

REINGENIERÍA DEL SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Gustavo Pino Avegno¹, Ernesto Martínez Lozano²

¹Ingeniero Mecánico 2003

²Director de Tesis de grado, Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1983. Profesor de la ESPOL desde 1983.

RESUMEN

El presente trabajo consistió en realizar un rediseño de todo el sistema de agua de enfriamiento de la empresa INCABLE S.A., la cual es una industria dedicada a la producción de conductores eléctricos de cobre y aluminio.

El rediseño consistió de tres partes fundamentales, como; la nueva selección de tuberías de distribución del agua para las maquinas de producción, aumento de la capacidad de enfriamiento con la selección de dos torres de enfriamiento y la selección de dos ablandadores de agua para el tratamiento de la reposición de agua de las torres de enfriamiento.

En el trabajo realizado se determinó la capacidad de enfriamiento requerida por el sistema, se realizaron exámenes, físicos, químicos y microbiológicos del agua del pozo para determinar la calidad del agua y se determinó la velocidad del agua correcta para el enfriamiento tanto para el aceite óleo hidráulico de las maquinas como para el recubrimiento de los conductores eléctricos.

INTRODUCCION

Hoy en día INCABLE exporta enchufes para cocinas, secadoras y todo tipo de extensiones en general para clientes en Estados Unidos, Sudamérica y Asia. Por tal motivo, la producción ha venido creciendo a lo largo de los años, lo que llevo al incremento de líneas de producción, pero sin aumentar la capacidad del sistema de agua de enfriamiento de las maquinas, lo que llevo al colapso del sistema, generando problemas en la calidad del producto, pérdidas del material de recubrimiento PVC y altas temperaturas de operación en la maquinaria. Para lo cual el presente trabajo realizará una reingeniería del sistema de agua de enfriamiento en la planta.

CONTENIDO

Los problemas existentes en la planta de producción se producen por el colapso del sistema de agua de enfriamiento actual debido al crecimiento desordenado de las líneas de producción a lo largo del tiempo, a continuación se muestra una descripción del sistema en la figura 1.

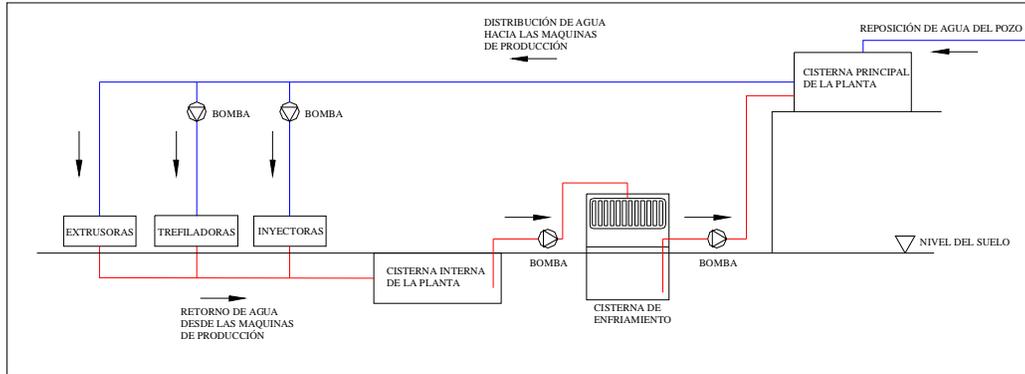


Figura 1. Descripción del sistema de agua de enfriamiento actual

El sistema consiste de una cisterna principal que distribuye agua a los intercambiadores de calor de las extrusoras, trefiladoras e inyectoras, para que retorne por un sistema de tuberías subterráneas que desembocan en la cisterna interna de la planta.

Luego se bombea el agua a la cisterna de enfriamiento, que es un diseño de malla de tuberías en columnas con perforaciones de 2 mm. de diámetro espaciadas entre si, a lo largo de las tuberías verticales para que el agua salga lo más pulverizada debido a la presión y caiga sobre una plataforma de concreto en la parte posterior y esta al fondo de la cisterna para producir una disminución de la temperatura del agua, para luego retornarla a la cisterna principal para su distribución. Además, la reposición de agua a la cisterna que proviene de un pozo de agua que esta a 40 metros bajo tierra.

