

EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO HACIA LA CONFIABILIDAD: UNA EXPERIENCIA EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

Ing. Andrés Felipe Hurtado; Ing. William Villarreal; Ing. Carlos M. Padilla
INGREDION COLOMBIA S.A
Cra 5 # 52 - 56
Cali, Colombia

Resumen

La competitividad trae consigo muchos retos. Estos retos exigen una mayor velocidad de respuesta, una anticipación a las necesidades de los clientes y sobretodo una cadena de suministro confiable para asegurar los compromisos de entrega. A su vez, los contextos operacionales ajustados a esta dinámica demandan que los procesos se administren de acuerdo a estas necesidades. En el caso de la gestión de mantenimiento, se requiere no sólo responder a sus objetivos misionales de incrementar la confiabilidad y la disponibilidad de los activos, sino también contribuir al cumplimiento de los objetivos del negocio y de la operación. El presente trabajo tiene como propósito compartir los resultados, experiencias y aprendizajes alrededor del proceso de transformación de la gestión de mantenimiento en la empresa Ingredion Colombia S.A., incorporando los principales conceptos de Confiabilidad y adoptando las mejores prácticas consideradas como benchmark en la materia. Se abordará el inicio del proceso, las principales estrategias y frentes de trabajo, los resultados conseguidos y sus contribuciones a los resultados del negocio, las lecciones aprendidas y próximos pasos, considerando que esta experiencia hace parte de un plan estratégico a 5 años.

1. Contexto organizacional y operacional de Ingredion Colombia S.A.

La competitividad trae consigo muchos retos. Estos retos exigen una mayor velocidad de respuesta, una anticipación a las necesidades de los clientes y sobretodo una cadena de suministro confiable para asegurar los compromisos de entrega. A su vez, los contextos operacionales ajustados a esta dinámica demandan que los procesos se administren de acuerdo a estas necesidades. Estos procesos operacionales involucran toda la cadena productiva, incluyendo los procesos de mantenimiento.

Ingredion Colombia SA es una filial de Ingredion Incorporated, una compañía multinacional del sector de alimentos que se dedica a la generación de soluciones de ingredientes basados en el procesamiento de maíz.

Sus principales ingredientes abastecen la cadena productiva de empresas del sector de alimentos, sector industrial, cuidado personal y de salud, alimentos procesados, entre otros mercados. Posee más de 50 años de presencia nacional y actualmente cuenta con 2 complejos industriales en Colombia. La principal planta (en adelante la Planta Cali) se encuentra ubicada en la ciudad de Cali; cuenta con una Tasa de producción promedio de 1.000 Toneladas por día, una configuración operacional de procesos continuos con más de 2.000 equipos y activos industriales y se opera de manera centralizada con 4 técnicos de producción por turno en un esquema continuo de 24 horas por 7 días a la semana. En el cierre del año 2016, el volumen de ventas promedio de la compañía cerró en 31.000 toneladas mensuales.

Importante destacar que la Región Andina trabaja su modelo de excelencia operacional con base en 3 metodologías de mejoramiento continuo:

equipos de alto desempeño, Lean Six sigma y TPM. La Planta Cali es la única Planta de la corporación que ha obtenido los reconocimientos de excelencia (2010) y consistencia (2013) en TPM, otorgados por el *Instituto Japonés Mantenimiento Plantas (JIPM)*; en el año 2017, la Planta Cali fue certificada por el reconocimiento de excelencia de nivel Special, certificado por el mismo instituto JIPM.

El desarrollo del negocio en la Región Andina y Suramérica, junto con la expectativa de crecimiento orgánico en el mercado a través de ingredientes innovadores, la optimización de los costos de operación y la rentabilidad para asegurar el retorno sobre la inversión a los accionistas; son los objetivos principales que posee la compañía con el propósito de asegurar la competitividad y la sostenibilidad en el corto, mediano y largo plazo.

Estos objetivos se traducen en un contexto operacional de alta Utilización de los Canales productivos derivados de la Planta Cali para abastecer la demanda de los mercados; requiere también incrementar la eficiencia operacional de la Planta en 3.5% promedio (mejor valor de 95%, con una demanda de 98,5%), con el fin de asegurar un continuo tiempo *Uptime* y disminuir los tiempos *Downtime*, asociados no sólo a fallas y averías sino también a una optimización de las intervenciones de mantenimiento. Por último, la configuración de la Planta es más eficiente en términos de absorción de costos al trabajar de manera ininterrumpida, lo que significa una exigencia de alta confiabilidad en la operación y una optimización en el Costo de manufactura.

