

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM Y DE LA HERRAMIENTA OEE PARA
LA EMPRESA PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS S.A.S..

CRISTIAN CAMILO TRIANA CORTES

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.

2018

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM Y DE LA HERRAMIENTA OEE PARA
LA EMPRESA PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS S.A.S., S.A.S.

CRISTIAN CAMILO TRIANA CORTES

ASESOR DE TRABAJO

JOHN JAIRO GONZÁLEZ BULLA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE PROFESIONAL EN
INGENIERA INDUSTRIAL

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C.

2018

Nota de aceptación.

Presidente del jurado.

Jurado.

Jurado.

Bogotá D.C. _____ de 2018.

Dedicatoria

A Dios, creador de lo divisible y lo indivisible, por otorgarme la oportunidad de alcanzar este logro y llenar mi vida de éxito.

A mis padres, dos personas que se esforzaron a lo largo de este camino, para que yo alcanzara este logro, por su ayuda y fortaleza, todo mi agradecimiento, los amo.

Aquellas personas que interfirieron en la culminación de mis estudios y en especial a la elaboración de esta tesis, mis docentes, amigos y familiares...

¡De verdad muchas gracias!

Y desde luego a esta institución educativa, por permitir mi crecimiento académico para ser una persona que le pueda aportar conocimiento a la sociedad.

Agradecimientos

La elaboración de esta tesis no habría culminado sin el apoyo del ingeniero John Jairo González Bulla, gracias por sus comentarios, ideas y observaciones dadas a lo largo del desarrollo de este documento. Además a mi amigo y compañero de trabajo Wilson Veloza y su mente intelectual, RIP.

Resumen

En la siguiente investigación se presenta una propuesta sobre la implementación del TPM y la aplicación de la herramienta OEE, donde se encuentra que en la empresa Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s., no cuenta con un área encargada para la gestión del mantenimiento. Actualmente no cuentan con las herramientas necesarias para medir el desempeño de las diferentes máquinas que operan día a día, éstas pueden estar mal calibradas y operando de forma incorrecta, también se encontró que los operarios no cuentan con la capacitación suficiente para la operación de las máquinas y o herramientas que manejan a diario.

Con todo esto se plantea el objetivo principal que es lograr diseñar una propuesta de implementación utilizando algunos de los pilares TPM y la herramienta de sistema de indicadores de productividad OEE en la empresa y poder mejorar el desempeño de la operación, reducir las paradas no programadas, las averías de la planta y los equipos, y algo importante, mejorar la eficiencia y ciclo de vida de las máquinas, equipos y herramientas.

La metodología que se propone llevar a cabo y poner en curso en la siguiente:

Realizar un análisis detallado de estado de la planta, revisando, máquina por máquina haciendo un recorrido diario, para recopilar la información suficiente y poder describir la actividades diarias de los operarios con las máquinas, finalmente teniendo la información realizar un formato de diagnóstico del TPM para las máquinas y equipos, con esto podemos determinar el estado actual de deterioro sucesivo de las máquinas y equipos.

La finalidad de estas etapas es maximizar la disponibilidad de las máquinas y equipos, tener un sistema de mantenimiento efectivo, minimizar los costos para lograr un máximo beneficio para la empresa hacer concientizar a la empresa de la importancia y los beneficios que trae la implementación del TPM y la herramienta OEE, mejorando los indicadores de efectividad para poder tener un mejor control frente a la eficiencia de desempeño de los equipos, también lograr que los trabajadores tomen conciencia al momento de operar sus máquinas y equipos, brindándoles a ellos la capacitación suficiente para que puedan interpretar el lenguaje las máquinas y los equipos que utilizan a diario.

Contenido

RESUMEN	6
LISTA DE TABLAS	8
LISTA DE ANEXOS	9
INTRODUCCIÓN	10
ANTECEDENTES	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	17
JUSTIFICACIÓN	18
OBJETIVOS	19
OBJETIVO GENERAL	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
MARCO REFERENCIAL	21
MANTENIMIENTO	21
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	21
PILARES DEL TPM	27
SISTEMA DE GESTIÓN OEE (EFICIENCIA GENERAL DE LOS EQUIPOS)	30
MARCO METODOLÓGICO	34
TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
PROCESO METODOLÓGICO	34
DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO	36
DIAGNÓSTICO DEL TPM	36
DIAGNÓSTICO DE LA OEE	62
CAPACITACIÓN DEL PERSONAL EN LAS GENERALIDADES DEL TPM Y LA HERRAMIENTA OEE	68
PILARES DEL TPM A IMPLEMENTAR	69
PROPUESTA DE INGENIERÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL OEE	93
RESULTADOS	101
ANÁLISIS FINANCIERO	103
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	106
CONCLUSIONES	107
RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFÍA	111
ANEXOS	113

Lista de tablas

<i>Tabla N 1.</i> ficha técnica electro soldador Lincoln	12
<i>Tabla N 2.</i> ficha técnica electro soldador Miller.....	13
<i>Tabla N 3.</i> ficha técnica taladro de árbol	14
<i>Tabla N 4.</i> ficha técnica compresor de aire.....	14

Lista de anexos

Ilustración 1 diagrama de k Ishikawa	18
Ilustración 2 electro soldador <u>Lincoln</u>	55
Ilustración 3 electro soldador <u>Miller</u>	55
Ilustración 4 taladro de árbol	56
Ilustración 5 inversor <u>Lincoln</u>	56
Ilustración 6 tortuga oxicorte	57
Ilustración 7 compresor 200 psi.....	57
Ilustración 8 metodología de desarrollo.....	49

Introducción

En el mundo las empresas manufactureras y de servicios se han destacado por incrementar la eficiencia de sus líneas de producción y por entregar un producto con la máxima calidad posible al cliente final, esto es posible gracias a que las empresas dedican tiempo y recursos a la mejora continua, poder impactar el mercado positivamente y reducir los costos de producción y de mantenimiento, de las máquinas y equipos que se operan a diario en las empresas.

Actualmente en algunas empresas colombianas, están dedicando los recursos necesarios para mantener sus máquinas y equipos disponibles para la producción, esto se está logrando gracias a la implementación del TPM, herramienta de gestión que ayuda a mejorar los resultados y obtener los beneficios de la herramienta, como lo es el grupo Nutresa y la empresa corona una de las primeras empresas que optaron por implementar el TPM, como lo indican los ingenieros g. Villegas, a. Vélez del departamentos de ingeniería mecánica y de organización y gerencia universidad Eafit de Medellín, obteniendo como resultado un éxito y acogimiento total, gracias a su consolidación como herramienta efectiva para tener un plan de producción y su respectivo plan de mantenimiento.

En las empresas de metalmecánica se está empezando a utilizar la herramienta, para obtener todos los beneficios y lograr ser una empresas más competitivas, logrando un mantenimiento autónomo, alcanzar los mejores estander de calidad y lograr ser una empresa competitiva.

En el presente proyecto se presenta una propuesta de aplicación del TPM, y la implementación de la herramienta OEE, para la empresa Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s., esta idea se plantea como estrategia para lograr maximizar la disponibilidad del conjunto de máquinas y equipos, de este modo, cumplir con las fechas de entrega de los proyectos con los mejores estándares de calidad.

Esta idea surge gracias a que el área de mantenimiento carece de una correcta administración y de un plan a seguir para su efectivo funcionamiento, con ayuda de la implementación de estas herramientas se establece lograr una estrategia operativa para ponerla en marcha, es muy importante hablar del objetivo principal, reconocer, que el TPM y el OEE en este tipo de máquinas, permite descubrir a tiempo las posibles fallas de los equipos que ocasionan una parada

no programada, afectando la productividad de la empresa, también reducir el ciclo de los mantenimientos de carácter correctivo, aumentar la vida útil de las máquinas y equipos, llegar a disminuir los costos de las reparaciones, detectar los puntos de mayor influencia de cada una de las máquinas que se utilizan para la operación, seguir su correcto funcionamiento, lograr satisfacer la producción, mejorar los estándares de calidad del producto terminado y lograr al máximo el cumplimiento de las fechas de entrega pactadas con el cliente, minimizando los costos de producción y de mantenimiento en la empresa,

Antecedentes

Actualmente, la empresa procura incrementar la eficacia en sus líneas de producción, también busca lograr una economía al momento de realizar los respectivos mantenimientos, pero las directivas se apoyan más en la alta calidad y la gestión de los procesos dejando en un segundo y/o tercer plano la importancia del mantenimiento, de esto se deduce la idea principal que es implementar el TPM y la herramienta OEE en la empresa Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s., s.a.s. herramientas que van a hacer útiles para llevar un control más detallado el proceso de producción y fabricación, con estas herramientas se puede llegar a un diseño estratégico de plan de mantenimiento para un óptimo aprovechamiento de las máquinas y equipos para el cumplimiento de las fechas de los proyectos en la empresa.

En el presente estudio se evidencia que la empresa proyectos y quipos metalmecánicos s.a.s., utilizan diversidad de estrategias para lograr que sea más competitiva, de esta manera se busca dedicar más tiempo y recursos al mejoramiento de instalaciones y lograr al máximo un control eficiente del mantenimiento, también lograr que las paradas no programadas no sean necesarias y mejorar la disponibilidad de las máquinas, ya que los objetivos de esta propuesta es evitar los accidentes laborales, las averías, reproceso en la producción y demás percances que se detectan por el mal funcionamiento.

Planteamiento del problema.

En la empresa Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s., hay una falta de organización con la metodología que utilizan al momento de realizar los mantenimientos, no tienen una correcta planificación, adicional no hay una técnica apropiada para realizar dichos mantenimientos, lo más común es esperar que la falla ocurra, para entrar a hacer una revisión y/o reparación, eventos que quitan tiempo, dejando al lado la producción y preparación de los productos de cada proyecto generando una gran pérdida de espacio y tiempo, finalmente esto genera, estándares de calidad muy bajos, frecuentes paradas no programadas y que no se cumpla con las fechas pactadas para la entrega de los proyectos.

En el proceso de producción de la empresa Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s., se está evidenciado producto incompleto, de mala calidad, muchas pérdidas de tiempo, averías en los procesos, bajo rendimiento de las máquinas y desperdicios de material.

Identificación del problema

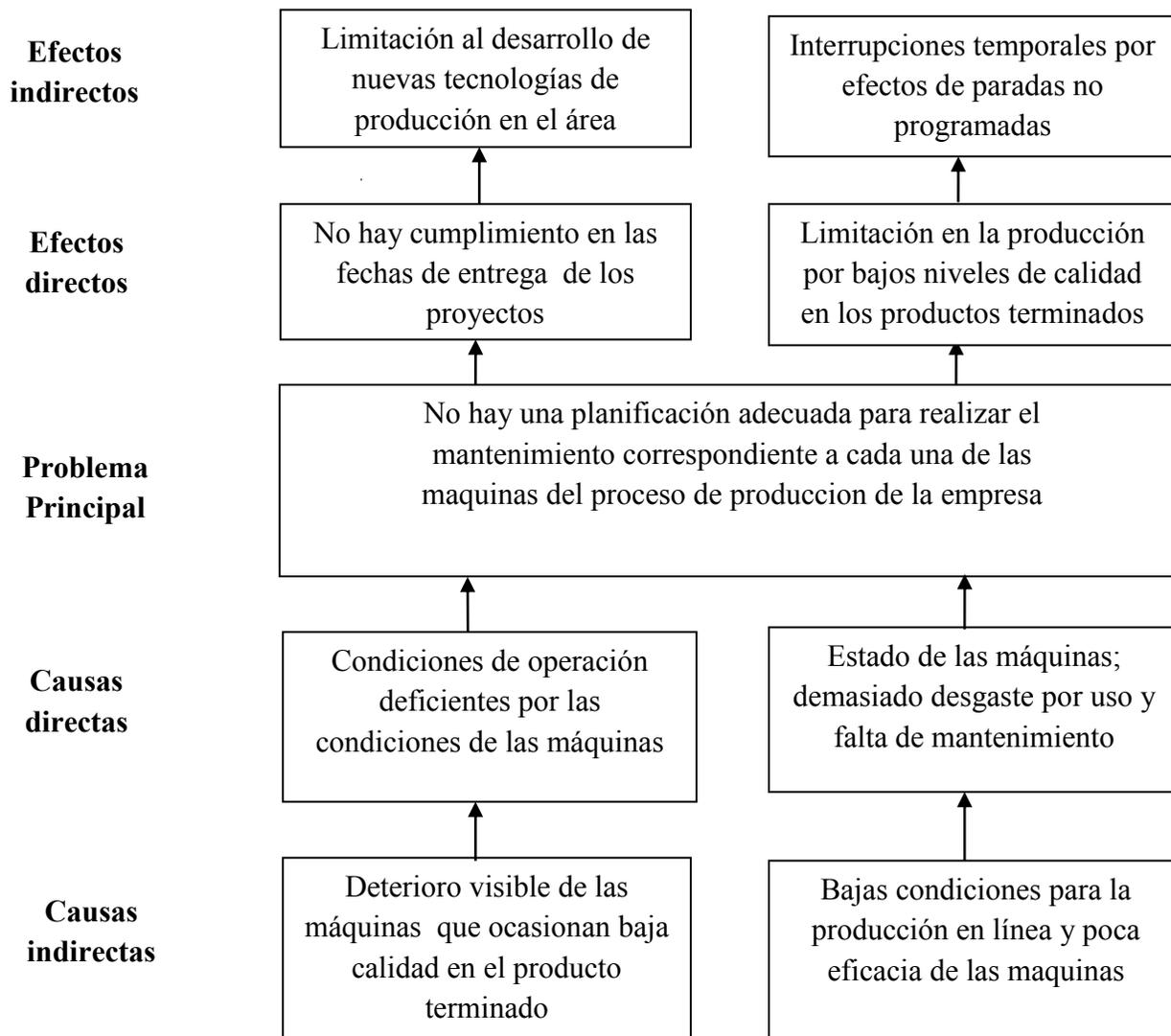
En este punto damos una explicación de los aspectos principales del problema; y la sugerencia de las posibles soluciones. Para lograr una correcta identificación del problema debemos enfocar esfuerzos y recursos técnicos para eliminar las causas que lo originan, puesto que si trabajamos sobre los efectos que el problema produce, no lo solucionaremos realmente.

En el sector metalmecánico y metalurgia en la empresa Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s., empresa dedicada a la elaboración de proyectos de estructuras metalmecánicas, se detectaron los siguientes problemas, poca disponibilidad de operación de las máquinas, esto lleva al no cumplimiento de las fechas de entrega de los proyectos al cliente final, bajos estándares de calidad en los procesos realizados, mucho reproceso en las actividades realizadas, encontramos las causas principales que son; la forma actual de implementar el mantenimiento es inadecuada, lo que afecta la producción ya que las máquinas no se desempeñan con eficiencia y ocasionan falencias en la calidad de las actividades.

Otra causa es la falta de conocimiento de los operarios en cuanto al buen manejo de las máquinas ya que la empresa no da una adecuada capacitación y recurre más al empirismo.

No está construido un manual de funciones correspondiente a cada una de las actividades que desempeña cada uno de los colaboradores.

Falta de los catálogos de cada una de las máquinas para ver su correcta utilización y características de anclaje adiciones opiniones acerca de un buen mantenimiento.



Árbol de problemas

Anteriormente se presenta un análisis con el árbol de problemas, una herramienta participativa, la utilizamos para identificar los problemas principales con sus causas y efectos, permitiendo definir objetivos claros y prácticos.

Consiste en identificar los aspectos perjudiciales en el proceso de producción de la empresa, y de este modo poder dar a conocer una posible solución.

Formulación del problema

El problema anterior nos genera un interrogante el cual lo mencionamos a continuación:

¿Utilizando los pilares del TPM y aplicando el sistema de indicadores de productividad OEE se logrará aumentar la disponibilidad de las máquinas y reducir los costos de producción sin disminuir la seguridad y mejorando la productividad de la empresas?

Este a su vez nos genera varios interrogantes de forma puntual como lo son:

- ¿Aplicando los pilares del TPM se puede generar una mejora en el estado actual de la empresa?
- ¿Con la implementación del sistema de indicadores OEE en la empresa, se lograra disminuir el producto defectuoso, las averías, los desperdicios, el tiempo muerto y aumentar la productividad?
- ¿De qué manera se puede garantizar que el plan propuesto llegue a ser operativo y efectivo para que puedan alcanzarse las mejoras esperadas y un beneficio económico?

A continuación se presenta el diagrama de Ishikawa, donde se representa gráficamente el problema a analizar, y encontramos la causa raíz del problema

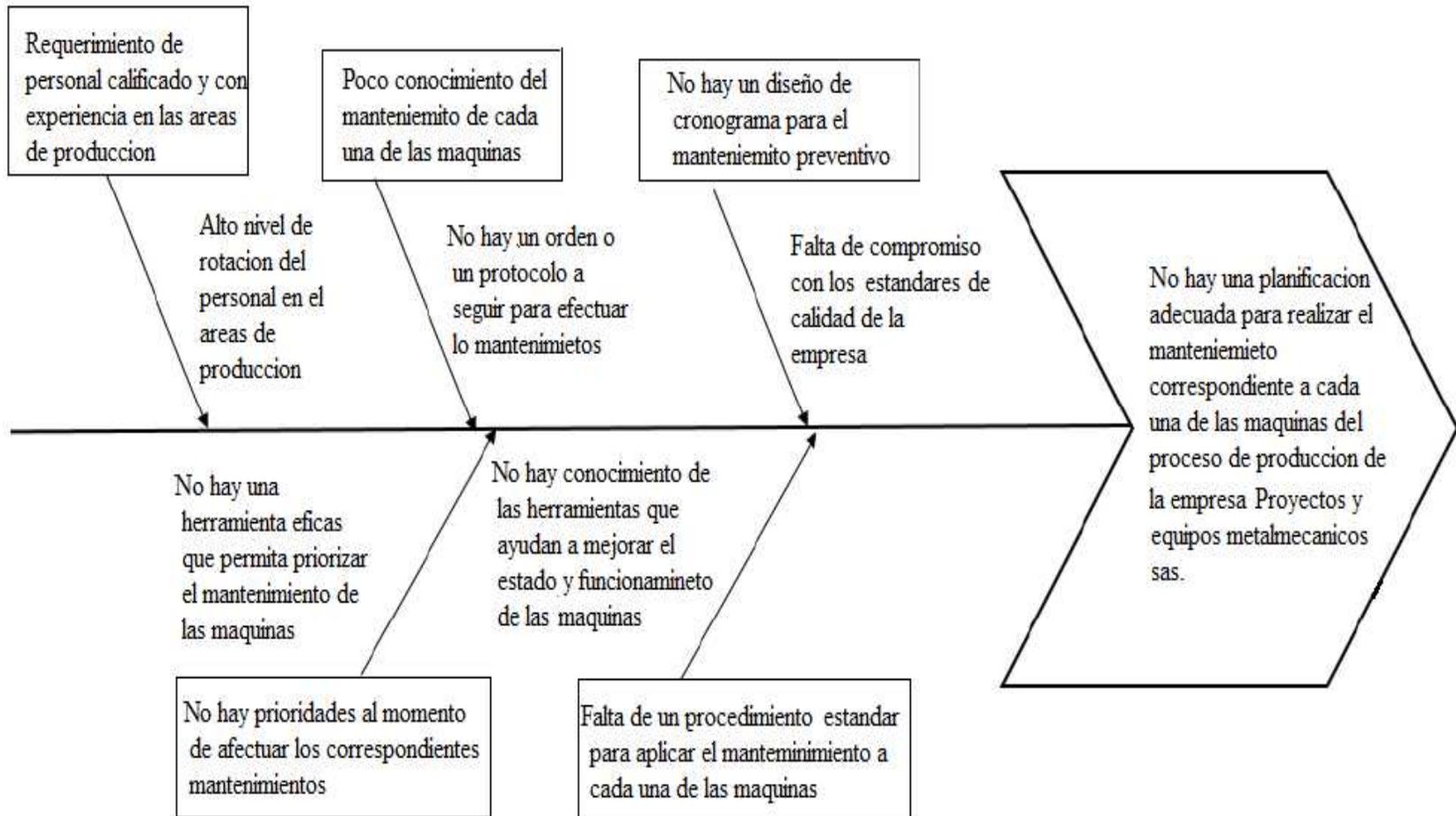


Ilustración 1

Fuente: elaboración propia tomada de Kaoru Ishikawa - 1943

Propuesta de investigación

Este trabajo de investigación se desarrolla una propuesta para la empresa de producción Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s., s.a.s.

El problema principal que se encontró en esta investigación, es que no hay una planificación adecuada para realizar el mantenimiento correspondiente a cada una de las maquinas del proceso de produccion de la empresa, esto genera una falta de disponibilidad en el conjunto de máquinas y las deficientes condiciones para la operación, lo que genera los bajos estándares de calidad en el producto terminado, del cual se hace una propuesta para implementar la herramienta del TPM.

Adicional podemos hablar de una implementación del sistema OEE, la forman tres razones de análisis que permiten determinar lo que falta para llegar al 100% de la productividad. Con esto podemos determinar el tiempo que se ha perdido por disponibilidad (paradas de la maquinaria), eficiencia (no se trabajó con toda la capacidad) o calidad (unidades defectuosas). Herramienta que permite tener en cuenta todos los parámetros e indicadores de las máquinas de la cadena de producción de la empresa mencionada.

Justificación

Hoy por hoy las empresas están prefiriendo el mejoramiento continuo, debido a los requerimientos del mercado y la libre competitividad, por ello la aceptación de nuevas habilidades para continuar con altos niveles competitivos se hace necesario, y una de ellas es el sistema de indicadores OEE, herramienta que permite conseguir los objetivos productivos propuestos por la empresa, ofreciendo la información necesaria para la toma de decisiones en la empresa.

Para la empresa, una mejora en la disponibilidad de las máquinas, acompañada de una disminución de los costos por mantenimiento, permitirá conseguir beneficios, una mayor rentabilidad operacional y un menor impacto ambiental, lo cual permitirá mejorar la competitividad de la empresa

Se ha decidido trabajar este proyecto pues el objetivo principal es diseñar una propuesta del TPM en la empresa, es una oportunidad para demostrar los beneficios de un buen mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y el sistema de indicadores de productividad OEE, la finalidad de cada uno de estos es preservar y/o restaurar las máquinas y herramientas utilizadas en el área de producción de la empresa.

Adicional se puede decir que gracias al mantenimiento productivo total, varias empresas del país han logrado reducir los costos de su producción, logrado un máximo aprovechamiento de recursos y maquinaria haciendo de sus líneas de producción las más efectivas al momento de realizar un trabajo productivo.

Con el fin de diseñar la propuesta del TPM y la herramienta OEE, para utilizarlas de la manera más eficiente y lograr que todos aporten de su intelecto para la implementación y mejora de las herramientas.

De esta manera lograr que la empresa sea más competitiva, con tecnología de alta calidad, logrando así un reconocimiento de confiabilidad y demostrando el reflejo de los beneficios económicos en cuanto al recurso humano y material y disponibilidad entre otros, de esta manera lograr una reducción en el costo de producción y otorgar más beneficios para el consumidor final.

