

# **DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA INDUSTRIA PRODUCTORA DE HORMIGÓN PREMEZCLADO**

Cristian Arias Ulloa<sup>1</sup>, Ángel Vargas Zúñiga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Mecánico 2004

<sup>2</sup>Director de Tesis de grado, Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1973. Profesor de la ESPOL desde 1973.

## **RESUMEN**

El presente trabajo está orientado a diseñar un Programa de Mantenimiento Preventivo para una Industria Productora de Hormigón Premezclado, la cual carecía de un mantenimiento planificado, y por ende mantenía constantes problemas en la disponibilidad de equipos y repetitivas paradas de emergencia.

El objetivo de diseñar un programa de mantenimiento preventivo para la mencionada industria productora de hormigón premezclado, es el de permitirnos tener un mantenimiento planificado, organizado, dirigido y controlado.

El resultado que se obtiene, es el desarrollo de un Programa de Mantenimiento Preventivo para la Industria Productora de Hormigón Premezclado, que garantice un 85% de confiabilidad de los equipos o seguridad de funcionamiento, y por ende el aumento de la capacidad de los equipos para funcionar en un instante determinado y aumentar la capacidad para operar sin producir daño. Adicionalmente, lograr estandarizar y mejorar la productividad de la mano de obra, en las actividades de mantenimiento.

## **INTRODUCCION**

El tema de la construcción en nuestro país está tomando mucha fuerza, por lo que la demanda de hormigón es grande y lo es también para las industrias productoras de hormigón premezclado. Al considerar el hecho anterior y el hecho de que al concepto de producción o fabricación de un bien en una industria o fábrica, se asocia inmediatamente el de su mantenimiento; entonces pude notar la necesidad de desarrollar un programa de mantenimiento preventivo para la industria productora de hormigón para la cual trabajé, como Supervisor de Mantenimiento.

Dicha industria productora de hormigón premezclado, no tenía una verdadera planificación, organización, dirección y control en el área del mantenimiento. Lo cual era verdaderamente un gran problema, puesto que a la aparición de fallos y averías en los componentes de esta instalación industrial, trae consigo la disminución de los beneficios que pudieran derivarse del proceso productivo en cuestión. Aquellas averías que dan lugar a la indisponibilidad de equipos que no producen durante el proceso y provocan una merma de ingresos y, así mismo, originan un incremento de los costes de producción, ya que, como mínimo, habrá

que reparar o sustituir el equipo averiado y, en el peor de los casos, deberán pagarse unas importantes indemnizaciones por los posibles daños ocasionados a terceros.

## **CONTENIDO**

### **Áreas y equipos de la planta hormigonera.**

La planta hormigonera se puede dividir en nueve áreas, que son:

1. Alimentación de Agregados, la cual la conforman los siguientes equipos:
  - Tolva de agregados
  - Banda transportadora 1
  - Silo de agregados
2. Recepción de cemento, la cual la conforman los siguientes equipos:
  - Compresor de aire
  - Silo 1 de 350 Ton
  - Silo 2 de 105 Ton
3. Alimentación de cemento, la cual la conforman los siguientes equipos:
  - Soplador de aire
  - Válvula rotativa
  - Silo 3 de 45 Ton ( Silo de consumo)
4. Alimentación de agua, la cual está conformada por:
  - Cisterna de agua
5. Alimentación de Aditivos, que está conformada por:
  - Tanques de abastecimiento
6. Dosificación de agregados, la cual la conforman los siguientes equipos:
  - Balanza de agregados
  - Banda transportadora 2
  - Tolva metálica
7. Dosificación de cemento, la cual la conforman los siguientes equipos:
  - Balanza de Cemento
  - Tornillo transportador
8. Dosificación de agua, la cual la conforman los siguientes equipos:
  - Bomba de agua
  - Contador de agua
9. Dosificación de aditivos. la cual la conforman los siguientes equipos:
  - Bomba
  - Dosificador de aditivo

### **Situación Actual del Mantenimiento en la industria productora de hormigón premezclado.**

En la industria en mención, no se tenía un mantenimiento totalmente planificado, organizado, dirigido y controlado, por lo cual se mantenía un alto índice de mantenimiento correctivo y de emergencia, y esto traía consigo la disminución de la confiabilidad de los equipos y a su vez provocaba una merma en los ingresos de la empresa.

En el taller mecánico existía mucho desorden y esto creaba ineficiencia en las actividades de mantenimiento.

En las actividades del taller mecánico, no existía un sistema de órdenes de trabajo y menos existía algún tipo de indicadores que permitiera realizar un control de las actividades de mantenimiento, y a su vez condujera a las mejores prácticas.

