



T
658.5
PER
V.2/C.2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Estudio de Factibilidad Técnica para la Implantación del Centro de
Evaluación Industrial en la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentado por:

Cinthia Cristina Pérez Sigüenza

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2004



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**CENTRO DE EVALUACIÓN INDUSTRIAL
CEI**

REPORTE FINAL DE EVALUACIÓN INDUSTRIAL

NOMBRE DE LA EMPRESA

LOGO



CIB-ESPOL

FECHA

1. RESUMEN EJECUTIVO

El Centro de Evaluación Industrial (CEI) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral realizó una evaluación industrial a la **NOMBRE DE LA PLANTA** de **NOMBRE DE LA EMPRESA** el día **FECHA**. Como resultado de ella se presentan **XX** recomendaciones: **XX en energía**, **XX en desperdicios**, **XX en productividad** y **XX varias**, las que representan ahorros de **\$XXXX anuales**.

Tipo de Recomendación	Cantidad	Ahorros anuales	Costo de Implementación	ROI
Energéticas	xx	\$xx /año	\$ xx	Xx %/año
Desperdicios	xx	\$xx /año	\$ xx	Xx %/año
Productividad	xx	\$xx /año	\$ xx	Xx %/año
Varias	xx	\$xx /año	\$ xx	Xx %/año

Las recomendaciones abarcan áreas como **ILUMINACIÓN**, **MOTORES**, **PROCESOS PRODUCTIVOS** que disminuyen el costo energético en **XX%** aproximadamente.

Con el fin de estimar el nivel de consumo eléctrico por tipo de equipo utilizado se realizó un **Balance Energético** en base a la información reunida durante la auditoria y la que fue entregada por ustedes. En el Apéndice A se detallan los principales equipos utilizados y el balance energético de su planta.

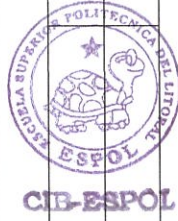
El siguiente gráfico muestra la distribución del consumo energético de los principales equipos utilizados.

GRAFICO (Balance Energético)

A continuación se presenta el resumen de las recomendaciones, las que serán detalladas en el Capítulo 4.

RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES

DESCRIPCIÓN	AHORROS (\$/año)	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN (\$)	TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN (años)	DISMINUCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO (KWh/año)	REDUCCIÓN DE LA DEMANDA (KW)	ROI (%)
Recomendaciones energéticas						
Sub-total energéticas						
Recomendaciones de manejo de desperdicios						
Sub-total manejo de desperdicios						
Recomendaciones de productividad						
Sub-total de productividad						
Recomendaciones varias						
Sub-total varias						
TOTAL						



En caso de dudas o comentarios por favor comunicarse con el Centro de Evaluación Industrial de la ESPOL, a través de las siguientes personas:

Nombre
Director CEI
teléfono
e-mail

Nombre
Líder del Equipo Auditor
Teléfono
e-mail

Nombre
Miembro del Equipo Auditor
teléfono
e-mail

Nombre
Miembro del Equipo Auditor
teléfono
e-mail

Nombre
Miembro del Equipo Auditor
teléfono
e-mail

Nombre
Miembro del Equipo Auditor
teléfono
e-mail

2. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

A continuación se presentan aspectos generales de su empresa, se analizan las principales fuentes de energía utilizados, equipos y sistemas instalados y finalmente se describe brevemente el proceso de producción.

2.1 Descripción de la empresa

La **Nombre de la Planta** de la **empresa** inició sus operaciones en el año **AÑO**. En la actualidad pone a disposición del mercado **NACIONAL Y EXTRANJERO XXXton DE PRODUCTO, XXXton PRODUCTO** al año.

Posee alrededor de **XX** empleados administrativos y **XX** empleados de planta. Los cuales trabajan **TURNOS**.

La planta está dividida en: **AREAS**. A continuación se presenta un bosquejo de su distribución.

LAYOUT



2.2 Demanda Energética

Las fuentes de energía utilizadas son: electricidad, Gas licuado de petróleo, diesel, fuel oil, XX y XX.

La energía eléctrica representa el XX% del costo total de energía. Los principales consumidores son:

- Hornos
- Motores
- XXX

El consumo de GLP comprende el XX% del costo total de energía debido al consumo de los siguientes equipos:

- XX
- XX
- XX

Finalmente el XX% restante de los costos energéticos se deben al consumo de XX a causa de la utilización de:

- XX
- XX

2.3 Descripción del Proceso Productivo

A continuación, mediante un diagrama de flujo, se presenta una breve descripción del proceso productivo, señalando las entradas y salidas de materiales.

Flujo de proceso productivo

Descripción General del proceso**Operación**

Se describe cada operación, el equipo utilizado, la entrada de materiales y salida de material y desperdicio. Como se maneja el desperdicio generado. Se pueden incluir datos técnicos como temperaturas o presiones si es necesario.

Operación**Operación****Operación**

3. CONSUMO ENERGÉTICO

En este capítulo se analizarán los tipos de energía utilizados y sus costos, lo que permitirá descubrir posibles irregularidades que serán el fundamento de las recomendaciones presentadas.

3.1 Consumo eléctrico

En base a las facturas enviadas por **EEE** desde **XXXfecha** hasta **XXXfecha**, periodo en el cual se la empresa pagó **\$XXXX** por **XXX KWh**, se estimó una demanda promedio de **XXXKW** al mes a un costo aproximado de **\$ XXXXX**.

Con esa información se calculó el costo de la energía eléctrica **SIN DEMANDA, QUE ES IGUAL A \$XXXX KWh Y EL COSTO DE LA DEMANDA A \$XXXX KWh/MES, INCLUIDO IMPUESTOS. ESTOS VALORES SERÁN UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS RECOMENDACIONES PRESENTADAS EN ESTE REPORTE.**

EN LAS RECOMENDACIONES DONDE NO SEA POSIBLE CUANTIFICAR LA REDUCCIÓN DE LA DEMANDA SE UTILIZÓ UN VALOR PROMEDIO DE \$ XX KWh PARA REALIZAR EL ANÁLISIS ECONÓMICO.

A continuación se detallan los costos y nivel de consumo eléctrico por mes, y más adelante se analiza la misma información gráficamente.

Tabla 3.1Cap 3

3.1.1Gráfico picos de demanda

3.1.2Gráfico consumo de energía

3.1.3Gráfico de costos por energía eléctrica

3.2 Consumo de Diesel

De acuerdo al periodo de consumo estudiado desde May/03 hasta may/04, donde se consumieron XXX gal por un total de \$ XXXX, se paga un valor aproximado de \$ xx gal. Esta cifra será utilizada para los análisis económicos de las recomendaciones que involucren la utilización de GLP.

La siguiente tabla muestra el consumo mensual de GLP y sus costos, los que serán analizados gráficamente.

Tabla 3.2 Cap 3

3.2.1 Gráfico consumo de Diesel

3.2.2 Gráfico de costos por Diesel



CIB-ESPOL

3.2 Consumo de Gas Licuado de Petróleo

Repsol provee a la planta de GLP a través de despachos semanales. De acuerdo al periodo de consumo estudiado desde May/03 hasta may/04, donde se consumieron XXX Kg por un total de \$ XXXX, se paga un valor aproximado de \$ xx kg. Esta cifra será utilizada para los análisis económicos de las recomendaciones que involucren la utilización de GLP.

La siguiente tabla muestra el consumo mensual de GLP y sus costos, los que serán analizados gráficamente.

Tabla 3.2 Cap 3

3.2.1 Gráfico consumo de GLP

3.2.2 Gráfico de costos por GLP

3.3 Consumo de OTROS

Nombre de la Empresa es abastecida de OTRO por XXabstecedoraXX. Entre los meses de XXX y XXX se pagó \$XXXX por un consumo total de XXXX, resultando en un costo aproximado de \$XX kg, valor que utilizado para el análisis económico de las recomendaciones relacionadas al consumo de OTRO.

3.3Gráfico cap 3, de distribución de los costos energéticos

4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN INDUSTRIAL

Como resultado de la Evaluación Industrial de **NOMBRE DE LA PLANTA** de **NOMBRE DE LA EMPRESA** se obtuvieron **XX** recomendaciones: **XX** energéticas, **XX** en manejo de desperdicio, **XX** productivas y **XX** varias.

4.1 Recomendaciones Energéticas

Durante la visita a la planta se pudo observar que cuentan con ciertas medidas de ahorro de energía como: **XXXXX**, **XXXX** y **XXXXX**, las que actualmente representan beneficios para la empresa.

Luego de analizar los resultados de la Evaluación Industrial se sugiere implementar las siguientes recomendaciones para incentivar el uso eficiente de la energía:

Recomendación #1. Nombre

Recomendación #2. Nombre

Recomendación #3. Nombre

IMPRIMIR EL DETALLE DE LAS RECOMENDACIONES ENERGÉTICAS

4.2 Recomendaciones en Manejo de Desperdicios

En la **NOMBRE DE LA PLANTA** se identificaron como buenas prácticas en el manejo de desperdicios: **XX y XX**.

Adicionalmente se recomienda la implementación de las siguientes recomendaciones:

Recomendación #1. Nombre

Recomendación #2. Nombre

Recomendación #3. Nombre

IMPRIMIR EL DETALLE DE LAS RECOMENDACIONES DE MANEJO DE DESPERDICIOS

4.3 Recomendaciones de Productividad

Como medidas para el aumento de la productividad en la **NOMBRE DE LA PLANTA** se identificaron: **XX y XX**.

Como resultado de la Evaluación Industrial realizada en dicha planta se recomienda implementar lo siguiente:

Recomendación #1. Nombre

Recomendación #2. Nombre

Recomendación #3. Nombre

IMPRIMIR EL DETALLE DE LAS RECOMENDACIONES DE PRODUCTIVIDAD

Recomendación # XX

NOMBRE DE LA RECOMENDACIÓN

Breve descripción de la recomendación (área, que cambios implica, beneficios esperados).

Ahorro Estimado	\$ XXX año
Costo de Implementación	\$ XXX
Tiempo de Recuperación Simple	XX tiempo
Retorno de la Inversión (ROI)	XX %
Ahorro en el consumo de energía	XX Kw/año

Realizado por: Nombre, cargo



Recomendación # XX

Nombre de la recomendación

Explicación detallada de la recomendación. Área, que se va a cambiar, beneficios, datos técnicos en caso de ser necesario

Cálculo de Ahorros

Explicar los tipos de ahorro que se presentan energía, mano de obra, materiales..etc

Ahorros De Energía

Explicar cálculos

Reducción de la Demanda

Explicar cálculos

Ahorros de mano de Obra

Explicar cálculos

Ahorro de materiales

Explicar cálculos

Total ahorro

Explicar cálculos

Cálculo de costos

Los costos necesarios para implementar la recomendación

Tiempo de Recuperación Simple

Para calcular el Tiempo de Recuperación Simple se dividen los costos totales de la implementación para el ahorro anual estimado, de esta manera se obtiene el número de años en los que recuperará la inversión.

$$\begin{aligned}\text{TRS} &= \text{Costo Total de Implementación} / \text{Ahorro Total Estimado al año} \\ &= (\$xx) / (\$xx \text{ año}) \\ &= xx \text{ años}\end{aligned}$$

Retorno de la Inversión (ROI)

Para calcular el Retorno de la Inversión (ROI) se divide el total de ahorros estimado para el costo total de implementación y se lo multiplica por 100. El ROI representa la tasa de retorno de la inversión en porcentaje.

$$\begin{aligned}\text{ROI} &= [\text{Ahorro Total Estimado al año} / \text{Costo Total de Implementación}] * 100 \\ &= [(\$xx \text{ año}) / (\$xx)] * 100 \\ &= xx \text{ \%/año}\end{aligned}$$

Agregar cualquier tipo de aclaración necesaria acerca de la recomendación

Agregar cuadro resumen de los datos utilizados para realizar los cálculos, ej.
Datos técnicos de motores o lámparas.

APÉNDICE AD

INSTRUCTIVOS DEL DISEÑO PRELIMINAR DEL SERVICIO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 001

ANTECEDENTES DEL CLIENTE FII-002



OBJETIVO

Procesar la información inicial entregada por el cliente y distribuirla entre los miembros del equipo.

RESPONSABLE

El líder del equipo auditor es el responsable de completar el formulario y distribuirlo entre los miembros del equipo.

INDICACIONES

La información necesaria para completar el formulario FII – 002 se encuentra en el Formulario de Información Inicial de la Empresa FII – 001. La mayor parte de los campos están enlazados mediante fórmulas entre los dos formularios y tienen indicaciones en rojo para su utilización, las que deben ser borradas por el usuario antes de su distribución.

El formulario debe ser entregado a los miembros del equipo 48 horas antes de la auditoria.

A continuación se detalla la información que debe contener cada uno de los campos:

Cliente: Nombre de la empresa auditada

Auditoria #: Número de la auditoria

Director de Auditoria: Profesor responsable a cargo de la auditoria

Líder del Equipo: Miembro del equipo designado como líder por el Director

Fecha de la Auditoria: Fecha, acordada con el cliente, en la que se realizará la auditoria.

Hora de la Auditoria: Hora de llegada a las instalaciones del cliente para iniciar la auditoria.

Hora de Partida: Hora en la que el equipo auditor saldrá hacia las instalaciones del cliente.

Miembros del Equipo: se enlistan a los miembros del equipo que realizará la auditoria.

Área Asignada: El área asignada para el levantamiento de información durante la auditoria.

Responsabilidades: Actividades y tareas previas asignadas a cada miembro, como verificación de equipos ó procesamiento de información previa.

Nombre de la empresa: Nombre del Cliente

Año de Establecimiento: Año indicado por el cliente en que la planta fue edificada.

Actividad: Actividad de la empresa.

CIIU: Clasificación Industrial Internacional Unificada, de acuerdo a la actividad de la empresa.

Dirección: Dirección de la planta donde se realizará la auditoria.

Teléfono: Teléfono de la empresa.

Fax: Fax de la empresa.

Contraparte de la empresa: Nombre del representante de la empresa durante la realización de la evaluación industrial.

Cargo: Cargo de la contraparte en la empresa

E-mail: E-mail de la contraparte.

Principales productos: Lista de los principales productos del cliente.

Tipos de Energía: Lista de los tipos de energía utilizadas por la planta a ser auditada.

Consumo anual: El consumo anual en dólares de cada tipo de energía.

Número de empleados: El número de empleados por cada área de la empresa.

Número de turnos de trabajo al día: Cantidad de turnos por día por área.

Horas de trabajo por turno: Cantidad de horas de trabajo por turno por área.

Días de trabajo por semana: Cantidad de días de trabajo a la semana por área.

Semanas de trabajo por año: Cantidad de semanas laborables al año por área.

Principales equipos: Lista de los principales equipos con los que cuenta el cliente.

Tiempo promedio de servicio (años): Tiempo de servicio en años por cada tipo de equipo.

Medidas de uso racional de energía implantadas: Enumere las principales medidas de uso racional de energía implantadas por el cliente.

Medidas de mejora de métodos de producción: Enumere las principales medidas de mejora de métodos de producción implantadas por el cliente.

Recomendaciones: Se enlistan recomendaciones de seguridad y para el desarrollo de la auditoria que los miembros del equipo deban conocer.

Proceso Productivo: Mediante un diagrama de flujo se explica el proceso productivo del cliente, detallando las entradas (materiales o insumos) y salidas (productos en proceso, desperdicios y producto final). En el caso de existir reciclaje de materiales también debe indicarlos.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 002

RESUMEN ENERGÉTICO (Capítulo 3)

OBJETIVO

Procesar la información del consumo energético del cliente y presentarlo de una manera estandarizada en el capítulo 3 del reporte final.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignada la realización del Resumen Energético.

INDICACIONES

El archivo del Resumen Energético está diseñado de tal manera que solo sea necesario ingresar la información en las hojas de cálculo etiquetadas con los nombres de los tipos de energía utilizados por el cliente. Sin embargo se recomienda revisar los enlaces entre las hojas antes de dar por terminada la tarea.

El formato analiza detalladamente sólo el consumo de energía eléctrica y diesel por ser las principales fuentes de energía en la mayoría de las empresas. En caso de que sea necesario se puede añadir una hoja de cálculo para el análisis de otra fuente de energía utilizada por el cliente.

En la hoja "TOTALES" se colocan las tipos de energía utilizados por el cliente y su consumo anual en dólares, esta información es utilizada en el gráfico 3.3 Distribución de los Costos Energéticos.

A continuación se las instrucciones para cada una de las hojas de cálculo del “Resumen Energético”:



Hoja de Cálculo: ELECTRICIDAD

Meses: Indicar los meses que se analizaron

Consumo KWh: Colocar el consumo de KWh indicado en la planilla por mes.

Costo total consumo: Colocar el costo de Energía Eléctrica indicado en la planilla.

Demanda: Colocar el valor de “Demanda Facturación” indicado en la planilla.

Costo KW: Colocar el costo por demanda. El valor debe ser verificado, ya que puede variar por mes y por proveedor de servicio.

Costo demanda: Es el resultado de la multiplicación de la “Demanda Facturada” por el “Costo KW”.

FC: Colocar el “Factor de Corrección” que indica la planilla

Costo total de demanda: Es el resultado de la multiplicación de “Costo Demanda” por el “Factor de Corrección”. Debe coincidir con el valor cobrado por demanda en la planilla.

Total costos: Es la suma de “Costo Total consumo” y “Costo Total demanda”.

Impuestos *: Ingresar la suma de todos los impuestos detallados en la planilla. Debe indicar al final de la tabla los impuestos que se incluyen.

Tasa: Es el porcentaje que representan los impuestos de “Total costos”. Se lo calcula únicamente para el primer mes y ese valor es tomado como referencia para el resto del periodo analizado.

kW sin impuestos: Es el valor pagado por la demanda. Hace referencia a la celda de “Costo total de demanda”

kW + impuestos: Es el valor pagado por la demanda incluido impuestos. Es el “Costo total de demanda” más la tasa de impuesto calculada.

kWh sin impuestos: Es el valor pagado por el consumo eléctrico. Hace referencia a la celda “Costo total consumo”.

kWh + impuestos: Es el valor pagado por el consumo eléctrico incluido impuestos. Es el “Costo total consumo” más la tasa de impuestos calculada.

