

Reporte Final de Estadía

Laura Ojeda Velázquez

Implementación del Pilar (Mantenimiento Autónomo) para las
máquinas de Púas Alta de Resistencia



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

**Programa Educativo de Ingeniería en
Mantenimiento Industrial**

Reporte que para obtener su título de Ingeniero en Mantenimiento Industrial.

Proyecto realizado en la empresa:

Implementación del Pilar (Mantenimiento Autónomo) para las máquinas de Púas Alta de Resistencia.

Nombre de la empresa:

Lamina y Placa S.A. De C.V.

Nombre del Asesor Industrial:

Ing. José Luis Chama Esteban

Nombre del Asesor Académico:

Ing. María Dolores Domínguez Barrera

Cuitláhuac, Ver., a 17 abril de 2018

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	1
RESUMEN.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO 1.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.1 Análisis de la situación actual de la empresa	4
1.2 Objetivos.....	5
1.3 Justificación del Proyecto.....	7
1.4 Limitaciones y Alcances	8
CAPÍTULO 2.....	10
DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	10
2.1 Datos generales de la empresa	10
CAPÍTULO 3.....	18
MARCO REFERENCIAL	18
3.1 Marco de Antecedentes.....	20
3.2 Marco teórico	22
CAPÍTULO 4.....	29
DESARROLLO DEL PROYECTO DE ESTADÍA.....	29
4.1 Recopilación y organización de la información	29
4.2 Análisis de la información.....	33
4.3 Propuesta de solución	33
4.4 Desarrollo del proyecto	34
CAPÍTULO 5.....	35
RESULTADOS.....	35
5.1 Resultados.....	35
CONCLUSIONES.....	35
ANEXOS.....	1

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a Dios principalmente por la oportunidad de vivir, seguir estudiando hasta donde me encuentro, y de que me ha dado ese amor, valor y entrega, que, a través de ello y mucho esfuerzo, he conseguido llegar a esta meta, que es terminar como Técnico Superior de Mantenimiento en Área Industrial. Agradezco infinitamente a mis padres que han estado ahí conmigo saben todo lo que he pasado y me conforta saber que siempre estarán apoyándome en las decisiones que tome en mi vida, ¡gracias!, por ese voto de confianza y consejos. A mi hermano, por tener paciencia conmigo en todo lo que tengo duda y pedir consejo en las diferentes decisiones que se me presentan, ha sido vital para mí, te quiero demasiado gracias por apoyarme y estar conmigo en momentos difíciles, gracias por comprenderme y espero que estés orgulloso de lo que he hecho y he logrado. A mi abuelita por trabajar tanto, para que no me olvide de mis obligaciones y deberes, por cuidar de mí y enseñarme que el amor si existe y que los valores es fundamental no perderlos gracias por estar conmigo, por todo el apoyo y que me hagas ser un mejor ser humano día a día, te quiero demasiado.

A mis profesores de la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, por brindarme esos conocimientos, consejos, aclaración de dudas que me servirán durante toda mi vida para el área laboral, en la que me voy a desempeñar y estaré feliz de trabar con mucha dedicación y empeño.

Mi jefe de carrera el Ing. Gonzalo Malangón y a mí asesor industrial Ing. José Luis Chama Esteban por estar apoyando constantemente a todos nosotros como alumnos y teniendo en cuenta las necesidades que requiere la carrera, gracias por este tiempo de estadía, para saber que nosotros como alumnos debemos saber anticipadamente lo que es estar en una industria y medir nuestras habilidades y actitudes para un desempeño laboral eficiente.

Gracias.

RESUMEN

La empresa industrial (Temple Villacero) Lamina y placa comercial S.A. De C.V. de clase mundial en la comercialización y transformación de productos de acero, es de vital importancia una organización en la y que tenga una excelente operación en la maquinaria para que se elimine mayormente el mantenimiento correctivo de las mismas; Busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral del trabajador, y crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí; todo esto con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

Temple Villacero no tiene un plan como tal para la mejora del mantenimiento autónomo por ello en este proyecto de implementación del pilar de TPM (mantenimiento autónomo) sin averías y fallas, eliminará toda clase de pérdidas, mejorará la fiabilidad y disponibilidad de los equipos y el período de operación mejorara, los costos se reducirán mejorando la calidad de operación y ampliando la vida útil de los equipos. Durante el desarrollo del proyecto se identificará los puntos críticos donde falta disponibilidad y eficacia del operador y máquina: El análisis cuidadoso de cada una de estas causas de baja productividad y antes mencionadas lleva a encontrar las soluciones para eliminarlas y los medios para implementar estas últimas. Es fundamental que el análisis sea hecho en conjunto por el personal de producción y el de mantenimiento, porque los problemas que causan la baja productividad son de ambos tipos y las soluciones deben ser adoptadas en forma integral para que tengan éxito. En consecuencia, la productividad se incrementará gradualmente conforme se avance con la implementación del proyecto TPM en las máquinas de (Púa Alta resistencia Instaladas en NAVE 2).

INTRODUCCIÓN

La empresa Temple Villacero en el proceso de púas alta resistencia se identificó la problemática que la maquinaria por diferentes fallas permanecía mucho tiempo parada, esto llevo a recolectar información de tiempos de paro y se fue a ver las bitácoras de los jefes de turno y ordenes de trabajo para ver las fallas y clasificar, ya realizado el conteo y ver el desinterés de los operarios se vio que las graficas marcaban un muy bajo rendimiento de disponibilidad por máquina. Y se investigo en las ordenes de trabajo de los archivos del año 2017.

Los resultados esperados con la aplicación del mantenimiento autónomo se va ver reflejado en los meses Abril y mayo ya con un extensa rutina y mejores hábitos de limpieza, lubricado y ajustes generales.

Con la Capacitación que se les otorgo al personal de dicha área en funciones propias de mantenimiento autónomo como son: limpieza, inspección, lubricación y ajustes, siguiendo la metodología de los 7 pasos del mantenimiento autónomo.

Se formulo indicadores que permitan evaluar el desempeño de los equipos como realizando los cálculos con el indicador de disponibilidad.

El fin es conclusión es eliminar las horas por fallos menores y ejecutar mantenimiento autónomo y así Mejorar las habilidades y capacidades de los operarios para mantener altos niveles de eficiencia del proceso

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Análisis de la situación actual de la empresa

En la empresa temple Villacero lamina y placa comercial S.A. de C.V. se refleja deterioro y constantes paradas en la maquinaria del (púa alta resistencia) ubicadas en nave 2, las cuales se presentan por diferentes tipos de fallas, algunas de ellas se pueden prevenir y en otros casos reparar de una forma planeada. En la empresa se lleva una bitácora por turno que la realizan los jefes de turno (un turno es de 8 horas). En las ordenes de trabajo que se realizan, se observó que la mayoría de las fallas los operarios deben hacerse cargo con una forma planeada.

Se analizo la disponibilidad y se identificó el punto clave de falta de producción es el tiempo real producido de cada una de las maquinas que es muy bajo, y se utilizó el indicador por máquina de los meses del año 2017.