Para el área de mantenimiento, este contexto operacional que se presenta al final del año 2016 representa un panorama muy retante y desconocido para los próximos 5 años. Retante porque exige una dinámica de gestión colectiva y sinérgica con otras áreas (producción, ingeniería y proyectos, logística, etcétera), además de una estrategia diferente a los mismos elementos tradicionales que la compañía gestionaba el mantenimiento (esquema tradicional de yo opero mantenimiento repara), puesto que la exigencia interna demandaba un cambio en su forma de

administrar y los resultados que acompañaban a la gestión – si bien eran aceptables, para la exigencia necesaria no eran suficientes. Por consiguiente, la alta gerencia y la dirección de manufactura le apostaron a un cambio en la forma de gestión: pasar de una gerencia de Mantenimiento a una gerencia de Confiabilidad. En ese momento, se entendía la Confiabilidad como una evolución de Mantenimiento. Y desconocido, porque el paradigma vigente era que el concepto de Confiabilidad correspondía sólo al área de Mantenimiento, paradigma que era necesario reevaluarse.

Es así como al inicio del 2017, se emprende la gestión basada en Confiabilidad con un enfoque estratégico y sistemático que se encamine en elevar la gestión de cada uno de los sub-procesos de mantenimiento, pasando del esquema tradicional del mantenimiento reparador de activos al negocio de “*No hacer mantenimiento*”, garantizando la continuidad de la operación en términos de seguridad, calidad, disponibilidad, productividad, entrega y sostenibilidad. La figura 1 representa de forma esquemática los objetivos de la compañía relacionado con el contexto y los objetivos operacionales.

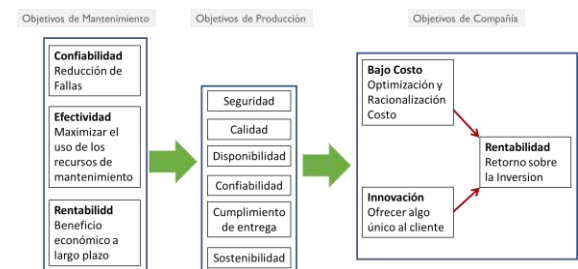


Figura 1: Resumen objetivos estratégicos de la compañía y su relación con producción y mantenimiento

Fuente: los autores

2. Construcción de la Estrategia de Confiabilidad

Considerando el contexto organizacional y operacional expuesto anteriormente, era necesario y prioritario adoptar una estrategia de Confiabilidad integral enfocada en la consolidación de la gestión de mantenimiento para apalancar las necesidades operacionales,

asegurar la atención de producto en el mercado y lograr rápidamente una mejora significativa en la confiabilidad de la Planta con foco en la optimización en el costo de fabricación. Todos estos elementos conformaron la Estrategia de Confiabilidad para Ingredion Colombia SA. propuesta para 5 años (2016 – 2021). Si bien la estrategia se encontraba claramente definida al inicio de este proceso y correspondía a un estado deseado general de la compañía, existían 3 incógnitas a resolver en el equipo gerencial de Confiabilidad para abordar este proceso:

1. ¿Todo el equipo de operación y mantenimiento conoce los conceptos de confiabilidad?, En pocas palabras: qué es eso de Confiabilidad?
2. ¿Cuál era la metodología a seguir para implementar la gestión de confiabilidad?
3. Cómo traducir la gestión de confiabilidad en acciones concretas y puntuales para desarrollar en el equipo de mantenimiento

Estas 3 incógnitas se resumen en *¿Cómo desarrollar el proceso de gestión y mejora de la confiabilidad?*

Para responder a estas inquietudes, se decidió que el proceso debía estar acompañado tanto de conocimiento como de experiencia en el sector industrial apoyándose de un proceso de consultoría en confiabilidad. Para esto se adelantó un proceso de Benchmarking para identificar cuál era el mejor marco de referencia en aplicación de conceptos de Confiabilidad ajustado al contexto operacional de la compañía.

Se encontró que el mejor marco de referencia estaba en el sector Oil&Gas. Por tanto, las prácticas de gestión de mantenimiento y confiabilidad que iba a seguir se enmarcaban en el sector petrolero. Adicionalmente, se desarrolló un proceso de formación de conceptos y entrenamiento con el apoyo de ACIEM Cundinamarca, quién ofreció su plataforma de capacitación al servicio de la compañía para homologar los conceptos de los procesos de Mantenimiento y Confiabilidad y generar una base de conocimiento colectivo, unificado y homogéneo en todos los niveles.