Total Planilla (calculado): Es la suma de "kW + impuestos" y "KWh + impuestos", es decir del costo de la demanda y del consumo eléctrico incluido impuestos, utilizando la tasa calculada.

Total Planilla (real): Ingresar el valor total cobrado en la planilla eléctrica.

Costo Demanda: Es el costo unitario del KW incluido impuestos. Es el resultado de la división de "Total Planilla (calculado)" y el valor de "Demanda".

Costo consumo sin demanda: Es el costo unitario del KWh sin impuestos. Es el resultado de la división de "KWh sin impuestos" y "Consumo KWh".

Costo del consumo con demanda: Es el costo unitario del KWh incluido impuestos. Es el resultado de la división de "KWh + impuestos" y "Consumo KWh".

Estos valores serán tomados para realizar los cálculos de recomendaciones relacionadas al consumo eléctrico.

En el cuadro de "Distribución del consumo en horas pico y no pico" sólo se deben ingresar las tarifas de cada mes de acuerdo al proveedor del servicio eléctrico y asegurarse que las fórmulas contengan la referencia correcta. Esta información sirve para evaluar la tendencia del consumo eléctrico del cliente y puede ser de utilidad para posibles recomendaciones.

El cuadro final hace referencia a los resultados anteriores. Se debe verificar que los enlaces sean correctos.

Hoja de Cálculo: Tabla 3.1

Presenta la tabla 3.1 de reporte final con el resumen de los datos de consumo y costos asociados a la energía eléctrica.

Debe ingresar el periodo analizado en el título de la tabla y verificar que los enlaces sean correctos.

Hoja de Cálculo: 3.1.1

Presenta el gráfico de la Demanda mensual eléctrica del sub-capítulo 3.1 "Consumo Eléctrico" del reporte final.

Debe ingresar el periodo analizado en el título del gráfico y verificar que los vínculos sean correctos.

Hoja de Cálculo: 3.1.2

Presenta el gráfico del Consumo eléctrico mensual del sub-capítulo 3.1 "Consumo Eléctrico" del reporte final.

Debe ingresar el periodo analizado en el título del gráfico y verificar que los vínculos sean correctos.

Hoja de Cálculo: 3.1.3

Presenta el gráfico del costo total de energía eléctrica por mes del sub-capítulo 3.1 "Consumo Eléctrico" del reporte final.

Debe ingresar el periodo analizado en el título del gráfico y verificar que los vínculos sean correctos.

Hoja de Cálculo: DIESEL

Mes: Ingresar los meses del periodo analizado.

Kg: El consumo mensual de DIESEL en Kilogramos.

Costo Total: Es el costo total por consumo de Diesel cobrado al cliente al mes.

Al final se calcula el costo promedio de Kg de Diesel dividiendo el costo total promedio por el consumo promedio. Verificar referencia.

Hoja de Cálculo: Tabla 3.2

Presenta la tabla 3.2 de reporte final con el resumen de los datos de consumo y costos asociados a la utilización de Diesel. Verificar que los enlaces sean correctos.

Hoja de Cálculo: 3.2.1

Presenta el gráfico del consumo de Diesel por mes del sub-capítulo 3.2 "Consumo de Diesel" del reporte final.

Debe ingresar el periodo analizado en el título del gráfico y verificar que los vínculos sean correctos.

Hoja de Cálculo: 3.2.2

Presenta el gráfico de costos de Diesel por mes del sub-capítulo 3.2 "Diesel del reporte final.

Debe ingresar el periodo analizado en el título del gráfico y verificar que los vínculos sean correctos.

Hoja de Cálculo: TOTALES

Ingresar los tipos de energía utilizados por la empresa y sus costos anuales. Verificar que los vínculos sean correctos.

Hoja de Cálculo: 3.3

Presenta el gráfico de Distribución de los Costos Energéticos del capítulo 3. "Consumo Energético" del reporte final.

Debe verificar que los vínculos sean correctos y que incluya todos los tipos de energía utilizados.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 003

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE FA - 002

OBJETIVO

Registrar la información obtenida durante la realización de la auditoria en relación a los Sistemas de Acondicionamiento de Aire.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignado el levantamiento de información de los Sistemas de Acondicionamiento de Aire.

INDICACIONES

A continuación se presentan los campos del formato FA – 002 y una breve explicación de cada uno:

Ubicación: Área donde está ubicado.

Área m²: Área aproximada a la que abastece.

Cantidad: Número de unidades.

Modelo: Split ó ventana.

Serie: Ver en la placa.

Eficiencia: Calcularla.

Amperaje: Medirlo con el multímetro ó verlo en la placa.

Voltaje: Medirlo con el multímetro ó verlo en la placa.

Tonage (BTU/Hr): Se lo puede encontrar en el modelo o preguntar al encargado.

Tiempo de vida: Ver el año de fabricación en la placa o preguntar al encargado.

Horas de utilización por día: Preguntar cuánto tiempo es utilizado al día

Aislamiento: Describir el tipo y estado del aislamiento

Tipo de Mantenimiento: Preguntar al encargado ej: Limpieza, lubricación, etc.

Frecuencia de Mantenimiento (fecha último mantenimiento): Preguntar al encargado y anotar la fecha del último mantenimiento.

Observaciones: Datos sobre el ambiente, número de personas y equipos. Incluir información adicional que se considere importante.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 004

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE COMPRESORES FA - 003

OBJETIVO

Registrar la información obtenida durante la realización de la auditoria en relación a los Compresores.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignado el levantamiento de información de los Compresores.

INDICACIONES

A continuación se presentan los campos del formato FA – 003 y una breve explicación de cada uno:

Ubicación: Lugar donde está instalado

Modelo: Información de la placa

HP: Información de la placa

Amp: Información de la placa

Eficiencia: Información de la placa. Si no la encuentra ó el equipo tiene varios años de utilización debe medirla.

Tiempo de vida: Ver el año en la placa ó preguntar al encargado

Cap. Max: La capacidad máxima del equipo en cfm

Capacidad utilizada: Los cfm utilizados

Factor de Carga: Es la capacidad utilizada dividida para la capacidad máxima. También puede medir el amperaje consumido para el amperaje de la placa.

Horas de utilización por día: Preguntar por el tiempo, en horas, que se lo utiliza en el día.

Tipo de Mantenimiento: Preguntar al encargado ej: Limpieza, lubricación, etc

Frecuencia de Mantenimiento: Preguntar al encargado.

Fecha del último mantenimiento: Preguntar al encargado.

Dimensiones del tanque: Ver en la placa o preguntar al encargado

Observaciones: Cualquier información adicional que considere importante. Ej.

Estado, distancias, políticas de utilización



CID-ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 005

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE CALDEROS FA - 004

OBJETIVO

Registrar la información obtenida durante la realización de la auditoria en relación a los Calderos.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignado el levantamiento de información de los Calderos.

INDICACIONES

A continuación se presentan los campos del formato FA – 004 y una breve explicación de cada uno:

Ubicación: Lugar donde está instalado.

Tipo: Puede ser piro por pirotubular o acuo por acuotubular

Capacidad: Información de la placa.

Eficiencia: Información de la placa

Vapor por Hora: vapor por hora producido.

Diámetro de salida del vapor: Medirlo ó preguntar al encargado

Tiempo de vida: Ver año de fabricación en la placa ó preguntar al encargado

Horas de utilización por día: Número de horas que se lo utiliza en un día

Combustible: Tipo de combustible que utiliza

Demanda de vapor: La demanda del sistema.

Porcentaje de Saturación del vapor: Medirlo

Temp. Ambiente: La temperatura del ambiente donde se trabaja.

Tipo de Mantenimiento: Preguntar al encargado. Ej. Limpieza, cambio de partes, etc.

Frecuencia de mantenimiento (fecha último mant): Preguntar al encargado la frecuencia del mantenimiento y la fecha en la que se realizó el último.

Observaciones: Información que considere importante, como estado de las trampas de vapor, temperatura normal de operación, número de quemadores, etc.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 006

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE MOTORES FA - 005

OBJETIVO

Registrar la información obtenida durante la realización de la auditoria en relación a los Motores.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignado el levantamiento de información de los Motores.

INDICACIONES

A continuación se presentan los campos del formato FA – 005 y una breve explicación de cada uno:

Ubicación: El lugar donde se encuentra instalado

HP: Información contenida en la placa.

Tipo: Puede ser estático (e) ó dinámico (d)

Torque: Si no se encuentra esta información en la placa, medirlo

Tiempo de vida: Información contenida en la placa ó preguntar al encargado.

Amp: Amperaje, información contenida en la placa.

Voltaje: Información contenida en la placa.

RPM: Revoluciones por Minuto. Información contenida en la placa.

Eficiencia: Información contenida en la placa. Para el caso de motores con mayor tiempo de uso es aconsejable medirlo.

Horas de utilización por día: Número de horas de utilización del motor en un día.

Factor de carga: Es igual a la división de la carga del motor para su carga máxima.

AC/DC: El tipo de corriente que utiliza. Información contenida en la placa.

Tipo de Mantenimiento: Preguntar al encargado el tipo de mantenimiento para los motores. Ej, limpieza, lubricación, cambio de partes.

Frecuencia de mantenimiento (fecha de últ. Mant.): Preguntar al encargado la frecuencia con la que recibe mantenimiento el motor y cuando fue la última vez que le dieron mantenimiento.

Observaciones: Cualquier información adicional que considere importante.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 007

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE LÁMPARAS FA - 006

OBJETIVO

Registrar la información obtenida durante la realización de la auditoria en relación a las Lámparas.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignado el levantamiento de información de las Lámparas.

INDICACIONES

A continuación se presentan los campos del formato FA – 006 y una breve explicación de cada uno:

Ubicación: Lugar donde están instaladas las lámparas.

Tipo: Puede ser fluorescente (F), incandescente (I), halógena (H), Mercurio (M), Sodio de alta presión (SA), Sodio de baja presión (SB), etc.

Cantidad: Número de lámparas en el área.

Watts: Preguntar al encargado ó identificar modelo.

Intensidad Luminosa: Medirlo ó preguntar al encargado.

Reflectores (S/N): Indicar si posee reflectores.

Balastro (E/M): Indicar el tipo de balastro que posee, puede ser eléctrico (e) ó magnético (m).

Horas de utilización por día: Indicar el número de horas que es utilizado durante el día.

A/C (S/N): Indicar si está en un área con aire acondicionado.

Observaciones: Cualquier información adicional que considere necesaria.



CH-ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 008

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE DESECHOS FA - 007

OBJETIVO

Registrar la información obtenida durante la realización de la auditoría en relación a los Desechos.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignado el levantamiento de información de los Desechos.

INDICACIONES

A continuación se presentan los campos del formato FA – 007 y una breve explicación de cada uno:

Tipo: Tipo de desperdicio. Ej. Sólido, gaseoso, contaminante, etc

Fuente: La operación que genera el desperdicio.

Cantidad: Cantidad que se genera al año

Cantidad MP: La cantidad de materia prima que genera el desperdicio.

Manejo: Cómo se maneja el desperdicio.

Costo o ganancia: El costo o ganancia en el que incurre la compañía por el manejo del desperdicio.

Observaciones: Cualquier información adicional que considere importante. Ej penalización, reglamentos, registros.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 009

BALANCE ENERGÉTICO (Anexo)

OBJETIVO

Obtener un balance del consumo energético por tipo de equipo instalado en la planta, que sirva como base para el cálculo de las recomendaciones presentadas.

RESPONSABLE

Líder del Equipo Auditor.

INDICACIONES

El archivo del Balance Energético está dividido por tipos de equipos, como: motores, lámparas, compresores, hornos, etc. Su diseño permite calcular el consumo de energía al ingresar la información solicitada, sin embargo se recomienda revisar las fórmulas de los cálculos antes de dar por terminada la tarea.

El formato incluye el cálculo para los siguientes equipos eléctricos: lámparas, motores, acondicionadores de aire y compresores eléctricos, para el caso de hornos y calderos se asume que utilizan diesel, debido a que son los equipos más comunes en las industrias. En base a las características de la empresa deberá añadir o eliminar ciertos equipos.

Los resultados del Balance Energético son utilizados para definir el consumo por tipo de equipo y por áreas (administración y planta). Como resultado se obtienen dos cuadros con la distribución de los costos en la hoja de cálculo "Gráficos –

01Resumen Ejecutivo” que deben ser presentados en el Resumen Ejecutivo del informe final. A pesar de que los gráficos se generan de manera automática se recomienda la verificación de los enlaces.

A continuación se las instrucciones para cada una de las hojas de cálculo del “Balance Energético”:

Hoja de Cálculo: Costos Unitarios

La información requerida se la obtiene del Resumen Energético.

A continuación se detallan los datos necesarios y donde deben ser ingresados:

En la celda B1 ingresar el costo unitario del KWh sin demanda.

En la celda B2 ingresar el costo unitario del KW/mes. En la celda C2 aparecerá el consumo anual ($B2 \times 12$), que es el dato que se utilizará para los cálculos del Balance Energético.

En la celda B4 y B5 ingresar la demanda eléctrica máxima y mínima, respectivamente.

El promedio del costo mensual de energía eléctrica de la compañía, el consumo anual de kWh y su costo se deben ingresar en las celdas D6, D7 y D8, respectivamente.

En el caso del diesel sólo es necesario su costo unitario promedio en la celda C11. Si la empresa evaluada consume otros tipos de energía debe ingresar el costo unitario promedio de los mismos.

Hoja de Cálculo: Balance Energético

En esta hoja se deben ingresar los datos necesarios de los equipos utilizados por la empresa para poder estimar su consumo y utilizar esta información para el análisis de las recomendaciones presentadas

Para el caso de las lámparas son:

Ubicación: Lugar donde se encuentra el equipo, área de la empresa

Tipo: Tipo de lámpara. Ejemplo: Fluorescentes, Incandescentes, Sodio, etc.

Watts: Watts consumidos.

Lámparas: Número de lámparas en dicha área.

Horas de utilización al año: El número de horas al año en que son utilizadas.

A/A (S/N): Indicar si el área posee Acondicionador de Aire. Colocar S en el caso de si y N en el caso de que no exista.

Factor de balastro: Indicar el factor de Balastro de la lámpara.

kW: Calcula de manera automática el consumo de KW.

La fórmula utilizada es: $(\text{Watts} \times \text{Lámparas} \times \text{Factor de Balastro}) / 100$

Sub-total kW: En esa fila se suman los KW consumidos por cada equipo

kWh: Calcula de manera automática el consumo de kWh.

La fórmula utilizada es: $(\text{KW} \times \text{Horas de utilización al año})$

Subtotal kWh: En esa fila se suma los kWh consumidos por cada equipo.

Costo anual estimado (\$/año): Calcula el costo de energía en base a la información ingresada de los costos unitario.

La fórmula utilizada es: $(\text{KW} \times \text{Costo anual KW}) + (\text{kWh} \times \text{Costo kWh})$

Para motores:

Ubicación: Lugar donde se encuentra el equipo, área de la empresa

HP (placa): Ingresar el caballaje del motor indicado en la placa

Unidades: Número de motores

Horas de utilización al año: El número de horas al año en que son utilizadas

Fc: Factor de carga. Se la obtiene al dividir el amperaje medido para el amperaje que indica la placa.

Fu: Factor de utilización. Es la proporción del tiempo de utilización del equipo del tiempo total de producción.

Fd: Factor de Diversificación. Es la probabilidad de uso del equipo, se la obtiene dividiendo el número de equipos que efectivamente son utilizados para el número de equipos que posee la empresa para realizar la misma tarea. Por ejemplo: si una empresa cuenta con tres motores pero solo utiliza dos y el tercero es de respaldo el $fd = 2/3 = 0.66$

Eficiencia estimada: La eficiencia estimada del motor, relacionada a los años de utilización.

Número de bandas por motor: En el caso de que el motor sea de bandas, especificar su cantidad

kW: Calcula de manera automática el consumo de KW.

La fórmula utilizada es: $(HP \times 0.746 \times \text{undades} \times FC \times FD) / \text{Eficiencia Estimada}$

kWh: Calcula de manera automática el consumo de KWh

La fórmula utilizada es: $(KW \times \text{Horas de utilización al año} \times FU)$

Costo anual estimado (\$/año): Calcula el costo de energía en base a la información ingresada de los costos unitario.

La fórmula utilizada es: $(KW \times \text{Costo anual KW}) + (KWh \times \text{Costo KWh})$

Para Acondicionadores de Aire:

Ubicación: Lugar donde se encuentra el equipo, área de la empresa

Tonage: Revisar en la placa del equipo su tonelaje. En el caso de que encuentre su capacidad en BTU utilizar el factor de conversión $1BTU = 12000 \text{ Ton}$

Unidades: Número de acondicionadores de aire.

SEER: Seasonal Energy Efficiency Rating. A mayor SEER más eficiente es el sistema. Se lo obtiene dividiendo la cantidad total de enfriamiento del sistema para el total de KWh consumidos. También puede utilizar la siguiente tabla:

Toneladas	Años de utilización	SEER
Menor a 5	Nuevo	12
Mayor a 5	Nuevo	10 - 11
Mayor a 5	Viejo	7 - 9
Menor a 5	Viejo	8 - 10
Mayor a 10	Viejo	6 - 8



Fd: Factor de Diversificación. Es la probabilidad de uso del equipo, se la obtiene dividiendo el número de equipos que efectivamente son utilizados para el número de equipos que posee la empresa para realizar la misma tarea. Por ejemplo: si

una empresa cuenta con tres acondicionadores de aire pero solo utiliza dos y el tercero es de respaldo el $fd = 2/3 = 0.66$

Horas de utilización al año: El número de horas al año en que son utilizadas

kW: Calcula de manera automática el consumo de KW.

La fórmula utilizada es: $(\text{Ton} \times 12 \times \text{Unidades} \times \text{SEER}) / \text{FD}$

kWh: Calcula de manera automática el consumo de kWh.

La fórmula utilizada es: $(\text{KW} \times \text{Horas de utilización al año}) / \text{FD}$

Costo anual estimado (\$/año): Calcula el costo de energía en base a la información ingresada de los costos unitario.

