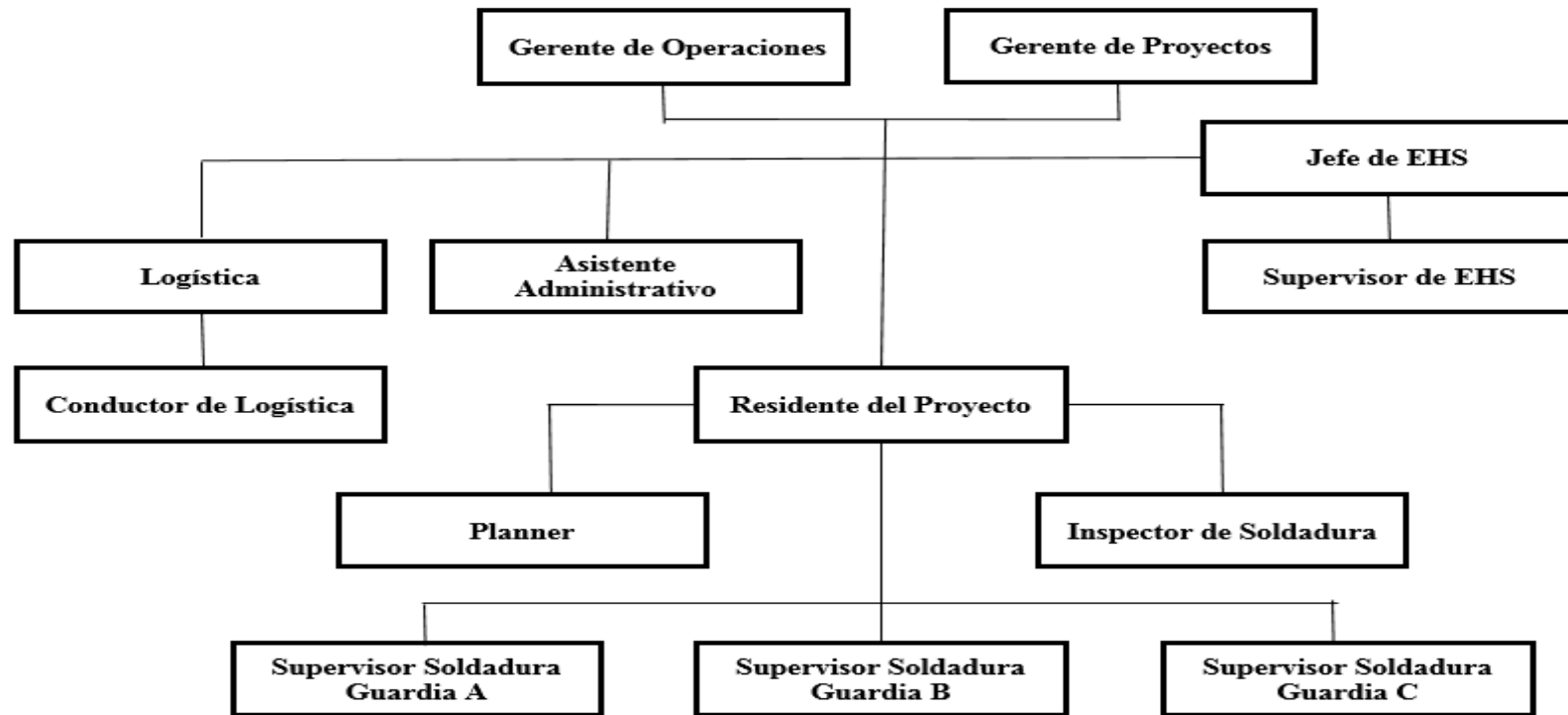


Figura 2. Organigrama de la empresa contratista minera

Fuente. Empresa contratista minera Fisac

3.1.3. Clientes

Atendemos a todos nuestros clientes con el mismo compromiso de brindar alternativas de solución para el problema que haya suscitado. Nuestra trayectoria nos ha permitido atender muchos clientes, incluso en los inicios de la empresa, se atendieron embarcaciones extranjeras en el puerto de Salaverry. A continuación, se presentan algunos de los clientes quienes pueden dar testimonio de la capacidad instalada y el gran grupo humano que conforman la empresa.



Figura 3. Clientes de la empresa contratista minera

Fuente: Empresa contratista minera Fisac

3.1.4. Misión y visión

Misión: Brindar un servicio personalizado para soluciones de calidad en diseño, fabricación, mantenimiento y reparación de componentes para la industria en general; mediante el uso de tecnología de vanguardia aplicada conjuntamente con la experiencia de nuestro recurso humano altamente

capacitado, comprometido con el crecimiento de nuestros clientes y colaboradores aplicando buenas prácticas de manufactura socialmente responsables.

Visión: La empresa al 2021, ejecutará un plan de expansión que la convertirá en la única empresa metalmecánica de capital nacional y más de 40 años de experiencia con presencia en las principales ciudades del Perú, innovando una oferta de productos y servicios para la industria que cumplan con los más altos estándares de calidad, seguridad y cuidado del medio ambiente.

3.1.5. Descripción del proceso del área de soldadura

Como parte del crecimiento de la empresa, los procedimientos de soldadura son un respaldo en todos los componentes fabricados o reparados. La investigación en nuevas técnicas de soldeo, así como el uso de nuevos materiales han permitido a la empresa estar en la vanguardia de las recuperaciones de componentes por soldadura. En la empresa se han desarrollado dispositivos que nos permiten una mejora considerable en la eficiencia de los procesos de soldadura. Los equipos empleados son los de mayor capacidad que se manejan en el mercado.



Figura 4. Actividades diversas d la empresa contratista minera
Fuente: Empresa contratista minera Fisac

La figura a continuación representa las actividades y los diferentes procesos de soldadura que se realizan en el área soldadura de la empresa.

Actividades

Procesos de Soldadura

Reparación de estructuras – chasis y componentes en camiones, cargadores, tractores, motoniveladoras, perforadoras, palas, etc.



Proceso	Tipo	Tecnica	Nombre comercial	Clasificación	Usos	Documentos	
SMAW	Shield Metal Arc Welding	Soldadura por arco con electrodo revestido	Manual	Cellocord AP	E 6011 AWS A5.1	Acero al carbono y baja aleacion	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
				Citofonte	E N1C1 AWS A5.15	Hierro fundido	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
				Inox 29/9	E 312-16 AWS A5.4	Acero inoxidable	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
				Supercito	E 7018 AWS A5.1	Acero al carbono y baja aleacion	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
				Chamfercord	---	Corte y biselado	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
				Tenacito 110	E 11018 AWS A5.5	Acero al carbono y baja aleacion	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
FCAW	Flux Cored Arc Welding	Soldadura por arco con alambre tubular	Semi - automatico	ESAB 7100 Ultra	E 71T-1 AWS A5.20	Acero al carbono y baja aleacion	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
				Exatub 81 Ni 1	E 81 Ni1 AWS A5.29	Acero al carbono y baja aleacion	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
				Exatub E71t-1	E 71T-1 AWS A5.20	Acero al carbono y baja aleacion	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
OAW	Oxi-Acetylene Welding	Soldadura a gas	Manual	Bronce	---	soldadura especial	Ficha tecnica
				Plata	---	soldadura especial	Ficha tecnica
CAC	Carbon Arc Cuting	Soldadura por arco con carbon	Manual	Arc - Air	---	Corte y biselado	Ficha tecnica - MSDS - HMIS

Reparación de componentes mayores (tolvas, cucharones, dozer, tapas, hojas, etc.)



Proceso	Desarrollo	Tipo	Nombre comercial	Clasificación	Usos	Documentos	
SMAW	Shield Metal Arc Welding	Soldadura por arco con electrodo revestido	Manual	Supercito	E 7018 AWS A5.1	Acero al carbono y baja aleacion	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
				Chamfercord	---	Corte y biselado	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
				Tenacito 110	E 11018 AWS A5.5	Acero al carbono y baja aleacion	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
FCAW	Flux Cored Arc Welding	Soldadura por arco con alambre tubular	Semi - automatico	ESAB 7100 Ultra	E 71T-1 AWS A5.20	Acero al carbono y baja aleacion	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
				Exatub 81 Ni 1	E 81 Ni1 AWS A5.29	Acero al carbono y baja aleacion	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
				Exatub E71t-1	E 71T-1 AWS A5.20	Acero al carbono y baja aleacion	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
CAC	Carbon Arc Cuting	Soldadura por arco con carbon	Manual	Arc - Air	---	Corte y biselado	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
OAC	Oxi-Acetylene Cuting	Corte a gas oxiacetileno	Manual	---	---	Corte de planchas	Ficha tecnica - MSDS - HMIS

Reparación de componentes menores (barandas, guardas, latería, etc.)



Proceso	Desarrollo	Tipo	Nombre comercial	Clasificación	Usos	Documentos	
SMAW	Shield Metal Arc Welding	Soldadura por arco con electrodo	Manual	Supercito	E 7018 AWS A5.1	Acero al carbono y baja aleacion	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
				Chamfercord	---	Corte y biselado	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
FCAW	Flux Cored Arc Welding	Soldadura por arco con alambre tubular	Semi - automatico	Exatub E71t-1	E 71T-1 AWS A5.20	Acero al carbono y baja aleacion	Ficha tecnica - MSDS - HMIS
CAC	Carbon Arc Cuting	Soldadura por arco con carbon	Manual	Arc - Air	---	Corte y biselado	Ficha tecnica - MSDS - HMIS

Figura 5. Actividades-procesos del área soldadura

Fuente: Elaboración propia

- A continuación, se describe cada una de las actividades que componen el proceso de soldadura y los problemas que presentan.

1. Reparación de estructuras – chasis y componentes menores

Consiste en la reparación de fisuras en chasis CAT de camiones, tractores y motoniveladoras.

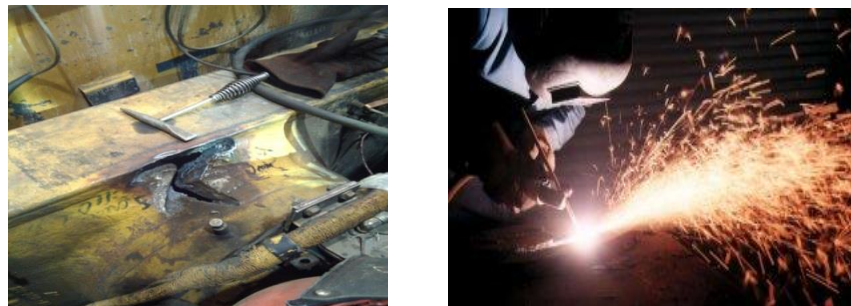


Figura 6. Reparación de estructuras - chasis

Fuente: Planeamiento soldadura empresa contratista Fisac

Principales problemas:

- Aparición de fisuras en zonas fatigadas
- Fallas de los equipos / herramientas
- Demoras en los trabajos de barrenado
- Retraso en la llegada de los materiales
- Saturación del sistema SAP con órdenes de trabajo (O.T)

2. Reparación de componentes mayores (tolvas).

Consiste en el cambio de canales inferiores, base de canopy (visera), plancha envolvente y base frontal en tolva.



Figura 7. Reparación de tolvas

Fuente: Planeamiento soldadura empresa contratista Fisac

Principales problemas:

- Alto tiempo para reparación de tolvas tipo overhaul
- Falta de stock de tolvas reparadas para cambios
- Formatos de planchas que se habilitan para reparación parcial de tolvas no corresponden a las medidas adecuadas

3. Reparación de componentes menores (barandas, guardas, latería etc.).

Consiste en la reparación de barandas.



Figura 8. Reparación de barandas

Fuente: Planeamiento soldadura empresa contratista Fisac

Principales problemas:

- Barandas deterioradas por múltiples reparaciones

Para el caso de estudio de la presente tesis nos enfocaremos en la flota de Camiones 793C (17 camiones) que por sus características pertenece a la flota de acarreo, con una tolva de capacidad de 234 toneladas y una antigüedad de 16 años.



Figura 9. Camión gigante modelo CAT 793C

Fuente: Planeamiento soldadura empresa contratista Fisac

Las actividades que realiza el área de soldadura se encuentran enmarcadas en el alcance del contrato que tiene la empresa contratista con la empresa minera: “Mantenimiento integral de equipos de producción y reparación de componentes usando procesos de soldadura y barrenado”. Estas actividades para la flota en mención son las siguientes:

- Reparación de fisuras en chasis.
- Reparación parcial o total de tolva.

- Extracción de pernos rotos en componentes y partes de los diferentes sistemas.
- Barrenado de alojamientos pivótop chasis, suspensiones posteriores, cilindros de levante, rod control, a-frame y pad oscilantes.
- Reparación de barandas y guardas.