Al personal de operación de equipos, no se los instruía en actividades de mantenimiento, cuando debería estar capacitado en forma permanente, para crear un espíritu de propiedad de los equipos.

### **Alternativas de Mantenimiento a implementar en la industria productora de hormigón premezclado.**

En la gestión del Mantenimiento, hay que considerar las cuatro funciones administrativas que son: la planificación, organización, dirección y control.

El objetivo de diseñar un programa de Mantenimiento preventivo para ésta industria, es el de obtener un Mantenimiento planificado, organizado, dirigido y controlado.

Para poder lograr el objetivo trazado, se divide al programa de Mantenimiento preventivo en tres aspectos de implantación: Aspecto Funcional, Aspecto Recursos Humanos y Aspecto Técnico.

En el aspecto funcional de implantación del Programa de Mantenimiento preventivo, se enfoca a los equipos y sus características operativas.

En el aspecto Recursos humanos de implantación del Programa de Mantenimiento preventivo, se enfoca al recurso más importante de la empresa, que es el recurso humano. Aquí se debe conocer las fortalezas y debilidades del elemento humano con que se cuenta.

El aspecto técnico de implantación del Programa de Mantenimiento preventivo se enfoca a la gestión del Mantenimiento, es decir como se va a planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades de Mantenimiento.

## **1.- IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO: ASPECTO FUNCIONAL.**

### **1.1. Tarjetas de activo de los equipos de la planta hormigonera.**

La tarjeta de activo es una hoja en donde se anotan las características técnicas más relevantes de un determinado equipo, datos operativos, datos generales y sus respectivos puntos de mantenimiento.

Dichas tarjetas permiten organizar el mantenimiento y poder familiarizarse con los equipos existentes que dan lugar a la operación.

Para la elaboración de las tarjetas de Activo, se considera como principales elementos: Los puntos de Mantenimiento, Características técnicas, Datos operativos, Datos Generales y Documentación referente al Activo. El formato a utilizar se observa en la siguiente gráfica:

Nombre del Activo	
Datos operativos, Datos Generales y Documentación	Foto del Activo
Puntos de Mantenimiento del Activo	Característi_ cas Técnicas

Figura 1. Formato de la Tarjeta de Activo

## 1.2. Equipos críticos

En esta parte se indicará el método que permite determinar a un equipo como crítico. El definir los Equipos críticos ayuda a enfocar y priorizar el esfuerzo del mantenimiento para un resultado óptimo.

Un equipo es considerado como crítico, si:

- Al fallar paran la producción del producto final y no existe otro equipo disponible para sustituirlo.
- Al fallar no paran la producción del producto final, sin embargo disminuye la Calidad del mismo.
- Al fallar atenta con la seguridad del personal y protección del entorno.
- A falta de reparación inmediata de un equipo provocará un daño significativo a este o algún otro elemento.
- Necesitan cuidados especializados o externos.

Los equipos que se consideran como críticos para la planta hormigonera son:

- Las bandas transportadoras, alimentan a los silos y alimentan de material a los camiones hormigoneros. Para la banda transportadora, el tiempo de cambio o arreglo es largo y por consiguiente un tiempo de paro considerable en la producción.
- La bomba de agua, alimenta de agua para la mezcla de cada batchada. Existe una bomba de reemplazo, pero el tiempo de cambio es de dos horas, y por consiguiente un tiempo de paro considerable en la producción.
- El contador de agua, no para la producción del producto final pero altera la calidad del mismo. La alimentación de agua se realiza de forma manual y por tiempos controlados.
- Las celdas de carga, puesto que proporcionan el material en cantidades adecuadas. En caso de falla existe un reemplazo, pero produce un paro total en la planta, el tiempo de cambio y calibración es largo.

- Los filtros en silos de cemento, no paran la producción pero tienen incidencia en la pérdida de material, daño ambiental y costos elevados por escape de material al ambiente. Puede producirse una sanción a la empresa por parte de autoridades pertinentes.

## **2.- IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO: ASPECTO RECURSOS HUMANOS.**

### **2.1. Implantación de la estrategia de las cinco S's.**

La estrategia de las 5 "s", representa acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan con "s".

Estas cinco palabras son:

- Seiri (Clasificar)
- Seiton (Orden)
- Seiso (Limpieza)
- Seiketsu (Limpieza Estandarizada)
- Shitsuke (Disciplina)

### **2.2. Matriz de Habilidades de los recursos**

En esta parte se establece la Matriz de Habilidades de los recursos, la cual identifica la competencia de las personas que realizan actividades de Mantenimiento. El Objetivo de la Matriz de Habilidades de los recursos es identificar la base de Habilidades, diferencias y necesidades de capacitación para una persona o grupo de personas para optimizar la flexibilidad de las habilidades dicha persona o grupo de personas.

