



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **Ingeniería Industrial**

***“PROPUESTA DE MEJORA EN LAS AREAS DE PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA,
PARA REDUCIR LOS COSTOS DE OPERACIONES EN LA EMPRESA LOGÍSTICA
TUBULAR INTEGRAL S.A.”***

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Ricardo Palomino Rodríguez / Ana Cecilia Zavaleta Castillo

Asesor:

Ing. Oscar Goicochea Ramírez

Trujillo - Perú

2018

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ing. Oscar Goicochea Ramírez, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería Industrial, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

1. Palomino Rodríguez Ricardo
2. Zavaleta Castillo Ana Cecilia

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: **“PROPUESTA DE MEJORA EN LAS AREAS DE PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA, PARA REDUCIR LOS COSTOS DE OPERACIONES EN LA EMPRESA LOGÍSTICA TUBULAR INTEGRAL S.A.”** para aspirar al título profesional de: **Ingeniero Industrial** por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ing. Oscar Goicochea Ramírez

Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Palomino Rodríguez Ricardo y Zavaleta Castillo Ana Cecilia para aspirar al título profesional con la tesis denominada: ***“PROPUESTA DE MEJORA EN LAS AREAS DE PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA, PARA REDUCIR LOS COSTOS DE OPERACIONES EN LA EMPRESA LOGÍSTICA TUBULAR INTEGRAL S.A.”***

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y
Apellidos

Jurado

Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y
Apellidos

Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y
Apellidos

Jurado

DEDICATORIAS

Mi mayor agradecimiento a Dios porque sé que a pesar de mi ingratitud como cristiana, siempre ha estado conmigo bendiciéndome.

A toda mi familia porque de alguna manera me han enseñado a ser perseverante y responsable para cumplir mis metas.

Finalmente agradezco a mi centro de estudios por la buena enseñanza que me brindo en mis años de carrera universitaria.

Ana Cecilia.

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas. Porque gracias a Él tengo a mis padres que, con apoyo incondicional, amor y confianza permitieron que logre culminar mi carrera profesional.

Asimismo, quiero agradecer a Dios por mi formación en esta Universidad y por acompañarme en cada paso de mi crecimiento académico.

Finalmente agradezco a mis padres y hermano que siempre me acompañan, me ayudan y me brindan sabios consejos, que hacen de mí una mejor persona cada día.

Ricardo.

AGRADECIMIENTO

Dedico esta tesis a mi mamá Zoila por ser quien me cuidó desde muy pequeña y gracias a ella soy una persona de bien.

A mi mamá Mila por darme todo lo que he necesitado y apoyarme siempre incondicionalmente.

A mi pequeña Meghan y a mi pareja porque hicieron de este año el mejor de todos.

Ana Cecilia.

Dedico esta tesis a mis padres y mi hermano porque son los pilares más importantes en mi vida y sin su cariño, comprensión y confianza, no hubiese logrado este objetivo en mi vida; y sé que junto a ellos podré lograr todas mis metas trazadas a lo largo de mi vida.

Ricardo.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|----|
| ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS | 2 |
| ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS | 3 |
| DEDICATORIA | 5 |
| AGRADECIMIENTO | 6 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 8 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 10 |
| ÍNDICE DE ECUACIONES | |
| ¡Error! Marcador no definido. | |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN | 15 |
| CAPÍTULO II: METODOLOGÍA | 31 |
| CAPÍTULO III: RESULTADOS | |
| ¡Error! Marcador no definido. | |
| CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | |
| ¡Error! Marcador no definido. | |
| REFERENCIAS | |
| ¡Error! Marcador no definido. | |
| ANEXOS | |
| ¡Error! Marcador no definido. | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: <i>Pérdidas por capacidad no utilizada</i> | 19 |
| Tabla 2: Resultados de las encuestas aplicadas | 46 |
| Tabla 3: <i>Matriz de Priorización - Producción</i> | 48 |
| Tabla 4: <i>Matriz de Priorización - Logística</i> | 48 |
| Tabla 5: <i>Pérdidas por falta de estándares para el uso de materiales</i> | 52 |
| Tabla 6: <i>Indicadores de uso de materiales</i> | 53 |
| Tabla 7: <i>Pérdidas económicas por falta de mantenimiento</i> | 56 |
| Tabla 8: <i>Inventario de equipos</i> | 57 |
| Tabla 9: <i>Frecuencia de fallas de equipos</i> | 58 |
| Tabla 10: <i>Actividades de mantenimiento preventivo de equipos</i> | 59 |
| Tabla 11: <i>Programación de mantenimiento de equipos – Logística Tubular Integral SA.</i> . | 60 |
| Tabla 12: <i>Pérdidas económicas por inspecciones no realizadas</i> | 61 |
| Tabla 13: <i>Tiempos de proceso para el proyecto</i> | 63 |
| Tabla 14: <i>Materiales requeridos para el proyecto</i> | 64 |
| Tabla 15: <i>Personal necesario para el proyecto</i> | 64 |
| Tabla 16: <i>Pérdidas por falta de planificación</i> | 68 |
| Tabla 17: <i>Materiales para cada etapa del proyecto</i> | 68 |
| Tabla 18: <i>Inventario de materiales y lead time</i> | 69 |
| Tabla 19: <i>BOM del proyecto</i> | 70 |
| Tabla 20: <i>Órdenes de Aprovisionamiento de los materiales requeridos</i> | 72 |
| Tabla 21: <i>Pérdidas por inspecciones no realizadas</i> | 74 |
| Tabla 22: <i>Pérdidas económicas por ausencia de clasificación y codificación de los materiales e insumos</i> | 75 |
| Tabla 23: <i>Consumo materiales - Año 2017</i> | 76 |
| Tabla 24: <i>Valorización de materiales - Año 2017</i> | 77 |
| Tabla 25: <i>Clasificación ABC</i> | 77 |
| Tabla 26: <i>Resumen materiales tipo “A”</i> | 78 |

| | |
|---|----|
| Tabla 27: <i>Resumen materiales tipo “B”</i> | 78 |
| Tabla 28: <i>Resumen materiales tipo “C”</i> | 78 |
| Tabla 29: <i>Egresos propuesta CR2</i> | 82 |
| Tabla 30: <i>Beneficios propuesta CR2</i> | 82 |
| Tabla 31: <i>Egresos propuesta CR5</i> | 83 |
| Tabla 32: <i>Costo repuestos y mano de obra</i> | 84 |
| Tabla 33: <i>Beneficios propuesta CR5</i> | 84 |
| Tabla 34: <i>Egresos propuesta CR3</i> | 86 |
| Tabla 35: <i>Beneficios propuesta CR3</i> | 87 |
| Tabla 36: <i>Sobrecosto de materiales</i> | 88 |
| Tabla 37: <i>Egresos propuesta CR2</i> | 88 |
| Tabla 38: <i>Beneficio propuesta CR2</i> | 89 |
| Tabla 39: <i>Egresos propuesta CR3</i> | 90 |
| Tabla 40: <i>Beneficio propuesta CR3</i> | 91 |
| Tabla 41: <i>Egresos propuesta CR4</i> | 92 |
| Tabla 42: <i>Beneficio propuesta CR4</i> | 92 |
| Tabla 43: <i>Resumen de Egresos de propuestas de mejora</i> | 93 |
| Tabla 44: <i>Resumen de Beneficios de propuestas de mejora</i> | 93 |
| Tabla 45: <i>Impacto de las propuestas de mejora en las causas raíz</i> | 96 |
| Tabla 46: <i>Costos anuales e inversiones de las propuestas de mejora</i> | 97 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Fig. 1: <i>Clasificación ABC</i> | 28 |
| Fig. 2: <i>Cadena de Valor – Logística Tubular Integral</i> | 37 |
| Fig. 3: <i>Diagrama de Macroprocesos – Logística Tubular Integral</i> | 38 |
| Fig. 4: <i>Programación de Tareas con MS Project</i> | 65 |
| Fig. 5: <i>Estado de los recursos utilizados</i> | 66 |

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

| | |
|---|----|
| Diagrama 1: <i>Proceso de la Programación Maestra de la Producción</i> | 23 |
| Diagrama 2: <i>Diagrama de Operaciones – Logística Tubular Integral SA</i> | 40 |
| Diagrama 3: <i>Diagrama de análisis del proceso – Logística Tubular Integral SA</i> | 41 |
| Diagrama 4: <i>Diagrama de Ishikawa – Área producción</i> | 44 |
| Diagrama 5: <i>Diagrama de Ishikawa – Área logística</i> | 45 |
| Diagrama 6: <i>Diagrama de Pareto- Producción</i> | 49 |
| Diagrama 7: <i>Diagrama de Pareto- Logística</i> | 50 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: <i>Producción mensual de petróleo en el Perú</i> | 17 |
| Gráfico 2: <i>Beneficios obtenidos de las propuestas de mejora</i> | 96 |
| Gráfico 3: <i>Contribución de las propuestas de mejora al beneficio total</i> | 97 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general reducir los costos de operaciones de la empresa Logística Tubular Integral SA, a través de las propuestas de mejora en las áreas de producción y logística.

Para el desarrollo de este trabajo, se realizó un diagnóstico de ambas áreas de la empresa, el cual, y con el uso de la técnica de Pareto, permitió seleccionar las principales causas raíz del problema principal, siendo éstas: en el área de producción: inadecuada planificación de las actividades, falta de estándares para el uso de materiales y falta de plan de mantenimiento de maquinaria, mientras que en el área de logística: falta de planificación de requerimientos de materiales, falta de Manual de Procedimientos y falta de clasificación y codificación de los materiales. Estos problemas generan pérdidas económicas de US\$ 62,050.28 anuales.

Para reducir estas pérdidas, se propusieron acciones que permitan mejorar los indicadores de las causas mencionadas. Las propuestas incluyeron el desarrollo de metodologías como la planeación de requerimientos de materiales (MRP), el sistema ABC de clasificación de inventarios, la elaboración indicadores de materiales, un plan de mantenimiento de los equipos críticos y la planificación de actividades con MS-Project, así como la elaboración de un manual de procedimientos para el proceso de inspección de tubos.

A través de estas propuestas, se obtienen los resultados de los indicadores VAN: US\$ 4,147.58, TIR: 66.78%, B/C: 1.09, y período de recuperación de la inversión (PRI) de 2.25 años. Los resultados de estos indicadores demuestran que las propuestas de mejora son viables desde el punto de vista económico.

Palabras clave: Tubing 2 7/8", capacidad de inspecciones.

ABSTRACT

The main goal of this research work is to reduce the operating costs of Integral Tubular Logistics SA, through proposals for improvement in the areas of production and logistics.

For the development of this work, a diagnosis was made of both areas of the company, which, and with the use of the Pareto technique, allowed to select the main root causes of the main problem, these being: in the production area: inadequate planning of activities, lack of standards for the use of materials and lack of machinery maintenance plan, while in the area of logistics: lack of planning of material requirements, lack of Procedures Manual and lack of classification and coding of the materials. These problems generate economic losses of US \$ 62,050.28 per year.

To reduce these losses, actions were proposed to improve the indicators of the mentioned causes. The proposals included the development of methodologies such as the planning of material requirements (MRP), the ABC system of inventory classification, the development of material indicators, a maintenance plan for critical equipment and the planning of activities with MS-Project, as well as the preparation of a procedure manual for the pipe inspection process.

Through these proposals, the results of the VAN indicators are obtained: US \$ 4,147.58, IRR: 66.78%, B / C: 1.09, and investment recovery period (PRI) of 2.25 years. The results of these indicators show that the proposals for improvement are viable from the economic point of view.

Keywords: Tubing 2 7/8 ", inspection capacity.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

La producción de petróleo en la actualidad es de unos 75 millones de barriles por día. Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), los diez mayores productores de petróleo abarcan unos dos tercios de la producción mundial de petróleo, un recurso estratégico, pues la mayor parte de la energía producida por la humanidad proviene de la quema de este material.

De acuerdo al balance del año 2017, la producción petrolera de la Organización de Países Exportadores de Petróleo era de 32 millones 869 mil barriles diarios.

Tanto en los últimos años como en la actualidad, Rusia, Arabia Saudí y Estados Unidos son con diferencia los mayores productores del mundo y se van alternando entre el primer, segundo y tercer puesto. A gran distancia (la producción del tercer productor más que dobla al cuarto) le siguen países como Canadá, China, Venezuela, México y países de Oriente Medio, donde se encuentran algunas de las mayores reservas mundiales de crudo, aunque no hay correlación entre la producción y reservas con las que cuenta un país. En los últimos años la tendencia global en la producción ha sido creciente, al tiempo que las reservas probadas de petróleo han aumentado, en especial en zonas como América Central y del Sur, donde las reservas probadas se han triplicado en el último lustro.

El Medio Oriente es el mayor productor de petróleo: provee cerca de un tercio del consumo mundial. Pero Europa y Eurasia (en especial, Rusia y el Reino Unido) y Estados Unidos son también grandes productores. La diferencia es que casi toda la producción de Medio Oriente es para exportación, mientras que Estados Unidos no llega a cubrir su consumo doméstico.

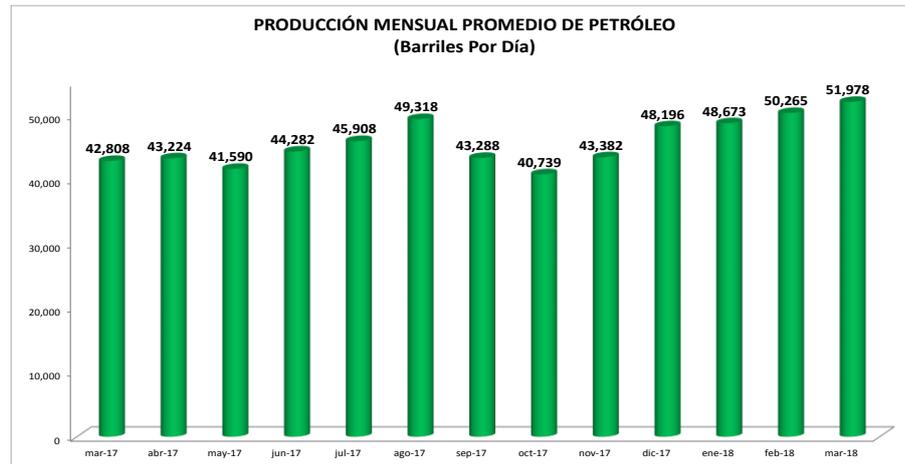
Según la Agencia Internacional de Energía (AIE), Estados Unidos debería superar este año 2018 su récord de producción de petróleo alcanzado en 1970 e incluso sobrepasar la de Arabia Saudita, segundo productor mundial, que mantuvo sin cambios su pronóstico de demanda global para 2018.

En su informe mensual sobre el petróleo, la AIE prevé que la producción de crudo estadounidense aumentará en 1,35 millones de barriles por día (mbd) este año. De esta manera llegará a un máximo histórico por encima de 10 mbd, superando a Arabia Saudita y rivalizando con Rusia", si estos dos países continúan limitando su propia producción, según la AIE.

En el Perú se producen alrededor de 36 millones de barriles anuales de petróleo crudo. La selva es la región más productiva, con un promedio de 24,8 millones de barriles al año (equivalente a 68000 barriles por día), produciendo el 70% del petróleo crudo del país. La costa le sigue con 6,8 millones de barriles al año (18500 barriles diarios), produciendo el 19% del petróleo crudo del país. El resto es extraído del zócalo continental, por medio de plataformas en el mar, que producen 4,4 millones de barriles al año (equivalente a 12000 barriles diarios). De acuerdo a las cifras de **Perupetro**, la producción de petróleo en barriles por día (BPD), en este año 2018, aumentó respecto a diciembre del año pasado y se ubica en 48,675, informó la Sociedad Peruana de Hidrocarburos (SPH).

Asimismo, la cifra registrada en enero es superior en 4.6 % a la del mismo mes del año pasado. A marzo del 2018, la producción de barriles diarios en nuestro país alcanzó 51,978, registrando un incremento del 3.41% con relación al mes de febrero del presente año, según se muestra en el gráfico N° 1.

**Gráfico 1: Producción mensual de petróleo en el Perú
(2017- mar 2018)**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas

En nuestro país el sector de los hidrocarburos involucra a instituciones que brindan servicios de soporte o mantenimiento a sus procesos. Uno de los servicios más destacado y solicitado es la inspección de tuberías para la industria del petróleo y gas, ya que las tuberías y elementos tubulares del campo petrolífero son vulnerables a la corrosión, grietas, daños de terceros y fallos de fabricación. La inspección de tuberías y elementos tubulares detectan los defectos e irregularidades antes de que causen daños graves, lo que permite asegurar un funcionamiento sin problemas y reducir los riesgos económicos.

La empresa **Logística Integral Tubular SA** está ubicada en Parcela D, N° B interior 5-6 interior campamento Psi, Talara, Piura, es una empresa dedicada a realizar actividades de soporte y mantenimiento de los procesos de extracción de petróleo y gas natural, controlando el estado de las plataformas, tubos de perforación y elementos tubulares. Asimismo, detecta y localiza a nivel interno y externo la corrosión de pozos, cortes, hendiduras, pérdidas en pared y grietas de fatiga, antes que ocasionen daños graves. Gestiona la seguridad mediante una inspección completa y la clasificación de riesgos, aplicando las medidas más adecuadas para los daños que no se pueden detectar con antelación.

Logística Integral Tubular SA tiene una capacidad para realizar 20000 inspecciones anuales, sin embargo, actualmente solo realiza alrededor de 10300 inspecciones, es decir 51.5% de su capacidad total. De este porcentaje, el 46% pertenece a inspecciones de tubos de 2 7/8", equivalente a un promedio de 4800 inspecciones anuales. La

capacidad de inspecciones no utilizada representa para la empresa ingresos perdidos de aproximadamente **US\$ 87,785.00** anuales, de los cuales **US\$ 40,381.00** corresponden a los tubos de 2 7/8", de acuerdo a la tabla N° 1.

Tabla 1: Pérdidas por capacidad no utilizada

| | | |
|--|-----------------|----------------------|
| Capacidad total | 20000 | Inspecciones anuales |
| Capacidad utilizada | 10300 | Inspecciones anuales |
| Inspecciones no realizadas | 9700 | Inspecciones anuales |
| Ingreso por inspección | \$ 9.05 | US\$/tubo |
| Ingresos perdidos | \$ 87785 | US\$/año |
| Ingresos perdidos tubing 2 7/8" | \$ 40381 | US\$/año |

Fuente: Elaboración propia

La empresa carece de una planificación adecuada de sus actividades, lo cual se traduce en incumplimiento de las obras. En el año 2017, se tuvo una demanda de **6863 inspecciones**, de las cuales **no se cumplieron 623**, equivalente a una pérdida de **US\$ 5638.15**.

Asimismo, no se cuenta con estándares para la cantidad de materiales necesarios para las inspecciones. Esto conlleva a un inadecuado uso de los principales materiales, generando la ruptura de stock de los mismos. En el año 2017, hubo un sobre costo de **US\$ 4998.90** por compras en exceso de materiales.

Además, la empresa no cuenta con un sistema de inventarios con el cual puedan controlar las entradas y salidas de los materiales en el almacén de la empresa.

En el proceso de producción del servicio, el tiempo de inspección de un tubing es 30 minutos aproximadamente. El mantenimiento correctivo de las máquinas que presentan fallas, toma un tiempo aproximado de **10 horas**, por lo cual, se retrasa la inspección de 20 tubings de 2 7/8". Este retraso genera una pérdida de **US\$ 181.00** adicional al costo del mantenimiento correctivo de **US\$ 450.00** por parada de máquina.

Antecedentes de la Investigación

1.1.1 Antecedente internacional

Bernal Andrés Felipe, Duarte Nicolás; (2014), en la tesis para obtener el grado de Ingeniero Industrial, de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, realizó una investigación titulada **“Implementación de un modelo de MRP en una planta de autopartes en Bogotá, caso Sauto LTDA.”**, concluyen con la implementación de un MRP II, se evitaron disminuir un valor de hasta 50% del costo por desaparición de materiales que representa el \$221.717,01.

Los indicadores financieros utilizados, muestran que la propuesta desarrollada en este proyecto es económicamente viable, ya que arroja una TIR de 841%, un VPN (20%) de \$29.188,03, una relación beneficio/costo de 7.84 y la inversión necesaria se recupera en un lapso de 0,11 años

1.1.2 Antecedente nacional

Ramos, Karen y Flores, Enrique (2016) en su tesis titulada:

“Análisis y propuesta de implementación de pronósticos, gestión de inventarios y almacenes en una comercializadora de vidrios y aluminios” de la Universidad Católica del Perú (PUCP), Lima.

Utilizando la curva de intercambio se redujo en S/. 235.5557 en costos totales comparado a la política que utilizan actualmente. La TIR respecto a la implementación de la propuesta de ese 29% lo que refleja una tasa atractiva de recuperación de la inversión para la empresa, considerando que el periodo de retorno de la inversión es de 2.5 años aproximadamente.

1.1.3 Antecedente local

B. Baca Silva, L. (2015) en su tesis titulada: “**Mejora del Proceso de Abastecimiento de Petróleos del Perú – Operaciones Talara**” de la Universidad Privada del Norte – Trujillo, se presenta la investigación para incrementar la eficiencia en el área logística de la empresa. Se enfoca en uno de los puntos más importante de la cadena de suministros, los proveedores, para lo cual se propone la homologación de los mismos permita la reducción del número de procesos declarados desiertos, nulidades apelaciones, a través de la reducción del costo de escasez. A continuación, se presentan las conclusiones de la investigación:

- Se realiza diagnóstico de la unidad logística, no cuenta con una base de datos de proveedores calificados.
- Se realiza clasificación ABC de los procesos declarados desiertos, debido a su costo.
- Se determinó que alcanzando la meta de reducir al 14.3% en el año los procesos por competencia menos declarados desiertos, se obtiene un ahorro de 210,099.45 dólares
- Se determinó que alcanzando la meta de reducir al 25% en el año los procesos por competencia mayor declarados desiertos, se obtiene un ahorro de 250,800.47 dólares

- Se reduce nulidades un 1% sea ahorra 269,578.84 dólares
- Se reducen en un 0.5% apelaciones de manera que se ahorra 516,663.43 dólares.