Objetivos

Objetivo general

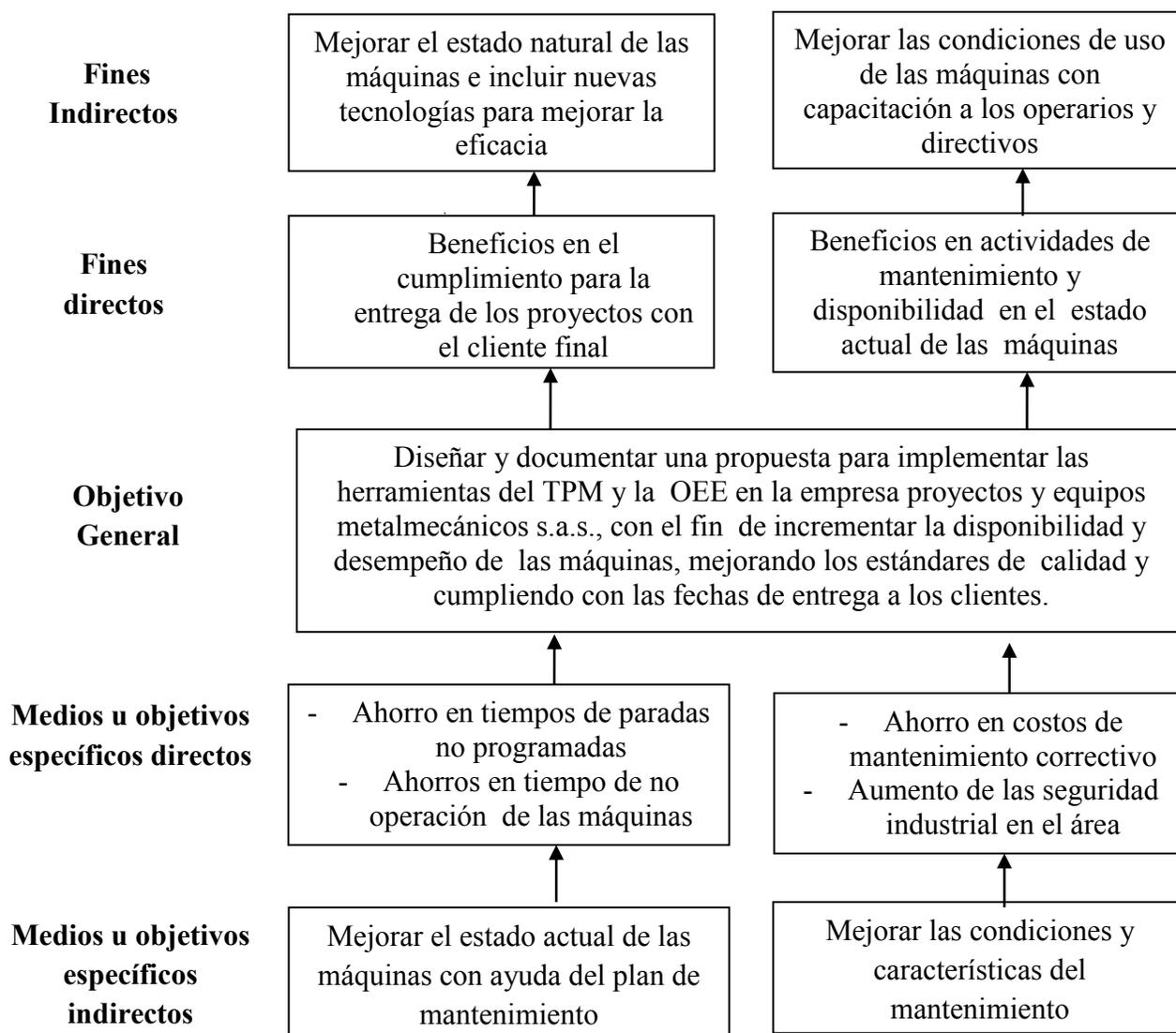
Diseñar y documentar una propuesta para implementar las herramientas del TPM y la OEE en la empresa Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s., con el fin de incrementar la disponibilidad y desempeño de las máquinas, mejorando los estándares de calidad y cumpliendo con las fechas de entrega a los clientes.

Objetivos específicos

- Hacer un diagnóstico actual de la empresa frente a los requerimientos del TPM y la herramienta OEE.
- Presentar una propuesta para capacitar al personal de la empresa en las generalidades de las herramientas OEE y el TPM.
- Con el diagnóstico, plantear los pilares del TPM que se van a implementar para atacar los problemas encontrados y la metodología para la herramienta OEE.
- Diseñar y estructurar los pilares a implementar y la metodología a utilizar para poder evaluar los resultados de la herramienta OEE y los beneficios del TPM.
- Determinar económicamente, si la propuesta de implementación es rentable para la empresa y que beneficios se obtienen.

Arbol de objetivos

A continuación se presenta la elaboración de un árbol de objetivos, donde hemos identificado un problema central. En este orden, se constituyen los objetivos, partiendo de un árbol de problemas (causa-efecto) donde lo que haremos es buscar la situación contraria (situación positiva) de lo detallado anteriormente.



Marco referencial

Mantenimiento

Esto se basa principalmente en la puesta a punto para lograr un excelente estado de operación de las máquinas, equipos y herramientas que se utilizan en un proceso determinado, realizando a tiempo las respectivas inspecciones, para poder poner en marcha las respectivas, modificaciones, ajustes, calibración construcción, reinstalación y de ser el caso reemplazo, de cada una de las partes de una máquina, seguidos de un concepto técnico y las guías correspondientes para la aplicación de las instrucciones para la manutención de las máquinas y equipos.

Mantenimiento productivo total

Según el ingeniero en mantenimiento mecánico Rafael María Baralt de la república bolivariana de Venezuela, de la universidad nacional experimental Rafael María Baralt del programa ingeniería y tecnología.

El afirma lo siguiente: en realidad el TPM es una evolución de la manufactura de calidad total, derivada de los conceptos de calidad con que el Dr. w. Edwards Deming's influyó tan positivamente en la industria japonesa. El Dr. Deming inició sus trabajos en Japón a poco de terminar la 2a. guerra mundial.

Como experto en estadística, Deming comenzó por mostrar a los japoneses cómo podían controlar la calidad de sus productos durante la manufactura mediante análisis estadísticos. Al combinarse los procesos estadísticos y sus resultados directos en la calidad con la ética de trabajo propia del pueblo japonés, se creó toda una cultura de la calidad, una nueva forma de vivir. De ahí surgió tqm, "total quality management" un nuevo estilo de manejar la industria.

En los años recientes se le ha denominado más comúnmente como "total quality manufacturing" o sea manufactura de calidad total. Cuando la problemática del mantenimiento

fue analizada como una parte del programa de tqm, algunos de sus conceptos generales no parecían encajar en el proceso. Para entonces, ya algunos procedimientos de mantenimiento preventivo (pm) -ahora ya prácticamente obsoleto (nt) se estaban aplicando en un gran número de plantas.

Usando las técnicas de pm, se desarrollaron horarios especiales para mantener el equipo en operación. Sin embargo, esta forma de mantenimiento resultó costosa y a menudo se daba a los equipos un mantenimiento excesivo en el intento de mejorar la producción. Se aplicaba la idea errónea de que "si un poco de aceite es bueno, más aceite debe ser mejor". Se obedecía más al calendario de pm que a las necesidades reales del equipo y no existía o era mínimo el involucramiento de los operadores de producción. Con frecuencia el entrenamiento de quienes lo hacían se limitaba a la información (a veces incompleta y otras equivocadas), contenida en los manuales.

La necesidad de ir más allá que sólo programar el mantenimiento de conformidad a las instrucciones o recomendaciones del fabricante como método de mejoramiento de la productividad y la calidad del producto, se puso pronto de manifiesto, especialmente entre aquellas empresas que estaban comprometiéndose en los programas de calidad total. Para resolver esta discrepancia y aún mantener congruencia con los conceptos de tqm, se le hicieron ciertas modificaciones a esta disciplina. Estas modificaciones elevaron el mantenimiento al estatus actual en que es considerado como una parte integral del programa de calidad total.

El origen del término "mantenimiento productivo total" (TPM) se ha discutido en diversos escenarios. Mientras algunos afirman que fue iniciado por los manufactureros americanos hace más de cuarenta años, otros lo asocian al plan que se usaba en la planta nippondenso, una manufacturera de partes eléctricas automotrices de Japón a fines de los 1960's. Seiichi Nakajima un alto funcionario del instituto japonés de mantenimiento de la planta, (jipm), recibe el crédito de haber definido los conceptos de TPM y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón.

Los libros y artículos de nakajima así como otros autores japoneses y americanos comenzaron a aparecer a fines de los 1980's. En 1990 se llevó a cabo la primera conferencia en la materia en los EE.UU. hoy día, varias empresas de consultoría están ofreciendo servicios para asesorar y

coordinar los esfuerzos de empresas que desean iniciar sus plantas en el promisorio sistema de TPM.

¿Qué es el TPM?.

TPM (total productive maintenance), que traducido al español es mantenimiento productivo total.

La finalidad de esta herramienta, es crear una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas, que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una empresa, ya sea manufacturaria o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación dura y sistemática de las fallas de los procedimientos operativos.

Permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

Las metas del mantenimiento TPM.

- Maximizar la eficacia de los equipos.
- Involucrar en el mismo a todas las personas y equipos que diseñan, usan o mantienen los equipos.
- Obtener un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida del equipo.
- Involucrar a todos los empleados, desde los trabajadores a los directivos.
- Promover el TPM mediante motivación de grupos activos en la empresa.
- Objetivos del mantenimiento productivo total
- Los objetivos que busca este mantenimiento son:
 - Cero averías en los equipos.
 - Cero defectos en la producción.
 - Cero accidentes laborales.
 - Mejorar la producción.
 - Minimizar los costes.

Estas operaciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, obteniendo unos mínimos costes de producción, logrando una alta moral en el trabajo y una excelente imagen de empresa. No solo debe participar las áreas productivas, se debe buscar la eficiencia general de la empresa, con la participación de cada una de las personas de todos los departamentos de la empresa.

La obtención de las "cero pérdidas" se debe lograr a través de la promoción de trabajo en equipo, comprometidos y capacitados para lograr cada uno de los objetivos personales, de área y de la empresa en su totalidad.

Objetivos de la implantación del TPM.

Aspectos operativos.

Los objetivos que puede facilitar a una organización la implantación del TPM se dividen en los siguientes aspectos:

Aspectos estratégicos.

Beneficia la construcción de capacidades competitivas de las operaciones de la empresa, gracias a su enfoque a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y mantenimiento del "conocimiento" industrial.

Su principal intención en los ejercicios diarios es que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdida, mejorar la eficacia de los equipos y emplear realmente la capacidad instalada.

Aspectos organizativos.

Inicialmente busca mejorar el trabajo en equipo, aumento de la moral en cada trabajador, organizar un lugar donde cada persona pueda contribuir lo mejor de cada uno, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente gratificante. (Baralt. 2018.)

Características del TPM.

Entre las características más específicas que se tienen son:

Realizar acciones de mantenimiento en todas las fases del ciclo de vida del equipo.

Amplia participación de cada una de las personas de la empresa.

Ver la herramienta como una estrategia global de empresa, en vez de verla como un sistema para mantener las máquinas.

Encaminado a la mejora de la efectividad global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos disponibles y funcionando.

Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.

Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

Beneficios de la implementación del TPM.

Beneficios organizativos.

- Mejora del ambiente laboral
- Mejor control en cada operación de la empresa
- Incremento de la moral del empleado
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas
- Permanente aprendizaje
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.
- Eficacia en las redes de comunicación.

Beneficios en la seguridad.

- Mejorar las condiciones ambientales
- Cultura de prevención de los sucesos perjudiciales para la salud.
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas
- Entender el porqué de ciertas normas, en lugar de como hacerlo.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

Beneficios en la productividad

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos
- Reducción de los costes de mantenimiento
- Mejora de la calidad del producto final.
- Menor coste financiero por recambios.
- Mejora de la tecnología de la empresa
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado

Inconvenientes del mantenimiento productivo total.

- Proceso de implementación lento y costoso.
- Cambio de hábitos productivos.
- Implicación de trabajar juntos todos los escalafones laborales de la empresa.
- Factores clave para el éxito de un plan de mantenimiento productivo total TPM
- Compromiso e implicación de la dirección en la implantación del plan TPM.

- Creación de un sistema de información y el software necesario para su análisis y aprovechamiento.
- Optimización de la gestión de recursos, como stock, servicios, etc.

Nota. Baralt 2018

Pilares del TPM



¿Qué son los pilares TPM?

Los procesos fundamentales han sido llamados por el jipm como "pilares". Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados por el jipm como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son:

Mejoras enfocadas o kobetsu kaizen.

Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la efectividad global de equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de las 16 pérdidas existentes en las plantas industriales.

Mantenimiento autónomo o jishu hozen.

Una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

Mantenimiento planificado o progresivo.

El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.

Mantenimiento de calidad o hinshitsu hozen.

Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del

equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. El mantenimiento de calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante.

Prevención de mantenimiento.

Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costes de mantenimiento durante su explotación. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

Los cinco pilares del desarrollo de TPM

- 1) llevar a cabo actividades de mejora diseñadas para aumentar la eficacia del equipo (eliminando las seis grandes pérdidas).
- 2) establecer un sistema de mantenimiento autónomo que se realice por los operarios, después de que hayan sido debidamente capacitados y hayan adquirido la destreza para que puedan prevenir y corregir fallas.
- 3) establecer un sistema de mantenimiento planificado.
- 4) establecer cursos de formación (capacitación) permanente a los trabajadores y aumentan su nivel técnico.
- 5) establecer un sistema para que el desarrollo de mantenimiento productivo y la gestión temprana del equipo.

Sistema de gestión OEE (eficiencia general de los equipos)

La herramienta OEE se utiliza para mejorar los procesos de producción y está relacionada directamente con los costos de la operación. La herramienta OEE informa sobre las pérdidas de tiempo y cuellos de botella del proceso, relaciona la toma de decisiones financiera y el beneficio de las operaciones de la empresa, ayuda a demostrar el beneficio de nuevas prácticas de inversiones. Además, los aspectos de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc., de la planificación definida por la empresa.

Finalmente, la OEE es la herramienta para cumplir con los requerimientos de calidad y de mejora continua exigidos por la certificación iso 9000.

Es una herramienta que ajusta varios aspectos de la producción y puntos de referencia para suministrar información sobre cada proceso de producción. Es una herramienta de Evaluación comparativa que sirve para evaluar los diferentes componentes de los procesos de producción (por ejemplo, disponibilidad, rendimiento y calidad) – y se utiliza para medir las mejoras reales en 5s, manufactura lean, TPM, kaizen y seis sigma.

Se dice que abarca todas las medidas primordiales, porque del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible saber si lo que falta hasta el 100% se ha perdido por disponibilidad de los siguientes ítems:

- Eficiencia y calidad
- La maquinaria estuvo cierto tiempo parada
- La maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total
- Se han producido unidades defectuosas
- Cálculo del OEE

El OEE resulta de multiplicar otras tres razones porcentuales: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad.

OEE = disponibilidad * rendimiento * calidad

< <http://world-class-manufacturing.com/es/OEE/OEE-calculation.html>> [citado 25 marzo de 2018]

Indicadores de gestión.

En este aspecto hay que seguir un objetivo de trabajo, para el área de mantenimiento, que consiste en lograr y respaldar unos índices de máxima confiabilidad y disponibilidad a favor de la producción, esto los podemos establecer siguiendo la efectividad del mantenimiento.

Todos estos aspectos deben ser medibles, para poder llevar a cabo una correspondiente Evaluación y seguir con su análisis, con estos datos pronosticar su comportamiento.

Podemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Disponibilidad
- Fiabilidad
- Indicador de accidentabilidad
- Indicador de costos de mantenimiento preventivos por mantenimiento totales

Para obtener las evaluaciones correctas de los anteriores aspectos lo podemos conseguir con las siguientes formulas.

Disponibilidad.

De este aspecto podemos decir que es el más importante ya que es el principal socio del mantenimiento, ya que esta disponibilidad puede limitar y afectar la capacidad de producción.

Podemos nombrar la ecuación de la disponibilidad teórica:

$$d = \frac{t_o}{t_o + t_p}$$

Dónde:

To= tiempo total de operación

Tp= tiempo total de parada

Estos periodos de tiempo no incluyen los tiempos de paradas planificadas, ya sea por los mantenimientos planificados, o por paradas de producción, estas no se toman en cuenta por que no son paradas por fallos.

Lo anterior solo se enfoca en la definición natural de la disponibilidad y nosotros vamos en búsqueda de la disponibilidad de forma más práctica a través de los tiempos de fallos y reparaciones.

De esto partimos que la disponibilidad depende de:

- Frecuencia de las fallas
- Tiempo para rehabilitar la operación

Esto nos lleva a la siguiente ecuación:

$$d = \frac{t_{pef}}{e_{tef} + t_{ppr}}$$

Dónde:

T_{pef} = tiempo promedio entre fallos

T_{ppr} = tiempo promedio de reparación

Fiabilidad.

Es el valor de credibilidad de que un equipo desempeñe sus funciones con el mayor éxito establecido, durante un tiempo establecido y las condiciones requeridas para su operación.

El análisis de las fallas se lleva a cabo por la medida del desempeño de los diferentes equipos, para llegar a esto se evalúa con la medida de tiempo promedio entre fallas (t_{pef}), el tiempo promedio de fallas mide el tiempo promedio que está capacitado de operar la máquina a toda capacidad, sin interrupción, dentro de un periodo de tiempo establecido.

$$tpef = \frac{hrop}{\sum nt \text{ fallas}}$$

Dónde:

Hrop = horas de operación

Ntfallas = número de fallas detectadas

Indicador de accidentalidad.

Este indicador está asociado directamente con el concepto de mantenimiento como un negocio, estos indicadores actúan con los factores ajenos al mantenimiento, como es el caso de accidentes y horas de funcionamiento de una máquina en una planta, y lo encontramos muy útiles para gestionar las operaciones del mantenimiento.

$$\text{indicador} = \frac{\text{número de accidentes}}{\text{horas trabajadas (días)}} \times 100$$

Indicadores de costos de mantenimiento preventivos por mantenimientos totales.

Este indicador sirve como una medida para la utilización de las técnicas preventivas apropiadas en diferencia de las correctivas.

$$cptc = \frac{cp}{ctm}$$

Dónde:

Cptc = costo de mantenimiento preventivo por mantenimientos totales

Cp = costo preventivo

Ctm = costo total mantenimiento (preventivo + correctivo)

Marco metodológico

Tipo de investigación

Partiendo del objetivo principal del trabajo de investigación podemos determinar que el enfoque de la investigación es cuantitativo, donde hay que seguir una serie de pasos organizados metódicamente para cumplir con el objetivo general del proyecto donde hay que seguir paso a paso cada una de las etapas del proyecto de investigación.

Teniendo en cuenta el enfoque de la investigación, podemos determinar el alcance de esta y asumiendo los objetivos específicos, donde se determina que el trabajo de investigación tiene estudios relacionados con la descripción y la definición del problema de la empresa Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s., s.a.s. ya que tenemos como fin analizar las causas para llegar a una determinada solución.

Proceso metodológico

La metodología que se va a emplear en la investigación está basada en la representación específica de la forma como se maneja la empresa a través de las diferentes etapas con el objetivo de lograr un eficiente funcionamiento de la empresa.

Etapas 1.

- Investigar cómo se maneja la información del mantenimiento en la empresa.
- Tener contacto con los operarios de cada una de las máquinas y equipo para saber que tanto utilizan las recomendaciones e indicaciones del fabricante.

Etapas 2.

- Verificar la calidad de los repuestos e insumos utilizados para las diferentes reparaciones de las máquinas y equipos.
- Inspeccionar los repuestos de las máquinas y notificar si cumplen las condiciones óptimas para el mantenimiento.
- Realizar un estudio de las máquinas y equipos con ayuda de manuales y catálogos
- Recopilar la información adicional basada en las diferentes experiencias del personal operativo de cada una de las máquinas.

- Realizar los respectivos formatos para la notificación de los comentarios que se generan con la anterior información.

Etapa 3.

- Diseñar la propuesta del TPM y la OEE para poder demostrar los beneficios de las herramientas con el fin de observar y obtener resultados esperados en cuanto a la disminución de los costos.
- Con ayuda de la aplicación de las herramientas observar las mejoras en la disponibilidad y eficiencia de las máquinas y equipos.
- Realizar las respectivas recomendaciones y conclusiones del caso con ayuda de las experiencias vividas en la investigación.

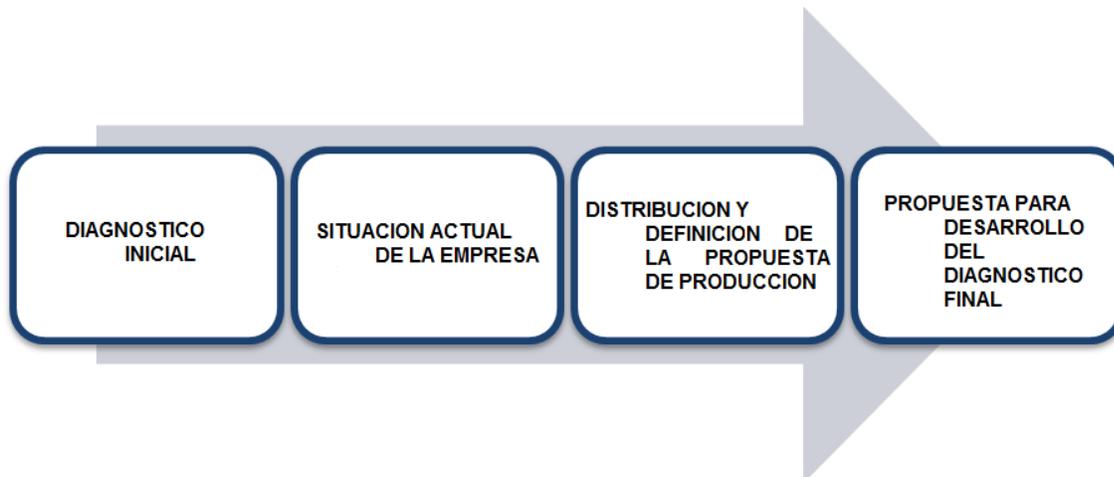


Ilustración 8 metodología de desarrollo

Diagnóstico de mantenimiento.

Diagnóstico del TPM.

Teniendo en cuenta la información obtenida gracias a las rutinas de inspección que se realizaron se pone en evidencia el volumen de trabajo especificado en kilogramos de soldadura en los últimos seis meses detallado en kilogramos de soldadura del mes de septiembre del 2017 a febrero de 2018.

