

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA
UNA FÁBRICA DE BALDOSAS CERÁMICAS**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

RICARDO CORNELIO HUAMÁN ZAPAILLE

PROMOCIÓN 2007-II

LIMA-PERÚ

2 013

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivos	3
1.4 Alcance	4
1.5 Limitaciones	4
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE UNA PLANTA DE PRODUCTOS CERÁMICOS	5
2.1 Generalidades	5
2.2 Área de Molienda Seca	6
2.3 Área de Prensado	6
2.4 Área de Secado	7
2.5 Área de Esmaltado	8
2.6 Área de Horno	8
2.7 Área de Clasificación	10
CAPÍTULO 3: ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	11
3.1 Marco General	11
3.2 Mantenimiento Preventivo	12
3.2.1 Principios básicos del Mantenimiento Preventivo	12
3.2.2 Ventajas del Mantenimiento Preventivo	13
3.2.3 Desventajas del Mantenimiento Preventivo	14

3.2.4	Como implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo	14
3.3	Mantenimiento Predictivo	15
3.3.1	Ventajas del Mantenimiento Predictivo	15
3.3.2	Desventajas del Mantenimiento Predictivo	16
3.3.3	Como aplicar el Mantenimiento Predictivo	16
3.3.4	Técnicas de Mantenimiento Predictivo	17
3.3.4.1	Análisis de vibraciones	17
3.3.4.2	Termografía	19
3.3.4.3	Análisis por ultrasonido	20
3.3.4.4	Análisis de aceite	21
3.3	Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad	22
 CAPÍTULO 4: DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA PLANTA		34
4.1	Situación actual del Área de Mantenimiento	34
4.2	Ampliación de maquinaria y reducción del ciclo de producción	36
4.3	Eventos de falla prematura	37
4.3.1	Falla prematura en Área de Secado	37
4.3.2	Falla prematura en Área de Línea de Esmalte.	38
 CAPÍTULO 5: PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO		39
5.1	Propuesta del programa de Mantenimiento Preventivo	39
5.1.1	Programa de Mant. Preventivo área de Molienda Seca	46
5.1.2	Programa de Mant. Preventivo área de Prensado	47
5.1.3	Programa de Mant. Preventivo área de Secado	49
5.1.4	Programa de Mant. Preventivo área de Esmaltado	51
5.1.5	Programa de Mant. Preventivo área de Horno	52

5.1.6	Programa de Mant. Preventivo área de Clasificación	53
5.2	Propuesta del programa de Mantenimiento Basado en las Condiciones (Programa de inspecciones y mediciones)	53
5.2.1	Programa de Inspección Molienda Seca	54
5.2.2	Programa de Inspección Prensas	55
5.2.3	Programa de Inspección Secadero	56
5.2.4	Programa de Inspección Línea de Esmalte	57
5.2.5	Programa de Inspección Horno	57
5.2.6	Programa de Inspección Línea de Clasificación	58
5.2.7	Programa de Inspección de herramientas	59
5.3	Aplicación de RCM en componentes críticos de planta	60
5.3.1	Mantenimiento Detectivo en dispositivos de seguridad de equipos	61
5.3.2	Aplicación de RCM en secadero de baldosas	69
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
	BIBLIOGRAFÍA	77
	ANEXOS	78

PRÓLOGO

El presente trabajo nace por la necesidad de proponer un Plan de Mantenimiento de la Planta 2 de Cerámica San Lorenzo, luego de la disminución de ciclo de producción con el fin de elevar de 18000 mt²/día a 21000 mt²/día la producción de baldosas cerámicas de 45x45 cm

El presente informe está dividido en 05 capítulos, que son los siguientes:

En el capítulo uno se menciona la justificación del trabajo, los objetivos que se pretende lograr y el alcance de los mismos.

En el capítulo dos se describe el proceso de producción de las baldosas cerámicas,

El capítulo tres se explica el fundamento teórico de la Gestión del Mantenimiento que soporta la estrategia de la propuesta a plantear en el presente informe.

En el capítulo cuatro explica la situación actual de la planta, del Área de Mantenimiento, la modificación y el incremento de equipos en la planta (para llegar a la meta trazada) y algunos eventos de falla prematura sucedidos después de la puesta en marcha luego de la modificación.

En el capítulo cinco se propone un Plan de Mantenimiento, previo análisis de criticidad de equipos, luego del cual se determinan las tareas de mantenimiento, las frecuencias de trabajo y el detalle con la cual deben ser realizadas.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Actualmente el acelerado crecimiento en el sector inmobiliario peruano hace que se tenga mayor demanda en los materiales de construcción, así como de los acabados, motivo por el cual existe una alta demanda por los mismos, la cual es satisfecha por 02 grandes compañías de producción locales y el resto es importado de diversos países (principalmente Brasil, Italia, España y China)

Cerámica San Lorenzo SAC comenzó a operar su planta de baldosas cerámicas (denominada Planta 1) en el año 1999, para posteriormente ampliar su capacidad de producción, construyendo la Planta 2, la cual inició sus operaciones en febrero del año 2006. La Planta 2, a diferencia de la primera, presenta una diferencia más que significativa: su velocidad de producción. Mientras que en la Planta 1 la decoración se realiza a una velocidad de 55 metros/minuto, en la planta 2 se hace a un ritmo de 85 metros/minuto, lo que hace que se tenga mayor productividad, teniendo en cuenta que se tienen menos equipos, personal y menor consumo de energía. Por lo anterior, es un reto constante tanto para el personal de Mantenimiento como el de Producción poder cumplir las expectativas de la Gerencia, ya que la segunda planta es similar a varias fábricas del Brasil (país que posee gran polo cerámico con más de 40 empresas en el estado de Sao Paulo) las

cuales nos sirven de referencia en cuanto a metraje de producción y calidad de producto.

La planta 2 de Cerámica San Lorenzo estaba inicialmente diseñada para lograr una producción de 18000 mt²/día de baldosas cerámicas (con un formato de producción de 45x45cm) la cual se estaba alcanzando a principios del año 2011, tras lo cual se inició la modificación de algunos equipos de la planta y la instalación de 01 prensa hidráulica y sus equipos auxiliares (mesas de transporte) para poder alcanzar el mínimo ciclo que se pueda alcanzar para el horno que se tiene instalado: 18 minutos (tomando en cuenta datos referenciales de Brasil, país que supera en productividad a Italia, país de procedencia de casi todos los equipos utilizados en la industria cerámica)

1.2 OBJETIVO

El objetivo del presente informe es el de proponer un Plan de Mantenimiento de acorde a la nueva realidad de la Planta 2, de tal manera que permita que los equipos logren una disponibilidad suficiente para cumplir con lo requerido por la Gerencia, que es la reducción del ciclo del horno a 18 minutos.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La modificación de la instalación de los equipos y el incremento de velocidad de producción de la planta, requiere que los equipos sean más confiables y presenten la mayor disponibilidad posible debido a que el proceso es continuo y una falla en cualquiera de los equipos, impedirá llegar a la meta trazada.

1.4 ALCANCE

El presente informe toma en cuenta todos los equipos presentes en planta (mecánicos, eléctricos y de control), los cuales serán tratados en base a la criticidad (impacto en la producción, la seguridad, el costo, etc) de cada uno de los mismos. No toma en cuenta los servicios generales asociados a planta.

1.5 LIMITACIONES

Este trabajo sólo presentará la propuesta para los equipos más críticos del proceso (aquellos cuya parada no programada implicaría un cese de producción o disminución drástica de la calidad), que fueron seleccionados en base a la matriz de criticidad resultante.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE UNA PLANTA DE PRODUCTOS CERÁMICOS

2.1 GENERALIDADES

El proceso de fabricación de las baldosas es realizado en varias etapas, las cuales requieren de una gran cantidad de instrumentación y selección de las materias primas con el objetivo de lograr una gran eficiencia y calidad.

El proceso cerámico empieza con la selección de las materias primas que deben formar parte de la composición de la pasta, que son fundamentalmente arcillas, feldespatos, arenas carbonatos y caolines. En la industria cerámica tradicional las materias primas se suelen utilizar, por lo general, tal y como se extraen de la mina o cantera, después de someterlas a un mínimo de tratamiento. Su procedencia natural exige, en la mayoría de los casos, una homogeneización previa que asegure la continuidad de sus características.

A continuación pasaremos a describir los subprocesos que hacen posible la elaboración de las baldosas cerámicas

2.2 ÁREA DE MOLIENDA SECA

El proceso se inicia en el área de molienda (la utilizada en la Planta 2 es en vía seca, mientras que la de la Planta 1 es la vía húmeda) donde la materia prima compuesta por diversos tipos de arcilla y material reprocesado, es depositado en una tolva para luego ser transportado mediante fajas transportadoras (que son conocidas en toda la planta como nastros, debido que así lo llama el fabricante italiano) hasta el molino de martillos (denominado en la planta Molino Pig) donde se realiza el molido primario, tras lo cual va a un elevador de cangilones, el cual la transporta a una faja que los deposita en las zarandas inclinadas, donde el grano fino (de 0,125mm aproximadamente) va hacia los humidificadores (para que pueda obtener el 7% de humedad) y el grano grueso (con medidas superiores al 0.85 mm) va hacia un segundo molino de péndulos, lugar donde ocurre una segunda molienda pero esta vez la tierra gana temperatura por medio de un quemador debido a que se necesita retirar la mayor cantidad de agua posible para evitar la formación de barro dentro del equipo. El polvo resultante es absorbido por un colector de polvo que lo lleva nuevamente hacia las zarandas inclinadas desde donde el polvo rechazado vuelve al mencionado molino pendular y el polvo fino pasa al humidificador mencionado anteriormente, desde donde es enviado hacia los silos de almacenamiento, concluyéndose de esta manera éste sub-proceso.

2.3 ÁREA DE PRENSADO

Desde los silos del sub-proceso anterior, la tierra es enviada hasta las fajas transportadoras que alimentan las tres prensas hidráulicas con las que cuenta la planta 2. Previo al ingreso a las prensas, la tierra pasa por un tamiz rotativo, para evitar que pase partículas de tierra compactada (debido al exceso de humedad o la

sedimentación en las paredes de los silos, lo que ocasionaría que la producción resultante se vaya a rotura debido a que estas partículas compactadas reventarían en el proceso de quemado) o cualquier cuerpo extraño que pueda dañar los punzones inferiores y superiores al momento del prensado. Después de ser tamizado la tierra pasa a las prensas hidráulicas (en Planta 2 tenemos 02 prensas modelo PH2590 y 01 modelo PH1400) las cuales compactan la tierra a una presión de 240 bar hasta darle la forma de la baldosa cruda, a una medida de 45x45 cm con una tolerancia máxima de +/- 0.3 cm, con una resistencia media de 5 kgf/cm² y un espesor de 7,4mm con una tolerancia máxima de 0.2 mm.

La prensa hidráulica tiene las siguientes partes: Una tolva de alimentación, una centralina donde está la motobomba que impulsa el aceite hidráulico por todo el equipo, un grupo de servicios que agrupa a los controles hidráulicos, un equipo enfriador de aceite por medio de radiadores y la matricería que en el caso de la prensa PH2590 es de accionamiento hidráulico y en la prensa PH1890 es mecánico.

2.4 ÁREA DE SECADO

Una vez que la baldosa es prensada, ésta es trasladada a través de unas mesas de rodillos (que es la mejor manera de trasladar debido a la fragilidad del producto) hasta un secadero horizontal (en el caso de la Planta 2 es de 5 pisos, también de la marca italiana Sacmi) donde se le extraerá humedad hasta un 7%, para gane resistencia y pueda aplicarse correctamente el esmalte sobre el cual irá la decoración.

Los equipos que van instalados en este proceso son mesas de transportes a base de rodillos, las cuales son accionados mediante motorreductores y en los cambios de dirección son a través de bancalinos (guías que suben y bajan accionados por motor con freno) las cuales llevan el producto hacia el secadero, el cual es un equipo de albergar 350 metros cuadrados de producto y está constituido por 5 pisos de rodillos, a través de la cual pasa el producto, que es secado por el aire caliente resultante de la combustión de 10 quemadores que son seteados según la gradiente necesaria para cada producto (debido a la cantidad de esmalte y la tonalidad de la tinta que irá en la decoración)

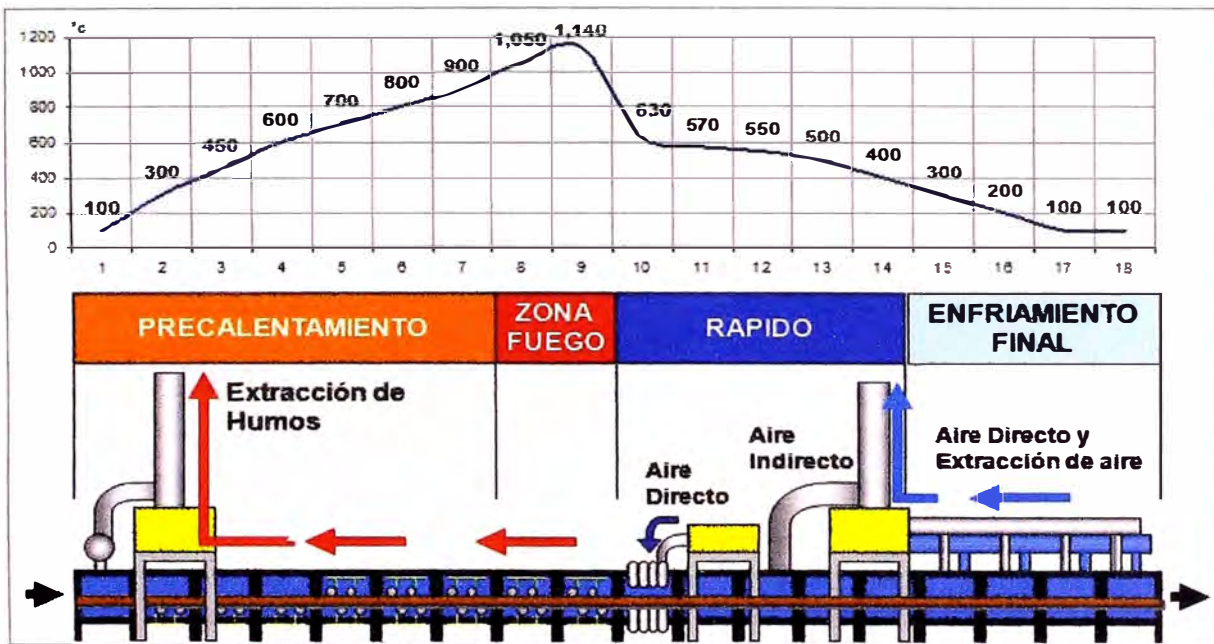
2.5 AREA DE ESMALTADO

En el área de esmaltado, las baldosas salientes del secadero primeramente son agrupadas en grupos de 06 unidades uniformemente distanciados, los cuales pasan por una cabina de agua para que puedan ser humedecidas en la superficie antes de pasar a las campanas de esmaltado, donde se añade 02 capas de esmalte (la primer conocida como engobe y la segunda como base) que sirven como base para la decoración, además de ser un factor de corrección de dilataciones que se manifiestan durante la quema, tras lo cual son transportadas mediante un sistema de fajas y poleas hasta la cabina de fijador donde se le añade a toda la superficie una sustancia que servirá para que la decoración posterior quede 'fijado' en la superficie.

2.6 AREA DE HORNO

En el área de horno la baldosa logra su forma final de producto terminado. El horno es un equipo donde el producto pasa por un proceso térmico (con una temperatura

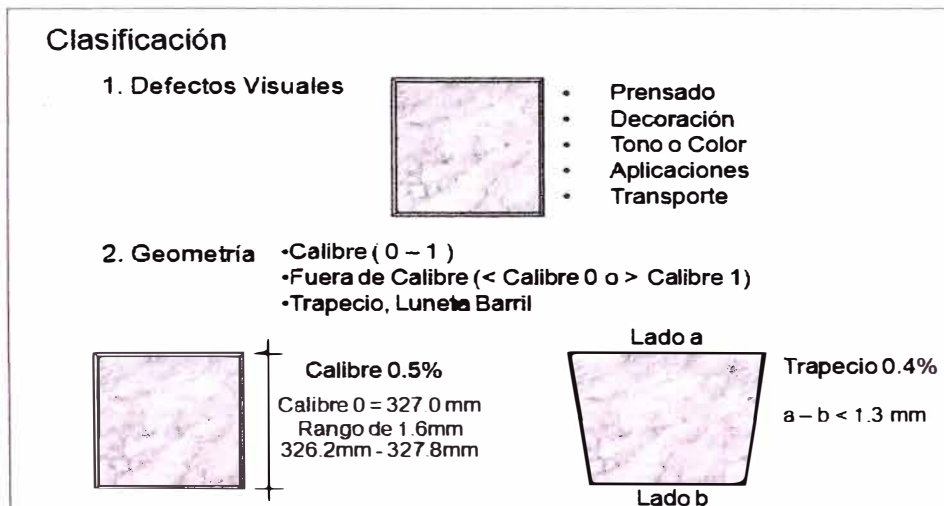
máxima de 1300 °C) el cual se puede dividir en 04 partes: precalentamiento, quema, enfriamiento rápido y enfriamiento final. El horno de referencia para éste trabajo trabaja con gas natural.



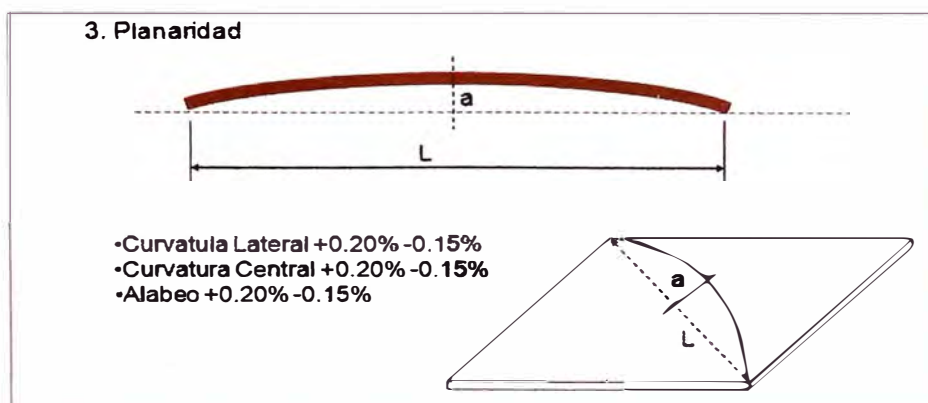
Gráfica 2.1: Proceso de quema de una baldosa cerámica.

2.7 ÁREA DE CLASIFICACIÓN

En el área de clasificación se selecciona el producto como primera calidad, calidad comercial y rotura. Para ello un clasificador humano revisa el 100% de la producción para clasificarlo según su acabado visual, para después pasar a un grupo de sensores que miden la geometría del producto, tanto la planaridad como la forma. Luego, una vez seleccionado, son apilados en grupos según la calidad del producto, para pasar a la zona de encajonado donde es acomodado en pallets.



Gráfica 2.2: Criterios de clasificación de una baldosa cerámica 1.