Bases Teóricas

Proceso de producción

Todo proceso de producción es un sistema de acciones dinámicamente interrelacionadas orientado a la transformación de ciertos elementos “entradas”, denominados factores, en ciertos elementos “salidas”, denominados productos, con el objetivo primario de incrementar su valor, concepto éste referido a la “capacidad para satisfacer necesidades”.



Los elementos esenciales de todo proceso productivo son:

- Los factores o recursos: en general, toda clase de bienes o servicios económicos empleados con fines productivos;
- Las acciones: ámbito en el que se combinan los factores en el marco de determinadas pautas operativas.
- Los resultados o productos: en general, todo bien o servicio obtenido de un proceso productivo.

La teoría de la producción estudia estos sistemas, asumiendo que esa noción de transformación no se limita exclusivamente a las mutaciones técnicas inducidas sobre determinados recursos materiales, propia de la actividad industrial. El concepto también abarca a los cambios “de modo”, “de tiempo”, “de lugar” o de cualquier otra índole, provocados en los factores con similar intencionalidad de agregar valor.

Plan Agregado de Producción

Se entiende por planeamiento de la producción, a la anticipación de las decisiones referidas a cómo ajustar las capacidades del sistema productivo a la demanda, con el objetivo de optimizar los recursos disponibles.

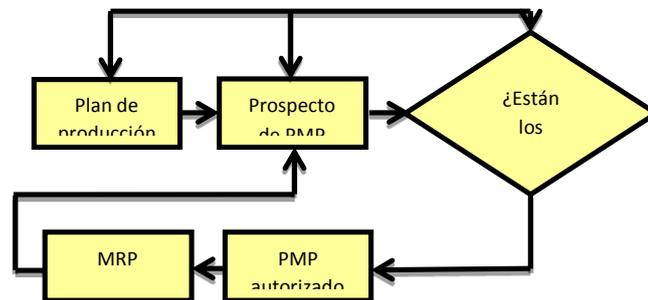
Consiste en determinar un plan de producción (para un horizonte de producción determinado que satisfaga la demanda agregada de un grupo de productos en el mediano plazo, A su vez consiste en decidir cuántos empleados debe tener la compañía y de ser manufacturera, decidir sobre la cantidad y tipo de productos.

El Programa Maestro de Producción (PMP)

En general, el PMP se ocupa de piezas finales y es un insumo importante del proceso de MRP. Pero si la pieza final es grande o cara, el programa podría organizar ensamble o componentes parciales.

Su objetivo es determinar el calendario de producción para cada tipo de producto de forma que se respeten los plazos de entrega establecidos y se respeten las restricciones de capacidad existentes, tratando de aprovechar de forma eficiente la capacidad productiva instalada (evitando situaciones de capacidad ociosa y sobrecarga de capacidad). En el siguiente diagrama, se muestra el proceso de Programación Maestra de la Producción.

Diagrama 1: Proceso de la Programación Maestra de la Producción



Fuente: NIEBEL, Benjamín; Andris F. Ingeniería industrial métodos, estándares y diseños del trabajo

Proceso Logístico

La Logística es el proceso de planificación, implementación y control de la eficacia y efectividad del flujo y almacenamiento de materias primas, productos semiacabados, productos finales, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo (incluyendo movimientos desde, hacia e internos) con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes con el menor costo efectivo total.

La Logística se puede dividir en Logística Interna (intra-empresa), abarcando los subsistemas:

- a. Compras y aprovisionamiento
- b. Almacenamiento de materias primas y productos semielaborados.
- c. Producción.

La Logística Externa, a su vez, abarca el subsistema Distribución Física.

| Logística de Aprovisionamiento | Logística de Planta | Logística de Distribución |
|--|---------------------|--|
| Compras, recepción, almacenaje de insumos y productos semielaborados, inventarios, relación con proveedores. | Producción | Almacenes de productos terminados, inventarios, expedición, manipuleo, embalaje y transporte |
| LOGÍSTICA INTERNA | | LOGÍSTICA EXTERNA |
| OBJETIVO COMÚN: Bajar costos, mantener calidad producto y servicio al cliente | | |

La logística abarca horizontalmente todos los subsistemas empresariales, planificando, implementando y controlando el flujo de materiales, servicios, información y almacenamiento a través de todos ellos y convirtiéndose de esta forma, en el componente principal de la cadena de valor que se incorpora al producto (Valor Agregado Logístico - VAL).

Material Requirement Planning (MRP)

Según Flores (2014), el MRP (Material Requirement Planning) es una planificación de la producción basada en computadora y el inventario sistema de control. MRP se basa tanto en la programación de producción y control de inventario. Es un sistema de control de los materiales que los intentos de mantener los niveles adecuados de inventario para asegurar que requiere materiales están disponibles cuando sea necesario. MRP es aplicable en situaciones de múltiples elementos con complejo listas de materiales. MRP no es útil para los talleres de trabajo o para procesos continuos que están estrechamente vinculados.

Según Salazar (2012), la Planeación de Requerimientos de Materiales -MRP (Material Requirement Planning), es un procedimiento sistemático de planificación de componentes de fabricación, el cual traduce un Plan Maestro de Producción en necesidades reales de materiales, en fechas y cantidades. El MRP funciona como un sistema de información con el fin de gestionar los inventarios de demanda dependiente y programar de manera eficiente los pedidos de reabastecimiento.

El Objetivo del MRP es brindar un enfoque más efectivo, sensible y disciplinado a determinar los requerimientos de materiales de la empresa.

Entradas en un MRP

- MPS: Plan Maestro de Producción que nos indica las demandas independientes
- Maestro de artículos: Listado de todos los artículos de demanda independiente
- Lista de materiales: Listado de todos los materiales que se precisan para la obtención de los artículos de demanda independiente
- Explosión de materiales - BOM: Registro donde figuran todos los componentes de un artículo, su relación padre - hijo y las cantidades de uso estandarizadas establecidas por diseño e ingeniería.

El sistema MRP comprende la información obtenida de al menos tres fuentes o ficheros de Información principales que a su vez suelen ser generados por otros subsistemas específicos, pudiendo concebirse como un proceso cuyas entradas son:

El plan maestro de producción: el cual contiene las cantidades y fechas en que han de estar disponibles los productos de la planta que están sometidos a demanda externa (productos finales fundamentalmente y, posiblemente, piezas de repuesto).

El estado del inventario: que recoge las cantidades de cada una de las referencias de la planta que están disponibles o en curso de fabricación. En este último caso ha de conocerse la fecha de recepción de las mismas.

La lista de materiales: que representa la estructura de fabricación en la empresa. En concreto, ha de conocerse el árbol de fabricación de cada una de las referencias que aparecen en el Plan Maestro de Producción.

A partir de estos datos la explosión de las necesidades proporciona como resultado la siguiente información:

El plan de producción de cada uno de los ítems que han de ser fabricados, especificando cantidades y fechas en que han de ser lanzadas las órdenes de fabricación. Para calcular las cargas de trabajo de cada una de las secciones de la planta y posteriormente para establecer el programa detallado de fabricación.

El plan de aprovisionamiento, detallando las fechas y tamaños de los pedidos a proveedores para todas aquellas referencias que son adquiridas en el exterior.

El informe de excepciones, que permite conocer qué órdenes de fabricación van retrasadas y cuáles son sus posibles repercusiones sobre el plan de producción y en última instancia sobre las fechas de entrega de los pedidos a los clientes. Se comprende la importancia de esta información con vistas a renegociar este si es posible o, alternativamente, el lanzamiento de órdenes de fabricación urgentes, adquisición en el exterior, contratación de horas extraordinarias u otras medidas que el supervisor o responsable de producción considere oportunas.

Así pues, la explosión de las necesidades de fabricación no es más que el proceso por el que las demandas externas correspondientes a los productos finales son traducidas en órdenes concretas de fabricación y aprovisionamiento para cada uno de los ítems que intervienen en el proceso productivo.

Dichas entradas son procesadas por el programa de MRP que, mediante la explosión de necesidades, da lugar al denominado Plan de Materiales o Programa de Producción, indicativo de los pedidos de fabricación y de compras. Dicho plan forma parte de los denominados informes primarios, los cuales constituyen una de las salidas del MRP. Las otras, son los denominados informes secundarios o residuales y las transacciones de inventarios. Estas últimas sirven para actualizar el Fichero de Registro de Inventarios en función de los datos obtenidos en el proceso del cálculo desarrollado por el MRP.

Programación de requerimientos brutos

Según Flores (2014), la programación de requerimientos brutos sólo tiene lugar en el caso de que nuestro proceso no se vea afectado por inventarios, ni recepciones programadas, lo cual se ajusta poco a la realidad, sin embargo, debe considerarse como una forma de evaluar nuestro plan en condiciones ideales, en tal caso podemos obtener información referente a las actividades críticas promedio y a las actividades con holgura, información sumamente relevante en materia de negociaciones y programación de la producción. Para ello debemos considerar entonces el lead time de

cada componente, definamos lead time como el ciclo en términos de tiempo que se requiere para que el producto se encuentre disponible una vez sus partes se encuentren dispuestas. En el caso de que los componentes sean materias primas, el lead time será el tiempo que tarda en estar la materia en las instalaciones de la compañía a partir de que se emite la orden de compra al proveedor.

Programación de requerimientos netos

Según Flores (2014), la programación de requerimientos netos corresponde al entregable del MRP, es decir que en esta se determina las condiciones para el lanzamiento de las órdenes proyectadas, tanto órdenes de compra, como órdenes de fabricación. Su diferencia respecto a la programación de requerimientos brutos es la inclusión de inventarios, niveles de seguridad y recepciones programadas, ajustándose al devenir de la producción real. Así mismo, en dicha programación se aplica el tamaño de lote determinado para cada componente.

Sistema ABC

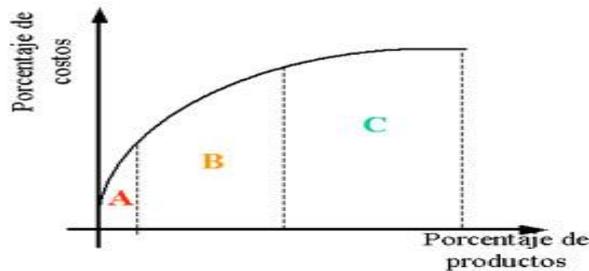
El sistema ABC es una herramienta que se emplea para clasificar todos los artículos del stock en tres grupos o categorías de importancia.

De esta forma la empresa puede identificar aquellos artículos que son realmente importantes y concentrar en ellos una mayor atención y dedicación de tiempo, esfuerzo y dinero en su control.

No todos los artículos se venden por igual. Existe un grupo reducido de artículos (grupo A) que son los que generan la mayor parte de las ventas de la empresa, mientras que el resto de artículos, grupos muy numerosos, apenas genera ventas.

Centrando los esfuerzos de gestión de stocks en el 10 o 20% de las unidades de más valor, estamos gestionando con el máximo control el 80 o 90% de la inversión en stocks.

Fig. 1: Clasificación ABC



Fuente: [www. Ingenieriaindustrial.com](http://www.Ingenieriaindustrial.com)

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de Producción y Logística, sobre los costos de operaciones de la empresa Logística Tubular Integral SA?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Reducir los costos de operaciones a través de la propuesta de mejora en las áreas de Producción y Logística en la empresa Logística Tubular Integral SA.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de las áreas de producción y logística de la empresa Logística Tubular Integral SA.
- Desarrollar la propuesta de mejora utilizando herramientas de Ingeniería Industrial.
- Evaluar económicamente la propuesta de mejora de procesos de las áreas de producción y logística de la empresa Logística Tubular Integral SA.

1.4 Hipótesis

La propuesta de mejora en las áreas de Producción y Logística reduce los costos de operaciones en la empresa Logística Tubular Integral SA.

1.5 Variables

1.5.1 Variable independiente

Propuesta de mejora en las áreas de Producción y Logística.

1.5.2 Variable dependiente

Costos de operaciones en la empresa Logística Tubular Integral SA.

1.6 Operacionalización de Variables

| Variables | Definición | Indicadores | Forma de cálculo | Descripción |
|--|-----------------------|---|--|---|
| Independiente: Propuesta de mejora en las áreas de Producción y Logística | Logística | Índice de cumplimiento de inspecciones realizadas | $\frac{\text{N}^\circ \text{ inspecciones realizadas} * 100}{\text{N}^\circ \text{ total inspecciones programadas}}$ | % de inspecciones que se realizan de acuerdo a lo programado |
| | | Eficiencia | $\frac{\text{N}^\circ \text{ inspecciones programadas} * 100}{\text{Capacidad total de inspecciones}}$ | % de la capacidad total que se programa para inspecciones |
| | | Uso de materiales | $\frac{\text{Cantidad de material utilizado} * 100}{\text{Cantidad de material requerido}}$ | Mide la cantidad de materiales que son utilizados en las inspecciones |
| | Producción | Paradas de maquinaria | $\frac{\text{Horas-máquina paradas} * 100}{\text{Tiempo total de producción}}$ | Mide las paradas por fallas de la maquinaria |
| | | % Tiempo productivo del proceso | $\frac{\text{Tiempo efectivo de inspección} * 100}{\text{Tiempo total de proceso}}$ | % del tiempo real efectivo del proceso de inspección |
| Dependiente Costos de operaciones | Costos de operaciones | Costo promedio por inspección | $\frac{\text{Costo total} * 100}{\text{N}^\circ \text{ de inspecciones realizadas}}$ | Mide el costo promedio por inspección realizada |

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

2.1.1 Según el propósito: Aplicada.

2.1.2 Según el diseño de investigación: Pre experimental.

2.2 Métodos

2.2.1 Población

La población para el siguiente proyecto de tesis son todos los procesos de la empresa Logística Tubular Integral SA.

2.2.2 Muestra

La muestra del proyecto son las actividades del proceso de inspección de tubing de 2 7/8”.

G: O1 → X → O2

Donde:

G: Empresa Logística Tubular Integral S.A

O1: Costos de operaciones antes de la implementación de la propuesta de mejora

X: Propuesta de Mejora en las áreas de Producción y Logística.

O2: Costos de operaciones luego de la implementación de la propuesta de mejora.

2.2.3 Instrumentos

Cuestionarios, encuestas.

2.2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.2.4.1 Técnicas de Obtención de datos

En la investigación se aplicará la técnica de observación directa y a partir del diagnóstico elaborado, analizar los datos obtenidos por medio de técnicas cuantitativas y cualitativas.

2.2.4.2 Técnicas de Análisis e Interpretación de los datos

Tablas, diagramas, gráficos estadísticos.

2.3 Procedimientos

| ETAPA | FUENTE DE RECOLECCION DE DATOS | TÉCNICAS | | RESULTADOS ESPERADOS | |
|-------|--|---|---|--|--|
| | | RECOPIACION DE DATOS | PROCESAMIENTO DE DATOS | | |
| 1 | Diagnóstico de las áreas de producción y logística | Centro de operaciones de la empresa Logística Tubular Integral SA | <ul style="list-style-type: none"> • Observación directa de los procesos de producción y logística. • Entrevista a Supervisor de Operaciones. | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis estadístico de datos históricos (tablas y gráficos) • Diagramas de Ishikawa en producción y logística • Análisis de Pareto • Matriz de indicadores | <ul style="list-style-type: none"> • Principales deficiencias en las áreas de producción y logística. • Determinación de las causas raíz en cada área de estudio. • Indicadores para cada causa raíz. |
| 2 | Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística | | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de resultados del diagnóstico realizado | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de herramientas de gestión de la producción y logística: Programación de la Producción, MRP, Programa de Mantenimiento de equipos. | <ul style="list-style-type: none"> • Propuesta de mejora en las áreas proceso de producción y logística para reducir los costos de operaciones. |
| 3 | Presentación y Discusión de Resultados | | <ul style="list-style-type: none"> • Costos de producción y logística • Reducción de costos de operaciones después de la propuesta de mejora. | <ul style="list-style-type: none"> • Cálculo y análisis de inversiones, costos y beneficios obtenidos como consecuencia de las mejoras propuestas | <ul style="list-style-type: none"> • Indicadores económicos y financieros: VAN, TIR, B/C. |

2.3.1 Diagnóstico de la realidad actual de la empresa

2.3.1.1 Datos generales de la empresa

La empresa **Logística Integral Tubular SA**, con RUC 20483781378, está ubicada en Parcela D, N° B, lote 5 y 6 zona Industrial Talara, Piura, es una empresa dedicada a realizar actividades de soporte y mantenimiento de los procesos de extracción de petróleo y gas natural, controlando el estado de las plataformas, tubos de perforación y elementos tubulares. Asimismo, detecta y localiza a nivel interno y externo la corrosión de pozos, cortes, hendiduras, pérdidas en pared y grietas de fatiga, antes que ocasionen daños graves. Gestiona la seguridad mediante una inspección completa y la clasificación de riesgos, aplicando las medidas más adecuadas para los daños que no se pueden detectar con antelación. La empresa ofrece los siguientes servicios:

a. Servicios Integrales

- Inspección integral de tubería de perforación
- Inspección mpi de bha
- Inspección integral de tubing de producción
- Inspección integral de varillas de producción

b. Servicios No Integrales

- Inspección de tubería de revestimiento (casing)
- Inspección de oleoductos
- Inspección de estructuras de equipos de servicios de pozos con partículas magnéticas para detectar cracks (fisuras)
- Inspección de partes de equipos con partículas magnéticas.

c. Taller de Maestranza

d. Otros

- Aplicación de harbanding a: drill pipe, drill collar, heavy weight.
- Aplicación de relleno con carburo de tungsteno a: estabilizadores y molinos.

2.3.1.2 Estructura Organizacional



2.3.1.3 Principales Clientes

- Savia Perú S.A.
- Sapet Development Peru Suc del Peru
- Graña y Montero Petrolera
- Peruana de perforación
- Victory Inca Petroleum
- BHDC del Perú S.A.C

2.3.1.4 Cadena de valor

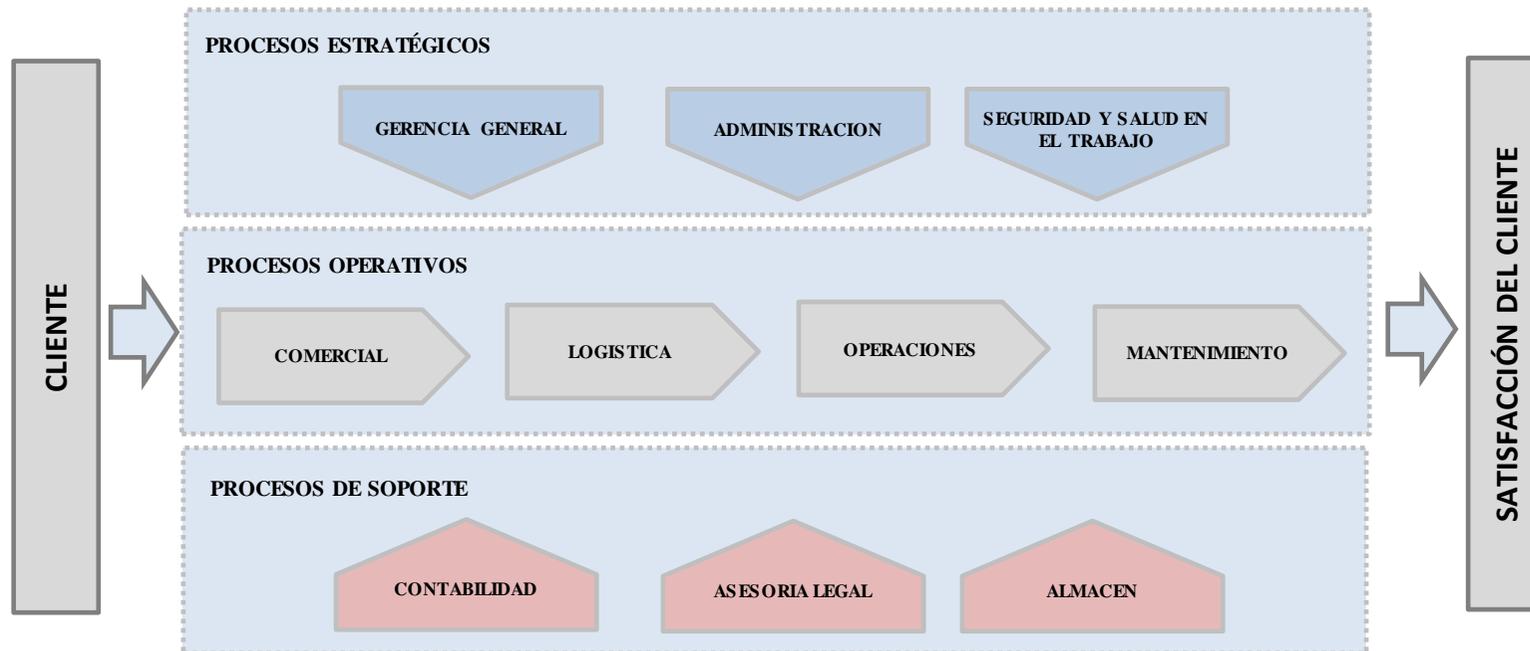
Fig. 2: Cadena de Valor – Logística Tubular Integral

| | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|--|---|--|---|---|
| ACTIVIDADES DE APOYO | INFRAESTRUCTURA | Empresa dedicada a servicios de soporte y mantenimiento de los procesos de extracción de petróleo y gas natural. Apoyo de Gerencia General en el proceso de Marketing y Ventas. Gestión de la Seguridad en procesos petroleros mediante una inspección integral. | | | | V A L O R A Ñ A D I D O |
| | GESTIÓN HUMANA | Capacitación y entrenamiento de los trabajadores en Seguridad y Salud en el Trabajo. Charlas de estándares de calidad en la inspección integral de tuberías. Gestión de planes de incentivo. Creación de puestos de trabajo. | | | | |
| | DESARROLLO TECNOLÓGICO | Implementación de trabajo en campo. Intervención de nuevos procedimientos en el proceso productivo. Mejora continua en procesos manuales. Etapas del proceso productivo semiautomatizadas. | | | | |
| | ADQUISICIONES | Homologación de proveedores, que cumplan estándares de calidad. Implementación de procedimientos medioambientales. Almacenamiento de MP y PT. Transporte propio de producto en proceso y despacho. | | | | |
| | | - Control adecuado de almacenes. - Distribución adecuada de MP para el ingreso al proceso productivo. - Recepción de Órdenes de Servicio. | - Proceso productivo que cumple con estándares de calidad basado en Norma API. - Estandarización de sus procesos. - Implementación de Controles de calidad. | - Sistema virtual (historial) de servicios concretados. - Almacenamiento de PT y distribución de lotes. - Gestión de la información. | - Exitosa estrategia de precios. - Garantía como valor agregado. | |
| | LOGISTICA DE ENTRADA | OPERACIONES | LOGISTICA DE SALIDA | MARKETING Y VENTAS | SERVICIO | |