Con el apoyo de la formación y la consultoría en Confiabilidad, se abordaron las tres aristas de la incógnita inicial. En primera instancia, se desarrolló un programa de formación de 44 horas en conceptos de Planeación y programación de Mantenimiento e Ingeniería de confiabilidad para un público de 35 personas de las áreas de mantenimiento, operación, logística e ingeniería y proyectos, con el fin de homologar conceptos y unificar lenguaje y criterios alrededor de la gestión de mantenimiento y la confiabilidad.

La segunda – referente a la metodología a seguir –, se abordó usando como marco de referencia la filosofía de TPM con el pilar de *Planned Maintenance* [3] – ya adoptada en la compañía hace más de 15 años – y el modelo *Strategic Asset Management* de SAMI Corporation[1], el cual se refleja por la vista de la Pirámide del *Asset Healthcare*, resumida en la figura 2.

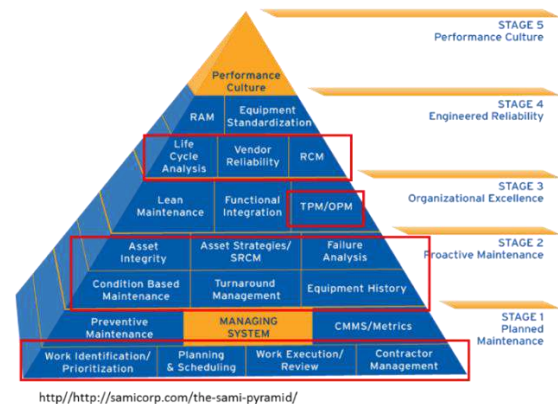


Figura 2: modelo Strategic Asset Management de SAMI Corporation. Pirámide de Asset Healthcare
Fuente: SAMI Corporation

La tercera arista, relacionada con desarrollar acciones puntuales para mejorar la confiabilidad, se afrontó con base en que era necesaria evaluar cómo estábamos; es decir, evaluar la Situación actual del proceso según metodología TPM. Para esto, se determinó realizar un diagnóstico para evaluar la capacidad y madurez de los procesos técnicos y administrativos de la organización del mantenimiento de Ingredion Colombia, visto desde una perspectiva interna (es decir, las propias personas de mantenimiento), desde sus grupos de interesados o *stakeholders* (Producción, Ingeniería, Logística) y desde la percepción del consultor experto, usando como

metodología la “*Matriz de la excelencia del mantenimiento*” [2]. Este diagnóstico fue realizado durante el mes de febrero de 2017 y permitió identificar el *grado real* de madurez de los procesos de mantenimiento y las brechas de oportunidad del equipo para elevar el proceso hacia un mapa de confiabilidad Mejor en su clase (*Best in Class*).

Con base en el marco de referencia de Confiabilidad descrito por la adopción de algunos elementos del modelo SAMI más el Pilar de TPM asociado a mantenimiento y el diagnóstico de los procesos de mantenimiento realizado, se determinaron las primeras acciones a seguir en el Plan de Trabajo de mejora de la Confiabilidad.

A continuación, se presenta la implementación de la estrategia de mejora de la confiabilidad, las primeras acciones de trabajo y los resultados obtenidos.

3. Primeras acciones en la Implementación de la estrategia de Confiabilidad

Proceso de Planeación y programación de Mantenimiento

Con la necesidad de mejorar la utilización de los recursos, garantizar la seguridad de las personas de mantenimiento, incrementar la disponibilidad y la confiabilidad de la Planta Cali y optimizar los costos de mantenimiento, se tomó la decisión de mejorar cada uno de los procesos del ciclo de vida de una Orden de Trabajo.

El proceso de Planeación y programación de mantenimiento comprende el ciclo operativo desde la recepción de un trabajo solicitado (bien sea por necesidad, corrección o rutinario en un plan), se define cuál es la actividad y se realiza la correcta gestión de los recursos necesarios para ejecutar la actividad solicitada hasta la asignación del técnico que va a realizar la actividad en un día.