Gráfica 2.3: Criterios de clasificación de una baldosa cerámica 2.

CAPÍTULO 3

ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

3.1 MARCO GENERAL

En la industria actual, mientras las organizaciones tratan continuamente de reducir los costos de producción, aproximadamente un tercio de los costos de mantenimiento se malgastan.

En algunos casos, el mantenimiento representa el 14% del costo de los bienes vendidos, lo que hace que sea un objetivo primordial para los esfuerzos de reducción de costos.

La optimización del retorno de inversión sobre el mantenimiento es ahora una estrategia clave para la mayoría de las industrias. Por ello es necesario conocer las diversas estrategias de mantenimiento, para así desarrollar una estrategia global de mantenimiento de la planta con el fin de reducir costos.

Sin una estrategia de mantenimiento bien diseñada, se puede apreciar los siguientes eventos en la operación.

- Las fallas de equipos provocan pérdida de producción y costosas reparaciones.

- Las fallas de equipo suceden reiteradas veces.
- Los programas de mantenimiento son indiferentes a la criticidad de los equipos.
- No se trabajan bajo estándares.

Una buena estrategia puede aplicarse a todos los eventos mencionados líneas arriba, mejorando los procesos y disminuyendo costos. Por ello, a continuación pasaremos a detallar los enfoques más utilizados y que se usarán en el presente trabajo.

3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento Preventivo es un método, basado en principios básicos que se adecúa y aplica a las propias necesidades de cada usuario, según los tipos de equipos existentes, siguiendo los siguientes lineamientos:

3.2.1 Principios básicos del Mantenimiento Preventivo.

- Inspecciones programadas para buscar evidencia de falla de equipos o instalaciones, para corregirlas en un lapso de tiempo que permita programar la reparación, sin que haya para intempestivo.
- Actividades repetitivas de inspección, lubricación, calibraciones, ajustes y limpieza.
- Programación de esas actividades repetitivas con base a frecuencias diarias, semanales, quincenales, mensuales, anuales, etc.

- Programación de actividades repetitivas en fechas calendario perfectamente definidas, siguiendo la programación de frecuencias de actividades, que deberán respetarse o reprogramarse en casos excepcionales (Ajuste de Programa Preventivo por reciclaje de actividades).

3.2.2 Ventajas del Mantenimiento Preventivo

- Disminuye el tiempo ocioso, hay menos paros imprevistos.
- Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores de mantenimiento en ajustes ordinarios y en reparaciones en paros imprevistos.
- Disminuye los costos de reparaciones cuando los defectos aún son incipientes y no ocasionan paros imprevistos o dañan al equipo.
- Habrá menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor calidad y por lo tanto el prestigio de la empresa crecerá.
- Habrá menor necesidad de equipo en operación, reduciendo con ello la inversión de capital y aumenta la vida útil de los existentes.
- Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección para la planta.
- Cumplimiento con los cupos y plazos de producción comprometida.
- Conocer anticipadamente el presupuesto de costos de mantenimiento.
- Accionar armónico del servicio de mantenimiento para atender la producción.

3.2.3 Desventajas del Mantenimiento Preventivo

- Se realizan cambios innecesarios de componentes.
- Presenta problemas iniciales de operación.
- Alto costo de inventarios.
- Mano de obra
- Mantenimiento no efectuado.
- No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.

3.2.4 Como implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo

En la implementación de un plan de Mantenimiento Preventivo se hace necesario seguir los siguientes pasos (aunque estos pueden tener variaciones dependiendo de cómo este estructurada su organización, de sus políticas y otros factores pero todas las opciones se pueden manejar en un momento determinado):

- Determinar las metas y objetivos
- Establecer los requerimientos para el mantenimiento
- Definir pasos para establecer el programa de mantenimiento preventivo
- Establecer procedimientos del mantenimiento preventivo.
(Listado de rutinas)

3.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda (predecir), para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Está conformado por una serie de acciones que se toman y las técnicas que se aplican con el objetivo de detectar las fallas y defectos de maquinaria en sus etapas incipientes. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc.

Para ello se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

3.3.1 Ventajas del Mantenimiento Predictivo

- Reduce los tiempos de parada.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico.
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.

- Permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Permite el análisis estadístico del sistema.

3.3.2 Desventajas del Mantenimiento Predictivo

- La implantación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante, los equipos y los analizadores de vibraciones tienen un costo elevado. De la misma manera se debe destinar un personal a realizar la lectura periódica de datos.
- Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos, trabajo que requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.
- Por todo ello la implantación de este sistema se justifica en máquina o instalaciones donde los paros intempestivos ocasionan grandes pérdidas, donde las paradas innecesarias ocasionan grandes costos.

3.3.3 Como aplicar el Mantenimiento Predictivo

Antes de implementar el mantenimiento predictivo en una planta, es necesario considerar lo siguiente:

- Identificar cómo su equipo puede fallar.
- Elegir las tecnologías más adecuadas de PDM para aplicar en cada caso.

- Determinar la mejor cobertura de PDM para su planta.
- Evaluar cuánto hay de crítico en los elementos de las máquinas.
- Evaluar los costos de paradas de planta – costos de aplicación del mantenimiento.

3.3.4 Técnicas de Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo consta de una serie de ensayos de carácter no destructivo orientados a realizar un seguimiento del funcionamiento de los equipos para detectar signos de advertencia que impliquen que alguna de sus partes no está trabajando de la manera correcta.

A través de este tipo de mantenimiento, una vez detectadas las averías, se puede, de manera oportuna, programar las correspondientes reparaciones sin que se afecte el proceso de producción y prolongando con esto la vida útil de las máquinas.

Los ensayos que más se utilizan en las industrias son los siguientes:

3.3.4.1 Análisis de vibraciones

Esta técnica de mantenimiento predictivo se basa en el estudio del funcionamiento de las máquinas rotativas a través del comportamiento de las vibraciones.

Todas las máquinas presentan ciertos niveles de vibración aunque se encuentren operando correctamente, sin embargo cuando se presenta alguna anomalía, estos niveles normales de vibración se ven alterados indicando la necesidad de una revisión del equipo.

Para que este método tenga validez, es indispensable conocer ciertos datos de la máquina como lo son: su velocidad de giro, el tipo de cojinetes, de correas, el número de álabes, palas, etc. También es muy importante determinar los puntos de las máquinas en donde se tomarán las mediciones y el equipo analizador más adecuado para la realización del estudio.

El analizador de vibraciones es un equipo especializado que muestra en su pantalla el espectro de la vibración y la medida de algunos de sus parámetros.

Las vibraciones pueden analizarse midiendo su amplitud o descomponiéndolas de acuerdo a su frecuencia, así cuando la amplitud de la vibración sobrepasa los límites permisibles o cuando el espectro de la vibración varía a través del tiempo, significa que algo malo está sucediendo y que el equipo debe ser revisado.

Los problemas que pueden ser detectados por medio de esta técnica, son:

- Desalineamiento
- Desbalance
- Resonancia
- Solturas mecánicas
- Rodamientos dañados.
- Problemas en bombas
- Anormalidades en engranes
- Problemas eléctricos asociados con motores.

- Problemas de bandas, etc.

3.3.4.2 Termografía

La termografía es una técnica que estudia el comportamiento de la temperatura de las máquinas con el fin de determinar si se encuentran funcionando de manera correcta.

La energía que las máquinas emiten desde su superficie viaja en forma de ondas electromagnéticas a la velocidad de la luz; ésta energía es directamente proporcional a su temperatura, lo cual implica que a mayor calor, mayor cantidad de energía emitida. Debido a que estas ondas poseen una longitud superior a la que puede captar el ojo humano, es necesario utilizar un instrumento que transforme esta energía en un espectro visible, para poder observar y analizar la distribución de esta energía.

Gracias a las imágenes que proporcionan las cámaras termográficas, se pueden analizar los cambios de temperatura. Un incremento de esta variable, por lo general representa un problema de tipo electromecánico en algún componente de la máquina.

Algunas de las áreas donde se utilizan las cámaras termográficas son en instalaciones eléctricas, equipamientos mecánicos, estructuras refractarias, etc.

3.3.4.3 Análisis por ultrasonido

El análisis por ultrasonido está basado en el estudio de las ondas de sonido de alta frecuencia producidas por las máquinas cuando presentan algún tipo de problema.

El oído humano puede percibir el sonido cuando su frecuencia se encuentra entre 20 Hz y 20 kHz, por tal razón el sonido que se produce cuando alguno de los componentes de una máquina se encuentra afectado, no puede ser captado por el hombre porque su frecuencia es superior a los 20 kHz.

Las ondas de ultrasonido tienen la capacidad de atenuarse muy rápido debido a su corta longitud, esto facilita la detección de la fuente que las produce a pesar de que el ambiente sea ruidoso.

Los instrumentos encargados de convertir las ondas de ultrasonido en ondas audibles se llaman medidores de ultrasonido o detectores ultrasónicos. Por medio de estos instrumentos, las señales ultrasónicas transformadas se pueden escuchar por medio de audífonos o se pueden observar en una pantalla de monitoreo.

El análisis de ultrasonido permite:

- Detectar fricción en máquinas rotativas
- Detectar fallas y/o fugas en válvulas.
- Detectar fugas en fluidos.
- Detectar pérdidas en vacío.
- Detectar arco eléctrico.

- Verificar la integridad de juntas de recintos estancos.

3.3.4.4 Análisis de aceite

El análisis de aceites determina el estado de operación de las máquinas a partir del estudio de las propiedades físicas y químicas de su aceite lubricante.

El aceite es muy importante en las máquinas porque sirve para protegerlas del desgaste, controla su temperatura y elimina sus impurezas. Cuando el aceite presenta altos grados de contaminación y/o degradación, no cumple con estas funciones y la máquina comienza a fallar.

La técnica de análisis de aceites permite cuantificar el grado de contaminación y/o degradación del aceite por medio de una serie de pruebas que se llevan a cabo en laboratorios especializados sobre una muestra tomada de la máquina cuando está operando o cuando acaba de detenerse.

El grado de contaminación del aceite está relacionado con la presencia de partículas de desgaste y de sustancias extrañas, por tal razón es un buen indicador del estado en que se encuentra la máquina. El grado de degradación del aceite sirve para determinar su estado mismo porque representa la pérdida en la capacidad de lubricar producida por una alteración de sus propiedades y la de sus aditivos.

La contaminación en una muestra de aceite está determina por medio de la cuantificación de:

- Partículas metálicas de desgaste
- Combustible
- Agua
- Materias carbonosas, etc.

La degradación en una muestra de aceite está determinada por medio de la cuantificación de las siguientes propiedades.

- Viscosidad
- Detergencia
- Basicidad
- Constante dieléctrica

La información proveniente de las pruebas físicas y químicas del aceite, permite decidir sobre el plan de lubricación y mantenimiento de la máquina.

3.4 MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD

El mantenimiento centrado en Confiabilidad (MCC), o Reliability Centered Maintenance (RCM), ha sido desarrollado por la industria de la aviación civil hace más de 30 años. El proceso permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico. El RCM ha sido utilizado en miles de empresas de todo el mundo: desde grandes empresas petroquímicas hasta las principales fuerzas armadas del mundo utilizan RCM para determinar las tareas de mantenimiento de sus equipos, incluyendo la gran minería, generación eléctrica, petróleo y derivados, metal-mecánica, etc. La norma SAE JA1011

especifica los requerimientos que debe cumplir un proceso para poder ser denominado un proceso RCM.

Según esta norma, las 7 preguntas básicas del proceso RCM son:

- **¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?**

Antes de poder aplicar un proceso para determinar que debe hacerse para que cualquier activo físico continúe haciendo aquello que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional, necesitamos hacer dos cosas:

- a) Determinar qué es lo que sus usuarios quieren que haga.
- b) Asegurar que es capaz de realizar aquello que sus usuarios quieren que haga.

Por esto el primer paso en el proceso del RCM es definir las funciones de cada activo en su contexto operacional, junto con los parámetros de funcionamiento deseados. Lo que los usuarios esperan que los activos sean capaces de hacer puede ser dividido en dos categorías:

- ✓ Funciones primarias, que en primera instancia resumen el por qué de la adquisición del activo. Esta categoría de funciones cubre temas como velocidad, producción, capacidad de almacenaje o carga, calidad de producto y servicio al cliente.
- ✓ Funciones secundarias, la cual reconoce que se espera de cada activo que haga más que simplemente cubrir las funciones primarias. Los usuarios también tienen expectativas relacionadas con las áreas de seguridad, control, contención, confort, integridad estructural,

economía, protección, eficiencia operacional, cumplimiento de regulaciones ambientales, y hasta de apariencia del activo.

- **¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?**

- ✓ Los objetivos del mantenimiento son definidos por las funciones y expectativas de funcionamiento asociadas al activo en cuestión. Pero, ¿Cómo puede el mantenimiento alcanzar estos objetivos?
- ✓ El único hecho que puede hacer que un activo no pueda desempeñarse conforme a los parámetros requeridos por sus usuarios es alguna clase de falla. Esto sugiere que el mantenimiento cumple sus objetivos al adoptar una política apropiada para el manejo de una falla. Sin embargo, antes de poder aplicar una combinación adecuada de herramientas para el manejo de una falla, necesitamos identificar que fallas pueden ocurrir.

El proceso RCM lo hace en dos niveles:

- En primer lugar, identifica las circunstancias que llevaron a la falla
- Luego se pregunta qué eventos pueden causar que el activo falle.

En el mundo del RCM, los estados de falla son conocidos como falla funcionales porque ocurren cuando el activo *no puede cumplir una función de acuerdo al parámetro de funcionamiento que el usuario considera aceptable*.

- **¿Cuál es la causa de cada falla funcional?**

Como se mencionó en el párrafo anterior, una vez que se ha identificado cada falla funcional, el próximo paso es tratar de identificar todos los

hechos que de manera razonablemente posible puedan haber causado cada estado de falla. Estos hechos se denominan **modos de falla**. Los modos de falla 'razonablemente posibles' incluyen aquellos que han ocurrido en equipos iguales o similares operando en el mismo contexto, fallas que actualmente están siendo prevenidas por regímenes de mantenimiento existentes, así como fallas que aún no han ocurrido pero son consideradas altamente posibles en el contexto en cuestión.

La mayoría de las listas tradicionales de modos de falla incorporan fallas causadas por el deterioro o desgaste por uso normal. Sin embargo, para que todas las causas probables de fallas en los equipos puedan ser identificadas y resueltas adecuadamente, esta lista debería incluir fallas causadas por errores humanos (por parte de los operadores y el personal de mantenimiento). También es importante identificar la causa de cada falla con suficiente detalle para asegurarse de no desperdiciar tiempo y esfuerzo intentando trazar síntomas en lugar de causas reales. Por otro lado es igualmente importante asegurarse de no malgastar el tiempo en el análisis mismo al concentrarse demasiado en los detalles.

- **¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?**

El cuarto paso en el proceso de RCM tiene que ver con hacer un listado de los efectos de falla, que describen lo que ocurre con cada modo de falla. Esta descripción debería incluir toda la información necesaria para apoyar la evaluación de las consecuencias de la falta, tal como:

- Qué evidencia existe (si la hay) de que la falla ha ocurrido.

- De qué modo representa una amenaza para la seguridad o el medio ambiente (si la representa)
- De qué manera afecta a la producción o a las operaciones (si las afecta)
- Qué daños físicos (si los hay) han sido causados por la falla.
- Qué debe hacerse para reparar la falla.

- **¿En qué sentido es importante cada falla?**

Un análisis detallado de la empresa industrial promedio probablemente muestre entre tres mil y diez mil posibles modos de falla. Cada una de estas fallas afecta a la organización de algún modo, pero en cada caso, los efectos son diferentes. Pueden afectar operaciones. También pueden afectar a la calidad del producto, el servicio al cliente, la seguridad o el medio ambiente. Todas para ser reparadas tomarán tiempo y costarán dinero.

Son estas consecuencias las que más influyen el intento de prevenir cada falla. En otras palabras, si una falla tiene serias consecuencias, haremos un gran esfuerzo para intentar evitarla. Por otro lado, si no tiene consecuencias o tienen consecuencias leves, quizá decidamos no hacer más mantenimiento de rutina que una simple limpieza y lubricación básica.

Un punto fuerte del RCM es que reconoce que las consecuencias de las fallas son más importantes que sus características técnicas. De hecho reconoce que la única razón para hacer cualquier tipo de mantenimiento proactivo no es evitar las fallas *per se*, sino evitar o reducir las consecuencias de las fallas. El proceso RCM clasifica estas consecuencias en cuatro grupos, de la siguiente manera.

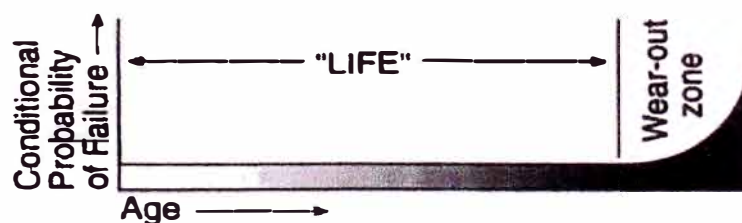
- Consecuencias de fallas ocultas: Las fallas ocultas no tienen un impacto directo, pero exponen a la organización a fallas múltiples con consecuencias serias y hasta catastróficas. (La mayoría están asociadas a sistemas de protección sin seguridad inherente)
- Consecuencias ambientales y para la seguridad: Una falta tiene consecuencias para la seguridad si es posible que cause daño o la muerte de alguna persona. Tiene consecuencias ambientales si infringe alguna normativa o reglamento ambiental tanto corporativo como regional, nacional o internacional.
- Consecuencias operacionales: Una falla tiene consecuencias operacionales si afecta la producción (cantidad, calidad del producto, atención al cliente, o costos operacionales además del costo directo de la reparación)
- Consecuencias No-operacionales: Las fallas que caen en esta categoría no afectan a la seguridad ni la producción, sólo implican el costo directo de la reparación.

El proceso de evaluación de las consecuencias también cambia el énfasis de la idea de que toda falla es negativa y debe ser prevenida. De esta manera focaliza la atención sobre las actividades de mantenimiento que tienen el mayor efecto sobre el desempeño de la organización, y resta importancia a aquellas que tienen escaso resultado. También no alienta a pensar de una manera más amplia acerca de diferentes maneras de manejar las fallas, más que concentrarnos en prevenir fallas. Las técnicas de manejo de fallas se dividen en dos categorías

- Tareas proactivas: Estas tareas se emprenden antes de que ocurra una falla, para prevenir que el ítem llegue al estado de falla. Abarcan lo que se conoce tradicionalmente como mantenimiento predictivo o preventivo, aunque veremos luego que el RCM utiliza los términos *reacondicionamiento cíclico*, *sustitución cíclica* y *mantenimiento a condición*.
- Acciones a falta de: Estas tratan directamente con el estado de falla, y son elegidas cuando no es posible identificar una tarea proactiva efectiva. Las acciones a falta de incluyen *búsqueda de falla*, *rediseño*, y *mantenimiento a rotura*.