La fórmula utilizada es: $(\text{KW} \times \text{Costo anual KW}) + (\text{kWh} \times \text{Costo kWh})$

COP: Coefficient of Performance. Es una medida de la eficiencia de un sistema de acondicionamiento. Se la obtiene automáticamente a través de la tabla. Es igual a $(\text{SEER Promedio}) / 3.412$.

Para Compresores:

Ubicación: Lugar donde se encuentra el equipo, área de la empresa

HP (placa): Ingresar los HP indicados en la placa

Unidades: Número de acondicionadores de aire.

Horas de utilización al año: El número de horas al año en que son utilizadas

Fc: Factor de carga. Se la obtiene al dividir el amperaje medido para el amperaje que indica la placa.

Fu: Factor de utilización. Es la proporción del tiempo de utilización del equipo del tiempo total de producción.

Fd: Factor de Diversificación. Es la probabilidad de uso del equipo, se la obtiene dividiendo el número de equipos que efectivamente son utilizados para el número de equipos que posee la empresa para realizar la misma tarea. Por ejemplo: si una empresa cuenta con tres compresores pero solo utiliza dos y el tercero es de respaldo el $fd = 2/3 = 0.66$

Eficiencia estimada del motor: La eficiencia estimada del motor, relacionada a los años de utilización.

kW: Calcula de manera automática el consumo de KW.

La fórmula utilizada es: $(HP \times 0.746 \times \text{unidades} \times FC \times FD) / \text{Eficiencia Estimada}$

kWh: Calcula de manera automática el consumo de kWh

La fórmula utilizada es: $(KW \times \text{Horas de utilización al año} \times FU)$

Costo anual estimado (\$/año): Calcula el costo de energía en base a la información ingresada de los costos unitario.

La fórmula utilizada es: $(KW \times \text{Costo anual KW}) + (KWh \times \text{Costo KWh})$

En el caso de que la empresa cuente con otros equipos eléctricos relevantes, en relación al nivel de consumo eléctrico, debe ingresarlo y calcular la demanda, consumo y costo anual.

Una vez ingresados todos los equipos la hoja calcula automáticamente el consumo y costo de energía y lo compara con el real. Se obtiene:

Valor calculado: La suma de la demanda, consumo y costo de cada tipo de equipo

Valor estimado: El 10% adicional debido a otros equipos no incluidos en el análisis.

Total: Suma del valor calculado y valor estimado.

Demanda min real: La demanda mínima que fue ingresada en la hoja "Costos Unitarios".

Demanda max real: La demanda máxima que fue ingresada en la hoja "Costos Unitarios".

Consumo/ costo real: En el caso de la demanda se toma el promedio entre la mínima y máxima, para el consumo y costos hace referencia a la hoja de "Costos Unitarios"

Error: Calcula el error entre el Total estimado y el Real. Para el caso de la energía no debe ser mayor al 1% y en el caso de los costos al 5%

La fórmula utilizada es: $(\text{Valor Real} - \text{Valor Estimado}) / \text{Valor Real}$.

Para el análisis de los equipos consumidores de diesel se debe ingresar:

Equipo: Nombre del equipo. Por ejemplo: caldera, horno, etc.

Unidades: Número de acondicionadores de aire.

Gal/hora: El consumo de galones por hora del equipo.

Horas de utilización al año: El número de horas al año en que son utilizadas

Galones/año: Calcula de manera automática el consumo de galones de diesel al año.

La fórmula utilizada es: Unidades x Gal/hora x Horas de utilización al año

Costo anual: Calcula el costo de energía en base a la información ingresada de los costos unitario.

La fórmula utilizada es. (Gal/año x Costo Gal)

Se recomienda verificar que las referencias de las fórmulas antes de finalizar el trabajo.

Hoja de Cálculo: Gráficos - 01 Resumen Ejecutivo

Presenta los gráficos de la distribución de los costos de energía eléctrica por equipo y por área (administración y planta).

Los cuadros obtenidos son expuestos en el Resumen Ejecutivo del informe final.

Se recomienda verificar que los vínculos sean correctos.

APÉNDICE AE

REPORTE FINAL DE LA EVALUACIÓN INDUSTRIAL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**CENTRO DE EVALUACIONES
INDUSTRIALES
CEI**

**REPORTE FINAL DE EVALUACIÓN INDUSTRIAL
EMPRESA PROCESADORA DE ACERO**



CIB-ESPOL

FEBRERO 2004

1. RESUMEN EJECUTIVO

El Centro de Evaluación Industrial (CEI) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral realizó una evaluación industrial a su planta el día 30 de enero del 2003. Como resultado de ella se presentan 11 recomendaciones: 4 en el área energética, 3 en mejora de la productividad y 4 no cuantificables, las que representan ahorros de \$53,828.69 anuales.

Tipo de Recomendación	Cantidad	Ahorros anuales (\$/año)	Costo de Implementación (\$/año)	ROI (%/año)
Energéticas	4	12,765.36	6,787.34	188.07
Productividad	3	41,063.33	16,200.2	253.47
No cuantificables	4	-----	-----	-----

En el caso de que la empresa decida aumentar la producción las recomendaciones de Productividad presentan los siguientes beneficios:

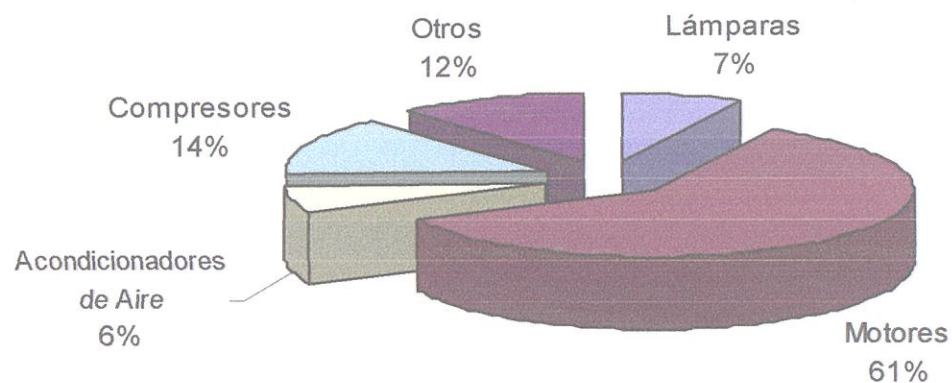
Aumento en Ventas (\$/año)	Aumento en Productividad (%)	Tiempo de recuperación Simple (años)	ROI (%/año)
4'616,438.82	> 71.4	0.0035	28.5×10^3

Las recomendaciones abarcan áreas como iluminación, motores, calderos, procesos productivos, seguridad industrial y planes de mantenimiento que disminuyen el costo energético en 20% aproximadamente.

Con el fin de estimar el nivel de consumo eléctrico por tipo de equipo utilizado se realizó un **Balance Energético** en base a la información reunida durante la auditoria y la que fue entregada por ustedes. En el Apéndice A se detallan los principales equipos utilizados y el balance energético de su planta.

El siguiente gráfico muestra la distribución del consumo energético de los principales equipos utilizados.

Distribución del Costo de Energía Eléctrica por Equipos



A continuación se presenta el resumen de las recomendaciones, las que serán detalladas en el Capítulo 4.

RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES

DESCRIPCIÓN	AHORROS (\$/año)	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN (\$)	TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN (años)	DISMINUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL		REDUCCIÓN DE LA DEMANDA (KW)	ROI (%)
				KWh/año	Gal diesel/año		
MANTENIENDO NIVEL DE PRODUCCIÓN							
Recomendaciones energéticas							
1. Redistribución del Sistema de Iluminación	3,669.22	6,156	1.6	41,147.42 KWh/año		13.47	59.6 %
2. Cambio de Bandas de motores	1,9.03	-----	Inmediato	21,393 KWh/año		-----	-----
3. Aislamiento Caldero y Línea de vapor	231.64	87.6	0.37	189.1 gal/año		-----	264.43
4. Instalar aislamientos verticales en las aberturas de entrada y salida de materiales de la cámara de secado	6,961.5	543.74	0.078	8,001.73 gal/año		-----	1,280.3
Sub-total energéticas	12,765.36	6,787.34	0.53	62,540.42	8,190.83	13.47	188.07
Recomendaciones de productividad							
1. Mejora en el Sistema de Ventilación	13,519.18	16,200.20	1.19	26,213 KWh/año		-----	83.44
2. Disminución del ciclo de producción de galvanizado	25,170.6	-----	Inmediato	13,380 gal/año		-----	-----
3. Disminución en los tiempos de preparación de las cortadoras	2,373.55	-----	Inmediato	13,465.99 Kwh/año		-----	-----
Sub-total de productividad	41,063.33	16,200.2	0.39	39,678.99	13,380	-----	253.47
TOTAL	53,828.69	22,987.54	0.427	102,219.41	21,570.83	13.47	234.16

AUMENTANDO NIVEL DE PRODUCCIÓN

Recomendaciones de productividad

DESCRIPCIÓN	AUMENTO EN VENTAS (\$/AÑO)	AUMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD (%)	TIEMPO DE RECUPERACIÓN SIMPLE (AÑOS)	ROI (%)
1. Mejora en el Sistema de Ventilación	661,005	3	0.02	4080.22
2. Disminución del ciclo de producción de galvanizado	228,375	71.4	-----	-----
3. Disminución en los tiempos de preparación de las cortadoras	3'727,058.82	17.64	-----	-----
Total de productividad	4'616,438.82	> 71.4	0.0035	28.5 x 10 ³

Recomendaciones No Cuantificables

1. Implementación de un Sistema Efectivo de Administración de la Seguridad Industrial
2. Implementación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo Total (TPM)
3. Implementación de programa de Orden y Limpieza
4. Mejora en la utilización del Caldero

En caso de dudas o comentarios por favor comunicarse con el Centro de Evaluación Industrial de la ESPOL, a través de las siguientes personas:

Ing. Francisco Andrade
Director del Equipo Auditor
269350
fandrade@espol.edu.ec

Cinthia Pérez S
Líder del Equipo Auditor
ccperez@espol.edu.ec

Marcos Tapia F
Miembro del Equipo Auditor
marcostapiaf@hotmail.com

Roberto Arboleda
Miembro del Equipo Auditor
ikari@hotmail.com



Carlos Cevallos
Miembro del Equipo Auditor
Carlos_ecq@yahoo.coml

José Luis Hernández
Miembro del Equipo Auditor
lhernand@espol.edu.ec

Juan Carlos Pindo
Miembro del Equipo Auditor
jpindo@espol.edu.ec

2. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

A continuación se presentan aspectos generales de su empresa, se analizan las principales fuentes de energía utilizados, equipos y sistemas instalados y finalmente se describe brevemente el proceso de producción.

2.1 Descripción de la empresa

La empresa Inició sus operaciones en el año 1972. En la actualidad pone a disposición del mercado nacional su producción de 48.000 ton de tubería y perfiles metálicos, 6.000 ton de carpintería metálica y 6,300 ton de galvanizado de estructuras metálicas cada año.

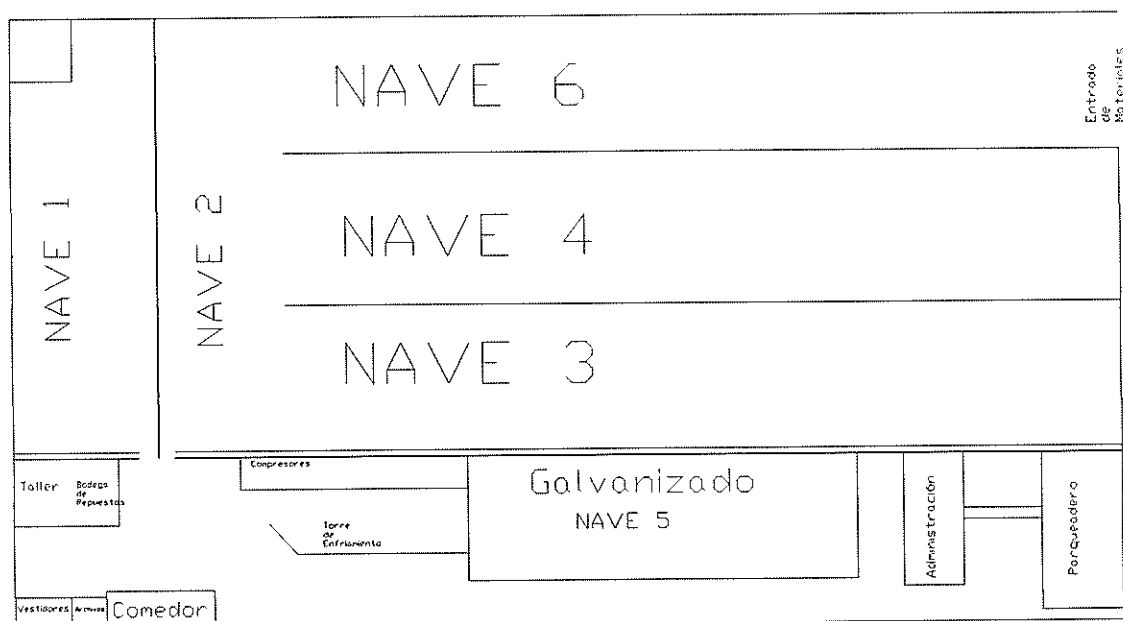
Posee alrededor de 45 empleados administrativos los que trabajan turnos de 8 horas/día y 35 empleados de planta que trabajan dos turnos de 12 horas al día.

La planta está dividida en 6 naves:

- Nave 1: Almacenamiento de Bobinas
- Nave 2: Cortadoras, Alisadora y Almacenamiento temporal de flejes.
- Nave 3: Tuberías y Almacenamiento temporal de producto terminado
- Nave 4: Perfiladoras y Almacenamiento temporal de producto terminado
- Nave 5: Galvanizado
- Nave 6: Entrada de materia prima, plegadora y guillotina.



A continuación se presenta un bosquejo de su distribución.



2.2 Demanda Energética

Las fuentes de energía utilizadas son: electricidad y diesel.

La energía eléctrica representa el 65% del costo total de energía. Los principales consumidores son:

- Motores
- Compresores
- Lámparas
- Sistemas de Acondicionamiento de Aire

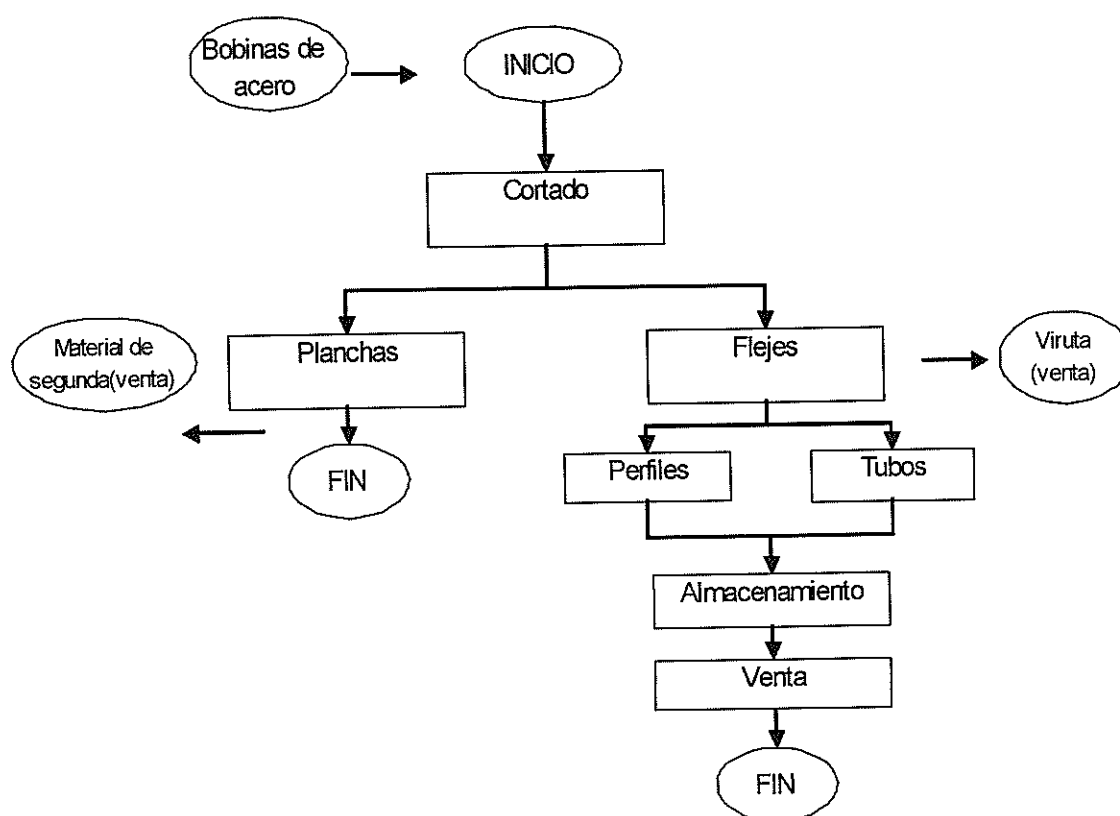
El consumo de Diesel comprende el 35% del costo total de energía debido al consumo de los siguientes equipos:

- Caldero
- Horno

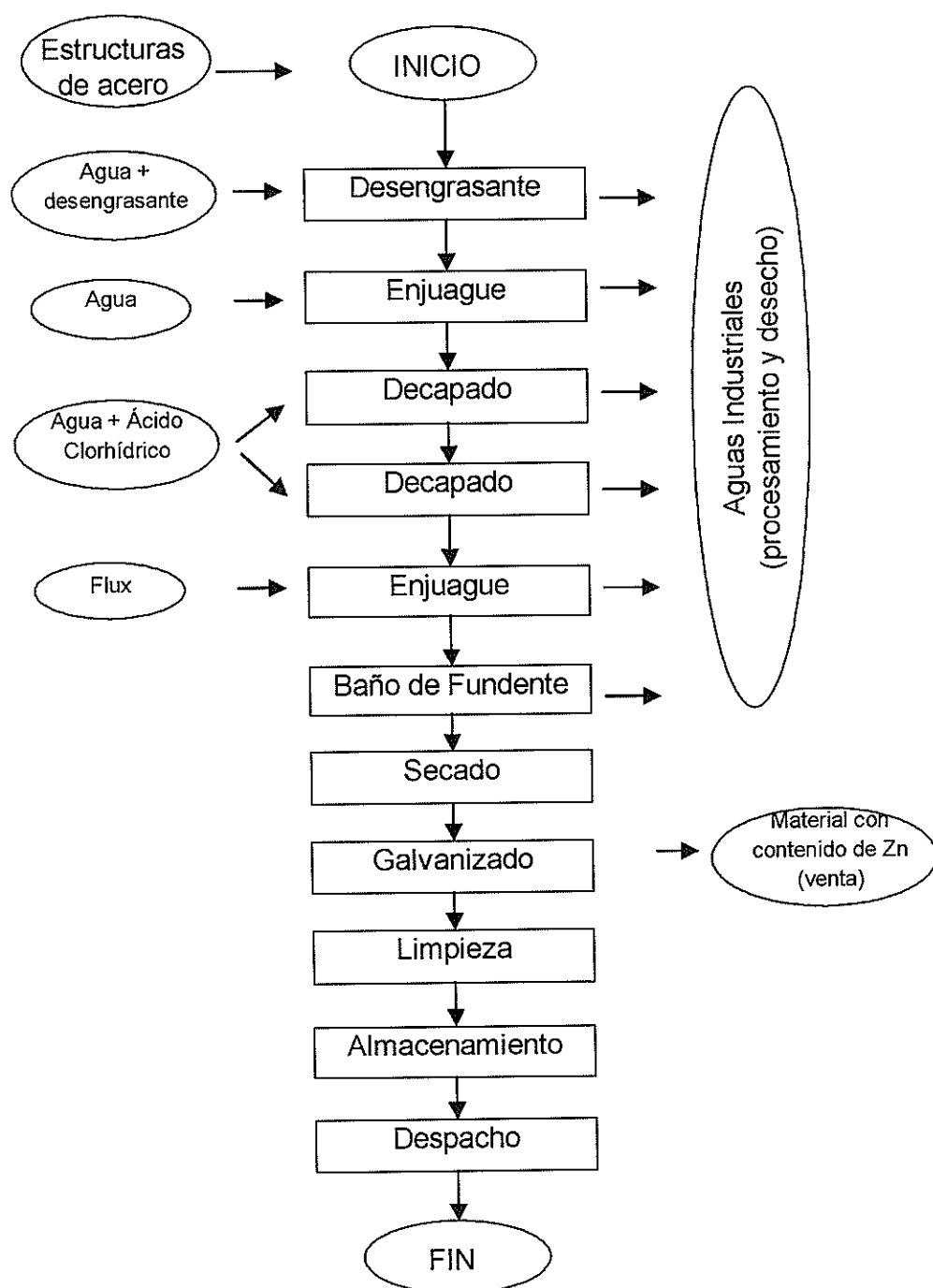
2.3 Descripción del Proceso Productivo

A continuación, mediante un diagrama de flujo, se presenta una breve descripción de los procesos productivos de la empresa, señalando las entradas y salidas de materiales.

Producción de planchas, tuberías y perfiles



Galvanizado de estructuras metálicas



Descripción General del proceso

A continuación se analizarán los procesos de los principales productos de la empresa, que son: tuberías, perfiles y estructuras galvanizadas.

TUBERÍAS Y PERFILES**Cortado**

Las bobinas son cortadas en slitters o flejes de acuerdo a la medida del tubo o perfil que se vaya a procesar. En este proceso se produce como desperdicio viruta que es el residuo de las bobinas, la cual es vendida como chatarra.

Formado

Con los flejes cortados se alimenta a las tuberías o perfiladoras, de acuerdo al producto que se planea hacer. Como residuo se obtiene la rebaba de la soldadura en los tubos, que es vendida como chatarra.

Almacenamiento

Una vez terminado el producto es empaquetado y almacenado para su venta.

GALVANIZADO**Desengrasante**

El proceso de galvanizado inicia con un baño de agua y desengrasante a una temperatura alrededor de los 90 °C. durante aproximadamente 5 min., dependiendo de la estructura. El agua contaminada es tratada antes de ser desechada.

Enjuague

La estructura se sumerge en agua a una temperatura aproximada a los 85 °C para su enjuague. Igualmente el agua es tratada antes de su desecho.

Decapado

El decapado se lo realiza dos veces, introduciendo la estructura en las tinas de agua y ácido clorhídrico durante un tiempo aproximado de 5 minutos, variando de acuerdo al producto que se procesa. Al igual que en el resto de los baños, el agua es tratada antes de su desecho.

Enjuague

Se sumerge la estructura en la tina de agua para su enjuague final. El agua de la tina es desechada luego de ser tratada.

Baño de Fundente

El último baño es el de fundente, que está compuesto por Zaclón. Se sumerge la estructura por aproximadamente 5 min. para luego pasar al secado. Igualmente el agua de desecho es tratada previamente.

Secado

En el caso de tubos se introducen en un horno de secado antes del baño de Zinc para evitar el choque térmico, las estructuras reposan por 5 minutos sobre el calor de la Tina de Zinc para secarse. Este paso es muy importante ya que si la estructura o tubo se introduce al baño de Zinc con agua puede producir una explosión.

Galvanizado

Se introducen las estructuras y tubos en un baño de Zinc a 450 °C. Los residuos de Zn se reúnen para la venta.

Limpieza

Se retira el exceso de Zn de los tubos mediante un sistema de vapor y aire comprimido. Los residuos de Zinc extraídos se pierden con el vapor, por lo tanto no son recuperados. Las estructuras son sacudidas sobre la tina de Zinc para quitar el exceso.



Almacenamiento

El producto terminado es empaquetado y almacenado.

Despacho

Se entrega el producto terminado al cliente

3. CONSUMO ENERGÉTICO

En este capítulo se analizarán los tipos de energía utilizados y sus costos, lo que permitirá descubrir posibles irregularidades que serán el fundamento de las recomendaciones presentadas.

3.1 Consumo eléctrico

En base a las facturas enviadas por la Corporación para la Administración Temporal Eléctrica de Guayaquil desde enero del 2003 hasta diciembre del 2003, periodo en el cual se la empresa pagó \$184.110,20 por 1'906.100 KWh, se estimó una demanda promedio de 879 KW al mes a un costo aproximado de \$ 4.37 KW

Con esa información se calculó el costo de la energía eléctrica, la que es de \$ 0.072 kwh excluyendo la demanda y de \$ 0.092 kwh incluyéndola, sumando impuestos. Estos valores serán utilizados para el cálculo del análisis económico de las recomendaciones presentadas en este reporte.

A continuación se detallan los costos y nivel de consumo eléctrico por mes, y más adelante se analiza la misma información gráficamente.

UTILIZACIÓN Y COSTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE ENERO A DICIEMBRE 2003						
Mes	Consumo de Energía	*Costo de Energía	Total Demanda	*Costo de Demanda	Impuestos	* Total Costo
	(kWh)	(\$)	(kW)	(\$)	(\$)	(\$)
Enero	169.400	12.136	805	4.252	3.640	16.388
Febrero	179.900	12.792	805	4.252	3.786	17.044
Marzo	185.500	13.379	812	3.664	3.786	17.043
Abril	200.200	14.358	812	3.798	4.033	18.156
Mayo	130.900	9.630	721	3.372	2.890	13.002
Junio	142.100	10.504	896	3.402	3.098	13.906
Julio	129.500	9.545	924	3.407	2.886	12.952
Agosto	134.400	10.004	924	3.407	2.988	13.410
Septiembre	125.300	9.333	924	3.407	2.843	12.739
Ocubre	138.600	10.270	938	3.407	3.047	13.676
Noviembre	183.400	13.046	973	4.498	3.905	17.544
Diciembre	186.900	12.931	1.015	5.251	4.046	18.182
Total	1.906.100	\$137.927	10.549	\$46.116	\$40.949	\$184.043
Promedio	158.841,67	11.494	879	3.843	3.412	15.337

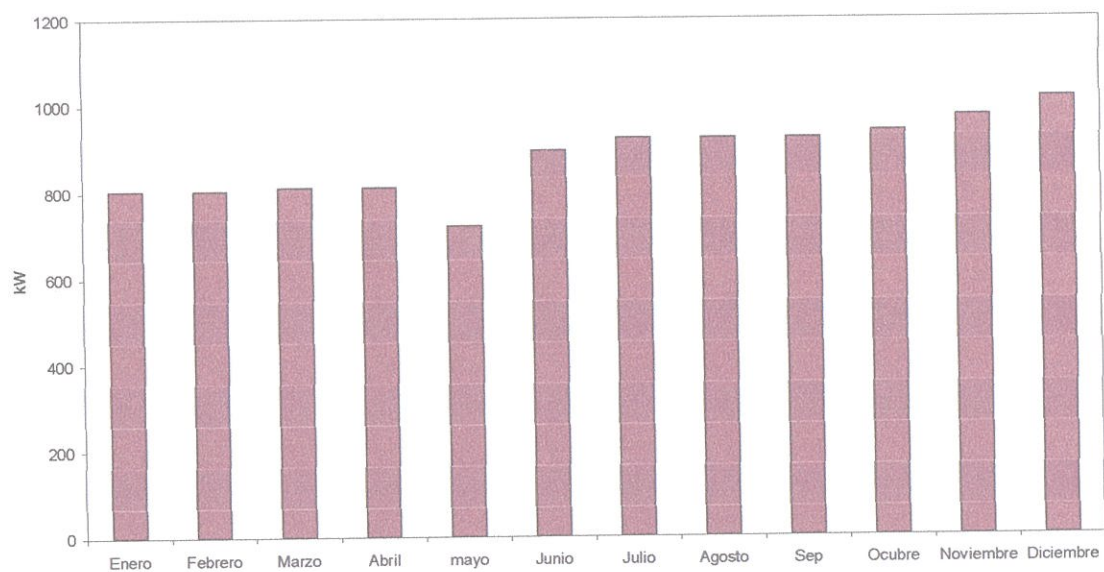
* Costos que incluyen impuestos, los que están agrupados en la columna "Impuestos"

Costo promedio por kW al mes:	\$4,37 /kWmes
Costo promedio de la energía excluida la demanda:	\$0,072 /kWh
Costo promedio de la energía incluyendo demanda:	\$0,097 /kWh



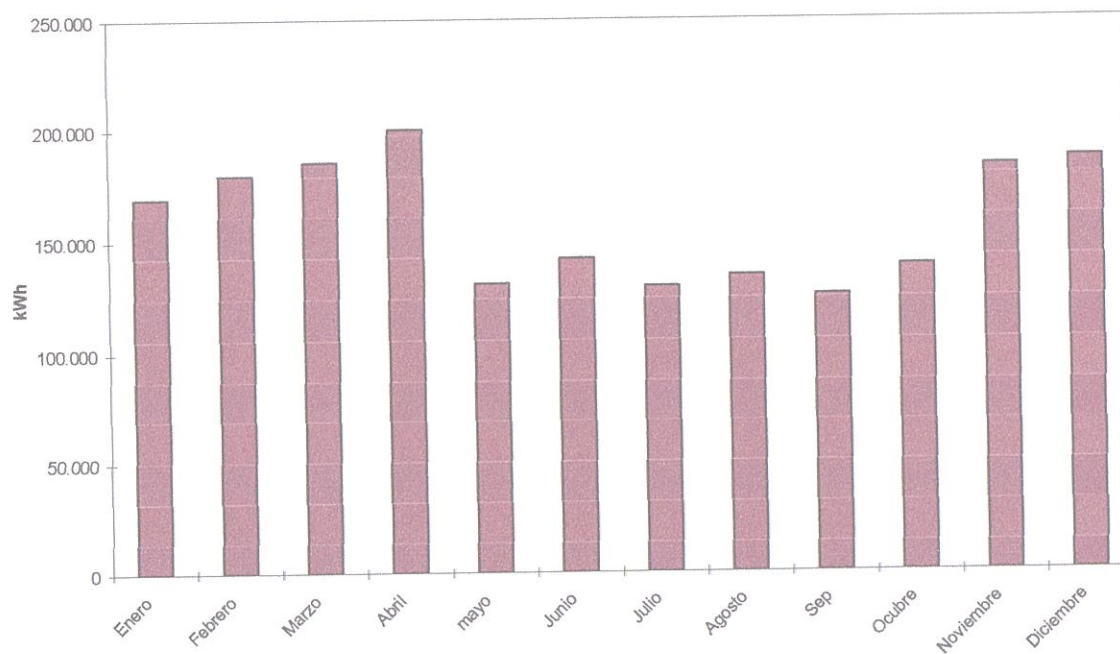
Demanda Mensual

Indicar Periodo



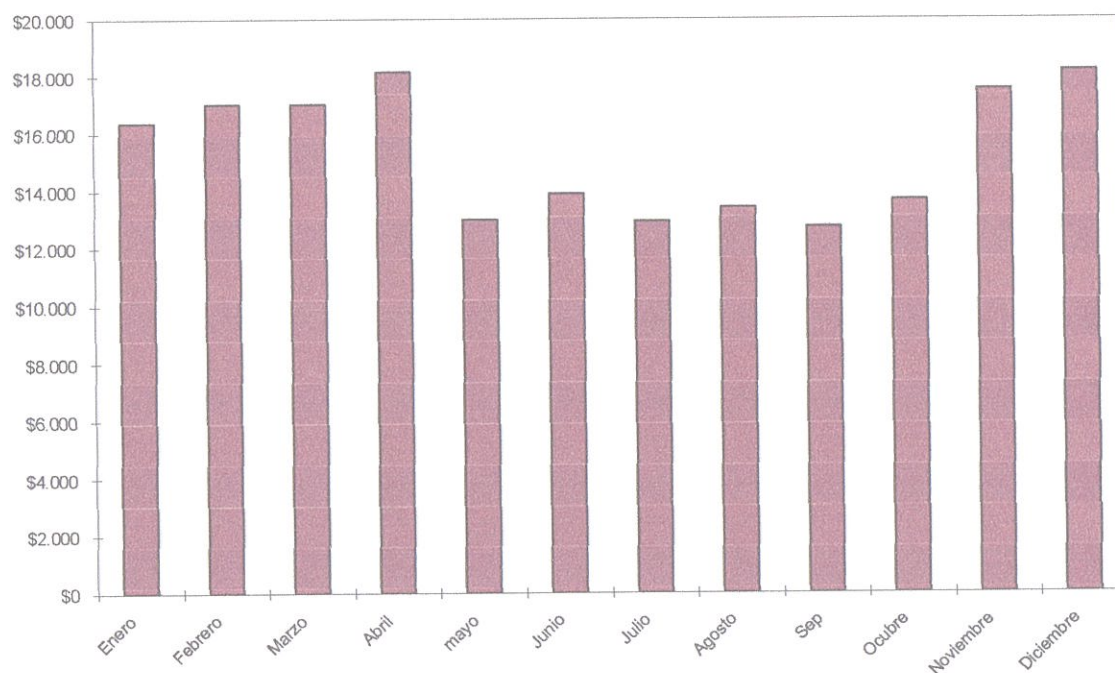
Consumo Eléctrico Mensual

Indicar Periodo



Costo Total de Energía Eléctrica

Indicar Periodo



3.2 Consumo de Diesel

Debido a que no se presentaron registros del consumo de diesel, se obtuvo información aproximada del mismo.

De acuerdo a la información obtenida la planta consume entre 9,000 y 10,000 gl/año. Para los cálculos de consumo y costos anuales de combustible se tomó la media, es decir, 9,500 gl/año.

Por lo tanto se puede decir que la empresa consume 114,000 galones de diesel al año, por el que paga un valor de \$ 99,180 /año, a un precio establecido de \$ 0.87 /gal. Esta cifra será utilizada para los análisis económicos de las recomendaciones que involucren la utilización de diesel.

4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN INDUSTRIAL

Como resultado de la Evaluación Industrial se obtuvieron 11 recomendaciones: 4 energéticas, 3 productivas y 4 no cuantificables.

4.1 Recomendaciones Energéticas

Durante la visita a la planta se pudo observar que cuentan con ciertas medidas de ahorro de energía como: instalación de bancos de capacitores, control del factor de potencia, las que actualmente representan beneficios para la empresa.

Luego de analizar los resultados de la Evaluación Industrial se sugiere implementar las siguientes recomendaciones para incentivar el uso eficiente de la energía:

Recomendación #1. Redistribución del Sistema de Iluminación

Recomendación #2. Cambio de Bandas de motores

Recomendación #3. Aislamiento Caldero y Línea de vapor

Recomendación #4. Instalar aislamientos verticales en las aberturas de la cámara de secado

Recomendación Energética # 01

REDISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

- Reemplazar aquellas lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión de 400 W, cuya intensidad lumínica es excesiva para ciertas áreas, por otras de 250 W que cumplen con la intensidad requerida por el tipo de trabajo que se realiza y que además contribuyen al ahorro de energía.
- Reemplazar aquellas lámparas Fluorescentes de 40 W por otras de 32W de mayor eficiencia.

Ahorro Estimado		\$ 3,669.22 /año
Costo de Implementación		\$ 6,156 /año
Tiempo de Recuperación Simple		1.6 años
Retorno de la Inversión (ROI)	CIB-ESPOL	59.6% /año
Disminución de la demanda de energía eléctrica		13.47 KW
Ahorro en el consumo de energía		41,147.42 KWh/año

Realizado por: Carlos Cevallos Quiroz

Estudiante de Ingeniería y Administración de la Producción Industrial

Recomendación # 01

Redistribución del Sistema de Iluminación

La empresa actualmente usa lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión para la iluminación en la planta (Naves #1, 2, 3, 4, 5 y 6) y lámparas Fluorescentes para el área administrativa (oficinas). Las lámparas usadas en la planta son de 250 W y 400 W, y su combinación es la que se pretende mejorar con el presente estudio mediante la adecuación a la intensidad lumínica necesaria por cada sección. Por otra parte, también se desea reducir los costos de energía eléctrica mediante el cambio de las lámparas Fluorescentes actuales (40 W) por otras de 32 W con alto rendimiento.