Fuente: Elaboración propia

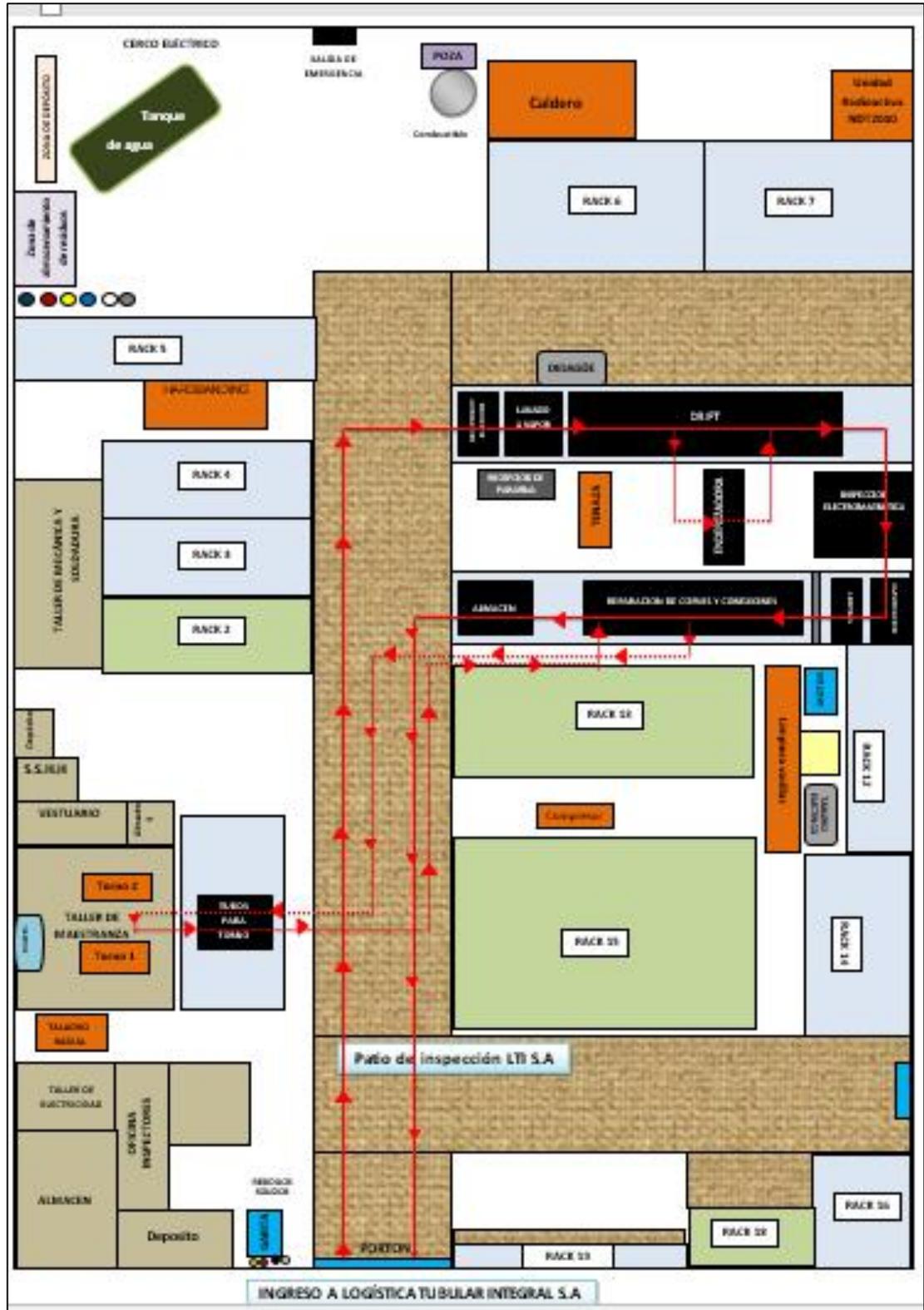
2.3.1.5 Diagrama de Macroprocesos de la empresa

Fig. 3: Diagrama de Macroprocesos – Logística Tubular Integral



Fuente: Elaboración propia

2.3.1.6 Diagrama de recorrido (layout) de la empresa

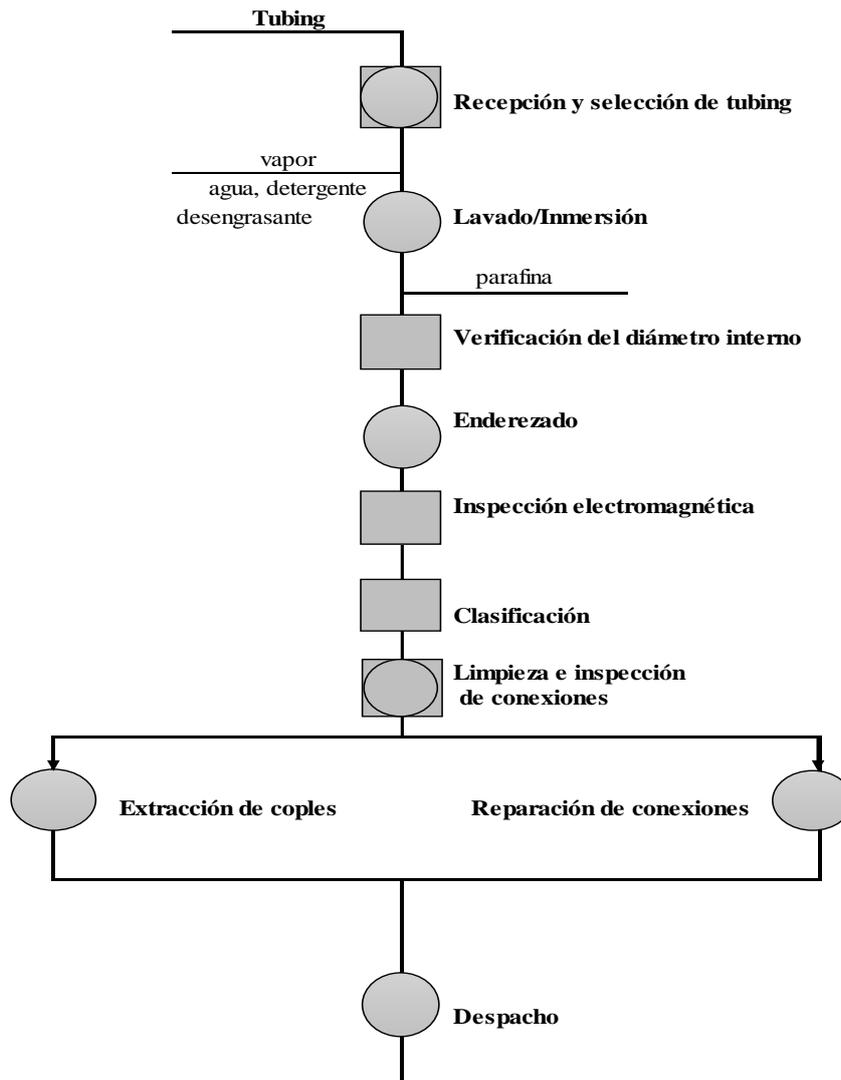


Fuente: Elaboración propia

2.3.1.7 Proceso productivo

A continuación, se presentan el Diagrama de operaciones y el Diagrama de análisis del proceso de la empresa Logística Tubular Integral SA.

Diagrama 2: Diagrama de Operaciones – Logística Tubular Integral SA



RESUMEN DOP:

| Evento | Símbolo | Número |
|------------|---------|--------|
| Operación | ○ | 5 |
| Inspección | □ | 3 |
| Combinada | ◻ | 2 |

Diagrama 3: Diagrama de análisis del proceso – Logística Tubular Integral SA

Diagrama de Análisis de Proceso

Actividad: **Inspección tubing 2 7/8"**

Método: **Actual**

| Descripción |  |  |  |  |  |
|---|---|--|---|---|---|
| Recepción y selección de tubing | • | • | • | • | • |
| Lavado/Inmersión | • | • | • | • | • |
| Verificación del diámetro interno | • | • | • | • | • |
| A la máquina de enderezado | • | • | • | • | • |
| Enderezado | • | • | • | • | • |
| A la Unidad NDT 3500 | • | • | • | • | • |
| Inspección electromagnética | • | • | • | • | • |
| Clasificación | • | • | • | • | • |
| Limpieza e inspección de conexiones | • | • | • | • | • |
| A la máquina de Extracción y colocación de Coples | • | • | • | • | • |
| Extracción de coples | • | • | • | • | • |
| Reparación de conexiones | • | • | • | • | • |
| Al Rack de Almacenamiento | • | • | • | • | • |
| Almacenamiento | • | • | • | • | • |
| Despacho | • | • | • | • | • |

RESUMEN DAP:

| Evento | Símbolo | Número |
|------------|---|--------|
| Operación |  | 5 |
| Inspección |  | 3 |
| Combinada |  | 1 |
| Transporte |  | 4 |
| Almacenaje |  | 1 |

Fuente: Elaboración propia

2.3.1.8 Descripción del proceso productivo

a. Recepción y Selección

Se recepciona la tubería y de manera visual se va segregando, con la finalidad de separar la tubería que entra a proceso de la que se descartará (se pintará de color rojo).

b. Lavado

i. Vapor

Se realizará con vapor procedente de caldero, con la finalidad de eliminar todo material existente dentro del cuerpo de la tubería. Principalmente eliminar parafina.

ii. Inmersión

Aplicable a tubería aceitosa, se sumergen sobre una mezcla de agua, detergente industrial y desengrasante líquido.

c. Verificación del diámetro con Drift

Se realizará con Drift, con la finalidad de encontrar posibles deformaciones existentes en el tubing.

d. Enderezado

Se realizará con la máquina de enderezado, con la finalidad de evitar deficiencia en este proceso y que sea regresado de los lotes petroleros.

e. Inspección electromagnética

Se realizar con la Unidad NDT 3500, con la finalidad de la búsqueda de posibles fallas longitudinales y transversales, así como también golpes, fisura y desgaste.

f. Clasificación del Tubing

Se clasificará la tubería usando el medidor de profundidad y el ultrasonido, con la finalidad de detectar daños mecánicos y el espesor de pared. Se pinta la tubería teniendo en cuenta los resultados arrojados por la inspección electromagnética según corresponda.

g. Limpieza e Inspección de Conexiones

Se realizará de forma manual con una escobilla de fierro y para complementar de manera visual, con la finalidad de observar si los Pines y los Coples han sufrido algún tipo de daño.

h. Extracción y Colocación de Coples

Se realizará con la máquina de extracción y colocación de coples, con la finalidad de determinar cualquier posible deformación en la tubería.

i. Reparación de Conexiones

Se realizará con el torno Lehmann o Axelson, según el diámetro a trabajar, con la finalidad de reparar el Tubing, haciendo un Pin nuevo.

j. Almacenamiento

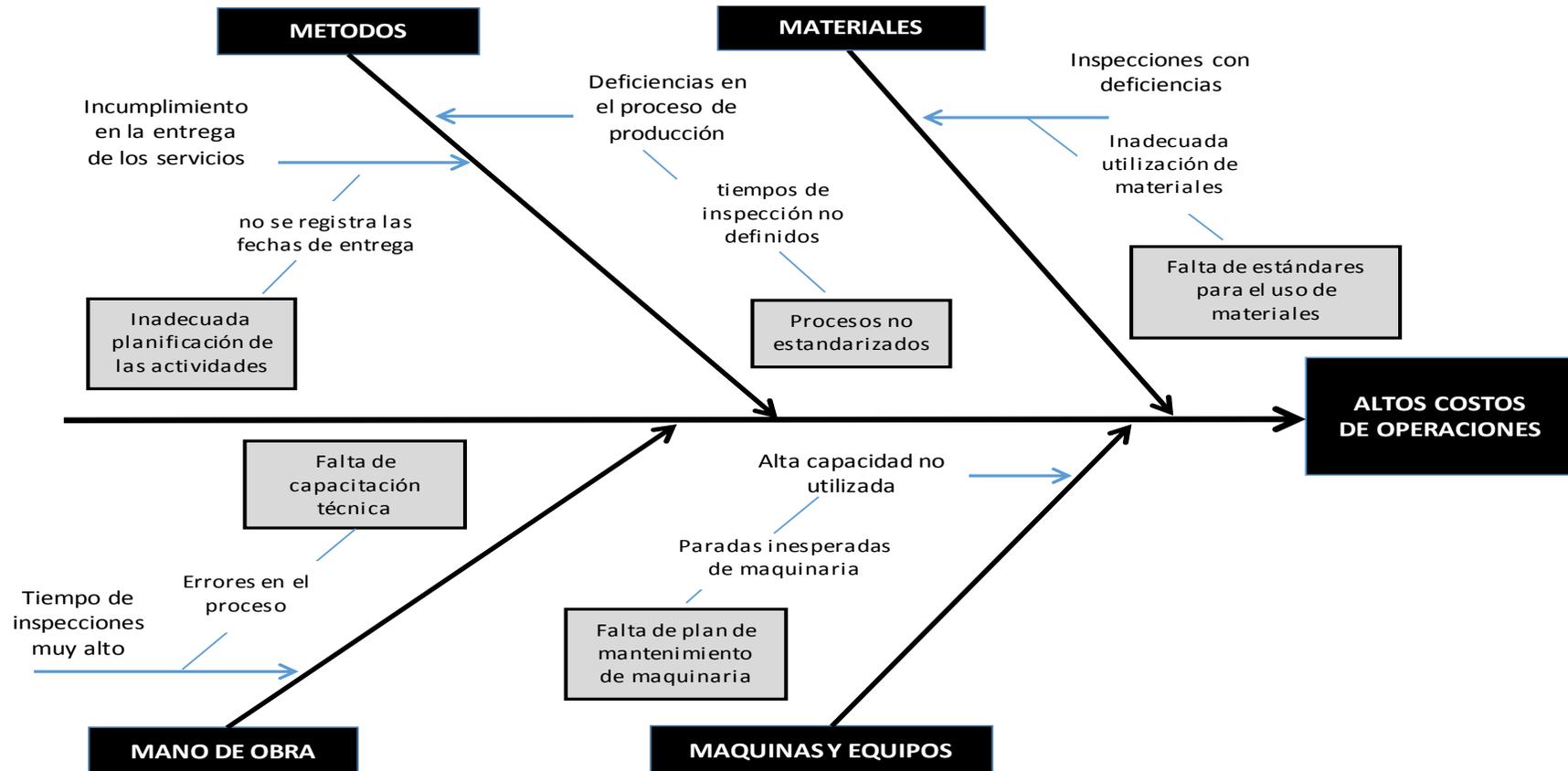
La tubería inspeccionada, será almacenada en los respectivos Racks de almacenaje, para su posterior despacho.

k. Despacho

Se realizará colocando la Tubería procesada en la carreta, para ser trasladada a los diferentes lotes petroleros

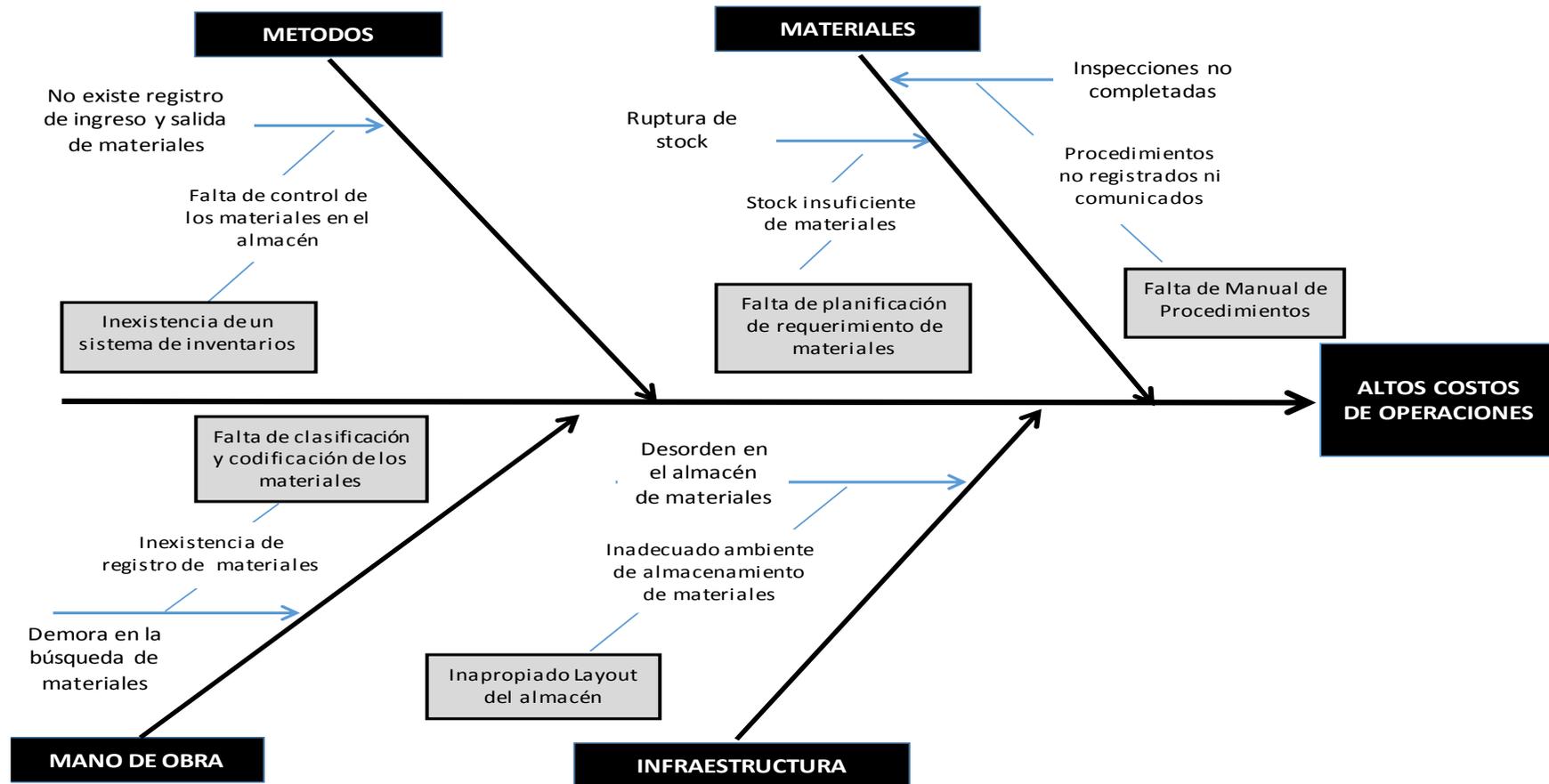
2.3.1.9 Identificación del problema e indicadores

Diagrama 4: Diagrama de Ishikawa – Área producción



Fuente: Elaboración propia

Diagrama 5: Diagrama de Ishikawa – Área logística



Fuente: Elaboración propia

2.3.1.10 Priorización de causas raíz

En las tablas siguientes se listan los resultados de la aplicación de las encuestas realizadas a trabajadores de ambas áreas. Luego, estas causas han sido ordenadas y clasificadas mediante la técnica de Pareto, de acuerdo al nivel de impacto en los costos de operaciones. Estas causas se medirán a través de indicadores para desarrollar las herramientas de mejora para la empresa.

Tabla 2: Resultados de las encuestas aplicadas

Logística Tubular Integral SA

| IMPACTO | Puntaje |
|-------------|---------|
| Alto | 4 |
| Moderado | 2 |
| Bajo | 1 |
| Sin impacto | 0 |

| ÁREA: PRODUCCIÓN | | IMPACTO | | | | Puntaje | N° encuestas |
|---------------------|---|---------|----------|------|-------------|---------|--------------|
| Causa Raíz | Descripción | Alto | Moderado | Bajo | Sin impacto | | |
| CR1 | Procesos no estandarizados | 0 | 2 | 8 | 0 | 12 | 10 |
| CR2 | Falta de estándares para el uso de materiales | 9 | 1 | 0 | 0 | 38 | 10 |
| CR3 | Inadecuada planificación de las actividades | 7 | 3 | 0 | 0 | 34 | 10 |
| CR4 | Falta de capacitación técnica del personal | 1 | 0 | 9 | 0 | 13 | 10 |
| CR5 | Falta de plan de mantenimiento de maquinaria | 8 | 2 | 0 | 0 | 36 | 10 |

| ÁREA: LOGÍSTICA | | IMPACTO | | | | Puntaje | N° encuestas |
|--------------------|---|---------|----------|------|-------------|---------|--------------|
| Causa Raíz | Descripción | Alto | Moderado | Bajo | Sin impacto | | |
| CR1 | Inexistencia de un sistema de inventarios | 0 | 1 | 9 | 0 | 11 | 10 |
| CR2 | Falta de planificación de requerimiento de materiales | 8 | 2 | 0 | 0 | 36 | 10 |
| CR3 | Falta de Manual de Procedimientos | 7 | 3 | 0 | 0 | 34 | 10 |
| CR4 | Falta de clasificación y codificación de los materiales | 6 | 3 | 1 | 0 | 31 | 10 |
| CR5 | Inapropiado Layout del almacén | 0 | 2 | 8 | 0 | 12 | 10 |

Fuente: Elaboración propia

Las encuestas elaboradas se aplicaron al personal de la empresa tanto en el área de producción como en el área de logística. Los resultados de las encuestas se muestran en las siguientes tablas. El formato de las encuestas aplicadas se encuentra en el anexo N° 1.