3.1.6. Identificación del problema

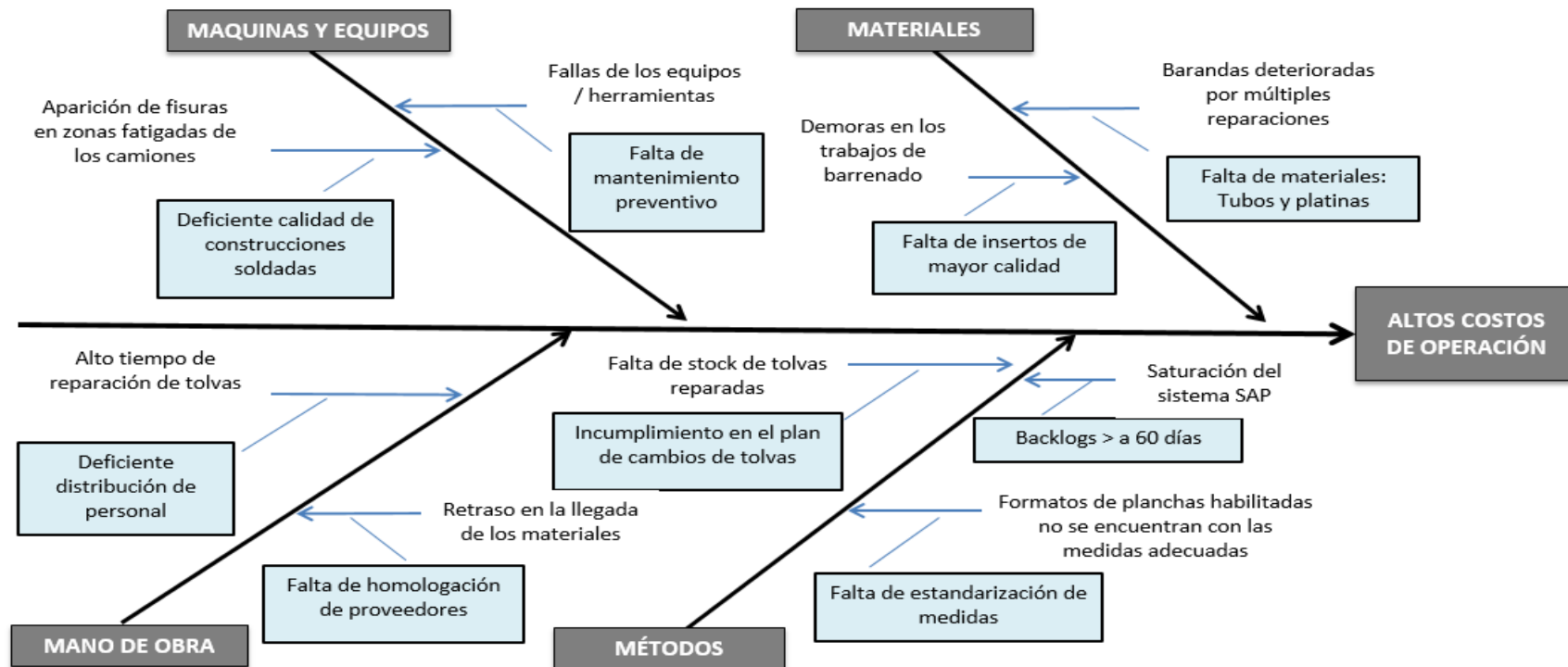


Figura 10. Diagrama de Ishikawa área Soldadura

Fuente: Elaboración propia

3.1.7. Priorización de causas raíz

En la siguiente tabla se listan las causas raíces que han sido seleccionadas de acuerdo a las pérdidas que ocasionan. Luego estas causas son clasificadas mediante la técnica de Pareto. Finalmente, se elaboran los indicadores que van a medir la mejora de las causas seleccionadas, mediante la aplicación de las herramientas de la carrera que forman parte de la propuesta para la empresa. Como resultado de ello, se elabora la matriz de indicadores para cada causa raíz.

Tabla 4
Matriz de priorización causa raíz

Causa Raíz	Descripción	Impacto	Pérdida	%	% Acum
CR4	Deficiente distribución de personal	Alto tiempo reparación tolvas	\$48,313.13	38.52%	38.52%
CR3	Incumplimiento en el plan de cambios de tolvas de acuerdo a la proyección anual	Falta de stock de tolvas reparadas para cambio	\$34,509.38	27.52%	66.04%
CR6	Falta de homologación de proveedores de Trujillo. No se tiene proveedores locales (Cajamarca)	Retraso en la llegada de los materiales	\$21,079.41	16.81%	82.85%
CR5	Falta de estandarización de medidas en la configuración de plates	Formatos de planchas habilitadas no se encuentran con las medidas adecuadas	\$19,088.69	15.22%	98.07%
CR7	Backlogs > a 60 días	Saturación del sistema SAP	\$1,200.00	0.96%	99.03%
CR1	Falta de mantenimiento preventivo	Fallas de los equipos / herramientas	\$955.20	0.76%	99.79%
CR2	Zonas fatigadas	Aparición de fisuras en zonas fatigadas	\$266.78	0.21%	100.00%
TOTAL			\$/.125,412.59	100.00%	

Fuente: Planeamiento soldadura empresa contratista Fisac

3.1.8. Diagrama de Pareto

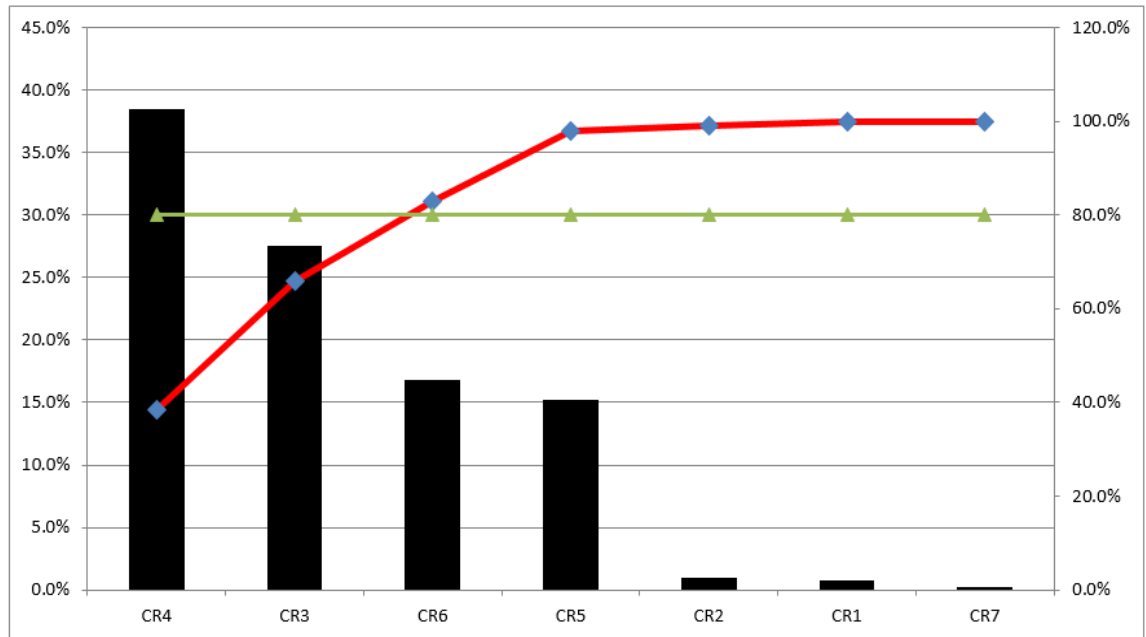


Figura 11. Diagrama de pareto

Fuente: Elaboración propia

3.1.9. Matriz de Indicadores

Tabla 5
Matriz de indicadores

CR	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	FORMULA	VA	VM	Herramienta de Mejora
CR4	Deficiente distribución de personal	Tiempo de reparación de tolva tipo overhaul	$\frac{\text{hrs-hombre}}{\text{tolva}}$	\$48,313.13	\$38,650.50	Programación de personal de operaciones
CR3	Incumplimiento en el plan de cambios de tolvas de acuerdo a la proyección anual	Tiempo de atraso de avance de obra	$\frac{\text{días de atraso de obras}}{\text{mes}}$	\$34,509.38	\$20,705.63	MRP (Planificación de Requerimiento de Materiales)
CR6	Falta de homologación de proveedores de Trujillo. No se tiene proveedores locales (Cajamarca)	% cumplimiento de tolvas reparadas	$\frac{\text{tolvas reemplazadas} *}{\text{tolvas programadas}}$	\$21,079.41	\$16,863.53	SRM (Gestión de proveedores)

Fuente: Planeamiento soldadura empresa contratista Fisac

Donde:

VA: Valor actual

VM: valor mejorado

Objetivos:

- Para el caso de la causa raíz CR4, se tiene como objetivo llevar el VM al 80% del VA
- Para el caso de la causa raíz CR3, se tiene como objetivo llevar el VM al 60% del VA
- Para el caso de la causa raíz CR6, se tiene como objetivo llevar el VM al 80% del VA

3.1.10. Soluciones propuestas

Se presenta a continuación las propuestas de mejora para las causas raíz seleccionadas anteriormente y que fueron resumidas en la matriz de indicadores.

En primer lugar, se explica la causa raíz y el impacto que produce en los costos de la empresa y luego se describe la mejora propuesta para cada caso.

3.1.10.1. Propuesta: Gestión de proveedores (SRM)

3.1.10.1.1. Explicación de la causa raíz

La empresa actualmente no cuenta con criterios de selección de proveedores, originando entre sus más frecuentes problemas, retrasos en la entrega de sus materiales, compras extras inesperadas de materiales y repuestos, contar con un solo proveedor para cada producto, originando que cuando necesite alguno de urgencia no siempre llega en la fecha estimada, falta de comunicación adecuada con el proveedor, pues el contacto se hace solamente a través de correos electrónicos. Esta situación origina el retraso en el avance de obra en promedio 5 días/mes, lo cual se traduce en pérdidas aproximadas de US\$ \$21,079.41 anuales por tiempos muertos de mano de obra y equipos. Asimismo, no existe una diversidad de proveedores para optar por otras opciones de precio, calidad y durabilidad; se hace el pedido a un solo proveedor. Tampoco se revisan las condiciones de los productos antes de enviarlos al área de operaciones que lo solicita.

3.1.10.1.2. Propuesta de gestión de proveedores

La propuesta sigue el proceso indicado en la herramienta SRM (Supplier Relationship Management o Gestión de las relaciones con los proveedores).

El SRM proporciona un método integral para gestionar las relaciones con sus proveedores actuales y potenciales, con el fin de obtener un beneficio mutuo y duradero. Las decisiones de aprovisionamiento son muy importantes, ya que afectan el nivel de eficiencia y capacidad de respuesta que puede la empresa para cumplir sus servicios programados.

3.1.10.1.3. Evaluación y selección del proveedor, para realizar compras satisfactorias es necesario seleccionar un proveedor capaz y responsable, llegar a un acuerdo sobre los factores adecuados de calidad, servicio y precio. El enfoque que se debe manejar es que los proveedores formen parte integral de la empresa, estableciendo relaciones basadas en la confianza y en el beneficio mutuo.

El proceso de evaluación y selección de los proveedores debe contemplar los siguientes sub procesos: Elaborar un listado de proveedores potenciales con todos los productos o servicios que ofrece, condiciones comerciales, asesorías técnicas, certificaciones de calidad, condiciones de entrega, servicio post venta, términos de garantía ante posibles devoluciones. A continuación la lista de proveedores con los que se viene trabajando:

Proveedores

A.	C & M Servicios SAC
B.	Sedisa SAC
C.	Indura Perú SAC
D.	Osma Service Perú EIRL

Figura 12. Lista de proveedores

Fuente: Empresa contratista minera Fisac

A partir del registro se inicia la etapa de calificación de proveedores, considerando aspectos técnicos, comerciales y económicos, y empresariales.

Para esta etapa, se utilizará el método de ponderación de los criterios a tener en cuenta en la valoración tal como se muestra a continuación, la responsabilidad recae en los especialistas, jefe del área logística y jefaturas de las demás áreas, teniendo como criterio sumar el 100% entre los tres aspectos antes mencionados tal como se muestra en las tablas de ponderación (Tablas 3-5) y las figuras de valoración (Figuras 14-16) respectivamente.