- **¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir la falla?**

Mucha gente todavía cree que la mejor manera de optimizar la disponibilidad de la planta es hacer algún tipo de mantenimiento proactivo de rutina. El pensamiento de la Segunda Generación sugería grandes reparaciones, o reposición de componentes a intervalos fijos. La gráfica 3.1 muestra la perspectiva de la falla a intervalos fijos.



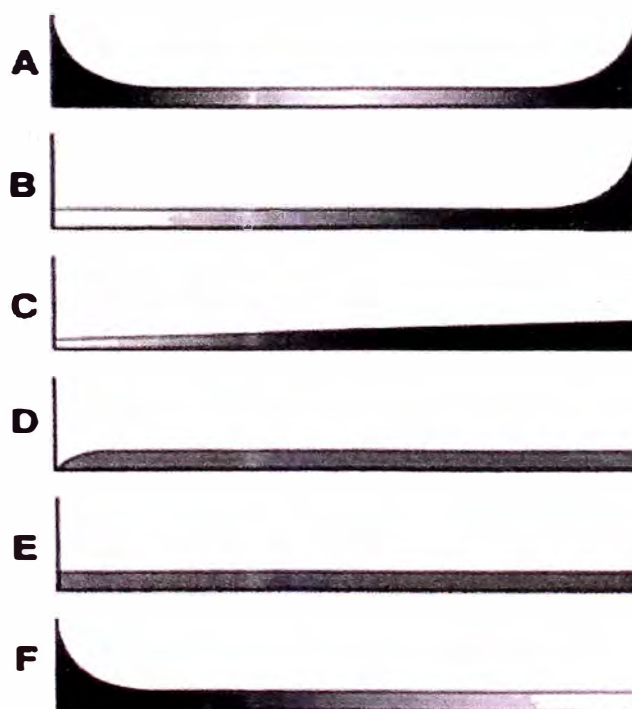
GRÁFICA 3.1: La perspectiva tradicional de falla

La gráfica 3.1 se basa en la presunción de que la mayoría de los equipos operan confiablemente por un periodo 'X', y luego se desgastan. El pensamiento clásico sugiere que los registros extensivos acerca de las fallas

nos permiten determinar y planear acciones preventivas un tiempo antes de que ellas ocurran.

Este patrón es cierto para algunos tipos de equipos simples, y para algunos ítems complejos con modos de fallas dominantes. En particular las características de desgaste se encuentran a menudo en casos en los que el equipo tiene contacto directo con el producto. Las fallas relacionadas con la edad frecuentemente van asociadas a la fatiga, corrosión, abrasión y evaporación.

Sin embargo, los equipos en general son mucho más complejos de lo que eran años atrás. Esto ha traído aparejado sorprendentes cambios en los patrones de falla, como se muestra en la gráfica 3.2. Los gráficos muestran la probabilidad condicional de la falla con relación a la edad operacional para una variedad de elementos mecánicos y eléctricos.



GRÁFICA 3.2: Seis patrones de falla

El patrón A es la ya conocida curva de la bañera. Comienza con una gran incidencia de fallas (llamada *mortalidad infantil*), seguida por un incremento constante o gradual de la probabilidad condicional de falla, y por último una zona de desgaste.

El patrón B muestra una probabilidad condicional de falla constante o de lento incremento, y que termina en una zona de desgaste (igual que la gráfica 3.1)

El patrón C muestra una probabilidad condicional de falla que crece lentamente, pero no tiene una edad de desgaste claramente identificable. EL

patrón D muestra una baja probabilidad condicional de falla cuando el equipo es nuevo o recién salido de la fábrica y luego un veloz incremento a un nivel

constante, mientras que el patrón E muestra una probabilidad condicional de falla constante a todas las edades por igual (falla al azar). El patrón F

comienza con una alta mortalidad infantil que finalmente cae a una probabilidad de falla constante o que asciende muy lentamente.

Estudios realizados en aeronaves comerciales demostraron que un 4% de los elementos correspondían al patrón A, un 2% al B, un 5% al C, un 7% al D, un 14% al E, y no menos de un 68% al patrón F. (El número de veces que estos patrones ocurren en aeronaves no es necesariamente el mismo que en la industria, pero no cabe duda que a medida que los elementos se hacen más complejos, encontramos cada vez más patrones E y F)

Estos descubrimientos contradicen la creencia de que siempre hay conexión entre la confiabilidad y la edad operacional. Esta creencia dio origen a la idea de que cuanto más seguido un ítem es reparado, menos probabilidades tiene de fallar. Actualmente esto es cierto en muy pocos casos. A menos de que exista un modo de falla dominante relacionado con la edad, los límites de edad tienen que ver poco o nada con mejorar la confiabilidad de los

componentes complejos. De hecho las reparaciones pueden en realidad aumentar los promedios de fallas generales al introducir la mortalidad infantil en sistemas que de otra manera serían estables.

La toma de conciencia de estos hechos ha llevado a algunas organizaciones a abandonar por completo la idea de mantenimiento proactivo. Y esto puede que sea lo más acertado para fallas con consecuencias menores. Pero cuando las consecuencias de las fallas son importantes, *algo* debe hacerse para prevenir o predecir las fallas, o al menos para reducir las consecuencias. Esto nos lleva nuevamente a la cuestión de las tareas proactivas. Como ya mencionamos anteriormente el RCM divide a las tareas proactivas en tres categorías:

- Tareas de reacondicionamiento cíclicas.
- Tareas de sustitución cíclicas
- Tareas a condición.

Tareas de reacondicionamiento y sustitución cíclicas

El reacondicionamiento cíclico implica refabricar un componente o reparar un conjunto antes de un límite de edad específico sin importar su condición en ese momento. De manera parecida, las tareas de sustitución cíclica implican sustituir un componente antes de un límite de edad específico, mas allá de su condición en ese momento.

En conjunto estos dos tipos de tareas son conocidos generalmente como mantenimiento preventivo. Solían ser los tipos de mantenimiento proactivo más ampliamente usados. Sin embargo, debido a las razones mencionadas anteriormente, se usan mucho menos que veinte años atrás.

Tareas a condición

El crecimiento de nuevos tipos de manejo de falla se debe a la continua necesidad de prevenir ciertos tipos de falla, y la creciente ineficacia de las técnicas clásicas para hacerlo. La mayoría de las nuevas técnicas se basan en el hecho de que la mayoría de las fallas dan algo algún tipo de advertencias de que están por ocurrir. Estas advertencias se denominan fallas potenciales, y se definen como condiciones *físicas identificables que indican que una falla funcional está por ocurrir o están en el proceso de ocurrir*.

Las nuevas técnicas son utilizadas para detectar fallas potenciales y permitir actuar evitando las posibles consecuencias que surgirían si se transformaran en fallas funcionales. Se llaman tareas a *condición* porque los componentes se dejan en servicio a condición de que continúen alcanzando los parámetros de funcionamiento deseados. (El mantenimiento a condición incluye el mantenimiento predictivo, mantenimiento basado en la condición y monitoreo de condición).

Si son utilizadas correctamente, las tareas a condición son una muy buena manera de manejar las fallas, pero a la vez pueden ser una pérdida de tiempo costosa. RCM permite tomar decisiones en esta área con certeza particular.

- **¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?**

Si es que no se encuentra ninguna tarea predictiva o preventiva adecuada, el RCM reconoce tres grandes categorías de acciones a falta de:

- Búsqueda de fallas: Las tareas de búsqueda de falla implican revisar periódicamente funciones ocultas para determinar si han fallado

(mientras que las tareas basadas en la condición implican revisar si algo está por fallar)

- Rediseño: Rediseñar implica hacer cambios de una sola vez a las capacidades iniciales de un sistema. Esto incluye modificaciones al equipo y también cubre los cambios de una sola vez a los procedimientos.
- Ningún mantenimiento programado: Como su nombre lo indica, aquí no se hace esfuerzo alguno en tratar de anticipar o prevenir los modos de falla y se deja que la falla simplemente ocurra, para luego repararla. Esta tarea *a falta de* también es llamada mantenimiento 'a rotura'

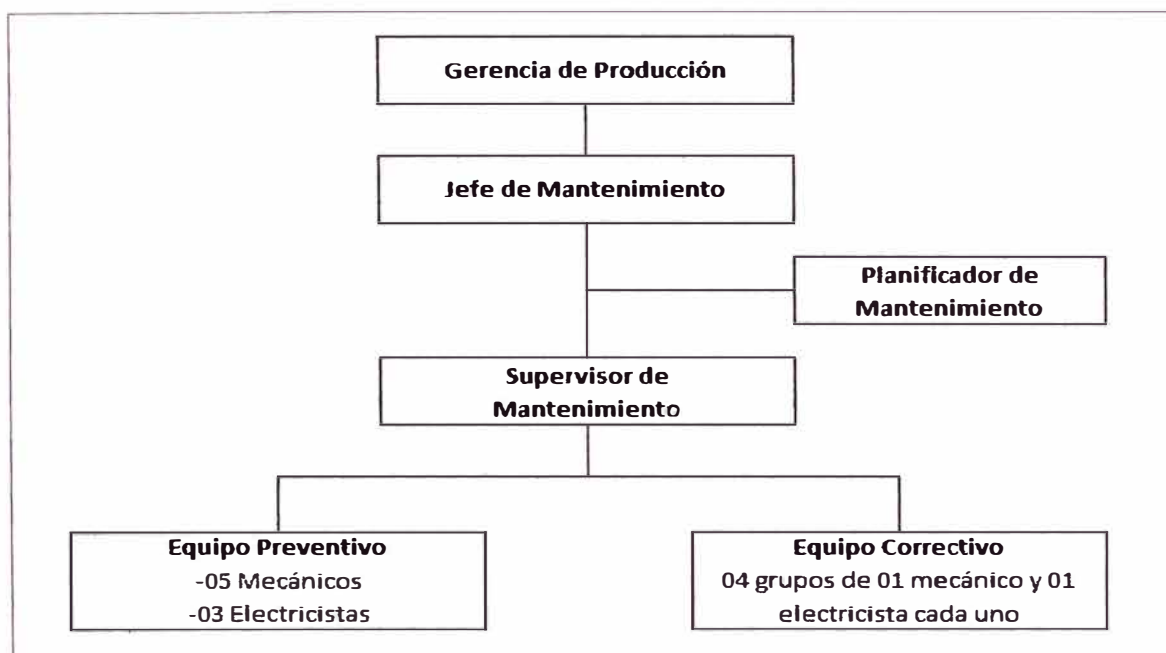
CAPÍTULO 4

DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA PLANTA

La planta en análisis, ha ido incrementando su productividad desde sus inicios, pasando a producir desde 9000 metros cuadrados/día hasta los 18000 metros cuadrados/día (punto donde se empieza con el análisis de éste trabajo), momento en el cual la Dirección toma la decisión de comprar maquinaria adicional para llegar al objetivo de producir como mínimo 21000 metros cuadrados por día, con el fin de tener la productividad de las empresas brasileñas del rubro.

4.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

El área de Mantenimiento actualmente presenta el siguiente organigrama:



Gráfica 4.1: Organigrama del área de Mantenimiento de la Planta 2

En la gráfica 4.1 se puede apreciar que está conformado por el Jefe de Mantenimiento, quien es el responsable tanto de la planta como de los servicios generales de la empresa, el Planificador de Mantenimiento (quien ve todo lo correspondiente a la planeación, programación y gestión de recursos humanos y materiales para las actividades), el Supervisor de Mantenimiento (quien se encarga de la ejecución de las actividades programadas) y los técnicos de mantenimiento, quienes están distribuidos en 02 equipos de trabajo: El preventivo, donde cada técnico es responsable de un área determinada y el correctivo (que consiste en 04 grupos de 01 mecánico y 01 electricista) que se encarga de resolver los problemas que se puedan presentar en el turno, así como por velar los equipos menores que se les han asignado.

4.2 AMPLIACIÓN DE MAQUINARIA Y REDUCCIÓN DE CICLO DE PRODUCCIÓN

La planta 2 de cerámica San Lorenzo ha sufrido los siguientes cambios con respecto a su diseño original:

- a) Instalación de 01 prensa hidráulica, con un sistema de manejo de molde manual y mecánico, a diferencia del modelo que está en servicio que es automático e hidráulico.
- b) Incremento de longitud del secadero, lo que llevó a incrementar en 02 la cantidad de quemadores y ventiladores, para así pasar de 08 a 10 ventiladores.
- c) Modificación de las líneas de esmaltado, que se hicieron más cortas debido a que el secadero ganó longitud en detrimento de las mencionadas líneas. Esto ocasiona de que al tener menor longitud y tener mayor velocidad que antes, la baldosa tiene menos tiempo para que su superficie quede completamente seco antes del decorado.
- d) Instalación de un puente de rodillos entre las 02 cargadoras de las líneas de esmaltado, lo que llevó a que las 02 trabajen necesariamente de forma simultánea y no una independiente de la otra como era anteriormente.

4.3 EVENTOS DE FALLA PREMATURA

Después de las modificaciones se tuvo que volver a replantear la estrategia de mantenimiento, ya que muchos equipos pasaron a ser totalmente críticos debido a su impacto en la producción mientras que otros necesitaron una mayor atención debido a que se presentaron fallas prematuras en comparación al periodo anterior a las modificaciones (la mayoría asociado al desgaste). A continuación mencionaremos las fallas más resaltantes.

4.3.1 Falla prematura en Área de Secado

- Engranajes de ejes de tracción para avance de baldosas dentro de secadero

El secadero es un equipo crítico, ya que es el único y le da el porcentaje final de humedad al producto crudo antes de la decoración. También está muy expuesto a la polución. Este equipo tiene 5 niveles, que están sincronizados unos a otros.

Debido a la polución (que es inherente al proceso), el polvo se impregna en todas partes, lo que afecta principalmente a la zona motriz, que está compuesto de ejes y engranajes helicoidales, las cuales presentaron desgaste acelerado debido al impacto a la mayor velocidad de giro a que actualmente son sometidos.

- Acoples antirretorno en ejes de entrada y salida de secadero.

Tanto en los pisos de ingreso y salida, tienen un acople antirretorno en los ejes motrices, el cual normalmente se cambiaban a los 2 años de uso. Luego de la modificación, se aceleró la velocidad de transmisión en 20%, tras lo cual pasó a fallar en 14 meses. El problema de ésta avería radica en que para el cambio se necesita como mínimo 02 horas de parada de secadero, lo que implicaría una parada total de producción de toda la planta por ese tiempo.

4.3.2 Falla prematura en Área de Línea de Esmalte

- Eje de polea dentada de encoder de mesas elevadoras T&F

La mesa elevadora es un equipo que sirve para cargar las baldosas crudas (hacia unas estructuras metálicas llamadas boxes) así como para descargarlas hacia el ingreso del horno. Este equipo se posiciona por niveles con el uso de un encóder de posición, el cual a su vez es accionado por medio de una polea dentada. Inicialmente el problema se manifestaba con la pérdida de posición de de la mesa elevadora, lo que ocasionaba problemas de agrietamiento en el producto crudo debido al golpeteo que se producía al no transitar por planos que no están en el mismo nivel. Después de revisar toda la parte de control, se descarta que ése sea el problema, pasando a revisar la parte mecánica, encontrando que el eje de la polea dentada que trabajaba solidariamente con el encóder de posición, se encontraba desgastado. Éste problema se presentó en las 03 máquinas existentes en planta.

CAPÍTULO 5

PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

5.1 PROPUESTA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Después de la modificación de la instalación de la planta, se tuvo que realizar una nueva matriz de criticidad para toda la planta, para así priorizar las actividades de mantenimiento.

A continuación se muestra la matriz de criticidad toda la línea de producción (dividido en áreas), que se realizó en base al maestro de equipos modificado, debido a que se añadieron y quitaron diversos equipos durante la ampliación.

Tabla 5.1 Matriz de criticidad para el Área de Molienda Seca

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	PONDERACION					CONSEC.	CRITICIDAD	ESCALA DE REFERENCIA
		FF	IO	FO	CM	HSA			
8707	AREA DE MOLIENDA PLANTA 2								
8708	TOLVA No1 RECEP.MOL.-PLANTA 2	1	10	1	1	9	20	20	NC
8712	NASTRO No1 ALIM.-MOLINO PIG-P2	1	10	1	1	9	20	20	NC
8715	TOLVA No2 RECEP.MOL.-PLANTA 2	1	10	1	1	9	20	20	NC
8719	NASTRO No2 ALIM.-MOLINO PIG-P2	1	10	1	1	9	20	20	NC
8722	NASTRO No3 MOLIENDA-PLANTA 2	1	10	3,5	1	9	45	45	C
8731	MOLINO DE MARTILLOS PIG-PLANT2	1	10	3,5	10	9	54	54	C
8734	ELEV.CANGUIL.No1 MOL.-PLANTA 2	1	10	3,5	1	9	45	45	C
8738	NASTRO No4 ALIM.VIBROTAMIZ-P2	1	10	3,5	1	9	45	45	C
8741	SIST.VIBROTAMICES MOL.-PLANTA2	1	10	3,5	1	9	45	45	C
8742	VIBROTAMIZ #1 MOLIENDA-P2	1	4	1,5	1	9	16	16	NC
8748	VIBROTAMIZ #2 MOLIENDA-P2	1	4	1,5	1	9	16	16	NC
8754	VIBROTAMIZ #3 MOLIENDA-P2	1	4	1,5	1	9	16	16	NC
8760	VIBROTAMIZ #4 MOLIENDA-P2	1	4	1,5	1	9	16	16	NC
8766	VIBROTAMIZ #5 MOLIENDA-P2	1	4	1,5	1	9	16	16	NC
8772	VIBROTAMIZ #6 MOLIENDA-P2	1	4	1,5	1	9	16	16	NC
8778	NASTRO No5 MOLIENDA-PLANTA 2	1	10	3,5	1	9	45	45	C
8781	NASTRO No6 A MOLINO PEND.-P2	1	10	3,5	1	9	45	45	C
8784	SIST.ALIM.A MOLINO PENDULAR-P2	1	10	3,5	5	9	49	49	C
8785	ELEV CANGUIL No2 M.PEND.-P2	1	10	3,5	5	9	49	49	C
8789	TOLVA RECEP.MOLINO PEND.-P2	2	4	2,5	1	9	20	40	SC
8791	GUSANO HELIC.No1 ALIM.PEND.-P2	1	10	3,5	5	9	49	49	C
8794	GUSANO HELIC.No2 ALIM.PEND.-P2	1	10	3,5	5	9	49	49	C
8797	QUEMADOR MOLINO PENDULAR -P2	1	10	3,5	5	9	49	49	C
8800	MOLINO PENDULAR MOLIENDA-P2	2	10	3,5	10	15	60	120	C
8805	SIST ASPIR.MOLINO PEND MOL-P2	1	10	3,5	1	9	45	45	C
13558	SIST.ASPIR.AMBINTE-MOL-P2	1	10	3,5	1	9	45	45	C
8813	ELEV.CANGUIL.No3 MOL.-PLANTA 2	1	10	3,5	5	9	49	49	C
8818	DEFERRIFIZADOR	1	7	2,5	10	9	36,5	36,5	SC
8817	SIST.HUMIDIFICADOR MOL.-PLANT2	1	10	3,5	5	13	53	53	C
8820	ROTOVALVULA No1 SAL TQ MOL -P2	1	7	1,5	1	9	20,5	20,5	NC
8823	ROTOVALVULA No2 SAL TQ MOL -P2	1	7	1,5	1	9	20,5	20,5	NC
8826	GUSANO HELIC.No1 SAL TQ MOL-P2	1	7	1,5	1	9	20,5	20,5	NC
8829	GUSANO HELIC.No2 SAL TQ MOL-P2	1	7	1,5	1	9	20,5	20,5	NC
8832	HUMIDIFI CAADR No1 MOL - P2	1	7	1,5	1	9	20,5	20,5	NC
8837	HUMIDIFI CAADR No2 MOL - P2	1	7	1,5	1	9	20,5	20,5	NC
8842	NASTRO No7 SAL.HUMIF.-PLANTA 2	1	10	3,5	1	5	41	41	C
8845	ELEV.CANGUIL.No4 MOL.-PLANTA 2	1	10	3,5	5	9	49	49	C
8849	NASTRO No8 MOLIENDA-PLANTA 2	1	10	3,5	1	9	45	45	C
8852	NASTRO No9 MOLIENDA-PLANTA 2	1	7	1,5	1	9	20,5	20,5	NC
8857	NASTRO No10 MOLIENDA-PLANTA 2	1	7	1,5	1	9	20,5	20,5	NC
8862	SILO N°1 MOLIENDA-PLANTA 2	1	1	1	1	5	7	7	NC
8867	SILO N°2 MOLIENDA-PLANTA 2	1	1	1	1	5	7	7	NC
8872	SILO N°3 MOLIENDA-PLANTA 2	1	1	1	1	5	7	7	NC
8877	SILO N°4 MOLIENDA-PLANTA 2	1	1	1	1	5	7	7	NC
8882	SILO N°5 MOLIENDA-PLANTA 2	1	1	1	1	5	7	7	NC
8887	SILO N°6 MOLIENDA-PLANTA 2	1	1	1	1	5	7	7	NC
8892	SILO N°7 MOLIENDA-PLANTA 2	1	1	1	1	5	7	7	NC
8897	SILO N°8 MOLIENDA-PLANTA 2	1	1	1	1	5	7	7	NC
8902	SILO N°9 MOLIENDA-PLANTA 2	1	1	1	1	5	7	7	NC
8907	SILO N°10 MOLIENDA-PLANTA 2	1	1	1	1	5	7	7	NC
8912	NASTRO No11 SAL.SILO MOL.-P2	1	10	1,5	1	9	25	25	NC
8915	NASTRO No12 SALID.SILO MOL.-P2	1	10	1,5	1	9	25	25	NC
8918	NASTRO No13 ING.PRENSA-PLANTA2	1	10	3,5	1	9	45	45	C
8921	ELEV.CANGUIL.No5 MOL.-PLANTA 2	1	10	2,5	5	13	43	43	C