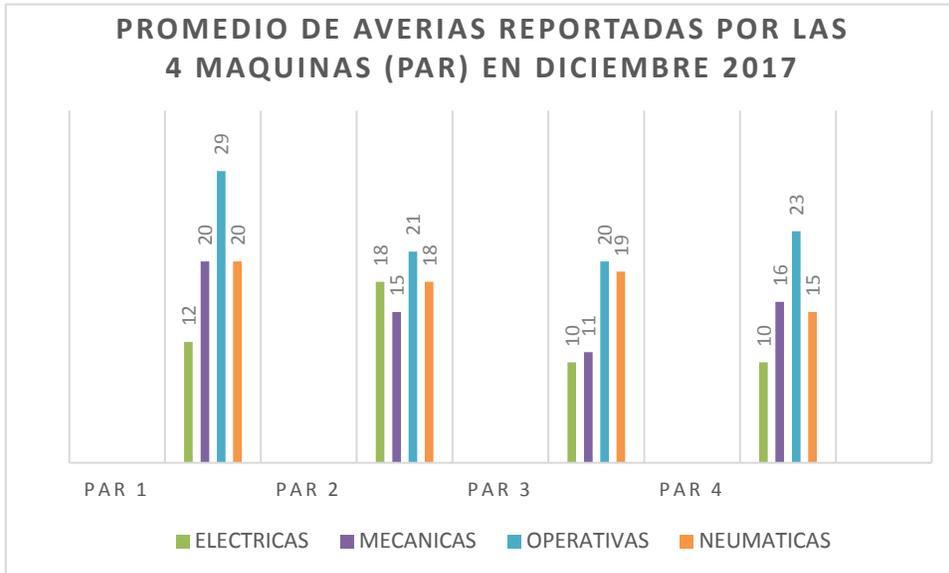
% DE DISPONIBILIDAD DEL 2017 MAQUINAS DE PUAS ALTA RESISTENCIA

MAQUINA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
PAR 1	66%	58%	68%	82%	84%	S/P	S/P	S/P	59%	78%	83%	81%
PAR 2	74%	72%	83%	93%	84%	82%	88%	82%	89%	93%	93%	92%
PAR 3	62%	82%	89%	83%	82%	82%	80%	88%	85%	82%	83%	88%
PAR 4	63%	56%	82%	82%	65%	93%	80%	84%	85%	93%	80%	81%

TABLA 1.0 Disponibilidad del 2017 en máquinas PAR.

A continuación, viendo el estado de las máquinas, se debe analizar por maquinas los porcentajes para poder hacer una implementación y saber cómo realizarla

utilizando la metodología de los 7 pasos y el análisis del indicador de (Disponibilidad).



GRAFICA 1.0. Promedio de averías, registradas para mantenimiento del mes de Diciembre 2017.

En esta grafica se puede observar el número de fallas de las máquinas, en las bitácoras de los jefes de turno, los tiempos de demora que son muy prolongados a causa de fallas que operario puede realizar. Es por eso que este proyecto que va enfocarse al mantenimiento autónomo y alcanzar porcentajes altos de disponibilidad de la maquinaria del proceso de púas.

1.1 Objetivos

Objetivo General:

Implementar el pilar de mantenimiento autónomo, en las máquinas de Púas Alta Resistencia ubicadas en NAVE 2, aumentando la disponibilidad de la maquinaria hasta con el 95% que mejorara en obtener con un personal más capacitado y sin paros no programados.

Objetivos Específicos:

- Investigar en manuales de cada una de las máquinas para hacer un cronograma de tarea para realizar un programa de capacitación del personal.
- Proporcionar a la empresa registros teóricos y técnicos para la implementación, del mantenimiento autónomo en las máquinas de púas alta resistencia, basados en la metodología de TPM.
- Capacitar al personal de dicha área en funciones propias de mantenimiento autónomo como son: limpieza, inspección, lubricación y ajustes, siguiendo la metodología de los 7 pasos del mantenimiento autónomo.
- Formular indicadores que permitan evaluar el desempeño de los equipos como realizando los cálculos con el indicador de disponibilidad.
- Mejorar las habilidades y capacidades de los operarios para mantener altos niveles de eficiencia del proceso.
- Elaborar un sistema de seguimiento, medición y análisis del plan que permitan alcanzar los resultados planificados y mejora continua.

1.2 Justificación del Proyecto

Se decide implementar el pilar de mantenimiento autónomo en la empresa Villacero, es una herramienta la cual permite controlar las posibles fallas y paradas generadas en las máquinas o equipos de trabajo aumentando la eficacia de las máquinas de Púas de hasta el % de disponibilidad para controlar más la productividad de las maquinas con mayor fallas en la NAVE 2.

Esto se elabora teniendo en cuenta que uno de los mayores generadores de pérdidas de tiempo de producción son las fallas en las máquinas, las cuales son parte vital dentro del sistema productivo de la organización. Las principales causas de las fallas y paradas de producción ocurren por la carencia de rutinas básicas de limpieza, inspección y lubricación de los mecanismos de un equipo, solamente se manejan correctivos “hasta que falla la máquina” esto ocasiona constantes paradas inesperadas y demoras, generando gastos en reparaciones, presentándose cuellos de botella y tiempos muertos.

Lo anterior puede evitarse implementando el pilar de mantenimiento autónomo como parte funcional y estratégica de la organización, además haría parte complementaria de los procesos productivos contribuyendo así al aseguramiento de mejora continua y cumplimiento de calidad.

La implementación de este pilar de TPM garantiza la planeación de actividades y recursos necesarios para el buen funcionamiento del sistema productivo de la organización a través del aumento de la disponibilidad de los equipos, reducción de las mermas y reprocesos, como también autonomía sobre el manejo y mantenimiento de los equipos.

1.3 Limitaciones y Alcances

Limitaciones.

El principal motivo que va ser negativo para esta mejora en concreto va ser:

- El desinterés del personal y la falta de tiempo para poder ejecutar el proyecto.

-La presión de los jefes de turno en los operadores para que las maquinas no paren y sigan produciendo, esto llevara a que no haya tiempo de hacer las correspondientes inspecciones en las maquinas antes y limpieza después de la jornada laboral.

-Otra limitante es el recurso económico que no quiera invertir la empresa en capacitar su personal.

Alcance.

Que la organización de esta industria de acero, se desenvuelva en forma gradual y a lo largo de cierto periodo se vea el avance constante ya que con este estudio que se realizara en estos cuatro meses, aprovecharemos en fortalecer las debilidades y malas costumbres del personal haciendo un uso correcto y aplicando mantenimiento autónomo en cada área de esta industria.

Esta metodología se trata de una estructura de relaciones prácticas para ayudar a la planta para hacer de los objetivos de esta empresa algo primordial y así ayudando a la economía y evitando paros no necesarios.

El mantenimiento es parte de una entidad compleja, en movimiento, con la cual debe coordinarse correctamente.

Los objetivos principales a concluir este proyecto son:

- Se adiestrarán los operadores que formarán nuevos hábitos, haciendo que la maquina obtenga un plazo de vida más rentable, útil, y confiable.
- Escoger y proveer a la aplicación, en los plazos requeridos, de los lubricantes necesarios para la maquinaria y el equipo.
- Iniciar y sostener los programas de conservación para la adecuada utilización de los aceites y grasas lubricantes, aceites de lubricación para cortes y desgastes, así como los aceites hidráulicos.
- Disminuirá el tiempo perdido como resultado de menos paros de maquinaria por descomposturas.
- Mejor conservación y duración de las cosas, por no haber necesidad de reponer equipo antes de tiempo.
- Menor costo concepto de horas extraordinarias de trabajo y una utilización más económica de los trabajadores de la nave, y así teniendo un programa preestablecido y su antecedente de capacitación (referente a TPM y mantenimiento autónomo), para realizar un MA correctamente.
- Menos reparaciones en gran escala ya que se atenderán en tiempo y forma (reparaciones oportunas y de rutina).