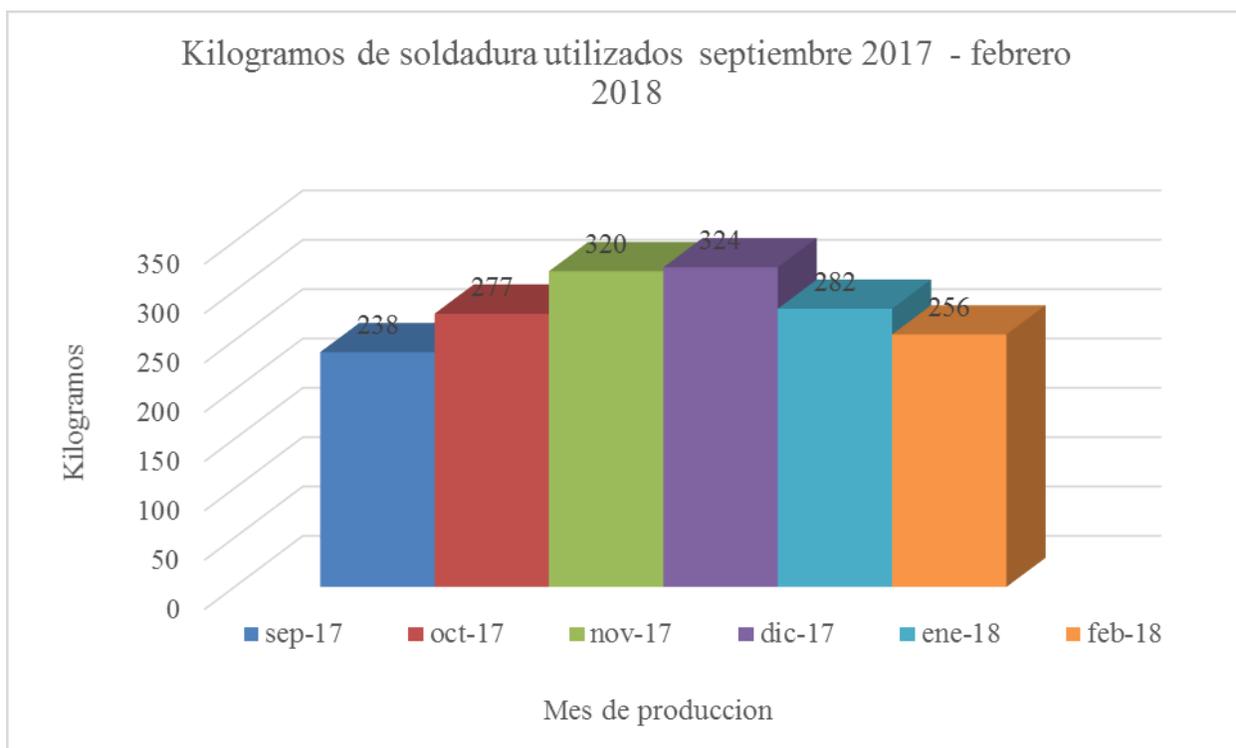


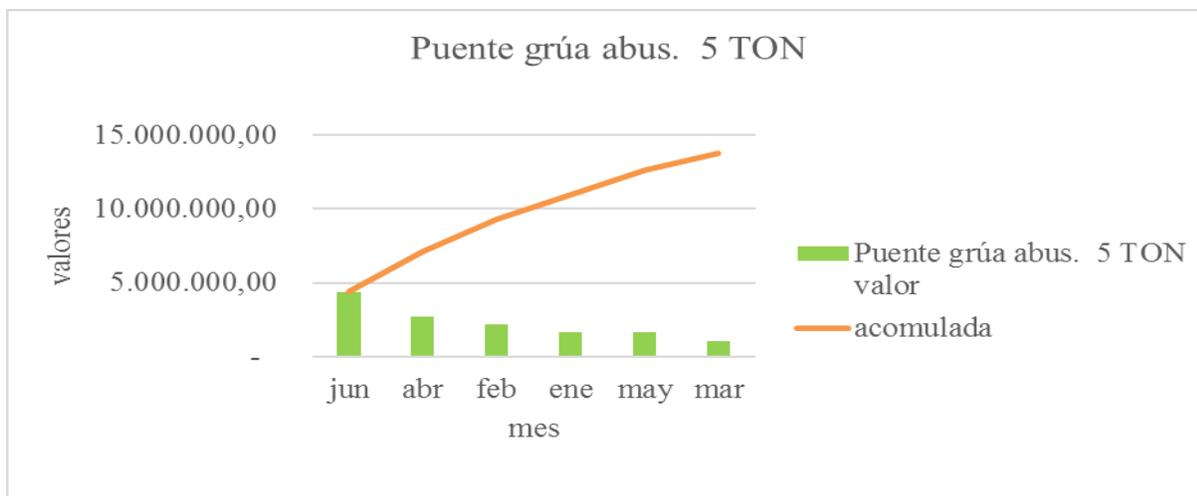
Figura. Kilogramos de soldadura utilizados septiembre 2017 – febrero 2018- elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra el costo del mantenimiento de cada una de las maquinas utilizadas en el proceso de fabricación de las estructuras en la empresa, se describe el valor maquina por máquina, llegando así a una recopilación de información más detallada. Con esto deducimos el mes donde hubo más gasto en mantenimiento.

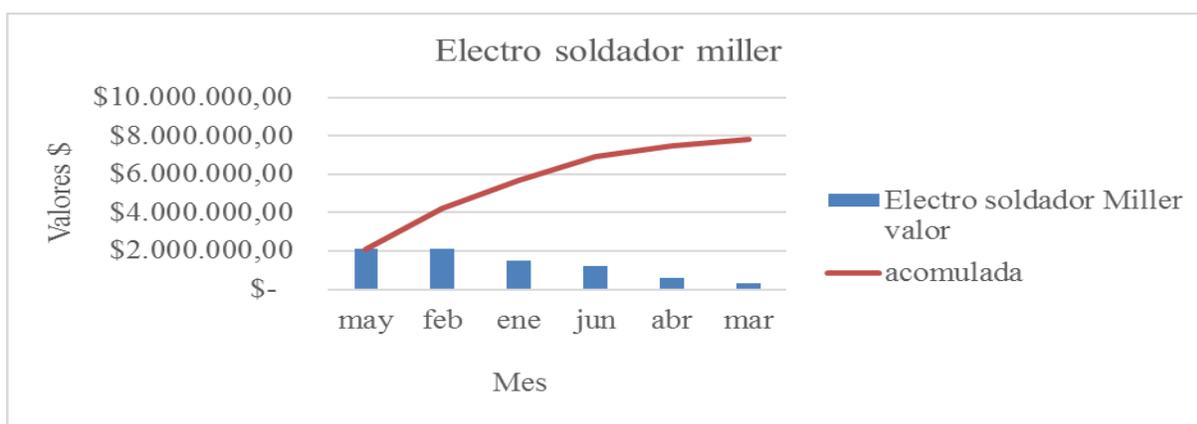
máquinas	Sep.	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Puente grúa abus. 5 TON	\$ 1.650.000	\$ 2.200.000	\$ 1.100.000	\$ 2.750.000	\$ 1.650.000	\$ 4.400.000
Electro soldador Miller	\$ 1.500.000	\$ 2.100.000	\$ 300.000	\$ 600.000	\$ 2.100.000	\$ 1.200.000
Electro soldador Stanley	\$ 1600.000	\$ -	\$ 80.000	\$ -	\$ 80.000	\$ -
Inversor soldador Lincoln	\$ 1.250.000	\$ 750.000	\$ 1.250.000	\$ 500.000	\$ 1.500.000	\$ 1.000.000
Compresor de aire Siemens 200 psi	\$ -	\$ 250.000	\$ 500.000	\$ -	\$ 500.000	\$ 250.000
Taladro de árbol 350 w	\$ 360.000	\$ 240.000	\$ -	\$ 240.000	\$ 240.000	\$ 240.000
Pulidora de mano black and decker	\$ -	\$ 120.000	\$ -	\$ -	\$ 280000	\$ -
Tortuga de oxicorte	\$ 250.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 250.000	\$ -
Taladro de mano	\$ -	\$ 220.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Taladro de perforación magnético 220 v	\$ 250.000	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 250.000	\$ 50.000	\$ 50.000
Mototool DeWALT	\$ -	\$ -	\$ 150.000	\$ -	\$ 150.000	\$ -
total	\$6.760.000	\$5.930.000	\$3.280.000	\$4.140.000	\$6.370.000	\$7.140.000
Total mantenimiento 6 meses			\$33.620.000			

Tabla. Costo de mantenimiento de máquinas septiembre 2017 – febrero 2018 – elaboración propia

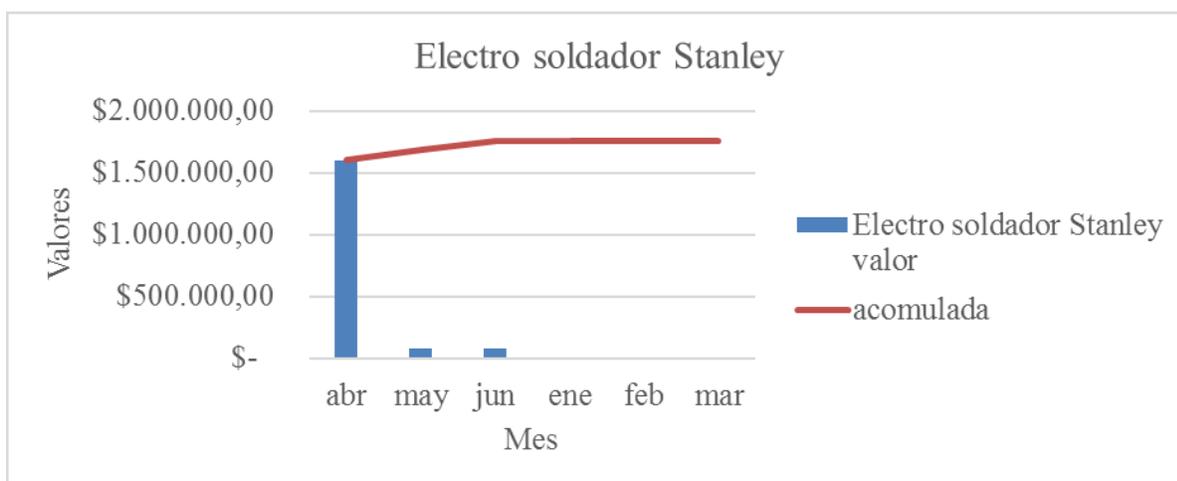
A continuación se muestra la relación del costo de mantenimiento de cada maquina, haciendo un comparativo con las suma de los seis meses y el costo de cada mes, con el fin de evidenciar cual fue el mes donde el mantenimiento tuvo mayor costo.



Grafica. Costo en pesos mantenimiento puente grua abus 5 TON.



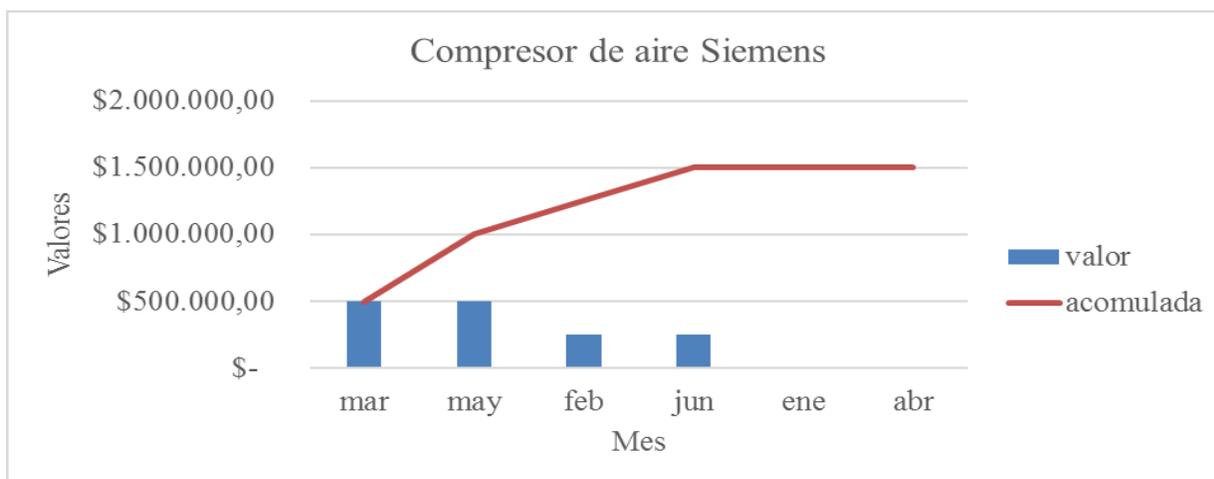
Grafica. Costo en pesos mantenimiento electro soldador miller.



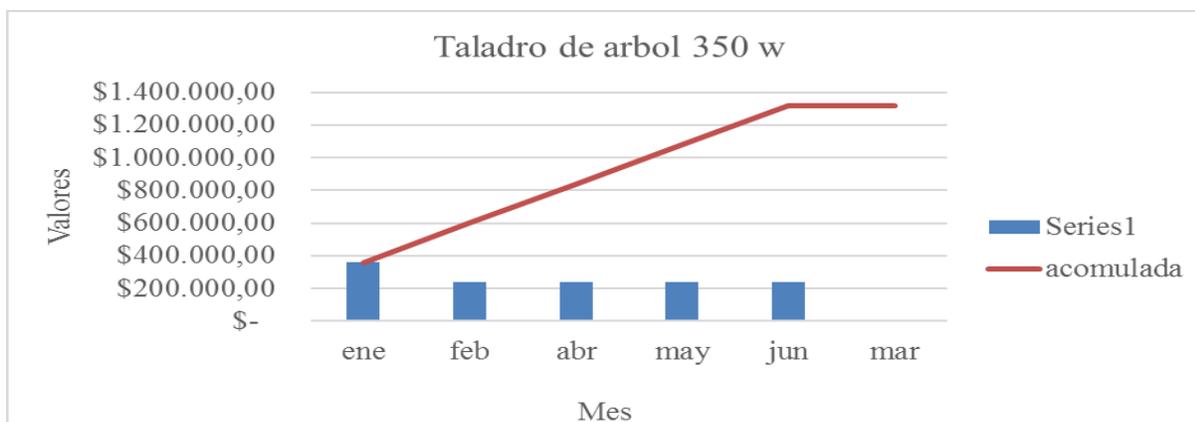
Grafica. Costo en pesos mantenimiento electro soldador Stanley.



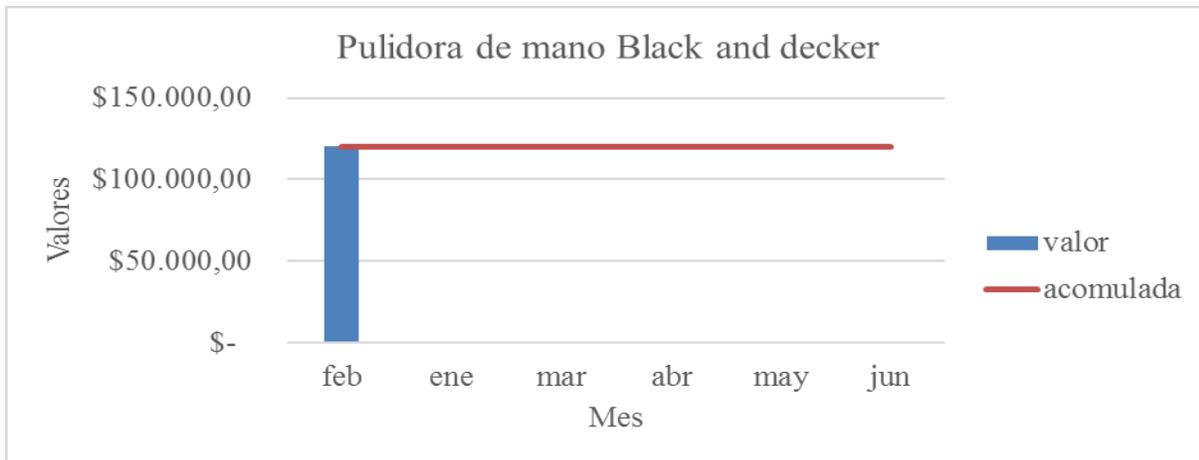
Grafica. Costo en pesos mantenimiento inversor soldador lincoln.



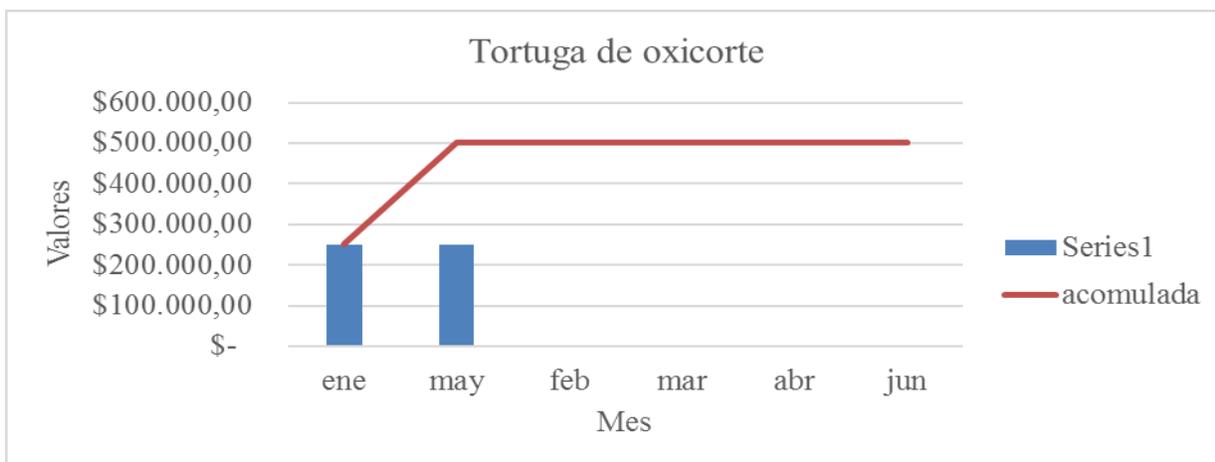
Grafica. Costo en pesos mantenimiento compresor de aire siemesns.



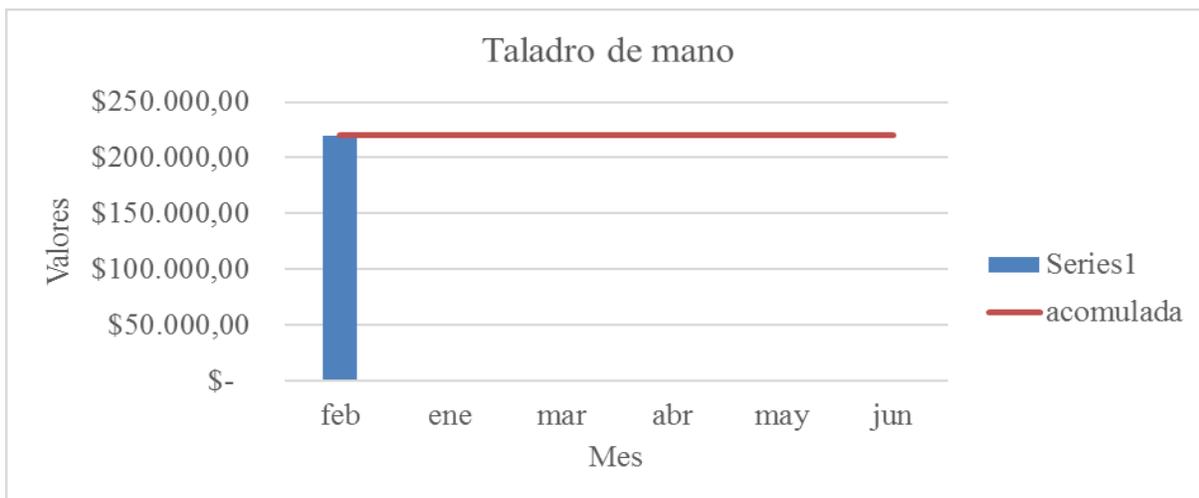
Grafica. Costo en pesos mantenimiento taladro de arbol 350 w.



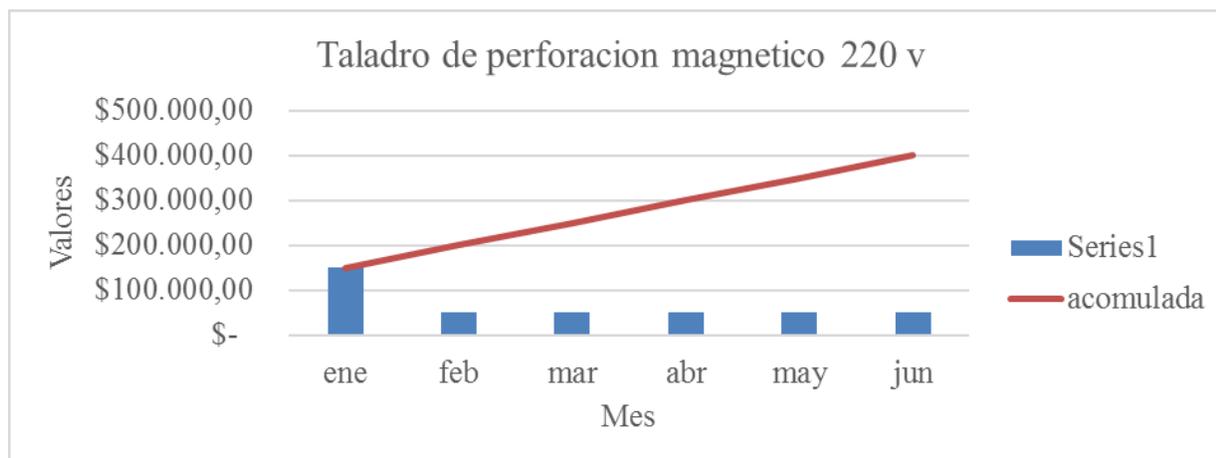
Grafica. Costo en pesos mantenimiento pulidora de mano black and deecker.



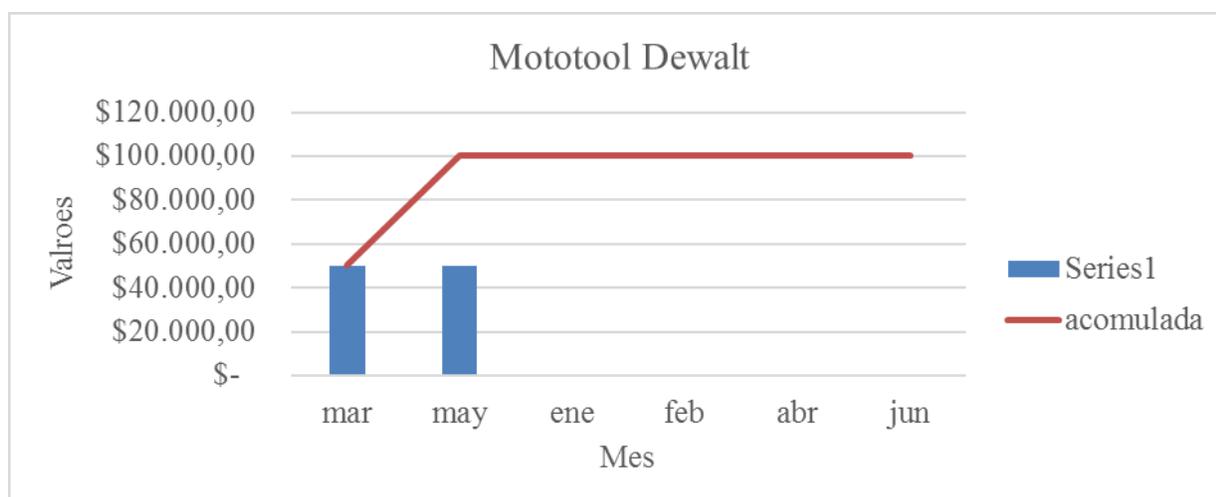
Grafica. Costo en pesos mantenimiento tortuga de oxicorte.



Grafica. Costo en pesos mantenimiento taladro de mano.