Tabla 5.2 Matriz de criticidad para el Área de Prensado

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	PONDERACION					CONSEC.	CRITICIDAD	ESCALA DE REFERENCIA
		FF	IO	FO	CM	HSA			
8925	AREA DE PENSADO PLANTA 2						0	0	
8927	NASTRO No14 ING.PRENSA-PLANTA2	1	10	3.5	1	13	49	49	C
8930	NASTRO No15 ING.PRENSA-PLANTA2	1	10	3.5	1	13	49	49	C
8930	NASTRO No16 ING.PRENSA-PLANTA2	1	10	3.5	1	13	49	49	C
15010	NASTRO No17 ALIMENT. PH8	1	7	3.5	1	9	34.5	34.5	SC
15011	NASTRO No18 ALIMENT. PH8	1	7	3.5	1	9	34.5	34.5	SC
8933	SIST.ASP.POLVO PRENSA PLANTA 2	1	1	3.5	1	9	13.5	13.5	NC
13559	NASTRO SALIDA COLECTOR NSC P2	1	1	3.5	5	5	13.5	13.5	NC
8939	SIST.ASP.POLVO LIMPIEZA-PLANT2 (SUPE	2	1	3.5	5	9	17.5	35	NC
	TAMIZ ROTATIVO TR PH6	2	7	3.5	1	5	30.5	61	SC
8945	PRENSA SACMI PH2590 No6-PLANT2	4	4	3.5	1	5	20	80	C
8958	PARTE MOV.CARRO CAS No6-P2	3	10	3.5	1	5	41	123	C
8969	CENTRAL HIDRAUL PRENSA No6-P2	1	10	3.5	5	13	53	53	C
8978	GRP SERVICIOS PRENSA No6-P2	2	10	3.5	1	5	41	82	C
8990	GRP TRAVERSA PRENSA No6-P2	2	10	3.5	5	5	45	90	C
9017	GRP OLEODIN SPE PRENSA No6-P2	4	10	3.5	5	13	53	212	C
9028	CAB ELECTRICA PRENSA No6-P2	2	10	3.5	1	5	41	82	C
9031	CABINA PLC'S PRENSA No6-P2	2	10	3.5	5	5	45	90	C
9034	ELEMT.ASP.POLVO PRENSA No6-P2	2	1	2.5	1	13	16.5	33	NC
9038	TAB MANDO PRENSA No6-P2	1	10	3.5	5	5	45	45	C
9039	MOV.PRENSA No6 A SECADOR -P2	3	7	3.5	1	5	30.5	91.5	C
9040	RPR PRENSA No6 A SECADOR-P2	3	4	3.5	1	5	20	60	SC
9053	RTL No6 A SEC -P2	2	4	3.5	1	5	20	40	SC
15012	PUENTE RTL(PH6) - RTL(PH7)	1	4	3.5	1	5	20	20	NC
15013	RRL 2 (PH6 A PH8) P2	1	4	3.5	1	5	20	20	NC
15014	RTL 3 2 (PH6 A PH8) P2	1	4	3.5	1	5	20	20	NC
15015	RTL 3 3 (PH6 A PH8) P2	1	7	3.5	1	5	30.5	30.5	SC
15016	TAMIZ ROTATIVO TR PH7	2	7	3.5	1	5	30.5	61	SC
9073	PRENSA SACMI PH2590 No7-PLANT2	4	4	3.5	1	5	20	80	C
9086	PARTE MOV.CARRO CAS No7-P2	3	10	3.5	1	5	41	123	C
9097	CENTRAL HIDRAUL PRENSA No7-P2	1	10	3.5	1	13	49	49	C
9106	GRP SERVICIOS PRENSA No7-P2	2	10	3.5	1	5	41	82	C
9118	GRP TRAVERSA PRENSA No7-P2	2	10	3.5	1	5	41	82	C
9145	GRP OLEODIN SPE PRENSA No7-P2	4	10	3.5	1	13	49	196	C
9156	CAB ELECTRICA PRENSA No7-P2	2	10	3.5	1	5	41	82	C
9159	CABINA PLC'S PRENSA No7-P2	2	10	3.5	1	5	41	82	C
9162	ELEMT.ASP.POLVO PRENSA No7-P2	2	1	2.5	1	13	16.5	33	NC
9166	TAB MANDO PRENSA No7-P2	1	10	3.5	1	5	41	41	C
9167	MOV.PRENSA No7 A SECADOR -P2	3	4	3.5	1	5	20	60	SC
9168	RPR PRENSA No7 A SECADOR-P2	3	4	3.5	1	5	20	60	SC
9185	RTL No1 P7 A SEC -P2	2	4	3.5	1	5	20	40	SC
15017	RML 1A (PH7-AEO1) P2	1	4	3.5	1	5	20	20	NC
15018	RML 1B (PH7-AEO1) P2	1	4	3.5	1	5	20	20	NC
15019	TAMIZ ROTATIVO TR PH8	2	4	3.5	1	5	20	40	SC
14135	PRENSA SACMI PH1400 No8-PLANT2	4	7	1.5	1	5	16.5	66	SC
15020	PARTE MOV.CARRO CAS No8-P2	3	7	1.5	1	5	16.5	49.5	SC
15021	CENTRAL HIDRAUL PRENSA No8-P2	1	7	1.5	1	13	24.5	24.5	NC
15022	GRP SERVICIOS PRENSA No7-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
15023	GRP TRAVERSA PRENSA No7-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
15024	GRP OLEODIN SMU PRENSA No8-P2	3	7	1.5	5	13	28.5	85.5	SC
15025	CAB ELECTRICA PRENSA No7-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
15026	CABINA PLC'S PRENSA No7-P2	2	7	1.5	5	5	20.5	41	SC
15027	ELEMT.ASP.POLVO PRENSA No7-P2	2	1	1.5	1	13	15.5	31	NC
15028	TAB MANDO PRENSA No7-P2	1	7	1.5	5	5	20.5	20.5	NC
15029	MOV.PRENSA No8 A SECADOR -P2								
15030	RPR PRENSA No7 A SECADOR-P2	2	4	3.5	1	5	20	40	SC
15031	RTL No1 P8 A SEC -P2	1	4	3.5	1	5	20	20	NC
15032	RML No3 P8 A SEC -P2	1	4	3.5	1	5	20	20	NC
9167	MOV. INGR. A SECADOR -P2	3	10	3.5	1	9	45	135	C
9195	AEO A SECADOR-P2	2	10	3.5	1	9	45	90	C
9066	AEO B (PH8) A SECADERO-P2	2	10	3.5	1	9	45	90	C

Tabla 5.3 Matriz de criticidad para el Área de Secado

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	PONDERACION					CONSEC.	CRITICIDAD	ESCALA DE REFERENCIA
		FF	IO	FO	CM,	HSA			
9203	AREA DE SECADO DE PLANTA 2								
9205	SIST.MOV.INGR.A SECADOR 6-7 P2	3	10	3.5	1	5	41	123	C
9206	ELEV.CARGA EEO3 ENTRAD.SEC.	2	10	3.5	1	5	41	82	C
9214	AEO INGRESO SECADERO-P2	2	10	3.5	1	5	41	82	C
9218	SECADOR PRENSAS 6-7 PLANTA2	3	10	3.5	1	9	45	135	C
9223	QUEMAD-ELECTROVEN.N°1 SEC.-P2	2	1	1.5	1	9	11.5	23	NC
9230	QUEMAD-ELECTROVEN.N°2SEC.-P2	2	1	1.5	1	9	11.5	23	NC
9237	VENTILADOR HUMOS No1 SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9241	QUEMAD-ELECTROVEN.N°3 SEC.-P2	2	1	1.5	1	9	11.5	23	NC
9248	QUEMAD-ELECTROVENT.N°4SEC.-P2	2	1	1.5	1	9	11.5	23	NC
9255	QUEMAD-ELECTROVENT.N°5SEC.-P2	2	1	1.5	1	9	11.5	23	NC
9262	QUEMAD-ELECTROVENT.N°6SEC.-P2	2	1	1.5	1	9	11.5	23	NC
9269	VENTILADOR HUMOS No2 SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9273	QUEMAD-ELECTROVENT.N°7SEC.-P2	2	1	1.5	1	9	11.5	23	NC
9280	QUEMAD-ELECTROVENT.N°8SEC.-P2	2	1	1.5	1	9	11.5	23	NC
14915	QUEMAD-ELECTROVENT.N°9SEC.-P2	2	1	1.5	1	9	11.5	23	NC
14916	QUEMAD-ELECTROVENT.N°10SEC.-P2	2	1	1.5	1	9	11.5	23	NC
9287	ROD RAPIDOS 1ER P ING.SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9291	ROD RAPIDOS 2DO P ING.SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9295	ROD RAPIDOS 3ER P ING.SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9299	ROD RAPIDOS 4ER P ING.SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9303	ROD RAPIDOS 5ER P ING.SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9307	SIST.ROD 1ERA ZONA SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9319	SIST.ROD 2DA ZONA SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9331	SIST.ROD 3ERA ZONA SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9343	SIST.ROD 4TA ZONA SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9355	SIST.ROD 5TA ZONA SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9367	SIST.ROD 6TA ZONA SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9379	SIST.ROD 7MA ZONA SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9391	SIST.ROD 8VA ZONA SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
14917	SIST.ROD 9NA ZONA SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
14918	SIST.ROD 10MA ZONA SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9405	ROD RAPIDOS 1ER P SAL SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9409	ROD RAPIDOS 2DO P SAL SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9413	ROD RAPIDOS 3RA P SAL SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9417	ROD RAPIDOS 4TO P SAL SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9421	ROD RAPIDOS 5TO P SAL SEC.-P2	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9403	TABLERO MANDO SECADERO.P2	1	10	3.5	1	5	41	41	C
9404	TABLERO CONTROL SECADERO-P2	1	10	3.5	1	5	41	41	C
9425	MOV.SALIDA SECADOR PLANTA 2	2	10	3.5	1	9	45	90	C
9426	ELEV.DISC.EEO3 SAL SEC.-P2	2	10	3.5	1	5	41	82	C
9436	NUE SECADERO-PLANTA 2	2	10	3.5	1	5	41	82	C

Tabla 5.4 Matriz de criticidad para el Área de Esmaltado

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	PONDERACION					CONSEC.	CRITICIDAD	ESCALA DE REFERENCIA
		FF	IO	FO	CM,	HSA			
9445	AREA ESMALTADO DE PLANTA 2						0	0	
13571	SISTEMA ASPIRACION SAS LE- P2	1	7	3.5	1	5	30.5	30.5	SC
9449	LINEA ESMALTADO No6-PLANTA 2	10	10	3.5	5	5	45	450	C
9450	GRP ARRASTRE M1 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9456	GRP ARRASTRE M2 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9462	UNIFORMIZADOR ESMALTE L6-P2	4	10	1.5	1	5	21	84	C
9468	CAB CEPILLADORA ESMALTE L6-P2	1	7	1.5	1	5	16.5	16.5	NC
9473	SOPLADOR No1 L ESMALTE 6-P2	2	4	1.5	1	5	12	24	NC
9476	GRP ARRASTRE M3 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9482	GRP ARRASTRE M4 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9488	CABINA AGUA EN L ESMALTE 6-P2	2	10	1.5	1	5	21	42	SC
9493	GRP ARRASTRE M5 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9506	CAMPAÑA ENGOBE L ESMALTE 6-P2	2	10	1.5	1	5	21	42	SC
9511	GRP ARRASTRE M6 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9517	CAB DISCOS No1 L ESMALTE 6-P2	2	4	1.5	1	5	12	24	NC
9523	GRP ARRASTRE M7 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9529	CAMPAÑA ENGOBE L ESMALTE 6-P2	2	10	1.5	1	5	21	42	SC
9534	GRP ARRASTRE M8 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9547	GRP ARRASTRE M9 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9553	CAB DISCOS No2 L ESMALTE 6-P2	2	4	1.5	1	5	12	24	NC
9559	GRP ARRASTRE M10 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9565	CAB DISCOS No3 L ESMALTE 6-P2	2	4	1.5	1	5	12	24	NC
9571	CABINA FUME ESMALTE L6-PLANTA2	2	10	1.5	1	5	21	42	SC
9574	GRP ARRASTRE M11 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9580	VIRADOR EN ESMALTE L6-PLANTA2	2	10	1.5	1	5	21	42	SC
9584	GRP ARRASTRE M13 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9590	ESPAZOLADORA L ESMALTE 6-P2	2	10	1.5	1	5	21	42	NC
9597	REBARBADOR LINEA ESMALTE 6-P2	1	10	1.5	1	5	21	21	NC
9601	SOPLADOR No2 L ESMALTE 6-P2	2	4	1.5	1	5	12	24	SC
9604	GRP ARRASTRE M14 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9610	CABINA FIJADOR ESMALTE L6-P2	2	10	1.5	1	5	21	42	SC
9614	GRP ARRASTRE M15 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9620	ROTO COLOR DUAL No1 ESMALTE L6-P2	3	10	3.5	5	9	49	147	C
9621	GRUPO TAPETO ROTOCOLOR L E6	1	10	3.5	1	9	45	45	C
9622	GRUPO CABEZAL ROTOC CAB1-LE 6	2	10	3.5	1	9	45	90	C
9626	GRUPO CABEZAL ROTOC CAB2-LE 6	2	10	1.5	1	9	25	50	SC
9630	GRUPO CABEZAL ROTOC CAB3-LE 6	2	10	1.5	1	9	25	50	SC
9634	GRUPO CABEZAL ROTOC CAB4-LE 6	2	10	1.5	1	9	25	50	SC
9668	GRP ARRASTRE M16 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9674	ROTO COLOR DUAL No2 ESMALTE L6-P2	2	10	3.5	2	9	46	92	C
9708	GRANILLADORA L ESMALTE 6-P2	1	10	1.5	1	9	25	25	NC
9721	GRP ARRASTRE M17 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9727	CAB DISCOS No4 L ESMALTE 6-P2	2	10	1.5	1	5	21	42	SC
9733	GRP ARRASTRE M18 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9739	GRP ARRASTRE M19 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9745	GRP ARRASTRE M20 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9751	ENGOBE REVERSA L ESMALTE 6-P2	2	10	1.5	1	5	21	42	SC
9756	GRP ARRASTRE M21 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9762	GRP ARRASTRE M22 L ESMALTE 6-P2	2	7	1.5	1	5	16.5	33	NC
9768	GRP TECNOFERRARI ESMT -L6-P2	3	10	3.5	1	5	41	123	C
9769	GRUPO ENTRADA T&F-L E 6	3	10	3.5	1	5	41	123	C
9777	G RODILLO FIJO-COMPENS T&F-LE6	2	10	3.5	1	5	41	82	C
9783	GRUPO RODILLOS MOVILES T&F-LE6	3	10	3.5	1	5	41	123	C
9805	INSTRUMENTACION GRUPO T&F-L E6	3	10	3.5	1	5	41	123	C
15033	GRP TECNOFERRARI PUENTE -P2	3	10	3.5	1	5	41	123	C