Las deformaciones del material de recubrimiento PVC se debían a la baja velocidad de enfriamiento del agua y generaba pérdidas del material por el rechazo del producto por el departamento de calidad. El problema se debía a la destrucción y pérdida de la capacidad de enfriamiento de la cisterna que cumple el papel de torre de enfriamiento como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Cisterna de enfriamiento

La falta de mantenimiento de la cisterna de enfriamiento y el colapso de la capacidad de enfriamiento que ha crecido por el aumento de las líneas de producción, llevaron a

personal de mantenimiento de la planta a realizar modificaciones en la cisterna de enfriamiento que al final terminaron con la destrucción de la cisterna de enfriamiento, lo cual perdió capacidad y contribuyó al aumento de la temperatura del agua, la cual es perjudicial para las maquinas de producción.

En la figura 3 se puede observar la planta de producción.



Figura 3. Planta de Producción

ANÁLISIS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

La mayor parte de las máquinas para el procesamiento de plásticos son de accionamiento hidráulico. Una parte del trabajo mecánico realizado por la bomba eléctrica se transfiere al aceite en forma de calor, haciendo que la temperatura de éste aumente.

La temperatura adecuada del aceite en funcionamiento oscila entre los 45 y 50°C, de modo que es necesario un sistema de enfriamiento. Las máquinas de producción están generalmente provistas de un intercambiador térmico agua-aceite de dimensiones adecuadas y de una válvula termostática que controla el flujo del agua refrigerante. La importancia de esta válvula está en mantener la temperatura del aceite en los niveles indicados por el fabricante de la máquina.

Calidad del agua de enfriamiento del sistema

Debido a que la planta realizó estudios del suelo del terreno de la planta se encontraron que debajo de la planta pasaba un riachuelo, lo cual significó para la empresa una ventaja explotar este pozo de agua ya que le reducía costos de consumo de agua potable en la circulación del agua de enfriamiento en la planta pero sin realizar un análisis previo del agua. Por lo que para la realización de este trabajo se tomo una muestra del agua para su respectivo análisis y los resultados se muestran en la figura 4.

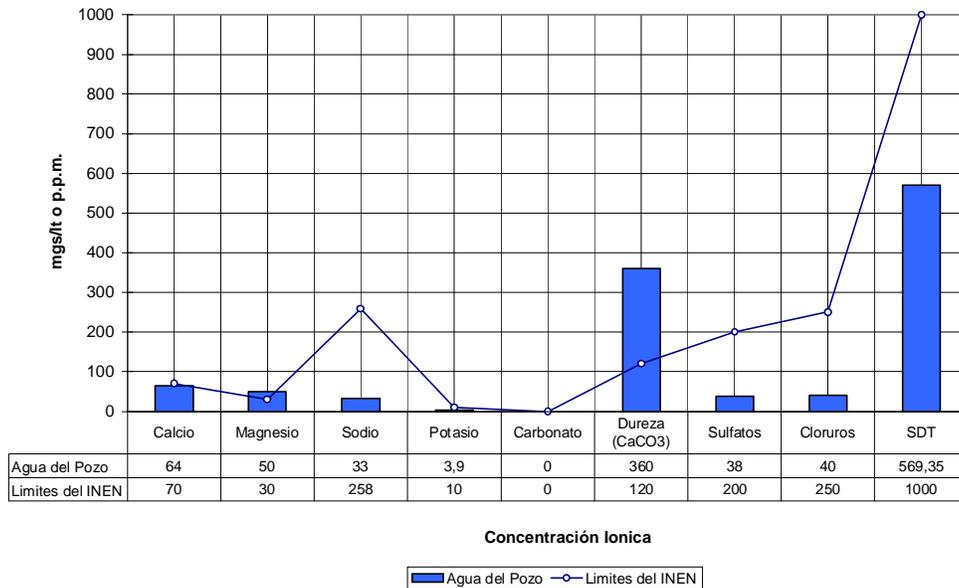


Figura 4. Análisis del agua del pozo

El análisis indicó que la dureza estaba fuera de los parámetros establecidos para el sistema de agua de enfriamiento ya que se consideraba como un agua muy dura como lo muestra la tabla I.

Tabla I. Clasificación de la dureza del agua

Descripción	Partes por millón
Agua muy blanda	< 15 ppm
Agua blanda	15 – 50 ppm
Agua ligeramente dura	50 – 100 ppm
Agua dura	100 – 200 ppm
Agua muy dura	> 200 ppm

Una dureza alta del agua es perjudicial para las tuberías y las maquinas por la formación de incrustaciones.

