

**INFORME FINAL**

**IMPLEMENTACION DEL PILAR DE MANTENIMIENTO PLANEADO EN LA PLANTA  
GAMMA-ITAGUI**

**PRESENTADO POR:**

**ANDRES FELIPE BUSTAMANTE GARCIA**

**ASESOR INTERNO:**

**OSCAR DARIO BOTERO**

**ASESOR EXTERNO:**

**FRANCISCO RIVAS ANGULO**



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**  
1803  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
INGENIERIA MECANICA  
MEDELLIN  
2019**

# IMPLEMENTACION DEL PILAR DE MANTENIMIENTO PLANEADO EN LA PLANTA GAMMA-ITAGUI

## RESUMEN

TPM "Mantenimiento productivo total", es una metodología de origen japonés cuyo principal objetivo es mejorar el desempeño de un proceso de producción, alcanzando las cero perdidas dentro del mismo. Para garantizar el objetivo la metodología busca asegurar la disponibilidad de los equipos y su operación a máxima capacidad, obteniendo productos de alta calidad y evitando paros no programados. Basados en lo anterior la División de Insumos Industriales y Manejo de la Energía perteneciente a la organización Corona optó por implementar esta metodología dentro de su modelo de gestión desde el 2007 en todas sus plantas a nivel nacional. La planta GAMMA ubicada en Itagüí (Antioquia) recientemente anexada a la división fue el punto de partida para la implementación de la metodología TPM y en el caso propio la implementación del pilar de mantenimiento planeado, donde se realizaron diferentes actividades de capacitación al personal sobre la metodología. Además, se formaron en manejo de formatos, indicadores y herramientas de análisis de averías.

## ABSTRACT

TPM "Total productive maintenance", is a methodology of Japanese origin whose main objective is to improve the performance of a production process, reaching zero losses within it. To ensure the objective, the methodology seeks to ensure the availability of equipment and its operation at maximum capacity, obtaining high quality products and avoiding unscheduled downtimes. Based on the above, the Division of Industrial Supplies and Energy Management belonging to the Corona organization chose to implement this methodology within its management model since 2007 in all its plants nationwide. The GAMMA plant located in Itagüí (Antioquia) recently annexed to the division was the starting point for the implementation of the TPM methodology and in its own case the implementation of the planned maintenance pillar, where different personnel training activities were carried out about the methodology. In addition, they were trained in the handling of formats, indicators and fault analysis tools.

**Palabras clave:** TPM, mantenimiento, criticidad, tarjetas F, avería, herramientas de análisis, Benchmark.

## INTRODUCCIÓN

La división de Insumos Industriales y Manejo de Energía perteneciente a la organización Corona, se dedica al procesamiento de minerales no metálicos generando un valor agregado a estos por medio de mezclas, partes o moldes para la conformación de aisladores eléctricos, piezas cerámicas y refractarias.

En el modelo de gestión de operaciones la compañía adoptó la metodología TPM “Total Productive Maintenance” hace 10 años, y este se ha venido desarrollando con éxito en las 13 plantas con las cuales cuenta la compañía distribuidas en diferentes sectores del territorio nacional. Estas plantas en su mayoría se encuentran en Paso 4 de mantenimiento autónomo “inspección general” de la metodología, pero algunas de estas plantas fueron recientemente anexadas como es el caso de GAMMA en Itagüí que se encuentra en Paso 1 “limpieza inicial”.

El caso de la planta anteriormente mencionada es el punto de partida para el desarrollo e implementación de la metodología TPM, lo cual nos abre un sin número de actividades a realizar por parte del Pilar de mantenimiento planeado que es el encargado de decidir qué tipo de mantenimiento se debe realizar a que equipos y con qué frecuencia, clasificando dichos equipos de acuerdo con su nivel de criticidad en la operación, temas de seguridad, medio ambiente y en el mantenimiento.

## OBJETIVOS

Realizar el acompañamiento para la implementación del elemento uno y dos del pilar de mantenimiento planeado en la planta GAMMA Itagüí.

### Específico:

- Categorizar la criticidad de los equipos
- Construcción de fichas técnicas para los equipos
- Capacitaciones para diligenciar formatos de control de tarjetas.
- Registros y seguimiento de averías.

- Capacitaciones de análisis de averías para encontrar causa raíz por medio de formatos 5w 1 h y ¿Por qué? ¿Por qué?
- Capacitaciones del modelo Potencia-Carga
- Potencializar indicadores esenciales en los PGP's

## MARCO TEÓRICO

La organización Corona es una multinacional colombiana con más de 135 años de historia empresarial dedicada a la manufactura y comercialización de productos para el hogar, la construcción, la industria, la agricultura y el sector de energía. Está compuesta por cuatro Divisiones de Negocios – Baños y Cocinas; Superficies, Materiales y Pinturas; Insumos Industriales y Manejo de Energía; y Mesa Servida – y dos Unidades Comerciales que son Almacenes Corona y Comercial Corona Colombia [1].

La División de Insumos Industriales y Energía se compone de dos negocios. El negocio de Insumos Industriales produce insumos y materias primas para la industria cerámica de Corona y para terceros dedicada a la transformación de minerales no metálicos con mezclas de valor agregado y partes o moldes para la conformación de piezas [2]. Es una fuente de competitividad para sus clientes ofreciendo un suministro de insumos y minerales estable y de un alto nivel de desempeño. A su vez, el negocio de Energía de esta División está enfocado en generar valor a sus clientes a través de la innovación en las diversas categorías de productos y servicios especializados a través de las marcas Gamma y Erecos para los sectores de energía eléctrica y de industria que actualmente incluye aisladores para distribución, subestaciones y transmisión, porcelanas para el mercado de OEM, refractarios y productos para el mercado de Smart Energy, entre otros.

Dentro de la División de Insumos Industriales y Energía se incluyó recientemente la empresa GAMMA – Aisladores que es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de soluciones en aislamiento para las empresas de energía eléctrica, compañías fabricantes de equipos y distribuidores del sector eléctrico [3].

Para facilitar el modelo de gestión de operaciones la división de Insumos Industriales y energía adopto la metodología TPM hace 10 años, desde entonces viene desarrollando la misma en las 12 plantas que posee alrededor del territorio nacional.

La metodología TPM “Total Productive Maintenance” es originaria de JIPM “Japan Institute of Plant Maintenance” se basa en los siguientes componentes estratégicos:

- Crear una organización corporativa que maximice la eficiencia de los sistemas de producción.
- Gestionar la planta con una organización que evite todo tipo de pérdidas (asegurando cero accidentes, defectos y averías) en la vida entera del sistema de producción.
- Involucrar a todos los departamentos de la organización en la implementación del TPM, incluyendo desarrollo, ventas y administración.
- Involucrar a todas las personas, desde la alta dirección hasta los operarios de planta en un mismo proyecto.
- Orientar decididamente las acciones hacia las “cero pérdidas” apoyándose en las actividades de los pequeños grupos. [4]

El TPM tiene como base fundamental ocho pilares tradicionales que son:

- Mejoras Enfocadas
- Mantenimiento Autónomo
- Mantenimiento Planeado
- Educación y Entrenamiento
- Gestión Temprana
- Seguridad
- Mantenimiento de Calidad
- Medio ambiente. [5]

El Mantenimiento Planeado es el encargado de decidir ¿Qué partes y lugares de que equipo deben recibir, que tipo de mantenimiento? Tiene como propósito y misión

incrementar la disponibilidad de los equipos, al costo más óptimo. Garantizando con lo anterior que la productividad de la planta aumente mediante el sostenimiento de la capacidad funcional total del equipo (confiabilidad y mantenibilidad) [6]. Clasificando dichos equipos de acuerdo a su nivel de criticidad en la operación, temas de seguridad, medio ambiente y en el mantenimiento.