Asimismo, la validez de la encuesta se confirmó a través del indicador: **coeficiente de Cronbach**, el cual es una herramienta estadística que mide la confiabilidad de una prueba. Para nuestras encuestas, los indicadores arrojaron valores de **0.872**, para producción y **0.951** para logística, lo cual confirma la validez de ambas encuestas. Los detalles se encuentran en el anexo N° 2.

2.3.1.11 Matriz de Priorización

Las causas raíz anteriores han sido clasificadas mediante la técnica de Pareto, lo cual permite seleccionar las causas que serán mejoradas a través de las propuestas de mejora para ambas áreas que se desarrollarán en el siguiente capítulo.

Los resultados de la priorización muestran que, en el área de producción, existen tres causas raíz que representan el **81.2%** de los problemas encontrados, mientras que en el área de logística se seleccionaron 3 causas raíz que representan el **81.5%** de los problemas encontrados. Estas causas raíz serán mejoradas con las propuestas a desarrollar en el siguiente capítulo del presente trabajo de investigación.

Tabla 3: Matriz de Priorización - Producción

| Causa Raíz | Descripción | Puntaje | % | % Acum |
|------------|---|------------|-------------|--------|
| CR2 | Falta de estándares para el uso de materiales | 38 | 28.6% | 28.6% |
| CR5 | Falta de plan de mantenimiento de maquinaria | 36 | 27.1% | 55.6% |
| CR3 | Inadecuada planificación de las actividades | 34 | 25.6% | 81.2% |
| CR4 | Falta de capacitación técnica del personal | 13 | 9.8% | 91.0% |
| CR1 | Procesos no estandarizados | 12 | 9.0% | 100.0% |
| | | 133 | 100% | |

Fuente: Elaboración propia

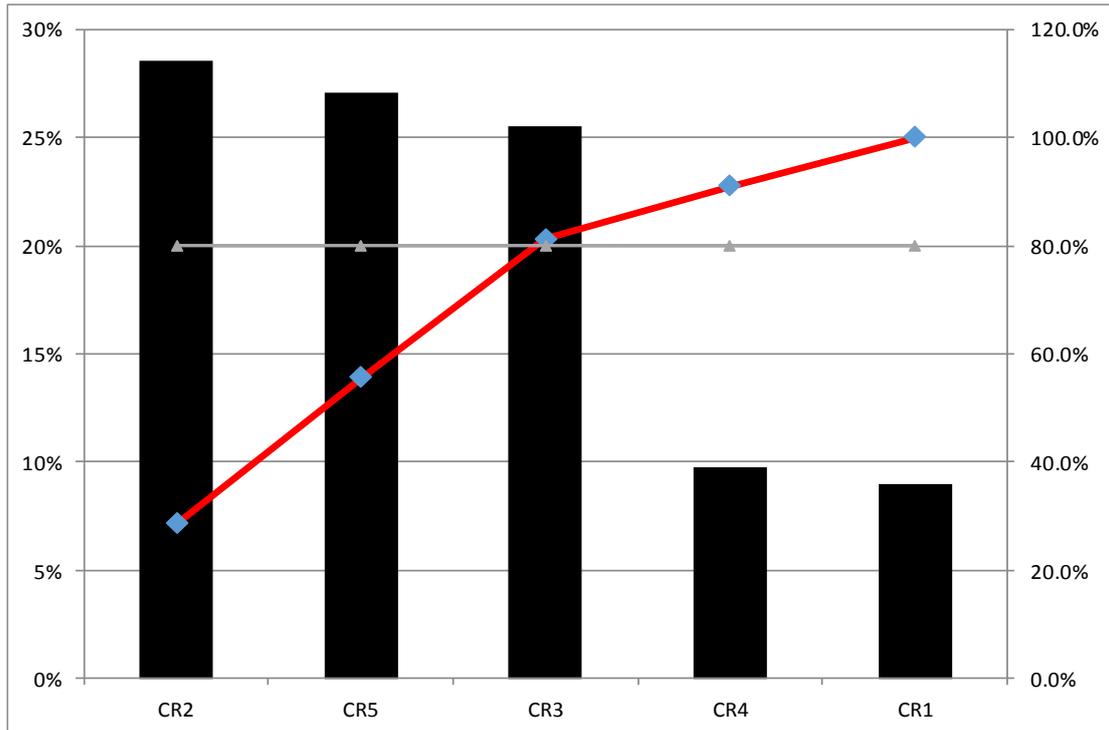
Tabla 4: Matriz de Priorización - Logística

| Causa Raíz | Descripción | Puntaje | % | % Acum |
|------------|---|------------|-------------|--------|
| CR2 | Falta de planificación de requerimiento de materiales | 36 | 29.0% | 29.0% |
| CR3 | Falta de Manual de Procedimientos | 34 | 27.4% | 56.5% |
| CR4 | Falta de clasificación y codificación de los materiales | 31 | 25.0% | 81.5% |
| CR5 | Inapropiado Layout del almacén | 12 | 9.7% | 91.1% |
| CR1 | Inexistencia de un sistema de inventarios | 11 | 8.9% | 100.0% |
| | | 124 | 100% | |

Fuente: Elaboración propia

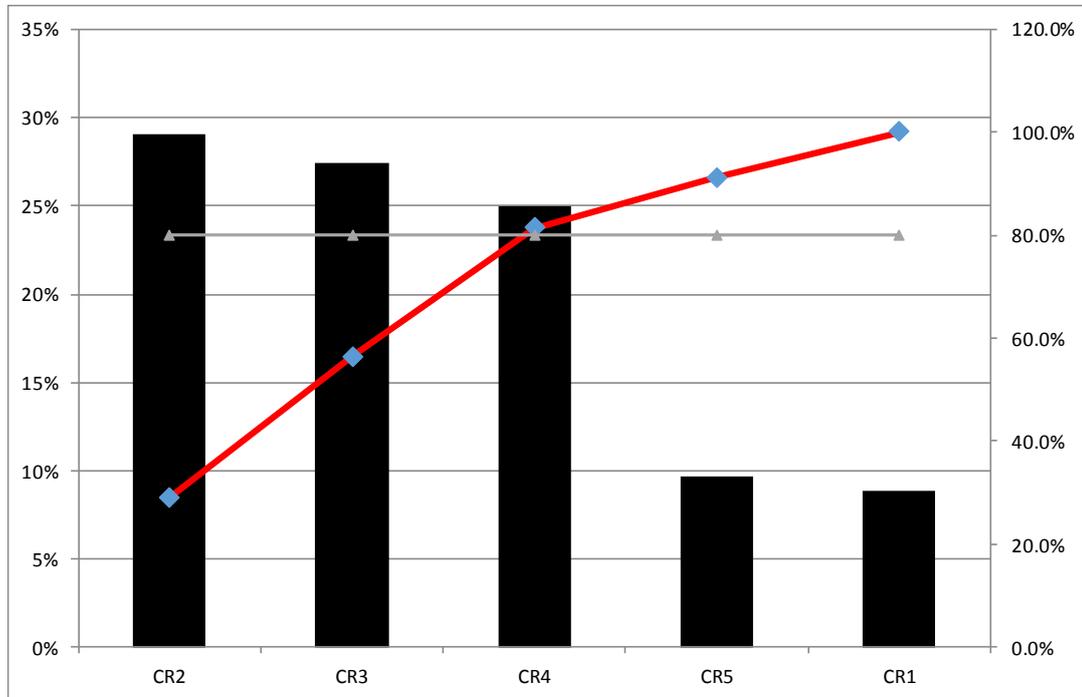
2.3.1.12 Diagrama de Pareto

Diagrama 6: *Diagrama de Pareto- Producción*



Fuente: Elaboración propia

Diagrama 7: Diagrama de Pareto- Logística



Fuente: Elaboración propia

Con el fin de establecer los indicadores que van a medir cada causa raíz de ambas áreas, se han elaborado las matrices de indicadores con sus valores actuales, valores meta y las herramientas de mejora propuestas.

2.3.1.13 Matriz de Indicadores

Matriz de Indicadores Producción

| CR | DESCRIPCIÓN | INDICADOR | FORMULA | VA | VM | Pérdidas actuales | Pérdidas mejoradas | Herramienta de Mejora |
|-----|---|---|--|--------|-------|-------------------|--------------------|---|
| CR2 | Falta de estándares para el uso de materiales | % de indicadores para uso de materiales | $\frac{\text{N}^\circ \text{ indicadores actuales} \times 100\%}{\text{N}^\circ \text{ indicadores necesarios}}$ | 0% | 100% | \$3,430.31 | \$1,715.16 | Indicadores de uso de materiales |
| CR5 | Falta de plan de mantenimiento de maquinaria | tiempo de parada de las máquinas | horas de parada por fallas de máquinas | 10 hrs | 5 hrs | \$3,620.00 | \$1,810.00 | Plan de mantenimiento |
| CR3 | Inadecuada planificación de las actividades | % incumplimiento de obras | $\frac{\text{inspecciones incumplidas} \times 100\%}{\text{inspecciones totales}}$ | 9.08% | 7.26% | \$5,638.15 | \$4,510.52 | Planificación de actividades MS Project |

Matriz de Indicadores Logística

| CR | DESCRIPCIÓN | INDICADOR | FORMULA | VA | VM | Pérdidas actuales | Pérdidas mejoradas | Herramienta de Mejora |
|-----|---|--------------------------------|--|------------|------------|-------------------|--------------------|--------------------------|
| CR2 | Falta de planificación de requerimiento de materiales | ruptura de stock de materiales | $\frac{\text{materiales faltantes} \times 100\%}{\text{materiales requeridos}}$ | \$4,998.90 | \$3,499.23 | \$4,998.90 | \$3,499.23 | MRP |
| CR3 | Falta de Manual de Procedimientos | % de inspecciones completas | $\frac{\text{inspecciones realizadas} \times 100\%}{\text{capacidad total de inspecciones}}$ | 51.5% | 61.8% | \$40,381.10 | \$33,650.92 | Manual de Procedimientos |
| CR4 | Falta de clasificación y codificación de los materiales | Retraso de obra | Costo Mano de Obra (tiempo extra) | \$3,981.82 | \$1,990.91 | \$3,981.82 | \$1,990.91 | Sistema ABC |

Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Solución propuesta

Propuestas para las causas raíz seleccionadas del área de producción

2.3.2.1 Falta de estándares para el uso de materiales

a. Explicación

Esta situación es producida debido a que la empresa no cuenta con un proceso adecuado para el ingreso de los materiales, ocasionando que el 8% aproximadamente de las inspecciones tengan deficiencias en sus estándares. Entre las principales deficiencias encontradas en los tubos luego de las inspecciones, se encuentran: tubos con torcedura, tubos tapados, rajados, cortados, aplastados por tenazas, con daños por corrosión interior y exterior, desgastados en la superficie interna por rozamiento de varillas, entre otros.

b. Pérdidas económicas por la causa raíz

En el año 2017 se realizaron un total de 10300 inspecciones, de las cuales el 46% correspondieron a tubing 2 7/8" (4738 inspecciones). Las inspecciones con defectos llegaron al 8% (379 inspecciones), representando una pérdida total de **US\$ 3430.31**, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5: Pérdidas por falta de estándares para el uso de materiales

| | |
|----------------------------|---------------------|
| Inspecciones realizadas | 10300 |
| Inspecciones tubing 2 7/8" | 4738 |
| Inspecciones con defectos | 379 |
| Pérdidas por tubo | US\$ 9.05 |
| Pérdidas totales | US\$ 3430.31 |

Fuente: Elaboración propia

c. Propuesta de mejora

La empresa requiere un conjunto de indicadores que midan adecuadamente el uso de los materiales necesarios para cada inspección. Es así que se han elaborado indicadores que permitan evaluar y dar seguimiento al proceso de inspecciones, a fin de reducir la cantidad de tubos defectuosos que producen pérdidas.

La siguiente tabla muestra los indicadores propuestos y su forma de cálculo, así como la cantidad estándar necesaria de cada uno para optimizar el uso de los recursos en las inspecciones de tubing 2 7/8". El objetivo de la creación de estos indicadores es poder medir, analizar y ajustar el uso de los materiales necesarios para realizar eficientemente el proceso de inspecciones. Asimismo, permite una revisión continua de sus índices de productividad para reducir sus costos de operaciones de la empresa, objetivo principal del presente trabajo de investigación.

Tabla 6: Indicadores de uso de materiales

| Indicador | Und. medida | Cálculo | Estándar deseado |
|-----------------------------|--------------------|---|-------------------------|
| Gr de grasa para roscas | grs/pulg | gramos x diámetro externo del tubo (pulgadas) | 8 gr/pulg |
| Volumen de Pintura | ml/tubing 2 7/8" | militros x N° tubos 2 7/8" | 3 ml/tubing 2 7/8" |
| Gr de Waípe | gr/tubing 2 7/8" | gramos x N° tubos 2 7/8" | 0.625 gr/tubing 2 7/8" |
| Volumen de Diésel | lt/tubing 2 7/8" | litros x N° tubos 2 7/8" | 1 lt / tubing 2 7/8" |
| Volumen de Thinner acrílico | ml/tubing 2 7/8" | militros x N° tubos 2 7/8" | 15 ml/tubing 2 7/8" |

Fuente: Elaboración propia

Descripción de los indicadores propuestos

a. Gr de grasa para roscas

Este indicador mide la cantidad de grasa utilizada para las roscas de los tubos. El uso de grasas con diferentes propiedades puede dar lugar a falta o exceso de torque, al engranamiento y/o pérdidas de fluido. Muchas de las roscas traen de fábrica grasa de almacenamiento. Esta grasa no puede utilizarse para enrosque y deberá eliminarse cuando se realice la limpieza.

a.1 Recomendaciones de uso

Es importante mantener la grasa libre de agua, arena, baritina y toda otra materia extraña. Asimismo, se recomienda no diluir la grasa de rosca. Para aplicar la grasa, usar cepillos de nylon y no de alambre.

b. Volumen de Pintura

Mide la cantidad de pintura utilizada para la clasificación de los tubos 2 7/8". El uso de la pintura de diferentes colores (rojo, verde, amarillo y azul) sirve para clasificar los tubos 2 7/8" según su condición.

b.1 Recomendaciones de uso

Es necesario diluir la pintura con disolvente thinner según el estado de la superficie del tubo 2 7/8".

c. Gr de Waipe

Mide la cantidad de waipe utilizado para la limpieza de cada tubing 2 7/8". El uso de waipe sirve para la limpieza de todos los tubing 2 7/8" sin ocasionar raspaduras o ralladuras que dañen los tubos.

c.1 Recomendaciones de uso

Dado que el waipe es un producto desechable, se recomienda no reusar este producto en otros tubos.

d. Volumen de Diésel

Mide la cantidad de diésel utilizado como combustible para el caldero, para generar vapor para la limpieza del tubing.

d.1 Recomendaciones de uso

Es necesario que el combustible se mantenga según sus especificaciones técnicas. Una vez recibido el combustible debe dejarse reposar por un período no menor a cinco días de forma tal que las impurezas que vengan en el mismo puedan asentarse.

e. Volumen de Thinner acrílico

Mide la cantidad de thinner acrílico utilizado para diluir la pintura. Insumo utilizado para la dilución de la pintura, que posteriormente se usa para clasificar los tubos.

e.1 Recomendaciones de uso

Los envases que están en uso no deben quedar con cámara de aire por mucho tiempo para evitar cambios en sus propiedades.

Condiciones climáticas adecuadas: humedad entre 15 y 70% y temperatura entre 5° y 30°C, siendo esta última muy importante.

Trabajar en lugares ventilados y limpios. Utilizar máscara protectora.

2.3.2.2 Falta de plan de mantenimiento de maquinaria

a. Explicación

Las fallas en los equipos se deben a que no se cuenta con un mantenimiento adecuado, en especial de los equipos críticos para su uso correcto. Como consecuencia de ello, se generan paradas en su funcionamiento por un tiempo aproximado de 10 horas, por parada.

b. Pérdidas económicas por la causa raíz

La parada de los equipos impide la inspección de 20 tubings de 2 7/8". Este retraso genera una pérdida de **US\$ 3620.00** debido al tiempo que toma en realizar el mantenimiento correctivo de los equipos que presentan fallas. Esta pérdida se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 7: Pérdidas económicas por falta de mantenimiento

| | |
|---|---------------------|
| Tubos 2 7/8" sin inspeccionar por parada de | 20 |
| Pérdidas por tubo 2 7/8" por mantenimiento correctivo | US\$ 181.00 |
| Pérdidas totales | US\$ 3620.00 |

Fuente: Elaboración propia

c. Propuesta de mejora

Programa de mantenimiento preventivo

Para desarrollar un adecuado programa de mantenimiento preventivo, en primer lugar, se hará un listado de los equipos utilizados para las actividades de inspección de tubos 2 7/8", lo cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 8: Inventario de equipos

| Equipo / Maquinaria | Característica | Marca/modelo | Tiempo de uso (años) | Uso principal |
|---|----------------------------|---------------------|-----------------------------|--|
| Medidor interior y exterior de diámetro | 1 a 3" | Vernier | 5 años | Verificar diámetro del tubo con las medidas y tolerancias dadas por API |
| Equipo de inspección electromagnética | Gamma gráfica con software | NDT 3500 | 30 años | Inspección longitudinal del interior y exterior del tubo |
| Torno | Modelo Hydratrol | Lehmann / Axelson | 30 años | Reparar la conexión a los tubos que han sido marcados en proceso de inspección |
| Montacargas | Modelo 1.8 Lateral | Hangcha | 10 años | Transportar los tubos para almacenamiento |
| Caldero | Serpentines internos | Convencional | 20 años | Producción de vapor |
| Máquina enderezadora de tubos | Sistema hidráulico | Hience | 30 años | Enderezar tubos torcidos |
| Máquina sacacoples | Presión con sujetadores | Convencional | 15 años | Sacar cople de tuberías |
| Amoladora angular | 220 V | Bosch | 3 años | Realizar limpieza en tuberías PIN / BOX |
| Amoladora recta | 110 V | Bosch | 3 años | Realizar limpieza en tuberías PIN / BOX |
| Tráiler | A gasolina | Faw - M:J5M | 10 años | Transporte de tuberías a planta |
| Drift | 2 7/8 " | Convencional | 6 meses | Verificar condición interna del tubo |
| Peine de verificación de hilos | 2 7/8" | Starret N°8 | 20 años | Verificar condición de hilos PIN / BOX. |
| Cálape | 5 a 13" | Convencional | 20 años | Medir diámetros externos de tubería a escala de 5 a 13" |

Elaboración propia

Asimismo, es necesario determinar la frecuencia de fallas que presentan dichos equipos a fin de establecer el programa de mantenimiento preventivo de aquellos que presentan una mayor frecuencia. La siguiente tabla presenta la frecuencia de fallas al mes de los equipos mencionados.

Tabla 9: Frecuencia de fallas de equipos

| Equipo | Tiempo parada por fallas (hrs/mes) |
|---|---|
| Medidor interior y exterior de diámetro | 0.5 |
| Equipo de inspección electromagnética | 2.0 |
| Torno | 5.0 |
| Montacargas | 2.0 |
| Caldero | 5.0 |
| Máquina enderezadora de tubos | 4.0 |
| Máquina sacacoples | 10.0 |
| Amoladora angular | 0.5 |
| Amoladora recta | 0.5 |
| Tráiler | 1.0 |
| Drift | 1.0 |
| Peine de verificación de hilos | 0.5 |
| Cálape | 0.5 |

Elaboración propia

Luego de determinarse la frecuencia de fallas de los equipos, se seleccionará a aquellos que presenten una frecuencia mayor o igual a 2 hrs/mes. La siguiente tabla muestra los equipos seleccionados y las acciones de mantenimiento para cada uno de ellos.

Tabla 10: Actividades de mantenimiento preventivo de equipos

| Equipos | Tiempo de parada por fallas (hrs/mes) | Acciones de mantenimiento |
|---|--|--|
| Máquina sacacoples | 10 | Limpieza general. Mtto de nivel de hidrolina. Cambio de sellos. Lubricación de partes internas. |
| Caldero | 5 | Limpieza general. Cambio de serpentín. Purga de serpentín. Mtto de bomba y líneas de agua. Mtto sistema eléctrico. |
| Torno | 5 | Limpieza y lubricación de partes Cambio y calibración de cuchillas. Lubricación de rolas. |
| Máquina enderezadora de tubos | 4 | Limpieza general. Lubricación de partes internas. Mtto de sistema hidráulico. |
| Equipo de inspección electromagnética gamma gráfica | 2 | Configuración de software. Cambio de repuestos. Mtto eléctrico mecánico. |
| Montacargas | 2 | Mtto vehicular (mecánico eléctrico) Limpieza general. |

Elaboración propia

A continuación se muestra la programación de mantenimiento para los primeros 3 meses, considerando una frecuencia semanal para aquellos equipos con paradas mayores a 6 hrs/mes, una frecuencia quincenal para aquellos con paradas entre 3-5 hrs/mes y una frecuencia mensual para aquellos con menor frecuencia de fallas. Luego de ese período, se evaluarán los resultados y la nueva frecuencia de paradas, con lo cual se hará una programación anual considerando la frecuencia propuesta de mantenimiento de los equipos.