El diagnóstico realizado mostró una oportunidad en los procesos de Planeación, debido principalmente a factores como falta de

nivelación de conocimiento del proceso – los técnicos responsables del proceso habían desarrollado empíricamente el proceso y había diferencia de criterios entre ellos, falta de claridad en la asignación de roles y actividades de planeación superpuestos que no permitían cumplir con todas las etapas del proceso de manera satisfactoria. En el mejoramiento del proceso de planeación y programación se realizaron las siguientes acciones:

- Sesiones de formación y nivelación de los conceptos y prácticas de planeación y programación de mantenimiento con el apoyo de ACIEM Cundinamarca.
- Revisión del proceso de planeación y programación y la asignación de responsabilidades para cada proceso (ver proceso de *Disciplina Operativa*)
- Cambio en el modelo de un planeador-programador (una misma persona realizando las 2 actividades) por especialidad técnica – cubriendo la dimensión completa de la especialidad – a un Planeador y a un Programador, es decir, 2 personas por Zona, vinculado al Team técnico de mantenimiento.
- Cambio en el esquema de planeación y programación diario – donde se atendía con prioridad las urgencias y trabajos correctivos, desplazando las tareas propias de mantenimiento preventivo –, a un ciclo de planeación y programación semanal con listado de ordenes congeladas, dando prioridad a los mantenimientos y dejando un margen de 20% de programación para las actividades correctivas y las necesidades.
- Participación e integración con el área de Producción en los procesos de planeación de las actividades de mantenimiento. En este espacio, se consolidan las necesidades de producción y se priorizan las entregas de los equipos en una vista de 2 ciclos de planeación hacia adelante.

Otro punto importante que se revisó en el proceso de Planeación y programación fue el esquema de Mantenimiento preventivo con Paradas de Planta. El esquema tradicional consistía en realizar una parada de planta mensual de aproximadamente 8

a 10 horas de trabajo. La realidad que se presentaba es que había una desviación del 50% del tiempo programado (se programaban 8 horas y terminaba entre 12 a 15 horas de parada) y con órdenes de trabajo pendientes por ejecutar. A su vez, se presentaban fallas después del arranque que limitaban la capacidad de operación de la Planta en el tiempo que se había estimado. Por tal razón, existía un “temor colectivo” a realizar mantenimiento de Planta. Adicionalmente, el proceso de planeación de la Parada no se realizaba de manera apropiada, ya que, por el calendario, las programaciones se superponían entre una parada y otra, haciendo que no fuera efectivo.

Frente a este panorama, se realizó un análisis estadístico de las Fallas reportadas en el Sistema SAP, encontrando que estadísticamente el 65% de las fallas ocurren entre el tiempo 0 a las 72 horas de operación – lo que se conoce como patrón de falla de *Mortalidad Infantil* (Figura 3). Esto indicaba que la Planta era muy susceptible de fallas cuando se hacía un mantenimiento a la carrera y sin una planificación apropiada. Por tal razón, como contramedida se determinó extender el calendario de Paradas de Planta para mantenimiento de mensual a bimestral, considerando un tiempo de 16 a 18 horas de parada para actividades de mantenimiento y estableciendo un horizonte de tiempo apropiado para la planeación y programación de estas paradas con mayor efectividad y eliminando el efecto de superposición en el cronograma

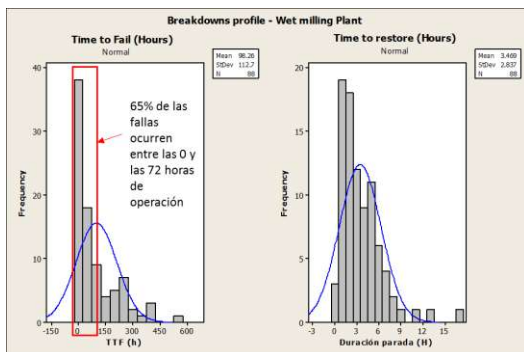


Figura 3: Análisis estadístico de las Fallas de Planta Cali
Fuente: Los Autores

La figura 4 muestra un comparativo de los cronogramas de paradas de mantenimiento entre el esquema de parada mensual a un esquema de

parada bimestral, indicando los principales beneficios de este cambio en el proceso:

- Reducción 50% de paradas al mes (espaciar 1 mes y alternar paradas)
- Planeadores/Programadores dedicado a parada de planta y ciclos de mantenimiento.
- Reducción de forma inmediata en un 30% en el número de fallas reportadas.



Figura 4: Comparativo de los cronogramas de parada de mantenimiento entre parada mensual a parada bimestral
Fuente: los autores

Todos estos cambios generaron un traumatismo inicial producto de enfrentarse al *status quo*. No obstante, el proceso se fue estabilizando hasta el punto de generar un espacio rutinario de ciclos de planeación semanal con reuniones de balance y reporte de indicadores claves de desempeño y seguimiento, a fin de garantizar la buena gestión para el siguiente ciclo.