Tabla 5.5 Matriz de criticidad para el Área de Horno

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	PONDERACION					CONSEC.	CRITICIDAD	ESCALA DE REFERENCIA
		FF	IO	FO	CM	HSA			
10190	AREA HORNO COCCIÓN-PLANTA 2						0	0	
10191	BOXES DE PLANTA 2	1	1	1	1	5	7	7	NC
10204	ROBOT TGV - PLANTA 2	2	10	3.5	1	5	41	82	C
	GRUPO PROTECCIONES TGV P2	1	10	3.5	1	5	41	41	C
	SISTEMA DE RUEDAS MOVILES TGV P2	1	10	3.5	1	5	41	41	C
	SISTEMA MOTORIZACION TGV P2	1	10	3.5	1	5	41	41	C
	SISTEMA ELEVACION TGV P2	1	10	3.5	1	5	41	41	C
	SISTEMA HIDRAULICO TGV P2	1	10	3.5	5	5	45	45	C
	TABLERO CONTROL TGV P2	1	10	3.5	10	5	50	50	C
10205	TRANS.LINEA INGR.HORNO.PLANTA2	3	10	3.5	1	5	41	123	C
10206	GRP TECNOFERRARI ING.-H.P2	3	10	3.5	1	5	41	123	C
10225	MESA ING. HORNO PLANTA 2	3	10	3.5	1	5	41	123	C
10260	HORNO DE COCCION PLANTA 2	3	10	3.5	1	5	41	123	C
10261	SIST ASP HUMOS PRE-HOR P2	1	7	3.5	1	5	30.5	30.5	SC
10267	SIST ENFRIAMIENTO RAPIDO H.P2	1	7	3.5	1	5	30.5	30.5	SC
10274	SIST ANILLOS-QUEMAD PRE-HOR P2	1	7	3.5	1	5	30.5	30.5	SC
10303	SIST ASP HUMOS INGRESO HOR.P2	1	10	3.5	1	5	41	41	C
10310	SIST ANILLOS-QUEMADORES HOR.P2	1	7	3.5	1	9	34.5	34.5	SC
10570	SIST DE AIRE COMBUSTION H.P2	1	10	3.5	1	5	41	41	C
10578	SIST ENFRIAMIENTO RAPIDO H.P2	1	10	3.5	1	5	41	41	C
10586	SIST MOV TRAINER DE H.P2	1	10	3.5	1	5	41	41	C
10681	SIST ENFRIAM FINAL DE HOR P2	1	10	3.5	1	5	41	41	C
10689	SIST ASP AIRE CALIENTE HOR P2	1	10	3.5	1	5	41	41	C
10701	ESTRUCTURA MET HORNO PLANTA 2	1	1	1	1	5	7	7	NC
10709	SIST. SENSORES Y INSTRUM H.P2	1	10	3.5	1	5	41	41	C
10710	TABLERO GENERAL HORNO-PLANTA2	1	10	3.5	5	5	45	45	C
10714	TRANS.SALIDA HORNO PLANTA 2	2	10	3.5	1	5	41	82	C
10715	MESA DESCARGADORA DE SAL H.P2	2	10	3.5	1	5	41	82	C
10727	TAPETE T&F DESCARG SAL H.P2	1	10	3.5	1	5	41	41	C
10732	TRANS. RODILLO AUXIL. SALID H.P2	2	10	1.5	1	5	21	42	SC
10741	GRP ARRAST No1 TRANS SAL H.P2	2	10	1.5	1	5	21	42	SC
10746	GRP ARRAST.No2 TRANS SAL H.P2	2	10	1.5	1	5	21	42	SC
10752	MART.ROM LINEA TRANS SAL H.P2	2	10	1.5	1	5	21	42	SC
10755	GRP ARRAST.No4 TRANS SAL H.P2	2	10	1.5	1	5	21	42	SC

Tabla 5.6 Matriz de criticidad para el Área de Clasificado

CODIGO	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	PONDERACION					CONSEC.	CRITICIDAD	ESCALA DE REFERENCIA
		FF	IO	FO	CM	HSA			
10762	AREA DE CLASIFICADO PLANTA 2	4	7	1.5	5	9	24.5	98	C
10763	TRANS.LINEA 5 CLASIFICADO-P2	2	7	1.5	1	9	20.5	41	SC
10764	GRP ARR No1 CLASIFICADO L5-P2	2	7	1.5	1	9	20.5	41	SC
10771	GRP ARR No2 CLASIFICADO L5-P2	2	7	1.5	1	9	20.5	41	SC
10779	GRP ARR No3 CLASIFICADO L5-P2	2	7	1.5	1	9	20.5	41	SC
10788	GRP ARR No4 CLASIFICADO L5-P2	3	7	1.5	1	5	16.5	49.5	SC
	GRUPO DICO SYSTEM L5-P2	4	7	1.5	5	5	20.5	82	C
	GRUPO APILADORES SYSTEM L5-P2	4	7	1.5	1	5	16.5	66	SC
10900	GRUPO ENCAJONADO SYSTEM L5-P2	4	7	1.5	1	5	16.5	66	SC
10970	ACOPLADOR SYSTEM L5-P2	2	7	1.5	1	9	20.5	41	SC
11012	ROBOT PALETIZADOR FALCON	4	7	3.5	5	5	34.5	138	C
11048	TRANS.LINEA 6 CLASIFICADO-P2	2	7	1.5	1	9	20.5	41	SC
11049	GRP ARR No1 CLASIFICADO L6-P2	3	7	1.5	1	5	16.5	49.5	SC
11059	GRP ARR No2 CLASIFICADO L6-P2	3	7	1.5	1	5	16.5	49.5	SC
11064	GRP ARR No3 CLASIFICADO L6-P2	3	7	1.5	1	5	16.5	49.5	SC
11073	GRP ARR No4 CLASIFICADO L6-P2	3	7	1.5	1	5	16.5	49.5	SC
	GRUPO DI COSYSTEM L6-P2	4	7	1.5	5	5	20.5	82	C
	GRUPO APILADORES SYSTEM L6-P2	4	7	1.5	1	5	16.5	66	SC
11186	GRUPO ENCAJONADO SYSTEM L6-P2	4	7	1.5	1	5	16.5	66	SC
11256	ACOPLADOR SYSTEM L6-P2	2	7	1.5	1	9	20.5	41	SC
11334	MAQUINA EMBOL SADORA-PLANTA 2	1	4	3.5	1	5	20	20	NC

Para el desarrollo de la matriz de criticidad se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

TABLA 5.7: Factores de determinación para el desarrollo de la matriz de criticidad

FACTORES DE DETERMINACION DE LA LINEA CRÍTICA			
FRECUENCIA DE FALLAS		COSTO DEL MANTENIMIENTO x AVERIA	
Pésimo, más de 12 Fallas al mes	4	Mayor al 100% del presupuesto diario (S/4,500.00)	10
Malo, más de 8 fallas al mes	3	Igual al 50% presupuesto diario (S/4,500.00)	5
Regular, mas de 4 fallas al mes	2	Inferior al 100% del presupuesto diario (S/4,500.00)	1
Promedio, igual o menor de 2 falla al mes	1		
IMPACTO OPERACIONAL (Capacidad de Procesamiento)		IMPACTO EN HIGIENE, SEGURIDAD, MEDIO AMBIENTE	
Parada inmediata de toda la producción	10	Grave: entorno con alto nivel de residuos, alta posibilidad de personas muertas, ambiente polvoriento y asfixiante todo el tiempo	15
Capacidad de producción reducida a menos del 50%	7	Severa: entorno con residuos, alta posibilidad de lesionados, ambiente que apenas permite visibilidad	13
Capacidad de producción reducida al 50% a 75%	4	Moderada: escasos residuos, esporádicos lesionados, visibilidad interrumpida esporádicamente	9
Capacidad de producción reducida al 0 y 15%	1	Baja: No hay residuos, prácticamente no hay lesionados, buena visibilidad todo el tiempo	5
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
No se cuenta con línea alternativa y no se cumple con el objetivo mensual de producción	3.5		
Se cuenta con la línea alternativa y no se cumple con el objetivo mensual de producción	1.5		
Se cuenta con la línea alternativa y se cumple con el objetivo mensual de producción	1		
CRITICIDAD = Frecuencia de Fallas X Consecuencias CONSECUENCIA = (Impacto Operacional X Flexibilidad) + costo Mtto + Impacto HSA			

TABLA 5.8: Rangos de severidad

MATRIZ DE CRITICIDAD					
FRECUENCIA					
4	SC	SC	C	C	C
3	SC	SC	SC	C	C
2	NC	NC	SC	SC	C
1	NC	NC	NC	SC	C
	[0 ; 10 >	[10;20>	[20 ; 30 >	[30 ; 40 >	[40 ; 50]
CONSECUENCIAS					
	NC	NO CRITICO			
	SC	SEMI CRITICO			
	C	CRITICO			

Después de un análisis de criticidad para todos los equipos de planta, se presenta la propuesta de mantenimiento preventiva, predictiva que a continuación se detalla.

5.1.1 Programa de Mantenimiento Preventivo del Área de Molienda Seca

Después de analizar la criticidad de los distintos equipos de la Molienda, se presenta la siguiente propuesta, donde se visualiza que se pone mayor énfasis al molino pendular y a los elevadores de cangilones, los cuáles son equipos difíciles de desmontar y de inspeccionar. Para la demás maquinaria se opta por un programa de inspecciones.

TABLA 5.9: Plan de Mantenimiento Preventivo para el área de Molienda Seca

PLAN MANTENIMIENTO PREVENTIVO - MOLIENDA SECA																			
FECHA DE INICIO:		22-oct-12																	
FRECUENCIA:		1																	
UNIDAD DE FRECUENCIA:		SEMANA(S)																	
TAREA	EQUIPO	TIPO DE TRABAJO	RESPONSABLE	FRECUENCIA	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
MOLIENDA																			
Cambio de eje central - eje de ataque - pistas y componentes pesados de molino pendular	Molino pendular	Mecánico	Zapata	12 meses															
Cambio de reductor central de separador dinámico	Molino pendular	Mecánico	Zapata	12 meses															
Cambio de poleas de molino pendular	Molino pendular	Mecánico	Zapata	24 meses															
Cambio de péndulos	Molino pendular	Mecánico	Zapata	6 meses															
Cambio de placas caracol inferior	Molino pendular	Mecánico	Zapata	6 meses															
Cambio de planchas limpiadoras	Desferrizador	Mecánico	Zapata	6 meses															
Cambio de contactor de freno de ECS	Elevador de cangilones	Mecánico	Zapata	6 meses															
Mantenimiento integral motor eléctrico Molino Pendular	Molino Pendular	Mecánico	Zapata	12 meses															
Mantenimiento integral motor eléctrico Molino PIG	Molino PIG	Mecánico	Zapata	12 meses															
Mantenimiento integral motor eléctrico Colector de polvo Molino Pendular	Molino Pendular	Mecánico	Zapata	12 meses															
Mantenimiento integral motor eléctrico Colector de polvo Aspiración ambiente.	Colector de Polvo	Mecánico	Zapata	12 meses															

5.1.2 Programa de Mantenimiento Preventivo del Área de Prensado

Casi todos los trabajos realizados en la prensa están dirigidos a la parte hidráulica. Por ello se considera el cambio de filtros, aceite, fieltros con el fin de evitar daños internos que requieran paradas mayores a futuro.

5.1.6 Programa de Mantenimiento Preventivo del Área de Clasificación

TABLA 5.15: Plan de Mantenimiento Preventivo para el área de Clasificados

PLAN MANTENIMIENTO PREVENTIVO - CLASIFICADOS																				
FECHA DE INICIO:		22-oct-12																		
FRECUENCIA:		1																		
UNIDAD DE FRECUENCIA:		SEMANA(S)																		
TAREA	EQUIPO	TIPO DE TRABAJO	RESPONSABLE	FRECUENCIA	22-oct-12	29-oct-12	05-nov-12	12-nov-12	19-nov-12	26-nov-12	03-dic-12	10-dic-12	17-dic-12	24-dic-12	31-dic-12	07-ene-13	14-ene-13	21-ene-13	28-ene-13	
CLASIFICADO																				
Cambio de guía, ruedas y pernos folle DICO 5	Dico Liner	Mecánico	Cámica	6 meses																
Cambio de guía, ruedas y pernos folle DICO 6	Dico Liner	Mecánico	Cámica	6 meses																
Limpieza tableros system 5 + equipos de aire acondicionado (PC + tablero)	Tablero de control	Eléctrico	Zumaeta	Quincenal																
Limpieza tableros system 6 + equipos de aire acondicionado (PC + tablero)	Tablero de control	Eléctrico	Zumaeta	Quincenal																
Limpieza tablero eléctrico de transporte	Tablero de control	Eléctrico	Zumaeta	Quincenal																

5.2 PROPUESTA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN LAS CONDICIONES (PROGRAMA DE INSPECCIONES Y MEDICIONES)

Teniendo en cuenta que el Área de Mantenimiento sólo dispone de una parada de 08 horas mensuales, es necesario enfocar la mayor parte de los recursos a un exhaustivo programa de inspecciones (para evitar los excesivos tiempos que conlleva las grandes paradas de planta) para de ésta manera detectar la menor anomalía y proceder con su cambio inmediato (en algunos días de producción se puede facilitar por espacio de 01 hora la parada de cualquier equipo para ejecutar un cambio o reparación puntual).

A continuación se detalla el programa de inspecciones por área.

5.2.1 Programa de Inspección Molienda Seca

TABLA 5.16: Programa de Inspecciones para el área de Molienda Seca.

PLAN DE INSPECCIONES - MOLIENDA SECA																			
FECHA DE INICIO:		22-oct-12																	
FRECUENCIA:		1																	
UNIDAD DE FRECUENCIA:		SEMANA(S)																	
TAREA	EQUIPO	TIPO DE TRABAJO	RESPONSABLE	FRECUENCIA	22-oct-12	29-oct-12	05-nov-12	12-nov-12	19-nov-12	26-nov-12	03-dic-12	10-dic-12	17-dic-12	24-dic-12	31-dic-12	07-ene-13	14-ene-13	21-ene-13	28-ene-13
MOLIENDA					2	3	3	1	3	3	1	1	2	2	2	1	3	3	1
Inspección de molino pendular	Molino Pendular	Mecánico	Zapata	1 mes	■				■				■					■	
Inspección de colector de polvo de molino pendular	Colector de polvo de Molino pendular	Mecánico	Zapata	1 mes		■				■				■					■
Inspección de colector de polvo de ambiente	Colector de polvo de limpieza ambiente	Mecánico	Zapata	1 mes		■				■				■					■
Inspección mecánica de nastros de molienda seca	Nastros	Mecánico	Zapata	1 mes	■				■				■						■
Inspección eléctrica nastros de molienda seca	Nastros	Mecánico	Bancayan	1 mes		■				■				■					■
Inspección mecánica de nastros de ALPH	Nastros	Mecánico	Zapata	1 mes	■				■				■						■
Inspección eléctrica de nastros de ALPH	Nastros	Eléctrico	Bancayan	1 mes		■				■				■					■
Inspección vibrotamiz 1 (cabezales, vibromotor)	Vibrotamices	Mecánico	Zapata - Bancayan	3 meses	■														■
Inspección vibrotamiz 2 (cabezales, vibromotor)	Vibrotamices	Mecánico	Zapata - Bancayan	3 meses		■													■
Inspección vibrotamiz 3 (cabezales, vibromotor)	Vibrotamices	Mecánico	Zapata - Bancayan	3 meses			■												■
Inspección vibrotamiz 4 (cabezales, vibromotor)	Vibrotamices	Mecánico	Zapata - Bancayan	3 meses				■											
Inspección vibrotamiz 5 (cabezales, vibromotor)	Vibrotamices	Mecánico	Zapata - Bancayan	3 meses					■										
Inspección vibrotamiz 6 (cabezales, vibromotor)	Vibrotamices	Mecánico	Zapata - Bancayan	3 meses						■									
Inspección de desferrizador	Desferrizador	Mecánico	Zapata	2 meses			■								■				
Inspección mecánico de motorreductores de silos	Silos	Mecánico	Zapata	2 meses			■								■				
Inspección eléctrico de motorreductores de silos	Silos	Eléctrico	Bancayan	2 meses			■								■				
Inspeccion de EC1	Elevador de cangilones	Mecánico	Zapata	2 meses			■								■				
Inspeccion de EC2	Elevador de cangilones	Mecánico	Zapata	2 meses				■									■		
Inspeccion de EC3	Elevador de cangilones	Mecánico	Zapata	2 meses						■									■
Inspeccion de EC4	Elevador de cangilones	Mecánico	Zapata	2 meses							■								
Inspeccion de EC5	Elevador de cangilones	Mecánico	Zapata	2 meses				■								■			


5.2.7 Programa de Inspección de herramientas

Anteriormente no existía ningún control sobre las herramientas existentes en el taller de Mantenimiento, motivo por el cual se extraviaban, no se notificaba si existía una falla, etc. En casi todas las veces, éstos eventos salían a la luz cuando se realizaba una tarea de mantenimiento, lo que causaba retrasos en la entrega del trabajo, mal acabado de los mismos, etc. Por ese motivo se decidió nombrar responsables por cada herramienta del taller, para que de ésta manera se tenga una persona que supervise su estado en forma constante.

A continuación se presenta el cuadro de responsabilidades y un ejemplo de inspección.

TABLA 5.17: Programa de Inspecciones para el área de Clasificados.

RESPONSABLES DE HERRAMIENTAS DE TALLER		
ITEM	MAQUINA HERRAMIENTA	RESPONSABLE
1	EXTRACTOR HIDRAULICO	M.CARNICA
2	TORNILLO DE BANCO	H.AYALA
3	AMOLADORA	J.PASHANASTE
4	PRENSA TERMINALES	J.BANCAYAN
5	CIERRA COPAS	
6	MAQUINA DE SOLDAR	J.ZAPATA
7	PISTOLA NEUMATICA	
8	ESMERIL DE BANCO	E.HIPOLITO
9	KIT MONTAJE RODAMIENTOS	P.MANTURANO
10	EXTRACTOR MECANICO 3 UÑAS	J.CHULLI
11	ASPIRADORA INDUSTRIAL	MORAN
12	DISPOSITIVO CAMBIO RACLAS	AVELLANEDA
13	CARETA	VERIFICAR EN CADA TURNO
14	GUANTES	
15	MANDIL	
16	ESCARPINES	
17	APLICADOR SILICONA	
18	ENGRASADORA MANUAL	

	CHECK LIST MAQUINA DE SOLDAR			MANTTO PII
				Rev.: Ago/2012
RESPONSABLE:		FECHA: <input type="text"/>		
SERIE:	CUMPLE			
	ACTIVIDAD	SI	NO	NA
				OBSERVACIONES
1 CARCAZA				
1.1.-	Protección completa del equipo y en buenas condiciones.			
1.2.-	Si cuenta con manilla, esta se encuentra en buen estado.			
1.3	Ruedas en buen estado			
1.4	Ventilador en buen estado.			
2 SISTEMA ELÉCTRICO				
2.1	Enchufe macho volante Industrial en buen estado			
2.2	Cordón conductor de energía en buen estado.			
2.3	Terminal de tierra en buen estado			
2.4	Terminal de porta electrodo en buen estado			
2.5	Cable de tierra en buenas condiciones			
2.6	Cable para porta electrodo en buenas condiciones			
2.7	Porta electrodo en buenas condiciones			
2.8	Tenaza de tierra en buenas condiciones			
2.9	Interruptor de encendido en buenas condiciones			
2.10	Luz piloto en buenas condiciones			
2.11	Manivela			
2.12	Verificador de amperaje para soldar			
REALIZO		REVISO		
Nombre: _____ Cargo : _____		Nombre: _____ Cargo : _____		

GRÁFICA 5.1: Hoja de inspección para una herramienta de taller.

5.3 APLICACIÓN DE RCM EN COMPONENTES CRÍTICOS DE PLANTA

Debido a la constante exigencia de disponibilidad y seguridad que exige día a día la planta, se consideró necesario aplicar el RCM, debido a que es más económico y menos lesivo para los equipos el saber qué hacer para con ellos para que continúen

haciendo lo que sus usuarios necesiten que realicen. Por ello se empezó el análisis con el Mantenimiento Detectivo aplicado a todos los sistemas de seguridad de los equipos de planta y con el análisis del equipo más crítico de la planta que es el secadero de baldosas.