Para la implantación de la Matriz de Habilidades de los recursos se realizó una hoja en donde se describe la Capacitación recibida, otras habilidades y el deseo de Capacitación del Personal del Taller Mecánico.

### **2.3. Mantenimiento Autónomo**

En esta parte se hace mención del Mantenimiento Autónomo, el cual es una de las filosofías del Mantenimiento de clase Mundial, el cual indica que el Operador es parte importante del Mantenimiento del Equipo que se encuentra en su área de trabajo. El Objetivo del Mantenimiento Autónomo es el de permitir simplificar tareas de Mantenimiento.

Para la implantación del Mantenimiento Autónomo se tiene que considerar:

- Un cambio en el comportamiento del Operador y por consiguiente la apropiación del proceso de Mantenimiento del equipo que está bajo su responsabilidad.
- Tareas de alta frecuencia que se pueden realizar de forma rutinaria por el Operador, utilizando a menudo una hoja de chequeo.
- La Capacitación continua a los Operadores en Actividades de Mantenimiento, en Actividades de Operación, etc.

Para la implantación del Mantenimiento Autónomo, se dictó cursos de capacitación al Personal de Operación y además se han definido formatos (listas de chequeos) con los

cuales, el personal de operación realiza inspecciones con frecuencias definidas ( diaria, semanal, etc. ) de los equipos que se encuentran en su área de trabajo. Así el operador contribuye al control del óptimo funcionamiento del equipo, así como a la prevención de posibles paradas mayores.

### **3.- IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO: ASPECTO TÉCNICO.**

#### **3.1. Sistema de Órdenes de Trabajo.**

Las Órdenes de Trabajo (OT) son un sistema de control y de información que suministra:

- Instrucción para realizar una tarea.
- Prioridad de la tarea.
- Descripción de la tarea.
- Retroalimentación de lo que se hizo, tiempo perdido y recursos utilizados.

Con las Órdenes de trabajo, toda labor a realizar por el personal del taller mecánico dejará de ser verbal y ahora será escrita.

Las Órdenes de Trabajo permiten controlar las actividades de mantenimiento y provee alimentación a otros sistemas de información.

Con las Órdenes de Trabajo se obtienen índices de mantenimiento tales como:

- Utilización de la mano de obra
- Eficiencia de la mano de obra
- Productividad de la mano de obra
- Cumplimiento del Programa
- Confiabilidad

#### **3.2. Historial de mantenimiento**

En esta parte se hace mención del objetivo y la determinación del Historial de Mantenimiento.

El Historial de Mantenimiento sirve como base histórica y ayuda al análisis del desempeño de un determinado equipo.

En el Historial de Mantenimiento se determina:

- Las actividades preponderantes de Mantenimiento realizadas en un periodo determinado.
- Los costos de Mantenimiento en un periodo determinado.

El Historial de Mantenimiento que se implantó en la industria hormigonera, se basa en un cuadro realizado mensualmente, donde se especifica el equipo al cual se le ha realizado actividades de mantenimiento, la descripción de dichas actividades y el costo de la misma. Con este Historial de Mantenimiento Mensual se realizará un Historial de Mantenimiento por Equipo para analizar el desempeño del mismo.

### **3.3. Plan semanal de mantenimiento**

El Plan semanal de mantenimiento permite realizar una función importante dentro de la Gestión del Mantenimiento, la cual es la de Planificar, que consiste en definir metas, establecer las estrategias y coordinar las actividades.

El Plan semanal de Mantenimiento se lo hace con una semana de anticipación, tomando en cuenta:

- La disponibilidad de la mano de obra.
- La eficiencia de la mano de obra.
- Rutinas de mantenimiento planificadas.
- Las tareas prioritarias.
- La disponibilidad del material y de los repuestos.

El objetivo del Plan Semanal, es identificar las necesidades de recursos y optimizar los esfuerzos de mantenimiento.

### **3.4. Lista de trabajos preventivos**

En esta parte se determinan las listas de trabajos preventivos, las cuales son actividades diseñadas para minimizar el riesgo de fallas de los equipos.

El Objetivo de la lista de trabajos preventivos, es permitir minimizar las paradas no necesarias y aumentar el mantenimiento preventivo, reduciendo el nivel de mantenimiento no planificado.

Para diseñar las listas de trabajos preventivos se debe incluir los puntos de mantenimiento y sus respectivas inspecciones en un tiempo fijo.

### **3.5. Paradas programadas**

En esta parte se determinan las paradas programadas, las cuales permiten planificar el mantenimiento cuando el equipo no debe estar en marcha.