Además de la reducción de energía eléctrica por el reemplazo de lámparas de menor Wattage también se reduciría el calor producido por las mismas lo que se traduciría en ahorros de consumo eléctrico de los Acondicionadores de Aire.

Áreas consideradas para los cambios del Sistema de iluminación	Hrs/año
1. Área Administrativa	1920
2. Bodega de Repuestos	1920
3. Oficina de Bodega	1920
4. Comedor y Cocina	1920
PLANTA	
5. Oficinas de Planta	1920
6. Nave #2	2880
7. Nave #3	2880
8. Nave #4	2880
9. Nave #5	2880

10. Nave #6	2880
11. Oficina de Galvanizado	1920
12. Oficina de Control de Calidad	1920

Wattage Del Sistema Existente Y Del Propuesto

Para poder realizar los cambios de las lámparas de Vapor de Sodio de alta presión de 400W por otros de 250W primero se debió hacer un análisis de la intensidad lumínica necesaria para no afectar la visibilidad de los trabajadores al momento de realizar sus funciones.

Especificaciones Generales

Lámparas de Vapor de Sodio de alta presión

WATT	Voltaje	Amperes	Lúmenes iniciales aprox.	Vida , h
250	110	3.0	25500	10000
400	110	4.7	47000	15000

Eficacia luminosa (lúmenes / Watt)= 100 – 117

Lámparas Fluorescentes

WATT	Voltaje	Amperes	Lúmenes aprox.	Vida , h
32	120	0.43	2300	18000
40	120	0.43	3200	1800

Eficacia luminosa (lúmenes / Watt)= 13-90*

** Depende del tamaño tipo y color de la lámpara.*

Cálculo de la Intensidad lumínica necesaria

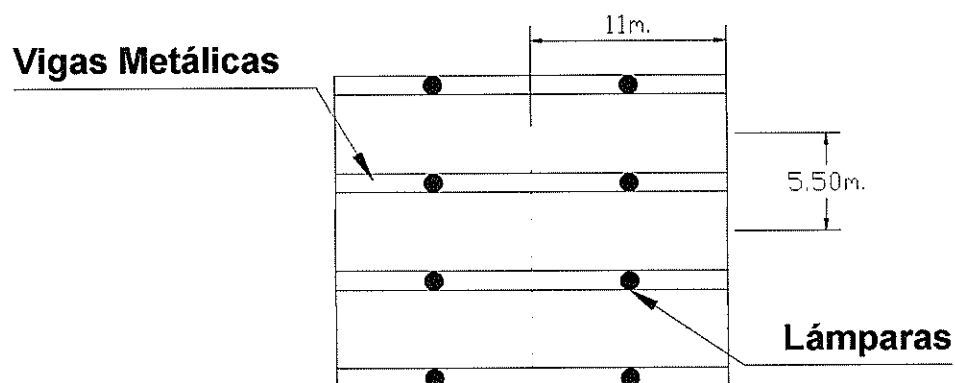
Vista Superior de una Nave

Figura 1.

Nota : Las medidas presentadas son aproximaciones.

El área que se tomará en cuenta para los cálculos de Intensidad en la **Planta** será la presentada en la figura 1:

$$\text{Área} = 5.50\text{m.} * 11\text{m.} = 60.5\text{m}^2.$$

El área que se tomará en cuenta para los cálculos de Intensidad en **Oficinas** será:

$$\text{Área (aproximadamente)} = 4 \text{ m}^2 .$$

Iluminación requerida por tipo de trabajo:**Decalux****Planta**

Almacenaje

Rudo, pesado	11
Medio	22
Tenue	54

Inspección

Sencilla	40
Ordinaria	54
Medianamente difícil	74
Difícil	110
Envolturas, empaque, rotulación	54

Ensamble

Ajuste, de visión cómoda	32
Ajuste, de visión difícil	54
Medio	110

Soldadura

54

Oficinas

Escaleras y corredores	22
Trabajo regular de oficina (lectura, copiado, archivado).	75
Sala de conferencias	33



Cálculos

Intensidad = Cantidad necesitada (Lux) * área de incidencia (m²)= (Lúmenes necesarios)

Nave #1

En esta nave todas las lámparas son de 250W y no se realiza ningún trabajo que amerite mayor intensidad de iluminación, por lo que no se recomienda reemplazos.

Nave #2

Para las Cortadoras de Flejes (Slitters)

Se realizan actividades como la preparación de los ejes para las diferentes medidas de Flejes que podría compararse con un ensamble con ajuste difícil y una inspección medianamente difícil, entonces:

Intensidad = $740 * 60.5 = 44770$ lúmenes

Por lo tanto se recomienda dos lámparas de 400W (uno para cada sitio).

La Nave cuenta actualmente con las dos lámparas pero deben ser reubicadas en el lugar específico donde se realizan estas actividades.

Nave #3

En la Nave #3 se encuentran las dos Tuberías, la rectificadora de las boquillas de tubos y el control de calidad.

Tuberías

Como todo el proceso de las Tuberías es automático no se necesita de mayor inspección (inspección ordinaria) pero por factores de seguridad y como además se realizan soldaduras, se recomienda usar una lámpara de 400W para cada tubería.

Rectificadora de Boquillas

La rectificadora de boquillas por ser una inspección sencilla solo necesita lámparas de 250W.

Control de calidad

El control de calidad se considera como una inspección medianamente difícil, entonces :

$$\text{Intensidad} = 740 * 60.5 = 44770 \text{ lúmenes}$$

Por lo tanto se debe usar una lámpara de 400W.

Nave #4

Perfiladoras

Para las perfiladoras se considera una Inspección difícil por lo que se recomienda lámparas de 400W para cada una. El resto de actividades son de almacenaje medio, entonces, se deberían usar lámparas de 250W.

Nave #5

En esta Nave se recomienda reemplazar todas las lámparas de filamento de 1500W por las lámparas de Vapor de Sodio de 250W ya que brindan la intensidad luminosa necesaria. Las 4 lámparas de Vapor de Sodio de 400W restantes se recomiendan para el final del proceso donde se realizan controles (inspección medianamente difícil).

Nave #6

Para el almacenaje medio

$$\text{Intensidad} = 220 * 60.5 = 13310 \text{ lúmenes}$$

Entonces se recomienda usar las lámparas de 250W que proveen hasta 25500 lúmenes.

Para la Alisadora, Cortadora-Alisadora y Plegadora

Su función se podría comparar con una inspección ordinaria por lo tanto:

$$\text{Intensidad} = 540 * 60.5 = 32670 \text{ lúmenes}$$

Para estas funciones se recomienda usar cuatro lámparas de 400W .

Cálculos de la Reducción de la Demanda, Ahorros de Energía y Ahorros en costos.

Reducción de la Demanda (RD): La reducción de la demanda puede ser calculada usando la siguiente formula:

$$RD = N * ((FB * We) - (FB * Wp)) * K$$

Donde:

N = Número de lámparas

FB = Factor de balastro (1.10)

We = Wattage existente (W / lámpara)

Wp = Wattage propuesto (W / lámpara)

K = Constante de conversión (0.001 kW/W)

Nave #1 y 2

$$RD = 0$$

Nave #3

$$RD = 3 * ((1.10 * 400) - (1.10 * 250)) * 0.001 = 0.50 \text{ KW}$$

Nave #4

$$RD = 9 * ((1.10 * 400) - (1.10 * 250)) * 0.001 = 1.485 \text{ KW}$$

Nave #5

$$RD = 4 * ((1.15 * 1500) - (1.10 * 250)) * 0.001 = 5.8 \text{ KW}$$

Nave #6

$$RD = 18 * ((1.10 * 400) - (1.10 * 250)) * 0.001 = 2.97 \text{ KW}$$

Oficinas (todas)

$$RD = 296 * ((1.15*40) - (1.15*32)) * 0.001 = 2.72 \text{ KW}$$

Ahorros de Energía (AE) : El ahorro de energía puede ser calculado usando la siguiente formula :

$$AE = RD * H$$

Donde:

H = Horas de utilización al año de las lámparas.

Nave #1 y 2

$$AE = 0$$

Nave #3

$$AE = 0.50 \text{ KW} * 3120 \text{ h/año} = 1560 \text{ KWh/año}$$

Nave #4

$$AE = 1.485 \text{ KW} * 3120 \text{ h/año} = 4633.2 \text{ KWh/año}$$

Nave #5

$$AE = 5.8 \text{ KW} * 3120 \text{ h/año} = 18096 \text{ KWh/año}$$

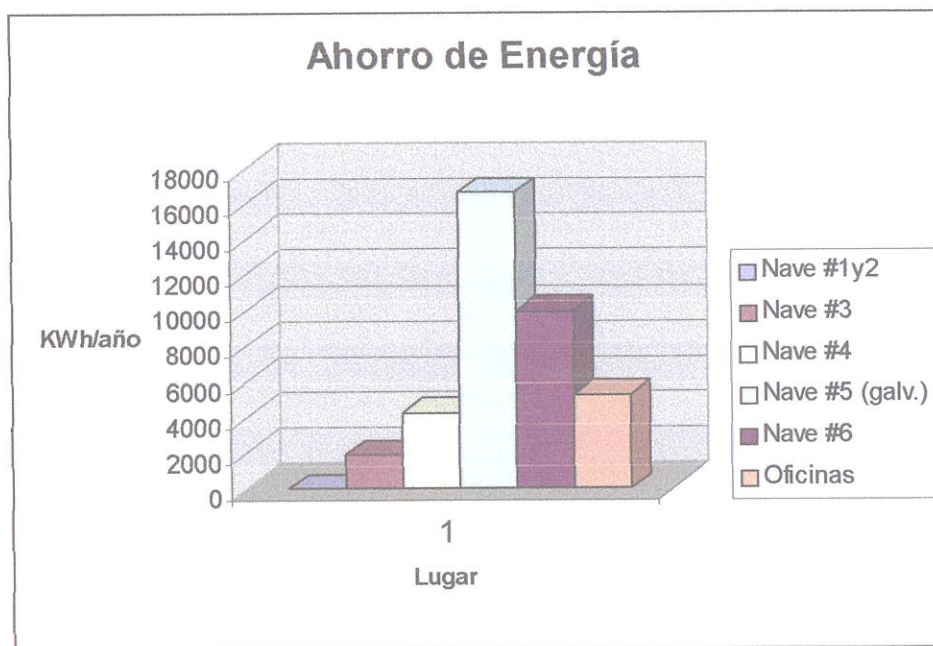
Nave #6

$$AE = 2.97 \text{ KW} * 3120 \text{ h/año} = 9266.4 \text{ KWh/año}$$

Oficinas (todas)

$$AE = 2.72 \text{ KW} * 2080 \text{ h/año} = 5657.6 \text{ KWh/año}$$

A continuación se muestra un gráfico para saber donde se efectúa el mayor ahorro de energía, con el fin de que la empresa pueda priorizar a la hora invertir en el caso de que las recomendaciones no se las implanten completamente.



Además de los ahorros directos, resultado del reemplazo de las lámparas por otras de menor Wattage, también se logran ahorros de energía en el consumo de los acondicionadores de aire ya que disminuye el calor provocado por las lámparas y por consiguiente disminuye también el trabajo para enfriar el ambiente.

Ahorros de Energía adicionales en Acondicionamiento de Aire (AAC) :

El ahorro de energía puede ser calculado usando la siguiente fórmula:

$$\text{AAC} = (\text{fracción del año en que se utilizan los acondicionadores}) * (\text{Fracción del día en que trabajan las lámparas en conjunto con los acondicionadores}) * (1/\text{coeficiente del desempeño del sistema}) * (\text{AE en zonas con acondicionadores})$$

$$\text{AAC} = ((1*1)/2.7)*5222.4 \text{ KWh /año} = 1934.22 \text{ KWh /año}$$

Ahorros de Energía Totales(AET): El ahorro de energía total puede ser calculado usando la siguiente formula :

$$AET= AE + AAC$$

Nave #1 y 2

$$AET = 0$$

Nave #3

$$AET = 1560 \text{ KWh/año}$$

Nave #4

$$AET = 4633.2 \text{ KWh/año}$$

Nave #5

$$AET = 18096 \text{ KWh/año}$$



Nave #6

$$AET = 9266.4 \text{ KWh/año}$$

Oficinas (todas)

$$AET = 5,657.6 \text{ KWh/año} + 1,934.22 = 7,591.82 \text{ KWh/año}$$

Ahorro en Costos anuales (AC): El ahorro en costo anuales puede ser calculado usando la siguiente formula :

$$AC = RD * CD * 12 \text{ (meses/año)} + AET * CESD$$

Donde:

CD = Costo de la Demanda

CESD = Costo de la Energía sin Demanda.

Nave #1 y 2

$$AC = 0$$

Nave #3

$$AC = (0.50 \text{ KW} * 4.37 \text{ \$/KW/mes} * 12) + (1560 \text{ KWh/año} * 0.072 \text{ \$/KWh}) =$$
$$= \$ 138.54 \text{ anuales.}$$

Nave #4

$$AC = (1.485 \text{ KW} * 4.37 \text{ \$/KW/mes} * 12) + (4633.2 \text{ KWh/año} * 0.072 \text{ \$/KWh}) =$$
$$= \$ 411.46 \text{ anuales.}$$

Nave #5

$$AC = (5.8 \text{ KW} * 4.37 \text{ \$/KW/mes} * 12) + (18096 \text{ KWh/año} * 0.072 \text{ \$/KWh}) =$$
$$= \$ 1607.06 \text{ anuales.}$$

Nave #6

$$AC = (2.97 \text{ KW} * 4.37 \text{ \$/KW/mes} * 12) + (9266.4 \text{ KWh/año} * 0.072 \text{ \$/KWh}) =$$
$$= \$ 822.92 \text{ anuales.}$$

Oficinas (todas)

$$AC = (2.72 \text{ KW} * 4.37 \text{ \$/KW/mes} * 12) + (7,591.82 \text{ KWh/año} * 0.072 \text{ \$/KWh}) =$$
$$= \$ 689.24 \text{ anuales.}$$

El número de lámparas existentes y sus valores de consumo energético fueron obtenidos mediante la visita a la empresa. Los valores calculados para la propuesta se basaron en el reemplazo de lámparas y en la redistribución adecuada de las mismas, pero siempre cumpliendo con los requerimientos de intensidad luminosa para desempeñar las actividades con normalidad.

Al final se muestra una tabla con la reducción de la demanda anual, ahorros de energía y ahorros de costos.

Ahorro en Costos Totales

$$ACT = 138.54 + 411.46 + 1607.06 + 822.92 + 689.24 = 3,669.22$$

$$ACT = \$ 3,669.22$$

Costos de Implementación

Los costos fueron estimados basándose en cotizaciones dadas por Proveedores del medio (Guayaquil) en el presente año (2004). Los Costos de la Recomendación se muestran en la siguiente tabla:

COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RECOMENDACIÓN				
Tipos de Lámparas Existentes	Tipos de Lámparas Propuestas	Número de Lámparas	Costo (\$/Lámpara)	Costo Total (\$)
Sodio 400W	Sodio 250W	38	136	5,168
Filamento 1500W	Sodio 250W	4	136	544
Fluorescentes 40W	Fluorescentes 32W	296	1.50	444
			TOTAL	\$ 6,156

Costos de Lámparas de Vapor de Sodio de 250W = \$136 / lámpara *más IVA*

Los costos de las lámparas de Vapor de Sodio de 250W ya incluyen el valor de los balastros pero no el valor del IVA

Costos de Lámparas Fluorescentes de 32 W = \$1.50 /unid. *más IVA*

Nota:

Los costos fueron obtenidos de ciertos proveedores pero son unos de los mejores precios del mercado. La empresa puede calificar otros proveedores y obtener mejores costos.

Periodo de Retorno Simple (PRS)

PRS = Costo de Implementación / Ahorro en Costos Totales (ACT)

$$\begin{aligned}\text{PRS} &= \$ 6,156 / \$ 3,669.22 \\ &= 1.6 \text{ años}\end{aligned}$$

Retorno sobre la Inversión (ROI)

ROI = (Ahorro en Costos Totales (\$/año) / Costo de Implementación (\$))*100

$$\text{ROI} = (\$ 3,669.22 / \$ 6,156) * 100 = 59.6\% / \text{año}$$



Recomendación # 02

CAMBIAR LAS BANDAS DE LOS MOTORES A BANDAS CORRUGADAS

La recomendación consiste en reemplazar las bandas corrientes tipo V por bandas corrugadas o dentadas tipo CV, cuando la vida útil de las primeras se haya cumplido.

Ahorro Estimado	\$ 1,903 año
Costo de Implementación	Cero
Tiempo de Recuperación Simple	Inmediato
Retorno de la Inversión (ROI)	No Aplica
Ahorro en el consumo de energía	21.393 Kwh/año

Realizado por: Marcos Tapia Faytong

**Egresado de Ingeniería y Administración de la Producción
Industrial**

Recomendación # 02

Cambiar las bandas de los motores a bandas corrugadas

El factor de fricción de las bandas normales tipo V es mayor al de las bandas corrugadas o dentadas tipo CV. Con el uso de las bandas tipo CV se logra una mejor transferencia de la energía del motor hacia el reductor, ya que la fricción que estas bandas permiten es menor, por sus características de flexibilidad mejores a las bandas normales tipo V. Esto permitirá aprovechar un mayor porcentaje de la energía entregada por el motor, por consiguiente una utilización más eficiente de la energía eléctrica que este requiere. Estos motores se encuentran ubicados en las máquinas más importantes de la planta como son las perfiladores, cortadoras de flejes, alisadoras.

Este reemplazo es fácilmente llevado a cabo ya que ambas bandas utilizan las mismas poleas, y a pesar de que las bandas dentadas son mas costosas que las lisas, poseen una vida útil aproximadamente de doble, lo cual significa un ahorro en materiales.

Cálculo de Ahorros

Con esta implementación se llevarán a cabo tres tipos de ahorro: en energía eléctrica, en materiales y en mano de obra.