Tabla 6
Ponderación aspectos técnicos

Aspectos Técnicos	Ponderación
Calidad del producto/servicio	25.0%
Capacidad técnica del proveedor	2.0%
Calidad certificada (ISO o similar)	5.0%
Capacidad de adaptación	5.0%
Plazos de entrega	10.0%
Total aspectos técnicos	47.0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7
Ponderación aspectos comerciales y económicos

Aspectos comerciales y económicos	Ponderación
Precios	25.0%
Formas y plazos de pago	3.0%
Servicio postventa	2.0%
Garantías	4.0%
Total aspectos comerciales y económicos	34.0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8
Ponderación aspectos empresariales

Aspectos empresariales	Ponderación
Estabilidad del proveedor	2.0%
Proximidad	3.0%
Facilidad de entendimiento	3.0%
Importancia como cliente	3.0%
Referencias de terceros	8.0%
Total aspectos empresariales	19.0%

Fuente: Elaboración propia

Luego de la ponderación de los criterios se procede con la valoración de los proveedores.

1. De los aspectos técnicos

Aspectos Técnicos	<i>C & M Servicios SAC</i>	<i>Sedisa SAC</i>	<i>Indúra Perú SAC</i>	<i>Osma Service Perú EIRL</i>	<i>Postalloy Perú</i>
Calidad del producto/servicio	4	2	5	4	3
Capacidad técnica	3	3	3	3	3
Calidad certificada (ISO o similar)	0	0	0	0	0
Capacidad de adaptación	2	1	2	4	2
Plazos de entrega	3	3	3	5	2

Figura 13. Valoración de los aspectos técnicos

	PAUTAS DE VALORACION				
	1	2	3	4	5
Calidad del producto/servicio	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Capacidad técnica	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Calidad certificada (ISO o similar)	Muy baja	Baja	media	Alta	Muy alta
Capacidad de adaptación	Muy baja	Baja	media	Alta	Muy alta
Plazos de entrega	Muy altos	Altos	Medios	Bajos	Muy Bajos

Figura 14. Pautas de valoración de los aspectos técnicos

2. De los aspectos comerciales y económicos

Aspectos comerciales y económicos	C & M Servicios SAC	Sedisa SAC	Indura Perú SAC	Osmo Service Perú EIRL	Postalloy Perú
Precios	2	2	3	5	2
Formas y plazos de pago	5	4	3	2	4
Servicio postventa	3	3	2	2	3
Garantías	3	3	2	2	2

Figura 15. Valoración de los aspectos comerciales y económicos

	PAUTAS DE VALORACION				
	1	2	3	4	5
Precios	Muy altos	Altos	Medios	Bajos	Muy Bajos
Formas y plazos de pago	Muy malas	Malas	Medias	Buenas	Muy buenas
Servicio postventa	Muy malo	Malo	Medio	Bueno	Muy bueno
Garantías	Muy mala	Mala	Media	Buena	Muy buena

Figura 16. Pautas de valoración de los aspectos comerciales y económicos

3. De los aspectos empresariales

Aspectos empresariales	C & M Servicios SAC	Sedisa SAC	Indura Perú SAC	Osma Service Perú EIRL	Postalloy Perú
Estabilidad del proveedor	3	5	3	3	1
Proximidad	2	3	3	4	2
Facilidad de entendimiento	2	5	2	4	4
Importancia como cliente	2	4	5	5	4
Referencias de terceros	4	3	2	1	1

Figura 17. Valoración de los aspectos empresariales

	PAUTAS DE VALORACION				
	1	2	3	4	5
Estabilidad del proveedor	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Proximidad	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Facilidad de entendimiento	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Importancia como cliente	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Referencias de terceros	Ninguna	Malas	Regulares	Buenas	Muy buenas

Figura 18. Pautas de valoración de los aspectos empresariales

Los resultados muestran la escala o posición de los proveedores de acuerdo a los criterios establecidos, el proveedor Osma Service Perú EIRL se ubica en la posición 1 con mayor puntaje 3.72 y Postalloy Perú se ubica en la posición 5 con menor 1.41 de puntaje, tal como se muestra en la figura 19 a continuación:

RESULTADOS	Aspectos Técnicos	Aspectos comerciales y económicos	Aspectos empresariales	TOTAL	POSICION
C & M Servicios SAC	1.46	0.83	0.56	2.85	3
Sedisa SAC	0.91	0.80	0.70	2.41	4
Indura Perú SAC	1.71	0.96	0.52	3.19	2
Osma Service Perú EIRL	1.76	1.43	0.53	3.72	1
Postalloy Perú	0.76	0.18	0.47	1.41	5

Figura 19. Posición de los proveedores

3.1.10.2. Propuesta: Programación de personal de operaciones

3.1.10.2.1. Explicación de la causa raíz

Ante la imposibilidad de contar con personal suficiente para cumplir con la programación de tareas y para evitar los retrasos en los avances de obra, se requiere de un cambio en la gestión de los recursos humanos, a fin de adaptarse a las exigencias de la empresa minera. Debido a la deficiente distribución de personal en las operaciones de la empresa, se origina un elevado tiempo en la reparación de tolvas. El año pasado se necesitaron 417 horas para la reparación por tolva, con un costo de reparación de \$48,313.13, por alto tiempo de

reparación de tolvas, asociados a materiales y la mano de obra directa requerida.

3.1.10.2.2. Propuesta de programación de operarios y trabajadores

El objetivo básico de la propuesta de programación del recurso humano, es optimizar la asignación de tareas a cada trabajador de la empresa, asegurando en el tiempo el personal necesario, cualitativa y cuantitativamente, así como determinar las necesidades de recursos con el fin de asegurar que la cantidad de trabajadores estén disponibles cuando se necesite.

Las necesidades de personal se deben identificar a un plazo de 1 a 5 años para los servicios de la empresa y el cumplimiento de los objetivos trazados, asegurando la calidad de los servicios brindados. En primer lugar, es necesario calcular el tiempo productivo de cada trabajador en el año, lo cual se realiza restando los días no laborales, conforme a la siguiente tabla.

Tabla 9
Tiempo productivo por trabajador/año

Criterio	Días	Horas		Total horas- hombre
		Horas día	N° de horas	
Días del año	365	8	-	2,920
Descanso	52	8	416	2,504
Vacaciones	30	8	240	2,264
Días feriados	9	8	72	2,192
TOTAL	274	8	728	2,192

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla anterior, cada trabajador labora en promedio 274 días al año, lo que significa 2,192 horas-hombre efectivas de trabajo anuales. El número de trabajadores actuales de la empresa es 36, distribuido de la siguiente forma:

- Jefe área: 1

Personal				
Área	Jefe	Supervisor	Operarios	Almacenero
desempeño	de	área		
Soldadura	25%	85%	100%	10%
Administración	75%	5%	-	
Almacén	-	10%	-	90%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

- Supervisores: 3
- Operarios: 36
- Almaceneros: 2

Con esta información, se distribuye el personal en forma porcentual de tiempo por área de desempeño, según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 10
Distribución de personal por área de desempeño

Fuente: Elaboración propia

El jefe de área debe destinar el 25% de su tiempo laboral a las actividades de campo, a fin de supervisar el avance de las obras y coordinar con los supervisores los requerimientos de materiales. Los supervisores deben coordinar directamente con el almacenero el aprovisionamiento oportuno de los materiales, de manera que se evite los retrasos por la falta de estos. Asimismo, se debe estimar dentro de la proyección presupuestaria anual de la empresa, la contratación transitoria de un número adicional de trabajadores, equivalente al 20-25% de la nómina de un mes, para cubrir casos como vacaciones y/o ausencias por enfermedad o viaje de los trabajadores.

El personal operativo necesario para las diferentes actividades del área de soldadura, se distribuye según

su grado de participación, bajo la supervisión de los supervisores y coordinación con el almacenero. De esta manera, se asignan los trabajadores necesarios para cada tarea comprendida en el trabajo, considerando el % de participación y la cantidad de operarios, de manera que las actividades que requieran mayor recurso humano dispongan siempre del personal necesario, según se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 11
Distribución de personal por actividades

Actividades	% Participación	Cantidad Operarios
Reparación de Estructuras-chasis y componentes menores	25%	9
Reparación de componentes mayores (tolvas)	60%	22

Reparación de componentes menores (barandas, guardas, laterías, etc.)	15%	5
TOTAL	100%	36

Fuente: Elaboración propia

Como se indicó al inicio de la propuesta, el objetivo de la misma es optimizar la asignación de tareas a cada trabajador, asegurando en el tiempo el personal necesario, de manera que se asegure la cantidad de trabajadores y su disponibilidad cuando se necesite. Esto permitirá una mejor distribución del personal por área de desempeño y el personal operativo necesario para cada etapa del trabajo del área de soldadura, evitando la necesidad de contratar personal innecesario y reduciendo así los costos de contratación.

3.1.10.3. Propuesta: Planeación de requerimiento de materiales y programación de actividades para cambio de tolvas

3.1.10.3.1. Explicación de la causa raíz

La falta de tolvas reparadas para cambio se evidenció en la existencia de 10 tolvas en mal estado que no

pudieron ser reemplazadas debido a un incumplimiento en el plan de cambios de tolvas de acuerdo a la proyección anual de la empresa que fue del 56%. Este problema trajo como consecuencia una pérdida de \$34,509.38 por el retraso de la obra por falta de tolvas.

3.1.10.3.2. Propuesta de planeación de requerimiento de materiales (MRP)

La falta de planificación de los requerimientos de materiales para la reparación de las tolvas, origina incumplimiento en el plan de cambios de tolvas de acuerdo a la proyección anual.

La falta de materiales ocurre porque no se dispone de un plan de órdenes de compra para determinar la cantidad exacta de los materiales que se requieren y el momento necesario. Por ello se propone la elaboración de un MRP para solucionar esta causa.

Para realizar el MRP, se necesita conocer el programa de producción mensual de tolvas, la lista de materiales requeridos para las reparaciones (BOM), así como el inventario disponible y el tiempo de entrega del proveedor (lead time), según se muestra en las siguientes tabla N° 9.

Tabla 12

Modelo de tolva – capacidad

Modelo	Descripción	Unidad.	Peso (Tn.)
	Tolva CAT de 234		
793C	Tn.	unid.	33

Fuente: Planeamiento soldadura empresa contratista Fisac

Tabla 13
Programa de producción mensual tolva CAT modelo 793C

Modelo	Descripción	Meses												Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
793C	Tolva Cat de 234 Tn.		3	3	1			1	2		1	1	1	13
	Total (Und.)	0	99	99	33	0	0	33	66	0	33	33	33	429

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14
Lista de materiales tolva CAT de 234 m3, modelo 793C

Material	Unidad	Cantidad
PL Material HARDOX 450 HB Pza 01	Und	2
PL Material HARDOX 450 HB Pza 02	Und	1
PL Material HARDOX 450 HB Pza 03	Und	2
PL Material HARDOX 450 HB Pza 04	Und	1
PL Material HARDOX 450 HB Pza 05	Und	1
PL Material HARDOX 450 HB Pza 06	Und	2
PL Material HARDOX 450 HB Pza 07	Und	2
PL Material HARDOX 450 HB Pza 08	Und	2
PL Material HARDOX 450 HB Pza 09	Und	2
PL Material HARDOX 450 HB Pza 10	Und	2
PL Material HARDOX 450 HB Pza 12	Und	2
PL Material HARDOX 450 HB Pza 13	Und	2
PL Material HARDOX 450 HB Pza 18	Und	4
PL Material HARDOX 450 HB Pza 19	Und	2
PL Material HARDOX 450 HB Pza 20	Und	2
CANTIDAD		29

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Inventario de materiales tolva CAT de 234 m3, modelo 793C

Tipo	Material	Und	Nivel	Cantidad	Tam Lote	Lead Time	SS	Entradas previstas	
								Mes	Cant
Comp	Tolva Cat de 234 Tn.	Und	0	0	LFL	0	1		
Mat	PL Material HARDOX 450 HB Pza 01	Und	2	2	1	1	4	4	1
Mat	PL Material HARDOX 450 HB Pza 02	Und	2	1	1	1	2	4	1
Mat	PL Material HARDOX 450 HB Pza 03	Und	2	2	1	1	4	4	1
Mat	PL Material HARDOX 450 HB Pza 04	Und	2	1	1	1	2	4	1
Mat	PL Material HARDOX 450 HB Pza 05	Und	2	1	1	1	2	4	1
Mat	PL Material HARDOX 450 HB Pza 06	Und	2	2	1	1	4	4	1
Mat	PL Material HARDOX 450 HB Pza 07	Und	2	2	1	1	4	4	1
Mat	PL Material HARDOX 450 HB Pza 08	Und	2	2	1	1	4	4	1
Mat	PL Material HARDOX 450 HB Pza 09	Und	2	2	1	1	4	4	1
Mat	PL Material HARDOX 450 HB Pza 10	Und	2	2	1	1	4	4	1
Mat	PL Material HARDOX 450 HB Pza 12	Und	2	2	1	1	4	4	1
Mat	PL Material HARDOX 450 HB Pza 13	Und	2	2	1	1	4	4	1
Mat	PL Material HARDOX 450 HB Pza 18	Und	2	4	2	1	8	4	1
Mat	PL Material HARDOX 450 HB Pza 19	Und	2	2	1	1	4	4	1
Mat	PL Material HARDOX 450 HB Pza 20	Und	2	2	1	1	4	4	1