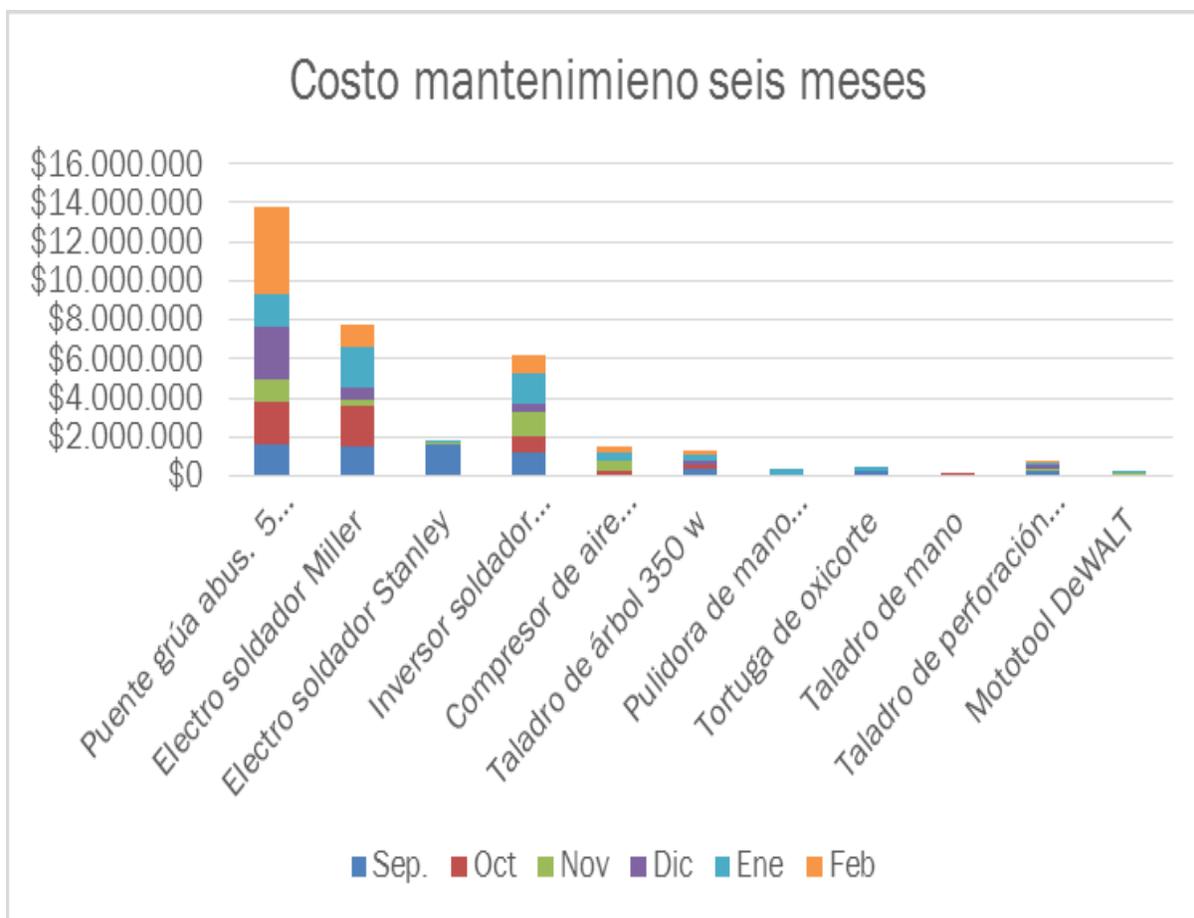


Grafica. Costo en pesos mantenimiento taladro de perforacion magnetico 220 v.



Grafica. Costo en pesos mantenimiento mototool dewalt.

En el siguiente grafico se muestran las maquinas que se estudiaron, se analizan las maquinas que tuvieron mayor costo en mateniemitno con el fin de que sean la base para poner en marcha el plan de manteniemitno y lograr evidensiar con mas certeza el beneficio de la propuesta.



Grafica. Costo en pesos mantenimiento equipos para el proceso de producción.

A continuación se muestran en los gastos de operación como los servicios públicos, la nómina administrativa y de producción seguros y otros gastos que tienen influencia en el presupuesto de la empresa.

	Costos de operación septiembre 2017- febrero 2018					
	Sep.	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Servicios públicos	\$8.181.390	\$8.114.390	\$8.061.370	\$8.713.860	\$8.952.150	\$8.022.110
Nomina administrativa	\$7.313.151	\$7.655.900	\$7.588.000	\$7.514.000	\$7.605.700	\$7.795.160
Nomina operarios	\$28.920.000	\$32.088.000	\$37.080.000	\$36.612.000	\$31.652.000	\$26.784.000
Impuestos	\$3.780.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Mantenimiento vehículos	\$3.976.000	\$3.976.000	\$3.976.000	\$3.976.000	\$3.976.000	\$3.976.000
Mantenimiento máquinas	\$5.760.000	\$6.930.000	\$3.220.000	\$1.010.000	\$7.480.000	\$7.880.000
Total	\$57.930.541	\$58.764.290	\$59.925.370	\$57.825.860	\$59.665.850	\$54.457.270

Tabla. Costos de operación mensual septiembre 2017 – febrero 2018 – elaboración propia

Con todos los datos obtenidos se concluye falta de evidencias en la empresa, información que es de gran importancia para poder evaluar los problemas que está sucediendo en la empresa y poder dar solución a los mismos, gracias al diligenciamiento de los formatos que se trabajaron en el principio de la investigación, ha sido más fácil detectar las falencias de la empresa.

puntaje	Evaluación
3	BUENO
2	REGULAR
1	MALO

Tabla 1. Puntaje de Evaluación. nota: autoría propia.

Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,				
pilar mejora enfocada				
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.		0001
		revisión no.		0001
		pagina		01 de 01
		fecha:		07 mar 2018
n°	actividades a auditar	cumple	no cumple	observaciones
1	Se presentan pérdidas por movimientos innecesarios de los operarios		x	El personal debe acudir a una persona externa para solucionar los problemas que presenta la máquina.
2	El operario debe solucionar de manera empírica el problema que presenta la máquina para poder dar continuidad a su proceso.		x	La demora en uno de los procesos retrasa todo el proceso debido a que en este tipo de actividades se deben realizar en un orden y tiempos específicos.
3	Existe un plan de acción para cambios y ajustes no programados		x	No se evidencia
4	Se han presentado fallas en las herramientas auxiliares		x	Las herramientas que se utilizan para el mantenimiento de las máquinas no se encuentran en óptimas condiciones.
5	Se llevan registros de los días que las máquinas se encuentran paradas y el motivo por el cual sucedió.		x	No se llevan registros ni formatos para evidenciar los días en que las máquinas permanecen inactivas.
6	Se llevan indicadores de los sobrecostos por las actividades realizadas.		x	no llevan indicadores que permitan medir los resultados para tomar acciones
7	Cuentan con herramientas que permitan disminuir las fallas y defectos para dar solución rápida.		x	La empresa no utiliza herramientas ingenieriles en ninguno de los departamentos de la empresa.
8	La gerencia gestiona los recursos para minimizar las pérdidas en las áreas de producción		x	La gerencia se encuentra dispuesta a escuchar propuesta que minimicen los costos por el mantenimiento de las máquinas
Auditado por:			Cristian Triana	
Responsable:			Gerente general.	

Evaluación de mejora enfocada			
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.	0002
		revisión no.	0002
		pagina	01 de 01
		fecha:	o7 mar 2018
n°	actividades a auditar	valoración por puntos	observaciones
1	Se presentan pérdidas por movimientos innecesarios de los operarios	2	Los operarios desconocen como manipular las máquinas y su correcto uso.
2	El operario debe solucionar de manera artesanal el problema que presenta la máquina para poder dar continuidad a su proceso.	3	No hay un manual de procedimientos que instruya al personal de cómo solucionar de manera eficiente y rápida el problema que presenta la máquina o en su defecto que informe a las personas encargadas.
3	Existe un plan de acción para cambios y ajustes no programados	1	No se encuentran cronogramas de actividades específicas que deben efectuar los operarios
4	Se han presentado fallas en las herramientas auxiliares	1	Las herramientas de uso para el mantenimiento se encuentran en mal estado y desordenadas.
5	Se llevan registros de los días que las máquinas se encuentran paradas y el motivo por el cual sucedió.	1	Los registros que se toman como recopilación de la información son los suministrados por las estudiantes de la propuesta.
6	Se llevan indicadores de los sobre costos por las actividades realizadas.	2	La empresa desconoce los sobre costos que le está generando la falta de un mantenimiento productivo total (TPM).
7	Cuentan con herramientas que permitan disminuir las fallas y defectos para dar solución rápida.	3	Las herramientas con las que se cuenta para el mantenimiento de las máquinas no se encuentran en buen estado y no tienen un orden o un lugar específico de organización.
8	La gerencia gestiona los recursos para minimizar las pérdidas en los departamentos de la empresa	3	La gerencia se encuentra dispuesta a escuchar propuestas que le permitan mejorar los ingresos y la rentabilidad, por lo que también autoriza los recursos necesarios para su posterior implementación
total puntos		16/24	
Análisis del evaluador: con 16 puntos tendría un total del 67% de cumplimiento de las actividades.			
Auditado por:		Cristian Triana	
Responsable:		Gerente general.	

Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,				
pilar mantenimiento autónomo				
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.		0003
		revisión no.		0003
		pagina		01 de 01
		fecha:		o7 mar 2018
n°	Actividades a auditar	Cumple	No cumple	Observaciones
1	Se realizan actividades de limpieza y mantenimiento diario de las máquinas	x	1e x	Estas actividades se realizan para la limpieza y preparación del área de trabajo de cada día
2	Se lleva el registro en formatos de las actividades de limpieza y mantenimiento de las máquinas.		x	No se diligencias formatos para el registro de información.
3	Existe un formato de procedimientos, claros y específicos para cada una de las máquinas.		x	No se diligencias formatos para el registro de información.
4	Se tienen fichas técnicas de las máquinas para hacer un correcto uso de ellas y la recomendación del fabricante.		x	Las fichas técnicas que se encuentran no son de la totalidad de las máquinas, no se encuentran en idioma español y no son claras para su comprensión.
5	Se proporciona al personal encargado del mantenimiento la indumentaria y herramientas necesarias para la ejecución de sus actividades.	x	5p x	Por el tipo de actividad se requiere de una rigurosa inspección de indumentaria y herramientas para su proceso de producción
6	Se lleva el registro de cada uno de los mantenimientos realizados por máquina, para realizar seguimiento y control.		x	No se diligencias formatos para el registro de información.
7	Las actividades de mantenimiento autónomo son seguras y de fácil comprensión para los operarios.		x	Las actividades de mantenimientos no se encuentran programadas.
8	Se cuenta con una herramienta que permita identificar la causa de las fallas.	x	8s x	Son claros para todo el personal de la organización los problemas que se evidencian entorno al mantenimiento.
Auditado por:		Cristian Triana		
Responsable:		Gerente general.		

Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,			
Evaluación de mantenimiento autónomo			
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.	0004
		revisión no.	0004
		pagina	01 de 01
		fecha:	o7 mar 2018
n°	Actividades a auditar	Valoración por puntos	Observaciones
1	se realizan actividades de limpieza y mantenimiento diario de las máquinas	3	El mantenimiento no se realiza a todas las máquinas del proceso.
2	Se lleva el registro en formatos de las actividades de limpieza y mantenimiento de las máquinas.	1	No se evidencia
3	Existe un formato de procedimientos, claros y específicos para cada una de las máquinas.	1	No se evidencia
4	Se tienen fichas técnicas de las máquinas para hacer un correcto uso de ellas y la recomendación del fabricante.	1	No se evidencia
5	Se proporciona al personal encargado del mantenimiento la indumentaria y herramientas necesarias para la ejecución de sus actividades.	3	El personal cuenta con la indumentaria y herramientas adecuadas para realizar sus actividades.
6	Se lleva el registro de cada uno de los mantenimientos realizados por máquina, para realizar seguimiento y control.	1	No se evidencia
7	Las actividades de mantenimiento autónomo son seguras y de fácil comprensión para los operarios.	1	No se evidencia
8	Se cuenta con una herramienta que permita identificar la causa de las fallas en las máquinas.	3	La empresa no cuenta con una herramienta que les permita hacer el registro de la causa por las que ocurren las fallas de las máquinas
	total puntos	14/24	
análisis del evaluador: con 14 puntos tendría un total del 58% de cumplimiento de las actividades			
Auditado por:		Cristian Triana	
Responsable:		Gerente general.	

Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,				
pilar mantenimiento planeado				
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.		0005
		revisión no.		0005
		pagina		01 de 01
		fecha:		o7 mar 2018
n°	Actividades a auditar	Cumple	No cumple	Observaciones
1	Se lleva un cronograma de actividades específicas a realizar.		x	No se evidencia
2	Se reportan las fallas diagnosticadas de las máquinas.		x	No se evidencia
3	Existe una persona responsable que haga cumplir las actividades de mantenimiento productivo total (TPM).		x	No se evidencia
4	El personal trabaja en equipo para la planeación de las actividades.		x	No se evidencia
5	Se realizan a tiempo las actividades programadas.		x	No hay una persona designada y con la autoridad para verificar la ejecución de las actividades
6	La empresa ejecuta las diferentes actividades del mantenimiento productivo total (TPM).		x	Este tipo de anomalías se evidencia cuando se utiliza al personal para actividades diferentes a las de sus funciones. Como por ejemplo el cargue y descargue de subproductos.
7	La entrega de dotación y herramientas que utilizan los operarios, se realiza en el tiempo programado.	x		Existe un stock de dotaciones en la empresa para hacer uso de ella en cualquier momento.
8	Cumple con las recomendaciones que hace el fabricante de las máquinas.		x	No se tienen las fichas técnicas de las máquinas.
Auditado por:		Cristian Triana		
Responsable:		Gerente general.		

Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,			
Evaluación de mantenimiento planeado			
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.	0006
		Revisión no.	0006
		pagina	01 de 01
		fecha:	o7 mar 2018
n°	Actividades a auditar	Valoración por puntos	Observaciones
1	Se lleva un cronograma de actividades específicas a realizar.	1	No se evidencia.
2	Se reportan las fallas diagnosticadas de las máquinas.	1	No se evidencia los registros por las fallas presentadas por cada una de las máquinas.
3	Existe una persona responsable que haga cumplir las actividades de mantenimiento productivo total (TPM).	3	La persona que se encuentra haciendo esta labor no cuenta con la capacitación, ni formación para la ejecución de esta actividad.
4	El personal trabaja en equipo para la planeación de las actividades.	3	si cumple
5	Existen retrasos en la ejecución de las actividades programadas.	1	Al no evidenciar actividades programadas, no es posible medir los retrasos.
6	El personal conoce la herramienta ingenieril mantenimiento productivo total (TPM).	1	El personal desconoce la herramienta de mantenimiento productivo total (TPM)
7	La entrega de dotación y herramientas que utilizan los operarios, se realiza en el tiempo programado.	3	La empresa mantiene un inventario en dotación (overoles, gorros, tapabocas, botas, guantes) y herramientas (cuchillos, chairas, entre otros)
8	La empresa cumple con las recomendaciones que hace el fabricante de las máquinas.	1	No hay un archivo de las fichas técnicas entregadas por los fabricantes de recomendaciones para el uso y limpieza de las máquinas
	total puntos	14/24	
análisis del evaluador: con 14 puntos tendría un total del 58% de cumplimiento de las actividades			
Auditado por:		Cristian Triana	
Responsable:		Gerente general.	

Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,				
pilar educación y entrenamiento				
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.		0007
		revisión no.		0007
		pagina		01 de 01
		fecha:		o7 mar 2018
n°	Actividades a auditar	Cumple	No cumple	Observaciones
1	Existe un cronograma de capacitación para el personal		x	No se evidencia
2	Se han definido los temas a reforzar en las capacitaciones futuras		x	No se definen
3	Existen recursos para que el departamento de gestión humana realice las capacitaciones	x		Se destinan los recursos necesarios para las capacitaciones
4	Existe procedimientos para que el personal de todos los departamentos solicite una capacitación		x	No se evidencia
5	Existe una inducción teórica y práctica para el nuevo personal que ingresa a laborar.		x	No se tiene organizado una inducción inicial al personal nuevo que ingresa a la empresa
6	Cuando un operario deja sus puesto de trabajo existe un acta donde se trasmite la información a la nueva persona		x	No se tiene registro de actas de entrega de cargos, especificando funciones, procedimientos y herramientas.
7	Dentro del presupuesto de la empresa se destina un valor para las capacitaciones	x		La empresa destina un valor monetario a las capacitaciones que se efectúan de manera emergente en la empresa.
8	La gerencia da la importancia al tema de las capacitaciones del personal	x		La gerencia general tiene el conocimiento de la importancia del tema de las capacitaciones en todo el personal de su organización.
Auditado por:		Cristian Triana		
Responsable:		Gerente general.		

Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,			
Evaluación de educación y entrenamiento			
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.	0008
		revisión no.	0008
		pagina	01 de 01
		fecha:	o7 mar 2018
n°	Actividades a auditar	Valoración por puntos	Observaciones
1	Existe un cronograma de capacitación para el personal	1	No se evidencia
2	Se han definido los temas a reforzar en las capacitaciones futuras	1	Al o tener un cronograma o registro de las capacitaciones realizadas, no es posible organizar los siguientes puntos importantes a tratar.
3	Existen recursos para que el departamento de gestión humana realice las capacitaciones	3	La gerencia destina los recursos que el departamento de gestión humana solicite para el tema de las capacitaciones.
4	Existe procedimientos para que el personal de todos los departamentos solicite una capacitación	1	No se evidencia un formato formal para realizar esta solicitud
5	Existe una inducción teórica y práctica para el nuevo personal que ingresa a la empresa.	1	No se realiza inducción al personal nuevo que ingresa a cualquier cargo de la empresa.
6	Cuando un operario deja sus puesto de trabajo existe un acta donde se trasmite la información a la nueva persona	1	No existe un formato o acta de entrega del cargo.
7	Dentro del presupuesto de la empresa se destina un valor para las capacitaciones	3	La gerencia destina un presupuesto para el departamento de gestión humana.
8	La gerencia da la importancia al tema de las capacitaciones del personal	3	La gerencia está abierta a la importancia que es el de capacitar al personal con el fin de mejorar su productividad.
total puntos		14/24	
análisis del evaluador: con 14 puntos tendría un total del 58% de cumplimiento de las actividades			
Auditado por:		Cristian Triana	
Responsable:		Gerente general.	

Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,				
pilar control inicial				
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.		0009
		revisión no.		0009
		pagina		01 de 01
		fecha:		o7 mar 2018
n°	Actividades a auditar	Cumple	No cumple	Observaciones
1	Existen actividades puntuales para reducir el deterioro de las máquinas		x	No se cuenta con cronogramas de actividades específicas para evitar el deterioro de las máquinas
2	El operario realiza las actividades programadas, con el fin de prolongar la vida útil de las máquinas		x	No hay un programa con actividades específicas que los operarios deban cumplir.
3	Se cumplen con las indicaciones y recomendaciones de las máquinas para hacer buen uso de ellas.		x	Los operarios no tienen acceso a la información proporcionada por el fabricante.
4	Los procedimientos y recomendaciones son claros		x	No hay manual de procedimientos y recomendaciones
5	Los costos de mantenimiento son altos		x	No está costeadado el mantenimiento
6	Existe una inversión a futuro planeada para la adquisición de nuevas máquinas.		x	La empresa no tiene planificado la compra a futuro de nuevas máquinas
7	Se han realizado cambios en las máquinas para mejorar su rendimiento.		x	No se ha realizado la modificación en ninguna de las máquinas para mejorar su rendimiento.
8	La gerencia cumple con la planeación de lograr cero fallas, cero pérdidas y cero defectos.		x	La gerencia no cumple con los tres objetivos principales del TPM, y no da seguimiento de ellos.
análisis del evaluador:				
Auditado por:		Cristian Triana		
Responsable:		Gerente general.		

Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,			
Evaluación de control inicial			
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.	0010
		revisión no.	0010
		pagina	01 de 01
		fecha:	o7 mar 2018
n°	actividades a auditar	valoración por puntos	observaciones
1	existen actividades puntuales para reducir el deterioro de las máquinas	1	no existe un programa de actividades a realizar
2	el operario realiza las actividades programadas, con el fin de prolongar la vida útil de las máquinas	2	no existe un programa de actividades a realizar
3	Se cumplen con las indicaciones y recomendaciones de las máquinas para hacer buen uso de ellas.	2	no hay un manual de uso del fabricante
4	los procedimientos y recomendaciones son claros	1	al no existir programas no se pueden visualizar si son claros o no
5	los costos de mantenimiento son altos	1	No se realiza un análisis de costos en cuanto al mantenimiento.
6	Existe una inversión a futuro planeada para la adquisición de nuevas máquinas.	2	la empresa no tiene planificado la compra a futuro de nuevas máquinas
7	Se han realizado cambios en las máquinas para mejorar su rendimiento.	2	No se ha realizado la modificación en ninguna de las máquinas para mejorar su rendimiento.
8	La gerencia cumple con la planeación de lograr cero fallas, cero pérdidas y cero defectos.	2	La gerencia no cumple con los tres objetivos principales del TPM, y no da seguimiento de ellos.
	total puntos	13/24	
análisis del evaluador: con 13 puntos tendría un total del 54% de cumplimiento de las actividades			
Auditado por:		Cristian Triana	
Responsable:		Gerente general.	

Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,				
seguridad y gestión ambiental				
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.		0011
		revisión no.		0011
		pagina		01 de 01
		fecha:		o7 mar 2018
n°	actividades a auditar	valoración por puntos	observaciones	
1	el lugar de trabajo es apto para el personal, cumple con los requisitos mínimos para el desempeño de sus actividades	x		El lugar de trabajo en los operarios que intervienen en el proceso de producción se encuentra con las especificaciones y herramientas adecuadas para realizar cada uno de los procesos.
2	Se encuentran demarcadas las zonas de alta peligrosidad en la empresa.		x	no se encuentran demarcadas las zonas de alta peligrosidad
3	se tiene un programa para incentivar al personal con temas de reciclaje		x	no se cuenta con un programa de reciclaje
4	se realiza la reutilización de insumos y materiales en buen estado		x	No se incentiva con programas de reutilización de los materiales que puedan tener este segundo uso.
5	Se ha realizado una distribución en planta que permita optimizar los espacios.		x	La empresa no ha realizado ninguna distribución en planta que le permita optimizar los espacios y minimizar el desplazamiento del personal.
6	se tienen en cuenta los programas de salud ocupacional para la optimización de los espacios		x	no cuenta con programas de salud ocupacional para la optimización de los espacios
7	se han registrados accidentes debido a la ubicación de los puestos de trabajo	x		Los accidentes que han ocurrido se presentan por la falta de capacitación y uso de las herramientas y máquinas, no por el espacio para realizar el proceso.
8	el departamento de gestión humana lidera actividades para mejorar el bienestar del personal		x	El departamento de gestión humana no realiza brigadas que permitan la interacción y la importancia para mejorar el entorno laboral.
Auditado por:		Cristian Triana		
Responsable:		Gerente general.		

Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,			
Evaluación seguridad y gestión ambiental			
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.	0012
		revisión no.	0012
		pagina	01 de 01
		fecha:	o7 mar 2018
n°	actividades a auditar	valoración por puntos	observaciones
1	el lugar de trabajo es apto para el personal, cumple con los requisitos mínimos para el desempeño de sus actividades	3	Las instalaciones están acorde a las funciones que realizan los trabajadores.
2	Se encuentran demarcadas las zonas de alta peligrosidad en la empresa.	1	no se encuentran demarcadas las zonas de alta peligrosidad
3	se tiene un programa para incentivar al personal con temas de reciclaje	1	no se cuenta con un programa de reciclaje
4	se realiza la reutilización de insumos y materiales en buen estado	2	No se incentiva con programas de reutilización de los materiales que puedan tener este segundo uso.
5	Se ha realizado una distribución en planta que permita optimizar los espacios.	1	La empresa no ha realizado ninguna distribución en planta que le permita optimizar los espacios y minimizar el desplazamiento del personal.
6	se tienen en cuenta los programas de salud ocupacional para la optimización de los espacios	1	no cuenta con programas de salud ocupacional para la optimización de los espacios
7	se han registrados accidentes debido a la ubicación de los puestos de trabajo	3	Los accidentes que han ocurrido se presentan por la falta de capacitación y uso de las herramientas y máquinas, no por el espacio para realizar el proceso.
8	el departamento de gestión humana lidera actividades para mejorar el bienestar del personal	2	El departamento de gestión humana no realiza brigadas que permitan la interacción y la importancia para mejorar el entorno laboral.
		total puntos	14/24
análisis del evaluador: con 14 puntos tendría un total del 58% de cumplimiento de las actividades			
Auditado por:		Cristian Triana	
Responsable:		Gerente general.	

Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,			
Evaluación seguridad y gestión ambiental			
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.	0013
		revisión no.	0013
		pagina	01 de 01
		fecha:	o7 mar 2018
n°	actividades a auditar	valoración por puntos	observaciones
1	el lugar de trabajo es apto para el personal, cumple con los requisitos mínimos para el desempeño de sus actividades	3	Las instalaciones están acorde a las funciones que realizan los trabajadores.
2	Se encuentran demarcadas las zonas de alta peligrosidad en la empresa.	1	no se encuentran demarcadas las zonas de alta peligrosidad
3	se tiene un programa para incentivar al personal con temas de reciclaje	1	no se cuenta con un programa de reciclaje
4	se realiza la reutilización de insumos y materiales en buen estado	2	No se incentiva con programas de reutilización de los materiales que puedan tener este segundo uso.
5	Se ha realizado una distribución en planta que permita optimizar los espacios.	1	La empresa no ha realizado ninguna distribución en planta que le permita optimizar los espacios y minimizar el desplazamiento del personal.
6	se tienen en cuenta los programas de salud ocupacional para la optimización de los espacios	1	no cuenta con programas de salud ocupacional para la optimización de los espacios
7	se han registrados accidentes debido a la ubicación de los puestos de trabajo	3	Los accidentes que han ocurrido se presentan por la falta de capacitación y uso de las herramientas y máquinas, no por el espacio para realizar el proceso.
8	el departamento de gestión humana lidera actividades para mejorar el bienestar del personal	2	El departamento de gestión humana no realiza brigadas que permitan la interacción y la importancia para mejorar el entorno laboral.
		total puntos	14/24
análisis del evaluador: con 14 puntos tendría un total del 58% de cumplimiento de las actividades			
Auditado por:		Cristian Triana	
Responsable:		Gerente general.	

Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,				
eficiencia administrativa				
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.		0014
		revisión no.		0014
		pagina		01 de 01
		fecha:		o7 mar 2018
ítem	actividades a auditar	cumple	no cumple	observaciones
11	Se encuentran definidos los perfiles de los cargos de la empresa.		x	La empresa no tiene especificada la información de las habilidades, conocimientos y formación que se necesita para cada cargo.
22	existe un formato que permita evaluar el desempeño del personal		x	No se lleva un formato que permita evaluar el desempeño del personal.
33	cada cargo define las funciones y procedimientos a desempeñar		x	no existen manuales de funciones ni procedimientos en ningún cargo de la empresa
44	las actividades a desarrollar por cada integrante de la empresa son claras y específicas		x	no existe un cronograma de actividades a realizar
55	las fallas de las máquinas hacen que se incumpla con la entrega a los clientes		x	El paro de una máquina que sea vital en el proceso hace que toda la operación se retrase y se incumpla con el tiempo de entrega a los clientes.
66	la productividad se ve afectada con las fallas de las máquinas		x	no se desarrolla una fórmula que evalúe la productividad del proceso ni del personal
77	se realiza el seguimiento y control de las actividades programadas		x	No se realiza inspección ni control en ninguna de las actividades, excepto la de calidad de la carne.
88	se realiza la recolección de datos y su posterior análisis		x	no hay una persona encargada para realizar esta actividad de recopilación y digitalización para un posterior análisis
Auditado por:			Cristian Triana	
Responsable:			Gerente general.	

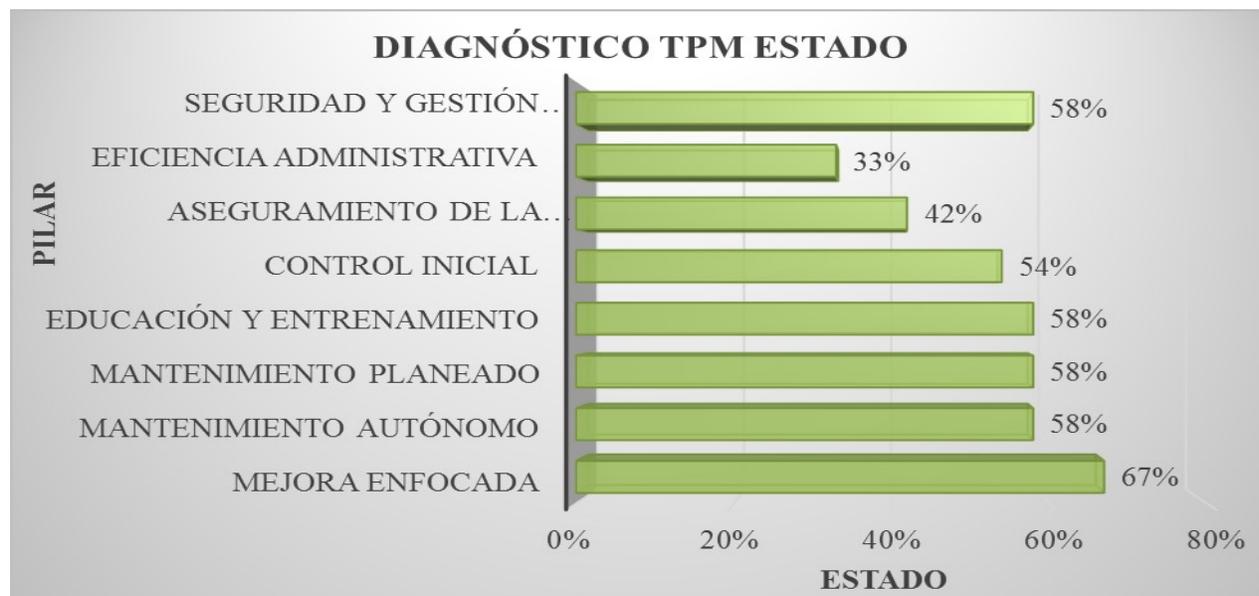
Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,			
aseguramiento de la calidad			
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.	0015
		revisión no.	0015
		pagina	01 de 01
		fecha:	o7 mar 2018
ítem	actividades a auditar	valoración por puntos	observaciones
11	Se encuentran definidos los perfiles de los cargos de le empresa.	1	La empresa no tiene especificada la información de las habilidades, conocimientos y formación que se necesita para cada cargo.
22	existe un formato que permita evaluar el desempeño del personal	1	No se lleva un formato que permita evaluar el desempeño del personal.
33	cada cargo define las funciones y procedimientos a desempeñar	1	no existen manuales de funciones ni procedimientos en ningún cargo de la empresa
44	las actividades a desarrollar por cada integrante de la empresa son claras y específicas	1	no existe un cronograma de actividades a realizar
55	las fallas de las máquinas hacen que se incumpla con la entrega a los clientes	1	El paro de una máquina que sea vital en el proceso hace que toda la operación se retrase y se incumpla con el tiempo de entrega a los clientes.
66	la productividad se ve afectada con las fallas de las máquinas	1	no se desarrolla una fórmula que evalúe la productividad del proceso ni del personal
77	se realiza el seguimiento y control de las actividades programadas	1	No se realiza inspección ni control en ninguna de las actividades, excepto la de calidad de la carne.
88	se realiza la recolección de datos y su posterior análisis	1	no hay una persona encargada para realizar esta actividad de recopilación y digitalización para un posterior análisis
	total puntos	8 de 24	
Auditado por:			Cristian Triana
Responsable:			Gerente general.

Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,				
Evaluación aseguramiento de la calidad				
PROYECTOS Y EQUIPOS METALMECÁNICOS		Documento no.		0016
		revisión no.		0016
		pagina		01 de 01
		fecha:		o7 mar 2018
ítem	actividades a auditar	cumple	no cumple	observaciones
1	se da cumplimiento al decreto 1500 de 2007, para la inspección, control y vigilancia de productos cárnicos para consumo humano	x		La empresa tiene inspección permanente del invita quienes con el acompañamiento del veterinario de la planta dan el aval de la calidad de los productos que salen para el consumo humano.
22	se da cumplimiento a la ley 31 de 1995 de prevención de riesgos laborales		x	la empresa no tiene un programa para la prevención de riesgos laborales
33	se da cumplimiento a la norma iso 9000 del sistema de gestión de calidad		x	La empresa no cuenta con un modelo enfocado en el mejoramiento continuo del sistema de gestión de calidad.
44	se da cumplimiento a la norma iso 550000 de gestión de activos		x	la empresa no tiene un plan de mejora para incrementar la vida útil de sus activos, y así maximizar y controlar su desempeño
55	Se da cumplimiento a la norma técnica colombiana osas 18000 de sistemas de gestión en seguridad y salud ocupacional.		x	No se trabaja con el personal temas en salud ocupacional ni de seguridad laboral.
66	se da cumplimiento a la norma iso 14000 de la protección del medio ambiente		x	No cuenta con un programa que permita ser amigable con el medio ambiente.
77	se tienen demarcadas las zonas por donde debe transitar el personal		x	No se tienen demarcadas las zonas por las que deben desplazasen los operarios y el personal que desee ingresar a áreas de alto riesgo.
88	se tiene un plan de evacuación de emergencia		x	No cuenta con un plan de evacuación de emergencia, ni simulacros del mismo.
Auditado por:			Cristian Triana	
Responsable:			Gerente general.	

Con respecto al diagnóstico inicial encontramos un panorama global con respecto a cada pilar con el fin de volver a evaluar para exponer el porcentaje tentativo de mejora que se obtendrá si se implementa la propuesta. En la siguiente grafica encontramos el porcentaje de mejora por cada pilar de mantenimiento:

Diagnóstico TPM	
Pilar	Estado
Mejora enfocada	67%
Mantenimiento autónomo	58%
Mantenimiento planeado	58%
Educación y entrenamiento	58%
Control inicial	54%
Aseguramiento de la calidad	42%
Eficiencia administrativa	33%
Seguridad y gestión ambiental	58%

Tabla. Porcentaje de estado del analisis del TPM



Grafica. Diagnostico del TPM.

Adicionalmente encontramos las siguientes adversidades al momento del estudio:

El puente grúa representan una gran inversión en equipo para una empresa, por ende un funcionamiento confiable y seguro de estos equipos es vital y esencial. Una instalación apropiada, operación, mantenimiento e inspección de los puentes son necesarios para asegurar el correcto funcionamiento y evitar paradas inesperadas y por sobre todo accidentes.

Un buen mantenimiento comienza con una buena instalación. Antes, durante y seguido de la instalación.

En las instalaciones pudimos observar los siguientes puntos:

- 1- las vías del puente grúa no están derechas ni lo convenientemente alineadas para asegurar la correcta “luz” entre ellas a lo largo de todo el recorrido.
- 2- las vigas principales del puente no están totalmente a escuadra con las vigas carrileras.
- 3- falta de lubricación de todos los puntos indicados por el fabricante con la grasa adecuada.
- 4- falta de lubricación del cable de elevación de acuerdo al manual del fabricante.
- 5- cable de elevación con interrupciones en su recorrido.
- 6- no hay revisión de cualquier pérdida de aceite y grasa que pudiera haber ocurrido durante el montaje.
- 7- no hay limpieza convenientemente, de la misma forma no hay revisión de herramientas olvidadas en las pasarelas y/u otros materiales
- 8- los diferentes equipos de uso el proceso de soldadura no están en óptimas condiciones de uso.
- 9- herramientas de mano en condiciones no apropiadas para su respectivo uso
- 10- las instalaciones de la planta de producción carece de iluminación suficiente para un buen desempeño en las distintas actividades.

Diagnóstico de la OEE.

Actualmente la empresa no cuenta con un cálculo del OEE, pero cuenta con unos formatos donde se hace una toma de la información del estado actual de cada uno de los procesos de producción en la empresa, debido a esto se presenta una metodología para realizar el respectivo cálculo y análisis de los datos. (formatos ver anexos)

El alcance de este punto es diseñar un modelo de la herramienta de medición OEE en las máquinas y equipos de la línea de producción de la empresa, con el fin de obtener las causas de las pérdidas de tiempo en cada máquina involucrada en el proceso de producción y así presentar las posibles acciones de mejora teniendo en cuenta las siguientes etapas.

Etapa 1: definir la capacidad instalada por modelo y tamaño en la máquina, esto con el fin de establecer la capacidad de la máquina de acuerdo a cada producto y así establecer las metas para el OEE, además de identificar, medir y cuantificar las principales causas de ineficiencia para su posterior mejoramiento.

Etapa 2: recopilar la información de la línea productiva, mediante un formato que llena el operario en el cual se indica la cantidad producida real por hora, las averías, las paradas realizadas y su justificación, así como el tiempo empleado por la referencia fabricada.

Etapa 3: cálculo del indicador OEE, se realiza con los datos capturados a través de los formatos diligenciados por los operarios.

Etapa 4: procesamiento de información obtenida, una vez tabulados los datos se pondera las causas de ineficiencia en la línea de tubería, las cuales serán evaluadas para su posterior disminución.

Etapa 5: planteamiento e implementación de opciones de mejora en la línea producción, esto resultado del análisis realizado a las causas encontradas en la fase anterior.

La OEE es la mejor herramienta de medición disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionada directamente con los costes de operación.

La herramienta OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella de un proceso y relaciona la toma de decisiones y el rendimiento de las operaciones de la empresa, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones. Además, las previsiones anuales de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc. de una planificación anual.

Esta herramienta es la más adecuada para mejorar los requerimientos de calidad y de mejora continua exigidos por la certificación ISO 9000.

Es una herramienta que conecta varios aspectos de la producción y puntos de referencia para proporcionar información sobre el proceso. Es una herramienta integral de Evaluación comparativa que sirve para evaluar los diferentes componentes del proceso de producción (por ejemplo, disponibilidad, rendimiento y calidad)

Se dice que engloba todos los parámetros fundamentales, porque del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible saber si lo que falta hasta el 100% se ha perdido por disponibilidad (la maquinaria estuvo cierto tiempo parada), eficiencia (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se han producido unidades defectuosas).

Cálculo del OEE

El OEE resulta de multiplicar otras tres razones porcentuales: la Disponibilidad, la Eficiencia y la Calidad.

$$**OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad.**$$



Grafica. Parametros para la evaluación del TPM.

Clasificación OEE.

Los resultados que se obtiene de la herramienta permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia.

OEE	CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
< 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
≥85% <95%	Buena	Entra en Valores World Class. Buena competitividad
≥95%	Excelencia	Valores World Class. Excelente competitividad

Tabla. Resultado de la evaluación del estado del TPM.

A continuación se habla de las grandes pérdidas consideradas por el OEE.:

- Paradas / averías
- Configuración y ajustes
- Pequeñas paradas
- Reducción de velocidad
- Rechazos por puesta en marcha
- Rechazos de producción

De acuerdo con la anterior información se hacen las siguientes afirmaciones.:

- Las paradas, averías y ajustes, afectan a la disponibilidad.
- Las pequeñas paradas y reducción de velocidad, afectan al rendimiento
- Los rechazos por puesta en marcha y rechazos de producción afectan a la calidad.

Disminución de disponibilidad

Pérdidas de tiempo.:

La pérdida de tiempo se define como el tiempo durante el cual la máquina debería haber estado produciendo pero no lo ha estado en pocas palabras ningún producto sale de la máquina.

Y estas pérdidas son:

Averías (primera pérdida).:

Un imprevisto e inesperado fallo o avería crea una pérdida de tiempo de producción. La causa de este inesperado fallo puede ser por condiciones técnicas (por ejemplo; error al operar la máquina, mantenimiento pobre del equipo). La OEE considera este tipo de pérdida a partir del momento en el cual la avería aparece.

Esperas (segunda pérdida).:

Cuando se habla del tiempo de producción este se reduce también cuando la máquina está en un estado de espera, la máquina puede quedarse en estado de espera por varios motivos, por ejemplo; debido a un cambio, por mantenimiento, o por un paro para ir a tomar un break o

almorzar. En el caso de un cambio, la máquina normalmente tiene que apagarse durante algún tiempo, cambiar herramientas, útiles u otras partes. Para el OEE, el tiempo de cambio es el tiempo en el cual la máquina no fabrica ningún producto.

$$\text{Disponibilidad} = (t_o / t_{po}) \times 100.$$

Dónde: t_{po} = tiempo total de trabajo - tiempo de paradas planificadas

T_o = t_{po} - paradas y/o averías

La disponibilidad es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente

Disminución de rendimiento.

Cuando hablamos de pérdidas de velocidad: una pérdida de velocidad describe que la máquina está funcionando pero no a su velocidad máxima. Existen dos tipos de pérdidas de velocidad:

Microparadas (tercera pérdida):.

Cuando una máquina tiene interrupciones cortas y no trabaja a velocidad constante, estas microparadas y las consecuentes pérdidas de velocidad son generalmente causadas por pequeños problemas donde estos pequeños problemas disminuyen la efectividad de la máquina.

Velocidad reducida (cuarta pérdida):.

La velocidad reducida es la diferencia entre la velocidad fijada en la actualidad y la velocidad teórica. En ocasiones hay una considerable diferencia entre lo que los ingenieros consideran que es la velocidad máxima y la velocidad máxima teórica. En muchos casos, la velocidad de producción se ha reducido para evitar otras pérdidas tales como defectos de calidad y averías. Las pérdidas debidas a velocidades reducidas en la mayoría de los casos son ignoradas.

$$\text{Rendimiento} = \text{tiempo de ciclo ideal} / (\text{tiempo de operación} / n^\circ \text{ total unidades})$$

$$\text{Rendimiento} = n^\circ \text{ total unidades} / (\text{tiempo de operación} \times \text{velocidad máxima})$$

El rendimiento es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente.

Pérdidas de calidad (disminución de calidad):

La pérdida de calidad ocurre cuando la máquina fabrica productos que no son buenos en una primera revisión. Se pueden diferenciar dos tipos de pérdidas de calidad:

Deshechos (scrap) (quinta pérdida):.

Deshechos son aquellos productos que no cumplen los requerimientos establecidos por calidad, inclusive productos que no habiendo cumplido dichas especificaciones inicialmente puedan ser vendidos como productos con defectos. El objetivo es “cero defectos”, fabricar siempre productos de primera calidad desde la primera vez, un tipo específico de pérdida de calidad son las pérdidas en los arranques.

Estas pérdidas se reflejan cuando:.

Cuando se da inicio a un ciclo de producción en una máquina, la producción no es constante inicialmente y los primeros productos no cumplen las especificaciones de calidad;

- Al final de un lote de producción los productos se vuelven inestables y no cumplen las especificaciones dadas por el departamento de calidad.
- Los productos que no son considerados como buenos, se consideran una pérdida, normalmente este tipo de pérdidas se consideran inevitables. Sin embargo, el volumen de estas puede ser considerablemente grande dependiendo del volumen de producción.

Reproceso (sexta pérdida):.

Los productos re procesados son también productos que no cumplen los requisitos de calidad desde la primera vez, pero pueden ser reprocesados y convertidos en productos de buena calidad, Sin embargo, el producto no cumple las especificaciones de calidad a la primera y supone por tanto un tipo de pérdida de calidad. n° de unidades conformes calidad = $q = n^{\circ}$ de unidades conformes/ n° unidades totales

Las unidades producidas pueden ser, buenas, o malas, las unidades no conformes pueden ser reprocesadas y pasar a ser unidades conformes. La OEE sólo considera buenas las que se salen conformes la primera vez, no las reprocesadas. La calidad resulta de dividir las piezas buenas producidas por el total de piezas producidas incluyendo piezas re trabajadas o desechadas. Se deduce que la calidad es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente.

Capacitación del personal en las generalidades del TPM y la herramienta OEE

Esta capacitación va dirigida al personal de áreas operativas y de mantenimiento para dar a conocer la metodología del TPM y la OEE para generar un sistema de mantenimiento óptimo y garantizar la calidad de la producción con altos índices de productividad.

Con el fin de generar en el colaborador conocimientos y habilidades para aplicar las herramientas del TPM y la OEE en sus procesos de mantenimiento y producción. Generar equipos autónomos de mantenimiento e identificar oportunidades para optimizar y estandarizar prácticas de mantenimiento en la empresa.

También lograr mejorar la cultura en la empresa dando a conocer las ventajas de la aplicación de los pilares del TPM: kobetsu kaizen - eliminación de principales problemas, jishu hozen - mantenimiento autónomo, keikaku hozen - mantenimiento sistemático, capacitación y calificación del personal, diseño y administración de activos, todo esto con ayuda de una sesión práctica: identificación de problemas principales, cálculo del OEE en líneas de producción, ubicación de principales pérdidas, transferencia de operaciones de mantenimiento a operadores de producción.

Pilares del TPM a implementar

El TPM aplica ciertas prácticas para prevenir fallas y con ello impedir paradas no programadas y reparaciones de emergencia, esta metodología de mejora permite la continuidad de la operación, en los equipos de la empresa teniendo en cuenta conceptos de: prevención, cero defectos ocasionados por maquinas, cero accidentes, una participación total del personal de la empresa lo anterior con el fin de mejorar la calidad, ya que un conjunto de maquinas más precisas hacen una producción de mejor calidad.

Mejora la productividad al aumentar la disponibilidad del equipo. Permite mejorar el servicio a los clientes y por ende, su confianza ya que las maquinas será más confiables y estarán disponibles dar continuidad en las operaciones de la empresa. Mejora el uso y aprovechamiento de los equipos. Reduce significativamente los gastos por mantenimiento correctivo (reparaciones no programadas). Reduce los costos operativos hasta en 30%.

Con ayuda del diagnóstico realizado podemos hacer uso de los siguientes pilares del mantenimiento productivo total:

- Mejoras enfocadas.
- Mantenimiento autónomo.
- Mantenimiento planeado.
- Mantenimiento de calidad , Aseguramiento de calidad.
- Pilar Educación & Entrenamiento

Con ayuda de esto atacar las pérdidas en los equipos, tiempos muertos por paros inesperados, tiempos muertos por cambio de productos, reducción de velocidad, defectos en el proceso, defectos por arranque y cambio de productos.

El procedimiento para llevar a cabo el TPM, podría empezar en definir la maquina o equipo en el que se realiza la implementación, contar con el personal que domine los temas del TPM crear planes y políticas para la implementación todo esto con ayuda de un registro documental para las evidencias.

Empezando con una limpieza a la máquina y a su área, Implementar mantenimiento autónomo en el equipo establecer un programa de mantenimiento preventivo y predictivo, establecer un análisis de confiabilidad realizar una presentación de los logros obtenidos es muy importante documentar los instructivos de trabajo. La capacitación tanto de los operadores como del personal de mantenimiento es básica para que el TPM tenga éxito. El compromiso directivo en la implementación y el seguimiento es un elemento crítico para el éxito del TPM. El TPM es aplicable a todos los equipos, incluyendo computadoras, vehículos, inmuebles etc.

Plan de trabajo

Mantenimiento autónomo.

Hablando acerca de las capacitaciones que se debe realizar a los operarios, la inducción acerca de los horarios, tiempos de descanso que maneja la empresa, socialización del reglamento interno de trabajo y conocimiento general de la historia de la empresa. Adicionalmente realizar un recorrido por la empresa dando a conocer al personal el ingreso de la nueva persona y el cargo que va a desempeñar. Esta primera capacitación se debe realizar con cada operario que ingresa a la operación de la empresa.