Tabla 11: Programación de mantenimiento de equipos – Logística Tubular Integral SA.

| Equipos | Tiempo de parada por fallas (hrs/mes) | PROGRAMA DE MANTENIMIENTO | | | | | | | | | | | | Acciones de mantenimiento |
|---|---------------------------------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--|
| | | Sem | Sem | Sem | Sem | Sem | Sem | Sem | Sem | Sem | Sem | Sem | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Máquina sacacoples | 10 hrs. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | Limpieza general. Mtto de nivel de hidrolina. Cambio de sellos. Lubricación de partes internas. |
| Caldero | 5 hrs. | | X | | X | | X | | X | | X | | X | Limpieza general. Cambio de serpentín. Purga de serpentín. Mtto de bomba y líneas de agua. Mtto sistema eléctrico. |
| Torno | 5 hrs. | | X | | X | | X | | X | | X | | X | Limpieza y lubricar partes del torno. Cambio y calibración de cuchillas. Lubricación de rolas. |
| Máquina enderezadora de tubos | 4 hrs. | X | | X | | X | | X | | X | | X | | Limpieza general. Lubricación de partes internas. Mtto de sistema hidráulico. |
| Equipo de inspección electromagnética gamma gráfica | 2 hrs. | X | | | | X | | | | X | | | | Configuración de software. Cambio de repuestos. Mtto eléctrico mecánico. |
| Montacargas | 2 hrs. | | X | | | | X | | | | X | | | Mtto vehicular (mecánico eléctrico) Limpieza general. |

Elaboración propia

2.3.2.3 Inadecuada planificación de las actividades

a. Explicación

La falta de una planificación adecuada de las actividades de inspección ocasiona incumplimiento en la entrega de los servicios y un seguimiento inadecuado de los avances de las obras en ejecución. Esta situación origina que no se registre las fechas de entrega de los servicios, con lo cual no se tiene programado las fechas de las diferentes etapas que conforman las obras. De igual modo, no se utilizan técnicas adecuadas para planificar los servicios.

b. Pérdidas económicas por la causa raíz

Se produjeron 623 inspecciones no atendidas de las 6863 inspecciones totales en el 2017, lo cual generó una pérdida de **US\$ 5638.15** por ingresos no recibidos debido a inspecciones no realizadas. Esta pérdida se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 12: Pérdidas económicas por inspecciones no realizadas

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Inspecciones no atendidas | 623 |
| Ingreso por inspección | US\$ 9.05 |
| Pérdidas totales | US\$ 5638.15 |

Fuente: Elaboración propia

c. Propuesta de mejora

Para este año se ha firmado un contrato con la empresa BHDC de Perú SAC, la cual brinda servicios de ingeniería de petróleo, en trabajos de reacondicionamiento de pozos y fracturamiento hidráulico para empresas petroleras. Logística Tubular Integral estará encargada de inspeccionar 4300 tubos de 2 7/8 “. Para ello, se empleará la herramienta MS Project para la programación de las obras y control de los avances. El proceso consiste en elaborar un cronograma con las diferentes tareas a realizar y con los recursos asignados a las mismas. De esta manera, se puede evitar riesgos críticos como el no permitir que un trabajador se encuentre realizando simultáneamente dos tareas o que una tarea comience antes de que una tarea previa e indispensable para que esta segunda se haya acabado.

EL MS Project permitirá organizar y seguir las tareas de forma eficaz, para evitar así los retrasos e incumplimiento de entregas de los servicios, así como no salirse del presupuesto previsto.

Para la programación, se selecciona el proceso de inspección de tubos 2 7/8”, para lo cual, en primer lugar, se necesita conocer las tareas que conforman el proceso y los tiempos de cada una de ellas, lo cual se muestra en la siguiente tabla.

Información para programación de Inspecciones con MS Project Logística Tubular Integral SA

Proyecto: Inspección 4300 tubos 2 7/8"

Tabla 13: *Tiempos de proceso para el proyecto*

| N° | Nombre de la tarea | Duración (hrs) |
|----|-------------------------------------|-------------------|
| 1 | Recepción y selección de tubing | 72 |
| 2 | Lavado/Inmersión | 215 |
| 3 | Verificación del diámetro interno | 72 |
| 4 | Enderezado | 573 |
| 5 | Inspección electromagnética | 36 |
| 6 | Clasificación | 36 |
| 7 | Limpieza e inspección de conexiones | 86 |
| 8 | Extracción de coples | 502 |
| 9 | Reparación de conexiones | 1219 |
| 10 | Almacenamiento | 143 |
| 11 | Despacho | 108 |

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, para la asignación de recursos se requiere conocer los materiales requeridos y personal necesario, así como su costo hora normal y hora extra. Estos datos se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 14: Materiales requeridos para el proyecto

| Material | Unidad de medida | Estándar | Cantidad requerida | | | Costo S/kg-lt |
|------------------|------------------|----------|--------------------|-------------|-------------|------------------|
| Grasa | grs/pulg | 8 | 34400 | 34.4 | kgs. | S/ 40/galón |
| Pinturas | ml/tubing 2 7/8" | 3 | 12900 | 12.9 | Its. | S/ 15/ lt. |
| Waipe | gr/tubing 2 7/8" | 0.625 | 2687.5 | 2.69 | kgs. | S/ 2.50 /250 gr. |
| Diessel | lt/tubing 2 7/8" | 1 | 4300 | 4300 | Its. | S/ 11 /gl. |
| Thinner acrílico | ml/tubing 2 7/8" | 15 | 64500 | 64.5 | Its. | S/ 13 / lt. |

Fuente: Elaboración propia

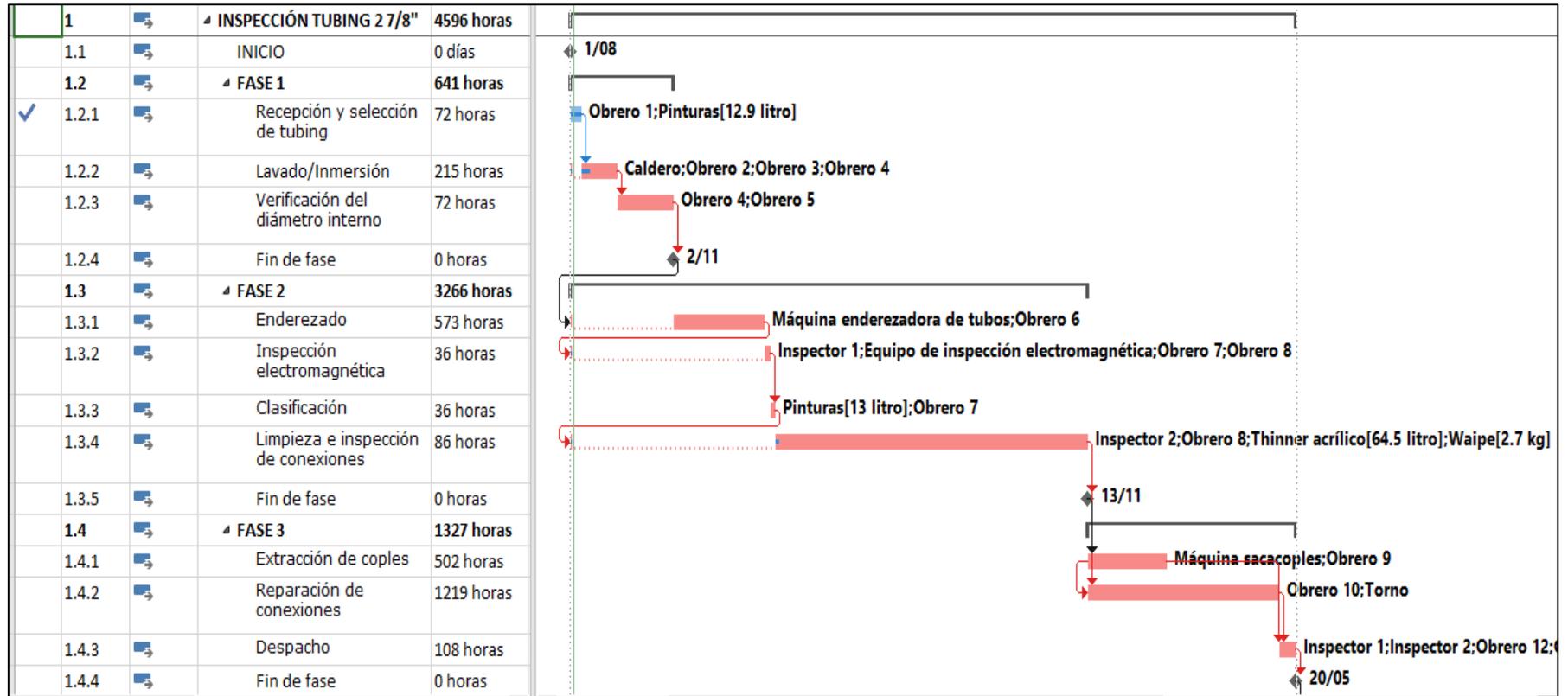
Tabla 15: Personal necesario para el proyecto

| Personal | Nº de trabajadores | Costo hora normal (S/) | Costo hora extra (S/) |
|---------------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|
| Almacén | 1 | S/6.25 | S/7.81 |
| Mantenimiento | 5 | S/6.25 | S/7.81 |
| Operaciones - Inspectores | 3 | S/6.77 | S/8.46 |
| Operaciones - Obreros | 12 | S/5.10 | S/6.38 |

Fuente: Elaboración propia

Con esta información se procede a elaborar la programación de tareas con el uso del MS Project, que corresponde al proyecto, consignando la duración de cada etapa, los materiales necesarios, el personal requerido, así como los costos de cada etapa y el costo total del proyecto, tal como se muestra en la siguiente figura.

Fig. 4: Programación de Tareas con MS Project



Fuente: Elaboración propia

A través de la programación de las etapas del proyecto, nos permite visualizar la carga de trabajo del personal asignado, las fechas de inicio y fin de sus actividades, así como el trabajo en horas restante.

Fig. 5: Estado de los recursos utilizados

| ESTADO DE LOS RECURSOS | | | |
|--|--------------|--------------|------------------|
| Resta trabajo para todos los recursos de trabajo | | | |
| Nombre | Comienzo | Fin | Trabajo restante |
| Obrero 1 | mié 1/08/18 | vie 10/08/18 | 0 horas |
| Obrero 2 | mié 1/08/18 | mié 12/09/18 | 161.25 horas |
| Obrero 3 | mié 1/08/18 | mié 12/09/18 | 161.25 horas |
| Obrero 4 | mié 1/08/18 | vie 2/11/18 | 233.25 horas |
| Obrero 5 | mié 12/09/18 | vie 2/11/18 | 72 horas |
| Obrero 6 | mié 1/08/18 | mié 23/01/19 | 572 horas |
| Obrero 7 | mié 1/08/18 | sáb 2/02/19 | 71 horas |
| Obrero 8 | mié 1/08/18 | jue 14/02/19 | 120 horas |
| Obrero 9 | mié 13/11/19 | jue 23/01/20 | 502 horas |
| Obrero 10 | mié 13/11/19 | mar 5/05/20 | 1,219 horas |
| Obrero 11 | mar 5/05/20 | mié 20/05/20 | 108 horas |
| Obrero 12 | mar 5/05/20 | mié 20/05/20 | 108 horas |
| Inspector 1 | mié 1/08/18 | mié 20/05/20 | 143 horas |
| Inspector 2 | mié 1/08/18 | mié 20/05/20 | 193 horas |
| Máquina sacacoples | mié 13/11/19 | jue 23/01/20 | 502 horas |
| Caldero | mié 1/08/18 | mié 12/09/18 | 161.25 horas |
| Torno | mié 13/11/19 | mar 5/05/20 | 1,219 horas |
| Máquina enderezadora de tubos | mié 1/08/18 | mié 23/01/19 | 572 horas |
| Equipo de inspección electromagnética | mié 1/08/18 | mar 29/01/19 | 35 horas |
| Montacargas | NOD | NOD | 0 horas |

Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo, el programa reporta una serie de informes relacionados a los plazos de las tareas, los costos incurridos en este proyecto y el control de los avances del proyecto. Todos estos reportes se presentarán en los capítulos 3 (Resultados) y capítulo 4 (Discusión de resultados) del presente informe.

Solución propuesta para las causas raíz del área logística

2.3.2.4 Falta de planificación de requerimiento de materiales

a. Explicación

La deficiente planificación de los materiales origina un stock insuficiente de materiales necesarios para cumplir con las inspecciones programadas, debido principalmente a un inadecuado uso de los materiales y a la falta de control de las entradas y salidas de los materiales en el almacén de la empresa, generando la ruptura de stock de los mismos.

b. Pérdidas económicas por la causa raíz

En el año 2017 se produjo una ruptura de stock de materiales, lo cual trajo como consecuencia compras no planificadas, significando para la empresa **US\$ 4998.90** por sobre costo de materiales, según se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 16: Pérdidas por falta de planificación de requerimiento de materiales

| | |
|-------------------|---------------------|
| Ítems comprados | 271 |
| Costo promedio | US\$ 18.45 |
| Sobrecosto | US\$ 4998.90 |

Fuente: Elaboración propia

c. Propuesta de mejora

Para mejorar la deficiente planificación de los materiales y disponer de un adecuado uso de los mismos para cumplir con las inspecciones programadas, se implementará el Plan de Requerimiento de Materiales (MRP). Para ello, es necesario conocer los materiales necesarios para cada etapa del proyecto a realizar, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 17: Materiales para cada etapa del proyecto

| Nº | Nombre de la tarea ETAPA | USO DE MATERIALES PARA EL PROYECTO | | | | |
|----|-------------------------------------|------------------------------------|----------|-------|---------|------------------|
| | | Grasa | Pinturas | Waibe | Diessel | Thinner acrílico |
| 1 | Recepción y selección de tubing | | | | | |
| 2 | Lavado/Inmersión | | | x | x | |
| 3 | Verificación del diámetro interno | | | | | |
| 4 | Enderezado | x | | | x | |
| 5 | Inspección electromagnética | | | | | |
| 6 | Clasificación | | x | | | x |
| 7 | Limpieza e inspección de conexiones | | | x | | |
| 8 | Extracción de coples | x | | x | | |
| 9 | Reparación de conexiones | x | | x | | |
| 10 | Despacho | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

El inventario de materiales es otro aspecto importante que se requiere para la elaboración del MRP. En la tabla siguiente se muestra el inventario de los materiales en el almacén y el tiempo de entrega (lead time) de cada material por parte de los proveedores.

Tabla 18: *Inventario de materiales y lead time*
(a fines de julio 2018)

| Materiales | Und | Cantidad | Lead Time (días) | TOTAL VALORIZADO |
|-------------------|------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Grasa | kgs | 26 | 2 | S/.297.14 |
| Pinturas | lts. | 11 | 1 | S/.165.00 |
| Waipe | kgs. | 15 | 1 | S/.150.00 |
| Diessel | lts. | 100 | 2 | S/.290.24 |
| Thinner acrílico | lts. | 10 | 1 | S/.130.00 |
| | | | | S/.1,032.38 |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la lista de materiales (BOM-Bill Of Materials) y la cantidad requerida de cada uno de ellos para la ejecución del proyecto con la empresa BHDC del Perú, que consiste en la inspección de 4300 tubos de 2 7/8”.

Tabla 19: BOM del proyecto

Proyecto BHDC de Perú SAC

| Material | Unidad de medida | Estándar | Cantidad requerida | | |
|------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Grasa | grs/pulg | 8 | 34400 | 34.4 | kgs. |
| Pintura | ml/tubing 2 7/8" | 3 | 12900 | 12.9 | lts. |
| Waipe | gr/tubing 2 7/8" | 0.625 | 2687.5 | 2.69 | kgs. |
| Diessel | lt/tubing 2 7/8" | 1 | 4300 | 4300 | lts. |
| Thinner Acrílico | ml/tubing 2 7/8" | 15 | 64500 | 64.5 | lts. |

Fuente: Elaboración propia

Se considerará un inventario final del 10% del requerimiento de cada material, de manera que se disponga de un stock de seguridad para cubrir cualquier contingencia en el uso de los recursos

Dado que el proyecto inicia en el mes de agosto, se programará el lanzamiento de órdenes de materiales desde la última semana del mes de julio, la cual se ha denominado semana 0. El objetivo es disponer de todos los materiales antes de iniciar el proyecto.

En las siguientes tablas se muestran los lanzamientos de órdenes de todos los materiales necesarios para ejecutar el proyecto en estudio.

Material **Grasa**
Stock Inicial : **26.0** kgs
Lote requerido: **34.4** kgs
Lead-time entrega (días): **2**

| Lanzamientos de órdenes | Semana 0 (25 al 31 de julio) | | | | | |
|-------------------------|------------------------------|---|---|------|---|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Período (días) | | | | | | |
| Necesidades brutas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34.4 |
| Stock Inicial | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26.0 |
| Stock Final | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Necesidades Netas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.8 |
| Pedidos Planeados | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.8 |
| Lanzamiento de ordenes | 0 | 0 | 0 | 11.8 | 0 | 0 |

Material **Pintura**
Stock Inicial : **11.0** lts
Lote requerido: **12.9** lts
Lead-time entrega (días): **1**

| Lanzamientos de órdenes | Semana 0 (25 al 31 de julio) | | | | | |
|-------------------------|------------------------------|---|---|---|-----|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Período (días) | | | | | | |
| Necesidades brutas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.9 |
| Stock Inicial | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11.0 |
| Stock Final | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Necesidades Netas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.2 |
| Pedidos Planeados | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.2 |
| Lanzamiento de ordenes | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.2 | 0 |

Material **Waipe**
Stock Inicial : **15.0** kgs
Lote requerido: **2.7** kgs
Lead-time entrega (días): **1**

| Lanzamientos de órdenes | Semana 0 (25 al 31 de julio) | | | | | |
|-------------------------|------------------------------|---|---|---|-----|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Período (días) | | | | | | |
| Necesidades brutas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.7 |
| Stock Inicial | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15.0 |
| Stock Final | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.3125 |
| Necesidades Netas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| Pedidos Planeados | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| Lanzamiento de ordenes | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |

| | | |
|----------------------------------|----------------|-------------|
| Material | Diessel | |
| Stock Inicial : | 25 | glns |
| Lote requerido: | 1075 | glns |
| Lead-time entrega (días): | 4 | |

| Lanzamientos de órdenes | Semana 0 (25 al 31 de julio) | | | | | |
|-------------------------|------------------------------|---------------|----------|----------|------------|----------|
| Período (días) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Necesidades brutas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1075.0 |
| Stock Inicial | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25.0 |
| Stock Final | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Necesidades Netas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1157.5 |
| Pedidos Planeados | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1157.5 |
| Lanzamiento de ordenes | 0 | 1157.5 | 0 | 0 | 0.0 | 0 |

| | |
|----------------------------------|-------------------------|
| Material | Thinner Acrílico |
| Stock Inicial : | 10.0 |
| Lote requerido: | 64.5 |
| Lead-time entrega (días): | 1 |

| Lanzamientos de órdenes | Semana 0 (25 al 31 de julio) | | | | | |
|-------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|-------------|----------|
| Período (días) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Necesidades brutas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 64.5 |
| Stock Inicial | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.0 |
| Stock Final | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Necesidades Netas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 61.0 |
| Pedidos Planeados | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 61.0 |
| Lanzamiento de ordenes | 0 | 0 | 0 | 0 | 61.0 | 0 |

El resultado del MRP aplicado al proyecto son las órdenes de aprovisionamiento que se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 20: Órdenes de Aprovisionamiento de los materiales requeridos

| Material | SEMANA 0 | | | | | |
|------------------------|----------|--------|---|------|------|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Grasa (kgs) | | | | 11.8 | | |
| Pintura (lts) | | | | | 3.2 | |
| Waipe (kgs) | | | | | | |
| Diessel (glns) | | 1157.5 | | | | |
| Thinner acrílico (lts) | | | | | 61.0 | |

Fuente: Elaboración propia

2.3.2.5 Falta de un manual de Procedimientos

a. Explicación

La Empresa no cuenta con un manual que describa con claridad los procedimientos a seguir en cada actividad del proceso de inspecciones. Esto trae demoras en el desarrollo de las actividades, originando confusiones en los operarios en el momento de llevar a cabo sus funciones, lo cual se traduce en un mayor tiempo utilizado en realizar sus tareas.

La falta del manual no permite definir los procedimientos a seguir sobre la forma de realizar correctamente las labores de cada etapa del proceso de inspecciones.

b. Pérdidas económicas por la causa raíz

Debido a la inexistencia de un manual de procedimientos, la empresa en el año 2017 solamente realizó 10300 inspecciones de una capacidad total de 20000 inspecciones anuales, es decir 51.5% de su capacidad total. De esta cantidad, el 46% pertenece a inspecciones de tubing de 2 7/8". La capacidad de inspecciones no utilizada representa para la empresa ingresos perdidos por **US\$ 87,7850** anuales, de los cuales **US\$ 40,381** corresponden al tubing de 2 7/8", de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 21: Pérdidas por inspecciones no realizadas

| | | |
|--|-----------------|----------------------|
| Capacidad total | 20000 | Inspecciones anuales |
| Capacidad utilizada | 10300 | Inspecciones anuales |
| Inspecciones no realizadas | 9700 | Inspecciones anuales |
| Ingreso por inspección | \$ 9.05 | US\$/tubo |
| Ingresos perdidos | \$ 87785 | US\$/año |
| Ingresos perdidos tubing 2 7/8" | \$ 40381 | US\$/año |

Fuente: Elaboración propia.

c. Propuesta de mejora

Para superar esta deficiencia, se ha diseñado un Manual de Procedimientos del proceso de inspecciones de tubos 2 7/8" dirigido al personal que se encuentre vinculado al proceso. El Manual tiene como objetivo principal estandarizar las actividades de inspección de tubos 2 7/8", de manera que facilite su ejecución.

También se busca que exista un documento completo y actualizado de consulta, que establezca un método estándar para ejecutar el trabajo en cada etapa del proceso.

El Manual de Procedimientos también tiene como fin apoyar las tareas cotidianas de las diferentes etapas del proceso de inspección. Allí se detalla tanto las acciones como operaciones que deben seguirse para llevar a cabo correctamente las labores de cada etapa.

De esta manera, permite a los empleados conocer los procedimientos necesarios para completar sus tareas, teniendo como fin establecer una adecuada comunicación que les permita realizar sus actividades en forma ordenada y sistemática, convirtiéndose en una guía orientadora

para conseguir un resultado eficaz y al mismo tiempo eficiente en el manejo de los recursos.

El Manual detallado se encuentra en el Anexo N° 3.