Fuente: Elaboración propia

El lanzamiento de las órdenes resultantes luego de aplicar el MRP se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 16

Lanzamiento de órdenes de materiales tolva CAT de 234 Tn., modelo 793C

Material	Unidad de Medida	Mes											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tolva Cat de 234 Tn.	Und	1	3	3	1	0	0	1	2	0	1	1	1
PL Material HARDOX 450 HB Pza 01	Und	6	0	0	0	0	0	4	0	2	2	2	0
PL Material HARDOX 450 HB Pza 02	Und	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PL Material HARDOX 450 HB Pza 03	Und	6	6	1	0	0	2	4	0	2	2	2	0
PL Material HARDOX 450 HB Pza 04	Und	3	3	0	0	0	1	2	0	1	1	1	0
PL Material HARDOX 450 HB Pza 05	Und	3	3	0	0	0	1	2	0	1	1	1	0
PL Material HARDOX 450 HB Pza 06	Und	6	6	1	0	0	2	4	0	2	2	2	0
PL Material HARDOX 450 HB Pza 07	Und	6	6	1	0	0	2	4	0	2	2	2	0
PL Material HARDOX 450 HB Pza 08	Und	6	6	1	0	0	2	4	0	2	2	2	0
PL Material HARDOX 450 HB Pza 09	Und	6	6	1	0	0	2	4	0	2	2	2	0
PL Material HARDOX 450 HB Pza 10	Und	6	6	1	0	0	2	4	0	2	2	2	0
PL Material HARDOX 450 HB Pza 12	Und	6	6	1	0	0	2	4	0	2	2	2	0
PL Material HARDOX 450 HB Pza 13	Und	6	6	1	0	0	2	4	0	2	2	2	0
PL Material HARDOX 450 HB Pza 18	Und	12	12	4	0	0	4	8	0	4	4	4	0
PL Material HARDOX 450 HB Pza 19	Und	6	6	1	0	0	2	4	0	2	2	2	0
PL Material HARDOX 450 HB Pza 20	Und	6	6	1	0	0	2	4	0	2	2	2	0

Fuente: Elaboración propia

3.1.10.3.3. Propuesta de programación de actividades

Adicionalmente, se ha elaborado una programación de actividades para cambio de tolvas en el área de soldadura pertenece al área de mantenimiento, la cual es la encargada de asegurar de manera sostenible la entrega, confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria y equipos necesarios para desarrollar las labores programadas. El objetivo de esta programación es contar con una planificación de las actividades para la reparación de tolvas y que involucren todas las acciones de mantenimiento e inspección, las cuales se muestran a continuación:

- Cambio de aceite por horas
- Mantenimiento preventivo
- Pre Inspección
- Mantenimiento + backlogs + confiabilidad
- Control de calidad de bastidores por condición
- Mantenimiento + backlogs
- Medición juego axial y radial + engrase de equipo
- Pre Inspección + medición de juego axial de alojamientos
- Engrase de equipo + relleno de aceites
- Pre Inspección + engrase de equipo + relleno de aceites
- Inspección + engrase de equipo
- Engrase de equipo + relleno de aceites

La programación de dichas actividades se realizará para las siguientes 5 semanas como plan piloto, luego de las cuales se hará una evaluación de los resultados obtenidos, verificando que las actividades se hayan cumplido de acuerdo a lo programado. Si los resultados son satisfactorios, se elaborará la programación para las siguientes 5 semanas. En la siguiente figura, se muestra el diagrama de Gantt con las actividades, secuencia y tiempo estimado de cada una de ellas.

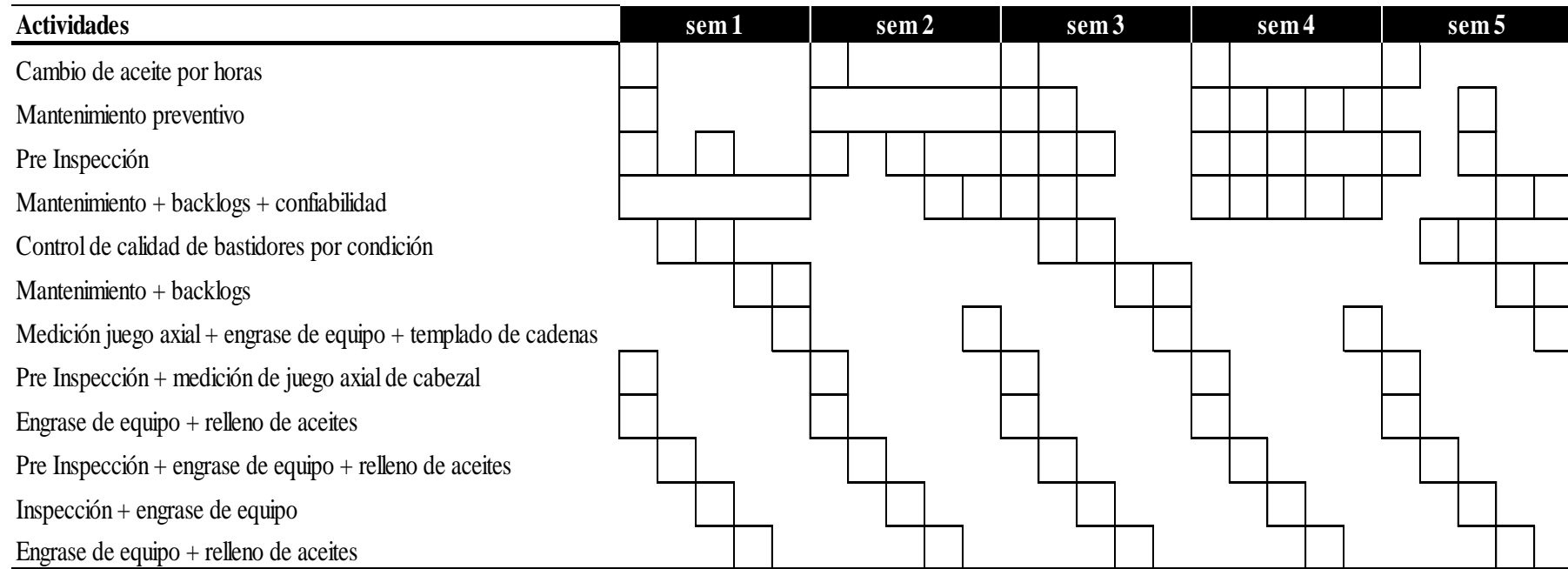


Figura 20. Programación de actividades

3.1.10.3.4. Supervisión de la programación de actividades para cambio de tolvas

Para asegurar el cumplimiento del programa de cambio de tolvas, se requiere de una supervisión del desarrollo de las actividades, de manera que se garantice su implementación de acuerdo a los estándares y plazos programados. Para tal fin, se implementará el formato descrito en la figura N° 20, en donde se comprobará si la actividad se desarrolló de acuerdo a lo programado. Esta verificación estará a cargo del área de auditoría interna, un inspector de calidad que será contratado para monitorear y evaluar el cumplimiento de cada una de las actividades programadas. Si la actividad programada no se realizó o se ejecutó en forma incorrecta, el inspector registrará las observaciones y acciones de mejora correspondientes, las cuales serán derivadas al área técnica para su ejecución. Para que la actividad sea considerada ejecutada, debe tener la conformidad del inspector de calidad, así como del supervisor del área de soldadura.

EMPRESA CONTRATISTA	ÁREA DE MANTENIMIENTO SUB-ÁREA DE SOLDADURA			
Inspector(es):				
Supervisor:				
MODELO DE TOLVA:				FECHA:
ACTIVIDAD A INSPECCIONAR	OK	NO	N/A	Registrar mejoras a realizar
Cambio de aceite por horas				
Mantenimiento preventivo				
Pre Inspección				
Mantenimiento + backlogs + confiabilidad				
Control de calidad de bastidores por condición				
Mantenimiento + backlogs				
Medición juego axial + engrase de equipo + templado de cadenas				
Pre Inspección + medición de juego axial de cabezal				
Engrase de equipo + relleno de aceites				
Pre Inspección + engrase de equipo + relleno de aceites				
Inspección + engrase de equipo				
Engrase de equipo + relleno de aceites				
Observaciones:				
Firma Inspector:			Firma del Supervisor:	

Figura 21. Supervisión del programa de actividades para cambio de tolvas

3.1.11. Evaluación económica de las propuestas

Para la implementación de las propuestas de mejora descritas en el capítulo anterior, se requieren inversiones iniciales y costos anuales, los cuales serán recuperados por los beneficios anuales esperados. A continuación, se muestran los flujos económicos de ingresos y egresos para cada propuesta de mejora.

3.1.11.1. Propuesta de planificación de requerimientos de materiales

(MRP)

La existencia de 10 tolvas en mal estado que no fueron reparadas y que pudieron ser reemplazadas, fue debido a la falta de planificación de los requerimientos de materiales, lo cual no permite conocer la cantidad exacta de los materiales que se requieren y el momento necesario. Como se indicó en el capítulo anterior, la consecuencia fue una pérdida de \$21,079.41 por el retraso de la obra por falta de tolvas.

3.1.11.1.1. Egresos de la Propuesta

La elaboración del MRP estará a cargo del Jefe de Logística, quien debe coordinar con los proveedores seleccionados la entrega oportuna de los

materiales para la reparación de las tolvas, de acuerdo a lo establecido en el programa.

Tabla 17
Elaboración de la propuesta de mejora MRP

Actividades	Responsable	Monto
Elaboración de MRP	Jefe de Logística	\$829.26

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, el programa debe ser supervisado en forma continua con el fin de registrar y corregir lo necesario para asegurar la sostenibilidad de la propuesta. Dicha supervisión será responsabilidad del Residente del Proyecto. Los egresos relacionados a la supervisión del programa se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 18
Supervisión de la propuesta de mejora MRP

Actividades	Responsable	Costo anual
Supervisión de mejora implementada	Residente del proyecto	\$11,335.02

Fuente: Elaboración propia

3.1.11.1.2. Beneficios de la propuesta

De acuerdo a la meta proyectada de la empresa, se espera una reducción del 40% del atraso de las reparaciones de las tolvas, lo cual implica un ahorro de \$13,804

Tabla 19
Beneficios de implementación de mejora MRP

	Actual	Mejorado	Ahorro anual
Costo por 14 tolvas faltantes	\$34,509	\$20,706	\$13,804

Fuente: Elaboración propia

3.1.11.2. Propuesta de programación de personal de operaciones

La falta de personal suficiente para cumplir con las reparaciones de tolvas, ocasiona retrasos en los trabajos, sumado a la deficiente distribución del personal actual. Es por ello que se necesita contar con una programación eficiente del personal de operaciones, a fin de tener los trabajadores necesarios para cada tarea en el momento oportuno. En la actualidad, el costo de reparación de tolvas es \$48,313, debido a la falta de disponibilidad de trabajadores.

3.1.11.2.1. Egresos de la propuesta

El actual Residente del Proyecto se encargará de elaborar la programación y asignación mensual de los trabajadores, teniendo en cuenta las funciones que desempeñan y las tareas que ejecutarán. Asimismo, se encargará de supervisar que el personal asignado se encuentre efectivamente desempeñando las tareas que le fueron asignadas.

Se presenta a continuación los costos anuales de la elaboración y supervisión de la propuesta.

Tabla 20
Egresos de la propuesta de mejora programación de personal

Actividades	Responsable	Costo anual
Elaboración de programación de personal	Residente del proyecto	\$2,833.75
Supervisión de asignación de personal		\$1,889.17

Fuente: Elaboración propia

3.1.11.2.2. Beneficios de la propuesta

En un plan piloto implementado en la empresa en el mes de enero del presente año, se logró reducir el tiempo de reparación de las tolvas, a través de una reasignación temporal del personal al área de soldadura. La empresa desea por lo menos sostener esta meta en los próximos años, con el propósito de seguir reduciendo el tiempo de reparación de tolvas en forma progresiva. Esta reducción de tiempo significa un ahorro anual de \$9,663.