Con ayuda de un cronograma de capacitaciones, se da a conocer la fecha y hora que se debe realizar cada actividad. Cuando se habla del promover un plan de carrera, hace referencia a impulsar a los operarios para que sigan con la mejor actitud profesional y se den oportunidades de ascenso dentro de la empresa, esta actividad se puede programar por lo menos una vez al mes.

Hay que resaltar la importancia de realizar estas actividades que destaquen el trabajo en equipo de los operarios para mantener un ambiente laboral agradable.

El departamento de recursos humanos puede programar visitas de la ARL a la que se encuentre inscrita la empresa, con temas que hablen de la importancia del bienestar emocional y el entorno laboral para hacer concientizar a los operarios del buen desempeño que refleja trabajar en equipo.

A continuación se presenta un formato donde se le recomienda a la empresa adoptar un enfoque de siete pasos. Los trabajadores individuales adquieren las capacidades correspondientes a cada paso a través del entrenamiento y la práctica. Solamente después de completar el entrenamiento en un concepto y de confirmado el hecho, se permite al trabajador progresar al próximo paso.

N°	PASO	ACTIVIDAD	ESTADO (OK)
1	Limpieza inicial	Limpiar para eliminar polvo y suciedad principalmente en la partes más expuestas de las maquinas; lubricar y apretar; analizar problemas y dar solución	
2	Fuente de los problemas	Evitar la generación de polvo, suciedad y la generación de esquirlas; mejorar el acceso a partes difíciles de acceder para lograr una mejor limpieza y lubricación, lograr reducir el tiempo de estas actividades	
3	Estándar de lubricación	Lograr un tiempo estándar para estas limpiezas e imprevistos que se realizan a diario	
4	Inspección general	Con una debida inspección descubrir y corregir defectos menores de las maquinas	
5	Inspección autónoma	Desarrollar las implementación de la lista de chequeo para una inspección autónoma	
6	Organización y orden	Ejecutar un estándar de control del mantenimiento: - Estándar de inspección para limpieza y lubricación - Estándar de registro de datos - Estándar para mantenimiento de piezas y herramientas	
7	Mantenimiento autónomo	Desarrollo de las políticas y metas de la empresa, incrementar la regularidad de las actividades de mejora, hacer el registro de actividades y resultados	

Tabla. Proceso para el mantenimiento autonomo

1. Limpieza inicial.

Los operarios desarrollan el interés y compromiso con sus máquinas a través de una limpieza profunda de las mismas. Los operarios aprenden que la limpieza es inspección. También

aprenden la lubricación básica y las técnicas de anclaje y se capacitan en detectar problemas del equipo.

2. Contramedidas por las causas y efectos de la suciedad y el polvo.

Cuanto más difícil sea para una persona realizar la limpieza inicial, más fuerte es el deseo de mantener limpio el equipo y, por tanto, de reducir el tiempo de limpieza. Deben adoptarse medidas para eliminar las causas de la suciedad, polvo, esquirlas, etc., o de limitar la dispersión y adherencia de estas mismas.

3. Estándares de Limpieza y lubricación.

En los pasos 1 y 2, los operarios identifican las condiciones básicas que deben aplicarse al equipo. Cuando se ha hecho esto, los círculos TPM pueden establecer estándares para un trabajo de mantenimiento básico rápido y efectivo para evitar deterioro, limpiar, lubricar, y apretar piezas del equipo.

Teniendo en cuenta el tiempo disponible para limpieza, lubricación, y detectar los defectos menores es limitado. Los supervisores deben dar a los operarios márgenes de tiempo razonables para gastarlos en esas tareas – por ejemplo, diez minutos cada día antes y después de operación, treinta minutos en los fines de semana y una hora al final de cada mes.

Si los estándares fijados por los operarios no pueden mantenerse dentro de los márgenes de tiempo establecidos, deben mejorarse las prácticas de limpieza y lubricación. Esto puede conseguirse buscando nuevas ideas, tales como controles visuales que muestren los límites en los calibres de nivel de estado de las máquinas.

4. Inspección general.

Los pasos 1 al 3 se realizan para evitar el deterioro y controlar las condiciones básicas de mantenimiento del equipo. En el paso 4, intentamos medir el deterioro con una inspección general del equipo. Adicionalmente, al trabajar restaurando las buenas condiciones de operación del equipo, se incrementa la competencia de los operarios del equipo.

El entrenamiento en inspección general debe realizarse en una categoría a la vez, empezando con el desarrollo de capacidad. Su efectividad se audita y refuerza con entrenamiento

adicional y aplicaciones prácticas. Este ciclo de entrenamiento, aplicación, auditoría, y modificación se repite para cada categoría de inspección.

Este cuarto paso puede requerir largo tiempo para completarse, porque todos los operarios deben desarrollar la habilidad para detectar anomalías. Sin embargo, es el mejor método para producir operarios competentes, de forma que es un paso que no debe apresurarse. Los resultados positivos no podrán lograrse hasta que cada trabajador adquiera los conocimientos necesarios.

Los tres primeros pasos del mantenimiento autónomo se centran en requerimientos básicos, y por tanto los esfuerzos en estos pasos iniciales no pueden siempre exhibir resultados dramáticos. Sin embargo, para el final del paso 4, la compañía debe poder contemplar cambios espectaculares, tales como una reducción del 80 por ciento en los fallos del equipo o una tasa de efectividad global del equipo por encima del 80 por ciento.

5. Inspección autónoma.

En el paso 5, los estándares establecidos en los pasos 1 al 3 y los estándares de inspección tentativos se comparan y evalúan para eliminar cualesquiera inconsistencias y asegurar que las actividades de mantenimiento encajan dentro de las metas y períodos de tiempo establecidos.

En este período los operarios ya están plenamente entrenados para conducir una inspección general (paso 4), y el departamento de mantenimiento debe establecer un calendario de mantenimiento anual y preparar sus propios estándares de mantenimiento. Los estándares desarrollados por los círculos de los talleres deben entonces compararse con estos estándares de mantenimiento para corregir omisiones y eliminar solapes en categorías individuales. Las responsabilidades de los dos grupos deben definirse claramente de forma que se realiza una inspección completa para cada categoría.

6. Organización y orden.

Organización, significa identificar los aspectos a dirigir del área de trabajo y fijar estándares apropiados para ello. Este es un trabajo de directores y supervisores, quienes deben minimizar y simplificar los objetos o condiciones a gestionar. Orden o arreglo apropiado, que

significa relacionar a los estándares establecidos, es principalmente de la responsabilidad del operario.

Mejora enfocada.

Se presentan pérdidas por movimientos innecesarios de los operarios.		
operación	metodología	Solución
Fichas técnicas	La consulta de las fichas técnicas de las máquinas, permite que el operario consulte como primera opción al detectar un problema en la máquina.	Aunque para poder minimizar los tiempos ociosos del operario se debe realizar un análisis en el proceso, estos tiempos ya se encuentran estandarizados, para dar calidad al producto terminado.

El operario debe solucionar de manera artesanal el problema que presenta la máquina para poder dar continuidad a su proceso.		
operación	metodología	Solución
Manuales de procedimientos	Los manuales de procedimientos brindan la información clara y específica de cada proceso, explica paso a paso como realizar un proceso.	Se realiza un manual de procedimientos para que el personal encargado pueda diligenciar con la información pertinente en las actividades que están presentando retrasos o problemas en la empresa, con el fin de orientar y especificar de manera clara los pasos a seguir en un proceso en particular.

Se llevan registros de los días que las máquinas se encuentran paradas y el motivo por el cual sucedió.		
operación	metodología	solución
Formato de rutina	Este formato se puede hacer rutinariamente, diario, semanal o mensual según sea la actividad a hacer seguimiento. Donde nos permite evidenciar la falla localizada y actuar de manera inmediata ante el problema para dar solución inmediata.	Permite la recolección de datos, evidencia los errores, fallas y paros. Los formatos de rutina también se pueden usar para el seguimiento y control de las actividades programadas y la razón por la que se están presentaron.

Cuentan con herramientas que permitan disminuir las fallas y defectos para dar solución rápida.		
herramienta	metodología	Solución
PHVA	Es una herramienta de mejora continua con la que se puede dar solución a un problema y eliminar la causa raíz de los mismos, entregando resultados consistentes.	Se presenta el formato de manera clara y precisa, con el paso a paso especificando como se debe diligenciar, como ayuda para que la persona interesada en identificar la causa de un problema y lo pueda realizar y a su vez darle la solución más efectiva.

La gerencia gestiona los recursos para minimizar las pérdidas en los departamentos de la empresa		
herramienta	metodología	Solución
N/A	La gerencia se encuentra dispuesta a escuchar propuestas que le permitan mejorar los ingresos y la rentabilidad, por lo que también autoriza los recursos necesarios para su posterior implementación	No se realiza solución ya que la propuesta se presentara ante la gerencia con el fin de mostrar las posibles mejoras y beneficios que tendría la empresa con la implementación del TPM.

Como solución a la falta de material informativo para los operarios que manipulan las máquinas, se requieren realizar las fichas técnicas como documento de consulta brindando el apoyo primario en caso de presentarse una falla o requerimiento de este, se podría diseñar un modelo de manual de procedimientos, de fácil comprensión para la persona que lo va a diligenciar como para el personal al que va dirigido, de este modo hacer más fácil la comunicación entre operarios de acuerdo al estado actual de las máquinas.

A continuación se presenta un modelo del formato que se puede llevar en cada proceso con cada maquina, con el fin de resaltar el estado actual de la maquina y poder tomar decisiones acertadas, en el proceso de mantenimiento, que no afecten con el proceso de produccion.

	MEJORA EN EQUIPOS	EQUIPO N ° 0001	
	Mejora en equipos funcionales	Mejora en equipos internacionales	Mejoras individuales
Analizar problemas crónicos			
Analizar problemas esporádicos			
diagnóstico inicial			
Identificar solución			
Establecer objetivos de mejora			
plan de acción			
Realizar mejoras			
Evaluación de resultados			
Diagnostico final			

Tabla. Procesos para realizar mejora en equipos.

Mantenimiento planeado.

Se lleva un cronograma de actividades específicas a realizar.		
Operación	metodología	Solución
Cronograma de mantenimientos	Este cronograma permite especificar las fechas en las que se deben realizar los respectivos mantenimientos (preventivos y correctivos).	Se realiza un cronograma de mantenimientos (preventivos y correctivos), con respecto al historial de los datos que se recopilaron durante la investigación.
Se reportan las fallas diagnosticadas de las máquinas.		

Herramienta	metodología	Solución
Método AMEF	Esta herramienta identifica las fallas que se pueden presentar durante el proceso en la línea a de producción.	Por medio del método AMEF se lleva un registro de la causa por la que las máquinas se encuentran en mantenimientos e intervenir para eliminarlos y prevenirlos.

Existe una persona responsable que haga cumplir las actividades de mantenimiento productivo total (TPM).		
Operación	metodología	Solución
Perfil de cargo líder TPM	Plantear las capacidades y habilidades que un operario necesita liderar la propuesta de mantenimiento productivo total (TPM), en la empresa.	Realizar un perfil del cargo con los conocimientos, habilidades y capacidades que debe tener el operario que lidere el programa de mantenimiento productivo total (TPM), en la empresa.

El personal trabaja en equipo para la planeación de las actividades.		
Herramienta	Metodología	solución
N/A	Las actividades de producción de la empresa se presta para que los operarios interactúen entre si y se logre un ambiente laboral sano.	Hacer que la empresa realice actividades de motivación con el personal e incentive acciones que promueven un ambiente laboral sano.

Problema	operación	metodología	solución
----------	-----------	-------------	----------

Existen retrasos en la ejecución de las actividades programadas.	Formato de control	Auditar las actividades con el fin de dar seguimiento y analizar los retrasos que se están presentando.	La finalidad de este formato es utilizarlo en cualquier actividad y poder auditar sus resultados y que la persona responsable actué de la manera más acertada posible.
--	--------------------	---	--

Se realiza una revisión antes de empezar los procesos		
Operación	Metodología	solución
Listas de chequeo	Los Check List nos permiten hacer una revisión preliminar del proceso con el fin de evidenciar el estado de las máquinas	Realizar un Check List por cada máquina, donde se evidencien las anomalías en específico de cada una durante el proceso de inspección del operario.

- Mantenimiento planeado.

Hacer uso de un cronograma que ayude recolectar información de los días en que cada una de las máquinas presento paro total, haciendo la toma de datos en una bitácora con fecha y hora.

Con ayuda de los datos recolectados por cada máquina, lo ideal es programar los respectivos mantenimientos preventivos, donde se encuentren las fechas a realizar el mantenimiento preventivo por máquina; para la organización de las fechas se debe tener en cuenta las fechas en las que presentaron el mayor índice de paros con el fin de evitar que se detenga la producción.

Si se realizan los mantenimientos con severidad y un alto nivel de responsabilidad y compromiso en las fechas programadas, la finalidad es lograr es aumentar la vida útil de las máquinas, teniendo en cuenta que se va hacer una menor inversión en realizar los mantenimientos correctivos, adicionalmente se va a notar un ahorro debido a que las maquinas van a trabajar en óptimas condiciones, y no se van encontrar pausas y o paradas no programadas en el proceso de producción, se van a pronosticar posibles averías y evitar que en cualquier situación se acuda a los mantenimientos y emergencia que resultan ser soluciones improvisadas.

Adicionalmente gracias al cronograma y planeación de los mantenimientos lograr que el operario encargado de la actividad tenga a la mano las herramientas, repuestos y materiales que se utilizaran para el respectivo mantenimiento.

Con ayuda de distintas actividades programadas lograr que las maquinas tengan un desempeño productivo para la línea de producción de la empresa. El objetivo de estas actividades es que la maquina no tenga ningún tipo de averías, defectos o despilfarros, ajustar la programación del equipo para desarrollar las tareas en el momento menos perjudicial para la producción.

El mantenimiento planificado engloba tres grandes formas de mantenimiento:

- Mantenimiento basado en el tiempo
- Mantenimiento basado en condiciones
- Mantenimiento basado en averías

Todo depende de la buena administración de estas tres formas de mantenimiento y el seguimiento de las siguientes etapas:

- Implantación de un sistema de mantenimiento planificado

para el desarrollo del mantenimiento se debe llevar una idea del estado del equipo, un análisis y conocimiento de la condición actual operativa del equipo, por lo tanto es necesario saber la mayor cantidad de datos del equipo y tener en cuenta los datos más importantes:

- Registros de equipos: proporcionan datos actuales de cada equipo.
- Registros de análisis
- Recopilan datos sobre los tiempos medios entre fallos y detalles de averías.
- Registran las reparaciones y servicios llevados a cabo en el equipo, así como en las pausas entre las actividades.
- Registros de mantenimiento rutinario:
- Recogen datos obtenidos por los operarios durante el mantenimiento de averías.
- Es importante tener registros diarios sobre trabajo rutinarios.
- Registros de inspección periódica:

- Recogen datos del deterioro del equipo obtenidas por el departamento de mantenimiento, durante las inspecciones periódicas

- Puesta a punto del equipo a su estado ideal.
 - Restauración del deterioro:

Actuar de manera rápida frente averías descubiertas y no resueltas por el operario
entrenamiento de los operarios en el mismo lugar de trabajo acerca de la inspección restauración y reparación.

 - Establecimiento de las condiciones operativas básicas:

Instruir el proceso de estándares de las actividades diarias de la operación
 - Adecuación del entorno de trabajo para evitar el deterioro acelerado de los equipos:

Inspeccionar los lugares inaccesibles al mantenimiento y mejorar su accesibilidad.

- Establecer un sistema de control de la información:
 - Control de datos de fallos.
 - Control de mantenimiento del equipo.
 - Control de presupuesto de mantenimiento.
 - Control de piezas de repuesto y materiales.
 - Control de la tecnología.

- Establecimiento de un sistema de mantenimiento periódico.

Cuando se habla de mantenimiento periódico se procura aumentar la gestión de mantenimiento preventivo con el tiempo.

 - Selección de equipos o grupos.
 - Planificación del mantenimiento.
 - Estandarización de las actividades.
 - Control de la evolución.

Método AMEF

Podemos hablar del análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) es una forma de identificar problemas potenciales como lo son los errores y sus posibles efectos, con ayuda de esta herramienta identificar las fallas y defectos de forma preventiva, poder encontrar una solución, reducir los costos de garantía, hacer que los procesos de mejora sean más cortos.

Haciendo uso de las ventajas de estos tipos de métodos que es identificar las posibles fallas de la maquinaria, en un proceso de producción, evaluar los niveles críticos, establecer sistemas de confiabilidad para encontrar las fallas, identificar oportunidades de mejoras en los diferentes procesos, entre otros.

Para hacer uso de esta herramienta se puede tener en cuenta las siguientes causas.

- Severidad de la falla: Para determinar el grado de severidad se debe tener en cuenta el efecto de falla del cliente con la siguiente escala:

1-Indica una consecuencia sin efecto

10 –Indica una consecuencia grave

EFEECTO	RANGO	CRITERIO
No	1	Sin efecto
Muy Poco	2	Muy Poco efecto en desempeño del sistema
Poco	3	Poco efecto en desempeño del sistema
Menor	4	Insatisfecho Efecto menor en el desempeño del sistema
Moderado	5	Efecto moderado en el desempeño del sistema
Significativo	6	Algo inconforme en el desempeño del sistema
Mayor	7	Insatisfecho el producto y sistema se ve afectado
Extremo	8	Muy insatisfecho, Artículo Inoperable pero a salvo
Serio	9	Peligro potencial
Peligro	10	Efecto peligroso, falla repentina

Severidad de la falla. Nota: Adaptación

- Ocurrencia de la falla: Para determinar el grado de ocurrencia, se tiene en cuenta el rango de 1-10 de la siguiente manera:

OCURRENTE	RANGO	CRITERIOS	PROBABILIDAD DE FALLAS
Remota	1	Falla Improbable en el proceso	<1 en 1.500.000
Muy Poca	2	Fallas esporádicas y aisladas al proceso	1 en 150.000
Poca	3	Fallas lejanas de procesos similares	1 en 30.000
Moderada	4 5 6	Fallas ocasionales en los procesos	1 en 4.500 1 en 800 1 en 150
Alta	7 8	Falla a menudo de proceso	1 en 50 1 en 15
Muy Alta	9 10	Falla casi inevitable	1 en 6 >1 en 3

Ocurrencia de falla. Nota: Adaptación

- Detección de la falla: Para determinar el grado de detección, se tiene en cuenta el rango de 1-10 y de determina por porcentajes de la siguiente manera:

Probabilidad	Rango	Criterio	Probabilidad falla
Alta	1	Defecto obvio	99.99%
Mediana	2-5	Es probable detectar la falla	97.5%
Baja	6-8	Defecto fácilmente identificable	95%
Muy baja	9	Defecto de fallas por métodos o pruebas	90%
Improbable	10	Defecto no fácil de detectar	<90%

Detección de falla. Nota: Adaptación

Capacitación Seguridad.

Existe un cronograma de capacitación para el personal		
Operación	Metodología	Solución
Diagrama de capacitación	Este diagrama mide los niveles según el departamento y la profundidad de preparación	Con la realización de este diagrama se programan las capacitaciones que necesita cada área según el departamento en el que se encuentre el personal y las actividades que esta persona realice

Se han definido los temas a reforzar en las capacitaciones futuras		
Herramienta	Metodología	Solución
N/A	La empresa está en la capacidad de programar las capacitaciones que los operarios necesiten o le soliciten para contribuir con el proceso de mejora continua.	

Existen recursos para que el departamento de gestión humana realice las capacitaciones		
Herramienta	Metodología	Solución
N/A	Los recursos que destine la gerencia no son parte de la propuesta de mantenimiento productivo total (TPM).	

Existen procedimientos para que el personal de todos los departamentos solicite una capacitación		
Herramienta	Metodología	Solución
N/A	No hay un conducto regular o formato para que el personal pueda solicitar la capacitación de un tema que considere necesario.	

Existe una inducción teórica y práctica para el nuevo personal que ingresa a la empresa.		
Herramienta	Metodología	Solución
N/A	No se realiza una socialización al personal que ingresa a la empresa.	La inducción inicial no está dentro de las actividades programadas en el mantenimiento productivo total (TPM), el área de gestión humana debe organizar esta información y programarlas.

Capacitación Seguridad.

La idea de lograr un entorno laboral sano, es vital en la empresa para que los operarios estén motivados y realicen sus actividades comprometidos con el bienestar de la empresa y esto generar que los resultados sean los esperados y lo beneficioso posible para la empresa.

Con el fin de fomentar un entorno laboral saludable, la Organización Mundial de la Salud, indica que este entorno se logra donde todas las personas que se encuentran en la empresa deben trabajar en equipo para alcanzar una visión agregada de salud, seguridad y bienestar de todos los trabajadores y así mismo tener la sostenibilidad del ambiente laboral en base a indicadores de salud y bienestar relacionados al ambiente físico, medio psicosocial y cultural.

Se debe tener en cuenta, que se debe promover el entorno laboral a través de capacitaciones, actividades fuera de lo laboral y tiempos de esparcimiento, para crear relaciones de compañerismo y lograr un buen ambiente laboral.

Por otro lado, se encuentra el entorno laboral negativo, el cual tiene como consecuencia la baja productividad y afectación en las actividades diarias, por otro lado, se encuentra la baja motivación laboral la cual dificulta la realización de las actividades de forma favorable y la ausencia de compromiso y sentido de pertenencia, lo cual puede ocasionar el abandono del trabajo.

Por lo tanto, es necesario realizar un cronograma de entrenamientos y capacitaciones para los integrantes de la organización y darles a entender que para la empresa es muy importante la parte

productiva como la parte emocional de las personas y darles la confianza que se encuentran en una compañía que se preocupa por el bienestar laboral.

Modelo de diseño de programa de reciclaje

Una de las formas para diseñar un programa de reciclaje, es ideal que sea desde la fuente del material, eso quiere decir desde cada área de la empresa, es claro que es crear una cultura organizacional y cambiar la mentalidad de las personas, pero esto es viable con capacitaciones de sensibilización .

Para que esto sea realidad se deben realizar los siguientes pasos:

- Realizar el diseño en forma de proyecto, con objetivos, introducción y un cronograma a seguir para dar cumplimiento a las actividades que se desean realizar.
- Crear un sistema práctico de recolección.
- Establecer contactos con empresas encargadas de los diferentes materiales que se reciclan, para retirar este producto de la empresa.
- Establecer el fin de los recursos obtenidos con este proyecto.
- Realizar mejoras ecológicas en la empresa.
- Contar con el respaldo de la alta gerencia.
- Garantizar el cumplimiento al 100% del cronograma de actividades.

Después de haber cumplido con este programa es necesario realizar capacitaciones con los trabajadores, dando a conocer cómo se va a realizar la dinámica para iniciar con este proyecto en la etapa productiva, la cual no se puede dejar por fuera explicar el manejo de las canecas de colores, lo cual sería de la siguiente manera:

Este tipo de canecas de colores es un plan de recolección empresarial, el cual genera conciencia en los trabajadores.

Las siguientes canecas de colores nos ayudan a reciclar residuos en los sectores industriales, comerciales, institucional y de servicio.

- Caneca Blanca: Vidrio.

- Caneca Negra: Cartón y papel.
- Caneca Roja: Hospitalarias, residuos peligrosos.
- Caneca Azul: Plásticos.
- Caneca Amarilla: Aluminio o Metales.

Esta es una forma sencilla y efectiva para tener un modelo de reciclaje exitoso dentro de la empresa e involucrando a todas las personas de la organización.