La criticidad de un equipo se mide por el grado de gravedad de un problema, el cual se suele medir por el número de personas o cosas afectadas. Debido a que la criticidad de las cosas suele ser sugerido por el “sentido común” y este mismo es diferente para cada persona pues lo prioritario para unos puede no serlo para otros. Debido a lo anterior existe un método que resulta de gran utilidad para así permitirnos medir consecuencias de una avería en el funcionamiento general de la empresa a partir de los siguientes criterios [7]:

**Tabla 1. Criterios para evaluación de criticidad de equipos [8]**

Clasificación	Factores para evaluación	CRITERIOS PARA EVALUACION		
		A	B	C
L	Reglamentado por ley	Esta sujeto a la legislacion y es obligatorio su desmontaje periodico	No esta sujeto a la legislacion	-
S	Seguridad, Orden publico y medio ambiente	Si sufre daños, accidentes graves en terminos de seguridad, orden publico y medio ambiente	Si sufre daños, provoca problemas en terminos de seguridad, orden publico y medio ambiente (reclamos)	No hay reclamos
Q	Calidad y rendimeinto del material	Si sufre daños habra gran numero de defectos, disminucion significativa en el rendimiento de material y reclamo de clientes	Si sufre daños habra defectos y disinucion en el rendimiento del material	No ejerce influencia en la calidad y rendimiento de materiales
W	Condición de operación	Operación plena durante 24 horas del dia	Operación por cargas	Operación Ocasional
D	Perdida de oportunidades	Si sufre daños, para toda la fabrica	Si sufre daños, para la linea a la que esta vinculado	Existe equipo de repuesto o no hay perdida por parada
P	Frecuencia de averias	Hubo quiebra similar en los ultimos 5 años	Hubo quiebra similar en los ultimos 10 años	No hay quiebras hacer mas de 10 años
M	Mantenibilidad	Tiempo para reparacion sobre 5 horas, costo de reparacion sobre US \$ 5000	Tiempo de reparacion de menos de 5 horas, costo de reparacion menor a US \$5000	Tiempo de reparacion de menos de 1 hor, costo de reparacion de menos de US \$1000

## TARJETAS F “FUGUAI”

Las tarjetas F “Fuguai” son una herramienta de apoyo visual utilizadas para la señalización e identificación de anomalías. Esta señalización es una llamada de atención e involucra al personal pertinente (Grupo TPM, supervisores, operadores y personal del departamento de mantenimiento) para darle solución [9].

TPM  
Mantenimiento autónomo  
Paso: 1 2 3 4 5

TARJETA BLANCA (operario) LUGAR DE ANORMALIDAD

Equipo modelo: \_\_\_\_\_  
Número control: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Encontrado por: \_\_\_\_\_  
Descripción: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Una esta tarjeta al equipo

Imagen 2. Ejemplo tarjetas F fuguai [10]

Existen tres tipos de tarjetas:

- **Tarjeta azul:** Esta tarjeta identifica las anomalías que deberán ser solucionadas por el área de operaciones (Por lo general actividades de limpieza que garanticen el funcionamiento adecuado de la maquina).
- **Tarjeta amarilla:** Esta tarjeta identifica las anomalías que afectan la seguridad de las personas o al medio ambiente. Puede ser abierta por cualquier trabajador de la planta.

- **Tarjeta Roja:** Esta tarjeta identifica las anomalías o fallos encontrados en la máquina que deberán ser solucionados por el área de mantenimiento o personal especialista (contratistas).

La gestión de las tarjetas se mide por el porcentaje de cierre frente al de apertura, y se pueden graficar por mes.

## DEFINICIÓN DE AVERÍA

La avería es la pérdida de la función previamente definida. Se caracteriza por el rompimiento de la función básica de un determinado ítem, haciendo imposible su correcto funcionamiento. Pueden ser divididas en dos tipos:

- *Avería por parada de función:* Ocurre cuando se interrumpe la función para la cual el equipo fue concebido. Se trata de la parada total, generando la imposibilidad de funcionamiento o imposibilidad de producir dentro de los estándares requeridos.
- *Avería por reducción de la función:* Ocurre cuando se produce la degeneración de la función básica (pérdida de eficiencia). Se trata de un problema que no impide el funcionamiento de la máquina, pero que causa defectos en los productos, ocasiona pequeñas paradas, provoca reducción de velocidad y rendimiento [11].

## ANÁLISIS FÍSICO DE LAS AVERÍAS “POTENCIA-CARGA”

¿Por qué ocurren las averías? Esta pregunta puede responderse comparando el esfuerzo aplicado al equipo con la resistencia de la ruptura del equipo cuando la tensión aplicada excede la resistencia del equipo.

Todos los equipos están diseñados para soportar ciertos niveles de esfuerzos y el equipo operativo siempre está bajo algunos tipos de esfuerzo. Los factores del



entorno como la temperatura, la humedad, la vibración y el polvo también pueden contribuir al esfuerzo [12].

Analicemos más a fondo las causas de las averías.

## 1. Deterioro

El deterioro puede debilitar el equipo hasta el punto en que ya no puede soportar el esfuerzo de la operación y, posteriormente, se produce una avería. Las causas de tales averías se pueden dividir en dos grupos.

El primer grupo incluye casos en los que el cuidado inadecuado y el entorno deficiente del equipo dan como resultado un deterioro forzado. En otras palabras, el incumplimiento de los requisitos básicos del equipo (falta de limpieza, inspección, lubricación y apriete) causa un deterioro forzado.

El segundo grupo incluye el deterioro natural. Este deterioro se produce incluso con el cuidado adecuado y un buen ambiente de trabajo. Si no se toman medidas restaurativas y se toman, se producirá una avería.

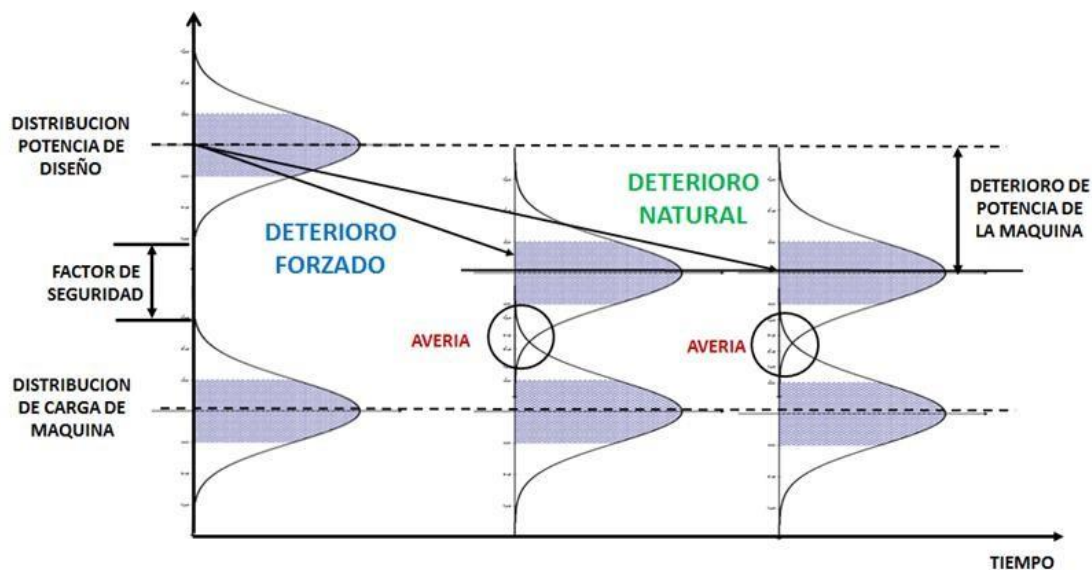


Imagen 2. Deterioro [13]

## 2. Esfuerzo incontrolado.

Incluso si el equipo no se ha deteriorado y aún conserva la potencia del diseño, se puede producir una avería cuando se aplica al equipo más esfuerzo del previsto en la etapa de diseño. Ya sea intencional o no intencional, si el equipo se opera más allá de sus límites, se producirá una avería.

Los especialistas en mantenimiento y los operadores deben adquirir conocimiento del equipo, tener cuidado en la operación y cumplir con las limitaciones de operación.