CAPÍTULO 2 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA:



2.1 Datos generales de la empresa.

- **Nombre.**
(TEMPLE VILLACERO) Lámina y Placa Comercial, S.A. de C.V.
- **Ubicación.**
Carretera federal Córdoba-Veracruz km 10, Venta parada, Municipio Amatlán de los Reyes.
- **Giro.**
Temple (1999): productora de trefilados que utiliza el alambroón como materia prima. Córdoba, Veracruz.
- **Tamaño.**
Mediana empresa que cuenta con un número de 150 operadores.
- **Organigrama.**

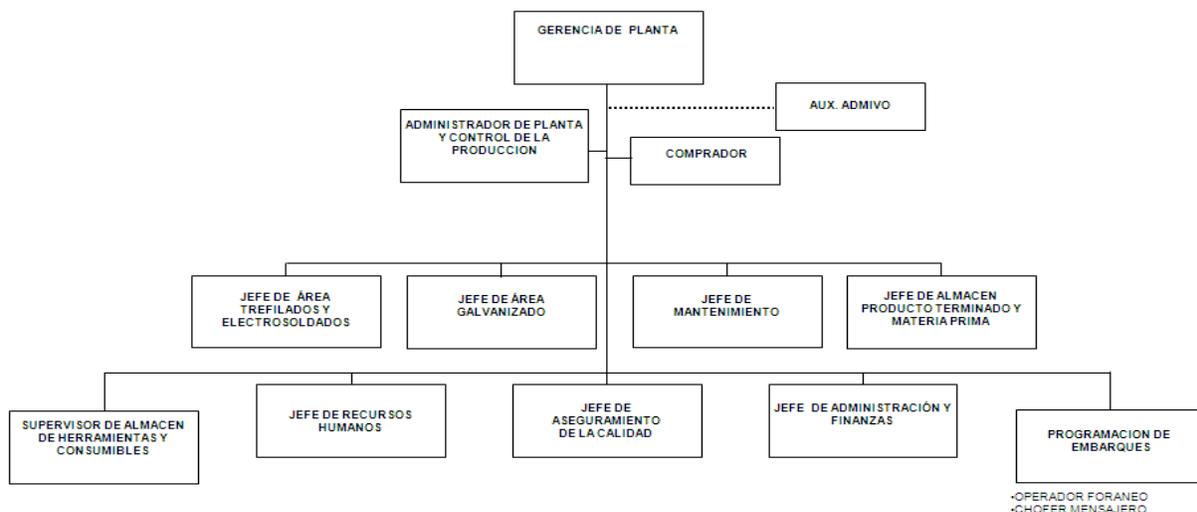


Imagen 1.1 Organigrama de la empresa Villacero.

2.1.1



Imagen 1.2 Misión de la empresa Villacero

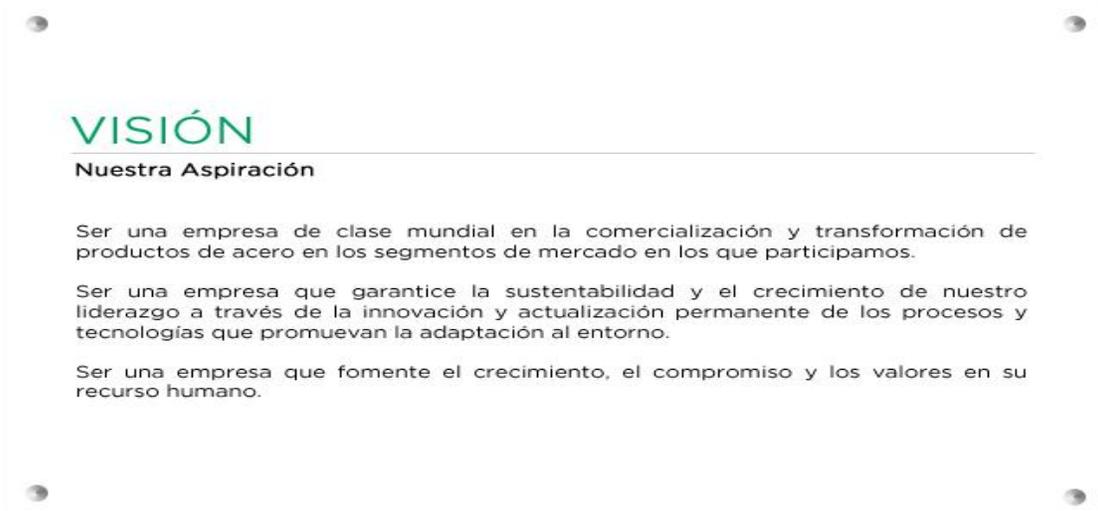


Imagen 1.3 Visión de la empresa Villacero

Política de Calidad.

Nos comprometemos a identificar y satisfacer los requerimientos de nuestros clientes buscando con actitud, responsabilidad e innovación, mejorar continuamente nuestros procesos y la eficacia del sistema de Gestión de Calidad.

Objetivos de calidad.

1. Ser la primera opción en el mercado de acero, cumpliendo con los requisitos de nuestros clientes y mejorando la persecución que tienen de su experiencia de compra.
2. Asegurar que nuestros proveedores de acero (nivel 1) nos entreguen los materiales con los requisitos requeridos en el tiempo definido.
3. Mejorar la eficiencia y eficacia de nuestros inventarios y de nuestros procesos productivos basados en las mejores prácticas, manteniendo un inventario meta donde así se requiera.
4. Contar con el recurso humano necesario, comprometido, competente, creativo y motivado.

Política del medio ambiente.

- ✓ Proteger y respaldar la naturaleza previniendo la contaminación del entorno en nuestros procesos administrativos, productivos y de transformación de productos de acero, mediante el control de emisiones a la atmosfera, la correcta disposición de residuos y el cumplimiento a las condiciones particulares de las descargas.
- ✓ Cumplir con las regulaciones ambientales municipales, estatales, federales y los criterios internos que se definan necesarios.

- ✓ Fomentar la formación de una cultura y de una conciencia ecológica entre los empleados buscando reducir, reciclar y reutilizar los recursos para lograr un desarrollo sustentable.
- ✓ Respetar la relación con las comunidades en las que participamos de manera responsable y comprometida.
- ✓ Mejorar los procesos y gestiones ambientales.

Valores.

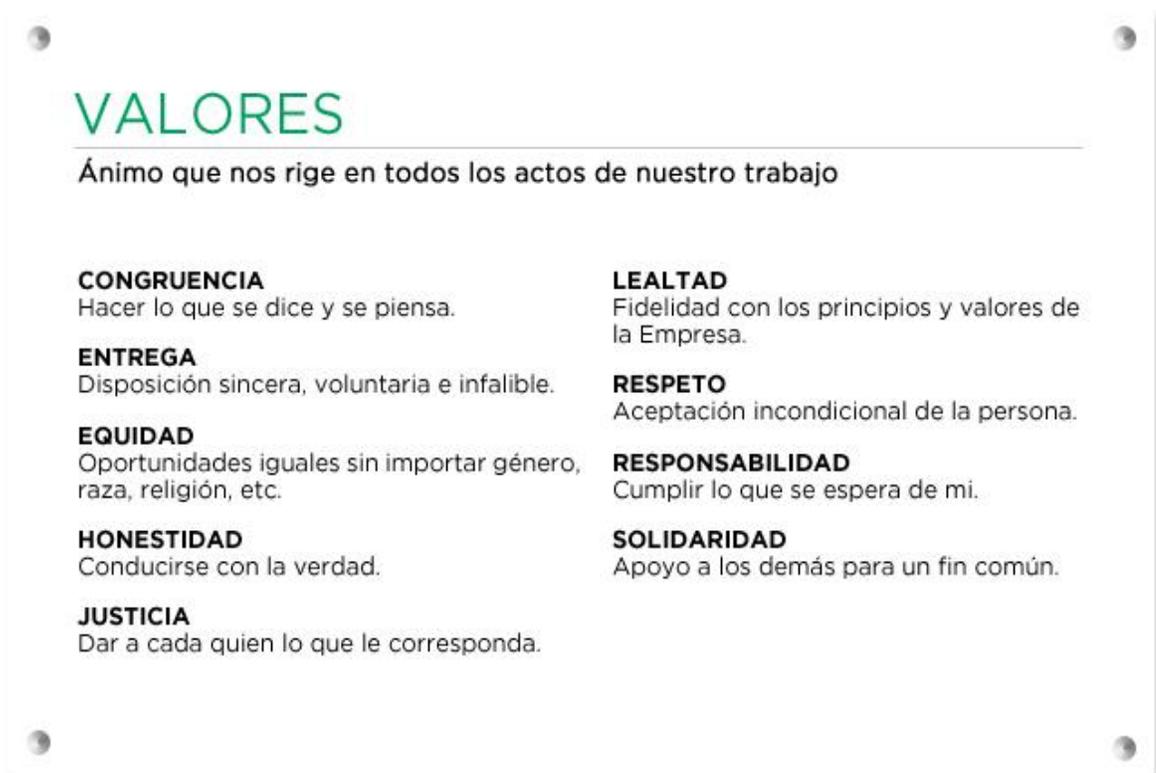


Imagen 1.4 Valores dentro de la organización de Temple Villacero S.A. De C.V.