5.3.1 Mantenimiento Detectivo en dispositivos de seguridad de equipos.

Considerando que la principal preocupación de la empresa es la seguridad antes que la producción, se desarrolló un programa de Mantenimiento Detectivo (que es una tarea de búsqueda de falla de una Función Oculta, como son los dispositivos de seguridad) para todos los sistemas de seguridad de los equipos de planta, el cual se desarrolla 01 vez al mes, aprovechando la parada de planta. A continuación de muestra las fichas de inspección, las cuáles se emiten por área.

FICHA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN				ÁREA DE MANTENIMIENTO	
MÁQUINA:		<i>Molienda Seca</i>		Fech. Emisión:	
FRECUENCIA:		<i>Mensual</i>		Fech. Programación:	
TIEMPO ESTIMADO:		MINUTOS		Fech. Ejecución:	
Responsable:					
RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD					
1.- Colocar tarjeta de bloqueo en tablero de control					
2.- Uso de equipos de protección personal (Tapones Auditivos, Lentes de seguridad, Guantes)					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD		NO CONFORMIDAD	OBSERVACIONES
		SI	NO	AI - PROGR	
AI: Acción inmediata PROGR: Programar trabajo					
INSPECCION SEGURIDADES MOLIENDA SECA					
INSPECCION CICLO 1					
1	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 1			()	
2	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 2			()	
3	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 3			()	
4	Verificar operatividad hongo seguridad Molino Pig			()	
5	Verificar operatividad hongo seguridad Colector de polvo pendular			()	
6	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 4			()	
7	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 5			()	
8	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 6			()	
9	Verificar operatividad hongo seguridad Molino pendular			()	
INSPECCION CICLO 2					
1	Verificar operatividad hongo seguridad Granuladores			()	
2	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 7			()	
3	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 8			()	
4	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 9			()	
5	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 10			()	
6	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 11			()	
7	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 12			()	
8	Verificar operatividad hongo seguridad nastro 11			()	
9	Verificar operatividad hongo seguridad nastro 12			()	
10	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 13			()	
INSPECCION CICLO TABLERO GENERAL					
1	Verificar operatividad hongo seguridad ciclo 1			()	
2	Verificar operatividad hongo seguridad ciclo 2			()	
PERSONAL		CANT.	HOMB (H-H)	COSTO H-H (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1	Electricista	1			
TOTALES					
MATERIALES Y EQUIPOS		U.M.	CANT.	COSTO UNITA (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
TOTALES					
COSTO TOTAL DEL TRABAJO (S/.)					
RECOMENDACIONES GENERALES					
LEYENDA: AI = ACCIÓN INMEDIATA OT = ORDEN DE TRABAJO Nº					
EJECUTADO POR: V.B. SUP MANTENIMIENTO					

GRÁFICA 5.2: Ficha de inspección para dispositivos de seguridad del área de Molienda Seca.

FICHA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN				ÁREA DE MANTENIMIENTO	
MÁQUINA:	ALIMENTACION DE PRENSAS ALPH			Fech. Emisión:	
FRECUENCIA:	Mensual			Fech. Programación:	
TIEMPO ESTIMADO:	MINUTOS			Fech. Ejecución:	
Responsable:					
RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD					
1.- Colocar tarjeta de bloqueo en tablero de control					
2.- Uso de equipos de proteccion personal (Tapones Auditivos, Lentes de seguridad, Guantes)					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD		NO CONFORMIDAD	OBSERVACIONES
		SI	NO	AI - PROGR	
AI: Accion inmediata	PROGR: Programar trabajo				
INSPECCION SEGURIDADES ALPH					
1	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 14			()	
3	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 15			()	
2	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 16			()	
3	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 17			()	
4	Verificar operatividad cuerdas de seguridad de nastro 18			()	
5	Verificar operatividad hongo seguridad de tablero general de mando			()	
PERSONAL					
		CANT.	HOMB.(H-H)	COSTO H-H (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1	Electricista	1			
TOTALES					
MATERIALES Y EQUIPOS					
		U.M.	CANT.	COSTO UNITA (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
TOTALES					
COSTO TOTAL DEL TRABAJO (S/.)					
RECOMENDACIONES GENERALES					
LEYENDA: AI = ACCIÓN INMEDIATA OT = ORDEN DE TRABAJO Nº					
EJECUTADO POR:		VºBº SUP MANTENIMIENTO			

GRÁFICA 5.3: Ficha de inspección para dispositivos de seguridad para la alimentación de prensas

FICHA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN				ÁREA DE MANTENIMIENTO	
MÁQUINA:		PRENSA P2		Fech. Emisión:	
FRECUENCIA:		Mensual		Fech. Programación:	
TIEMPO ESTIMADO:		MINUTOS		Fech. Ejecución:	
Responsable:					
RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD					
1.- Colocar tarjeta de bloqueo en tablero de control					
2.- Uso de equipos de protección personal (Tapones Auditivos, Lentes de seguridad, Guantes)					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD		NO CONFORMIDAD	OBSERVACIONES
		SI	NO	AI - PROGR	
AI: Accion inmediata		PROGR: Programar trabajo			
INSPECCION SEGURIDADES PRENSA P2					
1	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de panel de operador.			()	
2	Verificar operatividad de barra de traba frontal de prensa.			()	
3	Verificar operatividad de fin de carrera SQ59 (posición de mesa móvil de carro de prensa)			()	
4	Verificar operatividad de fin de carrera SQ68 (posicionamiento correcto de toda la estructura del carro de prensa)			()	
PERSONAL					
		CANT.	HOMB (H-H)	COSTO H-H (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1	Electricista	1			
TOTALES					
MATERIALES Y EQUIPOS					
		U.M.	CANT.	COSTO UNITA (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
TOTALES					
COSTO TOTAL DEL TRABAJO (S/.)					
RECOMENDACIONES GENERALES					
LEYENDA: AI = ACCIÓN INMEDIATA OT = ORDEN DE TRABAJO Nº					
EJECUTADO POR: <input type="checkbox"/> Vº SUP MANTENIMIENTO					

GRÁFICA 5.4: Ficha de inspección para dispositivos de seguridad para las prensas

FICHA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN				ÁREA DE MANTENIMIENTO	
MÁQUINA:		SECADERO P2		Fech. Emisión: 16-sep-13	
FRECUENCIA:		Mensual		Fech. Programación:	
TIEMPO ESTIMADO:		MINUTOS		Fech. Ejecución:	
Responsable:					
RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD					
1.- Colocar tarjeta de bloqueo en tablero de control					
2.- Uso de equipos de protección personal (Tapones Auditivos, Lentes de seguridad, Guantes)					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD		NO CONFORMIDAD	OBSERVACIONES
		SI	NO	AJ - PROGR	
AI: Acción inmediata PROGR: Programar trabajo					
INSPECCION SEGURIDADES SECADERO P2					
1	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero de EEO ingreso			()	
2	Verificar operatividad de sensores de bloqueo puerta de ingreso EEO lado motorizado			()	
3	Verificar operatividad de sensores de bloqueo puerta de ingreso EEO lado punto muertos			()	
4	Verificar operatividad de cuerda de seguridad lado motorizado de secadero			()	
5	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero principal de secadero			()	
6	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero de EEO salida			()	
7	Verificar operatividad de sensores de bloqueo puerta de salida EEO lado motorizado			()	
8	Verificar operatividad de sensores de bloqueo puerta de salida EEO lado motorizado			()	
9	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero principal de NUE			()	
PERSONAL					
		CANT.	HOMB.(H-H)	COSTO H-H (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1	Electricista	1			
TOTALES					
MATERIALES Y EQUIPOS					
		U.M.	CANT.	COSTO UNITA (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
TOTALES					
COSTO TOTAL DEL TRABAJO (S/.)					
RECOMENDACIONES GENERALES					
LEYENDA: AI = ACCIÓN INMEDIATA OT = ORDEN DE TRABAJO Nº					
EJECUTADO POR:		VºBº SUP MANTENIMIENTO			

GRÁFICA 5.5: Ficha de inspección para dispositivos de seguridad para el Secadero

FICHA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN				ÁREA DE MANTENIMIENTO	
MÁQUINA:	Línea de esmalte 6			Fech. Emisión: 16-sep-13	
FRECUENCIA:	Mensual			Fech. Programación:	
TIEMPO ESTIMADO:	MINUTOS			Fech. Ejecución:	
Responsable:					
RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD					
1.- Colocar tarjeta de bloqueo en tablero de control					
2.- Uso de equipos de protección personal (Tapones Auditivos, Lentes de seguridad, Guantes)					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD		NO CONFORMIDAD	OBSERVACIONES
		SI	NO	AI - PROGR	
AI: Acción inmediata PROGR: Programar trabajo					
INSPECCION SEGURIDADES LINEA DE ESMALTE:					
1	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero general de línea 6			()	
2	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero motores M1-M2			()	
3	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero distanciador			()	
4	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero motores M3-M4			()	
5	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero motores M5-M6			()	
6	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero motores M7-M8			()	
7	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero motores M9-M10			()	
8	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero motores M9-M10			()	
9	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero motores M11-M12			()	
10	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero motores M13-M14			()	
11	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero motores M15			()	
12	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero rebarbador			()	
13	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero motores M17-M18			()	
14	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero motores M19-M20			()	
15	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de Rotocolor cabezal 1			()	
16	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de Rotocolor cabezal 2			()	
17	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de Rotocolor cabezal 3			()	
18	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de Rotocolor cabezal 4			()	
19	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero motores M21			()	
20	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de Rotocolor protectora			()	
21	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de granilladora			()	
22	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de ciclón de granilladora			()	
23	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero motores M22-M23			()	
24	Verificar operatividad de pulsador de seguridad de tablero motores M24-M25			()	
PERSONAL		CANT.	HOMB.(H-H)	COSTO H-H (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1	Electricista	1			
MATERIALES Y EQUIPOS		U.M.	CANT.	COSTO UNITA (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
RECOMENDACIONES GENERALES					
LEYENDA: AI = ACCIÓN INMEDIATA OT = ORDEN DE TRABAJO Nº					
EJECUTADO POR:		V.B. SUP MANTENIMIENTO			

GRÁFICA 5.6: Ficha de inspección para dispositivos de seguridad para la línea de esmaltado

FICHA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN				ÁREA DE MANTENIMIENTO	
MÁQUINA:	CLASIFICADOS P2			Fech. Emisión:	
FRECUENCIA:	Mensual			Fech. Programación:	
TIEMPO ESTIMADO:	MINUTOS			Fech. Ejecución:	
Responsable:					
RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD					
1.- Colocar tarjeta de bloqueo en tablero de control					
2.- Uso de equipos de protección personal (Tapones Auditivos, Lentes de seguridad, Guantes)					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD	NO CONFORMIDAD	OBSERVACIONES	
		SI	NO	AI - PROGR	
AI: Acción inmediata PROGR: Programar trabajo					
INSPECCION SEGURIDADES LINEA SALIDA DE HORNO A CLASIFICADOS					
1	Verificar operatividad de pulsador de seguridad 1			()	
2	Verificar operatividad de pulsador de seguridad 2			()	
3	Verificar operatividad de pulsador de seguridad 3			()	
INSPECCION SEGURIDADES LINEA CLASIFICADOS 5					
1	Verificar operatividad de pulsador de seguridad L5-1			()	
2	Verificar operatividad de pulsador de seguridad L5-2			()	
3	Verificar operatividad de pulsador de seguridad L5-3			()	
4	Verificar operatividad de pulsador de seguridad panel de operador mesa clasificados			()	
5	Verificar operatividad de sensores de barrera de ingreso de apiladores			()	
6	Verificar operatividad de pulsador de seguridad panel de operador Wrap			()	
7	Verificar operatividad de pulsador de seguridad panel de acoplador			()	
8	Verificar operatividad de cuerda de seguridad convoyador			()	
INSPECCION SEGURIDADES LINEA CLASIFICADOS 6					
1	Verificar operatividad de pulsador de seguridad L6-1			()	
2	Verificar operatividad de pulsador de seguridad L6-2			()	
3	Verificar operatividad de pulsador de seguridad L6-3			()	
3	Verificar operatividad de pulsador de seguridad L6-4			()	
4	Verificar operatividad de pulsador de seguridad panel de operador mesa clasificados			()	
5	Verificar operatividad de sensores de barrera de ingreso de apiladores			()	
6	Verificar operatividad de pulsador de seguridad panel de operador Wrap			()	
7	Verificar operatividad de pulsador de seguridad panel de acoplador			()	
8	Verificar operatividad de cuerda de seguridad convoyador			()	
INSPECCION SEGURIDADES FALCON					
1	Verificar operatividad de pulsador de seguridad tablero EDA			()	
2	Verificar operatividad de sensor de barrera falcon			()	
3	Verificar operatividad de pulsador de seguridad panel de operador Falcon			()	
PERSONAL		CANT.	HOMB.(H-H)	COSTO H-H (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1	Electricista	1			
MATERIALES Y EQUIPOS		U.M.	CANT.	COSTO UNITA (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
RECOMENDACIONES GENERALES					
LEYENDA: AI = ACCIÓN INMEDIATA OT = ORDEN DE TRABAJO N°					
EJECUTADO POR:		VMB* SUP MANTENIMIENTO			

GRÁFICA 5.8: Ficha de inspección para dispositivos de seguridad para el área de Homo

5.3.2 Aplicación de RCM en secadero de baldosas.

Como resultante de la matriz de criticidad de los equipos de planta, uno de los equipos más críticos es el secadero, motivo por el cual se procedió a realizar un análisis RCM a dos de los sub-sistemas que más ocasionan problemas, para determinar las actividades que se deben realizar y así evitar fallos que resten disponibilidad al mencionado equipo, determinando 27 actividades necesarias, las cuáles se dividen de la siguiente forma.

- **Mejora de procedimientos:** Propuesta de 06 actividades, entre las que destacan la elaboración de procedimientos , modificaciones en los formatos de inspecciones ya existentes y la definición del tipo de repuesto que debe comprar el área de Logística para evitar fallos en el equipo.
- **Modificación de equipo:** Propuesta de 03 actividades
- **Actividades de sustitución cíclica:** 4
- **Actividades de tareas a condición:** 12

El detalle de las Hojas de Información y las Hojas de Decisión se muestra en las gráficas siguientes.

HOJA DE INFORMACION RCM II		SISTEMA: SECADERO		SISTEMA N°:	Facilitador:	Fecha:	Hoja N°:	
		SUB-SISTEMA: VENTILADORES DE RECIRCULACION		SUBSISTEMA N°:	Auditor:	Fecha:	de:	
FUNCION		FALLA FUNDAMENTAL		MODO DE FALLA			EFFECTO DE FALLA	
1	Distribuir el aire caliente a los 05 niveles del secadero con un vibración menor a 4.5 mm/s para evitar daños a la estructura del techo del secadero	A	Totalmente incapaz de girar	1	Motor averiado por recalentamiento debido al incremento de temperatura en el ambiente de trabajo	El motor recalienta y se detiene de forma súbita. Tiempo de parada de todo el secadero y del proceso de aproximadamente 1 hora.		
				2	Motor averiado por pérdida de aislamiento de las bobinas.	El motor está instalado en un ambiente cuya temperatura está siempre por encima de la ambiental, motivo por el cual es más propenso éste tipo falla. Tiempo de parada de todo el secadero y del proceso de aproximadamente 1 hora.		
				3	Motor averiado por cortocircuito en sus bombas	Al ser un ambiente con alta polución el polvo tiende a entrar a todos lados, principalmente a la caja de bombas, donde podría producir un cortocircuito. Tiempo de parada de todo el secadero y del proceso de aproximadamente 1 hora.		
				4	Contactores de fuerza en cortocircuito por acumulación de tierra en su interior.	Al ser un ambiente con alta polución el polvo tiende a entrar a todos lados (Incluidos los tableros eléctricos, por más herméticos que estén) donde podría producir un cortocircuito. Tiempo de parada de todo el secadero y del proceso de aproximadamente 1 hora.		
				5	Módulo de control en cortocircuito por humedad.	Las instalaciones están cerca al mar, motivo por el cual se tiene siempre casi 100% de humedad. lo que junto con el polvo dañan las tarjetas de control. Tiempo de parada: indeterminado.		
				6	Faja de transmisión rota por excesivo tiempo de trabajo	Cada ventilador tiene un presostato que monitorea si está trabajando de manera correcta. Si no detecta nada, detiene completamente todo el equipo. Tiempo de parada, 40 minutos.		
				7	Faja de transmisión rota por incremento de temperatura ambiente en el área de trabajo	Si existe fuga de calor en el techo, afecta directamente a las fajas de transmisión del secadero, acortando su tiempo de vida. Tiempo de parada, 40 minutos.		
				8	Rodamientos de pedestal trabados o destruidos por inapropiada periodicidad en su lubricación.	Una lubricación con una larga periodicidad era insuficiente para lo rodamientos, debido al calor del ambiente, que ocasionaba que se seque y los rodamiento giren sin ninguna películas protectora de lubricante. Tiempo de parada de equipo, 3 horas		
				9	Rodamientos de pedestal trabados o destruidos por uso de inapropiada grasa lubricante.	Para la temperatura del ambiente de trabajo (100°C) era necesario una grasa especial para alta temperatura, debido a que la grasa anterior no tenía capacidad de resistir esa temperatura. Tiempo de parada de equipo, 3 horas		
				10	Rodamientos de motor trabados o destruidos por inapropiada periodicidad en su lubricación.	Una lubricación con una larga periodicidad era insuficiente para lo rodamientos, debido al calor del ambiente, que ocasionaba que se seque y los rodamiento giren sin ninguna películas protectora de lubricante. Tiempo de parada de equipo, 1 hora		
	B	Vibración excesiva	1	Desbalance del ventilador por polvo adherido al rotor	El polvo recirculante dentro del secadero se pegaba a los álabes del rotor, lo que ocasionaba lo que ocasionaba desbalance constante. Tiempo de parada de equipo: 04 horas.			
			2	Amortiguadores vencidos por excesiva temperatura en el ambiente	Los amortiguadores usados son de caucho (los cuáles están prácticamente en contacto sobre el techo del secadero) deben cumplir su función, de lo contrario ocasionan daños a todo el conjunto que requerirá que como mínimo se requiera el cambio de todo el pedestal. Tiempo de parada de equipo: 04 horas.			
			3	Amortiguadores vencidos por vencimiento del material por excesivo tiempo de uso.	Los amortiguadores tienen un tiempo de vida, al término de las cuáles se debe cambiarlos, de lo contrario ocasionan daños a todo el conjunto que requerirá que como mínimo se requiera el cambio de todo el pedestal. Tiempo de parada de equipo: 04 horas.			
			4	Pernos sueltos en la base por la vibración del equipo	Los daños de los soportes sueltos ocasionan daños a los rodamientos del pedestal y motor. Tiempo de parada de equipo: 04 horas.			
			5	Rodamientos de pedestal averiados por inapropiada periodicidad en su lubricación.	Una lubricación con una larga periodicidad era insuficiente para lo rodamientos, debido al calor del ambiente, que ocasionaba que se seque y los rodamiento giren sin ninguna películas protectora de lubricante. Tiempo de parada de equipo, 3 horas			
			6	Rodamientos de pedestal averiados por uso de inapropiada grasa lubricante.	Para la temperatura del ambiente de trabajo (100°C) era necesario una grasa especial para alta temperatura, debido a que la grasa anterior no tenía capacidad de resistir esa temperatura. Tiempo de parada de equipo, 3 horas			