Tabla 21
Beneficios de implementación de mejora de programación de personal

	Actual	Mejorado	Ahorro anual
Ahorro por			
reducción del tiempo	\$48,313	\$38,651	\$9,663
de reparación de			
tolvas			

Fuente: Elaboración propia

3.1.11.3. Propuesta de gestión de proveedores (SRM)

La propuesta de Gestión de Proveedores tiene dos partes: la primera es la evaluación propiamente dicha de los proveedores, bajos los criterios descritos en el capítulo anterior, y la segunda, la supervisión del cumplimiento de la entrega de las órdenes solicitadas por la propuesta del MRP. Ambas tareas estarán a cargo del Jefe de logística.

Actualmente el incumplimiento de entrega de pedidos de materiales por parte de los proveedores ocasiona una pérdida para la empresa del orden de \$21,079.41, por el atraso de obra debido a la falta de materiales para la reparación de tolvas.

3.1.11.3.1. Egresos de la propuesta

Dado que los proveedores actuales deben estar en constante evaluación, tanto los proveedores actuales como los nuevos proveedores, la evaluación y la decisión de cambio y/o ingreso de nuevos proveedores, así como la supervisión del cumplimiento de las fechas reales de entrega estará a cargo del Jefe de Logística. Los egresos asociados a ambas tareas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 22
Evaluación y supervisión de proveedores

Actividades	Responsable	Costo anual
--------------------	--------------------	--------------------

Evaluación de		\$3,844.24
proveedores	Jefe de	
Supervisión de	Logística	\$2,883.18
proveedores		

Fuente: Elaboración propia

Para registrar la evaluación y supervisión de los proveedores, se requiere la elaboración e impresión de formatos de control, en los cuales se llevará un registro de los puntajes obtenidos por los proveedores y los criterios de decisión para su selección.

La responsable de esta propuesta será la actual asistente administrativa, quien se encargará de coordinar con una empresa editorial para la elaboración e impresión de un millar de dichos formatos. La tabla siguiente muestra la inversión inicial requerida para esta actividad.

Tabla 23
Elaboración e impresión de formatos de control

Actividades	Responsable	Monto
Elaboración e impresión formatos de proveedores	Asistente administrativa	\$227.27

Fuente: Elaboración propia

3.1.11.3.2. Beneficios de la propuesta

A fin de cumplir con los pedidos programados de tolvas, la empresa se propone reducir el atraso de las obras debido a la falta de materiales en 20% por los próximos 5 años, obteniendo de esta manera un ahorro de \$4,216 anuales.

Tabla 24
Beneficios de implementación de mejora SRM

	Actual	Mejorado	Ahorro anual
Pérdidas por atraso de obra	\$21,079	\$16,864	\$4,216

Fuente: Elaboración propia

3.1.12. Cálculo de indicadores económicos

Tabla 25
Indicadores económicos

Estado de resultados

Período	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$27,682.26	\$28,512.73	\$29,368.11	\$30,249.15	\$31,156.63
costos operativos		\$22,785.36	\$23,468.93	\$24,172.99	\$24,898.18	\$25,645.13
GAV		\$2,278.54	\$2,346.89	\$2,417.30	\$2,489.82	\$2,564.51
utilidad antes de impuestos		\$2,618.36	\$2,696.91	\$2,777.82	\$2,861.15	\$2,946.99
Impuesto a la renta		\$772.42	\$795.59	\$819.46	\$844.04	\$869.36
utilidad después de impuestos		\$1,845.94	\$1,901.32	\$1,958.36	\$2,017.11	\$2,077.63

Flujo de caja

Período	0	1	2	3	4	5
utilidad después de impuestos		\$1,845.94	\$1,901.32	\$1,958.36	\$2,017.11	\$2,077.63
Inversión propia	\$1,056.53					

Período	0	1	2	3	4	5
Efectivo neto	-\$1,056.53	\$1,845.94	\$1,901.32	\$1,958.36	\$2,017.11	\$2,077.63

VAN: \$4,808.93

TIR: 176.46%

PRI: 0.90

años

COK: 19.5%

Período	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$27,682.26	\$28,512.73	\$29,368.11	\$30,249.15	\$31,156.63
Egresos		\$25,836.32	\$26,611.41	\$27,409.75	\$28,232.04	\$29,079.00

VAN Ingresos: \$87,960.01

VAN Egresos: \$83,151.08

B/C: 1.06

Fuente: Elaboración propia

3.1.13. Análisis de sensibilidad

Luego de desarrollar el flujo de caja del proyecto, y de calcular los indicadores más importantes desde el punto de vista económico (VAN, TIR, y relación Beneficio/Costo), se procede a analizar cómo se comportaría el proyecto en caso de presentarse cambios en algunos de los rubros que comprende el flujo de caja. Para ello, se va a simular diferentes escenarios con el fin de prever eventos que se puedan presentar en el mercado, y que afecten los rubros más importantes del flujo de caja. Los rubros que se analizan son la inversión inicial, los ingresos por los ahorros producidos y los costos.

Este análisis de sensibilidad muestra qué tan sensible es el proyecto a las variaciones en sus rubros más importantes. A continuación, se indican los criterios de variación para cada rubro:

Inversión: En el caso de la inversión, se puede presentar un aumento porque los materiales y la mano de obra se incrementan, o una disminución porque se bajaron los precios de un requerimiento principal, logrando un ahorro en la inversión inicial por las compras realizadas.

Ingresos por ahorros: Puede ocurrir que los ahorros disminuyan por una reducción de las metas o, por el contrario, puede ser que aumenten por un aumento del % de ahorro.

Costos: Puede ocurrir que los costos relacionados directamente con el mantenimiento hayan aumentado por los salarios de la mano de obra que suelen ajustarse de manera semestral o, por el contrario, pueden disminuir los costos porque los materiales y la mano de obra se incrementan.

En la siguiente tabla se resume el impacto sobre el VAN del aumento o disminución del 10% de los rubros inversión, ingresos y costos.

Tabla 26
Análisis de sensibilidad VAN

Variable de sensibilidad	Dism.10%	0%	Aum. 10%
Aumento o Disminución			
de Inversión	\$4,914.58	\$4,808.93	\$4,703.27
Aumento o Disminución			
de Ingresos	-\$1,392.26	\$4,808.93	\$11,010.11
Aumento o Disminución			
de Costos	\$10,423.56	\$4,808.93	-\$805.71

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el porcentaje de variación del VAN según el rubro correspondiente, y la calificación de cuáles rubros son más sensibles para el proyecto. Los resultados obtenidos muestran el comportamiento de las variables analizadas.

Tabla 27
Variación en % VAN

	Variación % VAN	
	Desv.% (-)	Desv.% (+)
Inversión	2.20%	-2.20%
Ingresos	-128.95%	128.95%
Costos	116.75%	-116.75%

Fuente: Elaboración propia

Después de desarrollar los cálculos, podemos concluir que para este proyecto la inversión, los ingresos y los costos son los rubros que impactan mayormente la sensibilidad del proyecto, y que un cambio significativo en ellos podría cambiar las condiciones esperadas del proyecto.

A continuación, se muestran los resultados de las propuestas de mejora, en cuanto a su impacto en los costos y beneficios.

Tabla 28
Beneficios obtenidos por las propuestas de mejora

CR(i)	Descripción	VA	VM	Beneficios
CR3	MRP (Planeación de Requerimientos de Materiales)	\$34,509.38	\$20,705.63	\$13,803.75
CR4	Programación de personal de operaciones	\$48,313.13	\$38,650.50	\$9,662.63
CR6	SRM (Gestión de Proveedores)	\$21,079.41	\$16,863.53	\$4,215.88
		\$103,901.92	\$76,219.66	\$27,682.26

Fuente: Elaboración propia

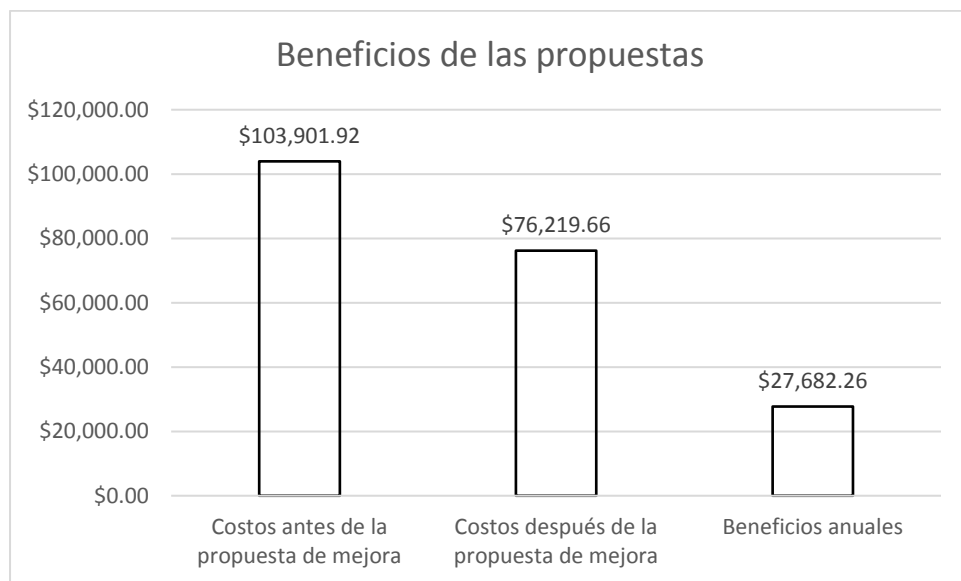


Figura 22. Beneficios totales de las propuestas de mejora

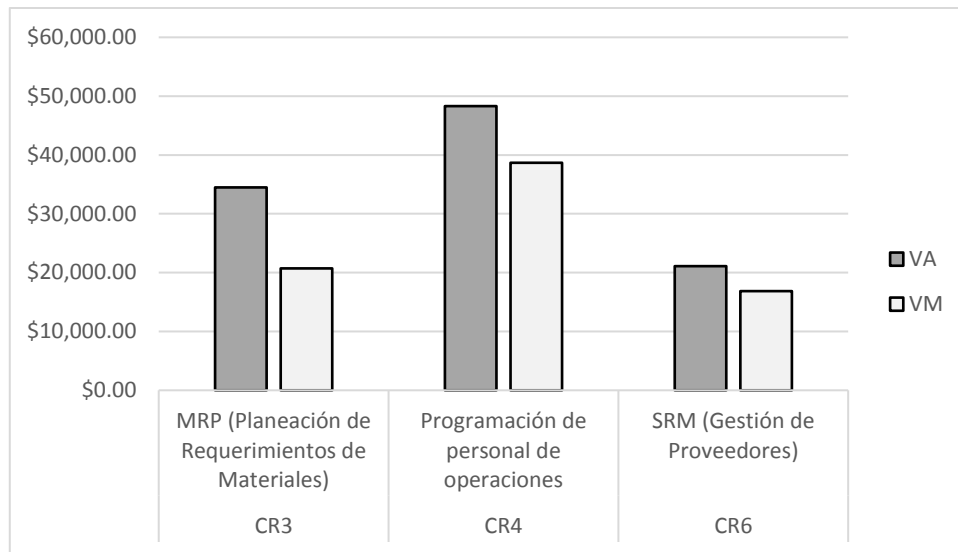


Figura 23. Beneficios por cada propuesta de mejora

Tabla 29
Egresos de las propuestas de mejora

CR(i)	Propuesta	Inversión	Costos anuales
CR3	MRP (Planeación de Requerimientos de Materiales)	\$829.26	\$11,335.02
CR4	Programación de personal de operaciones	\$0.00	\$4,722.92
CR6	SRM (Gestión de Proveedores)	\$227.27	\$6,727.42
		\$1,056.53	\$22,785.36

Fuente: Elaboración propia

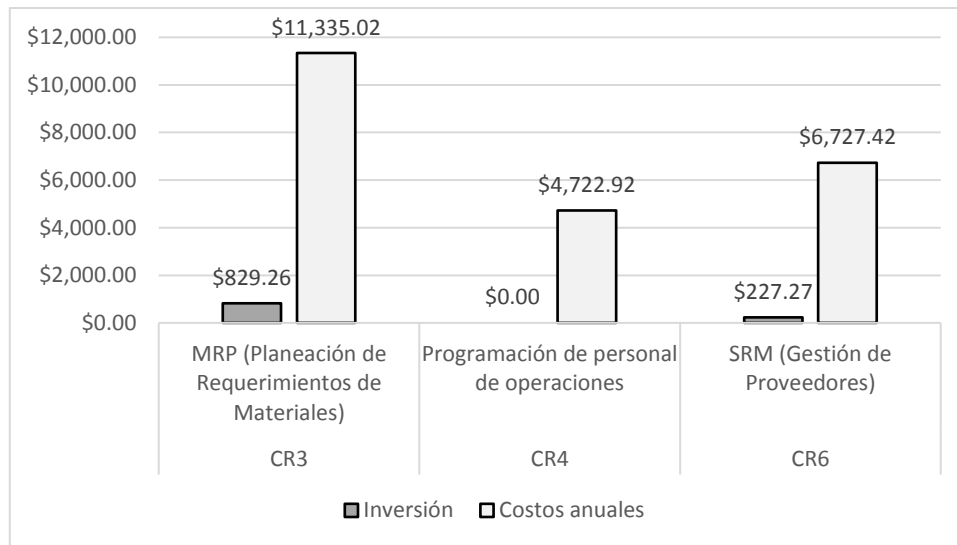


Figura 24. Egresos de las propuestas de mejora

Tabla 30

Contribución de las propuestas de mejora el beneficio total

CR(i)	Descripción	VA	VM	%
CR3	MRP (Planeación de Requerimientos de Materiales)	\$34,509.38	\$20,705.63	50%
CR4	Programación de personal de operaciones	\$48,313.13	\$38,650.50	35%
CR6	SRM (Gestión de Proveedores)	\$21,079.41	\$16,863.53	15%
		\$103,901.92	\$76,219.66	100%