Disciplina Operativa

Tomando como referencia el modelo de la Pirámide de SAMI y revisando los elementos que presenta para cada etapa, se encuentra que la primera etapa – la cual SAMI denomina Mantenimiento Planeado – es la base de la pirámide. Esto significa que los elementos presentados se convierten en fundamentales para el desarrollo de una evolución en la gestión del mantenimiento. Sin estos elementos desarrollados de manera adecuada, difícilmente se puede considerar un proceso estable y sistemático para evolucionar hacia la gestión de confiabilidad.

El diagnóstico realizado en Ingridion Colombia arrojó unas oportunidades importantes en términos de los elementos de la base de la pirámide. Por consiguiente, fue necesario

empezar a gestionarlos y a cerrar el Gap que existía entre el estado adecuado de estos procesos y el estado actual. A este proceso de gestión se denominó **Disciplina operativa**. Se le atribuyó este término debido a que en la compañía estos procesos si se manejan, sólo que no se gestionan de manera disciplinada y no se completan los ciclos adecuados de estos procesos. Por tal razón, se acude a la disciplina como un mecanismo de acción para cumplir con todas las actividades necesarias para llevar a cabo estos procesos.

En ese orden de ideas, el primer objetivo de la *Disciplina Operativa* fue realizar una revisión y redefinición de los flujos de procesos de las principales actividades de mantenimiento, desde la generación de información por parte de un solicitante hasta la ejecución, retroalimentación y cierre de la actividad. En esta revisión, se especificaron los roles y responsabilidades de los actores del proceso, los cuales no estaban claramente definidos y se presentaban situaciones donde por falta de claridad en el responsable de la tarea, se estaban omitiendo actividades o no se realizaban de manera clara y específica. Es así como apoyándose de la construcción de diagrama de flujo de actividades y de la matriz RACI [5], se reorganizaron los procesos de mantenimiento y la asignación de responsabilidades. Esta actividad tomó aproximadamente 2 meses en la revisión, definición, divulgación y seguimiento.

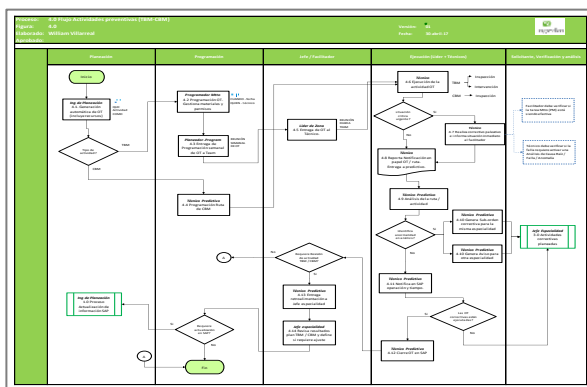


Figura 5: Diagrama de flujo de uno de los procesos de Mantenimiento
Fuente: Los Autores

El siguiente objetivo que se abordó en la *Disciplina Operativa* fue asegurar que el ciclo operativo de la Orden de Trabajo se cumpla completamente. Como se mencionó en el punto

relacionado con Planeación y Programación, las actividades de mantenimiento deben desarrollar un ciclo de pasos que se deben completar para garantizar una información confiable, adecuada y oportuna para su gestión. Este ciclo incluye planeación, programación, ejecución, retroalimentación y cierre de Orden de trabajo.

En el diagnóstico se evidenció que la compañía era consistente en las 3 primeras actividades, pero con una gran oportunidad en las 2 últimas: la retroalimentación y cierre. Esta falta de disciplina generaba un Backlog de órdenes de trabajo que no era real en el sistema SAP; adicional, generaba reprocesos porque al no cerrar estas actividades, la función de planeación volvía a programar actividades y se presentaban retroalimentaciones como “*esta actividad ya está realizada*”, o “*no existe la condición reportada*” generando reprocesos administrativos, baja productividad de los técnicos y desperdicio de talento humano. Aún más, cuando la actividad requería un nuevo reporte de solicitud o corrección y este no se generaba, el trabajo quedaba incompleto, dando la oportunidad de que suceda nuevamente el defecto y la falla.

Para tomar acción sobre este punto, se estableció las reuniones diarias de cada Team (equipo de mantenimiento) con su líder técnico, para hacer el balance diario de sus órdenes de trabajo; además, se estableció un espacio de seguimiento con indicadores de Planeación, Programación y Ejecución de Mantenimiento, donde cada semana se revisa el balance de las actividades programadas, ejecutadas y cerradas de órdenes de trabajo. Se definió claramente que era una orden de trabajo cerrada en el Sistema SAP y se establecieron indicadores de desempeño relacionados con esta actividad. Se ha logrado mejorar de manera significativa el ciclo de gestión de las ordenes de trabajo, permitiendo un mejor flujo de información y comunicación entre todos los actores involucrados en el proceso.