Gráfica 5.9: Hoja de información de ventiladores de recirculación

HOJA DE INFORMACION RCM II		SISTEMA:		SISTEMA N°:	Facilitador:	Fecha:	Hoja N°:
		SUB-SISTEMA: TRANSMISION DE RODILLOS		SUBSISTEMA N°:	Auditor:	Fecha:	de:
FUNCION		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTO DE FALLA	
2	Transportar las baldosas a un ciclo de 11 min con perfecto sincronismo entre sus 05 pisos.	A	Totalmente Incapaz de transportar las baldosas.	1	Cadena de transmisión detenida por falla en la unidad motriz	Un motor de transporte accione un módulo de rodillos de los 05 pisos. Si éste se detiene, paraliza todo el secadero. Tiempo de parada 01 hora.	
				2	Cadena de transmisión rota por estar sobretensada	Una cadena rota detiene un grupo de módulos de transporte, lo que detiene completamente el secadero. Tiempo de parada 01 hora.	
				3	Acople antirretorno de ejes de transmisión desgastado por excesivo tiempo de trabajo	Los acoples antirretorno unen los rodillos de ingreso con los del módulo centra. Si ésta falla no existiría transmisión. Tiempo de parada, 03 horas.	
				4	Sensor de detección de movimiento roto por estar suelto	Un sensor roto lanza señales intermitentes al sistema de control, lo que ocasiona que todos los pisos carguen con pérdida de sincronización. Tiempo de parada de equipo: 50 minutos.	
		B	Transporta a una velocidad menor a la requerida	1	Engranajes helicoidales de transmisión desgastados por deficiente lubricación	Engranajes desgastados pierden su capacidad de transmitir movimiento a una velocidad constante, lo que ocasiona pérdida de velocidad en el equipo. Tiempo de parada: indeterminado.	
				2	Engranajes helicoidales de transmisión desgastados Inapropiado backlash al momento de montaje	Engranajes con excesivo juego se desgastan rápido y luego pierden su capacidad de transmitir movimiento a una velocidad constante, lo que ocasiona pérdida de sincronización en el equipo. Tiempo de parada: indeterminado.	
				3	Engranajes helicoidales de transmisión desgastados Inapropiado centrado.	Engranajes con centrado inapropiado no transmiten movimiento a una velocidad constante, lo que ocasiona pérdida de velocidad en el equipo. Tiempo de parada: indeterminado.	
				4	Engranajes helicoidales de transmisión desgastados por excesiva polución en el aceite lubricante.	El polvo combinado con el aceite ocasiona que el engranaje se desgaste y pierda su capacidad de transmitir movimiento a una velocidad constante, lo que resulta en una pérdida de velocidad en el equipo. Tiempo de parada: indeterminado.	
		C	Pérdida de sincronismo entre sus 05 pisos.	1	Soporte de transmisión a rodillos trabado por rodamientos no lubricados	Los rodamientos sin lubricación se traban por momentos, lo que ocasiona que el rodillo se detenga y frene un grupo de baldosas, lo que resulta en una pérdida de sincronismo en todo el equipo. Tiempo de parada, indeterminado	
				2	Soporte de transmisión a rodillos trabado por rodamientos afectados por fuga de calor de las paredes laterales del secadero	Una fuga de calor ocasiona que los rodillos afectados se calienten y dilaten, lo que ocasiona que el rodillo se detenga y frene un grupo de baldosas, lo que resulta en una pérdida de sincronismo en todo el equipo. Tiempo de parada, indeterminado	
				3	Rodillo de transporte desgastado por trabajo	Un rodillo gastado no gira de forma uniforme, lo que hace que se detenga y frene un grupo de baldosas, lo que ocasiona pérdida de sincronismo en todo el equipo. Tiempo de parada, indeterminado	
				4	Nivel de rodillos no uniforme por pérdida de nivelación de los ejes	La denivelación al interior del secadero ocasiona baches, lo que puede debilitar al material además de hacer perder sincronización a todo el equipo. Tiempo de parada, indeterminado.	
				5	Nivel de rodillos no uniforme por acumulación de polvo en los rodamientos del lado conducido	La denivelación por acumulación de tierra en los rodamientos en el lado conducido ocasiona baches, lo que puede debilitar al material además de hacer perder sincronización a todo el equipo. Tiempo de parada, indeterminado.	
				6	Nivel de rodillos no uniforme por desgaste de trabajo de los rodamientos del lado conducido	La denivelación por desgaste en los rodamientos en el lado conducido ocasiona baches, lo que puede debilitar al material además de hacer perder sincronización a todo el equipo. Tiempo de parada, indeterminado.	
				7	Cadena estirada	La cadena estirada no distribuye movimiento de forma uniforme a los distintos pisos, lo que ocasiona que se pierda sincronismo en todo el secadero. Tiempo de parada, indeterminado.	
				8	Cadena estirada prematuramente por ser de baja calidad.	La cadena estirada no distribuye movimiento de forma uniforme a los distintos pisos, lo que ocasiona que se pierda sincronismo en todo el secadero. Tiempo de parada, indeterminado.	
				9	Cadena estirada prematuramente por piñones desgastados	La cadena estirada no distribuye movimiento de forma uniforme a los distintos pisos, lo que ocasiona que se pierda sincronismo en todo el secadero. Tiempo de parada, indeterminado.	

Gráfica 5.10: Hoja de información de transmisión de rodillos.

HOJA DE DECISION RCM II			SISTEMA: Secadero				Sistema N°:			Facilitador:			Fecha:	Hoja N°:	
			SUBSISTEMA: Ventiladores de recirculación				Subsistema N°:			Auditor:			Fecha:	de	
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inici	A realizarse po
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4			
1	A	1	S	N	N	S	N	N	N				Instalar planchas metálicas para proteger el aislamiento y evitar daños en ello, para así evitar fugas de calor que dañen a los equipos.	Ninguno	Jefe de Mantenimiento
1	A	2	N				S						Megado del estator del motor	2 meses	Electricista
1	A	3	N				S						Inclusión en la hoja de inspección de los motores el estado de la tapa de las bornas	15 días	Planificador de Mantenimiento
1	A	4	N				N	S					Cambio de los contactores de fuerza	6 meses	Electricista
1	A	5	N				S						Instalación de deshumecedores de mayor capacidad e inspección de los mismos	7 días	Electricista
1	A	6	N				N	S					Cambio de fajas a una periodicidad definida.	3 meses	Mecánico
1	A	7	N				N	N	N				Instalar planchas metálicas para proteger el aislamiento y evitar daños en ello, para así evitar fugas de calor que dañen a los equipos.	Ninguno	Jefe de Mantenimiento
1	A	8	N				S						Definición de periodo de lubricación	15 días	Mecánico
1	A	9	N				S						Aplicación de grasa especial para alta temperatura (mayor a 100°C)	15 días	Mecánico
1	A	10	N				S						Definición de periodo de lubricación	30 días	Mecánico
1	B	1	S	N	N	S	S						Limpeza del rotor de ventilador	7 días	Operador
1	B	2	S	N	N	S	N	N	N				Instalar planchas metálicas para proteger el aislamiento y evitar daños en ello, para así evitar fugas de calor que dañen a los equipos.	Ninguno	Jefe de Mantenimiento
1	B	3	S	N	N	S	S						Inclusión en la hoja de inspección la verificación de su estado	15 días	Mecánico
1	B	4	S	N	N	S	S						Inclusión en la hoja de inspección la verificación de su estado	15 días	Mecánico
1	B	5	N				S						Definición de periodo de lubricación	15 días	Mecánico
1	B	6	N				S						Aplicación de grasa especial para alta temperatura (mayor a 100°C)	15 días	Mecánico

Gráfica 5.11: Hoja de decisión ventiladores de recirculación.

HOJA DE DECISION RCM II			SISTEMA: Secadero					Sistema N°:				Facilitador:			Fecha:	Hoja N°:	
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Acción a falta de			Auditor:			Fecha:	de
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4	Tarea Propuesta			Intervalo Inicial	A realizarse por
2	A	1	S	N	N	S	S						Cambio de unidad motriz			12 meses	Mecánico
2	A	2	N	N	N	S	S						Elaboración de procedimiento y entrenamiento para el montaje de cadenas				Supervisor de Mantenimiento
2	A	3	N	N	N	S	N	S					Definir periodicidad de cambio de acople.			18 meses	Mecánico
2	A	4	N	N	N	S	S						Incluir la revisión de la fijación del sensor en la hoja de inspección.			15 días	Mecánico
2	B	1	S	N	N	S	S						Hermetizar las bandejas de aceite para evitar la fuga de aceite.				Jefe de Mantenimiento
2	B	2	N	N	N	S	S						Elaboración de procedimiento y entrenamiento para el montaje de los engranajes				Operador
2	B	3	N	N	N	S	S						Elaboración de procedimiento y entrenamiento para el montaje de los engranajes				Operador
2	B	4	S	N	N	S	N	N	N				Modificar las tapas de las bandejas para que evite en pase de polvo hacia el lubricante				Jefe de Mantenimiento
2	C	1	N	N	N	S	S						Lubricar todos los soportes de los rodillos			1 mes	Mecánico
2	C	2	N	N	N	S	S						Inspeccionar las paredes del secadero para detectar fuga de calor			15 días	Mecánico
2	C	3	S	N	N	S	S						Inspeccionar todos los rodillos del secadero			15 días	Mecánico
2	C	4	N	N	N	S	S						Inspeccionar el nivel en todos los pisos y corregir en caso de ser necesario			1 mes	Mecánico
2	C	5	S	N	N	S	S						Limpiar todos los rodamientos del lado conducido del secadero			Semanal	Mecánico
2	C	6	N	N	N	S	S						Lubricar todos los soportes de los rodillos			1 mes	Mecánico
2	C	7	N	N	N	S	S						Inspección de estado de cadenas			1 mes	Mecánico
2	C	8	N	N	N	S	N	N	N				Comprar cadena de una marca determinada				Logística
2	C	9	N	N	N	S	S						Inspección de piñones			1 mes	Mecánico

Gráfica 5.12: Hoja de decisión Transmisión de rodillos

CONCLUSIONES

1. El Plan de Mantenimiento propuesto (alineado con el objetivo de la empresa que era la de disminuir el tiempo de ciclo de producción) logra cumplir con lo requerido (lo cual es avalado con la disminución continua del ciclo y una disponibilidad de equipos de 95%), pero no se mantiene estático a lo largo del tiempo, debido a que las continuas modificaciones en el proceso, los distintos modos de falla resultantes de las nuevas condiciones, cambios o actualizaciones de los equipos hace necesario una continua revisión de todos los trabajos propuestos. Lo mencionado es aplicable a cualquier planta, independientemente de su contexto, ya que cada día hay nuevas tecnologías y métodos que debemos incluir en nuestras tareas para optimizar nuestros recursos.
2. El análisis de criticidad de planta es el punto de partida para toda Gestión del Mantenimiento, porque para su correcta aplicación considera todos los activos instalados (considerando la jerarquía) así como el impacto que tiene cada uno de los mismos en todo el proceso, no solamente en la parte productiva sino también en lo relacionado a seguridad industrial y medio ambiente.
3. La correcta planificación y la estimación de los trabajos y de sus periodos de ejecución, permite gestionar la llegada a tiempo de repuestos, evitando de ésta manera la compra excesiva (incremento de inventario de almacén) o la carencia de los mismos (mayor tiempo para la solución de problemas o soluciones a corto plazo). Esto es más importante cuando se trabaja con

repuestos originales (en éste caso de procedencia italiana) en un 75% de los casos, debido a la mejor calidad, confiabilidad y menor costo.

4. El mantenimiento propuesto se basa principalmente en el uso eficiente de los recursos que ya dispone la empresa, ya que se basa en realizar inspecciones a un mayor nivel de detalle y modificar algunos aspectos de los equipos que afecta de forma negativa a algunos de sus componentes.
5. El principal beneficio del RCM es la orientación prioritaria que se le da a la seguridad. Gracias a ello, se logró desarrollar un plan de trabajo para casi todos los dispositivos de seguridad de planta, que durante 6 años pasaron prácticamente
6. La producción de baldosas requiere mucho cuidado y precisión por ser un material frágil y que requiere un perfecto centrado para una correcta decoración, motivo por el cual muchos de los problemas que se presentan es por una falla de un solo componente que es muy difícil de detectar. Un ejemplo de ello es el secadero, que tiene más de 3000 rodillos, y en la cual basta que uno sólo falle para que ocasiona contantes paradas de equipo que se no resolverán hasta detectar. Por ello un punto importante del éxito de éste Plan de Mantenimiento, es la dedicación invertida por el técnico encargado de las inspecciones, ya que debe ser muy consciente del trabajo que realiza.

RECOMENDACIONES

1. Un Plan de Mantenimiento es variable, ya que las condiciones del proceso también lo son. Un incremento de velocidad, una variación de la materia prima, etc., hace que algún componente o la totalidad del activo se desempeñe a condiciones diferentes a las que se tomaron en cuenta cuando se desarrolló un determinado plan. Por ello, el Área de Mantenimiento debe estar pendiente ante cualquier variación del proceso para tomar las medidas correspondientes, para evitar caer en actividades correctivas de emergencia hasta encontrar la solución al problema.
2. Para fomentar un mayor compromiso en el personal técnico, es recomendable la personalización de las áreas o de los activos de la planta, para que de ésta forma el técnico sea un pequeño gestor de lo que se ha asignado (por ejemplo, que indague por los repuestos existentes en el almacén, los manuales de los equipos, la situación de las órdenes de compra, los trabajos a realizarse, ayude a definir los stock de inventario, etc.) y deje de ser sólo la mano que cambia y recambia repuestos.
3. En el rubro cerámico es muy importante prevenir el impacto de la polución que es inherente al proceso, ya que el polvo siempre tiende a ubicarse en lo más recóndito en las instalaciones, principalmente en los tableros eléctricos donde ocasiona problemas a los equipos electrónicos. Por ello es recomendable hermetizar completamente dichos tableros, además de protegerlos adecuadamente de la humedad, para evitar fallos en el sistema de control que son las que ocasionan las paradas más largas por fallos de equipos.

BIBLIOGRAFÍA

1. MOUBRAY, JOHN. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Aladon LLC.2000. USA.
2. DUFFUAA, SALIH O. Sistemas de Mantenimiento, Planeamiento y Control. Editorial Limusa.2008.Mexico.
3. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, BIBLIOTECA DIGITAL.
Mantenimiento preventivo. Referencia:
www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163__2_Capi_1.pdf
4. CONFIABILIDAD.NET. Como implementar una Mantenimiento Preventivo.
Disponible en: www.confabilidad.net/articulos/beneficios-del-mantenimiento-predictivo-pdm/

ANEXOS

ANEXO A: Formatos de hoja de inspección de los diferentes equipos de la planta

ANEXO B: Impacto económico del incremento de producción

ANEXO A: Formatos de hoja de inspección de los diferentes equipos de la planta



**FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO
CAMBIO DE ELEMENTOS DE RAMPA DE GAS**

ÁREA DE MANTENIMIENTO

MÁQUINA: SECADERO
 FRECUENCIA: 5 años
 TIEMPO ESTIMADO: 4 horas
 Responsable: _____

Fecha. Emisión: _____
 Fecha. Programación: _____
 Fecha. Ejecución: _____

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

1.- Utilizar implementos de seguridad: Casco, mascarilla, guantes, tapones y lentes de protección.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD		NO CONFORMIDAD (AI - OT)	OBSERVACIONES
		SI	NO		
CAMBIO DE ELEMENTOS DE RAMPA DE GAS					
ACTIVIDAD MECÁNICA (Trabajar con el catálogo de partes del equipo)					
1	Cambio de manómetro - NSMANO1001			()	
2	Cambio de junta antivibratoria - NSJUNT1001			()	
3	Cambio de válvula de seguridad - NSVALV1001			()	
4	Cambio de válvula de alivio - NSVALV1002			()	
5	Cambio de manómetro - NSMANO1002			()	
6	Cambio de válvula de esfera - NSVALV1003			()	
7	Cambio de presóstato - PRES1002			()	
8	Cambio de presóstato - NSPRES1002			()	
9	Verificar inexistencia de fuga de gas en las bridas			()	

PERSONAL	CANT.	R HOMB.(H-H)	COSTO H-H (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1 Mecánico	1	#¡VALOR!		
TOTALES				

MATERIALES Y EQUIPOS	U.M.	CANT.	COSTO UNITA (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1 Llaves Mixtas	Juego	1		
2 Guantes	Par	1		
3 Perilleros	Juego	1		
4				
TOTALES				

COSTO TOTAL DEL TRABAJO (S/.)

RECOMENDACIONES GENERALES

LEYENDA: AI = ACCIÓN INMEDIATA OT = ORDEN DE TRABAJO Nº

EJECUTADO POR: _____ B° SUP MANTENIMIENTO



FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO
CAMBIO DE FAJAS DE SECADERO

ÁREA DE MANTENIMIENTO

MÁQUINA: SECADERO
 FRECUENCIA: 3 meses
 TIEMPO ESTIMADO: 60 minutos
 Responsable: _____

Fecha. Emisión: _____
 Fecha. Programación: _____
 Fecha. Ejecución: _____

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

1.- Utilizar implementos de seguridad: Casco, mascarilla, guantes, taponos y lentes de proteccion.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD		NO CONFORMIDAD (AI - OT)	OBSERVACIONES
		SI	NO		
CAMBIO DE FAJAS VENTILADORES DE HUMOS					
ACTIVIDAD MECÁNICA					
1	Ventilador 1: Cambio de 02 fajas A-56			()	
1	Ventilador 1: Estado de poleas motriz y conducida			()	
2	Ventilador 2: Cambio de 02 fajas A-56			()	
2	Ventilador 2: Estado de poleas motriz y conducida			()	

CAMBIO DE FAJAS VENTILADORES DE HUMOS					
ACTIVIDAD MECÁNICA					
1	Ventilador 1: Cambio de 02 fajas A-77			()	
1	Ventilador 1: Estado de poleas motriz y conducida			()	
2	Ventilador 2: Cambio de 02 fajas A-77			()	
2	Ventilador 2: Estado de poleas motriz y conducida			()	
3	Ventilador 3: Cambio de 02 fajas A-77			()	
3	Ventilador 3: Estado de poleas motriz y conducida			()	
4	Ventilador 4: Cambio de 02 fajas A-77			()	
4	Ventilador 4: Estado de poleas motriz y conducida			()	
5	Ventilador 5: Cambio de 02 fajas A-77			()	
5	Ventilador 5: Estado de poleas motriz y conducida			()	
6	Ventilador 6: Cambio de 02 fajas A-77			()	
6	Ventilador 6: Estado de poleas motriz y conducida			()	
7	Ventilador 7: Cambio de 02 fajas A-77			()	
7	Ventilador 7: Estado de poleas motriz y conducida			()	
8	Ventilador 8: Cambio de 02 fajas A-77			()	
8	Ventilador 8: Estado de poleas motriz y conducida			()	
9	Ventilador 9: Cambio de 02 fajas A-77			()	
9	Ventilador 9: Estado de poleas motriz y conducida			()	
10	Ventilador 10: Cambio de 02 fajas A-77			()	
10	Ventilador 10: Estado de poleas motriz y conducida			()	

PERSONAL	CANT.	R HOMB.(H-H)	COSTO H-H (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1 Mecánico	1	0.0		
TOTALES				

MATERIALES Y EQUIPOS	U.M.	CANT.	COSTO UNITA (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1 Llaves Mixtas	Juego	1		
2 Guantes	Par	1		
3 Perilleros	Juego	1		
4				
TOTALES				

COSTO TOTAL DEL TRABAJO (S/.)