El objetivo de las paradas programadas es el de evitar, en lo posible, el mantenimiento de emergencia.

### **3.6. Estándares y especificaciones de trabajos preventivos**

En esta parte se determinan los Estándares y especificaciones de trabajos preventivos, las cuales dan una corta descripción estándar de una actividad de mantenimiento planificada o de rutina que describe:

- Lo que hay que hacer
- El tiempo óptimo para realizarlo
- Cuantas personas se necesitan
- Que habilidad o especialidad se necesitan
- Los materiales y herramientas

Con los estándares y especificaciones de trabajos preventivos, se logra identificar el tiempo perdido y proveer las instrucciones claras y consistentes sobre la mejor manera de realizar una tarea.

Para implantar los estándares y especificaciones de trabajos preventivos, se elaboraron Tablas en donde se especifican el nombre de la actividad de mantenimiento, la prioridad y frecuencia de la actividad, las actividades a realizarse en un determinado punto de mantenimiento, Recursos a utilizarse y observaciones (Ver figura 2).

Nombre de la Orden	Prioridad, Frecuencia de la actividad	
Actividades y Punto de Mantenimiento	Recursos	Observaciones

Figura 2. Formato de los Estándares y especificaciones de los trabajos preventivos.

## **CONCLUSIONES**

En la citada planta productora de hormigón premezclado se ha implantado un programa de mantenimiento preventivo que permite asegurar el normal funcionamiento de los equipos de la planta, a fin de maximizar su eficiencia dentro del servicio para el cual han sido diseñados, más allá de su vida útil estimada.

La implantación del programa se lo dividió en tres aspectos: El Aspecto Funcional, dirigido a los equipos, el Aspecto Recursos Humanos, enfocado al personal de la industria y el Aspecto Técnico, que es la Gestión de mantenimiento propiamente dicha.

El Aspecto funcional de implantación del Programa de mantenimiento es importante porque permite conocer los equipos y de esta forma se logra definir e identificar los equipos críticos, que permiten a su vez tomar una mayor atención en el mantenimiento de los mismos y dar prioridad a dichos equipos.

En el Aspecto relacionado al Recurso Humano, se desarrolló La Matriz de habilidades de los recursos, que nos permitió identificar las diferencias y necesidades de capacitación para el grupo humano del taller mecánico, y así lograr optimizar el recurso humano mediante la flexibilidad de las habilidades.

En el Aspecto Técnico, se dio un importante paso al implantar las ordenes de trabajo, pues se dio paso a un mantenimiento dirigido y controlado, debido a que cada mecánico tenía especificadas las tareas a cumplir, tomando en cuenta su eficiencia y eficacia. De estas órdenes de mantenimiento se deriva el Historial de Mantenimiento, que es una base estadística de operación y costo de mantenimiento por equipo.



Con el plan Semanal de Mantenimiento se logró obtener un mantenimiento organizado y planificado, puesto que aquí se considera la disponibilidad de la Mano de obra y los trabajos de mantenimiento prioritarios. El plan de mantenimiento nos permite identificar las necesidades de recursos y optimizar los esfuerzos de mantenimiento.

Con la implantación de los estándares y especificaciones de trabajos preventivos y la lista de trabajos preventivos, se logró implantar un mantenimiento planificado. Con estos elementos, las paradas emergentes y los trabajos de mantenimiento correctivo se han minimizado de manera considerable y esto lo podemos sustentar por medio de los indicadores claves de mantenimiento.

Con el desarrollo del programa de mantenimiento se incrementó la confiabilidad de los equipos a un 87%, y por ende incrementó la seguridad de funcionamiento de los equipos.

Se logró estandarizar actividades de mantenimiento, es decir, especificar el tiempo que se requiere para realizar dichas actividades, los recursos que se necesitan y frecuencia para realizarlas. Esto permite tener un mantenimiento planificado, organizado, dirigido y controlado.

El tiempo que tomó realizar el presente trabajo fue de un año, considerando que ya se había implantado éste mismo programa en otras plantas hormigoneras.

## **REFERENCIAS**

1. C. Arias, “Diseño de un programa de Mantenimiento Preventivo para una Industria Productora de Hormigón Premezclado” (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2004).
2. X. Logroño, “Desarrollo de un programa de Mantenimiento preventivo en una fábrica textil” (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1994).
3. F. Castanyer, Como mejorar la Productividad en el Taller (México, Editorial Alfaomega Grupo Editor S.A., 1999).
4. A. Vargas, Organización del Mantenimiento Industrial, (2da. Edición, Guayaquil, Editorial Series VZ, 1988).