El tercer objetivo que se abordó en la *Disciplina Operativa* fue desarrollar un criterio de priorización de las actividades correctivas que surgen como requerimientos del área de Operaciones. Era necesario clasificar

correctamente las necesidades de Operaciones, ya que para el área toda actividad se convertía en una “urgencia”. Si bien el área de mantenimiento responde como un aliado de servicio para Operaciones, los recursos son finitos y hay que realizar un balance adecuado entre la necesidad operativa y el plan de mantenimiento, de manera tal de que no se descuiden las actividades programadas y el recurso asignado. Antes de contar con esta guía, “era una situación normal” romper con la actividad programada de mantenimiento para dar atención a necesidades de planta, las cuales no necesariamente eran urgentes o críticas para el proceso productivo. Esta mala práctica generaba un impacto importante que reforzaba el ciclo vicioso de Fallas.

Para desarrollar el criterio de priorización de trabajos, se estableció en conjunto con Producción una serie de criterio y se lanzó la *Guía de Priorización de Trabajos* la cual consta de una matriz para clasificar un trabajo correctivo o una necesidad como urgente, crítica, planeada a corto plazo o planeada a largo plazo. A su vez, con esta clasificación se dispara un flujo de aprobación de la actividad tanto con el Team técnico de mantenimiento como en el sistema SAP, para asegurar que la corrección se corrija de acuerdo al nivel clasificado.

Prioridad	Ejemplos de Falla o Incidente ocurrido	Tiempo de gestión	Planeación de la actividad	Programación de la actividad
1 EMERGENCIA	Riesgo inmediato de Seguridad a personas (lesión - Fatalidad) Riesgo inmediato a la Continuidad de Negocio: avería de equipo crítico que causa parada de Planta Mayor a 6 horas Cambio de línea OT/OTB o cambio Plan de Mantenimiento a 6 horas Fuga/Proceso que puede afectar la calidad para otros canales	Inmediato - 1 Día Comenzar la atención a emergencia de producción y Continuidad	haberla	OT trabajo conge con la programación previa Coordinar con Operación la prioridad de trabajos
2 CRÍTICO	Equipos que operan con productividad reducida o modo manual Equipos que tienen una falla funcional presente a falta del equipo Equipos que causan paradas de Planta menor a 6 horas Actividad mantenida PM con potencial de afectar al proceso Situación de Seguridad, Calidad o medio ambiente riesgo medio	1 Día - 1 semana Comenzar la atención a emergencia de producción y Mantenimiento	Normalmente no son Planes	Se programa dentro de los días siguientes y si el tiempo del trabajo lo permite Evaluar si el trabajo correctivo se puede programar
3 PLANEADA	Riesgos con falla funcional pero con threat by ser el proceso Equipos OT/OTB en línea de servicio Actividad mantenida PM no crítica y que puede planearse Requisito de condiciones: Situación de riesgo bajo Situación de Seguridad o Calidad de riesgo bajo	1 semana - 1 Mes Producción registra situación con Anexo SAP	Trámites al proceso de Planeación	Se programa después de ser Planeada
4 PLANEADA - FALTA PLANEADA	Máquinas en diseño, funcionamiento o mantenibilidad de equipos Máquinas en la ausencia de los procesos Fugas, anomalías (Temperatura, TMB) Situación de Seguridad o Calidad de riesgo bajo Mantenimiento o Intendencia Requerimientos de otros sistemas o áreas	1 Mes o más Sistema Parado de Mto Producción registra situación con Anexo SAP	Trámites al proceso de Planeación	Se programa después de ser Planeada

Figura 6: Guía de Priorización de Trabajos
Fuente: Los Autores

Esta guía permite que la discusión de necesidades y trabajos correctivos entre Operaciones y Mantenimiento pase de un estado subjetivo y de percepción (o lucha de poderes) a un estado objetivo y con criterio, donde ambas áreas son conscientes de la necesidad y del tratamiento a seguir. Por supuesto, el compromiso del área de mantenimiento es la de responder en los términos

establecidos, para asegurar que la respuesta como área de servicio para producción es efectiva.