Mantenimiento de calidad.

Se da cumplimiento a la norma aws d1.1 structural welding code – steel (código de soldadura estructural – acero). Este código aplica para las estructuras de acero al carbono y de baja aleación, en espesores mayores a 3mm (1/8”) y con resistencia a la cadencia hasta 690mpa (100 ksi).		
N / A	Interventoría externa (cliente)	Con la inspección permanente de interventoría a la planta dan cumplimiento a la norma de calidad para las estructuras de acero al carbono y de baja aleación

Se da cumplimiento a la Ley 31 de 1995 de prevención de riesgos laborales		
operación	metodología	Solución
Formato de registro de accidentes laborales	Este formato permitirá registrar los accidentes que se presenten entorno a las actividades laborales.	Con este formato se podrá medir el índice de accidentalidad, con el fin de tener un indicador que permita tomar las acciones pertinentes a cada caso.

Se da cumplimiento a la norma ISO 9000 del sistema de gestión de calidad		
Al implementar la propuesta documentada en este trabajo se dará inicio a un punto de partida para que la empresa busque la certificación en gestión de calidad.		

Se da cumplimiento a la norma ISO 9000 del sistema de gestión de calidad
Al implementar la propuesta documentada en este trabajo se dará inicio a un punto de partida para que la empresa busque la certificación en gestión de calidad.

Se da cumplimiento a la norma ISO 550000 de gestión de activos
La empresa no cuenta con información de los activos que tiene actualmente, por lo que no hay registros con los que se pueda trabajar para poder dar solución a esta norma.

Se da cumplimiento a la norma técnica colombiana Ohsa 18000 de sistemas de gestión en seguridad y salud ocupacional.		
operación	metodología	Solución
Modelo de programa de salud ocupacional	El programa de salud ocupacional busca que la empresa mejore el ambiente laboral y riesgos a los que se encuentra expuestos el personal, debido a las actividades rutinarias que realizan.	Con el modelo se busca minimizar los riesgos laborales del personal e incentivar actividades de trabajo en equipo que den un ambiente laboral sano.

Se da cumplimiento a la norma ISO 14000 de la protección del medio ambiente		
operación	Metodología	Solución
N/A		Debido a la actividad que se realiza en la empresa, los programas ambientales son de vital importancia para la protección del medio ambiente y mitigar los impactos y efectos ambientales. No se realiza un modelo o plan para esta norma debido al tiempo de ejecución del proyecto.

Se tienen demarcadas las zonas por donde debe transitar el personal		
Operación	Metodología	Solución
Plano de demarcación	Este plano nos permite identificar visualmente las zonas seguras por las que él debe transitar, demarcando las áreas con más alto nivel de riesgo.	Se realiza el diseño del plano con la demarcación de las zonas por proceso.

Se tiene un plan de evacuación de emergencia		
operación	metodología	Solución
Modelo Plan de evacuación de emergencia	El plan de evacuación de emergencias se debe realizar teniendo en cuenta las amenazas y riesgos que tiene la empresa, así como tener el plano de la empresa para saber cómo se encuentra la infraestructura y cuáles son las rutas de evacuación y donde se encuentran los equipos de apoyo para poder gestionar en el momento de una emergencia.	Planteamiento de plan de evacuación de emergencia para poder implementarlo en la compañía y así mismo involucrando a los empleados, y así tener claridad de cómo actuar en el momento de una emergencia.

Mantenimiento de calidad.

Realizar un formato de control de registro laborales, este tipo de formato sirve para obtener un resultado de Evaluación de control de riesgo y un inventario de los accidentes que ocurren en la empresa, los tipos de accidentalidad, con qué frecuencia ocurre y cuál es el área más afectada, esto con el fin de realizar campañas y métodos de control para disminuir los riesgos de accidentalidad.

Se debe tener en cuenta, algunos aspectos a seguir para que la tasa de accidentalidad reduzca en la empresa y sea asertivo el método a utilizar:

- Se debe tener en cuenta la evolución del método a seguir por medio de control diario.

- Revisar si los sistemas de control de riesgos han generado nuevos peligros para los empleados.
- Tener en cuenta la opinión de los trabajadores sobre las necesidades.

Por lo tanto, este tipo de control de riesgo se debe realizar a diario y debe ser continuo en la empresa, para obtener buenos resultados y mejoras en los riesgos laborales.

Modelo plan de evacuación de emergencia

El plan de evacuación en las empresas se puede dar por (incendios, inundaciones, escape de gas, bombas, desastres naturales entre otros.) las empresas deben garantizar la vida e integridad física, mediante su desplazamiento hasta un lugar de menos riesgo.

Para desarrollar un plan de emergencia, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Examinar amenazas y riesgos: Se debe realizar un diagnóstico tanto de forma interna como externa de la compañía, por lo tanto, se debe revisar la edificación y las zonas seguras y todo lo que haya alrededor, como postes de luz, elementos que generen riesgo y los obstáculos que generen demoras de evacuación o presenten alguna amenaza.

Tener en cuenta la distancia entre los centros de atención y el lugar de ubicación de la empresa.

Examinar todas las instalaciones y áreas, para tener en cuenta que espacios existen y si son viables para una evacuación rápida y efectiva y tener en un lugar visible todos los elementos y equipos de protección para que cualquier persona de la empresa tenga accesos a ellos.

2. Evaluar recursos: Revisar la empresa con que equipos y materiales cuenta para realizar una evacuación, definiendo con qué recursos cuenta para atender algún tipo de emergencia, así como tener en cuenta cual es el inventario de elementos de seguridad como lo son extintores, red seca, botiquín de primeros auxilios, camillas, entre otros.
3. Equipos de apoyo: Al tener el equipo de apoyo se define acciones a seguir y planes de acción para ejecutar de forma adecuada en el momento de una emergencia, por lo tanto,

se debe establecer vías de evacuación, determinar vías de evacuación, establecer cuál va a ser la señal de evacuación y así mismo que los trabajadores la conozcan, determinar tiempos de evacuación y un punto de encuentro, así como cada área debe tener asignado un evacuador, se establece brigadas de emergencias.

4. Diseño de plan de emergencia: La empresa debe contar con un plano donde explique las salidas de emergencias y puntos de encuentros, deben encontrarse en un lugar visible para el conocimiento de los empleados, y el plano debe contener; todas las oficinas, pasillos, ubicación de puertas, salidas de emergencias, salida de evacuación, zonas seguras, etc., el plano debe ser idéntico a todos los sitios de la organización, porque cuando ocurre un siniestro se convierte en la guía, para los bomberos, la defensa civil, la entidad que se encuentre para poder facilitar dar solución a la emergencia.

Además, se debe tener los teléfonos de las entidades y la ubicación y conocer la distancia que se encuentre desde la empresa.

5. Evaluación: Se debe informar y comunicar a todos los empleados sobre el plan de evacuación, para que todos conozcan que debe hacer y cómo deben actuar en el momento de una emergencia.

Atender a las sugerencias y opiniones de los empleados sobre el plan de emergencia.

Realizar revisión del plan de emergencia de forma anual, debido a los cambios que genere la empresa.

Además, que es importante para poder saber actuar en el momento de una emergencia, al igual que tener en cuenta la señalización y extintores.

Cronograma de mantenimiento

Elaboración del plan de mantenimiento.

Teniendo en cuenta la necesidad de elaborar un plan de mantenimiento para evitar las pérdidas en la línea de producción por un mal mantenimiento hay que saber que es un plan de mantenimiento las tareas que se realizan en este la frecuencia, especialidad y duración, para esto podemos tener en cuenta los siguientes aspectos.

- Seguir en exceso las recomendaciones de los fabricantes
- Orientar el plan de mantenimiento a equipos
- Contar con el personal para el mantenimiento
- Registrar los resultados de inspecciones diarias y semanales
- La medición de objetivos: los indicadores de mantenimiento
- Conocimiento de los equipos y sistemas de la instalación
- Estrategia de mantenimiento
- Técnica a emplear para la determinación de tareas
- Los mantenimientos ‘especiales’

Se pueden tener en cuenta las siguientes técnicas para la elaboración del plan de mantenimiento:

- Seguir al pie de la letra las instrucciones de los fabricante de cada una de las maquinas plan basado en protocolos genéricos de mantenimiento
- Tener un plan de mantenimiento basado en análisis de fallos potenciales
- Realizar los protocolos de mantenimiento
- Determinar las tareas y el procedimiento de realización del mantenimiento
- Determinar la frecuencia con que se deben realizar las tareas de mantenimiento determinando de la especialidad del trabajo y teniendo en cuenta la duración estimada

Y finalmente tener en cuenta los siguientes aspectos para realizar el mantenimiento

- Especialidad del trabajo.

- Frecuencia con la que debe realizarse.
- Duración estimada de la realización de la tarea.
- Necesidad de un permiso de trabajo especial.
- Si el equipo debe estar parado o en marcha para la realización de la tarea.

El primer trabajo para elaborar un protocolo de mantenimiento de un equipo tipo es determinar el conjunto de tareas a llevar a cabo en él. Los tipos de tareas que pueden llevarse a cabo en un equipo son las siguientes:

Sustitución o reacondicionamiento sistemático de piezas sujetas o propensas al desgaste.

A la hora de elaborar la lista completa de tareas que aplica en un equipo y que compondrá el protocolo de mantenimiento de ese tipo de equipo es conveniente comprobar cuáles de los tipos de tareas mencionadas son aplicables en ese equipo. De esta manera se asegura que la lista de tareas para cada equipo es completa y exhaustiva, sin olvidar nada importante.

Actividad	Descripción de actividad
1	Inspecciones sensoriales: son inspecciones que se realizan con los sentidos, sin necesidad de instrumentos de medida o medios técnicos adicionales.
2	Lecturas y anotación de parámetros de funcionamiento, con instrumentos que están instalados en los equipos.
3	Tareas de lubricación.
4	Verificaciones mecánicas, como medición de holguras, de alineación, de espesor, de apriete de pernos, de instrumentos de medida, de funcionamiento de lazos de control, etc. Pueden requerir de una intervención para que determinados parámetros se ajusten a unos valores preestablecidos.
5	Verificaciones eléctricas, como medición de intensidad de corriente, verificación de puestas a tierra, verificación del funcionamiento de paradas de emergencia, verificación de conexiones, etc.
6	Análisis y mediciones de variables con instrumentos externos, como analizadores de vibraciones, termografías, análisis de aceites, etc.
7	Limpiezas, que pueden ser sencillas o de cierta complejidad técnica.
8	Configuración, en equipos programables o que admitan diferentes modos de funcionamiento.
9	Verificación del correcto funcionamiento de equipos de medida
10	Calibración de instrumentos de medida.
11	Chequeo de lazos de control.
12	Sustitución o reacondicionamiento condicional de piezas sujetas o propensas al desgaste.

Propuesta de ingeniería para la implementación del OEE

En este capítulo se presenta la metodología para utilizar esta herramienta que sirve para evaluar los diferentes procesos de la línea de producción y así determinar donde se encuentran las fallas que no permiten llegar al 100% de productividad, en la línea productiva de la empresa, con el fin de disminuir el producto defectuoso, las pérdidas de tiempo, el bajo rendimiento y el desperdicio de material.

A continuación se presenta la propuesta de implementación del sistema de indicadores, su análisis y posterior seguimiento de los resultados obtenidos del indicador OEE en cada una de las máquinas y equipos de la línea de producción de la empresa para contribuir al aumento de la productividad en la línea de producción.

Teniendo en cuenta las etapas nombradas en un capítulo anterior vamos a empezar con el desarrollo de la propuesta:

1. Recopilar la información de la línea de producción, para el cálculo del OEE.
2. Definir la capacidad de cada máquina, para la formulación de las metas del OEE.
3. Realizar el cálculo del OEE.
4. Procesar la información obtenida, para conocer las principales causas de ineficiencia en la línea de producción.
5. Plantear y proponer opciones de mejora, con las que se pretende disminuir las principales causas de pérdida de la línea de producción.

Para medir el OEE manualmente, debe hacer un formato y utilizarlo en cada máquina que vaya a evaluar. Los datos importantes en el formato son:

- Orden de producción
- Alistamiento de la máquina
- Tiempo de producción
- Unidades producidas
- Cantidad de desperdicio
- Paradas

Por favor de llenar las área en amarillo con sus datos de producción. La información es solamente para un turno. Puede ser que tendrá que convertir algunas de las unidades para simplificar el cálculo. Por ejemplo, cambiando Partes Por Hora (PPH) a Partes Por Minuto (PPM).

Datos de Producción					
Largo del Turno		Horas		Minutos	
Pausas Programadas		Pausas		Minutos C/U =	0 Minutos Total
Breaks Programados		Pausas		Minutos C/U =	0 Minutos Total
Tiempo Muerto		Minutos			
Cantidad ideal / tiempo ideal		PPM (Piezas Por Minuto)			
Total de Piezas		Piezas			
Piezas Rechazadas		Piezas			

Variable	Calculo	Resultados	
Tiempo planeado de producción	Tiempo del turno - pausas		Minutos
Tiempo operativo	Tiempo planeado de producción - tiempo muerto		Minutos
Piezas aceptables	Total piezas - piezas rechazadas		Piezas

Estos datos deben medirse en cada turno que la máquina esté en funcionamiento y los tiempos deben ingresarse cada vez que suceden (nunca al finalizar el turno) con reloj en mano.

Un equipo de digitadores se encargará de recoger estas planillas siempre a la misma hora e ingresarla a un formato en Excel para entregársela al analista de producción que generará un reporte de producción diario. Luego, debe organizar un comité de seguimiento que, en no más de 5 minutos, revise que la información está actualizada y al día.

Con los datos de este reporte aplicará la fórmula del OEE:

Factores OEE	Cálculo	OEE
Disponibilidad	Tiempo Operativo / Tiempo Planeado de Producción	
Rendimiento	(Piezas Total / Tiempo Operativo) / Tiempo de Ciclo Ideal	
Calidad	Piezas Buenas / Total de Piezas Producidas	
OEE	Disponibilidad x Rendimiento x Calidad	

Factores OEE	OEE Mundial	OEE EMPRESA%
Disponibilidad	90,00%	
Rendimiento	95,00%	
Calidad	99,90%	
OEE	85,00%	

El OEE para fabricantes a nivel mundial es generalmente considerado un 85% o mejor. Los estudios indican que el promedio de OEE para fabricantes es aproximadamente 60%.

A continuación se presenta el OEE para el Electro soldador Lincoln, una de las maquinas con mas trabajo en el proceso de produccion pues su funcionamiento es constante por el proceso que maneja la empresa.

1- Recopilar la información de la maquina, para el cálculo del OEE.

Por favor de llenar las área en amarillo con sus datos de producción. La información es solamente para un turno. Puede ser que tendrá que convertir algunas de las unidades para simplificar el cálculo. Por ejemplo, cambiando Partes Por Hora (PPH) a Partes Por Minuto (PPM).						
Datos de Producción						
Largo del Turno	10	Horas	480	Minutos		
Pausas Programadas	2	Pausas	30	Minutos C/U =	60	Minutos Total
Breaks Programados	1	Pausas	60	Minutos C/U =	60	Minutos Total
Tiempo Muerto	5	Minutos	5			
Cantidad ideal / tiempo ideal	25/8	PPM (Piezas Por Minuto)	25/480			
Total de Piezas	25	Piezas				
Piezas Rechazadas	2	Piezas				

2- Definir la capacidad de cada máquina, para la formulación de las metas del OEE.

Tiempo total de trabajo, en horas	11520,0	[hs/mes]
Tiempo insumido en paradas programadas, en horas	48,0	[hs/mes]
Tiempo insumido en paradas NO programadas, en horas	236,0	[hs/mes]
Velocidad nominal de la máquina, en unidades/hora	3125,0	[Kg/hs]
Cantidad total de piezas producidas	275,7	[Kg]

Cantidad de piezas NO CONFORMES	512,0	[Kg]
---------------------------------	-------	------

3- Realizar el cálculo del OEE.

Disponibilidad.

TPO =	Tiempo Total de Trabajo -	Tiempo de Paradas Planificadas =
	11520	-48
	=	11472

TO =	TPO - Paradas no programadas =
	11472 -236
	= 11420

DISPONIBILIDAD	TO/TPO =	0,979428173
		98%

Rendimiento.

Tiempo de Ciclo Ideal =	1/(Capacidad Nominal) =	
	1/(25 kg/día)	0,04
	Tiempo de Ciclo Ideal	25
	TO	11236
	Total de Unidades Producidas	324
Rendimiento =	Tiempo de Ciclo Ideal / (TO / Total de Unidades Producidas)	0,720897116
		72%

Calidad.

Calidad =	Unidades Conformes / Total de Unidades Producidas =
	283 / 324
	0,87345679
	Calidad = 87%

Alcance	Parámetro	Valor
Se contemplan paradas, averías , configuraciones, mantenimiento, ajustes	DISPONIBILIDAD	0.98
Se contemplan microparadas y reducción de la velocidad	RENDIMIENTO	0.72
Se contemplan unidades producidas sin rechazos ni retrabajos	CALIDAD	0.87

OEE	0,61
OEE [%]	61%

4- Procesar la información obtenida, para conocer las principales causas de ineficiencia de la maquina.

- La máquina no arranca: Puede deberse a un fusible fundido de la línea de alimentación, circuito de potencia muertos, a sobrecarga o la entrada de voltaje incorrecto.
- Máquina de soldadura se detiene de repente: Este problema puede deberse a la obstrucción en la ventilación, fallas de ventilador de refrigeración interno, o sobrecarga.
- Problema con el interruptor de polaridad: No funciona debido al desgaste de la conexión o a un uso rudo e inadecuado del interruptor cuando la máquina está aún bajo carga, lo que puede dañar la función del interruptor de polaridad.

- El soporte del electrodo se calienta: La razón detrás de esto podría ser, conexión floja o tamaño incorrecto del soporte del electrodo.
 - Choques eléctricos al operador: El problema se produce si el bastidor de la máquina de soldadura no está correctamente conectado a tierra.
- 5- Plantear y proponer opciones de mejora, con las que se pretende disminuir las principales causas de pérdida de la línea de producción.

1. Entrenamiento

Cuando un trabajador desee hacer una soldadura, es importante que primero lea los manuales de instrucción que le indican como se realiza esto, especialmente si es la primera vez que el empleado hace esta labor. Esto evitará cualquier accidente que se pueda presentar a causa del desconocimiento de la técnica.

2. Seguridad

Al ser un procedimiento peligroso, es importante capacitar a los empleados sobre este proceso. También dotarlos de elementos como guantes, ropa y cascos con el fin de protegerlos del calor extremos y las chispas que son emitidas por el equipo de soldadura. Los soldadores deberán contar con cascos limpios y libres de escombros para tener una visión clara de lo que están haciendo.

3. Espacios específicos

Antes de realizar el proceso de soldadura es importante constatar que las piezas que van a ser soldadas sean desmanteladas de la máquina y llevadas a un lugar seguro donde se pueda realizar este proceso, ya que si no se hace de esta manera se pueden generar graves accidentes a causa de líneas de gas u otras fuentes de materiales inflamables que pueden producir un incendio al entrar en contacto con este sistema.

4. La práctica hace al maestro

La soldadura es una habilidad que requiere práctica para afinar las técnicas correctas. Por esta razón, la planta debe otorgarle a los trabajadores la oportunidad de practicar esto sobre una base regular con el fin de que adquieran la experticia.

5. Acreditación

La persona encargada de la soldadura deberá estar acreditada por alguna escuela que emita el curso. De lo contrario no podrá realizar esta labor.

6. Preparación antes de soldar

Antes de realizar una soldadura es importante preparar los objetos a soldar. Es decir, eliminar la mayor cantidad de óxido, suciedad y escombros que se pueda. Luego de esto, si puede empezar a realizar este procedimiento. Tenga en cuenta que si le aplica algún disolvente a estos elementos antes de soldarlos, debe dejarlos secar antes de realizar la soldadura. Si no lo hace, el trabajo le puede quedar mal hecho.

Resultados

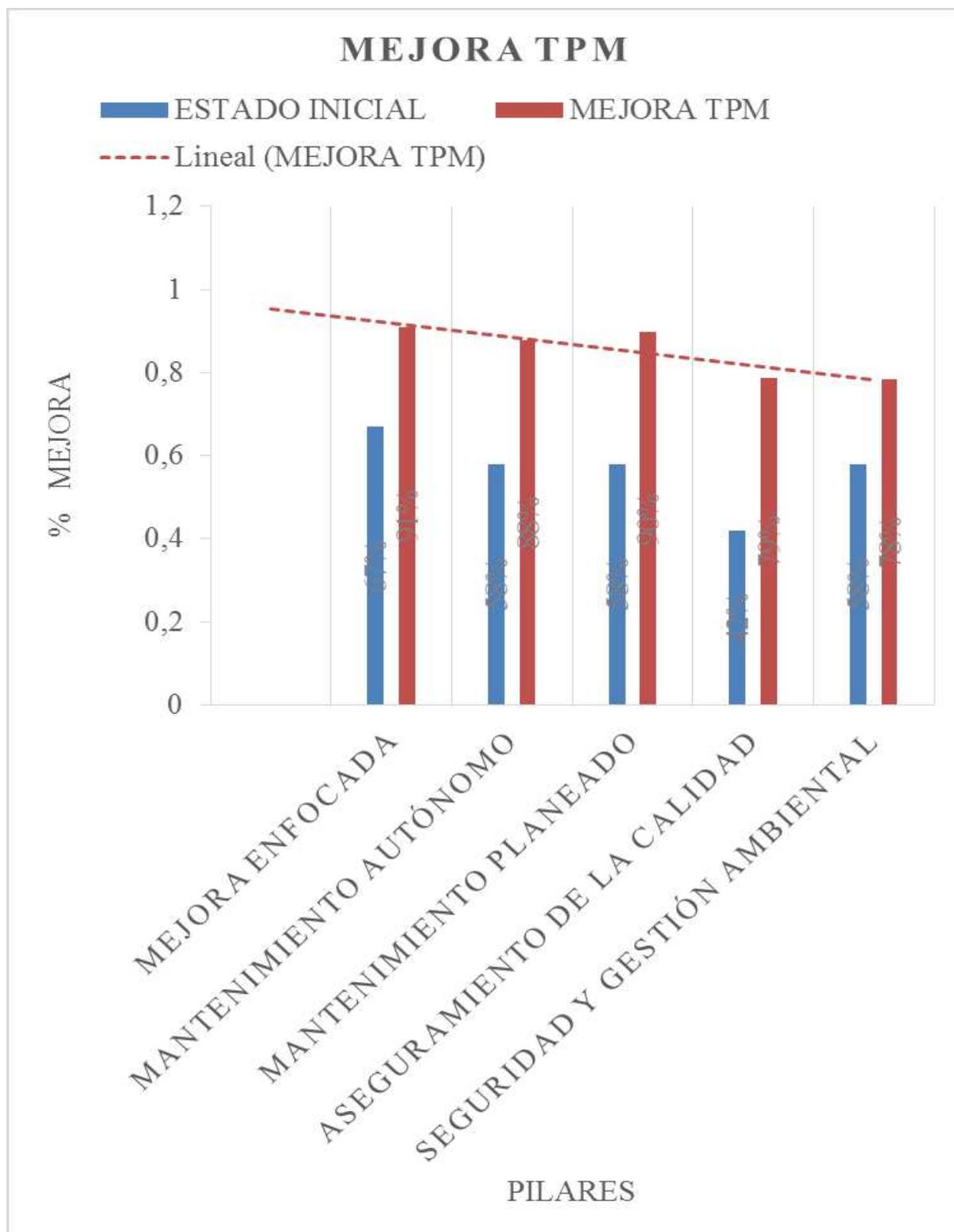
La finalidad de la propuesta que se presentó anteriormente es que por cada pilar se vuelva a realizar la evaluación con el fin de comparar el estado inicial con el resultado esperado la propuesta, en la siguiente tabla se muestran los estados esperados los cuales muestra una mejora en el estado actual de la empresa haciendo así que esta sea más competitiva.