2.3.2.6 Falta de clasificación y codificación de los materiales

a. Explicación

El almacén de la empresa se encuentra desordenado y los materiales no tienen codificación, por lo cual es difícil llevar un control del mismo. Este problema a su vez, origina pérdida de tiempo al momento de buscar los materiales para la inspección de los tubos.

b. Pérdidas económicas por la causa raíz

El desorden en el almacén de la empresa, origina retraso de los trabajos debido a la búsqueda de los materiales. Las pérdidas económicas por esta causa representan US\$ **\$2,654.55** anuales, según se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 22: Pérdidas económicas por ausencia de clasificación y codificación de los materiales e insumos

| | | |
|-------------------------------------|---------------------|--------------|
| Tiempo extra búsqueda de materiales | 1.5 | hrs/día-trab |
| Días ejecutados/año: | 292 | días/año |
| N° trabajadores | 2 | en almacén |
| Costo hora/trab | 10.00 | S/hora |
| Costo perdido | S/8760.00 | S/año |
| Pérdida: | US\$/2654.55 | S/año |

Fuente: Elaboración propia

c. Propuesta de mejora

Se propone una clasificación mediante el análisis ABC, tomando en cuenta la valorización de los materiales y su consumo anual en las inspecciones.

En primer lugar, se determinará el consumo de los materiales utilizados en las inspecciones realizadas en el año 2017, de manera que se establezca los materiales de mayor rotación, según se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 23: Consumo materiales - Año 2017

| Material | UM | Consumo/tubo | Cantidad tot |
|------------------|-----|--------------|--------------|
| Grasa | kg. | 0.008 | 37.90 |
| Pinturas | lt. | 0.003 | 14.21 |
| Waipe | kg. | 0.001 | 2.96 |
| Diessel | lt. | 1.000 | 4738.0 |
| Thinner acrílico | lt. | 0.015 | 71.07 |

Fuente: Elaboración propia

Luego, se valorizará el consumo de cada material considerando su costo unitario y costo total. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 24: Valorización de materiales - Año 2017

| Material | Und medida | Consumo/und | CANTIDAD | C. UNIT | TOTAL |
|------------------|------------|-------------|----------|-----------|----------------------|
| Grasa | kg. | 0.008 | 37.90 | S/. 11.43 | S/. 433.19 |
| Pinturas | lt. | 0.003 | 14.21 | S/. 15.00 | S/. 213.21 |
| Waipe | kg. | 0.001 | 2.96 | S/. 10.00 | S/. 29.61 |
| Diessel | lt. | 1.000 | 4738.00 | S/. 2.90 | S/. 13,751.45 |
| Thinner acrílico | lt. | 0.015 | 71.07 | S/. 13.00 | S/. 923.91 |
| | | | | | S/. 15,351.37 |

Fuente: Elaboración propia

Para clasificar los materiales según la técnica ABC, se calculará el porcentaje de participación de los artículos, dividiendo la valorización de cada ítem entre la suma total de la valorización de todos los ítems. Luego se procede a organizar los artículos de mayor a menor, según sus porcentajes, agrupándolos teniendo en cuenta el criterio porcentual que los artículos "A" corresponden al 90% de la valorización del inventario, el 6% corresponden a la clasificación "B" y el 4% restante a la clasificación "C". De esta manera quedan establecidas las unidades que pertenecen a cada categoría, lo cual se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 25: Clasificación ABC
Logística Tubular Integral SA**

| Descripción | UM | Consumo promedio anual | Costo unitario | Costo total | % | % Acum | Clasificación |
|------------------|-----|------------------------|----------------|--------------------|--------|---------|---------------|
| Diessel | lt. | 4738.00 | S/2.90 | S/13,751.45 | 89.58% | 89.58% | A |
| Thinner acrílico | lt. | 71.07 | S/13.00 | S/923.91 | 6.02% | 95.60% | B |
| Grasa | kg. | 37.90 | S/11.43 | S/433.19 | 2.82% | 98.42% | C |
| Pinturas | lt. | 14.21 | S/15.00 | S/213.21 | 1.39% | 99.81% | C |
| Waipe | kg. | 2.96 | S/10.00 | S/29.61 | 0.19% | 100.00% | C |
| | | | | S/15,351.37 | | | |

Fuente: Elaboración propia

c.1. Resumen de clasificación ABC

i. Resumen de materiales clasificados en tipo “A”

Tabla 26: Resumen materiales tipo “A”

| Descripción | UM | Clasificación |
|-------------|-----|---------------|
| Diessel | lt. | A |

Fuente: Elaboración propia

ii. Resumen de materiales clasificados en tipo “B”

Tabla 27: Resumen materiales tipo “B”

| Descripción | UM | Clasificación |
|------------------|-----|---------------|
| Thinner acrílico | lt. | B |

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.1.1. Resumen de materiales clasificados en tipo “C”

Tabla 28: Resumen materiales tipo “C”

| Descripción | UM | Clasificación |
|-------------|-----|---------------|
| Pintura | lt. | C |
| Waipe | kg. | C |
| Grasa | kg | C |

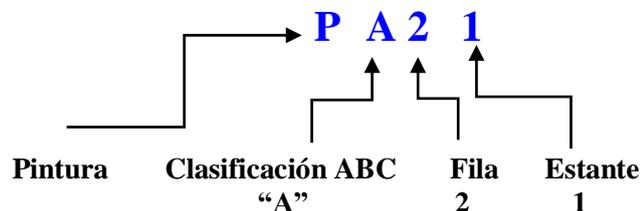
Fuente: Elaboración propia

c.2 Codificación de los materiales

La codificación de los materiales se realiza con el fin de dar una descripción y hacer una identificación rápida de éstos. Al usar un código para cada artículo, la identificación es más rápida porque de esta forma se evitan equivocaciones y se reduce el tiempo de búsqueda de los materiales e insumos para las inspecciones.

La lista de materiales codificados sirve también como un medio de control, pues gracias al código se puede determinar su stock actual y la disponibilidad de los materiales para producción. Esta mejora permitirá al encargado de compras planificar el abastecimiento de los materiales de una forma más eficiente.

El método de codificación a utilizar es el método alfanumérico, es decir, el código tiene letras y números. Nuestro código constará de dos letras y dos números. La primera letra corresponde a la inicial de nombre del material. La segunda letra proviene del análisis ABC, para distinguir a los materiales de mayor rotación que requieren de mayor seguimiento y observación. El primer número está relacionado a la fila del estante donde se ubica el material y el segundo identifica el número del estante. A continuación, se muestra un ejemplo de codificación:



c.3 Seguimiento y control del sistema ABC

Luego de que almacén ha sido clasificado, es necesario realizar un seguimiento de la propuesta para mantener el control de los materiales y evitar la pérdida de tiempo en la búsqueda de los mismos.

Se debe dar mayor énfasis en el material Diessel, pues es aquel con mayor consumo y con más costo. Los materiales se deben mantener en orden y en constante control. De esta manera la empresa, podrá tener un mayor conocimiento sobre el inventario que almacena.

Asimismo, podrá utilizar el consumo anual como base para las acciones de selección y mejoramiento de las relaciones con los proveedores de los materiales requeridos para las inspecciones. Al almacenar una mejor combinación del inventario permitirá a la empresa controlar el desabastecimiento de los artículos en el almacén.

2.3.3 Evaluación Económica y Financiera

A continuación, se presenta el impacto económico de las propuestas desarrolladas para las áreas de producción y logística, con el fin de obtener los indicadores económicos o financieros que determinen la conveniencia de implementar las propuestas.

2.3.3.1 Egresos y beneficios de las propuestas del área de producción

Como se mencionó en detalle en el capítulo anterior, para mejorar las causas raíz del área de producción, se requiere implementar las siguientes acciones:

2.3.3.1.1 Diseñar indicadores para el uso eficiente de los materiales

La falta de indicadores del uso de materiales ocasiona que el 8% aproximadamente de las inspecciones tengan deficiencias en sus estándares, representando una pérdida total de **US\$ 3430.31** anuales. Para mejorar esta deficiencia, se han diseñado un conjunto de indicadores que midan adecuadamente el uso de los materiales necesarios para cada inspección, de manera que permitan evaluar y dar seguimiento al proceso de inspecciones, a fin de reducir las pérdidas que generan los tubos defectuosos.

2.3.3.1.1.1 Egresos de la propuesta

Debido que no se dispone de indicadores para el uso de materiales, su elaboración estará a cargo del jefe de operaciones, para quien se ha estimado un tiempo para tal labor de no menor a 6 horas/mes, para el diseño, elaboración, revisión y actualización.

El costo asociado a la propuesta por el tiempo invertido para la revisión y actualización de los indicadores es S/ 231.00 mensuales, según detalle que se muestra a continuación:

Tabla 29: Egresos propuesta CR2

Costos de implementación de mejora

| Actividades | Responsable | Recurso | COSTO MENSUAL | |
|-------------------------------|------------------|-----------|---------------|----------|
| Elaboración indicadores de MP | Jefe Operaciones | 6 hrs/mes | S/.231.00 | |
| | | | \$70.00 | US\$/mes |
| | | | \$840.00 | US\$/año |

| | |
|---------------------|----------|
| Sueldo mensual Jefe | S/.5,500 |
| Cargas sociales | 40% |
| Costo hora | S/.38.50 |

Fuente: Elaboración propia

2.3.3.1.1.2 Beneficios de la propuesta

Con la implementación de la propuesta de indicadores de uso de materiales, se pretende reducir las pérdidas económicas por inspecciones con defectos en 50%, lo cual se traduce en un ahorro de US\$/ 1715.16 anuales, según se muestra en la tabla adjunta.

Tabla 30: Beneficios propuesta CR2

Beneficios de la propuesta

| | Pérdidas económicas | | | |
|--------------------------|---------------------|------------|------------|----------|
| | Actual | Mejorada | Ahorro | |
| Inspecciones defectuosas | \$3,430.31 | \$1,715.16 | \$1,715.16 | US\$/año |

Elaboración propia

2.3.3.1.2 Plan de mantenimiento de equipos

El mantenimiento deficiente origina fallas en los equipos que se utilizan para las inspecciones. Debido a estas fallas, se generan paradas en el funcionamiento de los equipos, produciendo pérdidas por **US\$ 3620.00** anuales debido al tiempo que toma en realizar el mantenimiento correctivo de los equipos que presentan fallas.

2.3.3.1.2.1 Egresos de la propuesta

El plan de mantenimiento preventivo se realizará con una frecuencia trimestral e implica costos por mano de obra del mecánico encargado, así como costos de piezas y repuestos a cambiar.

El costo asociado a la propuesta por mantenimiento preventivo es **US\$ 3526.55** anuales:

Tabla 31: Egresos propuesta CR5

| Recurso | H-H requeridas | Jornal diario (\$) | Costo Hora (\$) | Costo anual |
|------------------------|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| Costo Mano de obra (*) | 54 | \$16.97 | \$2.12 | \$114.55 |
| TOTAL | | | | \$114.55 |

| Recurso | US\$ | Frecuencia anual | Costo anual |
|-----------------|----------|------------------|------------------|
| Costo repuestos | \$853.00 | 4 | \$3,412.0 |
| TOTAL | | | \$3,412.0 |

| Recurso | Costo anual |
|-----------------|-------------------|
| Costo MO | \$114.5 |
| Costo repuestos | \$3,412.0 |
| TOTAL | \$3,526.55 |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las piezas y repuestos a cambiar en los equipos críticos, así como sus costos y el tiempo que requiere el mecánico para realizar el mantenimiento preventivo.

Tabla 32: Costo repuestos y mano de obra

| Piezas a cambiar | Cantidad | costo unit | costo total | tiempo (hrs) |
|---------------------------|----------|------------|-----------------|--------------|
| Rodajes | 2 | \$55.00 | \$110.00 | 2.00 |
| Seguros o anillos | 6 | \$2.50 | \$15.00 | 1.50 |
| Pines sujetadores de ½" | 2 | \$25.00 | \$50.00 | 2.00 |
| Bocinas de bronce de ½" | 2 | \$12.00 | \$24.00 | 3.00 |
| Rolas por desgaste | 2 | \$120.00 | \$240.00 | 2.00 |
| Resortes de tensión | 4 | \$75.00 | \$300.00 | 2.00 |
| Resortes chicos de ajuste | 4 | \$28.50 | \$114.00 | 1.00 |
| | | | \$853.00 | 13.50 |

Fuente: Elaboración propia

2.3.3.1.2.2 Beneficios de la propuesta

Esta propuesta tiene como objetivo reducir el tiempo por mantenimiento correctivo de los equipos que presentan fallas en un 50%, obteniendo un ahorro de **US\$/ 1810.00** anuales, según lo mostrado en la tabla siguiente.

Tabla 33: Beneficios propuesta CR5

Beneficio de la propuesta

| | Pérdidas económicas | | | US\$/año |
|---|---------------------|-------------------|-------------------|----------|
| | Actual | Mejorada | Ahorro | |
| Pérdidas por tiempo de parada de los equipos | \$3,620.00 | \$1,810.00 | \$1,810.00 | |

Elaboración propia

2.3.3.1.3 Planificación de actividades con MS Project

La empresa carece de una planificación adecuada de las actividades de inspección, lo cual ocasiona incumplimiento en la entrega de los servicios y asimismo no poder realizar un seguimiento adecuado de los avances de los trabajos.

Las inspecciones no atendidas generan una pérdida de **US\$ 5638.15** por ingresos no recibidos.

2.3.3.1.3.1 Egresos de la propuesta

Para la implementación de la mejora, la empresa requiere adquirir el programa MS-Project, versión Professional 2016 el cual tiene un costo actual de US\$ 1250.00.

El programa administrará el proyecto que ha firmado la empresa Logística Tubular Integral SA con la empresa BHDC de Perú SAC, para inspeccionar 4300 tubos de 2 7/8". El Jefe de operaciones elaborará el programa en Project con el avance de los trabajos del proyecto.

El software se depreciará en 2 años, con lo cual, la amortización de intangibles será US\$ 625.00 anuales. Asimismo, se necesita una laptop a un costo de US\$ 1000.00, la cual se depreciará también en 2 años, a razón de US\$ 500 anuales.

Las inversiones y los costos asociados a la propuesta para esta causa raíz, se muestran en la tabla N° 34.

Tabla 34: Egresos propuesta CR3

Inversiones y Costos de implementación de mejora

| Actividades | Responsable | Recurso | Monto | Tipo |
|--|------------------|------------------------------|-------------|-----------|
| Elaboración de programación en Project | Jefe Operaciones | 12 hrs | S/.462.00 | Inversión |
| Compra Laptop | Empresa | PC o Laptop | S/.3,300.00 | Inversión |
| Compra MS Project | Empresa | MS Project Professional 2016 | S/.4,125.00 | Inversión |
| | | | S/.7,887.00 | |
| | | | \$2,390.00 | US\$ |

| Actividades | Responsable | Recurso | Monto | Tipo |
|-------------------------|-------------|------------------------------|-------------|-----------|
| Depreciación tangibles | Empresa | PC o Laptop | S/.1,650.00 | Costo/año |
| Amortización intangible | Empresa | MS Project Professional 2016 | S/.2,062.50 | Costo/año |
| | | | S/.3,712.50 | |
| | | | \$1,125.00 | US\$/año |

Fuente: Elaboración propia

2.3.3.1.3.2 Beneficios de la propuesta

Con la implementación y control de la programación de los proyectos, se espera reducir las inspecciones no atendidas, obteniendo un ahorro anual de **US\$ 1,127.63**, según se detalla en la tabla N° 35.

EL MS Project permitirá organizar y seguir las tareas de forma eficaz, para evitar así los retrasos e incumplimiento de entregas de los servicios, sin salirse del presupuesto previsto.

Tabla 35: Beneficios propuesta CR3

Pérdidas por inspecciones no atendidas

| | |
|---------------------------|-------------------|
| Inspecciones no atendidas | 623 |
| Pérdida por inspección | \$9.05 |
| Pérdida total | \$5,638.15 |

Beneficio de la propuesta

| | Pérdidas económicas | | |
|--|----------------------------|-----------------|---------------------|
| | Actual | Mejorada | Ahorro anual |
| Pérdidas por inspecciones no atendidas | \$5,638.15 | \$4,510.52 | \$1,127.63 |

Elaboración propia

2.3.3.2 Egresos y beneficios de las propuestas del área de logística

En el caso del área de logística, se propone implementar las siguientes mejoras:

2.3.3.2.1 Planificación de requerimiento de materiales

La falta de una eficiente planificación de los materiales da lugar a un stock insuficiente de materiales necesarios para las inspecciones programadas. El año pasado se realizaron compras no planificadas, por un monto de **US\$ 4998.00**, según detalle mostrado en la tabla siguiente.

Tabla 36: Sobrecosto de materiales

| Categorías | UM | Cant. | Costo |
|-------------------|-----------|--------------|---------------------|
| Grasa | kgs | 490 | S/.5,600.00 |
| Pintura | lts. | 325 | S/.4,875.00 |
| Waipe | kgs. | 196 | S/.1,960.00 |
| Diessel | lts. | 476 | S/.1,383.36 |
| Thinner acrílico | lts. | 206 | S/.2,678.00 |
| Total | | | S/.16,496.36 |
| | | US\$ | \$4,998.90 |

Elaboración propia

2.3.3.2.1.1 Egresos de la propuesta

Esta propuesta tiene como objetivo reducir los sobrecostos de stock por compras innecesarias de materiales, mediante la planificación eficiente de los requerimientos, de acuerdo a las inspecciones programadas. Esta labor estará a cargo del jefe de operaciones de la empresa.

Las inversiones y los costos asociados a la propuesta para esta causa raíz, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 37: Egresos propuesta CR2

Inversiones y Costos de implementación de mejora

| Actividades | Participación | Recurso | Monto | Tipo |
|------------------------------------|----------------------|----------------|--------------|-------------|
| Elaboración de MRP | | 30 horas | S/.1,155.00 | inversión |
| | | | \$350.00 | |
| Supervisión de mejora implementada | Jefe de Operaciones | 8 horas | S/.308.00 | Costo mes |
| | | | S/.3,696.00 | Costo anual |
| | | | \$1,120.00 | |

Fuente: Elaboración propia

2.3.3.2.1.2 Beneficios de la propuesta

Con una adecuada planificación de los materiales, se espera reducir el sobrecosto de los mismos en un 30%, obteniendo así un ahorro anual de **US\$ 1,499.67**, según detalle de la tabla N° 38.

Tabla 38: Beneficio propuesta CR2

| | Actual | Mejorado | Ahorro año |
|------------------|------------|------------|-------------------|
| Sobrecosto Stock | \$4,998.90 | \$3,499.23 | \$1,499.67 |

Elaboración propia

2.3.3.2.2 Manual de Procedimientos

Como se describió anteriormente, la Empresa no cuenta con un manual de procedimientos para el proceso de inspecciones. Debido a esta carencia, se originan demoras por parte de los operarios al desarrollar sus tareas y por consiguiente un mayor tiempo que el requerido por el proceso. El año pasado solo ejecutó el 46% de inspecciones de tubing de 2 7/8", lo cual representó para la empresa ingresos perdidos por **US\$ 40,381**.

2.3.3.2.1 Egresos de la propuesta

El Manual de Procedimientos de las Inspecciones de tubos se elaborará con el fin de disponer de un documento completo que establezca un método estándar para realizar las tareas en cada etapa del proceso. Dado que no existe tal documento en la actualidad, se propone que el jefe de operaciones, debido a su conocimiento del proceso y experiencia en el tema, sea el encargado de la elaboración del manual.

Se está presupuestando un tiempo de 3 hrs/día para esta tarea por un tiempo aproximado de 2 semanas., a partir del cual se iniciará con la ejecución de lo normado en dicho manual. Asimismo, resulta no menos importante, el control y supervisión del cumplimiento del manual. El jefe de operaciones supervisará en forma diaria por una hora a los trabajadores, verificando la realización de sus tareas siguiendo los procedimientos establecidos en el manual.

Los egresos de la propuesta, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 39: Egresos propuesta CR3

| Actividades | Participación | Recurso | Monto | Tipo |
|-------------------------------------|---------------------|------------|--------------------|--------------------|
| Elaboración de Manual | Jefe de Operaciones | 45 horas | S/.1,732.50 | inversión |
| | | | \$525.00 | |
| Supervisión de ejecución del manual | | 20 hrs/mes | S/.770.00 | Costo mes |
| | | | S/.9,240.00 | Costo anual |
| | | | \$2,800.00 | |

Fuente: Elaboración propia

2.3.3.2.2 Beneficios de la propuesta

Con la implementación del Manual de Procedimientos, se estima incrementar las inspecciones realizadas en un 20% para cubrir la demanda generada. De esta manera, las pérdidas por inspecciones no atendidas se reducen de US\$ 40,381.10 a US\$ 33,650.92, con lo cual se obtiene un ahorro anual de **US\$ 6,730.18**, según detalle de la tabla N° 40.

Tabla 40: Beneficio propuesta CR3

| | Actual | Mejorado | Ahorro año |
|--|---------------|-----------------|-------------------|
| Pérdidas por inspecciones no atendidas | \$40,381.10 | \$33,650.92 | \$6,730.18 |

Elaboración propia

2.3.3.2.3 Sistema ABC

La falta de orden y clasificación de los materiales en el almacén no permiten llevar un adecuado control de los movimientos de entrada y salida de los materiales, lo cual incurre en una pérdida de tiempo del personal para buscar los materiales que se necesitan para las actividades de inspección.

El tiempo perdido en la búsqueda de materiales en el almacén implica una pérdida económica de **US\$ \$2,654.55** anuales, según se detalló en el capítulo anterior.

2.3.3.2.3.1 Egresos de la propuesta

La clasificación y ordenamiento de los materiales a través del sistema ABC estará a cargo del jefe de operaciones de la empresa quien, asimismo, se encargará de la supervisión y control de su implementación y seguimiento. Se presenta a continuación los egresos de la propuesta.

Los egresos de la propuesta, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 41: Egresos propuesta CR4

| Actividades | Participación | Recurso | Monto | Tipo |
|---------------------------|---------------------|------------|-------------|-------------|
| Elaboración sistema ABC | Jefe de Operaciones | 10 horas | S/.385.00 | inversión |
| | | | \$116.67 | |
| Supervisión y control ABC | | 8 hrs/mes | S/.308.00 | Costo mes |
| | | | S/.3,696.00 | Costo anual |
| | | \$1,120.00 | | |

Fuente: Elaboración propia

2.3.3.2.3.2 Beneficios de la propuesta

La propuesta del sistema ABC tiene como objetivo reducir el tiempo perdido por la búsqueda de los materiales, teniendo el almacén ordenado y con los materiales clasificados. Con esta propuesta, se espera obtener un ahorro de US\$1,990.91 anuales, según se muestra en la tabla N° 42.