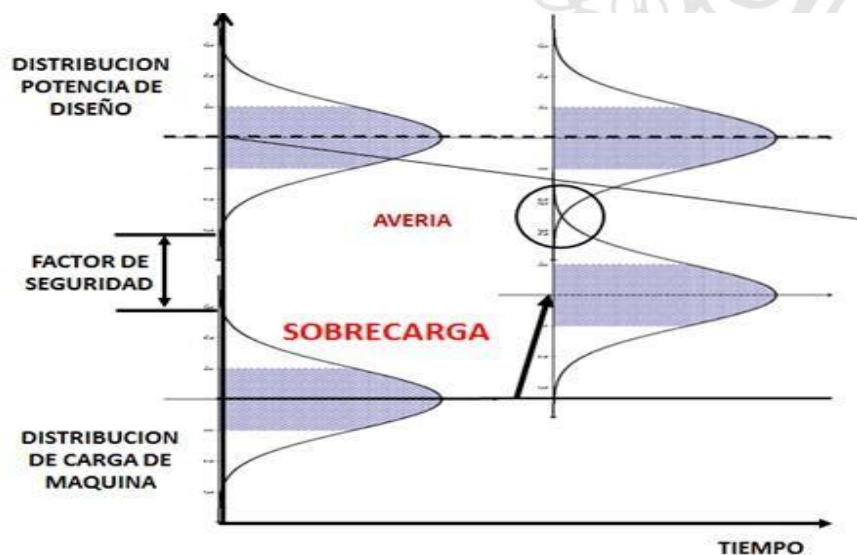


Imagen 3. Esfuerzo incontrolado [14]

## 3. Insuficiente fuerza de diseño.

Esto es atribuible a la habilidad inadecuada o al descuido del diseñador del equipo que causa debilidad inherente en algunas partes del equipo. En este caso, la ruptura puede ocurrir bajo estrés normal.

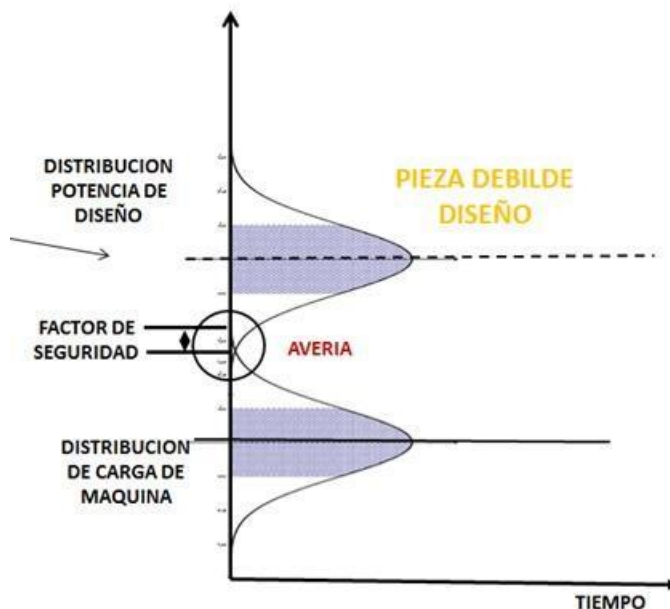


Imagen 4. Insuficiente fuerza de diseño [15]

## LOS CINCO TIPOS DE AVERÍAS SEGÚN TPM Y SUS CONTRAMEDIDAS

Después de analizar las relaciones entre la potencia de diseño y la carga de operación desde un punto de vista físico, ahora vamos a desglosar esos factores en cinco prácticos para que los departamentos de producción y mantenimiento puedan facilitar contramedidas [16].

### 1. Deterioro Forzado

Esta avería resulta por incumplimiento a los requisitos básicos de operación de la máquina. Esto quiere decir que el departamento de operaciones no realiza de manera confiable el mantenimiento de rutina o carece del sistema Jishu Hozen “Mantenimiento autónomo” necesario para cumplir con los requisitos básicos, como la limpieza, la lubricación, el apriete y la inspección. La negligencia en tales tareas puede agravar el deterioro del equipo. (Esto es un deterioro forzado).

**Contramedidas:** Transferencia de conocimiento por medio de OPL’s(LUP’s), creación o retroalimentación del estándar LILA, y el seguimiento y cumplimiento del mismo.

## 2. Deterioro Natural

La avería por deterioro natural se presenta incluso teniendo el cuidado adecuado del equipo. Este tipo de avería se debe a la falta de restauración de partes o componentes del equipo que ya cumplieron su vida útil a tiempo.

**Contramedidas:** Creación o retroalimentación del plan de mantenimiento, establecer vida útil del componente y la aplicación de herramientas de mantenimiento basado en la condición.

## 3. Sobrecarga

En general, hay parámetros de funcionamiento del equipo (condiciones de uso como la corriente de alimentación, voltaje, RPM, velocidad, temperatura, etc.) que se especifican para que el equipo funcione. Si se violan los parámetros o requisitos de uso se presenta la avería por sobrecarga.

**Contramedidas:** Transferencia de conocimiento por medio de OPL's(LUP's), instalación de controles visuales (Niveles, capacidad, velocidad, etc.) y la creación de un estándar de operación (SOP).

## 4. Error humano

Cuando la avería se presenta por reparaciones inadecuadas por falta de conocimiento del técnico de mantenimiento o por un mal manejo de la maquina por parte del operario al desconocer el correcto uso de esta, se considera que es una avería por error humano. Este tipo de avería se atribuye a la falta o ausencia de destreza y conocimiento por parte del personal.

**Contramedidas:** Transferencia de conocimiento por medio de OPL's(LUP's), verificar las condiciones de operación estándar vs las condiciones de reales de operación, corregir o complementar el estándar LILA y capacitaciones por medio del pilar de educación y entrenamiento al personal que lo requiera.

## 5. Punto débil de diseño

Si se habla de avería por punto débil de diseño quiere decir que fue causada por el material o por el diseño original de la máquina que no soportan las condiciones de trabajo. Estos pueden ser errores por descuido o incluso errores atribuibles a la falta de conocimiento, experiencia o información de los diseñadores o equipos.

**Contra medidas:** Transferencia de conocimiento por medio de OPL's(LUP's), elaborar registro PM y realizar una correcta gestión temprana.

## TECNICAS ANALITICAS PARA LA MEJORA

Las técnicas analíticas son herramientas propias del pilar de mejoras enfocadas que ayudan a identificar todas las causas de fallos, defectos de calidad y similares entre un gran número de fenómenos complejos e interrelacionados. El TPM intenta lograr las cero perdidas y cero averías de modo que nunca excluye ningún método que ayude lograr estos fines [17]. En el contexto del pilar de mantenimiento planeado se utilizan estas herramientas de análisis para evitar la recurrencia y la aparición de nuevas averías. Algunas de estas herramientas son:

- **5W + 1H:** Es una metodología empresarial creada por Lasswell (1979) que nos permite definir el fenómeno a tratar y que consiste en contestar seis preguntas básicas: qué (What), Por qué (Why), cuándo (When), dónde (Where), quién (Who) y cómo (How) [18].

ETAPA DEFINICIÓN: DEFINA EL PROBLEMA CON EL 5W+1H	
¿Qué problema se tiene? Describa el problema que se tiene. Ejemplo: molino no arranca, alta temperatura en la chumacera, polea reventada, etc.	
¿Cuándo ocurre? Indique el momento de tiempo o espacio en el que ocurrió el problema. Ejemplo: en el turno de la noche, cada vez que se prende el equipo, cuando se presiona el botón, etc.	
¿Dónde ocurre? Indique la máquina o proceso en donde ocurre el problema. Ejemplo: en el molino 7, en la trituradora, en la tolva báscula, etc.	
¿Quién es el responsable? Indique quién es el responsable de la máquina o el proceso donde se tiene el problema. Ejemplo: el colaborador de planta, el técnico de mantenimiento, el facilitador, etc.	
¿Cuál es la tendencia del problema? Al azar o crónico.	
¿Cómo ocurre? Describa con mayor detalle cómo ocurre el problema.	