Ahorros De Energía

El fabricante de bandas indica que el porcentaje de ahorro cuando se reemplazan las bandas lisas por las dentadas es del 2% al 4%. Para este cálculo hemos asumido un factor de ahorro (FA) de 4%. El ahorro anual (AE) en energía eléctrica de esta recomendación se puede calcular de la siguiente forma:

$$AE = N * (HP/EF) * FC * FA * FU * C * H$$



Donde,

N = Numero de motores de determinado tamaño.

HP = la potencia del motor, hp.

EF = La eficiencia del motor, sin unidades.

FC = El porcentaje de la capacidad a la que trabaja el motor, sin unidades.

FA = El factor de ahorro que se asume en 4%.

FU = Factor de utilización, sin unidades.

C = Constante de conversión, 0.746 kW/HP.

H = Horas anuales de operación del equipo, hr/año.

Ahorros de mano de Obra (AMO)

Ya que utilizando las bandas dentadas deberá reemplazar estas la mitad de las veces debido a su vida útil dos veces mayor a la de las bandas lisas comunes, el costo de la mano de obra para llevar a cabo esta operación se reduce y se puede calcular de la siguiente forma:

$$\text{AMO} = B \times (N \times \text{CMO} \times 0.5 \text{ hr}) / T \text{ años}$$

Donde,

N = Número de motores, sin unidades

B = Número de bandas por motor, sin unidades

CMO = Costo de mano de obra, \$2.00/ hora.

T = Tiempo de vida útil de las bandas dentadas, 2 años

Ahorro de materiales (AM)

Aunque la vida útil de las bandas dentadas es el doble que la de las bandas lisas comunes, las primeras cuestan menos del doble que las segundas, por lo que se genera un ahorro en el uso de estos elementos, que se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{AM} = B \times N \times (\text{CPL} \times 2 \text{ bandas}) - B \times N \times \text{CPD}$$

Donde,

N = Número de motores, sin unidades

B = Número de bandas por motor, sin unidades

CPL = Costo promedio de las bandas lisas. Dos bandas lisas por cada banda dentada.

CPD = Costo promedio de las bandas dentadas.

Ahorro Total (AT)

De la tabla CALCULO DE COSTOS DE REEMPLAZO DE BANDAS donde se han aplicado las fórmulas explicadas anteriormente, y que se puede observar anexa al final de este documento, se obtiene que el ahorro total de energía es de 21.393 kWh/año, el ahorro total de mano de obra es de \$ 16/año y el ahorro en materiales es de \$ 347/año, podemos calcular el ahorro total de la siguiente manera:

$$AT = (AE \times CEID) + AMO + AM$$

$$AT = (21.393 \text{ kWh/año} \times \$0.072/\text{kWh}) + \$16/\text{año} + \$347/\text{año} \\ = \$1903/\text{año}$$

El ahorro en dinero estimado anual generado por el reemplazo de las bandas lisas por las dentadas es: \$1903/año.

Costos de la Implementación

En lugar de reemplazar las bandas lisas comunes cada año, ahora se cambiarán las bandas dentadas cada dos años, lo que equivale a adquirir una banda que cuesta aproximadamente \$ 23,95 cada dos años, en lugar de una banda que cuesta aproximadamente \$ 17,40 cada año. Esto representa un ahorro de \$ 5,43 por cada banda dentada que se adquiera. Además el costo de instalación es nulo, ya que utilizan las mismas poleas y se reemplazarán cuando la vida útil de la banda común se haya terminado. Por lo tanto podemos decir que el costo de la implementación para esta recomendación es cero.

Tiempo de Recuperación Simple

Ya que el costo de la implementación es cero, puede decirse que el tiempo de recuperación de la inversión es inmediato.

Retorno de la Inversión (ROI)

No podemos calcular el retorno de la inversión, ya que esta es nula.

CALCULO DEL AHORRO DE REEMPLAZO DE BANDAS

Ubicación	HP	Cantidad	Horas / año	cantidad de bandas	FC	FU	Eficiencia estandar	Ahorro de energía (kWh/yr)	Ahorro de dinero (\$)	Ahorro MO (\$/yr)	Ahorro materiales (\$/yr)	Ahorro total (\$/yr)
Alisadora	15	1	6240	2	0.50	0.50	0.895	780	56	1	22	79
Plegadora	50	1	6240	5	0.55	0.60	0.895	3,433	247	3	54	304
Perfiladora Brad	40	1	6240	7	0.35	0.7	0.930	1,962	141	4	76	221
Perfiladora IPAC	40	1	6240	8	0.84	0.7	0.930	4,709	339	4	87	430
Perfiladora MEP	30	1	6240	4	0.42	0.6	0.924	1,523	110	2	43	155
Cortadora de flejes 2	100	1	6240	6	0.48	1.0	0.945	8,985	647	3	65	715
TOTALES				32				21,393	1,540	16	347	1,903

* FC = factor de carga

* FU = factor de utilización

Recomendación Energética # 03

Aislar el Supercalentador del Caldero y la Línea de Vapor

Se recomienda aislar el supercalentador y las líneas de vapor con lana de vidrio para disminuir la pérdida de energía y eliminar una condición peligrosa contra el bienestar de los empleados del área de Galvanizado.

Ahorro Estimado	\$ 231.64 /año
Costo de Implementación	\$ 87.6 /año
Tiempo de Recuperación Simple	0.37 años
Retorno de la Inversión (ROI)	264.43 %/año
Ahorro en el consumo de energía	189.1 gal/año

Realizado por: José Luis Hernández B.

Estudiante de Ingeniería Mecánica

Recomendación # 03

Aislar el supercalentador del caldero y la línea de vapor

Mediante una inspección visual se pudo observar que el supercalentador, ubicado junto al caldero y de donde sale la línea de vapor, se encuentra exteriormente sin aislamiento, la falta de aislamiento se reafirma al sensar con la termocupla una alta temperatura superficial del mismo, provocando pérdidas de calor por radiación térmica hacia el exterior.

Además existen tramos de la línea de vapor hacia el soplador y piscina de galvanizado que no se encuentran aislados, estos poseen temperaturas superficiales cercanas a las del fluido que circula por ellas. Por la diferencia de temperaturas con el ambiente la tubería transfiere calor en forma de radiación, produciendo pérdidas en el sistema. Mediante un buen recubrimiento se obtendrá una disminución en la pérdida de energía.

Al aislar el supercalentador y los tramos de tubería no sólo se ahorrará dinero por consumo de combustible, adicionalmente se eliminará una condición peligrosa que podía resultar en accidentes laborales influyendo directamente en la productividad de la planta.

La eliminación de condiciones inseguras de trabajo es uno de los primeros pasos para Implementar un Sistema de Seguridad Industrial, cuyos beneficios sociales y económicos se detallan en la Recomendación Cualitativa # 1 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EFECTIVO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.

A pesar de que los ahorros por consumo de diesel no son sobresalientes, se presenta esta recomendación por su importancia en lo que a Seguridad Industrial se refiere.



El circuito de vapor en la planta se encuentra ubicado dentro de la Nave 5 junto al área de galvanizado.

El vapor producido por el caldero es utilizado en dos aplicaciones:

- Sopladores de Vapor.- Mediante vapor a presión se sopla la parte interior de los tubos galvanizados para eliminar todas las trazas de zinc aprovechados en el proceso. (L1)
- Calentamiento de Piscinas de Galvanizado.- El vapor se hace pasar por un intercambiador de calor que sirve para calentar el agua de las dos primeras piscinas de galvanizado (desengrasante y enjuague), las cuales deben alcanzar temperaturas cercanas a los 100°C. (L2)

Datos del Generador de Vapor:

Marca y Tipo de Caldero:	ACENBACH (Pilotubular)
Combustible:	Diesel
Potencia:	100 HP
Diámetro de salida de vapor:	3.5 in
Forma:	Cilindro Acostado
Largo:	2.52 m
Altura:	1.62 m
Supercalentador incluido:	Si
Dimensiones supercalentador:	0.72 m x 0.80 m x 1.26 m
Diámetro de salida de gases:	0.37 m
Tiempo de utilización por día:	20 hrs. (83% utilización estimado)
Utilización semanal:	5 días
Tipo de Mantenimiento:	Preventivo
Frecuencia de mantenimiento:	Cada 2 años.
Ultimo mantenimiento:	Septiembre del 2003

Datos de la línea de vapor 1. (Al Soplador)

Longitud Total:	25 m
Número de cambios de dirección:	6
Número de cambios de sección:	Ninguno
Diámetros por cambios de sección:	3.5 in (0.0889 m)

Datos de la línea de vapor 2. (A las Piscinas)

Longitud Total:	48.3 m
Número de cambios de dirección:	12
Número de cambios de sección:	2
Diámetros por cambios de sección:	3.5 in, 3 in y 3.5 in (0.0889 m, 0.0762 m y 0.0889m)

Datos obtenidos.-

La toma de datos fue realizada en el generador de vapor, y en las tuberías de vapor.

Generador de Vapor:

Presión de salida del vapor:	89 psi.
Temperatura de salida del vapor:	221°C
Temperatura de salida de los gases:	158°C
Consumo de combustible (dato de la empresa):	6 gal/hr.
Temperatura de agua de alimentación:	122°C
Temperatura Ambiental:	33.4°C
Humedad Relativa:	71%
Temperatura superficial (prom) del caldero:	65°C
Temperatura superficial (prom) del supercalentador:	92°C
Gases de escape (O ₂)	7.2 %
Gases de escape (SO ₂)	74 ppm
Gases de escape (NO _x)	68 ppm
Gases de escape (CO)	28 ppm

Observaciones:

- * Supercalentador sin aislamiento.
- * Flujo de salida de vapor se divide en dos ramales.

Línea de vapor 1. (Al Soplador)

Longitud Total:	25 m
Longitud Sin Aislar (1):	1.8 m
Temperatura superficial (prom) (1):	219.2°C
Diámetro exterior (1):	3.5 in
Longitud Aislada (2):	23.2 m
Temperatura superficial (prom) (2):	52.8°C
Diámetro exterior (2):	140 mm

Observaciones:

- * Salida de vapor por el soplador no posee medidor de flujo ni de presión.
- * Aislamiento en buen estado (lana de vidrio).

Línea de vapor 2. (A las Piscinas)

Longitud Total:	48.3 m
Longitud Sin Aislar (3):	1.4 m
Temperatura superficial (prom) (3):	220.1°C
Diámetro exterior (3):	3 in (0.0762 m)
Longitud Aislada (4):	29.8 m
Temperatura superficial (prom) (4):	61.6°C
Diámetro exterior (4):	122 mm
Longitud Sin Aislar (5):	17.1 m
Temperatura superficial (prom) (5):	197.4°C
Diámetro exterior (5):	3.5 in

Observaciones:

- * Esta línea de vapor no posee en ningún punto un medidor de flujo ni de presión.
- * Aislamiento en buen estado (lana de vidrio) a excepción de pequeño tramo al inicio.



Cálculo de Ahorros

A continuación se presentan los ahorros de combustible a causa de la disminución de la pérdida de calor por radiación térmica. Al final de la recomendación se anexan los cálculos realizados para el estudio de la presente recomendación:

Aislamiento del Supercalentador

Perdidas por las paredes del Supercalentador:

$$Q_{ps} = (h_c + h_r) \times A \times (T_s - T_a)$$

Donde,

Q_{ps} = Flujo de energía que sale por paredes del supercalentador.

h_c = Coeficiente de convección (por ventilación).

h_r = Coeficiente de convección (por prop. de superficie).

A = Área superficial.

T_s = Temperatura superficial.

T_a = Temperatura ambiental.

$$\text{Área Superficial} = A = 2(0.72 \times 1.26) + 2(0.8 \times 1.26) + 1(0.72 \times 0.8) = 4.4064 \text{ m}^2$$

$$h_c = 6 \text{ J/seg.m}^2.\text{°K} \text{ (para cuartos cerrados sin mucho viento)}$$

$$T_a = 33.4^\circ\text{C} = 306.4 \text{ °K}$$

$$T_s = 92^\circ\text{C} = 365 \text{ °K}$$

$$h_r = \sigma(T_s^4 - T_a^4)\epsilon / (T_s - T_a)$$

$$\sigma = \text{Constante de Stefan-Boltzmann} = 5.67 \times 10^{-8} \text{ J/seg.m}^2.\text{°K}^4$$

$$\epsilon = 0.7 \text{ (emisividad en cuerpos opacos, baja hasta 0.3 para cuerpos brillantes)}$$

$$h_r = 5.67 \times 10^{-8} (365^4 - 306.4^4) \times 0.7 / (365 - 306.4) = 6.01519 \text{ J/seg.m}^2.\text{°K}$$

$$Q_{ps} = (6 + 6.01519) \times 4.4064 \times (365 - 306.4) = 3111.979 \text{ J/seg} \times 3600 \text{ seg/h} \times 1 \text{ KK/1000J}$$

$$Q_{ps} = 11203.11 \text{ KJ/hr}$$

Donde Q_{ps} = Flujo de energía que sale por paredes del caldero.

Para el material de aislamiento seleccionado (lana de vidrio):

$$\text{Conductividad Térmica, } K = 0.035 \text{ J/seg.m.°K} = 0.126 \text{ KJ/hr.m.°K}$$

De donde

$$\text{Para } T_s = 33.4^\circ\text{C} \text{ (} T_{sc} = 92^\circ\text{C)}$$

$$Q = (T_{sc} - T_s) / (x / KA) = (92 - 33.4) / (0.05 / 0.126 \times 4.4064) = 650.70 \text{ KJ/hr}$$

Donde,

T_{sc} = Temperatura superficial del supercalentador.

X = Espesor del aislante.

$$Q_{\text{ahorrado}} = 11203.1 \text{ KJ/hr} - 650.70 \text{ KJ/hr} = 10552.4 \text{ KJ/hr}$$

$$\text{Equivalente en combustible (Diesel)} = (10552.4 \text{ KJ/hr}) / (39858.336 \text{ Kg/KJ})$$

$$m'f_{\text{ahorrado}} = 0.2647476 \text{ Kg/hr}$$

$$v'f_{\text{ahorrado}} = (0.2647476 \text{ Kg/hr}) / (8400 \text{ Kg/m}^3) = 0.00003151757 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$v'f_{\text{ahorrado}} = (0.00003151757 \text{ m}^3/\text{hr}) / (0.00378 \text{ m}^3/\text{gal}) = 0.0083379 \text{ gal/hr}$$

$$v'f_{\text{ahorrado}} = 43.46 \text{ gal/año}$$

Generación de vapor 20 horas al día, 5 días a la semana, 52 semanas al año, entonces:

$$20 \times 5 \times 52 = 5200 \text{ horas (entonces 83\% de utilización)}$$

Donde,

Q_{ahorrado} = Ahorro en consumo de energía.

$m'f_{\text{ahorrado}}$ = Flujo másico de combustible ahorrado

$v'f_{\text{ahorrado}}$ = Flujo volumétrico de combustible ahorrado

Aislamiento del primer tramo de la línea de vapor hacia el soplador

Pérdidas por tuberías

$$\text{Tramo 1: } Q_{\text{pc}} = (h_c + h_r) \times A \times (T_s - T_a)$$

$$\text{Área Superficial} = A = (3.5\pi \times 0.0254) \times 1.8 = 0.50271 \text{ m}^2$$

$$h_c = 6 \text{ J/seg.m}^2.\text{°K} \text{ (para cuartos cerrados sin mucho viento)}$$

$$T_a = 33.4^\circ\text{C} = 306.4 \text{ °K}$$

$$T_s = 219.2^\circ\text{C} = 492.2 \text{ °K}$$

$$h_r = \sigma(T_s^4 - T_a^4)\epsilon / (T_s - T_a)$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ J/seg.m}^2.\text{°K}^4$$

$$\epsilon = 0.7 \text{ (emisividad de superficie de tubo sin aislar)}$$

$$h_r = 5.67 \times 10^{-8} (492.2^4 - 306.4^4) \times 0.7 / (492.2 - 306.4) = 10.6545 \text{ J/seg.m}^2.\text{°K}$$

$$Q_{\text{pc}} = (6 + 10.6545) \times 0.50271 \times (492.2 - 306.4) = 1555.616 \text{ J/seg}$$

$$Q_{\text{pc}} = 5600.2 \text{ KJ/hr}$$

Para $T_s = 33.4^\circ\text{C}$ ($T_{\text{tub}} = 219.2^\circ\text{C}$)

$$Q = (T_{\text{tub}} - T_s) / (x / KA) = (219.2 - 33.4) / (0.05 / 0.126 \times 0.5027) = 246.75 \text{ KJ/hr}$$

$$Q_{\text{ahorrado}} = 5600.2 \text{ KJ/hr} - 246.75 \text{ KJ/hr} = 5353.45 \text{ KJ/hr}$$

$$\text{Equivalente en combustible (Diesel)} = (5353.45 \text{ KJ/hr}) / (39858.336 \text{ Kg/KJ})$$

$$m'f_{\text{ahorrado}} = 0.1343126 \text{ Kg/hr}$$

$$v'f_{\text{ahorrado}} = (0.1343126 \text{ Kg/hr}) / (8400 \text{ Kg/m}^3) = 0.0000159895 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$v'f_{\text{ahorrado}} = (0.0000159895 \text{ m}^3/\text{hr}) / (0.00378 \text{ m}^3/\text{gal}) = 0.00423 \text{ gal/hr}$$

$$v'f_{\text{ahorrado}} = 21.99 \text{ gal/año}$$

Aislamiento del primer tramo de la línea de vapor hacia la piscina de galvanizado