Fuente: Elaboración propia

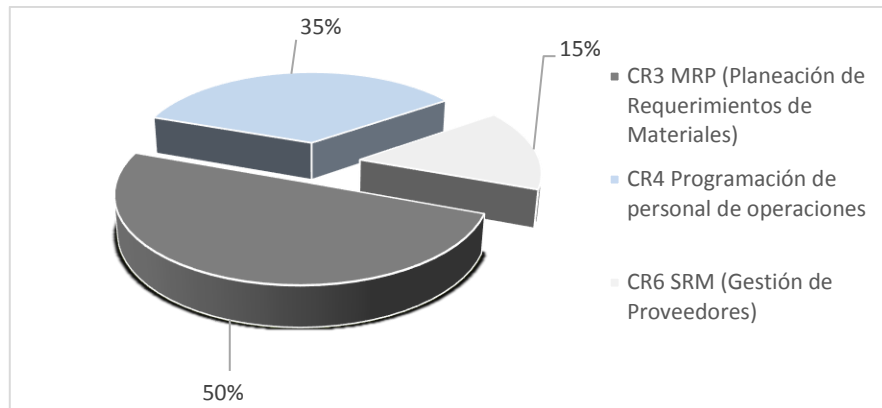


Figura 25. Contribución de las propuestas de mejora

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el impacto que existe entre la mejora de los procesos del área de soldadura y los costos de operaciones de la empresa contratista minera en el departamento de Cajamarca. Del mismo modo, se busca determinar la relación entre cada una de las propuestas de mejora con los costos de operaciones.

En el trabajo de investigación del autor Luis Alberto Mendieta Britto: “Gestión de calidad aplicada a los procesos de soldadura para flota de camiones Caterpillar en Minera Yanacocha”, se concluye que la aplicación de procedimientos y normas existentes, permiten resolver problemas con un desempeño confiable y sostenible de un servicio de reparación por soldadura ahorrando cantidades considerables de tiempo y reducción de costos para los ejecutantes. De igual modo, los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, muestran que los costos de operaciones se reducen de \$103,901.92 a \$76,219.66 anuales, como consecuencia de la implementación del MRP, lo cual produce una disminución de los costos en \$13,803.75, que corresponde al 50.0% del beneficio total; la propuesta de Programación de personal de operaciones genera una reducción de los costos de operaciones de \$9,662.63, equivalente a 35.0% del beneficio total y la propuesta de SRM (Gestión de Proveedores), produce una reducción de los costos de operaciones de \$4,215.88, contribuyendo con un 15.0% al beneficio total.

En el antecedente: “Desarrollo de nuevas técnicas para la corrección de deformaciones producidas por el proceso de soldadura en estructuras metálicas de espesor delgado”, se logró como resultado directo el desarrollo de técnicas de corrección de deformaciones producidas por la soldadura de estructuras de espesor delgado. Estas nuevas técnicas influirán directamente en la productividad de los astilleros de reparación y construcción naval logrando avances tales como: Una considerable reducción en el tiempo utilizado para reparar y construir los buques, una considerable reducción en la cantidad de horas-hombre utilizadas para realizar una reparación de superficies deformadas, una considerable reducción en la energía consumida lo que conlleva a disminuir la contaminación, un importante incremento en la calidad de las reparaciones navales en los astilleros de reparación y construcción naval.

Es posible entonces, utilizar estas técnicas para corregir distorsiones en las tolvas del presente trabajo de investigación, pues los modelos matemáticos permiten abordar el problema con mayor facilidad y validar los resultados numéricos mediante experimentos de corrección de distorsiones, de esta manera hacer el mismo trabajo en menor tiempo y ahorrando energía y dinero.

Las herramientas seleccionadas han sido desarrolladas de acuerdo a las causas raíz identificadas en la etapa de diagnóstico, las cuales se priorizaron en función al impacto que generan en los costos de operaciones del área de soldadura de la empresa.

Al analizar la relación que tienen las dos variables, se observa que la mayor contribución al logro del objetivo general, la brinda la propuesta de programación de personal de operaciones, dado que, como se describió en la realidad problemática del presente trabajo de investigación, existen re trabajos por reparación de fisuras en ciertas zonas fatigadas de los chasis de los vehículos y un alto tiempo reparación de tolvas, debido a una deficiente distribución de personal a cargo.

Estos resultados nos permiten mostrar que la reducción de los costos de operaciones, por la implementación de las propuestas de mejora, es de \$27,682.26 anuales, los cuales constituyen los beneficios anuales del presente trabajo.

Con relación a los egresos, la inversión inicial necesaria para implementar las propuestas de mejora es \$1,056.53, referida a la elaboración de dichas propuestas, los costos anuales de \$22,785.36, referidos a la supervisión de las propuestas de mejora y la evaluación de los proveedores.

La evaluación económica muestra indicadores viables para la implementación de las mejoras propuestas. El indicador Valor Actual Neto es \$4,808.93, la Tasa Interna de Retorno de 176.46%, superando el costo de oportunidad del capital de la empresa que es 19.5%, el indicador Beneficio-Costo de 1.06, y un Período de Recuperación de la Inversión de 0.90 años.

En conclusión, podríamos afirmar que la mejora de los procedimientos del área de soldadura, impacta positivamente en la reducción de los

costos de operaciones de la empresa contratista minera. Sin embargo, para sostener esta relación en el tiempo, es muy importante el constante monitoreo de las mejoras propuestas, a fin de detectar oportunamente cualquier desviación que se produzca y tomar las acciones correctivas que corresponden, asegurando así el cumplimiento de las metas trazadas.

4.2. Conclusiones

Las propuestas de mejora en los procesos del área de soldadura en la empresa contratista minera en el dpto. de Cajamarca, reducen los costos de operaciones en \$27,682.82 anuales.

El diagnóstico realizado de los procesos del área de soldadura, dio como resultado siete causas raíz en total, las cuales fueron: una deficiente distribución de personal de operaciones, incumplimiento en el plan de cambios de tolvas de acuerdo a la proyección anual, falta de homologación de proveedores de Trujillo, falta de estandarización de medidas en la configuración de plates, zonas fatigadas, falta de mantenimiento preventivo y backlogs mayores a 60 días. Mediante el Pareto fueron seleccionadas tres causas raíz en considerando su impacto en los costos de operaciones: deficiente distribución de personal de operaciones, incumplimiento en el plan de cambios de tolvas de acuerdo a la proyección anual y falta de homologación de proveedores de Trujillo.

Las herramientas de mejora propuestas son: Programación de personal de operaciones, la Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP), y

la Gestión de proveedores (SRM). El objetivo de estas es reducir los costos de operaciones de la empresa contratista minera del departamento de Cajamarca.

Los resultados de la evaluación económica nos muestran indicadores favorables para la implementación de las propuestas de mejora: VAN: \$4,808.93, TIR: 176.46%, BC: 1.06, y PRI: 0.90 años, todos los cuales demuestran la viabilidad económica del presente trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- Abanto, C. & Horna, P. (2017). *Calidad superficial de uniones soldadas evaluadas mediante inspección visual de acuerdo al código AWS D1.1*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Trujillo.
- Anaya, J. (2007). *Logística integral, la gestión operativa de la empresa*. (3ra ed.) Madrid. Esic. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?id=a4Tq_7Pmc04C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- Barry, R., & Heizer, J. (2007). *Administración de la producción*. (1ra ed.). PEARSON EDUCACIÓN, México.
- Castillo, R. G. (2013). *Implementación de metodologías lean en desarrollo minero*.
- Chambergo, I. (2014). *Análisis de la importancia del estado de costo de producción y venta y el estado de resultados en las Normas Internacionales de Información Financiera – NIIF/IFRS*. Recuperado de <https://studylib.es/doc/7733077/iv-an%C3%A1lisis-de-la-importancia-del-estado-de-costo-de-prod>.
- FAO. (2017). *Costos de producción*. Obtenido de <http://www.fao.org>
- Krajewski, L., & Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones*. (8va ed.). PEARSON EDUCACIÓN, México.
- Angel Maldonado, J. (2011). *Gestión de procesos (o gestión por procesos)*. España: B - EUMED.

Minas, M. d. (21 de nov de 2018). *Sector minero en Perú*. Obtenido de Minem:

www.minem.gob.pe

Reyes, D. (2017). *Mejora del desempeño del área de producción en una empresa agroindustrial*. Lima: Universidad de Lima.

Mamani, L. (2014). *Desarrollo de nuevas técnicas para la corrección de deformaciones producidas por el proceso de soldadura en estructuras metálicas de espesor delgado*. (Tesis de grado). Universidad Tecnológica de Panamá.

Mendieta, L. (2015). *Gestión de calidad aplicada a los procesos de soldadura para flota de camiones Caterpillar en Minera Yanacocha – Proyecto Soldadura*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Agustín.

Minas, (2018). *Perú: País minero*. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=1&idTitular=159&idMenu=sub149&idCateg=159.

Negrón, M. D. (2009). *Administración de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios (1ra ed.)*. Cengage Learning Editores, México.

Pacheco, J. (12 de septiembre de 2017). *Estandarización de procesos: todo lo que se necesita saber*. Recuperado de <https://www.heflo.com/es/blog/bpm/estandarizacion-procesos>.

Paredes, R. F. (2005). *Lean Maintenance, el nuevo enfoque para optimizar el mantenimiento LM Center*.

Schroeder, R. G., & Meyer, G. S., & Rungtusanatham, M. J. (2011). *Administración de operaciones Conceptos y casos contemporáneos. (5ta ed.)*. McGraw-Hill, México.

Vilar, B. J. F. (1999). *Cómo mejorar los procesos en su empresa. El control estadístico de procesos (SPC), herramienta fundamental en el incremento de la competitividad*. España: Fundación Confemetal.

ANEXOS

ANEXO N° 1. Costo por consumo de consumibles (julio 2018 – agosto 2019)

																	TC	3.2		
REPORTES DE CONSUMOS MENSUALES - OT020(WELDING YANACOCHA)_CONSUMIBLES																				
ITEM	DESCRIPCION DE PRODUCTOS	UND. MEDIDA	JULIO 2018	AGOSTO 2018	SEPTIEMBRE 2018	OCTUBRE 2018	NOVIEMBRE 2018	DICIEMBRE 2018	ENERO 2019	FEBRERO 2019	MARZO 2019	ABRIL 2019	MAYO 2019	JUNIO 2019	JULIO 2019	AGOSTO 2019	CANT TOTAL	PU	COSTO TOTAL PROM (\$)	
																			TOTAL	9,575.64
		TOTAL	2,802.05	6,708.98	9,517.82	9,335.51	9,808.55	12,116.24	10,590.00	11,425.14	11,144.97	12,579.98	9,465.33	9,372.36	10,326.71	8,865.27				9,575.64
REPORTES DE CONSUMOS MENSUALES GASES - OT020(WELDING YANACOCHA)																				
ITEM	DESCRIPCION DE PRODUCTOS	UND. MEDIDA	JULIO 2018	AGOSTO 2018	SEPTIEMBRE 2018	OCTUBRE 2018	NOVIEMBRE 2018	DICIEMBRE 2018	ENERO 2019	FEBRERO 2019	MARZO 2019	ABRIL 2019	MAYO 2019	JUNIO 2019	JULIO 2019	AGOSTO 2019	CANT TOTAL	PU	COSTO TOTAL PROM (\$)	
																			TOTAL	1,710.52
		TOTAL	970.91	1,419.45	1,772.55	2,146.73	2,303.64	2,565.45	1,423.27	1,859.45	1,980.73	2,109.27	1,318.18	1,360.73	1,691.27	1,025.64				1,710.52
			3,772.96	8,128.43	11,290.36	11,482.24	12,112.18	14,681.70	12,013.27	13,284.60	13,125.69	14,689.25	10,783.51	10,733.09	12,017.99	9,890.91				11,286.16
																	COSTO PROMEDIO MENSUAL CONSUMOS		11,286.16	