Imagen 5. Ejemplo herramienta 5W+1H.

- **Espina de pescado:** El diagrama de Ishikawa o espina de pescado, es una herramienta de visualización para categorizar las causas potenciales de un problema con el fin de identificar sus causas fundamentales. Muestra visualmente las muchas causas potenciales de un problema provenientes de la máquina, la medición, el medio (entorno), el método, la mano de obra o el material [19].

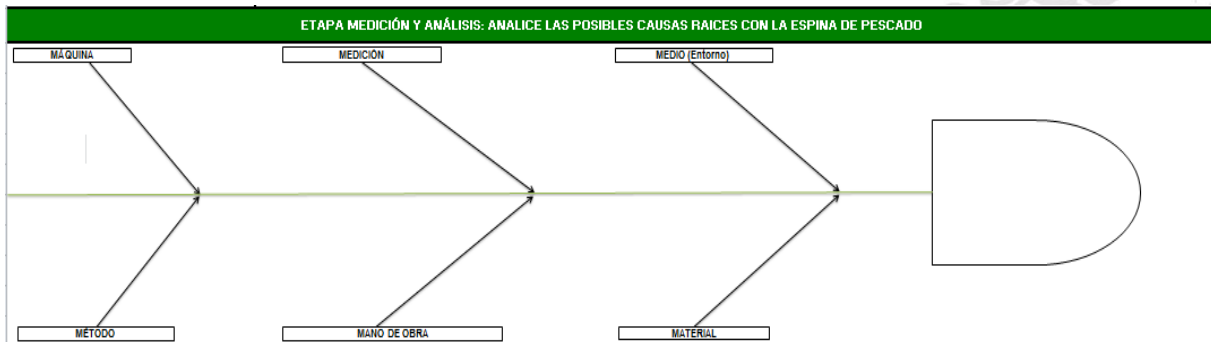


Imagen 6. Ejemplo herramienta Espina de pescado.

- **¿Por qué? ¿Por qué?:** También conocida como análisis “Know-why” (conocer-¿Por qué), es una técnica introducida e improvisada por Toyota Motor Corporation y es un componente estratégico y vital en la resolución de problemas. Consiste en una observación detallada para identificar la causa raíz de los problemas, así como considerar las acciones necesarias para prevenir la recurrencia del mismo [20]. La metodología de esta herramienta consiste en hacernos la pregunta ¿Por qué? sobre un problema, seguida de una respuesta, esta respuesta entonces se convierte en nuestro nuevo ¿Por qué? quien genera otra respuesta y así sucesivamente hasta lograr llegar a la casusa raíz del problema inicial.

ETAPA MEDICIÓN Y ANÁLISIS: ESCOJA LAS CAUSAS MAS ATRIBUIBLES AL PROBLEMA Y REALICE EL ANÁLISIS 5 POR QUÉ A CADA UNA				
1. ¿POR QUÉ?	2. ¿POR QUÉ?	3. ¿POR QUÉ?	4. ¿POR QUÉ?	5. ¿POR QUÉ?

Imagen 6. Ejemplo herramienta ¿Por qué? ¿Por qué?

## BENCHMARK

El término benchmark proviene del inglés “cota” y es la altura que presenta un punto sobre un plano horizontal que se usa como referencia. Según la metodología TPM y para el pilar de mantenimiento planeado el benchmark se traza después de la recolección de datos sobre el número de averías durante un año y tiene como objetivo reducir este número al 50% para el siguiente año [21].

## METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto de práctica se utilizó la metodología propuesta por el “Japan Institute of Plant Maintenance” para la implementación de TPM.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL

Como punto de partida se contextualizo al personal de la planta GAMMA-Itagüí de la estructura TPM de la División de insumos industriales y manejo de la energía de la cual hacían parte.

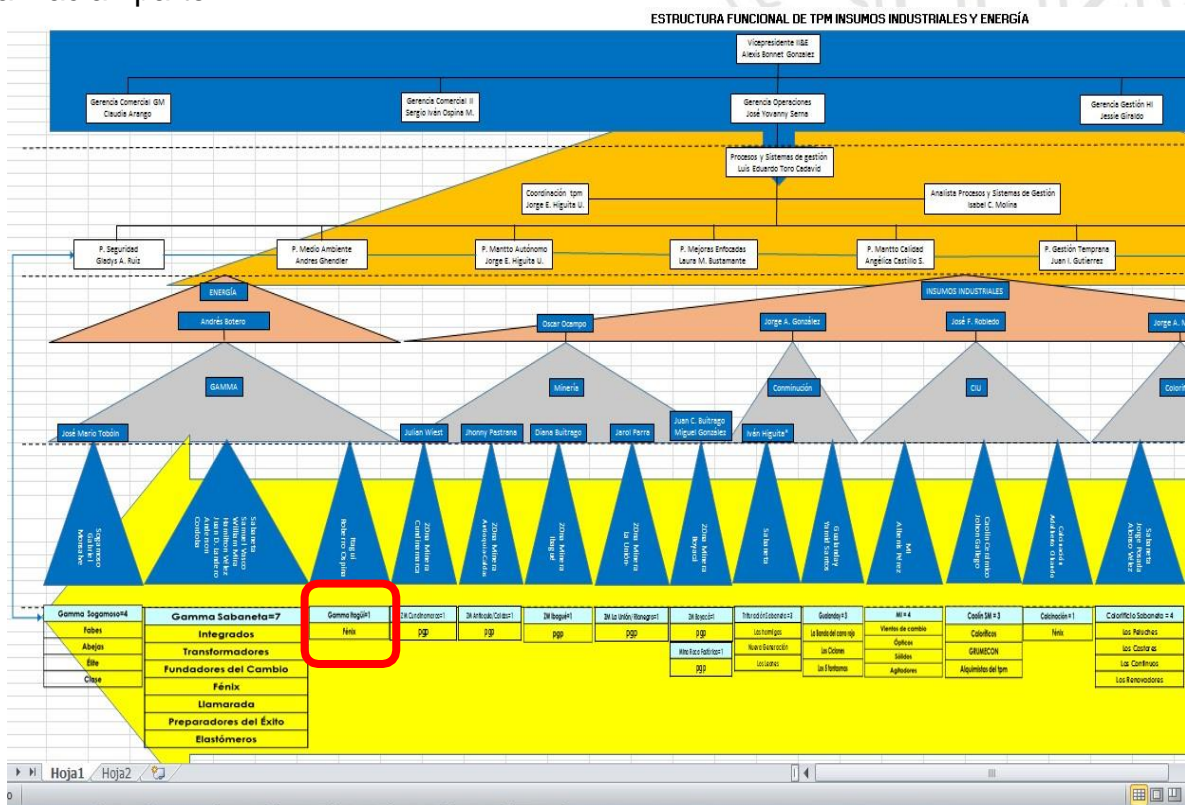


Imagen 7. Estructura TPM, División de insumos industriales y manejo de la energía.