RECOMENDACIONES GENERALES

LEYENDA: AI = ACCIÓN INMEDIATA

OT = ORDEN DE TRABAJO Nº

EJECUTADO POR:

VB° SUP MANTENIMIENTO

MÁQUINA: TABLERO ELECTRICO SECADERO
FRECUENCIA: Semanal
TIEMPO ESTIMADO: 30 minutos
Responsable: _____

Fecha. Emisión: _____

Fecha. Programación: _____

Fecha. Ejecución: _____

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

1.- Utilizar implementos de seguridad: Casco, mascarilla, guantes, tapones y lentes de protección.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD		NO CONFORMIDAD (AI - OT)	OBSERVACIONES
		SI	NO		
TABLERO ELÉCTRICO GENERAL SECADERO					
1	Limpieza exterior e interior del tablero eléctrico			()	
2	Cerraduras en buen estado			()	
3	Empaquetaduras de puertas completas y en buen estado			()	
4	Orden de conductores eléctricos			()	
5	Estado del sistema de aire acondicionado			()	
6	Fijación de dispositivos eléctricos			()	
7	Fusibles completos (sin puentes)			()	
8	Correcta graduación de protecciones eléctricas (guardamotors y relés)			()	
9	Operatividad de fluorescente de iluminación			()	
10	Existencia de plano eléctrico			()	
11	Verificar temperatura de todos los componentes eléctricos (Tmax=35°)			()	

PERSONAL		CANT.	'R HOMB.(H-H)	COSTO H-H (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1	Electricista	1	#¡VALOR!		
TOTALES					
MATERIALES Y EQUIPOS		U.M.	CANT.	COSTO UNITA (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1	Pirómetro	UN	1		
2	Guantes	Par	1		
3	Trapo	KG	1		
TOTALES					
COSTO TOTAL DEL TRABAJO (S/.)					

RECOMENDACIONES GENERALES
LEYENDA: AI = ACCIÓN INMEDIATA OT = ORDEN DE TRABAJO N°

EJECUTADO POR: **VºBº SUP MANTENIMIENTO**

INSPECCION DE TEMPERATURA DE PUNTOS MUERTOS DE SECADERO

Modulo	1 Min-Max (Prom)	2 Min-Max (Prom)		3 Min-Max (Prom)	4 Min-Max (Prom)		5 Min-Max (Prom)	6 Min-Max (Prom)		7 Min-Max (Prom)	8 Min-Max (Prom)		9 Min-Max (Prom)	10 Min-Max (Prom)	
		Libre	Ducto		Libre	Ducto		Libre	Ducto		Libre	Ducto		Libre	Ducto
1															
2															
3															
4															
5															

Modulo	11 Min-Max (Prom)	12 Min-Max (Prom)		13 Min-Max (Prom)	14 Min-Max (Prom)		15 Min-Max (Prom)	16 Min-Max (Prom)		17 Min-Max (Prom)	18 Min-Max (Prom)		19 Min-Max (Prom)	20 Min-Max (Prom)	
		Ducto	Libre		Ducto	Libre		Ducto	Libre		Ducto	Libre		Ducto	Libre
1															
2															
3															
4															
5															

Observaciones:

Nombre Técnico	V.B Técnico	V.B Supervisor Mantto

Fecha:	
--------	--

INSPECCION DE PINONES MOTRICES Y CONDUCTIDOS DE SECADERO DE TRENCA 2

MOD.	PINON CONDUCTIDO DE RODILLO #								PINON MOTRIZ DE RODILLO #								MOD.	PIÑON CONDUCTIDO DE RODILLO #																							PIÑON MOTRIZ DE RODILLO #																						
1	1								2								2	1																							1																						
	2								3									2																							2																						
	3								4									3																							3																						
	4								5									4																							4																						
	5								6									5																							5																						
3	1								2								4	1																							1																						
	2								3									2																							2																						
	3								4									3																							3																						
	4								5									4																							4																						
	5								6									5																							5																						
5	1								2								6	1																							1																						
	2								3									2																							2																						
	3								4									3																							3																						
	4								5									4																							4																						
	5								6									5																							5																						
7	1								2								8	1																							1																						
	2								3									2																							2																						
	3								4									3																							3																						
	4								5									4																							4																						
	5								6									5																							5																						
17	1								2								19	1																							1																						
	2								3									2																							2																						
	3								4									3																							3																						
	4								5									4																							4																						
	5								6									5																							5																						
9	1																							1																																							
	2																							2																																							
	3																							3																																							
	4																							4																																							
	5																							5																																							
11	1																							1																																							
	2																							2																																							
	3																							3																																							
	4																							4																																							
	5																							5																																							
13	1																							1																																							
	2																							2																																							
	3																							3																																							
	4																							4																																							
	5																							5																																							
15	1																							1																																							
	2																							2																																							
	3																							3																																							
	4																							4																																							
	5																							5																																							
20	1																							1																																							
	2																							2																																							
	3																							3																																							
	4																							4																																							
	5																							5																																							

Piso	RODILLOS RAPIDOS DE ENTRADA DE SECADERO													RODILLOS RAPIDOS DE SALIDA DE SECADERO												
	PINON CONDUCTIDO DE RODILLO #						PINON MOTRIZ DE RODILLO #							PINON CONDUCTIDO DE RODILLO #						PINON MOTRIZ DE RODILLO #						
1	1						2							1						2						
2	2						3							2						3						
3	3						4							3						4						
4	4						5							4						5						
5	5						6							5						6						

LEYENDA	
X	Inoperativo
L	Se Lubricó y Funciona
D	Operativo pero Desgastado

OBSERVACION:

NOMBRE:	VºBº SUPERVISOR	NOMBRE:	VºBº TECNICO
FECHA:			



INSPECCION ELECTRICA VENTILADORES DE SECADERO

MÁQUINA:	TRAINOS SECADERO	Fecha de emision	
FRECUENCIA:	Quincenal		
TIEMPO ESTIMADO:	60 minutos	Fech. Programación:	
		CICLO DE HORNO	

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

1.- Utilizar implementos de seguridad: Casco, mascarilla, guantes, tapones y lentes de proteccion.

TRAINO 1

Hora :	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
T° fusibles						
T° Contact						
T° Bornera						
Observaciones:						

TRAINO 2

Hora :	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
T° fusibles						
T° Contact						
T° Bornera						
Observaciones:						

TRAINO 3

Hora :	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
T° fusibles						
T° Contact						
T° Bornera						
Observaciones:						

TRAINO 4

Hora :	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
T° fusibles						
T° Contact						
T° Bornera						
Observaciones:						

TRAINO 5

Hora :	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
T° fusibles						
T° Contact						
T° Bornera						
Observaciones:						

TRAINO 6

Hora :	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
T° fusibles						
T° Contact						
T° Bornera						
Observaciones:						

TRAINO 7

Hora :	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
Tº fusibles						
Tº Contact						
Tº Bornera						
Observaciones:						

TRAINO 8

Hora :	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
Tº fusibles						
Tº Contact						
Tº Bornera						
Observaciones:						

TRAINO 9

Hora :	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
Tº fusibles						
Tº Contact						
Tº Bornera						
Observaciones:						

TRAINO 10

Hora :	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
Tº fusibles						
Tº Contact						
Tº Bornera						
Observaciones:						

Fecha 1:	Realizado por	
	V.B Supervisor	

**INSPECCION MECANICA VENTILADORES
DE SECADERO****MÁQUINA:**
FRECUENCIA
TIEMPO ESTIMADO
Responsable:**TRAINER SECADERO***trimesteal**60 minutos***Fecha emision****Fech. Programación:****Fech. Ejecución:**

MOTOR	Vibración de motor		Temperatura de motor		
	Lado delantero	Lado trasero	Lado Piñón	Centro	Lado Ventilador
MOTOR 1					
	Observaciones:				
MOTOR 2					
	Observaciones:				
MOTOR 3					
	Observaciones:				
MOTOR 4					
	Observaciones:				
MOTOR 5					
	Observaciones:				
MOTOR 6					
	Observaciones:				
MOTOR 7					
	Observaciones:				
MOTOR 8					
	Observaciones:				
MOTOR 9					
	Observaciones:				
MOTOR 10					
	Observaciones:				
Hora:	Realizado por				
	V.B Supervisor				

MÁQUINA:	VENTILADORES SECADERO P2	Fecha de emision	
FRECUENCIA:	QUINCENAL		
TIEMPO ESTIMADO:	60 minutos	Fech. Programación:	

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

1.- Utilizar implementos de seguridad: Casco, mascarilla, guantes, tapones y lentes de proteccion.

VENTILADOR DE HUMOS 1 -- 7.5 KW 15.7 amp (entrada de secadero)

	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
° fables						
° Contact						
° B. nera						
Observaciones:						

VENTILADOR DE HUMOS 2 -- 7.5 KW 15.7 amp (salida de secadero)

	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
° fables						
° Contact						
° B. nera						
Observaciones:						

VENTILADOR DE RECIRCULACION 1 -- 25 HP-33 amp

	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
° fables						
° Contact						
° B. nera						
Observaciones:						

VENTILADOR DE RECIRCULACION 2 -- 22 HP-28 amp

	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
° fables						
° Contact						
° B. nera						
Observaciones:						

VENTILADOR DE RECIRCULACION 3 -- 22 HP-28 amp

	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
° fables						
° Contact						
° B. nera						
Observaciones:						

VENTILADOR DE RECIRCULACION 4 -- 25 HP-33 amp

	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
° fables						
° Contact						
° B. nera						
Observaciones:						

VENTILADOR DE RECIRCULACION 5 -- 25 HP-33 amp

	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
Tº fables						
Tº Contact						
Tº Brnera						

Observaciones:

VENTILADOR DE RECIRCULACION 6 -- 22 HP-28 amp

	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
Tº fables						
Tº Contact						
Tº Brnera						

Observaciones:

VENTILADOR DE RECIRCULACION 7 -- 22 HP-28 amp

	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
Tº fables						
Tº Contact						
Tº Brnera						

Observaciones:

VENTILADOR DE RECIRCULACION 8 -- 22 HP-28 amp

	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
Tº fables						
Tº Contact						
Tº Brnera						

Observaciones:

VENTILADOR DE RECIRCULACION 9 -- 22 HP-28 amp

	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
Tº fables						
Tº Contact						
Tº Brnera						

Observaciones:

VENTILADOR DE RECIRCULACION 10 -- 22 HP-28 amp

	Consumo de corriente x fase			Voltaje entre fases		
	R	S	T	R-S	R-T	S-T
Tº fables						
Tº Contact						
Tº Brnera						

Observaciones:

Realizado por
V.B Supervisor



INSPECCION MECANICA VENTILADORES SECADERO

MAQUINA:
FRECUENCIA
TIEMPO ESTIMADO
Responsable:

VENTILADORES DEL SECADERO P2

Quincenal

80 MINUTOS

Fecha. Emisión:

Fecha. Programación:

Fecha. Ejecución:

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

1.- Utilizar implementos de seguridad: Casco, mascarilla, guantes, tapones y lentes de proteccion.

VENTILADORES DE RECIRCULACION DE AIRE CALIENTE

ITEM	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS REGISTRADAS										OBSERVACIONES			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	Temperatura del pedestal del ventilador	lado motriz													
		lado conducido													
2	Temperatura del motor del ventilador	lado motriz													
		central													
		lado conducido													
3	Estado de los rodajes del pedestal del ventilador	motriz	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	
		delantero													
		conducido	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	
4	Estado de los rodajes del motor del ventilador	motriz	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	
		motriz													
		conducido	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	

FECHA

VENTILADORES DE HUMOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS REGISTRADAS						OBSERVACIONES	
		1			2				
1	Temperatura del pedestal del ventilador	lado motriz							
		lado conducido							
2	Temperatura del motor del ventilador	lado motriz							
		central							
		lado conducido							
3	Estado de los rodajes del pedestal del ventilador	motriz	B	R	M	B	R	M	
		delantero							
		conducido	B	R	M	B	R	M	
4	Estado de los rodajes del motor del ventilador	motriz	B	R	M	B	R	M	
		motriz							
		conducido	B	R	M	B	R	M	

FECHA

PERSONAL

	CANT.	HOR HOMB.(H-H)	COSTO H-H (S/.)
1 Mecánico	1	1.3	

MATERIALES Y EQUIPOS

	U.M.	CANT.	COST UNIT (S/.)
1 Pirometro		1	
2 Estetoscopio		1	

RECOMENDACIONES GENERALES

LEYENDA:

B = BUENO

R = REGULAR

M = MALO

RECUDADO POR:

V* SUP MANTENIMIENTO

MÁQUINA: SALIDA SECADERO
FRECUENCIA: Quincenal
TIEMPO ESTIMADO: 30 MINUTOS
Responsable: _____

Fecha. Emisión: _____
Fecha. Programación: _____
Fecha. Ejecución: _____

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

1.- Utilizar implementos de seguridad: Casco, mascarilla, guantes, tapones y lentes de protección.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD		NO CONFORMIDAD (Al - OT)	OBSERVACIONES
		SI	NO		
EEO ENTRADA					
1	Estado de motorreductor de faja verde panal de abeja (bancalino)			()	
	Estado de piñones motrices + ejes			()	
	Estado de piñones conducidos			()	
	Estado de cadenas			()	
2	Estado de motorreductor de rodillos - Piso 1			()	
	Estado de polea motriz + eje			()	
	Estado de templadores de faja			()	
	Estado de poleas conducidas			()	
	Estado de faja + guía (1100 H150)			()	
	Estado de rodillos (pandeo, desgaste de fundas)			()	
	Estado de tochos y soportes			()	
3	Estado de motorreductor de rodillos - Piso 2			()	
	Estado de polea motriz + eje			()	
	Estado de templadores de faja			()	
	Estado de poleas conducidas			()	
	Estado de faja + guía (1100 H150)			()	
	Estado de rodillos (pandeo, desgaste de fundas)			()	
	Estado de tochos y soportes			()	
4	Estado de motorreductor de rodillos - Piso 3			()	
	Estado de polea motriz + eje			()	
	Estado de templadores de faja			()	
	Estado de poleas conducidas			()	
	Estado de faja + guía (1100 H150)			()	
	Estado de rodillos (pandeo, desgaste de fundas)			()	
	Estado de tochos y soportes			()	
NUE					
ACTIVIDAD MECÁNICA					
1	Estado motorreductor rodillos (vibración, temperatura, ventilador) (M92)			()	
	Estado de polea motriz + eje			()	
	Estado de templadores de faja			()	
	Estado de poleas conducidas			()	
	Estado de faja + guía			()	
	Estado de rodillos (pandeo, desgaste de fundas)			()	
	Estado de tochos y soportes			()	
2	Estado de motorreductor de bancalino (M91)			()	
	Estado de polea motriz + eje			()	
	Estado de barras y rótulas			()	
3	Estado de motorreductor de rodillos 1ra barrera (línea 6) (M 90B - Línea 6)			()	
	Estado de polea motriz + eje			()	

5	Estado de motorreductor de rodillos (M 88)			()
	Estado de polea motriz + eje			()
	Estado de templadores de faja			()
	Estado de poleas conducidas			()
	Estado de faja + guia			()
	Estado de rodillos (pandeo, desgaste de fundas)			()
	Estado de tochos y soportes			()

CURVA - LINEA 7

ACTIVIDAD MECÁNICA				
1	Estado de motorreductor de curva (M 89)			()
	Estado de polea motriz + eje			()
	Estado de poleas templadoras de faja			()
	Estado de poleas conducidas			()
	Estado de faja circulares + grupos de soporte			()

DDR - LINEA 7

1	Estado de motorreductor de faja panal de abeja (M 87)			()
	Estado de polea motriz + eje			()
	Estado de poleas conducidas			()
	Estado de faja + guia			()
2	Estado de motorreductor de bancalino (M 86)			()
	Estado de polea motriz + eje			()
	Estado de barras y rótulas			()
3	Estado de motorreductor de faja panal de abeja (M 84)			()
	Estado de polea motriz + eje			()
	Estado de poleas conducidas			()
	Estado de faja + guia			()
4	Estado de motorreductor de faja panal de abeja (M 85)			()
	Estado de polea motriz + eje			()
	Estado de poleas conducidas			()
	Estado de faja + guia			()
5	Estado de motorreductor de rodillos			()
	Estado de polea motriz + eje			()
	Estado de templadores de faja			()
	Estado de poleas conducidas			()
	Estado de faja + guia			()
	Estado de rodillos (pandeo, desgaste de fundas)			()
	Estado de tochos y soportes			()

PERSONAL	CANT.	HOMB.(H-H)	COSTO H-H (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1 Mecánico	1	0.5		
TOTALES				

MATERIALES Y EQUIPOS	U.M.	CANT.	COSTO UNITA (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1 Llaves Mixtas	Juego	1		
TOTALES				

COSTO TOTAL DEL TRABAJO (S/.)

RECOMENDACIONES GENERALES

ANEXO B: Impacto económico del incremento de producción

IMPACTO ECONOMICO DEL INCREMENTO DE PRODUCCION

Un apropiado Plan de Mantenimiento y su correcta aplicación, permite brindar mayor disponibilidad a los equipos, lo que hace posible producir más con los mismos activos y la misma mano de obra. Por ello, se revisará el costo base de producción (para un metraje de producción de 18000 mt²/día) por metro cuadrado que a continuación se presenta.

Tabla A1. Costo de producción por mt² de baldosas cerámicas

COSTO FIJO		COSTO VARIABLE	
Mano de obra (Operaciones y Mantenimiento)	\$ 0.15/m ²	Materia prima, insumos, materiales.	\$ 2.7/m ²
Gastos generales	\$ 0.15/m ²	Mantenimiento (repuestos, equipos, matricería)	\$ 0.28/m ²

Del cuadro anterior podemos apreciar que el costo fijo por cada metro de baldosa es de \$ 0.30/m², cantidad que será el ahorro cada vez que se supere la barrera de los 18000 mt²/día. Teniendo en cuenta que se busca incrementar la producción en 3000 mt²/día, el impacto económico sería de \$900/día y \$325000 anuales. Para lograr la meta mencionada, es fundamental que los equipos tengan una disponibilidad mínima de 95%, para lo cual se requiere el cumplimiento estricto del Plan recomendado. El costo de Mantenimiento se considera como variable porque conforme se disminuya el tiempo del ciclo de producción, las fallas por desgaste son mayores y el ratio del costo es aproximadamente \$ 0.28/m², ratio que se mantiene desde las disminuciones del ciclo de 12000 mt²/día hasta 18 mt²/día.