Pérdidas por tuberías

$$\text{Tramo 3: } Q_{\text{pc}} = (h_c + h_r) \times A \times (T_s - T_a)$$

$$\text{Área Superficial} = A = (3\pi \times 0.0254) \times 1.4 = 0.3351 \text{ m}^2$$

$$h_c = 6 \text{ J/seg.m}^2.\text{°K} \text{ (para cuartos cerrados sin mucho viento)}$$

$$T_a = 33.4^\circ\text{C} = 306.4 \text{ °K}$$

$$T_s = 220.1^\circ\text{C} = 493.1 \text{ °K}$$

$$h_r = \sigma(T_s^4 - T_a^4)\epsilon / (T_s - T_a)$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ J/seg.m}^2.\text{°K}^4$$

$$\epsilon = 0.7 \text{ (emisividad de superficie de tubo sin aislar)}$$

$$h_r = 5.67 \times 10^{-8} (493.1^4 - 306.4^4) \times 0.7 / (493.1 - 306.4) = 10.694 \text{ J/seg.m}^2.\text{°K}$$

$$Q_{\text{pc}} = (6 + 10.694) \times 0.3351 \times (493.1 - 306.4) = 1044.613 \text{ J/seg}$$

$$Q_{\text{S3}} = 3730.6 \text{ KJ/hr}$$

Para $T_s = 33.4^\circ\text{C}$ ($T_{\text{tub}} = 220.1^\circ\text{C}$)

$$Q = (T_{\text{tub}} - T_s) / (x / KA) = (220.1 - 33.4) / (0.05 / 0.126 \times 0.3351) = 157.659 \text{ KJ/hr}$$

$$Q_{\text{ahorrado}} = 3760.6 \text{ KJ/hr} - 157.659 \text{ KJ/hr} = 3602.941 \text{ KJ/hr}$$

$$\text{Equivalente en combustible (Diesel)} = (3602.941 \text{ KJ/hr}) / (39858.336 \text{ Kg/KJ})$$

$$m'f_{\text{ahorrado}} = 0.0903936 \text{ Kg/hr}$$

$$V'f_{\text{ahorrado}} = (0.0903936 \text{ Kg/hr}) / (8400 \text{ Kg/m}^3) = 0.0000107611 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$V'f_{\text{ahorrado}} = (0.0000107611 \text{ m}^3/\text{hr}) / (0.00378 \text{ m}^3/\text{gal}) = 0.0028468 \text{ gal/hr}$$

$$V'f_{\text{ahorrado}} = 14.80 \text{ gal/año}$$

Aislamiento del último tramo de la línea de vapor hacia la piscina de galvanizado

Pérdidas por tuberías

$$\text{Tramo 5: } Q_{pc} = (h_c + h_r) \times A \times (T_s - T_a)$$

$$\text{Área Superficial} = A = (3.5\pi \times 0.0254) \times 17.1 = 4.7758 \text{ m}^2$$

$$h_c = 6 \text{ J/seg.m}^2.\text{°K} \text{ (para cuartos cerrados sin mucho viento)}$$

$$T_a = 33.4^\circ\text{C} = 306.4 \text{ °K}$$

$$T_s = 197.4^\circ\text{C} = 470.4 \text{ °K}$$

$$h_r = \sigma(T_s^4 - T_a^4)\epsilon / (T_s - T_a)$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ J/seg.m}^2.\text{°K}^4$$

$$\epsilon = 0.7 \text{ (emisividad de superficie de tubo sin aislar)}$$

$$h_r = 5.67 \times 10^{-8} (470.4^4 - 306.4^4) \times 0.7 / (470.4 - 306.4) = 9.7167 \text{ J/seg.m}^2.\text{°K}$$

$$Q_{pc} = (6 + 9.7167) \times 4.7758 \times (470.4 - 306.4) = 12309.861 \text{ J/seg}$$

$$Q_{S5} = 44315.5 \text{ KJ/hr}$$



$$\text{Para } T_s = 33.4^\circ\text{C} \text{ (} T_{\text{tub}} = 197.4^\circ\text{C)}$$

$$Q = (T_{\text{tub}} - T_s) / (x / KA) = (197.4 - 33.4) / (0.05 / 0.126 \times 4.7758) = 1973.74 \text{ KJ/hr}$$

$$Q_{\text{ahorrado}} = 44315.5 \text{ KJ/hr} - 1973.74 \text{ KJ/hr} = 42341.77 \text{ KJ/hr}$$

$$Q_{\text{ahorrado}} = 189.10 \text{ gal/año}$$

$$\text{Equivalente en combustible (Diesel)} = (42341.77 \text{ KJ/hr}) / (39858.336 \text{ Kg/KJ})$$

$$m'f_{\text{ahorrado}} = 1.062306 \text{ Kg/hr}$$

$$V'f_{\text{ahorrado}} = (1.062306 \text{ Kg/hr}) / (8400 \text{ Kg/m}^3) = 0.00012646506 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$V'f_{\text{ahorrado}} = (0.00012646506 \text{ m}^3/\text{hr}) / (0.00378 \text{ m}^3/\text{gal}) = 0.0334563 \text{ gal/hr}$$

$$V'f_{\text{ahorrado}} = 189.1 \text{ gal/año}$$

Ahorros de Energía Total

El ahorro de energía total es igual a la suma del volumen de combustible ahorrado en el supercalentador y tuberías

Ahorro Total Diesel (ATD) = $(43.46 + 21.99 + 14.8 + 189.1)$ gal/año

ATD = 269.35 gal/año

Ahorro Total

El ahorro total en costos (ATC) es igual a:

$ATC = ATD \times \text{costo del diesel (\$/gal)}$

$ATC = 269.35 \text{ gal/año} \times \$ 0.86 / \text{año}$

ATC = \$231.64 /año

Costos de la Implementación

El aislante propuesto es la lana de vidrio, con las siguientes características:

Materiales: Lana de Vidrio

Medidas: 0.5m x 0.025m x 1 m

Costo unitario métrico: \$ 1.20

Aislamiento de Supercalentador

Material necesario: $(2 \text{ pasadas}) \times (4.4064 \text{m}^2) = 8.8128 \text{ m}^2$

Número de unidades métricas: $8.8128 / (1 \times 0.5) = 17.6256$

Costo de material: $18 \times 1.2 = \$ 21.6$

Costo de mano de obra: $2 \text{ Persona} \times 2 \text{ Horas} \times 3 \$/\text{HH} = \$ 12$

Costo total de la implementación: Costo de material + Costo de Mano de Obra

Costo de la implementación: \$ 33.6

Aislamiento del primer tramo de la línea de vapor hacia el soplador

Material necesario: $(2 \text{ pasadas}) \times (0.5027 \text{m}^2) = 1.0054 \text{ m}^2$

Número de unidades métricas: $1.0054 / (1 \times 0.5) = 2.0108$

Costo de material: $3 \times 1.2 = \$ 3.6$

Costo de mano de obra: 1Persona x 1Horas x 3 \$/HH = \$ 3

Costo de la implementación: \$ 6.6

Aislamiento del primer tramo de la línea de vapor hacia la piscina de galvanizado

Material necesario: (2 pasadas) x (0.3351m²) = 0.6702 m²

Número de unidades métricas: 0.6702 / (1 x 0.5) = 1.3404

Costo de material: 2 x 1.2 = \$ 2.4

Costo de mano de obra: 1Persona x 1Horas x 3 \$/HH = \$ 3

Costo de la implementación: \$ 5.4

Aislamiento del último tramo de la línea de vapor hacia la piscina de galvanizado

Material necesario: (2 pasadas) x (4.7758m²) = 9.5516 m²

Número de unidades métricas: 9.5516 / (1 x 0.5) = 19.1032

Costo de material: 20 x 1.2 = \$ 24

Costo de mano de obra: 2Persona x 3Horas x 3 \$/HH = \$ 18

Costo de la implementación: \$ 42

Costo Total de la Implementación

CTI = (33.6 + 6.6 + 5.4 + 42)\$ / año

CTI = \$ 87.6 / año



Tiempo de Recuperación Simple

Para calcular el Tiempo de Recuperación Simple se dividen los costos totales de la implementación para el ahorro anual estimado, de esta manera se obtiene el número de años en los que recuperará la inversión.

$$\begin{aligned} \text{TRS} &= \text{Costo Total de Implementación} / \text{Ahorro Total Estimado al año} \\ &= (\$87.6) / (\$ 231.64 / \text{año}) \\ &= 0.37 \text{ años} \end{aligned}$$

Retorno de la Inversión (ROI)

Para calcular el Retorno de la Inversión (ROI) se divide el total de ahorros estimado para el costo total de implementación y se lo multiplica por 100. El ROI representa la tasa de retorno de la inversión en porcentaje.

$$\begin{aligned}\text{ROI} &= [\text{Ahorro Total Estimado al año} / \text{Costo Total de Implementación}] * 100 \\ &= [(\$ 231.64 \text{ año}) / (\$ 87.6)] * 100 \\ &= 264.43 \%/\text{año}\end{aligned}$$

Características del Circuito de Vapor

* Poder calorífico del Fuel Oil Nro 2 (Diesel).

$$PC_{SUP} = 10700 \text{ Kcal/Kg}$$

$$PC_{INF} = 9520 \text{ Kcal/Kg}$$

$$PC_f = 9520 \text{ Kcal/Kg} \times (4.1868 \text{ KJ} / 1 \text{ Kcal})$$

Donde,

PC_{SUP} = Poder Calorífico Superior.

PC_{INF} = Poder Calorífico Inferior.

PC_f = Poder Calorífico de Combustible (Diesel).

$PC_f = 39858.336 \text{ KJ/Kg}$
--

* Obtención del flujo másico de combustible:

$$m_f = (v_f) \times (\text{densidad del combustible})$$

$$\text{densidad de diesel} = 8400 \text{ Kg/m}^3$$

$$v_f = 6 \text{ gal/hr} = 0.02268 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$m_f = (0.02268) \times (8400)$$

Donde,

m_f = Flujo másico de combustible.

v_f = Flujo volumétrico de combustible.

$m_f = 190.51 \text{ Kg/hr}$
--

* Obtención del flujo másico de gases de combustión por medio del exceso de aire:

Para 7.2% de O_2 :

$$O_2 = EA (1 + \gamma/4x) / N_{TOT}$$

$$CO_2 = 1 / N_{TOT}$$

$$N_{TOT} = 1 + EA(1 + \gamma/4x) + (1+EA)(1 + \gamma/4x)(3.76)$$

$$\gamma/x = 1.8 \text{ (para Diesel CH}_{1.8}\text{)}$$

$$N_{TOT} = EA(1 + 1.8/4) / 0.072 = 20.138 \text{ EA}$$

$$20.138 \text{ EA} = 1 + EA(1 + 1.8/4) + (1+EA)(1 + 1.8/4)(3.76)$$

$$(20.138 - 1.45 - 5.452) \text{ EA} = 1 + (5.452)$$

$$\text{EA} = 6.452 / 13.2369 = 0.4874$$

$$N_{TOT} = 20.138 \times 0.4874 = 9.815$$

Donde,

EA = Exceso porcentual de Aire.

N_{TOT} = Número total de moles.

$$\text{CO}_2 = 1 / 9.815 = 0.10188 = 10.188 \%$$

$$\text{Exceso de aire (EA)} = 48.74 \%$$

$$m'_{g/f}]_{estq} = (O_2 + 3.7 N_2) / (CH_{1.8}) = 15.5$$

$$m'_{g/f}]_{real} = (1 + EA) \times (O_2 + 3.7 N_2) / (CH_{1.8})$$

$$(m'_{g/f}]_{real}) / (m'_{g/f}]_{estq}) = 1 + EA$$

$$m'_{g/f}]_{real} = (1 + EA) \times (15.5)$$

$$m'_g = (1 + EA) \times (15.5) \times (m'_f)$$

$$m'_g = (1 + 0.4874) \times (15.5) \times (190.51 \text{ Kg/hr})$$

$$m'_{g/f}]_{estq} = \text{Relación másica aire-combustible estequiométrica.}$$

$$m'_{g/f}]_{real} = \text{Relación másica aire-combustible real.}$$

$$m'_g = \text{Flujo másico de gases de escape.}$$



$$m'_g = 4392.197 \text{ Kg/hr}$$

* Obtención de las propiedades de las sustancias:

-Agua de alimentación:

$$P = P_{caldera} + 10 \text{ psi} = 89 + 10 = 99 \text{ psi, entonces:}$$

$$T = 122^\circ\text{C} = 251.6^\circ\text{F} = 395^\circ\text{K}$$

P = Flujo másico de gases de escape.

P_{caldera} = Presión en la caldera

T = Temperatura.

hf_w = Entalpía de líquido saturado del agua de alimentación.

$$hf_w = 197.632 \text{ BTU/lb}$$

$$hf_w = 459.692 \text{ KJ/Kg}$$

-Agua de purgas de fondo y superficie:

$P = P_v = 89 \text{ psi}$, entonces :

hf_p = Entalpía de líquido saturado del agua de purga.

$$hf_p = 289.726 \text{ BTU/lb}$$

$$hf_p = 673.902 \text{ KJ/Kg}$$

-Salida de vapor (caldera + sc):

$P = P_v = 89 \text{ psi}$

$T = T_v = 221^\circ\text{C} = 429.8^\circ\text{F}$, entonces :

hg_v = Entalpía del vapor producido por la caldera.

$$hg_v = 1244.63 \text{ BTU/lb}$$

$$hg_v = 2895.01 \text{ KJ/Kg}$$

-Aire de admisión:

$T = T_a = 33.4^\circ\text{C} = 306.4^\circ\text{K}$, entonces:

Cp_a = Calor específico del aire de admisión.

$$Cp_a = 1.0073 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{K}$$

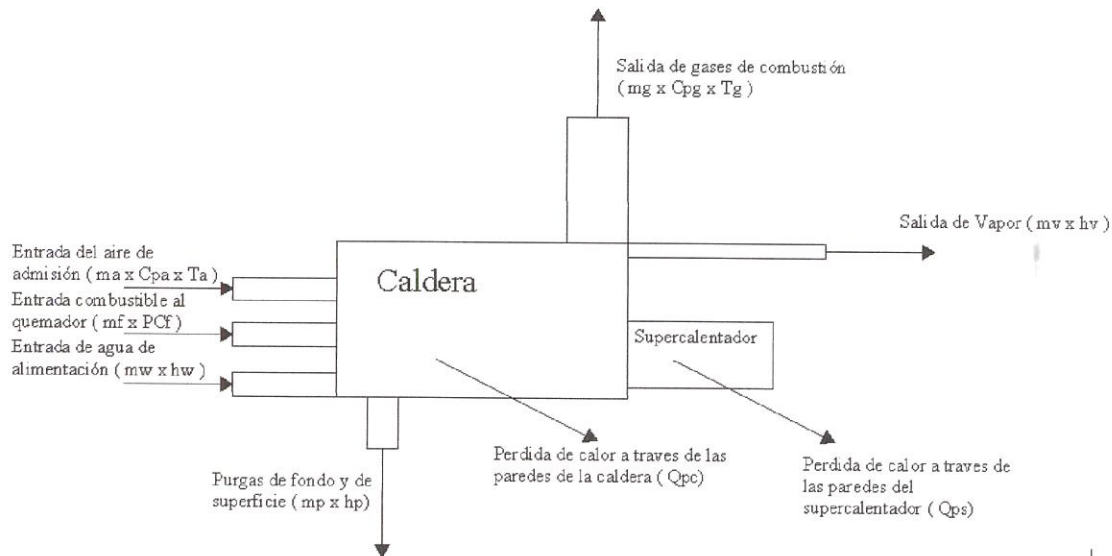
-Gases de escape:

$T = 158^\circ\text{C} = 431^\circ\text{K}$, entonces:

Cp_g = Calor específico de los gases de escape.

$$Cp_g = 1.0183 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{K}$$

****Balances de Masa y Energía.-**



Balance de Masa:

Flujo másico que entra al sistema = Flujo másico que sale del sistema.

$$\dot{m}_{in} = \dot{m}_{out}$$

$$\dot{m}_g = \dot{m}_a + \dot{m}_f$$

$\dot{m}_g$ = Flujo másico de gases de escape.

$\dot{m}_a$ = Flujo másico de aire de admisión.

$\dot{m}_f$ = Flujo másico de combustible.

$$\dot{m}_w = \dot{m}_v + \dot{m}_p$$

$\dot{m}_w$ = Flujo másico de agua de alimentación.

$\dot{m}_p$ = Flujo másico de agua de purga.



Nota: Las purgas de fondo y de superficie son aproximadamente un 4% del flujo de agua de alimentación.

$$\dot{m}_p = 0.04 \dot{m}_w$$

$$\dot{m}_w - \dot{m}_p = \dot{m}_v = \dot{m}_w - (0.04 \times \dot{m}_w) = 0.96 \dot{m}_w$$

$$\dot{m}_w = 1.0417 \dot{m}_v$$

$$\dot{m}_v = 0.96 \dot{m}_w = 0.96 (1/0.04) (\dot{m}_p) = 24 \dot{m}_p$$

$$\dot{m}_p = 0.04167 \dot{m}_v$$

Balance de Energía:

Flujo energético que entra al sistema = Flujo energético que sale del sistema.

$$Q_{in} = Q_{out}$$

$$(\dot{m}_a \times C_{p_a} \times T_a) + (\dot{m}_f \times PC_f) + (\dot{m}_w \times h_w) =$$

$$(\dot{m}_g \times C_{p_g} \times T_g) + (\dot{m}_v \times h_v) + (\dot{m}_p \times h_p) + (Q_{pc} + Q_{ps})$$

$$(4392.197 - 190.51)(1.0073)(306.4) + (190.51)(39858.336) +$$

$$(1.0417 \dot{m}_v)(459.692) = (4392.197)(1.0183)(158+273) + (\dot{m}_v)(2895.01) +$$

$$(0.04167 \dot{m}_v)(673.902) + (21086.4) + (11203.1)$$

$$1296794.89 + 7593411.59 + 478.8611 \dot{m}_v =$$

$$1927679.48 + 2895.01 \dot{m}_v + 28.0815 \dot{m}_v + 21086.4 + 11203.1$$

$$(1296794.89 + 7593411.59 - 1927679.48 - 21086.4 - 11203.1) =$$

$$(2895.01 + 28.0815 - 478.8611) \dot{m}_v$$

$$6930237.5 = 2444.2304 \dot{m}_v$$

$$\dot{m}_v = 6930237.5 / 2444.2304$$

$$\dot{m}_v = 2835.378 \text{ Kg/hr}$$

El balance de flujo energético quedaría:

$$Q_a + Q_f + Q_w =$$

$$Q_g + Q_v + Q_p + Q_{pc} + Q_{ps}$$

$$1'296,794.3 + 7'593,491.3 + 1'357,752.3 =$$

$$1'927,679.5 + 8'208,447.3 + 79,621.7 + 21,086.4 + 11,203.1$$

Donde,

Q_a = Flujo de energía que entra en el aire de admisión.