Fuente: Planeamiento soldadura empresa contratista Fisac

ANEXO N° 2. Registro cuantificación de costos proyección / real de las causas raíz

Área	Sub-área	Principales problemas encontrados	Causa	Situación actual	Impacto	Causa raíz	Proyección	Real	Cuantificación	Observaciones
MANTENIM	SOLDADURA	Fallas de los equipos / herramientas	Cables que se deterioran Falta de mantenimiento preventivo de las máquinas barrenadoras hidráulicas	Demoras en los trabajos. 10% mas de lo PR	Mayor tiempo de atención. 80 programadas/semana	CR1	\$9,552.00	\$10,507.20	\$955.20	Pérdidas anuales por falla de los equipos
MANTENIM	SOLDADURA	Aparición de fisuras en zonas fatigadas	Zonas fatigadas	107.25 hrs de retrabajos año 2018	Retrabajos	CR2	\$119.40	\$386.18	\$266.78	Se tiene registros de # de fisuras por zonas
MANTENIM	SOLDADURA	Retraso en la llegada de los materiales	Falta de homologación de proveedores de Trujillo. No se tiene proveedores locales (Cajamarca)	Atraso avance de obra: 5 días promedio atraso/mes	Pérdida por tiempos muertos de mano de obra y equipos	CR3	\$123,996.53	\$145,075.94	\$21,079.41	Pérdidas anuales por retraso de llegada de materiales
MANTENIM	SOLDADURA	Alto tiempo reparación tolvas	Deficiente distribución de personal	hrs reparación/ tolva (se repara sólo 4 de 18 tolvas)	Costo reparación (variable)	CR4	\$144,702.16	\$96,389.03	\$48,313.13	Costos variables asociados a la reparación de tolvas (materiales + MO)
MANTENIM	SOLDADURA	Falta de stock de tolvas reparadas para cambio	Incumplimiento en el plan de cambios de tolvas de acuerdo a la proyección anual	% de incumplimiento de tolvas reparadas: 56% (se cambian 8 de 18 tolvas)	Tolvas en mal estado por falta de cambio	CR5	\$144,702.16	\$110,192.78	\$34,509.38	Costos variables asociados a la reparación de tolvas (materiales + MO). Se tiene registro de 10 tolvas incumplidas
MANTENIM	SOLDADURA	Formatos de planchas habilitadas no se encuentran con las medidas adecuadas	Falta de estandarización de medidas en la configuración de plates	% de planchas que no cumplen con las medidas: 33%	Retrabajos	CR6	\$57,844.51	\$76,933.20	\$19,088.69	Se tiene registro de los tiempos por retrabajos
MANTENIM	SOLDADURA	Saturación del sistema SAP	Backlogs > a 60 días	Tiempo prom de retraso de obras: 150 días	Incumplimiento en los objetivos de "0" cero backlogs	CR7	\$0.00	\$1,200.00	\$1,200.00	Tiempo que excede los 60 días límite

Fuente: Planeamiento soldadura empresa contratista Fisac

ANEXO N° 3. Remuneración personal / reparación total tolva (overhaul)

DESCRIPCION DE LA OBRA			COSTOS POR REPARACION DE TOLVA MODELO 793C/D											
CLIENTE:			COMPAÑÍA MINERA											
Item	NOMBRES Y APELLIDOS	N° Personas	REMUNERACION BASICA	ASIGNACION FAMILIAR	PROVISIONES			CONTRIBUCION SOCIAL				TOTAL UNITARIO MENSUAL	% DE PARTICIPACION	TOTAL DE 30 DIAS.
					Vacaciones	Gratificacion	CTS	ESSSALUD	SEGURO CTR-SALUD	SEGURO CTR-PENSIONES	SEGURO OVIDA			
1	Supervisor de Proyecto	1	1,720.00	75.00	145.68	292.40	173.72	157.38	17.20	24.08	10.32	2615.78	50.00%	1509.11
2	Tecnico Soldador	1	1,000.00	75.00	84.70	170.00	101.00	91.50	10.00	14.00	6.00	1552.20	100.00%	1791.00
3	Tecnico Soldador	1	1,000.00	75.00	84.70	170.00	101.00	91.50	10.00	14.00	6.00	1552.20	100.00%	1791.00
4	Tecnico Soldador	1	1,000.00	75.00	84.70	170.00	101.00	91.50	10.00	14.00	6.00	1552.20	100.00%	1791.00
5	Tecnico Soldador	1	1,000.00	75.00	84.70	170.00	101.00	91.50	10.00	14.00	6.00	1552.20	100.00%	1791.00
TOTAL		5	5,720.00	75.00	484.48	972.40	577.72	523.38	57.20	80.08	34.32	8824.50		\$6,882.11

Fuente: Planeamiento soldadura empresa contratista Fisac

ANEXO N° 4. Costo consumibles / reparación total tolva (overhaul)

DESCRIPCION DE LA OBRA			COSTOS POR REPARACION DE TOLVA TIPO OVERHAUL MODELO 793C/D						
CLIENTE:									
FECHA:									
ITEM	MATERIAL	CANT.	UND MED	Nro Factura	PROVEEDOR	Precio unit soles	Precio unit. US\$	Total soles	Total US\$
SOLDADURA									
1	SUPERCITO 5/32 (18 VAR *KG)	90	var			0.670		60.300	0.000
2	EXATUB 71 1.6 MM (ROLLO 15 KG)	180	var			11.47		2064.600	0.000
3	CHAMFERCORD 5/32" (18 VAR * KG)	180	var			1.05		189.000	0.000
4	TENACITO 110 5/32 (18 VAR *KG)	540	var			1.09		588.600	0.000
5	ARCAIR 3/8 (50 VAR *CAJA)	400	und			1.84		736.000	0.000
10									
1	ACETILENO	40	Kg			28.500		1140.000	0.000
2	OXIGENO	130	m3			8.500		1105.000	0.000
3	DIOXIDO DE CARBONO	440	Kg			6.000		2640.000	0.000
CONSUMIBLES DE SOLDAR									
1	TOBERA INFERIOR 3/4	4	und			28.59		114.360	0.000
2	PUNTA TOBERA 5/8	4	und			23.95		95.800	0.000
3	PUNTA CONTACTO 1.6 MM	10	und			2.64		26.400	0.000
4	DIFUSOR DE GAS # 3	2	und			7.65		15.300	0.000
5	LINER ASSY 15-0.45-1.6	2	und			52.6		105.200	0.000
6	PIEDRA PARA CHISPERO	1	und			0.9		0.900	0.000
7	ASLADOR DE ANTORCHA DE ARCAIR	1	jgo			37.97		37.970	0.000
DISCOS									
1	DISCOS DE DESBASTE 9"	25	und			8.45		211.250	0.000
2	DISCOS DE DESBASTE 4 1/2"	25	und			2.72		68.000	0.000
3	DISCOS DE CORTE 4 1/2"	2	und			1.99		3.980	0.000
4	CEPILLO TRENZADO CIRCULAR 7"	6	und			30.00		180.000	0.000
5	CEPILLO TRENZADO CIRCULAR 4 1/2"	6	und			18.18		109.080	0.000
6	DISCO LIJA 7" G-60	4	und			26.530		106.120	0.000
7	DISCO LIJA 4 1/2" G-60	4	und			10.170		40.680	0.000
PINTURA									
1	ESMALTE ACRILICO AMARILLO CAT	5	gal			69.490		347.450	0.000
2	THINNER ACRILICO SIN FISCALIZAR	15	gal			15.450		231.750	0.000
3	TRAPO INDUSTRIAL	8	Kg			2.370		18.960	0.000
VARIOS									
1	LIMA ROTATIVA CILINDRICA SUP0037	2	und			53.520		107.040	0.000
2	LIMA ROTATIVA CONICA SUP00484	2	und		Indura	50.370		100.740	0.000
3	TIZA P/ CALDERA	5	und			0.410		2.050	0.000
4	PIEDRA PARA CHISPERO	1	und			0.900		0.900	0.000
5	INDICADOR DE TEMPERATURA 120°C	3	und			43.800		131.400	0.000
6	INDICADOR DE TEMPERATURA 250°C	2	und			43.800		87.600	0.000
7	INDICADOR DE TEMPERTUTA 150°C	3	und			43.800		131.400	0.000
8	CUCHILLAS DE BARRENADO	1	jgo			80.510		80.510	0.000
9	PLACAS SOLDABLES	3	und			33.000		99.000	0.000
10	INSERTO DE DESBASTE	1	jgo			27.000		27.000	0.000
11	INSERTO RH/LH	2	und			182.000		364.000	0.000
12	PIEDRA DE ESMERIL 8 *1*1 A-36	0.5	und			39.510		19.755	0.000
								11388.095	0.000
						TOTAL US\$	3.3	3450.93788	0.00
								TOTAL US\$	\$3,450.94

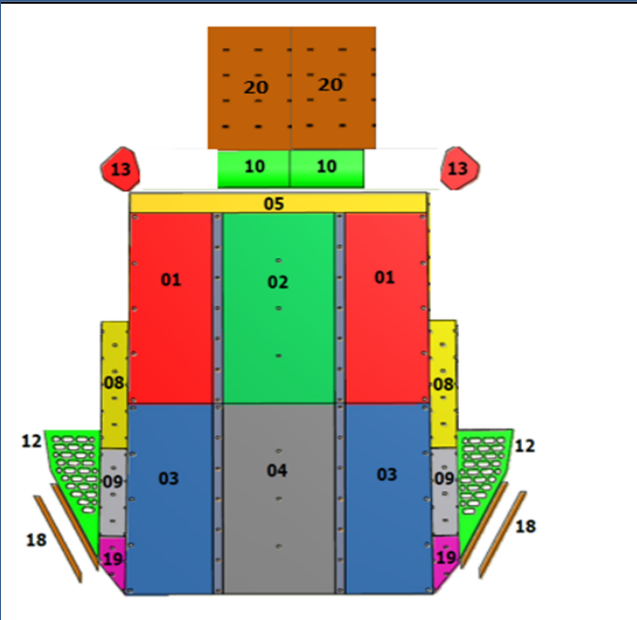
Fuente: Planeamiento soldadura empresa contratista Fisac

ANEXO N° 5. Costo consumibles / reparación parcial tolva

DESCRIPCION DE LA OBRA		COSTOS POR REPARACION PARCIAL DE TOLVA MODELO 793C/D								
CLIENTE:										
FECHA:										
ITEM	MATERIAL	CANT.	UND MED	Nro Factura	PROVEEDOR	Precio unit soles	Precio unit. US\$	Total soles	Total US\$	
SOLDADURA										
1	SUPERCITO 5/32 (18 VAR *KG)	5	var			0.670		3.350	0.000	
2	EXATUB 71 1.6 MM (ROLLO 15 KG)	30	var			11.47		344.100	0.000	
3	CHAMFERCORD 5/32" (18 VAR * KG)	20	var			1.05		21.000	0.000	
4	TENACITO 110 5/32 (18 VAR *KG)		var			1.09		0.000	0.000	
5	ARCAIR 3/8 (50 VAR *CAJA)	50	und			1.84		92.000	0.000	
10										
1	ACETILENO	5	Kg			28.500		142.500	0.000	
2	OXIGENO	15	m3			8.500		127.500	0.000	
3	DIOXIDO DE CARBONO	50	Kg			6.000		300.000	0.000	
CONSUMIBLES DE SOLDAR										
1	TOBERA INFERIOR 3/4	1	und			28.59		28.590	0.000	
2	PUNTA TOBERA 5/8	2	und			23.95		47.900	0.000	
3	PUNTA CONTACTO 1.6 MM	3	und			2.64		7.920	0.000	
4	DIFUSOR DE GAS # 3	1	und			7.65		7.650	0.000	
5	LINER ASSY 15-0.45-1.6	1	und			52.6		52.600	0.000	
6	PIEDRA PARA CHISPERO	1	und			0.9		0.900	0.000	
7	AI SLADOR DE ANTORCHA DE ARCAIR	1	jgo			37.97		37.970	0.000	
DISCOS										
1	DISCOS DE DESBASTE 9"	6	und			8.45		50.700	0.000	
2	DISCOS DE DESBASTE 4 1/2"	6	und			2.72		16.320	0.000	
3	DISCOS DE CORTE 4 1/2"	2	und			1.99		3.980	0.000	
4	CEPILLO TRENZADO CIRCULAR 7"	1	und			30.00		30.000	0.000	
5	CEPILLO TRENZADO CIRCULAR 4 1/2"	1	und			18.18		18.180	0.000	
6	DISCO LIJA 7" G-60	2	und			26.530		53.060	0.000	
7	DISCO LIJA 4 1/2" G-60	2	und			10.170		20.340	0.000	
PINTURA										
1	ESMALTE ACRILICO AMARILLO CAT		gal			69.490		0.000	0.000	
2	THINNER ACRILICO SIN FISCALIZAR		gal			15.450		0.000	0.000	
3	TRAPO INDUSTRIAL		Kg			2.370		0.000	0.000	
VIARIOS										
1	LIMA ROTATIVA CILINDRICA SUP00374		und			53.520		0.000	0.000	
2	LIMA ROTATIVA CONICA SUP00484		und		Indura	50.370		0.000	0.000	
3	TIZA P/ CALDERA	2	und			0.410		0.820	0.000	
4	PIEDRA PARA CHISPERO	1	und			0.900		0.900	0.000	
5	INDICADOR DE TEMPERATURA 120°C	1	und			43.800		43.800	0.000	
6	INDICADOR DE TEMPERATURA 250°C	1	und			43.800		43.800	0.000	
7	INDICADOR DE TEMPERTUTA 150°C		und			43.800		0.000	0.000	
8	CUCHILLAS DE BARRENADO		jgo			80.510		0.000	0.000	
9	PLACAS SOLDABLES		und			33.000		0.000	0.000	
10	INSERTO DE DESBASTE		jgo			27.000		0.000	0.000	
11	INSERTO RH/LH		und			182.000		0.000	0.000	
12	PIEDRA DE ESMERIL 8 *1*1 A-36		und			39.510		0.000	0.000	
COMBUSTIBLE										
1	Combustible diesel montacarga	0	gal		Estacion de serv el Amigo	14.000		0.000	0.000	
2	Combustible Camioneta escolta 1	0	gal		Estacion de serv el Amigo	14.000		0.000	0.000	
3	Combustible camioneta escolta 2	0	gal		Estacion de serv el Amigo	14.000		0.000	0.000	
4	Combustible diesel compresora	0	gal		Estacion de serv el Amigo	16.000		0.000	0.000	
								1495.880	0.000	
							TOTAL US\$	3.3	453.29697	0.00
								TOTAL US\$	\$453.30	