Los resultados obtenidos se obtienen del proceso de mejora de otros trabajos aplicados frente a una problemática similar, la cual nos sirve como base para poder plantear un resultado de espera en cada unos de los pilares que se va a trabajar para mejorar las condiciones de la empresa.

PILAR	ESTADO INICIAL	ESTADO ESPERADO	% DISPONIBLE EN MEJORA	MEJORA TPM
Mejora Enfocada	67%	100%	33%	91%
Mantenimiento Autónomo	58%	100%	42%	88%
Mantenimiento Planeado	58%	100%	42%	90%
Aseguramiento de la calidad	42%	100%	58%	79%
Seguridad y Gestión Ambiental	58%	100%	42%	78%

PILAR	Tesis # 1	Tesis # 2	Tesis # 3	Promedio
Mejora Enfocada	86%	96%	91%	91%
Mantenimiento Autónomo	87%	96%	80%	88%
Mantenimiento Planeado	90%	92%	87%	90%
Aseguramiento de la calidad	76%	71%	89%	79%
Seguridad y Gestión Ambiental	78%	79%	78%	78%

Fuente:(Autoría propia)



Análisis financiero

A continuación se muestran los costos por meses de los mantenimientos preventivos de las máquinas, como se puede observar los costos representan una cuantía de \$, 12.481.000, por seis meses de los mantenimientos preventivos programados.

Al observar la siguiente información, los ahorros que tendría la empresa en los seis meses son de \$9.818.000. Sin embargo en algunas máquinas puede ser más económico realizar el mantenimiento correctivo, pero sigue siendo más beneficioso realizar los mantenimientos preventivos y programados, teniendo así a disposición las máquinas siempre para el proceso de producción de la empresa.

	Valor	Costo mensual mantenimiento preventivo					
		Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Puente grúa abus. 5 TON	\$385.000	\$385.000	\$385.000	\$385.000	\$385.000	\$385.000	\$385.000
Electro soldador Miller	\$210.000	\$210.000	\$210.000	\$210.000	\$210.000	\$210.000	\$210.000
Electro soldador Stanley	\$265.000	\$265.000	\$265.000	\$265.000	\$265.000	\$265.000	\$265.000
Inversor soldador Lincoln	\$175.000	\$175.000	\$175.000	\$175.000	\$175.000	\$175.000	\$175.000
Compresor de aire Siemens 200 psi	\$155.000	\$155.000	\$155.000	\$155.000	\$155.000	\$155.000	\$155.000
Taladro de árbol 350 w	\$160.000	\$160.000	\$160.000	\$160.000	\$160.000	\$160.000	\$160.000
Pulidora de mano black and decker	\$64.000	\$64.000	\$64.000	\$64.000	\$64.000	\$64.000	\$64.000
Tortuga de oxicorte	\$155.000	\$155.000	\$155.000	\$155.000	\$155.000	\$155.000	\$155.000
Taladro de mano	\$44.000	\$44.000	\$44.000	\$44.000	\$44.000	\$44.000	\$44.000
Taladro de perforación magnético 220 v	\$135.000	\$135.000	\$135.000	\$135.000	\$135.000	\$135.000	\$135.000
Mototool DeWALT	\$35.000	\$35.000	\$35.000	\$35.000	\$35.000	\$35.000	\$35.000
	\$1.783.000	\$1.783.000	\$1.783.000	\$1.783.000	\$1.783.000	\$1.783.000	\$1.783.000
	Costo Mantenimiento seis meses			\$12.481.000			

Máquinas	Ahorro en pesos implementando TPM					
	Sep.	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Puente grúa abus. 5 TON	\$1.265.000	\$1.815.000	\$715.000	\$2.365.000	\$1.265.000	\$4.015.000
Electro soldador Miller	\$1.290.000	\$1.890.000	\$90.000	\$390.000	\$1.890.000	\$990.000
Electro soldador Stanley	\$1.335.000	-\$265.000	-\$185.000	-\$265.000	-\$185.000	-\$265.000
Inversor soldador Lincoln	\$1.075.000	\$575.000	\$1.075.000	\$325.000	\$1.325.000	\$825.000
Compresor de aire Siemens 200 psi	-\$155.000	\$95.000	\$345.000	-\$155.000	\$345.000	\$95.000
Taladro de árbol 350 w	\$200.000	\$80.000	-\$160.000	\$80.000	\$80.000	\$80.000
Pulidora de mano black and decker	-\$64.000	\$56.000	-\$64.000	-\$64.000	\$216.000	-\$64.000
Tortuga de oxicorte	\$95.000	-\$155.000	-\$155.000	-\$155.000	\$95.000	-\$155.000
Taladro de mano	-\$44.000	\$176.000	-\$44.000	-\$44.000	-\$44.000	-\$44.000
Taladro de perforación magnético 220 v	\$115.000	-\$85.000	-\$85.000	\$115.000	-\$85.000	-\$85.000
Mototool DeWALT	-\$35.000	-\$35.000	\$115.000	-\$35.000	\$115.000	-\$35.000
Total	\$5.077.000	\$4.147.000	\$1.647.000	\$2.557.000	\$5.017.000	\$5.357.000

Ahorro en primeros seis meses	\$9.818.000
--------------------------------------	--------------------

Cronograma de actividades

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	S-6	S-4	S-2	S1	S3	S5	S7	S9	S11	S13	S15	S17	S19	S21	S23		
			D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M
1		INSPECCION DE PLANTA																	
2		RECOPIACION DE INFORMACION																	
3		ANALISIS DE INFORMACION																	
4		MEJORA ENFOCADA																	
5		MANTENIMIENTO AUTONOMO																	
6		MANTENIMIENTO PLANEADO																	
7		EDUCACION Y ENTRENAMIENTO																	
8		ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD																	
9		SEGURIDAD Y GESTION AMBIENTAL																	
10		ANALISIS DE RESULTADOS																	

Conclusiones

En la presente investigación, gracias al el análisis preliminar encontramos las falencias de la empresa Proyectos y equipos metalmecánicos sas., gracias al análisis de los datos obtenidos se provee ofrecer una propuesta donde los datos y acciones muestren la eficiencia al implementar las herramientas y hacer buen uso de ellas, el principal problema que se evidencio fue que la planta no cuenta con un plan de mantenimiento, cronogramas u organización de los mismos.

Los operarios de las maquinas no cuentan con la formacion adecuada para cada caso que se presenta en las distintas maquinas, los tiempos muertos que encuentran a menudo y son extensos debido a esta problemática, se revisaron los aspectos a mejorar como los son; la recopilación de información del estado de cada una de las maquinas, las metodología que se utiliza para la implementación del mantenimiento, la recepción de los repuestos debe ser más efectiva, la falta de conocimiento del proceso de los operarios todo esto con el fin de mejorar la disponibilidad de las máquinas y el estado del área de mantenimiento.

Para hacer más eficiente el plan a seguir que se recomienda a la empresa, este se debe dirigir a la maquinaria y herramientas que se utilizan en el proceso de produccion y también al personal que está involucrado en el mismo, de esta forma, se dará a conocer los tiempos de uso de las piezas, se va a tener claridad de la ficha técnica de la maquinaria y el formato de manuales de uso del proceso y el cómo trabajar en una ambiente saludable con la implementación de los pilares del TPM, y lograr que esto se pueda fomentar en todas las áreas de la empresa y así lograr crear cultura, conciencia y constancia en el buen manejo de las herramientas y el autocuidado

En el momento de poner en marcha el TPM hay que determinar un periodo de prueba para realizar una recopilación de información del estado del mantenimiento y realizar los ajustes de ser necesarios de esta manera lograr que la propuesta a implementar sea lo más eficiente posible y lograr un máximo aprovechamiento.

Adicionalmente con el periodo de prueba de la herramienta del OEE, obtener al detalle los tiempos de operación cada una del máquinas, así poder atacar directamente los cuellos de botella

y las pérdidas de tiempo más frecuentes, se mide la eficacia de la planta y de esta manera estimar con exactitud la necesidad de personal, máquinas y equipos para la planificación de la producción.

Recomendaciones

- 1- Para dar inicio a la implementación del TPM y asegurar el normal funcionamiento de las máquinas y equipos, poder maximizar la eficiencia dentro del proceso de producción, aumentando el tiempo de vida útil de cada una de las máquinas, hay que plantear el proceso en tres etapas.
 - a- Fase funcional
 - b- Fase de recursos humanos
 - c- Fase técnica
 - a- Fase funcional, de implementación del programa del TPM esta etapa es la más importante porque permite conocer el sistema de operación de las máquinas y equipos en el proceso productivo, con esto se logra identificar los procedimientos críticos y dar prioridad a estos.
 - b- Fase del recurso humano, se recomienda desarrollar el plan de entrenamiento y capacitación al personal del mantenimiento y producción de la empresa y lograr capacitar al personal en el desarrollo de habilidades de la herramienta.
 - c- Fase técnica, dar este importante paso para implementar los pilares del TPM en el proceso de producción de la empresa, para lograr un mantenimiento adecuado, involucrando al personal de la empresa y aumentar la eficiencia y eficacia de las actividades.
- 2- Con ayuda del plan de mantenimiento, lograr un mantenimiento organizado y planificado ya que en este punto se encuentran los principales problemas y necesidades, con el fin de dar una solución más rápida y acertada.
- 3- Con el desarrollo de los pilares del TPM y el programa de mantenimiento, lograr incrementar la confiabilidad del proceso de producción, dando así un aumento en la confiabilidad de los procesos y las máquinas.

- 4- teniendo en cuenta la disponibilidad, velocidad y calidad, lograr que la herramienta del OEE sea de un fácil manejo para todos los operarios, que manipulan la información sobre el estado de cada una de las máquinas y sus diferentes operaciones en el proceso de producción.

- 5- Enfocar a los operarios en la importancia que tienen las pérdidas y recomendar la mejora como un avance para multiplicar los tres componentes que se reflejan en el indicador de la herramienta propuesta.

Bibliografía

Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica ingeniería mecánica vol.19 no.3 la habana sept.-dic. 2016

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1815-59442016000300003

Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo ingeniare. Rev. chil. ing. vol.21 no.1 arica abr. 2013

http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s071833052013000100011&script=sci_arttext&tlng=pt

Diseño de ejercicio docente basado en el estudio comparativo de metodologías de optimización del mantenimiento ingeniería mecánica v.13 n.3 la habana sep.-dic. 2010 Antonio torres valle, diana Figueroa del valle

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1815-59442010000300002

El mantenimiento en la confiabilidad y disponibilidad de un sistema de generación de vapor ingeniería mecánica vol.14 no.2 la habana mayo-ago. 2011 mayra de la c. Troncoso - fleitas, Héctor r. acosta – palmer

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s181559442011000200006&script=sci_arttext&tlng=en

Mantenimiento productivo total, microempresa, mejo; enero-diciembre 2013; maría del Carmen carnero moya - Rafael López - vizcaíno marín

<http://www.dyna-management.com/articulos/ficha.aspx?idmenu=5ac67497-8243-47dd-ab2d-ef984916fffd&cod=5795&codigoacceso=cc808517-fdde-4a3a-9165-ea3c732a3f42>

Fernández, f. j... teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado.

Garrido, s. g. mantenimiento industrial. Madrid: renovetec (2009)...

Gonzales, f. j. auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión. Madrid: fc. (2004).

Kuroda, bombas, k. ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo. kuroda bombas, 1-4. (2012).

Manuel García melero, m. f. técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de nichols, h. l. manual de reparación y mantenimiento de maquinaria pesada. Madrid: mcgraww-hill (1993)...

Oliva, a. p.-j. mantenimiento mecánico preventivo del vehículo. Madrid: aran. (2010).

Pauro, r. indicadores de mantenimiento. buenos aires: coldi. (2007).

Castellanos, Jackson, y otros. 2014. caso ingredion. Jaime Andrés Aranguren medina y Gustavo Adolfo Villegas López. implementación exitosa de TPM en la industria colombiana. Cali, 17 de julio de 2014.

Implantación del mantenimiento productivo total – TPM - en escenarios de fusión corporativa: resultados de una investigación. g. Villegas*, a. Vélez** departamentos de ingeniería mecánica y de organización y gerencia universidad eafit, cra. 49 no. 7 sur 50, Medellín, Colombia

<http://www.laccei.org/laccei2014-guayaquil/refereedpapers/rp149.pdf>

Implementación del sistema de indicadores de productividad y mejoramiento OEE (overall effectiveness equipment) en la línea tubería en corpacero s.a. - Carlos Leonardo casilimas Macías Robert adrián Poveda quintero

<http://udistrital.edu.co:8080/documents/138588/3157626/implementacion+OEE>

Alonso, Hugo. Una herramienta de mejora, el OEE (Efectividad global del equipo).

[Consultado agosto 2017]. Disponible en <http://www.eumed.net/ce/2009b/hlag.htm>

Anexos**Ilustración 1 electro soldador Lincoln****Ilustración 2 electro soldador Miller**



Ilustración 3 taladro de árbol



Ilustración 4 inversor Lincoln



Ilustración 5 tortuga oxicorte



Ilustración 6 compresor de aire 200 psi



Nota: puente grúa Cap 5 toneladas -



Nota: alambre electrodo – Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,

Estado actual de las máquinas y equipos.

Electro soldador Lincoln

DATOS DEL EQUIPO				
MARCA:	Lincoln	FECHA 01/03/2017		
MODELO	C-V 400	No. SERIE: UW213546537		
ALIMENTADOR: LINCOLN LF- 72		No. SERIE: UW213546537		
0,30		GAS ARGON CO2 X		
0,35			MEZCLA	
0,45	X			
MEDIDA		VALOR		
		EQUIPO	PATRÓN	
VOLTAJE DE ENTRADA	(V)	202	220	
VOLTAJE A 36 VOLT	(A)	400	400 0-	
VOLTAJE A 38 VOLT	(A)	450	400-450	
VOLTAJE A 40 VOLT	(A)	500	450-500	
CICLO DE TRABAJO	(%)	100	60	
PRESION DE GAS SALIDA	(PSI)	15	15	
CALIFICACION		OBSERVACIONES		
CONFIGURADO	220V- 440V	PINZA AMPERIMETRICA FLUKE – 374 SN: 17970205 DE 0 – 600AMP		
TOLERANCIA	10% ±0-			
CALIFICACION	OK			
INSPECTOR OMAR MORALES FECHA:				

Fuente: elaboración propia

Electro soldador Miller

DATOS DEL EQUIPO					
MARCA: Miller			FECHA 01/03/2017		
MODELO XMT 350 VS			No. SERIE: U1070415407		
ALIMENTADOR: MILLER XMT 350 VS			No. SERIE: U10801080083		
0,30	X		GAS		
0,35	X		ARGON	MEZCLA	
0,45			CO2 X	X	
MEDIDA			VALOR		
			EQUIPO	PATRÓN	
VOLTAJE DE ENTRADA		(V)	210	240	
VOLTAJE A 36 VOLT		(A)	400	0-400	
VOLTAJE A 38 VOLT		(A)	450	400-450	
VOLTAJE A 40 VOLT		(A)	500	450-500	
CICLO DE TRABAJO		(%)	120	80	
PRESION DE GAS SALIDA		(PSI)	15	15	
CALIFICACION			OBSERVACIONES		
CONFIGURADO		220V-440V	PINZA AMPERIMETRICA FLUKE - 374 SN: 17970205		
TOLERANCIA		10% ±0	DE 0 - 600AMP		
CALIFICACION		OK			
INSPECTOR OMAR MORALES FECHA:					

Fuente: elaboración propia

Taladro de árbol

F0123320AD	Potencia:	320W
	Velocidad:	570–3,05rpm
	Niveles	develocidad:5
	Mandril:	13Mm(1/2")
	Capacidad:	1/162,½"
	Inclinación:	0A45°
	5 velocidades,	desempeño único para varios tipos de perforación
	Láser	para precisión en el trabajo
	Mesa	de trabajo estructurada en hierro y metal
	Ajuste	de Profundidad de ángulo de la mesa de
	Incluye:	1 Llave para mandril

Fuente: elaboración propia

Compresor de aire 200 psi

Referencia: D55168	
H.P. Reales	1.8
Velocidad	3,400 rpm
Nivel de ruido	78 DBA
SCFM 90 psi	5.4 SCFM
Presión máxima (psi)	200 psi
Válvula de drenaje	4
Tanque ASME (gal)	15 gals
Peso de la herramienta	41.8 kg

Fuente: elaboración propia

PUENTE PURACE		INFORME AVANCE DE OBRA DIARIO		FORMA 01/14/2013	
SEMANA: DEL: 7 de DIC 2015 AL: 12 de DICIEMBRE del 2015				Hoja N°: 1	
DOCUMENTOS DE REFERENCIA			PIEZA #	EQUIPOS UTILIZADOS	
SPM 368-E69			1ra SECCION BIGA DER	FLEXOMETRO, DECAMETRO, RAYADOR, EQUIPO DE SOLDAR	
SPM 368-E69			1ra SECCION BIGA IZQ	FLEXOMETRO, DECAMETRO, RAYADOR, EQUIPO DE SOLDAR	
SPM 368-E69			1ra SECCION BIGA CENTRAL	FLEXOMETRO, DECAMETRO, RAYADOR, EQUIPO DE SOLDAR	
SPM 368-E69			CORTE LM 42	FLEXOMETRO, DECAMETRO, RAYADOR, EQUIPO DE OCCICORTE	
SPM 368-E69			CORTE LM 27	FLEXOMETRO, DECAMETRO, RAYADOR, EQUIPO DE OCCICORTE	
ACTIVIDAD		PIEZA	CANTIDADES	FECHA DE EJECUCIÓN	
SOLDADURA		1ra SECCION BIGA DER	1 PIEZA	07/12/2015	
SOLDADURA		1ra SECCION BIGA IZQ	1 PIEZA	07/12/2015	
SOLDADURA		1ra SECCION BIGA CENTRAL	1 PIEZA	07/12/2015	
CORTE		CORTE LM 42	3	07/12/2015	
CORTE		CORTE LM 27	3	07/12/2015	
PLANO		SOLDADURA %	TIPO DE INSP	HALLAZGOS	RESPONSABLES
SPM-368-E69		0%	VT	APLICACIÓN DE SOLDADURA EN LA 1ra SECCION BIGA DER	PRODUCCIÓN / QHSE
SPM-368-E69		0%	VT	APLICACIÓN DE SOLDADURA EN LA 1ra SECCION BIGA IZQ	PRODUCCIÓN / QHSE
SPM-368-E69		50%	VT	APLICACIÓN DE SOLDADURA EN LA 1ra SECCION BIGA CENTRAL	PRODUCCIÓN / QHSE
SPM-368-E69		100%	VT	CORTE LM 42	PRODUCCIÓN / QHSE

Nota: Informe avances de obra – Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,

Petroanalysis Colombia S.A.S.		PROTOCOLO DIMENSIONAL Y SOLDADURAS					OBRA: Puente Purace		
POSICIÓN		TRAMO 1-E76					Fecha: 06/01/2016		
Inspección	ACEPTABLE	Grutas	F. Fisica	F. Penetración	Sonificación	Perforación	Trazado	Firma Inspector	
Inspección	ACEPTABLE	NO	NO	NO	NO	NO	ACEPTABLE		
Equipos END	VT 18X	PT 15X	MT 8X	UT 45X	RT	INFORMACIÓN: PT. 883/UT8/MT8			
MAPA DE SOLDADURA					MAPA DE SOLDADURA				
ITEM	MPS	ESTAMPE SOLDADOR	FECHA	POS	ITEM	MPS	ESTAMPE SOLDADOR	FECHA	POS
1	001	AA	06/01/2016	M27					
2		AA	06/01/2016	M78					
3		AA	06/01/2016	M38					
4		AA	06/01/2016	M58					
5		AA	06/01/2016	E78					
*Observaciones: PLANO SPM-368-E69					*Observaciones: Cesare Chaparro Cargo: INSPECTOR QA/QC Fecha: Firma:				
VT: INSPECCION VISUAL UT: ULTRASONIDO			PT: LIQUIDOS PENETRANTES RT: RADIOGRAFIA			FORMA 01/14/2013			

Nota: Formato de control calidad (petroanalysis s.a.s.) Protocolo dimensional de piezas y de soldaduras

TRAMO 1 IZQ E – 76					
TRAMO	CODIGO/ELEM	JUNTA #	CANTIDAD	ESTAMPE	WPS
1 IZQ	E - 76	E 70	1	AA	FCAW 001
1 IZQ	E - 76	LM 27	2	AA	FCAW 001
1 IZQ	E - 76	LM 29	2	AA	FCAW 001
1 IZQ	E - 76	LM 28	2	AA	FCAW 001
1 IZQ	E - 76	LM 30	4	AA	FCAW 001
1 IZQ	E - 76	LM 39	2	AA	FCAW 001
1 IZQ	E - 76	LM 55	1	AA	FCAW 001
1 IZQ	E - 76	LM 41	2	AA	FCAW 001
1 IZQ	E - 76	LM 42	4	AA	FCAW 001
1 IZQ	E - 76	LM 52	1	AA	FCAW 001
1 IZQ	E - 76	LM 40	2	AA	FCAW 001
1 IZQ	E - 76	LM 70	2	AA	FCAW 001
1 IZQ	E - 76	LM 68	2	AA	FCAW 001

Nota: WELDING MAP del proceso de soldadura – Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,

REGISTRO DE CONTROL DE LIBERACION DE ACTIVIDADES													Código: WELD-F-004-01	
													Versión: 01	
													Fecha: 7/12	
													Hoja N°: 1 de 1	
PROYECTO: <u>Puente proce</u>		CONTRATISTA: <u>V.H.L</u>		Fecha Inicio <u>06-12</u>				Fecha Terminación: <u></u>						
DATOS DE ENTRADA (Planos de taller) y especificación técnica				MATERIAL		LIBERACION PRODUCCIÓN Y CALIDAD								PESO en Kg
Fecha de entrega	Conj.	descripción	Cant.	Fecha de entrega	Firma	PREFORMADO		ENSAMBLE		SOLDADURA		PRODUCTO FINAL 100%		
						Fecha de entrega	Firma	Fecha de entrega	Firma	Fecha de entrega	Firma	Fecha de entrega	Firma	
04-12	E-76	Viga del 1º tramo	1	04-12	Cristian	06-12	Cristian	09-12	Cristian	09-01	Cristian	19-01	Cristian	
"	"	LM 27	"	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	
"	"	LM 29	"	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	
"	"	LM 28	"	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	
"	"	LM 30	"	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	
"	"	LM 39	"	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	
"	"	LM 41	"	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	
"	"	LM 42	"	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	
"	"	LM 52	"	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	
"	"	LM 40	"	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	
"	"	LM 68	"	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	
"	"	LM 70	"	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	
"	"	E 70	"	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	"	Cristian	
Observaciones:														
Elaboró: <u>Cristian C. Triana</u> Revisó: <u></u> Aprobó: <u></u>														
Nombre: <u>Cristian C. Triana</u> Nombre: <u></u> Nombre: <u></u>														
Cargo: <u>Auxiliar ingeniero proyectos</u> Cargo: <u></u> Cargo: <u></u>														

Nota: Registro liberación de actividades – Proyectos y equipos metalmecánicos s.a.s.,