El PGP “Pequeño Grupo Primario” formado en la planta GAMMA-Itagüí adopto el nombre de Fénix y su personal quedo asignado en los siguientes roles de participación dentro de cada uno de los pilares de la metodología TPM así:

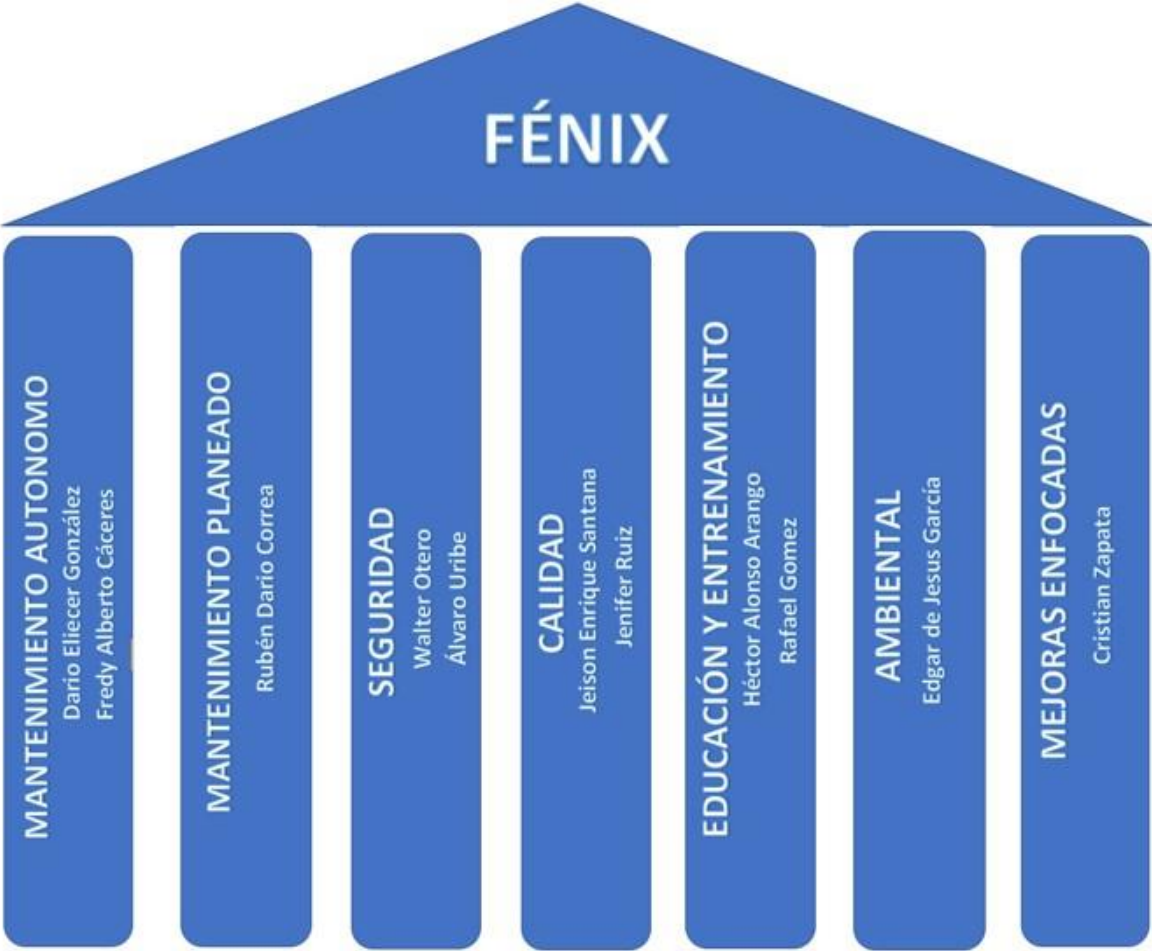


Imagen 8. Roles de participación en el pequeño equipo FÉNIX.



## CRITICIDADES DE EQUIPOS

Para la evaluación de criticidades de los equipos de la planta GAMMA-Itagüí, se hizo uso del formato y los criterios establecidos por la división. La división establece 3 tipos de criticidades en los equipos A, B Y C. Siendo A los equipos más críticos, B los de media criticidad y C los equipos de baja criticidad.

Dentro de la evaluación se tienen en cuenta aspectos de seguridad, regulaciones ambientales, calidad, ocupación y por el lado de mantenimiento tiempo medio para reparaciones, numero de averías, costos de averías y repuestos.

Con participación del todo el PGP “Fénix”, el facilitador de operaciones de planta Jose Roberto Ospina, el coordinador de mantenimiento William Bello y su facilitador de mantenimiento Eduan Acevedo se realizó la evaluación de criticidades. En esta evaluación se fue muy riguroso al momento de asignar una calificación a cualquier equipo pues mediamos de manera real los impactos de los equipos en el proceso. Las diferentes opiniones y posteriormente el consenso, nos llevó a una calificación que para la mayoría de las personas involucradas en el proceso es la acertada y la que esperaban. A continuación, mostrare los criterios definidos por la división:

		CRITICIDAD POR							
		Seguridad	Ambiental	OPERACIÓN		MANTENIMIENTO			
				Calidad	Ocupación	Tiempo medio para la reparación	# Averías	Costo de Averías	Repuestos
Criterio		La falla representa un peligro para la integridad de las personas presentes en la zona	La falla atenta contra el equilibrio del medio ambiente	La falla ocasiona que el producto no cumpla con las especificaciones del cliente	El proceso requiere el equipo trabajando	El tiempo promedio de todas las reparaciones del ultimo año	Realizar grafico de pareto con el numero de averías del año pasado	Costo de reparación de la avería	Tiempo de consecución de los repuestos
Valoración	5	<b>Alto</b> (Riesgo de accidente mortal, o accidente de trabajo con incapacidad en el ultimo año)	<b>Alto</b> (Genera no conformidad según las políticas internas en caso de falla o ha presentado accidentes ambientales en el ultimo año)	<b>Alto</b> La falla afecta los estándares de calidad del producto	<b>Alto</b> El promedio de horas de trabajo diarias del equipo está entre 16> 24	<b>Alto</b> (La reparación tarda mas de 24 Horas)	<b>Alto</b> (esta en el 20% de los equipos que genera el 80% de los paros)	<b>Alto</b> (Superior al 10% del presupuesto promedio mensual del año anterior)	<b>Alto</b> (> 15 días)
	3	<b>Medio</b> (Riesgo de accidente con incapacidad, tambien tendra esta valoracion si se han presentado)	<b>Medio</b> (Genera observación según las políticas internas, o ha presentado incidentes ambientales en el ultimo año)	<b>Medio</b> La falla puede generar variaciones permisibles de calidad	<b>Medio</b> El promedio de horas diarias de trabajo del equipo está entre 8> 16	<b>Medio</b> (La reparación tarda entre 8 y 24 horas)	<b>Medio</b> (esta en el intervalo del 20% al 50% de los equipos que genera paros)	<b>Medio</b> (Entre 10% y 5%)	<b>Medio</b> ( 8> X <= 15 días)
	1	<b>Bajo</b> (No presenta riesgo)	<b>Bajo</b> (No se incumple)	<b>Bajo</b> La falla no afecta la calidad del producto	<b>Bajo</b> El promedio de horas de trabajo del equipo está entre 1> 8	<b>Bajo</b> (La reparación tarda menos de 8 horas)	<b>Bajo</b> (esta en el intervalo del 50% al 100% y en los que no generan	<b>Bajo</b> (Inferior a 5%)	<b>Bajo</b> (< 8 día)

Imagen 9. Criterios de evaluación de criticidades de equipos División de insumos industriales y Energía.

Con base en los criterios anteriormente mostrados se obtuvieron las siguientes criticidades:

CRITICIDAD AÑO 2018														
PLANTA: GAMMA-ITAGUI			OPERACIÓN				MANTENIMIENTO				CRITICIDAD			
PGP: FENIX			Seguridad	Ambiental	Calidad	Ocupación	Tiempo medio para la reparación	# Averías	Costo de Averías	Repuestos	En numero	En letra		
LISTADO DE EQUIPOS			La falla representa un peligro para la integridad de las personas presentes en la zona	La falla atenta contra el equilibrio del medio ambiente	La falla ocasiona que el producto no cumple con las especificaciones	El proceso requiere el equipo trabajador	El tiempo promedio de todas las reparaciones del último año	Realizar grafico de pareto con el numero de averías del último pasado	Costo de reparación de la avería	Tiempo de consecución de los repuestos	sumatoria de las criticidades individuales sin ponderación	criticidad A, B ó C		
NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO SAP	CODIGO ACTIVO FIJO												
1	HORNO N 1		5	3	5	5	1	1	1	1	15,2	A		
2	HORNO N 2		5	3	5	5	1	1	1	1	15,2	A		
3	MEZCLADOR DE PLACAS FRIAS		1	5	3	5	3	5	1	1	13,2	A		
4	MESAS PLACAS FRIAS		1	5	3	5	1	1	1	1	12	B		
5	BOMBA DE AGUA		1	1	5	5	1	1	1	1	10,4	B		
6	COMPRESOR		1	3	1	5	1	1	1	1	8,8	B		
7	MEZCLADOR N2		3	1	5	5	3	5	1	1	13,2	A		
8	MEZCLADOR N3		3	1	5	5	3	5	1	1	13,2	A		
9	MEZCLADOR N4		3	1	5	5	1	1	1	1	12	B		
10	MEZCLADOR N6		3	1	5	5	1	1	1	1	12	B		
11	MESAS VIBRADORAS		1	1	3	5	1	1	1	1	8,8	B		
12	TALADRO DE BANCO		1	1	1	1	1	1	1	1	4	C		
13	CORTADORA DE MADERA		1	1	1	1	1	1	1	1	4	C		
14	ESMERIL		1	1	1	1	1	1	1	1	4	C		
15	EQUIPO DE SOLDADURA		1	1	1	1	1	1	1	1	4	C		
16	MAQUINA PARA PLANTILLAS		1	1	1	1	1	1	1	1	4	C		
17	MAQUINA UNIVERSAL		3	1	5	5	1	1	1	1	12	B		
18	MEZCLADOR EIRICH		3	1	1	1	1	1	1	1	5,6	C		
19	ROTAP		1	1	3	1	1	1	1	1	5,6	C		
20	MOLINO DISCO-QUIJADA		1	1	1	1	1	1	1	1	4	C		
21	MOLINO DE CONO		1	1	1	1	1	1	1	1	4	C		
22	MEZCLADOR SPAR MIXER		3	1	3	1	1	1	1	1	7,2	B		
23	MEZCLADOR ASEA		3	1	3	1	1	1	1	1	7,2	B		
24	MUFLA ELECTRICA N		3	1	1	1	1	1	1	1	5,6	C		
25	MUFLA ELECTRICA G		3	1	1	1	1	1	1	1	5,6	C		
26	HORNO LOAD TEST		3	3	3	1	1	1	1	1	8,8	B		
27	HORNO REHEAT		3	3	3	1	1	1	1	1	8,8	B		
28	HORNO DE CONOS		1	3	3	1	1	1	1	1	7,2	B		
29	MUFLA ELECTRICA LAB Q 1700 C		1	1	3	1	1	1	1	1	5,6	C		
30	MUFLA ELECTRICA LAB Q 1300 C		1	1	3	1	1	1	1	1	5,6	C		
31	HORNO HMOR LAB Q		1	1	3	1	1	1	1	1	5,6	C		
32	HORNO RUL&CREEP TESTER LAB Q		1	1	3	1	1	1	1	1	5,6	C		
33	HORNO CONDUCTIVIDAD TERMICA LAB Q		1	1	3	1	1	1	1	1	5,6	C		

Imagen 10. Criticidades de equipos planta GAMMA-Itagüi.

Los resultados nos muestran como criticidad “A” cinco equipos, entre ellos: el horno 1, horno 2, mezclador de placar frías, mezclador 2 y mezclador 3. Lo anterior concuerda con lo esperado por el personal de la planta, pues son los equipos de mayor utilización, de mayor impacto ambiental en el caso de los hornos y de mayor impacto por avería en el caso de los mezcladores. Teniendo esta clasificación de criticidades por equipos, se definieron focos de trabajo hacia los equipos de mayor criticidad (A).

## FICHAS TECNICAS

La evaluación de criticidad nos da un punto de partida hacia los focos de trabajo, pues nos detectó inicialmente cuales eran los equipos claves dentro del proceso. Los 5 equipos categorizados con criticidad “A” tienen que iniciar a conocerse, pues son equipos con más de 20 años en funcionamiento y sin ninguna información técnica y en algunos casos hasta el desconocimiento del fabricante.

Para lo anterior se planteó la construcción de las fichas técnicas. Como los hornos están siendo evaluados por una contratista se le pidió a esta que levantara la ficha técnica, en el caso de la mezcladora de placas frías se está contemplando la idea de

reemplazar el equipo, por lo que se construyeron de momento las fichas técnicas de la mezcladora 2 y 3. Estas fichas técnicas contienen datos del motor, eje principal, sistema de reducción y demás características importantes del equipo. Se realizaron con la ayuda de personal técnico quien realizo el despiece de la máquina y del área de ingeniería que nos facilitó un dibujante para el levantamiento correcto de medidas y planos (Revisar anexos 1 y 2). En el caso del motor de una de las mezcladoras el cual no tenía los datos de placa se estimó la potencia midiendo la corriente en sus fases.

### CONTROL DE TARJETAS F “FUGUAI”

Se capacitó al personal en tarjetas F, haciendo énfasis en la tarjeta roja, que es quien detona la anomalía en la máquina del operario al personal técnico. En ella se registra el nombre el pequeño equipo, el nombre de la máquina, por quien fue detectada, una descripción del problema y quien le dio cierre a la tarjeta.

**TARJETA F DE MANTENIMIENTO PLANEADO**

Planta/Proceso:  Vigencia desde: 2018.06.01 Versión: 02

Número de Aviso SAP:  Consecutivo Tarjeta PE: **1001**

**PRIORIDAD**  A  B  C  
8 días 30 días 60 días

Pequeño Equipo:  Máquina:

Detectada por:  Fecha Apertura:

Cerrada por:  Fecha Cierre:

**DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

**QUÉ:**

**CÓMO:**

**DONDE:**

Imagen 11. Formato “Tarjeta F de mantenimiento” División de insumos industriales y Energía.

La gestión a estas tarjetas se hace en el siguiente gráfico, que relaciona el número de tarjetas abiertas vs tarjetas cerradas.

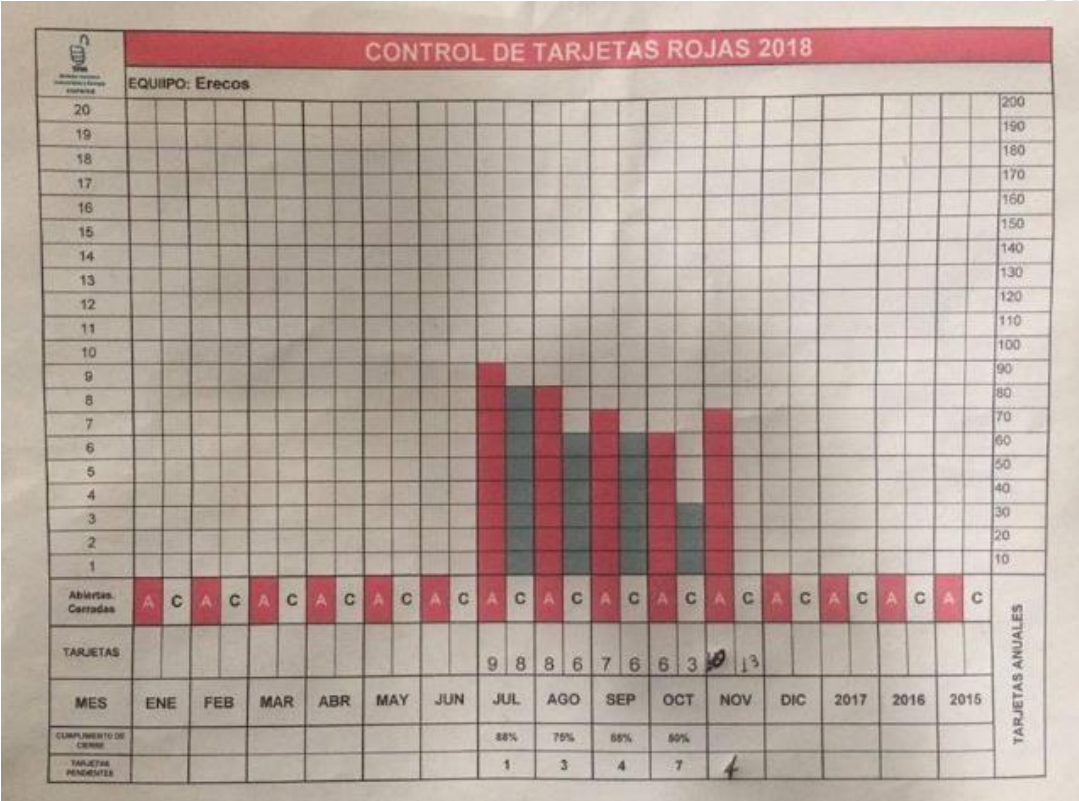


Imagen 12. Gráfico “seguimiento de apertura y cierre de tarjetas” División de insumos industriales y Energía.

### REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE AVERÍAS

La planta GAMMA-Itagüí venía con la práctica de registrar los eventos por averías, pero este registro pese a que nos sirve como historial, para dar gestión no nos aporta, para lo cual se enseñó al personal el formato de seguimiento de averías día a día propuesto por la metodología TPM. En este formato se puede diligenciar la avería, su duración y su tipo.

Imagen 13. Formato utilizado para el seguimiento de averías en planta GAMMA-Itagüi

SEGUIMIENTO PAROS POR AVERIA MAYORES A 10 MINUTOS		Código:																														
DÍA A DÍA		Vigente desde:																														
PEQUEÑO GRUPO:		LÍNEA:																														
MES:																																
<b>Día</b> →	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	<b>TOTAL</b>																														
Verde	Déf. Natural																															
Azul	Déf. Forzada																															
Roja	Sobrecargas																															
Naranja	Pro. Doble Dicho																															
Amarillo	Error Humano																															
<b>Total Paros / Día</b>																																
<b>Tiempo Acumulado</b>																																
<b>NUMERO DE AVERIAS</b>	12																															
	11																															
	10																															
	9																															
	8																															
	7																															
	6																															
	5																															
	4																															
	3																															
2																																
1																																
<b>Día</b> →	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	<b>TOTAL</b>																														
Verde	Déf. Natural																															
Azul	Déf. Forzada																															
Roja	Sobrecargas																															
Naranja	Pro. Doble Dicho																															
Amarillo	Error Humano																															
<b>Total Paros / Día</b>																																
<b>Acumulado de Paros</b>																																

Imagen 14. Formato "Seguimiento de averías día a día" División de insumos industriales y Energía.

Y para consolidar la información recolectada en los formatos de seguimiento de averías día a día, se construyó el siguiente gráfico en acrílico que visualiza de manera fácil las averías y por ende que facilita la gestión, además que mapea todas las averías en número de manera mensual durante un año y que al final un consolidado nos servirá para el establecimiento del Benchmark.



Imagen 15. Formato “Seguimiento de averías anual” División de insumos industriales y Energía.

## ANALISIS DE AVERIAS

La necesidad de analizar las averías de manera correcta y evitar con esto la recurrencia de estas, hizo que la División de insumos industriales y Energía creara un formato que analice la multicausalidad de una avería llamándolo “Análisis de avería tipo B” (Revisar anexo 3). Para la divulgación y manejo apropiado de este formato se creó un curso llamado “Gestores de averías” con el cual se formaron inicialmente dos grupos que en total suman 32 técnicos de mantenimiento (Revisar anexo 4). Por los buenos resultados obtenidos se pretende formar a todo el personal técnico de la división como “Gestor de averías”.

Este curso fue liderado por Laura Bustamante quien es líder del pilar de mejoras enfocadas y cinturón negro “Six-Sigma”, Francisco Rivas líder del pilar de mantenimiento planeado y Andres Felipe Bustamante practicante del pilar de mantenimiento planeado. El curso tiene como contenido todo el ciclo DMAIC para la

resolución de problemas, dando prioridad a la utilización de herramientas como el “5W+1H”, “Espina de pescado” y “¿Por qué? ¿Por qué?”. Adicional a lo anterior se hicieron visitas a procesos pertenecientes a la división, pero ajenos a los del personal técnico participante, para que se enfrentaran a una avería real y emplearan los conocimientos aprendidos. Para finalizar se les encargo con el coordinador de mantenimiento que a su vez es el jefe directo, la asignación de una avería presentada dentro de los procesos propios de los técnicos, para que se les realice el debido análisis y se presente este para que puedan obtener la graduación del curso y el título de “gestores de cambio”.

## **MODELO POTENCIA-CARGA**

Para abordar este tema se realizó una capacitación a todo el PGP “Fenix” de la planta GAMMA-Itagüí tratando los temas anteriormente nombrados y haciendo ejemplos prácticos sobre ellos (Revisar anexo 5).

El modelo potencia-carga es un análisis físico a la ocurrencia de averías y de este se desglosan los tipos de averías para el TPM y sus contramedidas. Fue de mucha importancia la formación de todo el PGP pues terminaron con el concepto claro del por qué ocurren las averías, como podemos clasificarlas según la metodología TPM y cuáles son las acciones o “que haceres” para evitar la recurrencia de estas. Además, se construyó un poster (Revisar anexo 6), con los conocimientos adquiridos y que tendrán ubicado en su tablero de gestión del pilar de mantenimiento planeado.

Se detecto al pasar los días mucha falencia en las demás plantas con este tema, por lo cual se decidió agregar la capacitación del “Modelo Potencia-Carga” a futuros cursos de “Gestores de averías” para así entregar todo el conocimiento de gestión y cierre de una avería en un mismo curso.

## **BENCHMARK**

Después de hacer el seguimiento y registro de las averías durante el año, se establece el benchmark con meta de una avería para el 2019 siguiendo así la metodología que nos sugiere una reducción del 50% como meta para el siguiente año.



Imagen 16. Formato “Seguimiento de averías anual, Benchmark” División de insumos industriales y Energía.

## CONCLUSIONES

- Dentro de una organización tan grande como Corona es fundamental que la operación entienda todo el esquema de personal que ayuda a la gestión de una metodología como TPM. Así como entender la importancia de su labor, pues es esta la base que soporta toda la metodología en el día a día y que sin su debido accionar se verá estancada y sin sentido
- Para la realización de una actividad donde se definirán las criticidades de los equipos es de mucha importancia la presencia de todo el PGP, personal de mantenimiento, calidad y producción. Todos estos puntos de vista desde diferentes percepciones hacen que nuestra categorización de criticidades sea la real del proceso y deja claro o en manifiesto cuales son los equipos (Maquinas) focos de trabajo y de mayor cuidado.
- Las fichas técnicas de los equipos son fundamentales en su gestión, pues ayudan a visualizar el equipo y categorizarlo acorde a sus partes y



componentes. Se tiene que ser muy cuidadoso al momento de levantar fichas técnicas a equipos muy viejos y que ya perdieron datos de placa o que nunca han sido desarmados, pues durante la actividad de desmonte se pueden comprometer sub-sistemas y surgir una avería o un problema mayor por intentar desmontarlo.