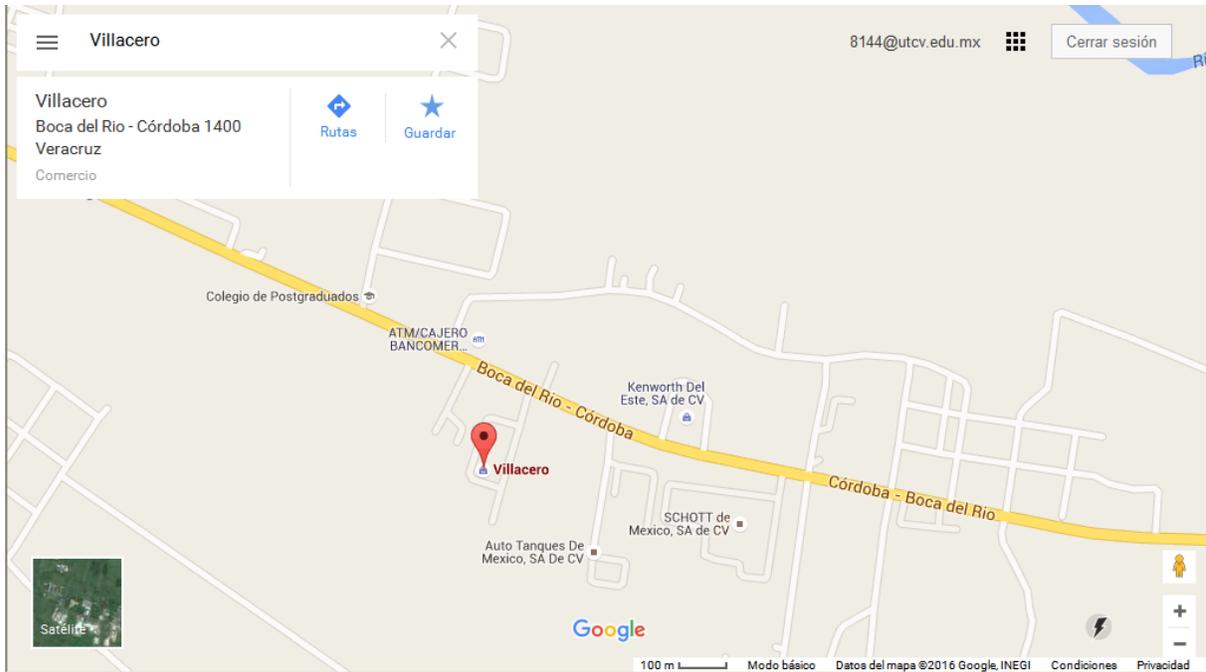


Imagen 1.5. Mapa de ubicación de la industria Temple Villacero Lamina y Placa Comercial S.A de C.V.

Premios e historia

Posteriormente, en los años 60 se traslada a la pujante ciudad de Monterrey, donde con trabajo y perseverancia logra formar en 1971 la empresa Lámina y Placa de



Monterrey, considerada como pionera y punto de partida para ampliar las áreas de negocios de Villacero. Hoy ocupa el primer lugar en la comercialización de productos de acero en México

Villacero incursiona en el sector agroindustrial en 1990.

A finales de 1996, Villacero decide transformar su organización, clasificando sus empresas por actividad. A raíz de este proceso, el Grupo creó 5 divisiones, con el objetivo de aprovechar factores de oportunidad para cada una de ellas:

1. Siderúrgica
2. Comercialización, Transformación y Centros de Servicio Acero (Lámina y Placa)
3. Agroindustrial

4. Desarrollo Empresarial (Viga Inversiones)

5. Inmobiliaria y otros negocios.

En la actualidad, en Villacero colaboran cerca de 11 mil personas en más de 120 empresas, en las que constantemente se realizan proyectos de expansión y modernización, con el objetivo de consolidar el liderazgo profesional y tecnológico. El nuevo milenio representa una oportunidad permanente. Con calidad, servicio, innovación y perseverancia, Villacero se abre paso para ocupar su sitio en el siglo venidero.

SERVICIOS

➤ Tienen una red llamada Vinet.

¿Qué es Vinet?

Vinet es el nombre que se le dio a la infraestructura de Servicios de la Red Interna para compartir e integrar información en los procesos de trabajo cooperativo de Villacero. Es el conjunto de sistemas relacionados con la comunicación interna y externa, es decir herramientas de Internet, Intranet, correo electrónico, y algunos otros sistemas.

¿Para qué me sirve Vinet?

Estas son algunas de las capacidades que nos ofrecerá Vinet:

Red para interconectar físicamente usuarios y recursos computacionales.

Intercambiar información electrónicamente.

Consultar reportes, directorios de clientes, proveedores y productos con sus respectivas características.

Enterarte de las últimas noticias.

Estar al tanto de los eventos internos.

Normatividades del Área de Operación.

- ✓ NO01. Control y Venta de Chatarra. Generada en Plantas
- ✓ NO02. Plan de Contingencia para Embarques Manuales
- ✓ NO03. Servicios de Seguridad en la Unidad de Negocio.
- ✓ NO04. Servicio de Maquilas.
- ✓ NO05. Clasificación de Material Acero
- ✓ NO06. Manejo Controlado de Residuos Industriales
- ✓ NO07. Normatividad. Productos y materiales de lento movimiento

PRODUCTOS

En esta empresa tiene posesionarse como una de las principales opciones dentro del mercado y poco a poco va extendiéndose a nivel de exportación como: Brasil, Cuba y Paraguay con el fin destacar con sus productos.



Imagen 1.6 Trefiladora nave 1



Imagen 1.7 Alambre laminado

Son el resultado de transformar el acero, en este caso de la materia prima que es el alambrón, Temple Villacero tiene dos naves una llamada INDUSTRIAL (NAVE 1) que se derivan varios productos como, por ejemplo:

Tipo de maquina	Cantidad de máquinas en la nave	Operación que realizan	Material de insumo
LAMINADORA	2	Desgaste/pulido	alambrón
SOLDADORA	2	soldadura	Alambre laminado
RT-100	1	Estiramiento/pulido	Alambre laminado
TREFILADORA	2	Desbaste/en frio	alambrón
HORNO DE RECOCIDO	1	Cocimiento de alambre	Alambre trefilado

Tabla 1.0 Maquinaria de NAVE 1 INDUSTRIAL.

En la (NAVE 2) se llama el área de GALVANIZADO, cabe mencionar que esta nave su principal proceso para que así se lleven los diferentes tipos de transformación del producto es el proceso de TREFILADO; que el alambre este trefilado, siguen los demás procesos, que los productos son:

- ✓ Alambre galvanizado (nacional/exportación).
- ✓ Púas alta resistencia (nacional/exportación).
- ✓ Púas tipo IOWA.

✓ Tela ciclón.