Estas incrustaciones son depósitos adherentes que posan sobre la superficie de transferencia térmica en el interior de las tuberías producidas por impurezas sedimentadas, estas incrustaciones actúan como un aislante térmico produciendo una reducción de la eficiencia térmica y reducen el diámetro de las tuberías.

La solución para reducir la dureza del agua es la selección dos ablandadores de agua conectados en serie para realizar un correcto tratamiento del agua de enfriamiento.

Capacidad de enfriamiento

Un aceite demasiado frío, es decir muy viscoso, implica un elevado consumo de energía por parte del motor de la bomba, lo que acorta su propia vida útil. Por otra parte un aceite demasiado caliente, es decir poco viscoso, provoca filtraciones en las juntas y a largo plazo la reducción de su vida útil.

No tiene sentido usar agua refrigerada para el enfriamiento, ya que la temperatura requerida es superior a los 30°C; es suficiente con utilizar agua a temperatura ambiente para el enfriamiento.

No se requiere un control estricto de la temperatura ambiente para el enfriamiento. No hay necesidad de personalizar el sistema de enfriamiento para cada máquina, de modo que una torre de enfriamiento es la solución ideal para el enfriamiento de las máquinas.

De acuerdo al gradiente de temperatura del agua en las máquinas se seleccionó dos torres de enfriamiento de 140 Toneladas de refrigeración cada una para abastecer la capacidad de enfriamiento actual con un 20% de capacidad adicional para futuras ampliaciones en la planta.

Modificaciones de la red de tuberías

De acuerdo a los requerimientos de caudal de cada máquina, se determinó el diámetro de tubería más idóneo en el cual las pérdidas por fricción, velocidad del agua y caída de presión se mantengan dentro del rango de diseño de tuberías.

Los ramales de tuberías de distribución de las máquinas que no cumplen con los rangos de diseño serán reemplazados con la nueva selección de tuberías.

NUEVO SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

El nuevo sistema de agua de enfriamiento contará con nueva tubería, dos torres de enfriamiento en las cuales operarán ambas al 100% de la carga y una sola torre para el 60% de la carga y dos ablandadores de agua para el tratamiento de la reposición del agua y el resto se almacenará en otra cisterna para consumos varios en la planta como riego del jardín, mantenimiento, servicios higiénicos de la planta, limpieza, etc.

En la figura 5 se muestra el diagrama del nuevo sistema de agua de enfriamiento.

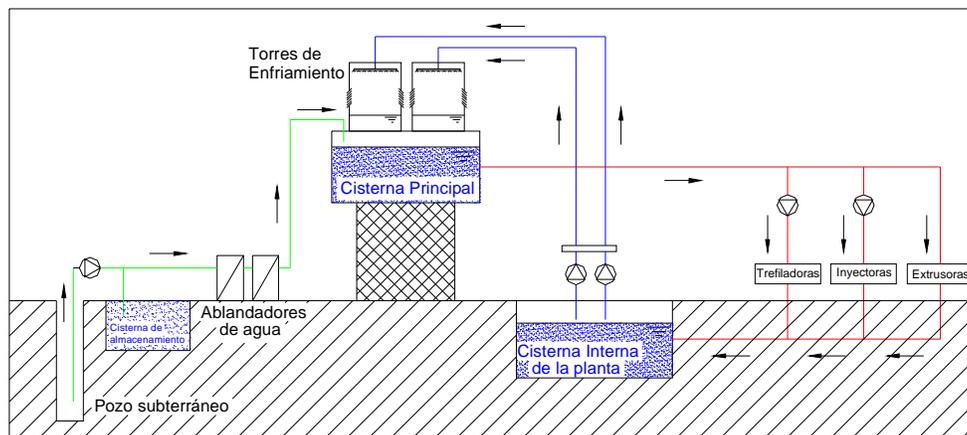


Figura 5. Diagrama del nuevo sistema de agua de enfriamiento

La instalación del nuevo sistema de agua de enfriamiento reducirá el consumo de agua potable y energía eléctrica, por almacenar el agua del pozo y por la selección de las nuevas bombas que consumirán menos energía eléctrica que el sistema anterior.

En la figura 6 se muestra la reducción del 57% del consumo de energía eléctrica del nuevo sistema de agua de enfriamiento en relación al sistema actual.