Optimización del Plan de Mantenimiento

Continuando en el proceso de mejora de la Confiabilidad, uno de los planteamientos importantes que se generaron con el proceso de consultoría era si los planeas y las tareas de mantenimiento estaban siendo realmente efectivas, previniendo la ocurrencia de defectos y fallas, o por el contrario teníamos un desbalance con los planes de mantenimiento que generaban un impacto importante en términos de mal balanceo de carga operativa, uso de recursos mal aprovechados y exceso de actividades de mantenimiento que incrementaban el *Backlog*.

Con base en esta premisa, se determinó realizar una revisión de los planes y las rutinas de mantenimiento en uno de los sub-procesos de la Planta Cali. Esta revisión se realizó con base en la metodología RCM (*Reliability Centered Maintenance*), la cual fue orientada por el consultor experto. La figura 7 muestra el proceso general de la metodología RCM.

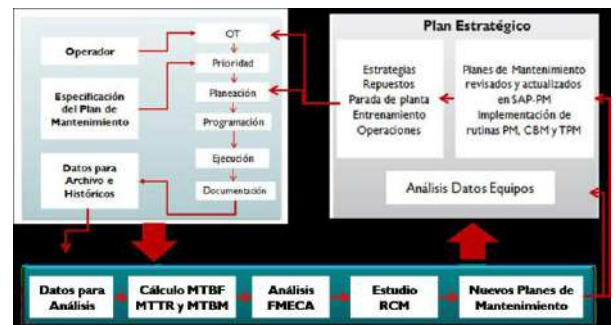


Figura 7: Adaptación de la metodología RCM para la revisión de los Planes de Mantenimiento

Fuente: los autores

En este estudio, se encontró una oportunidad de corregir el ingreso y categorización de la información en el sistema SAP-PM para que ésta sea un reflejo óptimo en términos de la estadística de falla y averías. Por tal razón fue necesario adelantar las mejoras en la taxonomía y catálogos estándar de fallas en el sistema SAP (visto en el encabezado anterior).

Para cada uno de los sistemas, equipos y componentes del proceso de estudio, se

determinaron los modos de falla para el análisis de confiabilidad, se calculó el MTBF actual de cada equipo, se recopilaron los principales *Bad Actors* por sistema y se realizó todo el análisis de criticidad y modos de Falla (FMECA) para determinar las correctas tareas de mantenimiento la frecuencia óptima de estas tareas.

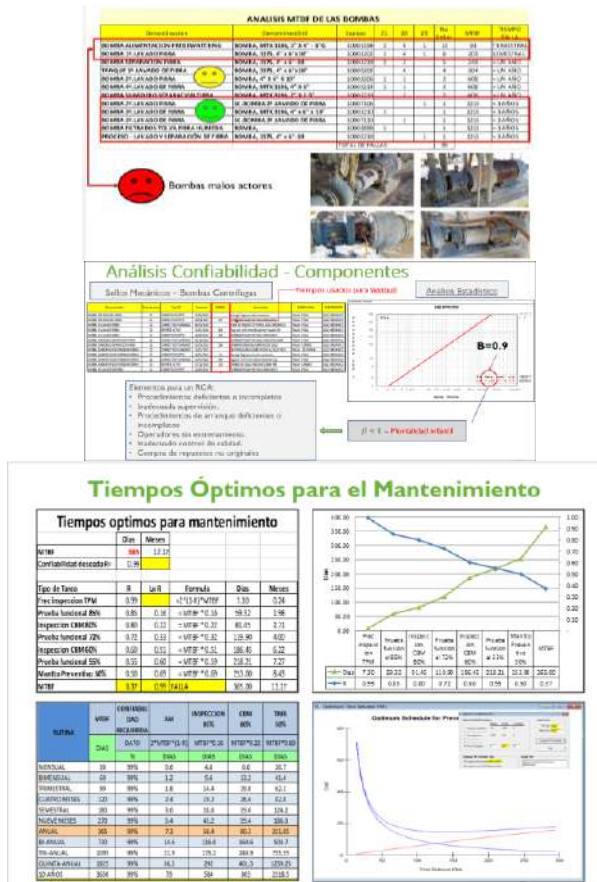


Figura 8: Resumen análisis estadístico, patrón de Falla y frecuencia óptima de mantenimiento en componentes del estudio realizado
Fuente: los autores

El resultado del estudio permito encontrar que existían rutinas de mantenimiento redundantes e inocuas, las cuales lo que hacían eran consumir recurso importante de técnicos en análisis que no eran profundos ni atacaban un modo de falla en particular. De igual forma, se encontró que algunos planes de mantenimiento estaban centrados en la especialidad y en el componente, y no integraban la gestión del activo completo. Esto significaba una redundancia en mantenimiento hacia los equipos y una probabilidad de falla importante por los diferentes sistemas del activo. También se encontró que las

tareas de mantenimiento desbordaban la capacidad de ejecución del equipo técnico, por lo que fue necesario realizar un balance de carga operativa considerando la frecuencia óptima de la tarea de mantenimiento.