Fuente: Planeamiento soldadura empresa contratista Fisac

ANEXO N° 6. Kit de planchas anti desgaste tolva camión 793

			ITEM	N° DE PIEZA	MATERIAL	DUREZA (HB)	ESPESOR (In)	ESPESOR (m)	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)
			1	# 01	MATERIAL HARDOX	400 / 450	1/4	0.00635	6.60869	0.04197
			2	# 02	MATERIAL HARDOX	400 / 450	1/4	0.00635	9.01590	0.05725
			3	# 03	MATERIAL HARDOX	500	1/4	0.00635	6.81178	0.04325
			4	# 04	MATERIAL HARDOX	500	1/4	0.00635	9.01600	0.05725
			5	# 05	MATERIAL HARDOX	400 / 450	1/4	0.00635	2.44746	0.01554
			6	TAPA SUP.	MATERIAL HARDOX	400 / 450	3/8	0.00953	0.77386	0.00737
			7	TAPA INF.	MATERIAL HARDOX	400 / 450	1/2	0.01270	0.75049	0.00953
			8	# 08	MATERIAL HARDOX	400 / 450	1/4	0.00635	1.34330	0.00853
			9	# 09	MATERIAL HARDOX	400 / 450	3/8	0.00953	0.92041	0.00877
			10	# 10	MATERIAL HARDOX	400 / 450	1/4	0.00635	1.19264	0.00757
			11	# 11	MATERIAL HARDOX	400 / 450	1/4	0.00635	2.63002	0.01670
			12	# 12	MATERIAL HARDOX	400 / 450	3/8	0.00953	1.12119	0.01068
			13	# 13	MATERIAL HARDOX	400 / 450	1/4	0.00635	0.47525	0.00302
Factor de conversión de pulg. A metros	0.0254		14	# 18	MATERIAL HARDOX	450	3/8	0.00953	0.18587	0.00177
Densidad (acero)	7850		15	# 19	MATERIAL HARDOX	450	1/2	0.01270	0.43881	0.00557
MODIFICACIONES			16	RIEL	MATERIAL HARDOX	400 / A514	3/8	0.00953	0.74868	0.00713
			17	# 20	MATERIAL HARDOX	400 / A514	1/4	0.00635	2.41336	0.01532
			18	# 21	MATERIAL HARDOX	400 / A514	1/4	0.00635	2.91188	0.01849
			0.33	% PLANCHAS NO ESTANDARIZADAS						

Fuente: Planeamiento soldadura empresa contratista Fisac

ANEXO N° 7. Inversión, costo y beneficio de la propuesta de mejora MRP

MRP (Planeación de Requerimientos de Materiales)				Inversiones y Costos de implementación de mejora					
Beneficios de la propuesta									
	Actual	Mejorado	Ahorro anual	Actividades	Responsable	Recurso utilizado	Monto	Tipo de egreso	Costo anual
Costo por 14 tolvas faltantes	\$34,509	\$20,706	\$13,804	Elaboración de MRP	Jefe de Logística	45 horas	\$829.26	Inversión inicial	
				Supervisión de mejora implementada	Residente del proyecto	48 horas	\$869.38	Costo mes	\$11,335.02

mejorar 40% según meta empresa	
--------------------------------	--

Sueldo Residente Proy	S/. 8,600
Cargas sociales (39%)	S/. 11,954
Horas/mes trabajadas	200
Costo/hora	S/. 59.8

TC	S/.3.30	anual mensual
COK:	19.5%	
	1.496%	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 8. Inversión, costo y beneficio de la propuesta de mejora programación de personal

Programación de personal de operaciones				Egresos de implementación de mejora						
Beneficio de la propuesta				Actividades	Responsable	Recurso utilizado	Monto	Tipo de egreso	Costo anual	
Actual	Mejorado	Ahorro anual								
Ahorro por reducción del tiempo de reparación de tolvas	\$48,313	\$38,651	\$9,663	Elaboración de programación de personal	Residente del proyecto	12 hrs/mes	\$217.35	Costo mensual	\$2,833.75	
				Supervisión de asignación de personal		8 hrs/mes	\$144.90	Costo mensual	\$1,889.17	

mejorar 20%, según meta empresa

TC	S/.3.30	
COK:	19.5%	anual
	1.496%	mensual

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 9. Inversión, costo y beneficio de la propuesta de mejora SRM

SRM (Gestión de Proveedores)				Inversiones y Costos de implementación de mejora					
Beneficios de la propuesta									
	Actual	Mejorado	Ahorro anual	Actividades	Responsable	Recurso utilizado	Monto	Tipo de egreso	Costo anual
Pérdidas por atraso de obra	\$21,079	\$16,864	\$4,216	Evaluación de proveedores	Jefe de Logística	45 horas	\$294.85	Costo mes	\$3,844.24
				Supervisión de proveedores		48 horas	\$221.14	Costo mes	\$2,883.18
				Elaboración e impresión formatos de proveedores	Asistente administrativa	1 millar	\$227.27	inversión	

mejorar 20%, según meta empresa

Remuneración jefe logística	S/. 7,000
Cargas sociales (39%)	S/. 9,730
Horas/mes trabajadas	160
Costo/hora	S/. 60.8

TC	S/.3.30	
COK:	19.5%	anual
	1.496%	mensual

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 10. Matriz para evaluación de proveedores

1. PONDERACION DE LOS CRITERIOS A TENER EN CUENTA EN LA VALORACION

Instrucciones: para cada uno de los 14 criterios que te proponemos que consideres, indica en las casillas amarillas el peso en % que tiene sobre el 100% total. En la casilla que tienes justo aquí debajo irás viendo el porcentaje acumulado por tus ponderaciones para ayudarte a repartir el 100%.

Total Ponderaciones: **100.0%** PONDERACION COMPLETA

Aspectos Técnicos	Ponderación	Aspectos comerciales y económicos	Ponderación	Aspectos empresariales	Ponderación
Calidad del producto/servicio	25.0%	Precios	25.0%	Estabilidad del proveedor	2.0%
Capacidad técnica del proveedor	2.0%	Formas y plazos de pago	3.0%	Proximidad	3.0%
Calidad certificada (ISO o similar)	5.0%	Servicio postventa	2.0%	Facilidad de entendimiento	3.0%
Capacidad de adaptación	5.0%	Garantías	4.0%	Importancia como cliente	3.0%
Plazos de entrega	10.0%	Total aspectos comerciales y económicos	34.0%	Referencias de terceros	8.0%
Total aspectos técnicos	47.0%			Total aspectos empresariales	19.0%

2. IDENTIFICACION DE LOS PROVEEDORES A COMPARAR

Instrucciones: introduce en las casillas amarillas el nombre de cada uno de los 4 proveedores que quieres comparar:

Proveedores	
A.	C & M Servicios SAC
B.	Sedisa SAC
C.	Indura Perú SAC
D.	Osma Service Perú EIRL
E.	Postalloy Perú

3. VALORACION DE LOS PROVEEDORES

Instrucciones: Valora de 1 (mínimo) a 5 (máximo) las ofertas y características de cada proveedor. Introduce el valor en las celdas amarillas. Apóyate en las

Aspectos Técnicos	PAUTAS DE VALORACION				
	1	2	3	4	5
Calidad del producto/servicio	4	2	5	4	3
Capacidad técnica	3	3	3	5	4
Calidad certificada (ISO o similar)	0	6	0	6	6
Capacidad de adaptación	3	1	2	4	3
Plazos de entrega	3	3	3	4	3

Aspectos comerciales y económicos	PAUTAS DE VALORACION				
	1	2	3	4	5
Precios	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Formas y plazos de pago	Muy mala	Malas	Medias	Buenas	Muy buenas
Servicio postventa	Muy malo	Malo	Medio	Bueno	Muy bueno
Garantías	Muy mala	Mala	Medio	Buena	Muy buena

Aspectos empresariales	PAUTAS DE VALORACION				
	1	2	3	4	5
Estabilidad del proveedor	3	5	3	3	1
Proximidad	3	3	3	4	2
Facilidad de entendimiento	3	5	2	4	4
Importancia como cliente	3	4	5	5	4
Referencias de terceros	4	3	2	1	1

Aspectos empresariales	PAUTAS DE VALORACION				
	1	2	3	4	5
Estabilidad del proveedor	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Proximidad	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Facilidad de entendimiento	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Importancia como cliente	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Referencias de terceros	Ninguna	Malas	Regulares	Buenas	Muy buenas

4. RESULTADOS DE LA COMPARACION

RESULTADOS	PAUTAS DE VALORACION				
	1	2	3	4	5
Calidad del producto/servicio	4	2	5	4	3
Capacidad técnica	3	3	3	5	4
Calidad certificada (ISO o similar)	0	6	0	6	6
Capacidad de adaptación	3	1	2	4	3
Plazos de entrega	3	3	3	4	3

RESULTADOS	PAUTAS DE VALORACION				
	1	2	3	4	5
Precios	Muy altos	Altos	Medios	Bajos	Muy Bajos
Formas y plazos de pago	Muy malas	Malas	Medias	Buenas	Muy buenas
Servicio postventa	Muy malo	Malo	Medio	Bueno	Muy bueno
Garantías	Muy mala	Mala	Medio	Buena	Muy buena

RESULTADOS	PAUTAS DE VALORACION				
	1	2	3	4	5
Estabilidad del proveedor	3	5	3	3	1
Proximidad	3	3	3	4	2
Facilidad de entendimiento	3	5	2	4	4
Importancia como cliente	3	4	5	5	4
Referencias de terceros	4	3	2	1	1

Fuente: Infoautónomos

ANEXO N° 11. Fotografías camiones gigantes HT-150 y HT-124



Tolva ligera plancha ¼"



Tolva ligera, plancha de ¼"



Fuente: Empresa titular minera

ANEXO N° 12. Fotografías condición de tolva T-1401, modelo camión 793C



Fuente: Empresa titular minera

ANEXO N° 13. Cuadro de proyección cambio de tolvas año 2019

Proyección CC tolvas año 2019 flota

793C

		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Cant.
Tolvas 793C/D	*Target	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	18.0
	X CC													
	chasis	3.0	2.0	2.0	1.0									
	Equipos	HT142, HT135	HT125, HT123	HT116, HT114	HT120, HT130	HT148	HT146	HT128	HT115, HT124	HT152	HT129	HT127, HT150	HT107	
Real	HT142/HT135	HT120				HT123	HT125	HT129	HT116	HT114			8.0	

%

incumplimiento

56%

Fuente: Planeamiento soldadura empresa contratista Fisac