Tipo de maquina	Cantidad de máquinas en la nave	Operación que realizan	Material de insumo
HLF	1	Suaviza	Alambre trefilado
TELA CICLON	2	Trenzado	Alambre galvanizado
IOWA	4	Trenzado/con púa	Alambre galvanizado
PUA AR	4	Trenzado/con púa	Alambre galvanizado
LG	1	Galvanizar	Alambre trefilado

Tabla 1.1 Maquinaria NAVE 2 GALVANIZADO.

CAPÍTULO 3 MARCO REFERENCIAL

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

El mantenimiento autónomo es una de las etapas de la preparación de las condiciones de implantación del TPM y es la acción más difícil y que más tiempo lleva en realizar, por lo difícil de dejar la forma habitual de trabajo.

El mantenimiento autónomo es

una de las etapas de la preparación de las condiciones de implantación del TPM por parte del comité de implantación. Posteriormente en la etapa de implantación, en la formación del personal en la metodología del TPM es una actividad importante. Esto nos indica que se fija en el principio y se corrige más tarde.

Estas actividades comprenden: Metodología de las Cinco S, y el Mantenimiento Autónomo, Promoción y soporte total de los siete pasos del mantenimiento autónomo y Establecimiento de diagnóstico de habilidades (Capacitación y adiestramiento en Multi-habilidades) y Procedimientos de trabajo.

El mantenimiento autónomo por los operadores es una característica única del TPM; y es vital para su compañía.

Esta acción es la más difícil y la que se lleva más tiempo en realizar, porque a los operadores y operarios de mantenimiento se les dificulta dejar su forma habitual de trabajo. Los operadores trabajan a tiempo completo en la producción y el personal de mantenimiento asume por completo las responsabilidades de las reparaciones. Además de las canonjías y ventajas que para ellos representa su forma actual de trabajo.

Se dice entonces quien está convencido no se anima a participar y quien no lo esta es tu enemigo.

Cambiar tales actitudes son las razones por las que se requiere de mucho tiempo para progresar eficientemente en la implementación completa del TPM. Cambiar el ambiente en una compañía lleva mucho tiempo.

Al fomentar el TPM en su compañía, usted debe creer en la factibilidad de que, cada uno de sus colaboradores pueden adoptar la autonomía en su trabajo.

En adición cada elemento tiene que ser entrenado en la destreza de hacer el mantenimiento autónomo, actividades básicas como inspección, limpieza y lubricación de su propio equipo. (Mantenimiento Autónomo básico, el TPM es mucho más)

La falta de las tareas de inspección del equipo productivo, reaprietes, limpieza, remoción de rebaba, polvo, contaminantes y lubricación promueven las de causas de corrosión, tiempos perdidos y defectos de calidad.

El desarrollo del Mantenimiento Autónomo sigue una serie de etapas o pasos, los cuales pretenden crear progresivamente una cultura de cuidado permanente del sitio de trabajo.

3.1 Marco de Antecedentes

Evolución del Mantenimiento y su relación con producción.

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos.

A partir de la primera guerra Mundial y, sobre todo, de la segunda, aparece el concepto de confiabilidad, y los departamentos de mantenimiento buscan no solo solucionar las fallas que se producen en los equipos, sino, sobre todo, prevenirlas, actuar para que no se produzcan. Esto supone crear una nueva figura en los departamentos de mantenimiento: personal cuya función es estudiar que tareas de mantenimiento deben realizarse para evitar las fallas. El personal indirecto, que no está involucrado directamente en la realización de las tareas, aumenta, y con él los costos de mantenimiento. Pero se busca aumentar y hacer confiable la producción, evitar las pérdidas por averías y sus costos asociados. Aparece el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo, el mantenimiento proactivo, la gestión de mantenimiento asistida por ordenador, y el mantenimiento basado en confiabilidad (RCM). El RCM como estilo de gestión de mantenimiento, se basa en el estudio de los equipos, en el análisis de los modos de fallo y en la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección. Podríamos decir que RCM es una filosofía de mantenimiento básicamente tecnológica.

Paralelamente, sobre todo a partir de los años 80, comienza a introducirse la idea de que puede ser rentable volver de nuevo al modelo inicial: que los operarios de producción se ocupen del mantenimiento de los equipos. Se desarrolla el TPM, o mantenimiento productivo total, en el que algunas de las tareas normalmente realizadas por el personal de mantenimiento son ahora realizadas por operarios de

producción. Esas tareas (transferidas) son trabajos de limpieza, lubricación, ajustes, reaprietes de tornillos y pequeñas reparaciones. Se pretende conseguir con ello que el operario de producción se implique más en el cuidado de la máquina, siendo el objetivo último de TPM conseguir cero averías. Como filosofía de mantenimiento, TPM se basa en la formación, motivación e implicación del equipo humano, en lugar de la tecnología.

TPM y RCM no son formas opuestas de dirigir el mantenimiento, sino que ambas conviven en la actualidad en muchas empresas. En algunas de ellas, RCM impulsa el mantenimiento, y con esta técnica se determinan las tareas a efectuar en los equipos; después, algunas de las tareas son transferidas en producción, en el marco de una política de implantación de TPM. En otras plantas, en cambio, es la filosofía TPM la que se impone, siendo RCM una herramienta más para la determinación de tareas y frecuencias en determinados equipos.

Por desgracia, en otras muchas empresas ninguna de las dos filosofías triunfa.

El porcentaje de empresas que dediquen todo su esfuerzo a mantenimiento correctivo y que no se plantean si esa es la forma en la que se obtiene un máximo beneficio (objetivo último de la actividad empresarial) es muy alto. Son muchos los responsables de mantenimiento, tanto de empresas grandes como pequeñas, que creen que estas técnicas están muy bien en el campo teórico, pero que en su planta no son aplicables: parten de la idea de que la urgencia de las reparaciones es la que marca y marcará siempre las pautas a seguir en el departamento de mantenimiento.

3.2 Marco teórico

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

El mantenimiento autónomo es una de las etapas de la preparación de las condiciones de implantación del TPM por parte del comité de implantación. Posteriormente en la etapa de implantación, en la formación del personal en la metodología del TPM es una actividad importante. Esto nos indica que se fija en el principio y se corrige más tarde.

Estas actividades comprenden: Metodología de las Cinco S, y el Mantenimiento Autónomo, Promoción y soporte total de los siete pasos del mantenimiento autónomo y Establecimiento de diagnóstico de habilidades (Capacitación y adiestramiento en Multi-habilidades) y Procedimientos de trabajo. La etapa de preparación incluye la educación a todos los medios administrativos y el sindicato.

La etapa de formación del personal en la metodología incluye el personal de mando intermedio y personal base. El mantenimiento autónomo por los operadores es una característica única del TPM; y es vital para su compañía.

Esta acción es la más difícil y la que se lleva más tiempo en realizar, porque a los operadores y operarios de mantenimiento se les dificulta dejar su forma habitual de trabajo. Los operadores trabajan a tiempo completo en la producción y el personal de mantenimiento asume por completo las responsabilidades de las reparaciones. Además de las canonjías y ventajas que para ellos representa su forma actual de trabajo. Se dice entonces quien está convencido no se anima a participar y quien no lo esta es tu enemigo.

Cambiar tales actitudes son las razones por las que se requiere de mucho tiempo para progresar eficientemente en la implementación completa del TPM. Cambiar el ambiente en una compañía lleva mucho tiempo. Al fomentar el TPM en su compañía, usted debe creer en la factibilidad de que, cada uno de sus colaboradores pueden adoptar la autonomía en su trabajo.