Tabla 42: Beneficio propuesta CR4

| Sistema ABC | Actual | Mejorado | Ahorro año |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|
| Costo Mano de Obra (tiempo extra) | \$3,981.82 | \$1,990.91 | \$1,990.91 |

Fuente: Elaboración propia

2.3.3.3 Resumen de Beneficios y Egresos de las propuestas de mejora

Como consecuencia de la implementación de las propuestas de mejora para las áreas de producción y logística, se presenta el resumen de los ingresos y egresos de cada propuesta de mejora. La inversión total asciende a **US\$ 3,381.67**, un costo anual de **US\$ 10,531.55** y beneficios anuales de **US\$ 14,873.55**, tal como se detalla en las tablas N° 43 y 44

Tabla 43: Resumen de Egresos de propuestas de mejora

| Área | Actividades | Inversión | Costos anuales |
|-------------------|---|-------------------|--------------------|
| Producción | Elaboración indicadores de MP | \$0.00 | \$840.00 |
| | Plan de Mantenimiento | \$0.00 | \$3,526.55 |
| | Planificación de actividades con MS-Project | \$2,390.00 | \$1,125.00 |
| Logística | Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) | \$350.00 | \$1,120.00 |
| | Manual de Procedimientos | \$525.00 | \$2,800.00 |
| | Sistema ABC | \$116.67 | \$1,120.00 |
| | | \$3,381.67 | \$10,531.55 |

Elaboración propia

Tabla 44: Resumen de Beneficios de propuestas de mejora

| CR | Actividades | Antes de la propuesta | Después de la propuesta | Beneficios anuales |
|-------------------|---|-----------------------|-------------------------|--------------------|
| Producción | Elaboración indicadores de MP | \$3,430.31 | \$1,715.16 | \$1,715.16 |
| | Plan de Mantenimiento | \$3,620.00 | \$1,810.00 | \$1,810.00 |
| | Planificación de actividades con MS-Project | \$5,638.15 | \$4,510.52 | \$1,127.63 |
| Logística | Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) | \$4,998.90 | \$3,499.23 | \$1,499.67 |
| | Manual de Procedimientos | \$40,381.10 | \$33,650.92 | \$6,730.18 |
| | Sistema ABC | \$3,981.82 | \$1,990.91 | \$1,990.91 |
| | | \$62,050.28 | \$47,176.73 | \$14,873.55 |

Elaboración propia

2.3.3.4 Evaluación económica

Estado de resultados

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ingresos | | \$14,873.55 | \$15,617.22 | \$16,398.09 | \$17,217.99 | \$18,078.89 |
| costos operativos | | \$10,531.55 | \$11,058.12 | \$11,611.03 | \$12,191.58 | \$12,801.16 |
| GAV | | \$1,053.15 | \$1,105.81 | \$1,161.10 | \$1,219.16 | \$1,280.12 |
| utilidad antes de impuestos | | \$3,288.85 | \$3,453.29 | \$3,625.95 | \$3,807.25 | \$3,997.61 |
| Impuestos (29.5%) | | \$970.21 | \$1,018.72 | \$1,069.66 | \$1,123.14 | \$1,179.30 |
| utilidad después de impuestos | | \$2,318.64 | \$2,434.57 | \$2,556.30 | \$2,684.11 | \$2,818.32 |

Flujo de caja

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| utilidad después de impuestos | | \$2,318.64 | \$2,434.57 | \$2,556.30 | \$2,684.11 | \$2,818.32 |
| Inversión | \$3,381.67 | | | | | |

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| FNE | -\$3,381.67 | \$2,318.64 | \$2,434.57 | \$2,556.30 | \$2,684.11 | \$2,818.32 |

VAN **\$4,147.58**

TIR **66.78%**

PRI **2.25 años**

Costo oportunidad **20%**

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ingresos | | \$14,873.55 | \$15,617.22 | \$16,398.09 | \$17,217.99 | \$18,078.89 |
| Egresos | \$3,381.67 | \$12,554.91 | \$13,182.66 | \$13,841.79 | \$14,533.88 | \$15,260.57 |

VAN Ingresos **\$48,298.48**

VAN Egresos **\$44,150.90**

B/C **1.09**

Elaboración propia

CAPÍTULO III

RESULTADOS

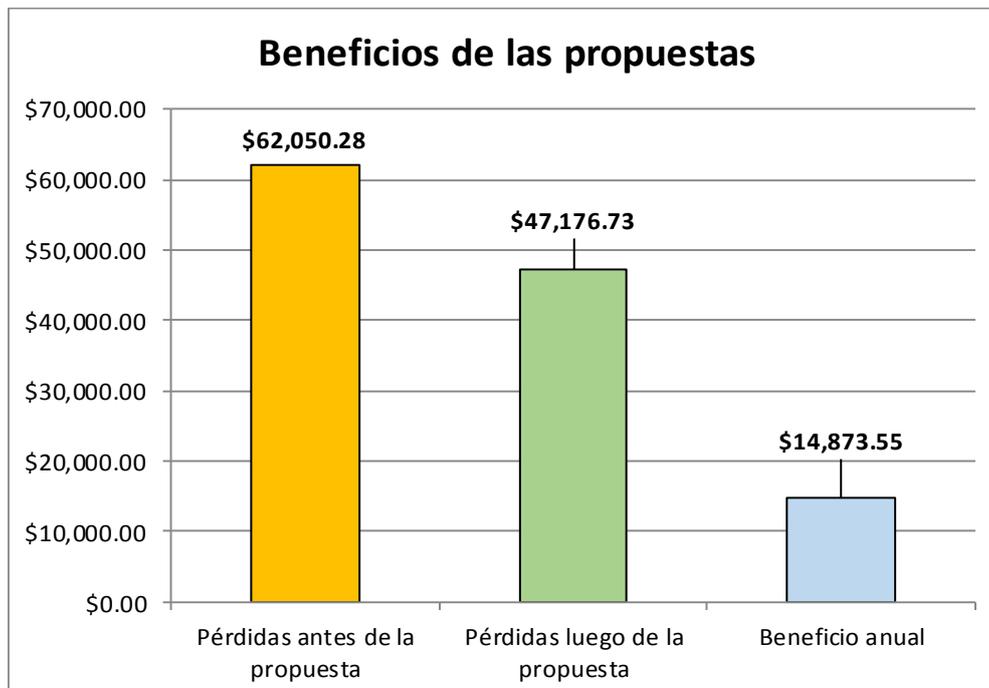
A continuación, se presentan las tablas y gráficos que muestran los resultados de las propuestas de mejora y su impacto en la rentabilidad de la empresa

Tabla 45: Impacto de las propuestas de mejora en las causas raíz

| ÁREA | CR | DESCRIPCIÓN | VA | VM | Beneficio |
|------------|------|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| PRODUCCIÓN | PCR2 | Elaboración indicadores de MP | \$3,430.31 | \$1,715.16 | \$1,715.16 |
| | PCR5 | Plan de Mantenimiento | \$3,620.00 | \$1,810.00 | \$1,810.00 |
| | PCR3 | Planificación de actividades con MS-Project | \$5,638.15 | \$4,510.52 | \$1,127.63 |
| LOGÍSTICA | LCR2 | Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) | \$4,998.90 | \$3,499.23 | \$1,499.67 |
| | LCR3 | Manual de Procedimientos | \$40,381.10 | \$33,650.92 | \$6,730.18 |
| | LCR4 | Sistema ABC | \$3,981.82 | \$1,990.91 | \$1,990.91 |
| | | | \$62,050.28 | \$47,176.73 | \$14,873.55 |

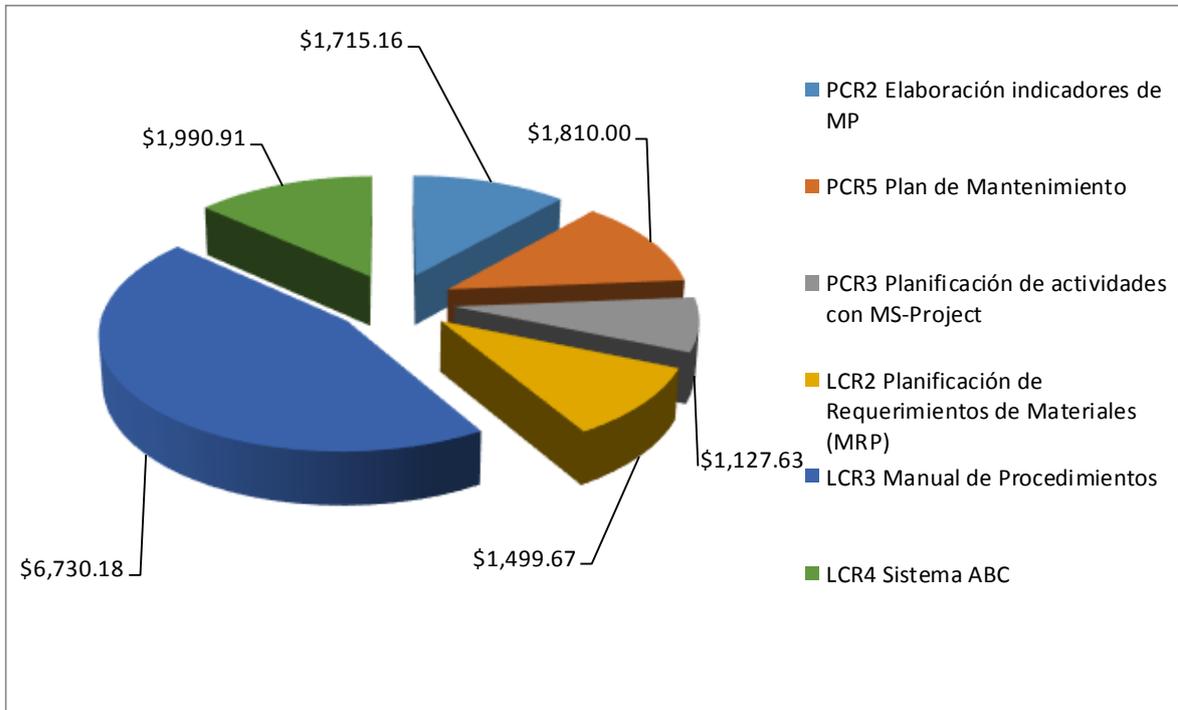
| Pérdidas antes de la propuesta | Pérdidas luego de la propuesta | Beneficio anual |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| \$62,050.28 | \$47,176.73 | \$14,873.55 |

Gráfico 2: Beneficios obtenidos de las propuestas de mejora



Elaboración propia

Gráfico 3: Contribución de las propuestas de mejora al beneficio total



Elaboración propia

Tabla 46: Costos anuales e inversiones de las propuestas de mejora

| ÁREA | CR | DESCRIPCIÓN | Inversión | Costos anuales |
|------------|------|---|-------------------|--------------------|
| PRODUCCIÓN | PCR2 | Elaboración indicadores de MP | \$0.00 | \$840.00 |
| | PCR5 | Plan de Mantenimiento | \$0.00 | \$3,526.55 |
| | PCR3 | Planificación de actividades con MS-Project | \$2,390.00 | \$1,125.00 |
| LOGÍSTICA | LCR2 | Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) | \$350.00 | \$1,120.00 |
| | LCR3 | Manual de Procedimientos | \$525.00 | \$2,800.00 |
| | LCR4 | Sistema ABC | \$116.67 | \$1,120.00 |
| | | | \$3,381.67 | \$10,531.55 |

Elaboración propia

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión de resultados

- 4.1.1** Los resultados logrados después de la ejecución de las propuestas de mejora en la empresa Logística Tubular SA. muestran que, en el área de producción, con las propuestas: Elaboración indicadores de MP, Plan de Mantenimiento y Planificación de actividades con MS-Project, las pérdidas económicas en el proceso de inspección de tubos se reducen de **US\$ 12,688.46 a US\$ 8,035.68**, equivalente a un ahorro anual de **US\$ 4,652.79**.
- 4.1.2** En el área de logística, las propuestas: Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP), elaboración del Manual de Procedimientos y Sistema ABC, reducen las pérdidas económicas en el proceso de inspección de tubos de **US\$ 49,361.81 a US\$ 39,141.05**. Ello equivale a un ahorro de **US\$ 10,220.76** anuales.
- 4.1.3** De esta manera, el ahorro total obtenido en ambas áreas, por la implementación de las propuestas de mejora, logran reducir las pérdidas económicas en el proceso de inspección de tubos de **US\$ 62,050.28 a US\$ 47,176.73**. Ello equivale a un ahorro de **US\$ 14,873.55** anuales.
- 4.1.4** La inversión de las propuestas de mejora en el área de producción es **US\$ 2,390.00**, mientras que los costos anuales ascienden a **US\$ 5,491.55**. En el área logística la inversión total por la puesta en marcha de las propuestas de mejora es **US\$ 991.67** y los costos anuales son **US\$ 5,040.00**. La inversión total para ambas áreas asciende a **US\$ 3,381.67** y los costos anuales totales son **US\$ 10,531.55**.
- 4.1.5** En la evaluación económica se obtienen los indicadores: **VAN: US\$ 4,147.58**, **TIR: 66.78%**, mayor que el costo de oportunidad (20%), **BC: 1.09**, y período de recuperación de la inversión (**PRI**) de **2.25 años**. Los resultados de estos indicadores demuestran que las propuestas de mejora son viables económicamente.

4.2 Conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados, se obtienen las siguientes conclusiones:

1. Las mejoras propuestas en la empresa Logística Integral SA, producen una reducción de los costos de operaciones de **US\$ 14,873.55** anuales.
2. A través del diagnóstico de la situación actual de las áreas de producción y logística, se identificaron diez causas raíz en total, de las cuales fueron seleccionadas tres causas raíz en cada área, mediante la técnica de Pareto, en función al impacto en los costos logísticos de la empresa. Estas son: **Área de producción:** Inadecuada planificación de las actividades, Falta de estándares para el uso de materiales y Falta de plan de mantenimiento de maquinaria. **Área de logística:** Falta de planificación de requerimiento de materiales, Falta de Manual de Procedimientos y Falta de clasificación y codificación de los materiales.
3. Se desarrollaron las propuestas de mejora para la solución de las causas raíz seleccionadas. Estas propuestas requieren una inversión total de **US\$ 3,381.67** y costos anuales de **US\$ 10,531.55**. Los beneficios anuales obtenidos son **US\$ 14,873.55**.
4. Los indicadores económicos dan como resultado: **VAN: US\$ 4,147.58**, **TIR: 66.78%**, **BC: 1.09**, y **PRI 2.25 años**, con lo cual se demuestra la viabilidad económica de las propuestas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TEXTOS

Chase, R. B. & Jabobs, R. (2011). *Administración de la Producción y Operaciones para una ventaja competitiva*. (10.a ed.). Madrid, España: Pearson.

Cuatrecasas, L. (2010). *Diseño avanzado de Procesos y Plantas de Producción Flexible*. Barcelona: Bresca Editorial.

Chiavenato, I. (2011). *Administración de Recursos Humanos – El capital humano en las organizaciones*. (8.a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

Narasimhan, S., Mc Leavey, D. W. & Billington, P. (2010). *Planeación de la Producción y Control de Inventarios*. (2da ed.). España: Prentice Hall.

Velasco Sánchez, J. & Compins Masriera, J. (2005). *Introducción de la Gestión de la Calidad*. Madrid: Grupo Anaya.

Álvarez Torres, M. (2006). *Manual para elaborar Manuales de Políticas y Procedimientos*. (1.a ed.). México: Panorama Editorial.

Gutiérrez, H. & De la Vara, R. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. (3.a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

Krieg, G. (2013). *Kanban Controlled Manufacturing Systems*. & De la Vara, R. Control. Alemania: Springer

TESIS

Amador, J (2010). *Propuesta de mejoramiento de los indicadores de Producción en una célula de manufactura de TANASA mediante la implementación de Manufactura Ajustada* (Ecuador). Universidad San Francisco de Quito. Ecuador.

Zurita, C (2010). *Desarrollo de un modelo de Planificación de Producción en la Siderúrgica Gerdau AZA S.A.* Universidad de Chile. Chile.

Yep, Tommy (2011). *Propuesta y Aplicación de herramientas para la mejora de la Calidad en el proceso productivo en una planta manufacturera de pulpa y papel tisú.* Universidad Pontífice Católica del Perú. Perú.

ANEXOS

ANEXO 1

ENCUESTA APLICADA – ÁREA PRODUCCIÓN

ENCUESTA Logística Tubular Integral SA

Nombre: _____

Cargo: _____

Por favor a cada pregunta marque con la alternativa que considere más apropiada de acuerdo al impacto en los costos logísticos de la empresa

| IMPACTO | Puntaje |
|------------------|---------|
| Alto | 4 |
| Moderado | 2 |
| Bajo | 1 |
| No tiene impacto | 0 |

| ÁREA: PRODUCCIÓN | | IMPACTO | | | |
|---------------------|---|---------|----------|------|------------------|
| Causa Raíz | Descripción | Alto | Moderado | Bajo | No tiene impacto |
| CR1 | Procesos no estandarizados | | | | |
| CR2 | Falta de estándares para el uso de materiales | | | | |
| CR3 | Inadecuada planificación de las actividades | | | | |
| CR4 | Falta de capacitación técnica del personal | | | | |
| CR5 | Falta de plan de mantenimiento de maquinaria | | | | |

Muchas gracias

ENCUESTA APLICADA – ÁREA LOGÍSTICA

ENCUESTA Logística Tubular Integral SA

Nombre: _____

Cargo: _____

Por favor a cada pregunta marque con la alternativa que considere más apropiada de acuerdo al impacto en los costos logísticos de la empresa

| IMPACTO | Puntaje |
|------------------|---------|
| Alto | 4 |
| Moderado | 2 |
| Bajo | 1 |
| No tiene impacto | 0 |

| ÁREA: LOGÍSTICA | | IMPACTO | | | |
|--------------------|---|---------|----------|------|------------------|
| Causa Raíz | Descripción | Alto | Moderado | Bajo | No tiene impacto |
| CR1 | Inexistencia de un sistema de inventarios | | | | |
| CR2 | Falta de planificación de requerimiento de materiales | | | | |
| CR3 | Falta de Manual de Procedimientos | | | | |
| CR4 | Falta de clasificación y codificación de los materiales | | | | |
| CR5 | Inapropiado Layout del almacén | | | | |

Muchas gracias

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2

VALIDEZ DE LAS ENCUESTAS

ÁREA: PRODUCCIÓN

| Encuestas | CR1 | CR2 | CR3 | CR4 | CR5 | Total |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 1 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | 12 |
| 2 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 12 |
| 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 4 | 11 |
| 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 12 |
| 5 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 12 |
| 6 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 12 |
| 7 | 1 | 4 | 4 | 1 | 2 | 12 |
| 8 | 2 | 4 | 4 | 1 | 4 | 12 |
| 9 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 12 |
| 10 | 1 | 4 | 2 | 1 | 4 | 12 |
| Total | 12 | 38 | 34 | 13 | 36 | 133 |
| Prom | 1.20 | 3.80 | 3.40 | 1.30 | 3.60 | 13.30 |
| Desv Std | 0.42 | 0.63 | 0.97 | 0.95 | 0.84 | 3.81 |
| Si² | 0.18 | 0.40 | 0.93 | 0.90 | 0.71 | 3.12 |

Alfa de Cronbach:

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum Si^2}{(\sum Si)^2} \right]$$

| |
|------------------|
| $\alpha = 0.872$ |
|------------------|

K = 10
 $\sum Si^2$ 3.122
 $(\sum Si)^2$ 14.532

| α | |
|----------------------------|--------------------------|
| < 0.53 | validez nula |
| 0.54-0.59 | validez baja |
| 0.60-0.65 | válida |
| 0.66-0.71 | muy válida |
| 0.72-0.99 | excelente validez |
| 1 | validez perfecta |

Fuente: Elaboración propia

ÁREA: LOGÍSTICA

| Encuestas | CR1 | CR2 | CR3 | CR4 | CR5 | Total |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 | 12 |
| 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 1 | 12 |
| 3 | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 11 |
| 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 | 12 |
| 5 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 12 |
| 6 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 12 |
| 7 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 12 |
| 8 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 12 |
| 9 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 12 |
| 10 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 12 |
| Total | 11 | 36 | 34 | 31 | 12 | 124 |
| Prom | 1.10 | 3.60 | 3.40 | 3.10 | 1.20 | 12.40 |
| Desv Std | 0.32 | 0.84 | 0.97 | 1.20 | 0.42 | 3.74 |
| Si^2 | 0.10 | 0.71 | 0.93 | 1.43 | 0.18 | 3.36 |

Alfa de Cronbach:

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum Si^2}{(\sum Si)^2} \right]$$

$$\begin{aligned} K &= 5 \\ \sum Si^2 &= 3.356 \\ (\sum Si)^2 &= 14.021 \end{aligned}$$

$$\alpha = 0.951$$

α

| | |
|-----------|-------------------|
| < 0.53 | validez nula |
| 0.54-0.59 | validez baja |
| 0.60-0.65 | válida |
| 0.66-0.71 | muy válida |
| 0.72-0.99 | excelente validez |
| 1 | validez perfecta |

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
PROCESO DE INSPECCIÓN TUBING 2 7/8”**

**LOGÍSTICA TUBULAR
INTEGRAL SA**

**MANUAL DE
PROCEDIMIENTOS**

**INSPECCIONES
TUBING 2 7/8”**

2018

CONTENIDO

I. GENERALIDADES

a. INTRODUCCION

II. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

III. MARCO INSTITUCIONAL

a. Misión

b. Visión

IV. OBJETIVO DEL MANUAL

V. DIAGRAMA DE OPERACIONES

VI. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

I. GENERALIDADES

INTRODUCCION

Los procesos y los procedimientos de gestión, conforman uno de los elementos principales del Sistema de Control Interno; por lo cual, deben ser plasmados en manuales prácticos que sirvan como mecanismo de consulta permanente, por parte de todos los trabajadores del área.