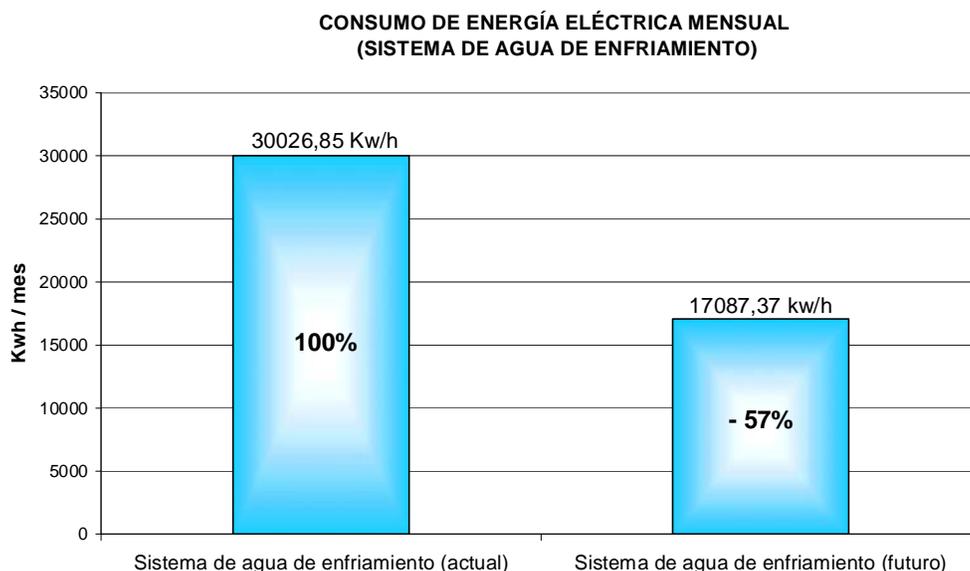


Figura 6. Reducción del consumo de energía eléctrica

Mensualmente el nuevo sistema generará un ahorro de 1600 USD por concepto de consumo de agua potable y energía eléctrica.

La inversión que se realizará en la nueva instalación del sistema de agua de enfriamiento se recupera en dos años exactamente solo con los ahorros que generara este sistema.

CONCLUSIONES

Por lo general la mala dirección técnica de los departamentos de producción para el mantenimiento de una planta ocasiona muchas pérdidas anuales para las empresas sin darse cuenta por tomar decisiones erradas.

La mala decisión de utilizar el agua del pozo para el sistema de enfriamiento de las maquinas sin realizar previamente un análisis del agua es fatal para las maquinas ya que ni siquiera se sabe que tipo de agua esta circulando por las maquinas y que en el caso del proyecto, el agua es muy dura, lo que estaba destruyendo lentamente las tuberías, bombas, intercambiadores de calor, etc.

La idiosincrasia de la industria ecuatoriana de siempre pensar que lo más barato es lo más conveniente para la planta es lo que produce problemas futuros en la producción y que genera grandes pérdidas económicas en la producción por problemas de mal mantenimiento

por no seguir un programado plan de mantenimiento con personal capacitado para realizar cada tarea.

La operación del nuevo sistema de agua de enfriamiento permitirá que se reduzcan las deformaciones del recubrimiento de PVC de los conductores eléctricos con una correcta velocidad de enfriamiento del material después del proceso de extrusión.

El rediseño del sistema de agua de enfriamiento de la planta tendrá la finalidad de permitir que la maquinaria de producción trabaje en condiciones normales de caudal y temperatura del agua requeridas.

La gran ventaja que se obtendrá con la instalación del nuevo sistema es la disminución de pérdidas del material de recubrimiento de los conductores eléctricos, ya que cuando se deforma, este ya no puede ser utilizado nuevamente como aislante eléctrico.

REFERENCIAS

1. W. Toro, “Ampliación de una línea de embotellado de cerveza de 1500 BPM” (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1998).
2. D. Benavides, “Rediseño de un sistema de enfriamiento de agua de una planta transformadora de plástico” (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1989).
3. M. Ayoub, “Mejoras en las Instalaciones mecánicas de un planta productora de hielo de 180 ton/día” (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2001).
4. F. Incropera, Fundamentos de transferencia de calor (4ta Edición, México, Prentice Hall, 1999).
5. B. Munson, Fundamentos de Mecánica de Fluidos (1ra Edición, México, Editorial Limusa, 1999).
6. H. Rase, Diseño de tuberías para plantas de proceso (Madrid, Editorial Blume, 1971).
7. B. Theodore, Marks Manual del Ingeniero Mecánico Tomo I y II (9na edición, Editorial Mc Graw Hill, 1995).