En adición cada elemento tiene que ser entrenado en la destreza de hacer el mantenimiento autónomo, actividades básicas como inspección, limpieza y lubricación de su propio equipo. (Mantenimiento Autónomo básico, el TPM es mucho más). La falta de las tareas de inspección del equipo productivo, reaprietes, limpieza, remoción de rebaba, polvo, contaminantes y lubricación promueven las de causas de corrosión, tiempos perdidos y defectos de calidad. Sin embargo, la capacitación y el adiestramiento no terminan con el mantenimiento básico del equipo por él operador.

La capacitación debe enfocarse a cursos como. Análisis de causa raíz, lógica secuencial, Cursos básicos de electricidad, mecánica, neumática, hidráulica, líneas de fuerza, ergonomía, ecología, etc., todos ellos dependiendo de las necesidades de cada planta. Pero nunca esperar a que los operadores sean técnicos especializados, en cada una de estas técnicas, pero si especialistas de su propia máquina o equipo.

Por ejemplo, la Lógica secuencial trata del binomio, hombre-máquina donde se obtiene la comprensión del lenguaje máquina-hombre, hombre-máquina.

Tornillería, se refiere a la mecánica básica, uso de herramientas, lubricación, transmisiones y rodamientos, que todo operador debe conocer para dar el

mantenimiento correctivo y preventivo a maquinaria, equipo, herramental, y elementos periféricos.

Una vez cumplida la capacitación que le permita al operador incrementar sus habilidades, propone entonces las cinco medidas para cero paros. Es entonces que surge la necesidad de una oficina técnica, (Ingeniería de la planta o ingeniería de métodos), con una estructura tal, que soporte el total de las necesidades del nuevo mantenimiento. Es por eso que el TPM lleve mucho tiempo en implementarse y de que exija de asesoría en su implementación. El TPM entre otras cosas es también, Cinco S, SDM, RCM, a continuación, se presenta lo referente al mantenimiento autónomo en los siete pasos propuestos por el Dr. Nakajima.

Mantenimiento autónomo en siete pasos

1. Limpieza inicial

Desarrollo del interés de los operadores y operarios por mantener limpias sus máquinas.

La limpieza es un proceso educativo que provoca resistencia al cambio, esto es debido a que no estamos acostumbrados a trabajar de manera ordenada y limpia, y creemos que el trabajo de limpieza no nos corresponde, más aún si existen personas que realicen este trabajo, este hecho nos hace preguntar: ¿Por qué limpiar si la basura se acumula rápidamente? Una manera de comprender esta necesidad es la respuesta.

2. Proponga medidas y señale las causas y efectos de la basura y el polvo.

Lo más difícil para el individuo es hacer la limpieza inicial. La firmeza debe ser individual para desear mantener el equipo limpio, y así reducir el tiempo de limpieza.

El operador de la maquinaria, cuando ha aceptado hacer la limpieza, debe de proponer medidas para combatir las causas de la generación de desorden, suciedad, desajustes, etc

3. Estándares de limpieza y lubricación.

En los pasos 1 y 2, los operarios y operadores identifican las condiciones básicas que tienen sus equipos. Cuando esto ha sido terminado, los grupos de trabajo del TPM pueden poner los estándares para un rápido y eficaz trabajo de mantenimiento básico, para prevenir el deterioro. Limpieza, lubricación y reapriete para cada pieza del equipo.

Más adelante en el paso 5 se revalúan los estándares de mantenimiento autónomo, se inician los mantenimientos preventivos básicos, verificándolos con los procedimientos de inspección autónoma.

El método de trabajo de las Cinco S's

Se refiere al mejoramiento continuo del ambiente de trabajo y su principal enfoque se basa en el orden y la limpieza de las cosas y en el respeto a las políticas y disciplinas de cada organización. Y es necesario implementarlas antes de iniciar los tres primeros pasos del Mantenimiento Autónomo.

Es la herramienta que se utiliza para romper la resistencia que generalmente surge de los mandos medios, método de trabajo que no lesiona ni castiga a nadie, sin embargo, involucra a toda la planta en la mejora continua y prepara las condiciones propicias para el cambio.

Pero es necesario hacer una excelente implementación de las Cinco S, no solo una campaña ni un método simple de limpieza. Lamentablemente si no se implementa en total de la misma o solo se realiza en forma de campaña, el TPM, fracasará

indefectiblemente. Él Dr. Nakajima afirma que “... no es conveniente implementar el Mantenimiento Autónomo, sin haber obtenido los logros tempranos que proporcionan las Cinco S. De aquí que ambas metodologías están íntimamente relacionadas”.

Los tres primeros pasos del mantenimiento autónomo se enfocan a la reunión de requisitos, por lo tanto, los esfuerzos en esta etapa temprana no siempre presentarán resultados impactantes. Menos aún si previamente no se implementaron las Cinco S.

4. Inspección general.

Los pasos 1, 2 y 3 son las acciones de mantenimiento autónomo para la prevención, detección y control de las condiciones fundamentales de los equipos, manteniendo limpiezas, lubricación y reaprietes. En este cuarto paso se ensaya la detección de los modos de falla con una inspección general del equipo.

Es también vital haber iniciado ya las capacitaciones relacionadas a incrementar las habilidades de todo el personal, para que puedan realizar la inspección general. El entrenamiento general de inspección, debe cumplirse por categoría a la vez, principiando con el desarrollo de destrezas. En este punto se debe intensificar la capacitación técnica para los trabajadores.

Este cuarto paso lleva mucho tiempo complementarlo, porque todos los operarios y operadores tienen que desarrollar su habilidad y destreza para detectar

anormalidades. Sin embargo, este es el mejor método para producir operadores competentes e involucra costo. ¡Advertencia! Este paso no debe omitirse ni llevarle a condiciones manejables.

5. Inspección autónoma

En el paso 5, los estándares de limpieza y lubricación establecidos en las etapas 1,2 y 3 y el estándar de referencia de la inspección de arranque, son comparados y evaluados para eliminar cualquier inconsistencia y asegurar las actividades del mantenimiento autónomo. El tiempo y la buena técnica proporcionaran el arribo a la meta. En este paso 5 hacer el manual de inspección autónoma. Aquí se complementan las inspecciones de grupos de trabajo de operadores y personal técnico, estas inspecciones se harán con equipo en paro, equipo en marcha y condiciones de operación. Cuando los operadores de producción y operarios de mantenimiento son completamente entrenados para conducir la inspección general, (paso cuatro) el departamento de mantenimiento podrá hacer los programas de mejoramiento del diseño del equipo, mantenimiento preventivo rutinario por calendario y/o uso y grupos de trabajo, además mantenimiento preventivo, mantenimiento anual y preparar los estándares de mantenimiento. Incluir inspecciones, listas de verificación y ajustes, además de procedimientos que contengan un ciclo completo de inspección, puesto que son varias las instancias que participan. Es muy importante culminar con la elaboración del manual de acción correctiva.

6. Organización y ordenamiento.

(Seiri), o la organización, es el medio para identificar los aspectos a ser manejados en el centro de trabajo, haciendo procedimientos y estándares. Esto es un trabajo para el nivel de dirección y mandos intermedios (No despreciar y simplificar los objetivos a condiciones manejables) Recuerde que el método de las 5 S's, cuando

se implementa en el área de trabajo (Seiri) cambia por Clasificación y/o Selección. (Seiton), u ordenamiento, es el medio para adherirse a los Estándares establecidos y es principalmente responsabilidad de los operadores y operarios.

Parte de las actividades de los grupos de trabajo, son sobre la base del orden y limpieza, que tienen que ser siempre enfocados al mejoramiento continuo que hace más fácil seguir los estándares.

(Seiri y seiton). Organización y ordenamiento, son así las actividades de mejoramiento para fomentar, simplificar y organizar el mantenimiento autónomo, y la adhesión a los estándares y procedimientos. Siendo los caminos del aseguramiento de la estandarización. Usar controles visuales en todo el centro de trabajo.