Teniendo en cuenta lo anterior, se ha preparado el presente Manual de Procedimientos, en el cual se definen las principales actividades y tareas de las diferentes etapas del proceso de inspecciones de tubos 2 7/8” de la empresa Logística Tubular Integral SA.

El objetivo del presente Manual, es permitir que todas las tareas y procedimientos, sean descritos de tal manera que los operarios puedan ejecutar las actividades de acuerdo a lo establecido en el presente manual.

Este Manual hace parte integral de la documentación total, implementada para mejorar los procesos actuales, teniendo el compromiso de la alta dirección de la empresa Logística Tubular Integral SA. en su aprobación, ejecución y revisión permanente para la debida actualización.

II. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional de la empresa Logística Tubular Integral SA., está conformada de la siguiente manera:

Organigrama General



III. MARCO INSTITUCIONAL

Misión: Efectuar nuestra actividad con responsabilidad y equidad entre personas y medio ambiente, con estándares de calidad y operatividad, buscando la satisfacción en nuestros clientes y el bienestar de nuestros trabajadores.

Visión: Ser la mejor empresa nacional de inspección y reparación tubular por su calidad, preservación y cuidado de nuestros trabajadores y el medio ambiente.

IV. OBJETIVO DEL MANUAL

El presente Manual de Procedimientos tiene como objetivo principal estandarizar las tareas de las etapas del proceso de inspección de tubos 2 7/8" de la empresa Logística Tubular Integral SA. de manera que faciliten su Sistema de Control Interno.

Así mismo, se busca que exista un documento completo y actualizado de consulta, que establezca un método estándar para ejecutar el trabajo en cada etapa, para las necesidades que se deriven de la realización de las actividades propias de la misma.

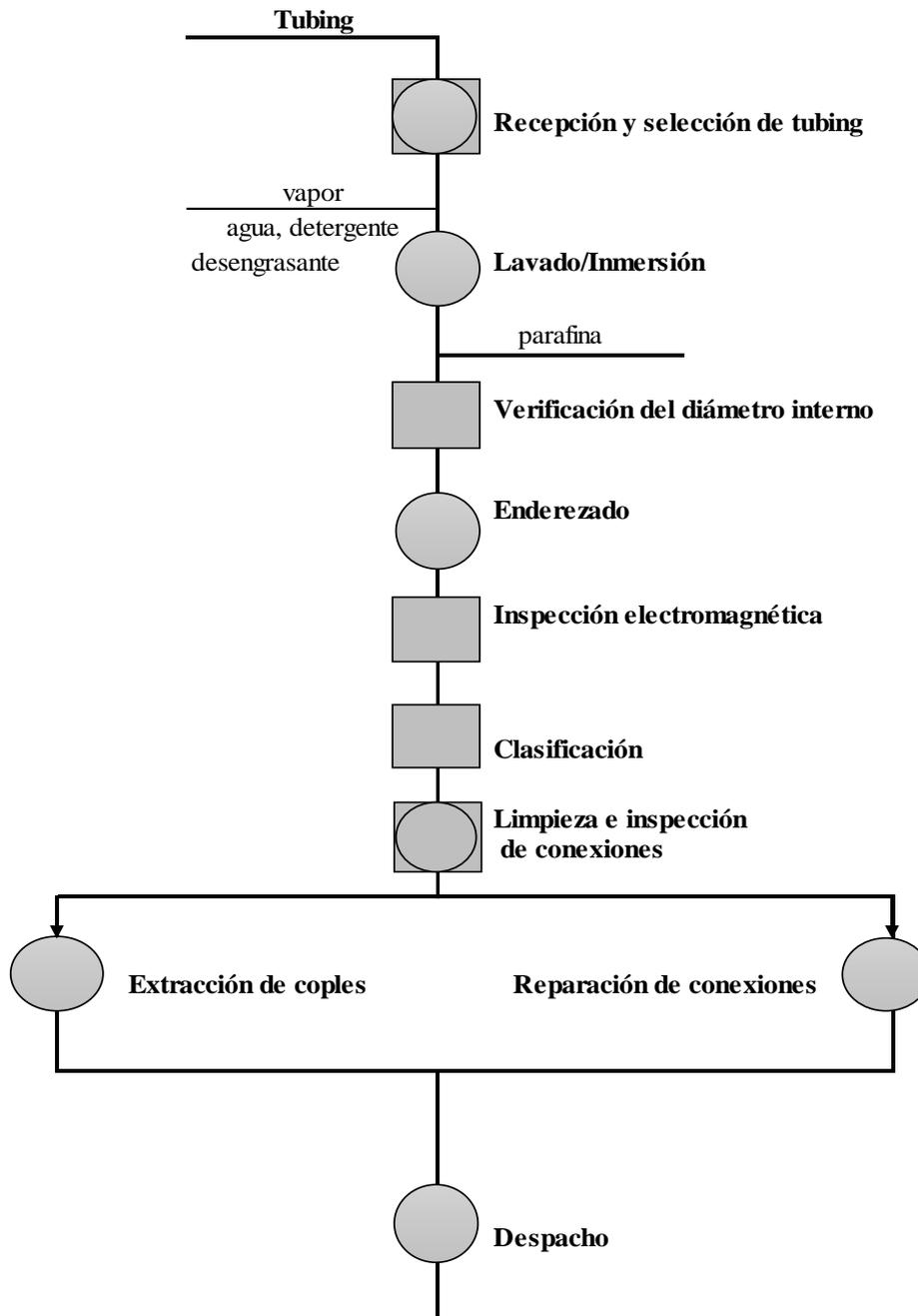
En este sentido, este Manual de Procedimientos está dirigido a todos los trabajadores, se encuentren vinculados al proceso de inspección de tubos 2 7/8" y para contribuir al logro de las metas de desempeño y calidad, asegurar la información y consolidar el cumplimiento de los estándares establecidos.

Este documento describe los procedimientos técnicos, y expone en una secuencia ordenada las principales operaciones o pasos que componen el proceso de inspección y la manera de realizarlo. Contiene, además, fotografía, que expresan gráficamente los problemas que se pueden presentar y las soluciones en cada caso de las distintas etapas, precisando sus responsabilidades y participación.

Para que cumpla de la mejor manera con su objetivo, este Manual requiere de revisiones periódicas para su actualización. Sus contenidos aprobados, deben ser de cumplimiento obligatorio para todo el personal profesional y técnico. El incumplimiento de lo establecido implicará responsabilidad personal y profesional.

V. DIAGRAMA DE OPERACIONES

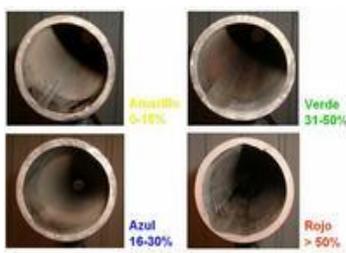
Logística Tubular Integral SA



VI. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

| ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">Recepción y selección de tubing</p>  | <ul style="list-style-type: none"> a) Trasladar material a inspeccionar que solicitan las empresas, ya sean tubos u otro material. b) Recoger el material que ha sido usado en el pozo intervenido para su limpieza inspección y reparación. c) Desembarcar material proveniente de los pozos para el servicio. |
| <p style="text-align: center;">Lavado con vapor</p>  | <ul style="list-style-type: none"> a) Limpiar el interior y exterior de los tubos con vapor para inspección y poder determinar la condición en el que se encuentran los tubulares. |
| <p style="text-align: center;">Prueba de drift e inspección Electromagnética</p>   <p style="text-align: center;">Calibrador 2 7/8"</p> | <ul style="list-style-type: none"> a) Se busca posibles problemas a todo lo largo del tubo, como, por ejemplo: aplastamiento, por cuñas o tenazas, golpes o algún material extraño que dificulte el normal desplazamiento del calibrador (drift) a lo largo del tubo. b) Si la tubería no pasa la prueba de drift se pintará una banda verde de 2" de ancho en el punto de restricción y otro junto a la banda de color que denota la clasificación del cuerpo. c) Se pintará con 2 bandas verdes el área de restricción de drift. d) Los tubos listos pasarán a la inspección electromagnética y gama gráfica por la unidad NDT 3500 |

Inspección electromagnética gamma gráfica.



- a) Ingresar el tubing a través de la unidad NDT 3500 para ser inspeccionado a todo el largo del cuerpo interior y exterior.
- b) Cubrir la exploración de extremo a extremo de la tubería en búsqueda de fallas transversales las cuales son detectadas por medio de la unidad que utiliza el principio de flujo magnético.
- c) Inspeccionar el tubo de extremo a extremo en un campo activo longitudinal y 8 zapatas detectoras de defectos las cuales emiten señales a la consola donde el operador (inspector) evaluará las posibles fallas en el tubo
- d) Buscar daños por corrosión interior y exterior, daño a la superficie interna por wire Line, cortes por tenaza y cuñas en la superficie externa (longitudinal y transversal), desgaste en la superficie interna por rozamiento de varillas (donde se utilicen).

Inspección de conexiones



Se debe buscar lo siguiente:

- a) Hilos estirados, filudos.
- b) Galling (hilos engranados)
- c) Crack por fatiga en el último hilo enganchado (tubing del work string)
- d) Corrosión de hilos
- e) Falso hilo de arranque.
- f) Hilos gastados.
- g) Pin golpeado.

Códigos de Identificación de Conexiones



Pin engranado

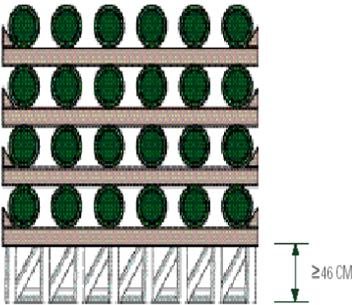
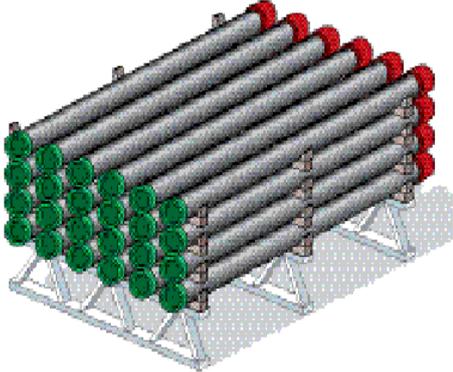


Cople malo por corte

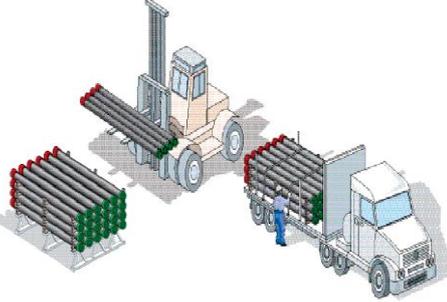
| CONDICION | COLOR |
|----------------------|---|
| PINES DAÑADOS | una banda de color rojo de 2" de ancho alrededor de los hilos |
| COPLES O BOX DAÑADOS | una banda de color rojo alrededor del cople o box |

| <p style="text-align: center;">COMENTARIOS (basado en las normas API RP 5C1)</p> | <p>a) La pérdida de material en el tubing usado ocurre usualmente, en la superficie interna cuyos daños varían desde pits cortes y ranuras aisladas hasta reducciones masivas de pared, causadas por desgaste mecánico o erosión.</p> <p>b) La tubería con pits no puede ser usada en pozos con problemas de corrosión u otro elemento similar.</p> <p>c) La tubería que tenga una pérdida de metal uniforme necesita solamente ser degradado por el mínimo de espesor remanente.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---|----------|------|----|---|------|-------|----|---|-------|-------|----|---|------|-----------|-----------|
| <p style="text-align: center;">ZONA DE CLASIFICACION</p>  | <p>a) Pintar una banda de 2" a una distancia de 12" del cople para determinar la clasificación y color del tubo una vez culminada la inspección electromagnética gama grafica API RP 5C1.</p> <p>b) Pintar una banda de 2" antes de la banda de clasificación para determinar el grado del tubo (grado N-80 y grado J-55) para el caso de PTP.</p> <p>c) Instalar protectores para pin y cople para los tubos operativos aplicando la grasa recomendada para las conexiones según API (API Bull 5A2).</p> <p>d) Los tubing operativos se instalaran en los rack para ser transportados a su lugar de origen</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Procedimiento de clasificación de tubos usados</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>CLASE</th> <th>COLOR DE BANDA</th> <th>% DE REDUCCIÓN DE LA PARED NOMINAL%</th> <th>% MÍNIMO REMANENTE DE PARED</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>Amarillo</td> <td>0-15</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Azul</td> <td>16-30</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Verde</td> <td>31-50</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Rojo</td> <td>Más de 50</td> <td>Más de 50</td> </tr> </tbody> </table> | CLASE | COLOR DE BANDA | % DE REDUCCIÓN DE LA PARED NOMINAL% | % MÍNIMO REMANENTE DE PARED | 2 | Amarillo | 0-15 | 85 | 3 | Azul | 16-30 | 70 | 4 | Verde | 31-50 | 50 | 5 | Rojo | Más de 50 | Más de 50 |
| CLASE | COLOR DE BANDA | % DE REDUCCIÓN DE LA PARED NOMINAL% | % MÍNIMO REMANENTE DE PARED | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Amarillo | 0-15 | 85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Azul | 16-30 | 70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Verde | 31-50 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Rojo | Más de 50 | Más de 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <p>a) Luego de haber pasado la unidad electromagnética gamma gráfica y haber sido detectado un defecto, se procede a la evaluación</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|--|---|
| <p>Procedimiento de clasificación por defectos</p> | <p>con los instrumentos de ultrasonido digital y medidor de profundidad. Se tomará las medidas de profundidad de defecto para el caso de corrosión y cortes por cuñas u otro defecto mecánico.</p> <p>b) Se tomará las medidas de profundidad de defecto para el caso de corrosión y cortes por cuñas u otro defecto mecánico.</p> <p>c) Se tomará el defecto de profundidad de mayor relevancia luego se procederá a las tomas de espesor de pared adyacente al defecto de mayor profundidad.</p> <p>d) Se restará el defecto de mayor profundidad encontrado con el espesor de pared adyacente encontrado, lo cual nos arrojará el espesor remanente del área con defecto como, por ejemplo: Área de espesor nominal adyacente al defecto (corte) encontrado 0.190" restamos por la profundidad del defecto encontrado 0.050" lo cual nos arrojaría un espesor remanente del área con defecto de 0.140", el cual nos indicaría que la clasificación del tubo sería clase 3 azul esto para un tubo de 2 3/8", de pared de 0.190" de espesor nominal.</p> |
| <p>Zona de extracción e instalación de coples</p>  | <p>a) Se extraerán los coples a los tubos que presenten daños y que han sido marcados durante el proceso de inspección.</p> <p>b) Se instalará coples operativos (nuevos) a los tubos que lo requieran.</p> <p>c) Se calibrará diámetro interior en un área de 4 pies para determinar posible deformamiento producido por máquina de extracción de coples.</p> |
| <p>Zona de reparación de conexiones</p> | <p>a) Se reparará la conexión a los tubos que han sido marcados en proceso de inspección, reparación que se realiza en torno</p> |

| | |
|---|--|
|  | <p>b) Terminado el proceso de reparación se procede a inspeccionar la rosca.</p> |
| <p style="text-align: center;">Almacenamiento</p>   | <p>a) No se deben estibar los tubos directamente en el suelo, sobre rieles pisos de acero o concreto. la primera hilera de tubos no debe estar a menos de 46cm del piso de manera que no se vean afectados por la humedad y el polvo.</p> <p>b) Los tubos deben colocarse sobre soportes adecuadamente espaciados para que no se produzcan flexiones o daños en las roscas. Dichos separadores deben estar sobre un mismo plano, razonablemente nivelados y sostenidos por bancales adecuados para que soporten toda la carga sin que se hunda.</p> <p>c) Colocar listones de madera a modo de separadores entre las sucesivas hileras de tubo, de manera que los coples no tengan que soportar peso. Es conveniente usar, por lo menos, tres (3) listones espaciadores.</p> <p>d) Si se utilizan espaciadores de madera sin la protección de lámina plástica el área en contacto debe inspeccionarse periódicamente (2-5% de los tubos todos los meses).</p> <p>e) Colocar listones espaciadores en ángulo recto a los tubos y directamente encima de los listones y soportes inferiores para evitar flexiones.</p> <p>f) Asegurar los tubos clavando los tacos de madera de 2.5x5cm o de 5x5cm. En ambos extremos de los listones espaciadores. Si se usan topes metálicos es necesario recubrirlos previamente.</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>g) Por razones de seguridad y a fin de facilitar las tareas de inspección y manipuleo, no se deben colocar más de cinco hileras de tubos si no se utilizaran los tubulares en forma inmediata se recomienda el uso de grasa de almacenamiento, que deberán aplicarse de manera abundante tanto en las roscas como en las áreas de sello</p> |
| <p style="text-align: center;">Manipuleo</p> <p>El procedimiento que se describe a continuación deberá aplicarse durante las tareas de manipuleo del material tubular, desde el camión al bancal (rack) a fin de preservar las conexiones y la integridad de material</p> | <p>a) Se requiere, como mínimo, cumplir los procedimientos que establece la norma API RP 5C1.</p> <p>b) Todo material tubular, en particular las roscas están fabricadas con niveles de tolerancia estrecha y requiere, por lo tanto, un manipuleo especial. Ya se trate de material tubular y/o roscas nuevas, usadas o reacondicionadas, siempre deben manipularse con los protectores de rosca colocados.</p> <p>c) Para levantar los tubos se utilizarán eslingas de nylon o cables de acero debidamente recubiertos.</p> <p>d) Asegurarse de no golpear los tubos entre sí o contra otro objeto de acero, concreto o cualquier otro material que pueda dañar o modificar sus propiedades físicas.</p> |
| <p style="text-align: center;">Requerimiento del equipo</p> | <p>a) Los elevadores (uñas) del montacargas deben estar libres de rebabas o marcas.</p> <p>b) En caso de material para servicio crítico, las horquillas de los auto elevadores deben estar recubiertas y además se deben utilizar eslingas de nylon.</p> <p>c) Las grúas deben estar equipadas con barra espaciadora y fajas de nylon.</p> <p>d) No se utilizarán ganchos sin el expreso consentimiento del usuario.</p> <p>e) En caso de que se los utilizara, deberán estar diseñados de manera tal de evitar que los</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>protectores de rosca se dañen y deberán estar recubiertos con metal blando, goma o plástico.</p> <p>f) Los ganchos no deberán colocarse directamente en el tubo o conexiones</p> |
| <p>Herramientas manuales</p> | <p>a) No se permite el uso de llave de fuerza de extremos abiertos u otra clase de llave de brazos móviles con la finalidad de sacar o ajustar los protectores, ya que podrían dañar las conexiones. Para los protectores de rosca de extremo cerrado se usarán llave de correa.</p> <p>b) Nota: los tubos revestidos internamente se deben extremar las precauciones para evitar que se dañe el revestimiento si se utilizan llaves de ajuste.</p> |
| <p>Descarga de tubulares del camión al rack de recepción</p>  <p>El diagrama ilustra el proceso de descarga de tubos. A la izquierda, un rack de recepción contiene una pila de tubos. En el centro, un auto elevador está posicionado para mover los tubos desde el camión hacia el rack. A la derecha, un camión con un rack de tubos en su remolque está estacionado. Un trabajador se encuentra cerca del camión, supervisando la operación.</p> | <p>a) Antes de descargar el camión se deben inspeccionar los tubos para verificar la existencia de cualquier señal de movimiento y/o daño durante el transporte y para asegurarse de que los protectores vayan bien ajustados. Si una carga se ha movido durante el viaje, es necesario identificar todo el material con “daño visible”, y luego evaluarlo una vez descargado en el rack.</p> <p>b) Si los tubos se descargan del camión a un rack de recepción utilizando un auto elevador, es fundamental que el tubo no golpee contra las piezas metálicas o contra cualquier otro objeto que pueda alterar o dañar las propiedades físicas del tubo. Tal como se especifica en la API RP 5C1, es conveniente descargar solo uno (1), dos (2) o tres (3) tubos por vez, según el número de juntas que puedan controlarse</p> <p>c) Si se descargan los tubos del camión al bancal temporal mediante una grúa, sólo podrá un tubo por vez. Asegurarse de apoyar el tubo en el bancal con suavidad. No dejar caer el tubo sobre el rack de recepción</p> |

| | |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">Grasa para roscas</p>  | <ul style="list-style-type: none"> a) Es importante mantener la grasa libre de agua, arena, baritina y toda otra materia extraña. b) Se recomienda no diluir la grasa de rosca agregándole Para aplicar la grasa, usar cepillos de nylon y no de alambre c) A menos que se especifique lo contrario, utilizar solo grasas API (API Bull 5A2) d) Antes de comenzar la bajada, asegurarse de que haya suficiente grasa para poder completar el trabajo. Es aconsejable abrir sólo el número necesario de latas. Se recomienda mezclar bien desde el fondo hasta la parte superior antes de proceder a su aplicación. e) Es importante mantener la grasa libre de agua, arena, baritina y toda otra materia extraña. f) Se recomienda no diluir la grasa de rosca agregándole aceites o solventes. g) Para aplicar la grasa, usar cepillos de nylon y no de alambre. h) Tanto la grasa de rosca como os cepillos deben mantenerse limpios. i) A bajas temperaturas, conviene tener la grasa en un lugar cálido para evitar su congelamiento |
| <p style="text-align: center;">Criterios de aplicación</p> | <ul style="list-style-type: none"> a) Aplicar la grasa de rosca en el pin y el box. Lo más aconsejable es aplicar una capa delgada y uniforme, rellenando las raíces de las roscas y cubriendo la superficie de sello y el hombro del torque. La forma de la rosca tiene que quedar visible después de haber sido lubricado. b) A modo de guía, se puede establecer que la cantidad mínima requerida para una unión es la siguiente: Para tubing: $\text{Peso lubricante (gramos)} = 8 \times \text{diámetro externo del tubo (pulgadas)}$ |