- Cuando se fomenta y se potencializa la apertura de tarjetas se le da gestión a las mismas, ya que estas se vuelven un detonante a trabajar. Si no se lleva una buena práctica con estas, los problemas se nos vuelven del diario vivir, no se visualizarán y por ende no se tratarán de manera efectiva.
- Llevar un registro o seguimiento adecuado de las averías nos ayuda a mapear nuestro proceso y a prestar atención en los equipos o partes de equipos donde se presentan. Lo anterior en conjunto a un buen conocimiento del origen de las averías, que las puede ocasionar, los tipos y sus contramedidas facilitarían el tratamiento y cierre de estas.
- Las herramientas de análisis juegan un papel muy importante al momento de solucionar problemas. En el caso del pilar de mantenimiento planeado son utilizadas para los análisis de averías, que son pieza clave para evitar la recurrencia y aparición de nuevas averías. Para realizar un buen análisis de avería es imprescindible la presencia del operador que detectó el problema, así como buena cantidad de personal técnico que aporte diferentes puntos de vista al tratar la avería. Este buen análisis nos deberá llevar a la causa raíz y esta a su vez a una contramedida, que siendo la adecuada nos blindará de la recurrencia de esta en un futuro.
- Por último, la buena disposición de todo el personal de la planta GAMMA-Itagüí hizo que se pudieran lograr grandes avances en la metodología y que estos se vieran reflejados en los acompañamientos gerenciales. Es esta disposición la que le da vida e impulsa a una metodología como TPM.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://empresa.corona.co/nuestra-compania/quienes-somos>
- [2] <http://www.sumicol.com.co/nuestro-negocio/quienes-somos>
- [3] <http://www.gamma.com.co/nuestra-empresa/>
- [4] Tokutaro Suzuki. “TPM en industrias de proceso”, páginas 6-7
- [5] Tokutaro Suzuki. “TPM en industrias de proceso”, página 12
- [6] Álvaro Palacio P. “Total Productive Maintenance-Implementando TPM”. 3ª Edición. Páginas 355-356
- [7] Álvaro Palacio P. “Total Productive Maintenance-Implementando TPM”. 3ª Edición. Página 358
- [8] Tabla Criterios para evaluación de criticidad de equipos. Álvaro Palacio P. “Total Productive Maintenance-Implementando TPM”. 3ª Edición. Página 359
- [9] Tokutaro Suzuki. “TPM en industrias de proceso”, página 105-108
- [10] Imagen tarjeta F “fuguai”. Tokutaro Suzuki. “TPM en industrias de proceso”, página 108
- [11] Álvaro Palacio P. “Total Productive Maintenance-Implementando TPM”. 3ª Edición. Páginas 363-364
- [12] Kinjiro Nakano. “Planned Maintenance, Keikaku Hozen”, página 13-14
- [13] Imagen “Deterioration”, Fig.1.3 Analysis of stress and strength. Kinjiro Nakano. “Planned Maintenance, Keikaku Hozen”, página 15
- [14] Imagen “Uncontrolled stress”, Fig.1.3 Analysis of stress and strength. Kinjiro Nakano. “Planned Maintenance, Keikaku Hozen”, página 15
- [15] Imagen “Insufficient strength”, Fig.1.3 Analysis of stress and strength. Kinjiro Nakano. “Planned Maintenance, Keikaku Hozen”, página 15
- [16] Kinjiro Nakano. “Planned Maintenance, Keikaku Hozen”, página 16-17
- [17] Tokutaro Suzuki. “TPM en industrias de proceso”, página 59
- [18] Trias Monica, et al. “Las 5w + H y el ciclo de mejora en la gestión de procesos”. Laboratorio tecnológico del Uruguay 2009. Página 22.
- [19] “Diagrama de Ishikawa o de espina de pescado: Qué es y cómo se hace”. <https://leanmanufacturing10.com/diagrama-de-ishikawa-o-de-espina-de-pescado-que-es-y-como-se-hace-ejemplo> . Lean manufacturing10
- [20] Álvaro Palacio P. “Total Productive Maintenance-Implementando TPM”. 3ª Edición. Páginas 305-308
- [21] Álvaro Palacio P. “Total Productive Maintenance-Implementando TPM”. 3ª Edición. Páginas 376

## **ANEXOS**

**Anexo 1:** Ficha técnica mezcladora 2

**Anexo 2:** Ficha técnica mezcladora 3

**Anexo 3:** Formato “Análisis de avería tipo B”

**Anexo 4:** Formato de asistencia “Curso gestores de averías”.

**Anexo 5:** Formato de asistencia “Modelo Potencia-Carga”

**Anexo 6:** Poster Definición de avería, causas, tipos y contramedidas.



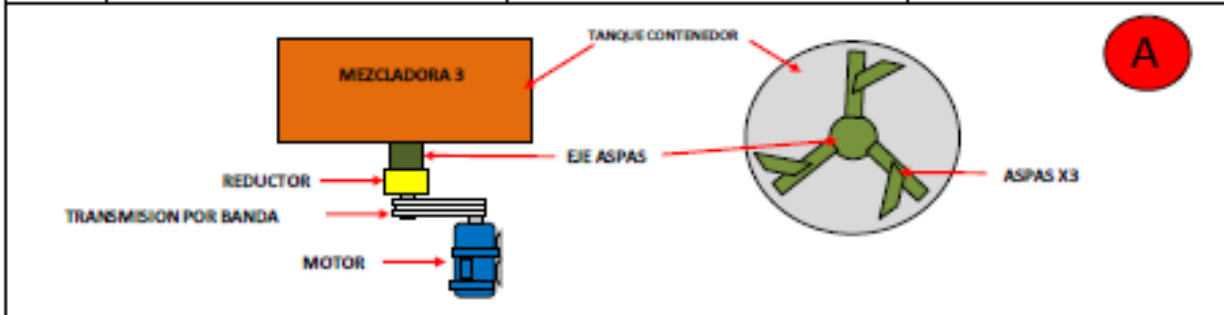
## ANEXO 1. Ficha Técnica Mezcladora 2

FICHA TÉCNICA MANTENIMIENTO		CODIGO: REMND9-003
PLANTA: GAMMA-ITAGUI	LOCALIZACIÓN: ZONA DE MEZCLA	CODIGO SAP EQUIPO: 10011918
EQUIPO:	MEZCLADORA 2	
MARCA:	HOGANAS	
MODELO :		
SERIE:		
CATALOGO:		
PLANOS:		
CENTRO COSTOS:	GM7IT25021	
FABRICANTE:	HOGANAS	
PROVEEDOR:		
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO		
CAPACIDAD: 25 Lts		
CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES DEL EQUIPO		
COMPONENTE No. 1	COMPONENTE No. 2	COMPONENTE No. 3
MOTOR	TANQUE CONTENEDOR	ACOPLE
Potencia: 2,4 HP (1,789 KW)	Diametro: 18 in ( 45,72 cm)	Renold
RPM: 3600 RPM	Altura: 10 in (25,4 cm)	
Voltaje: 220 V		
Corriente: 5,8 A		
COMPONENTE No. 4	COMPONENTE No. 5	COMPONENTE No. 6
REDUCTOR	EJE	
Reduccion: 22/1	Seccion 1: Long 29,3 mm, Diam 29,3 mm	
	Seccion 2: Long 25,5mm, Diam 35 mm	
	Seccion 3: Long 280,65 mm, Diam 38 mm	
	Seccion 4: Long 32 mm, Diam 28,45 mm	
OBSERVACIONES: El equipo no cuenta con catalogo.		

ANEXO 2. Ficha Técnica Mezcladora 3



FICHA TÉCNICA MANTENIMIENTO		CODIGO: REMND9-003
PLANTA: GAMMA-ITAGUI	LOCALIZACIÓN: ZONA DE MEZCLA	CODIGO SAP EQUIPO: 10011919



EQUIPO:	MEZCLADORA 3
MARCA:	HOGANAS
MODELO :	
SERIE:	
CATALOGO:	
PLANOS:	
CENTRO COSTOS:	GM7IT25021
FABRICANTE:	
PROVEEDOR:	HOGANAS



CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

CAPACIDAD: 300 Lts	

CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES DEL EQUIPO

COMPONENTE No. 1	COMPONENTE No. 2	COMPONENTE No. 3
MOTOR	TANQUE CONTENEDOR	REDUCTOR
Potencia: 3,7 Hp (2,774 Kw)	Diametro: 36 in ( 91,44 cm)	Reduccion: 22/1
RPM: 2995 Rpm	Altura: 16 in (40,64 cm)	
Voltaje: 220 V		
Corriente: 9,1 A		
COMPONENTE No. 4	COMPONENTE No. 5	COMPONENTE No. 6
TRANSMISION POR BANDA	EJE	
SPB-140X2	Seccion 1: Long 57 mm, Diam 50 mm	
	Seccion 2: Long 44,75mm, Diam 54,95mm	
	Seccion 3: Long 454 mm, Diam 57 mm	
	Seccion 4: Long 156,35 mm, Diam 53,65 mm	

OBSERVACIONES: La potencia fue calculada midiendo la corriente en vacio y asumiendo configuracion Delta del motor con un factor de potencia de 0.8, pues no se encontraron datos de placa en el motor.





## Anexo 4: Poster Definición de avería, causas, tipos y contramedidas.