Los pasos 1 al 5 acentúan las actividades de inspección y mantenimiento de las condiciones básicas de los equipos. (Limpieza, lubricación, y reapriete). El papel del operario y operador es mucho más amplio, sin embargo, tome en cuenta que solo es el principio.

En el paso 6, líderes, Mandos medios, y directores toman el papel principal en complementar la implantación del mantenimiento autónomo por evaluación del papel de los operarios y clarificar sus responsabilidades. Es recomendable este paso dividirlo en sub-pasos, que describan más a detalle las acciones a tomar. Recuerde que la implantación del TPM toma de tres a cinco años. Los operadores deben llegar en este término a; soportar el mantenimiento correctivo básico, el preventivo básico, detectar modos de fallas, producir solo con calidad, etc.

7. Término de la implantación del mantenimiento autónomo.

Habiendo terminado las actividades de los grupos de trabajo, conducidas por los supervisores (terminado el paso 6) los trabajadores serán más profesionales y con una moral alta.

Por último, ellos se hacen independientes, especialistas, y confiados trabajadores, quiénes pueden buscar o generar su propio trabajo y el mejoramiento del equipo, proceso y herramientas con autonomía

Esto representa, que las actividades de los grupos de trabajo tuvieron el enfoque de eliminar las seis grandes pérdidas e implantar en cada centro de trabajo el mejoramiento de habilidades como lo recomiendan las Cinco Medidas Para Cero Paros.

CAPÍTULO 4 DESARROLLO DEL PROYECTO DE ESTADÍA

4.1 Recopilación y organización de la información

SAP									
CENTRO	ALMACEN	FECHA	MOV	ORDEN	MATERIAL	CANTIDAD MERMA	Kg	IMPORTE ML	Mon.
1035	100	27.10.2017	101	1376368	1103455	266	kg	22,040.54	MXN
1035	100	27.10.2017	101	1376369	1103455	267	kg	22,057.95	MXN
1035	100	28.10.2017	101	1376365	1103455	264	kg	22,005.72	MXN
1035	100	29.11.2017	101	1376341	1103455	242	kg	21,622.71	MXN
1035	100	30.11.2017	101	1376336	1103455	621	kg	10,811.36	MXN
1035	100	21.11.2017	601	1376338	1103455	266	kg	22,040.54-	MXN
1035	100	31.12.2017	601	1376121	1103455	267	kg	22,057.95-	MXN
1035	100	31.12.2017	601	1376364	1103455	264	kg	22,005.72-	MXN
1035	100	31.12.2017	601	1376367	1103455	241	kg	21,622.71-	MXN
1035	100	31.12.2017	601	1376362	1103455	621	kg	10,811.36-	MXN

El problema es, que en muy pocas ocasiones los operarios de las maquinas atienden problemas menores como: limpieza, lubricación, ajuste de tornillos y rondanas faltantes, piezas no ajustadas, entre otros, se generan así fallas del equipo, que producen pérdidas de tiempo inesperadas, defectos en el proceso, pérdidas de tiempo al tener que rehacer partes de él, reparar piezas defectuosas o completar actividades no terminadas.

Tabla. 1.0 Cierres de mermas especiales de máquinas de púas alta resistencias PAR de los meses Octubre, noviembre y Diciembre.

La empresa debe iniciar la implementación del mantenimiento Autónomo, enfocado inicialmente a las maquinas AR1, AR2, AR3 Y AR4 el cual es unos de los más críticos e importantes de la cadena productiva ya que en la tabla muestra cantidades elevadas de merma especial (merma de púa en rollo) de dichas máquinas a causa de fallos operativos como se muestra en la tabla del planteamiento del problema.



Imagen. 1.0 Maquina de Púas Alta resistencia (PAR).

El estudio se realiza en la empresa Temple Villacero S.A. De C.V. una planta de acero, su objetivo será la implementación del pilar “Mantenimiento Autónomo” en el centro de proceso de púas alta resistencia.



Imagen 1.2 Chumaceras desgastadas de la maquinaria de Púa Alta Resistencia (PAR).

La maquinaria se observa desgastada, con un nivel alto de paros no programados que el operador podría realizar fácilmente con una inspección diaria de la máquina siguiendo los 7 pasos para la implementación del mantenimiento autónomo.

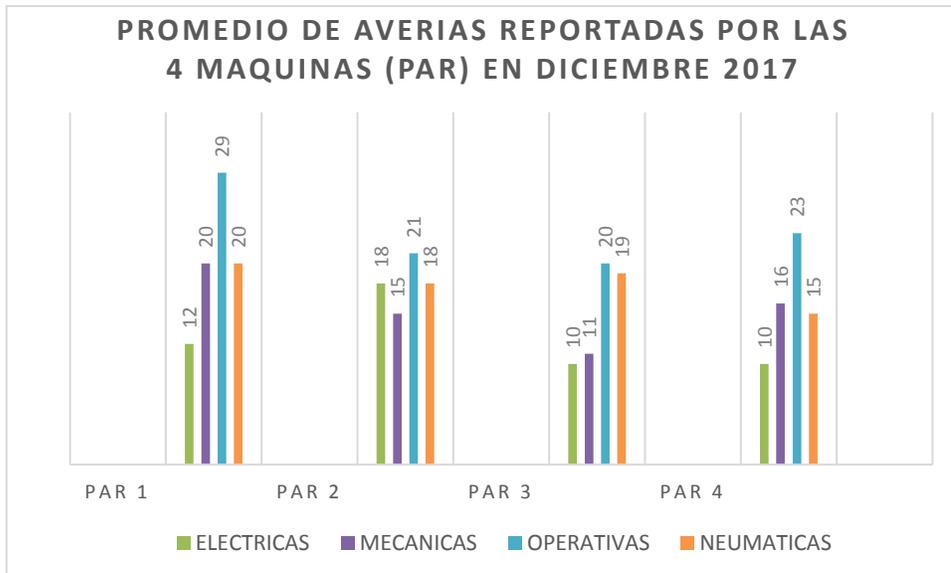
Se obtuvo información de las bitácoras de jefes de turno el total por mes de paros no programados y cantidades exactas de mermas de Púa (especial) del mes de enero 2018 filtradas del sistema SAP, como se muestra en la siguiente tabla.

SAP									
CENTRO	ALMACEN	FECHA	MOV	ORDEN	MATERIAL	CANTIDAD	TON	IMPORTE ML	Mon.
1035	100	25.02.2018	101	1376368001	1103455	1.986	TON	23,040.54	MXN
1035	100	27.02.2018	101	1376368002	1103455	1.465	TON	21,057.95	MXN
1035	100	27.02.2018	101	1376368003	1103455	1.714	TON	22,105.62	MXN
1035	100	27.02.2018	101	1376368004	1103455	1.362	TON	21,622.71	MXN
1035	100	28.02.2018	101	1376368005	1103455	0.721	TON	11,811.36	MXN
1035	100	28.02.2018	601	1376368001	1103455	1.281	TON	12,040.5	MXN
1035	100	29.02.2018	601	1376368002	1103455	1.457	TON	4,057.95	MXN
1035	100	29.02.2018	601	1376368003	1103455	1.214	TON	16,005.7	MXN
1035	100	31.02.2018	601	1376368004	1103455	1.942	TON	21,22.72	MXN
1035	100	31.02.2018	601	1376368005	1103455	0.761	TON	10,811.6-	MXN

Tabla 1.3 Cierre del mes enero 2018, Merma especial en TON. De púa alta resistencia.

4.2 Análisis de la información.

En el análisis de falla con el indicador de disponibilidad se muestra que las maquinas hacen paros prolongados por ejemplo en el mes de diciembre



Grafica 1.0 grafica de paros por fallas.

La mayor parte de fallas son operativas y en tiempos se habla que la maquina de púa, se encuentra parada por causas innecesarias; a continuación, se tienen los tiempos por máquina.