Por último, en el estudio se desarrollaron algunos procedimientos operativos estandarizados para cada una de la tareas correctivas y preventivas de mantenimiento, de manera que sirvan no sólo como referencia técnica en la ejecución de los trabajos sino también como mecanismo de entrenamiento y desarrollo de habilidades de los técnicos, para que así se pueda contar con equipos de trabajo multihábiles y evitar la dependencia en la especialización.



Figura 17: Ejemplo procedimiento operativo estándar para la actividad de mantenimiento.

Fuente: los autores

Los estudios de RCM y PMO (*Optimización del Plan de Mantenimiento*) continuarán desarrollándose en el marco del plan de trabajo de mejora hacia la Confiabilidad, replicando los estudios y las lecciones aprendidas en otros sistemas de operación de la Planta Cali.

4. Resultados obtenidos

En este proceso inicial se han obtenido resultados importantes que reflejan victorias tempranas que dan la confianza en que el Plan de trabajo de va por el camino correcto. En estos resultados, se resaltan mejoras cuantitativas en los indicadores de desempeño de área de mantenimiento, así como también mejoras en términos de motivación e integración con sus *stakeholders*.

- Trabajar en confiabilidad tiene un impacto directo en los resultados de Seguridad Industrial, ya que no se ha vuelto a presentar accidentes en el área con un registro de 650 días de salud y bienestar.
- Una disminución del 50% en el número de averías, pasando de un MTBF promedio de 4 días en 2016 a 10 días al cierre de 2017.
- Considerando un contexto operativo de funcionamiento 24/7, se logró incrementar la disponibilidad en 234 horas de operación de la Planta Cali; esto representa 10 días adicionales y 11.000 toneladas de producto comparadas con el año anterior.
- La carga de trabajo medida a través del backlog se redujo de 18 semanas en 2016 a 12 semanas al cierre de 2017, logrando ejecutar cada vez un mayor número de órdenes de trabajo, aumentando la productividad.
- Cumplimiento del programa de mantenimiento semanal encima del 90%, considerando un correcto y riguroso ejercicio en el ciclo operativo de la Orden de trabajo.
- El costo de mantenimiento, medido en función de US/Tonelada producida, se redujo en 2.8% con respecto al año anterior, como consecuencia al aumento de la confiabilidad y a la mayor generación de producto de Planta.
- Equipo de trabajo humano motivado, empoderado y que marca un liderazgo notable, percibido en las áreas de producción e Ingeniería y proyectos.

5. Referencias

[1] SAMI Corporation. The Model - Strategic Asset Management. Disponible en: <http://samicorp.com/the-sami-pyramid/>

[2] Jhon Dixon Cambrell y John S Michell. Matriz de la excelencia del mantenimiento. Ponencia presentada en Plant Reliability Congress, Houston Texas, EE UU 2001.

[3] Suzuki Tokutaro, “TPM en industrias de proceso”, Madrid, Productivity Press, 1995.

[4] Ramesh Gulati, “Maintenance and reliability best practices”, USA, Industrial Press, 2013.

[5] Ricky Smith, “Why Define Roles and Responsibilities”, Artículo disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/why-define-roles-responsibilities-ricky-smith-crl-cmrp-cmrt/>. 2017.

Andrés Felipe Hurtado Martinez

Ingeniero Industrial y administrador de empresas de la Universidad Icesi. Especialista en Gestión de Plantas Industriales de la Universidad de San Buenaventura, con diez años de experiencia en Gestión de Operaciones y Sistemas integrados de Mejoramiento Continuo.
email: andres.hurtado@ingredion.com

William Joseph Villarreal

Profesional en Ingeniería Mecánica de la Universidad Autónoma de Occidente, con Diplomado en Gerencia de Mantenimiento y Certificado por la Association of Aset Management Professionals (AMP) como Líder Certificado en Confiabilidad (CRL)
e-mail: william.villareal@ingredion.com

Carlos Mario Padilla

Ingeniero Mecánico de la Universidad Pontificia Bolivariana y con Maestría en Economía de la Universidad del Norte. Certificado en Confiabilidad (CRL).
e-mail: carlos.padilla@ingredion.com