4.3 Propuesta de solución.

Preparación previa del personal que realizaría la labor, para ello se utiliza la presentación técnica elaborada anteriormente, en donde se revelaron los puntos clave de limpieza de cada máquina.

Las instrucciones para todo el personal encargado de la limpieza, es reportar a través de órdenes de trabajo de mantenimiento todas las anomalías encontradas en los equipos, adicional se les recomendó que al momento de identificar anomalías que se pudieran tratar durante el evento acudieran a los técnicos de mantenimiento para que estos a su vez realizaran los ajustes necesarios de manera inmediata. Estos puntos clave se documentaron como parte del sistema de gestión documental implementada para la ejecución de las rutinas básicas del Mantenimiento Autónomo.

Durante todo el evento estuvo el área de mantenimiento realizando el acompañamiento y asesoramiento del personal sobre la limpieza de las máquinas, así como su desarme, limpieza, inspección, ajuste y lubricación.

La propuesta para esta problemática consiste en disminuir el tiempo de paro incrementando la producción de dichas máquinas y teniendo un personal mas capacitado desarrollando un mantenimiento autónomo completo con los 7 pasos. Con esta implementación los operadores trabajaran de manera más eficaz para un producto de calidad y menores pérdidas de tiempo y dinero.

4.4 Desarrollo del proyecto

Siguiendo los puntos de objetivos específicos se debe analizar los manuales de las máquinas de púas alta resistencia viendo los puntos principales de mantenimiento operativo.

Como resultado del evento súper limpieza se detectaron las siguientes anomalías en los equipos las cuales fueron reportadas por el personal participante en el evento a través de órdenes de trabajo.

CAPÍTULO

RESULTADOS

5.1 Resultados

Tabla 1.4 resultados por hora de los meses Enero, Febrero y Marzo

MAQUINA	ENERO	FEBRERO	MARZO
PAR 1	12	14	2
PAR 2	10	18	0
PAR 3	15	10	0
PAR 4	13	8	1

Los operarios recibieron la capacitación del TPM y se les dio instructivos con los 7 pasos reflejando la importancia de la colaboración dentro del área de trabajo.

En los resultados de aplicación del examen de la capacitación los operarios salieron con resultados favorables.

CONCLUSIONES

Esta implementación del mantenimiento autónomo ayuda favorablemente en la disponibilidad reduciendo el tiempo de paro en las maquinas esto lleva que haya un crecimiento en la disponibilidad con porcentajes mas elevados como se muestra en la siguiente gráfica.

ANALISIS DE ENERO Y FEBRERO 2018

Maquina	D%	HORAS LABORADAS
PAR 1	89.25%	664
PAR 2	64%	479
PAR 3	76.68%	570.5
PAR 4	63.91%	475.5

Tabla 1.5 Promedio de horas elaboradas y la disponibilidad de los equipos.

Tabla. 1.6 Análisis de disponibilidad

Análisis de antes y después de Disponibilidad en las PAR		
Maquina	Disponibilidad Dic-2017	Disponibilidad Marzo 2018
PAR 1	87.50%	89.25%
PAR 2	62.50%	64%
PAR 3	75%	76.68%
PAR 4	62.50%	63.91%

ANEXOS

Anexo. Ordenes de trabajo en base de datos de jefes de turno.

O.T.	FECHA INICIO	JT	TURNO	MAQUINA	SECCION	FALLA	STATUS
1977	04/02/2018	Mddb	1	PAR 2	MORDAZAS	REVISAR MORDAZA ,RUIDO EXTRAÑO EN MECANISMO	PENDIENTE
1979	05/02/2018	Mddb	2	PAR 2	MORDAZAS	COLOCAR LA VENA DE LUBRICACION DE MORDAZAS	PENDIENTE
1981	06/02/2018	CJPE	3	PAR 4	BRAZO DE JALON	REVISAR AR 4 , SE CAYO PIEZA DE BRAZO DE JALON.	PENDIENTE
2015	14/02/2018	CJPE	1	PAR 1	MECANISMO DE TORSIÓN	REVISAR MECANISMO DEL BRAZO DE CREMAYERA	PENDIENTE
2019	14/02/2018	CJPE	2	PAR 1	PAR 1,2,3 Y 4	RECARGAR ACEITE A LAS 4 MAQUINAS	PENDIENTE
2036	19/02/2018	CJPE	3	PAR 3	RUIDO	REVISAR AR 3 , PRESENTA RUIDO EXTRAÑO	PENDIENTE
2071	28/02/2018	JLL	2	PAR 1	PALMERA	REPARAR CANASTILLA	PENDIENTE
2078	01/03/2018	JLL	2	PAR 1	MORDAZA DE TRENZADO	REVISAR RUIDA EXTRAÑO EN MORDAZA DE TRENZADO	PENDIENTE
2089	04/03/2018	JLL	2	PAR 3	SOLDADORA ST-19	CALIBRAR MORDAZAS SE AFLOJAN	PENDIENTE
2090	06/03/2018	Mddb	1	PAR 2	ENROLLADORA	RUDO ANORMAL	PENDIENTE
2153	15/03/2018	JLL	2	PAR 2	PALMERA	SOLDAR CANASTILLAS DEL TORON (2)	PENDIENTE
2155	15/03/2018	JLL	2	PAR 1	SENSOR S-81	REPARAR CABLE DAÑADO DEL SENSOR S-81	PENDIENTE
2160	15/03/2018	CJPE	3	PAR 1	PARS	DEENERGIZAR LAS 4 MAQUINAS PAR	PENDIENTE
2161	15/03/2018	CJPE	3	PAR 1	PARS	ENERGIZAR LAS 4 MAQUINAS PAR	PENDIENTE
2178	30/03/2018	CJPE	2	PAR 1	MAQUINA	ENERGIZAR LAS 4 MAQUINAS AR.	PENDIENTE
2194	31/03/2018	MAP	2	PAR 2	PAR 2	SE OBSERVA PRESENCIA DE HUMO.	PENDIENTE
2204	03/04/2018	JLL	2	PAR 4	SISTEMA DE TORSIÓN	REVISAR SOBRECALENTAMIENTO Y RUIDO EXTRAÑO EN SISTEMA DE TORSIÓN	PENDIENTE

REFERENCIAS

Santiago García, Garrido. (2003) **Organización y gestión integral de mantenimiento**. España. Diaz de los santos.

MORA, LUIS A, (2009), **Mantenimiento: Planeación, ejecución y control**. Ed Alfaomega, Bogotá

MORROW LESTER, MC GRASS HILL, **Manual de mantenimiento Industrial**, Organización, ingeniería mecánica, eléctrica química, civil, procesos, sistemas TOMO I.

DUFFUA, SALIH; DIXON, JHON Y RAOULF. **Sistemas de mantenimiento: planeación y control**. México: Limusa S.A.2006. p. 35.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMASTÉCNICAS. **Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación**. Sexta actualización. Bogotá D.C. ICONTEC, 2008, NTC 1486

Nakajima Seiichi, **Programa de desarrollo TPM**; Madrid. Edición español; Tecnologías de gerencia y producción S.A. 1991.

TPM

<http://www.eluniversal.com/articulos/octubre/25/luzsolar.htl>;

LA FILOSOFÍA DEL TPM

<http://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>

EL MANTENIMIENTO PLANIFICADO Y AUTONOMO

www.mantenimientoplanificado.com

IMPLEMENTACIÓN DEL TPM.

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24859/1/TESIS%20DE%20GRADO%20IMPLEMENTACION%20DE%20TPM%20EN%20EMBOTELLADORA%20DE%20BEBIDAS%20GASEOSAS.pdf>

OEE e investigación de la disponibilidad.

<http://www.caletec.com/blog/lean/tpm-oee-y-smed-para-mejorar-la-eficiencia-de-los-equipos/>