Q_f = Flujo de energía que entra en el combustible.

Q_w = Flujo de energía que entra en el agua de alimentación.

Q_g = Flujo de energía que sale con los gases de escape.

Q_v = Flujo de energía que sale con el vapor producido.

Q_p = Flujo de energía que sale con el agua de purga.

Q_{pc} = Flujo de energía que sale por paredes del caldero.

Q_{ps} = Flujo de energía que sale por paredes del supercalentador.

$$N = (Q_v - Q_w) / (Q_f) = (8'208,447.3 - 1'357,752.3) / (7'593,491.3) = 0.9021$$

N = Eficiencia del sistema de generación de vapor.

N = 90.21 %

Recomendación # 04

INSTALAR AISLAMIENTOS VERTICALES EN LAS ABERTURAS DE LA CÁMARA DE SECADO

Para evitar la pérdida de energía en la cámara de secado se recomienda instalar asilamientos verticales en las dos aberturas, tanto de entrada como de salida de material.

Ahorro Estimado	\$ 6,961.5 año
Costo de Implementación	\$ 543.74
Tiempo de Recuperación Simple	0.078 años
Retorno de la Inversión (ROI)	1,280.3 %/año
Ahorro en el consumo de energía	8,001.73 gal/año



Realizado por: Juan Carlos Pindo Macas.

Estudiante de Ingeniería Mecánica

Recomendación # 04

Instalar Aberturas Verticales en las Aberturas de la Cámara de Secado

Se debe cubrir las dos aberturas existentes en la cámara de secado de tubos. Mediante esta acción se disminuiría las pérdidas de calor en dicha área, ya que gran parte del calor disponible para el secado de los tubos se escapa por estas aberturas.

De las mediciones efectuadas se observa que estas aberturas representan el 67% del total de aberturas por lo que la cantidad de energía que se escapa es en la misma proporción.

Parte de estas pérdidas se reducirían sustancialmente con la simple acción de cubrir estos escapes con las láminas metálicas que se encuentran en la propia área, con las dimensiones adecuadas y que han sido removidas voluntariamente.

Adicionalmente, otra parte de pérdidas de energía se reducirían a la entrada de los tubos, mediante la colocación de cortinas flexibles, de manera que el calor se mantenga confinado en la cámara, por lo que la acción de secado sería más eficaz ya que existiría mayor calor que cumple con su propósito. Esto se traduciría en que la cámara se mantenga a mayor temperatura y, consecuentemente el horno se prendería a mayores intervalos lo que reduciría el consumo de combustible así como el de energía eléctrica.

Cálculo de Ahorros

Ahorros De Energía

Datos del soplador del horno

$$V = 1.28 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

La cantidad de calor por unidad de tiempo que pierde un fluido en función del gradiente de temperatura, está definida por la siguiente ecuación:

$$Q = \dot{m} C_p \Delta T$$

$$Q = \dot{m} C_p (T_{\text{gases}} - T_{\text{aire}})$$

Donde:

Q = Flujo de calor por la abertura, KJ./seg.

m = Flujo másico de los gases calientes en la abertura, Kg./seg.

C_p = Calor específico de los gases calientes a $T = 365 \text{ }^\circ\text{K}$ y presión atmosférica, KJ./(Kg. $^\circ\text{K}$).

T_{gases} = Temperatura a la que salen los gases, $^\circ\text{K}$

T_{aire} = Temperatura del aire en el ambiente de la planta, $^\circ\text{K}$

El flujo másico de los gases calientes a través de la abertura se ha calculado mediante el producto del flujo másico total ($1.28 \text{ m}^3/\text{seg.}$) por la relación de áreas entre el área de las aberturas y el área total por donde escapan los gases calientes. El valor de esta relación es 0.67.

La densidad de los gases se calientes se ha calculado en base al promedio de las densidades de los principales componentes (aire, CO y CO_2) a la presión atmosférica y a la temperatura que se encuentran ($T=365 \text{ }^\circ\text{K}$). De igual manera se procede en el caso del calor específico del fluido.

Considerando estos datos se procede a determinar la cantidad de calor que se escapa por las aberturas presentes en el área de secado de tubos.

$$Q = \left[0.8576 \left(\frac{m^3}{seg} \right) \times 1.1117 \left(\frac{Kg}{m^3} \right) \right] \times 1.0047 \left(\frac{KJ}{Kg \cdot ^\circ K} \right) \times (365^\circ K - 306.4^\circ K)$$

$$Q = 56.399 \left(\frac{KJ}{seg} \right)$$

$$Q = 56.399 \left(\frac{KJ}{seg} \right) \times 3600 \left(\frac{seg}{hr} \right)$$

$$Q = 203036.4 \left(\frac{KJ}{hr} \right)$$

Convirtiendo los KJ/Hr consumidos a gal/hora, se podrá estimar el ahorro de consumo de combustible

$$203,036.4 \left(\frac{KJ}{hr} \right) = 203,036.4 \left(\frac{KJ}{hr} \right) \times \left(\frac{1Kg}{42,000KJ} \right) \times \left(\frac{1lt}{0.83Kg} \right) \times \left(\frac{1gal}{3.785lt} \right)$$

$$203,036.4 \left(\frac{KJ}{hr} \right) = 1.54gal / hora$$

Asumiendo que el equipo trabaja durante 20 horas al día, es decir una utilización del 83% al día, la reducción del consumo de energía (RCE) es de:

$$RCE = 1.54 \left(\frac{gal}{hora} \right) \times 20 \left(\frac{hr}{dia} \right) \times 5 \left(\frac{dias}{semana} \right) \times 52 \left(\frac{semanas}{año} \right) \times \left(\frac{1gal}{3.785lt} \right)$$

$$RCE = 8,001.73 \frac{gal}{año}$$

El costo de compra del galón de diesel para su empresa es de \$0.87 /gal, por lo tanto:

$$ACT = \left(\frac{8,001.73gal}{año} \right) \times \left(\frac{\$0.87}{1gal} \right)$$

$$ACT = \$6,961.5 / año$$

Cálculo de costos

Los costos de implementación es el precio del aislante más los costos por mano de obra. Como se trata de una pequeña superficie a aislar, esta operación puede ser efectuada por el personal de la planta. Los costos de aislante varían de acuerdo a los espesores, el tipo y los proveedores. Se ha escogido un aislante para cortinas con un espesor de 10 mm; para este

aislante se tiene un precio referencial de 26.71 \$/Kg. Adicionalmente, el costo por la mano de obra se espera que sea de \$ 2.5 por hora, aunque para ser más conservadores se ha asumido como \$ 5 por hora. Se asume que una persona puede colocar 0.25 m² por hora. En el caso de las cubiertas superiores, no se tiene costos que incidan en el cálculo de la instalación, ya que las cubiertas se encuentran en el propio sitio y únicamente se deben desplazarlas a su lugar adecuado. Por lo tanto, los costos de instalación están calculados como se muestra a continuación:

$$CI = \$ 6.20 /Kg \times (1350 Kg/m^3) \times 0.01m + \$ 5/hr \times 1 hr/(0.25m^2)$$

$$CI = \$ 87.70 / m^2$$

Para determinar el costo de la implementación del aislamiento en las aberturas de la cámara de secado, multiplicamos el costo por metro cuadrado por el área total a aislar. Este costo es:

$$CI = \$ 87.70/m^2 \times 6.20 m^2$$

$$CI = \$ 543.74$$



Tiempo de Recuperación Simple

Para calcular el Tiempo de Recuperación Simple se dividen los costos totales de la implementación para el ahorro anual estimado, de esta manera se obtiene el número de años en los que recuperará la inversión.

$$\begin{aligned} TRS &= \text{Costo Total de Implementación} / \text{Ahorro Total Estimado al año} \\ &= (\$543.74) / (\$ 6,961.5 / \text{año}) \\ &= 0.078 \text{ años} \end{aligned}$$

Retorno de la Inversión (ROI)

Para calcular el Retorno de la Inversión (ROI) se divide el total de ahorros estimado para el costo total de implementación y se lo multiplica por 100. El ROI representa la tasa de retorno de la inversión en porcentaje.

$$\begin{aligned} ROI &= [\text{Ahorro Total Estimado al año} / \text{Costo Total de Implementación}] \times 100 \\ &= [(\$ 6,961.5 \text{ año}) / (\$162.44)] \times 100 \\ &= 1,280.3 \%/\text{año} \end{aligned}$$

Datos de Aislamientos Verticales para las Aberturas de la Cámara de Secado

Temperatura Ambiente (° C)	33.4
Temperatura de los gases del horno(° C)	92
Flujo nominal del Soplador (m ³ /s)	1.28
Área de entrada de tubos al horno (m ²)	1.5
Área de salida de tubos del horno (m ²)	1.5
Área de escape de gases (m ²)	6.18

Dimensiones de la sección a aislar

7.5 x 0.20 (metros)

Área = 2 x (7.5 x (0.2 + 0.2))

Se considera 2 aberturas y 0.20 m de holgura para la instalación.

Datos del aislante:

Aislante Celeron (resina y tela)

Temperatura de operación = 120 ° C.

Densidad = 1350 Kg/m³

Espesor (3/8") = 10 mm.



4.2 Recomendaciones de Productividad

Como medidas de aumento de la productividad se pudo constatar que dentro del salario del personal de planta se considera un bono por productividad, lo que incentiva a los operarios, adicionalmente cuentan con personal encargado exclusivamente del control de tiempos y calidad.

Como resultado de la Evaluación Industrial realizada en dicha planta se recomienda implementar lo siguiente:

Recomendación #1. Mejora en el Sistema de Ventilación

Recomendación #2. Disminución del ciclo de producción de galvanizado

Recomendación #3. Disminución en los tiempos de preparación de las cortadoras

Recomendación Productiva # 01

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA PLANTA INDUSTRIAL

Instalar extractores de aire eólicos en las naves industriales.

MANTENIENDO NIVEL DE PRODUCCIÓN	
Ahorro Estimado	\$ 13,519.18/año
Costo de Implementación	\$ 16,200.20
Tiempo de Recuperación Simple	1.19 años
Retorno de la Inversión (ROI)	83.4 %/año
Ahorro en el consumo de energía	26,213 Kwh/año

AUMENTANDO NIVEL DE PRODUCCIÓN	
Aumento en Ventas Estimado	\$ 661,005 /año
Aumento en la productividad	3%
Tiempo de Recuperación Simple	0.02 años
Retorno de la Inversión (ROI)	4080.22%/año

Realizado por: Carlos Cevallos Quiroz

Estudiante de Ingeniería y Administración de la Producción
Industrial

Recomendación Productiva # 1

Implementación de un sistema de ventilación en la planta industrial

La empresa actualmente usa no cuenta con un adecuado sistema de Ventilación dentro de la Planta industrial. El sistema propuesto es el de instalar extractores de aire eólicos en aquellas Naves donde el ambiente es fácilmente contaminado por sustancias químicas, gases y elevaciones de temperatura que en conjunto disminuyen el rendimiento de las personas que trabajan en dicho medio. Adicionalmente, este sistema es muy eficiente ya que logra una correcta renovación del aire, no consume ningún tipo de energía eléctrica, no se oxida ni se corroe y su mantenimiento es mínimo.

Instalar extractores de aire eólicos es una necesidad de la empresa en términos de Higiene y Seguridad Industrial y además es un factor de ahorro en costos ya que mejoraría el rendimiento de los operarios, repercutiendo así en reducción del tiempo de operación, reducción del consumo de ciertas maquinarias y mejorando el ambiente de trabajo para la salud de todas las personas que laboran en dichas naves industriales.

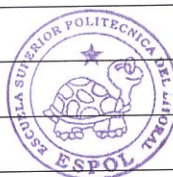
Los extractores de aire eólicos son utilizados en lugares donde existen problemas de la temperatura, gases tóxicos, humedad, polvillo y olores. Estos lugares pueden ser cabañas, criaderos, galpones o invernaderos. Los extractores de aire son accionados por la corriente de aire atmosférico y de esa forma renueva el aire del ambiente sin generar ningún consumo de energía eléctrica o combustible. La acción del viento o brisa al entrar por las aletas del cilindro externo, causa un ciclonamiento del aire el sentido horario, generando así zonas de baja presión en las aberturas del cilindro interno y ocasionando la salida del aire interno.

Adicionalmente, el paso del aire por la abertura superior del extractor eólico causa una zona de baja presión que completa la eliminación de los factores contaminantes.

Beneficios del Extractor de Aire Eólico:

- No consumen ningún tipo de energía eléctrica ni combustible.
- No se oxida ni se corroe
- Su mantenimiento es mínimo
- Trabajan las 24 horas del día.
- Son silenciosos y no producen vibraciones

Áreas consideradas para el nuevo sistema de ventilación	
PLANTA	
1.	Nave #3
2.	Nave #4
3.	Nave #5 ++
4.	Nave #6



CIB-ESPOL

++ Es el área más crítica.

Las Naves #1 y 2 no son tomadas en cuenta porque su área esta libre de contaminantes y de elevadas temperaturas. Las Naves #3, 4, 5 y 6 sí son incluidas en el estudio debido a las altas temperaturas que se producen y que disminuyen el rendimiento de los trabajadores.

La Nave #5 es considerada la más crítica porque es el área donde se producen grandes elevaciones de temperatura debido al proceso de galvanizado y también volúmenes considerables de gases que podrían ser dañinos a la salud de los trabajadores.

VOLÚMENES DE LAS NAVES CONSIDERADAS

Para poder realizar los cálculos del número necesario de extractores para cada Nave es necesario definir el volumen de las mismas. Las dimensiones de las Naves fueron aproximadas y el cálculo de sus volúmenes se presenta de la siguiente manera:

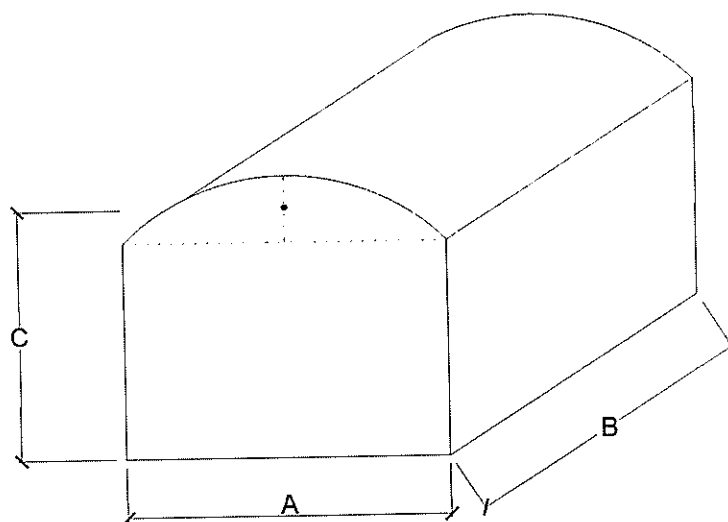


Figura 1

Naves #3, 4 y 6

$$A = 22 \text{ m.} \quad B = 110 \text{ m.} \quad C = 9 \text{ m.}$$

$$\text{Volumen} = D = A * B * C$$

$$D = 22 * 110 * 9 = 21780 \text{ m}^3.$$

Naves #5

$$A = 21 \text{ m.} \quad B = 63 \text{ m.} \quad C = 9 \text{ m.}$$

$$D = 21 * 63 * 9 = 11907 \text{ m}^3.$$

Extractores

Extractor	Capacidad de Renovación de aire (m ³)	Giro de Extractor Viento 10Km/h
16 Pulg.	2640	198 rpm.
24 Pulg.	4000	300 rpm.

Cálculo del número de extractores

$$E = D * \text{renovación} / h$$

Número de aparatos necesarios

$$N = E / \text{Capacidad del Extractor}$$

Se recomienda para las Naves # 3, 4 y 6 una renovación de aire de 3 veces por hora y para la Nave #5 una renovación de aire de 4 veces por hora debido a su criticidad.

Naves #3, 4 y 6

$$E = 21780 \text{ m}^3 * 3/h = 65340 \text{ m}^3/h$$

Extractor	E	Capacidad	N
16 pulg.	65340	2640	25 unid.
24 pulg.	65340	4000	16 unid.

Nave #5

$$E = 11907 * 4/h = 47628 \text{ m}^3/h$$

Extractor	E	Capacidad	N
16 pulg.	47628	2640	18 unid.
24 pulg.	47628	4000	12 unid.

Cálculos de la Ahorros

Al mejorar la productividad se puede producir más en el mismo tiempo ó producir la misma cantidad que se procesa actualmente en un tiempo menor. Al ahorrar tiempo de funcionamiento de las maquinarias se reduce el consumo de energía eléctrica y adicionalmente se puede reducir la mano de obra utilizada en el área.

Ahorros De Energía y Mano de Obra

Los ahorros de energía y mano de obra se dan al elevar el rendimiento de las personas que trabajan en las Naves donde se plantea la instalación de los extractores debido tanto a la mejora del ambiente de trabajo como a la disminución de la fatiga.

A continuación se muestran los ahorros obtenidos debido a un aumento de la productividad. Los cálculos se encuentran al final de la recomendación.

Aumento de la Productividad	Ahorro en energía	Ahorro en Mano de Obra	Total Ahorro
0,01	\$ 641,59	\$ 3.954,06	\$ 4.595,65
0.02	\$ 1.270,51	\$ 7.830,59	\$ 9.101,10
0.03	\$ 1.887,34	\$ 11.631,84	\$ 13.519,18
0,05	\$ 3.085,71	\$ 19.017,14	\$ 22.102,71
0,1	\$ 5.890,66	\$ 36.305,45	\$ 72.196,12
0,15	\$ 8.451,83	\$ 52.090,43	\$ 60.542,27
0,2	\$ 10.799,60	\$ 66.560,00	\$ 77.359,60



Nota 1:

Se asume que la productividad permanece constante, solamente se disminuyen los costos de energía y de Mano de obra.

Aumento en la productividad

A continuación se calculan las ganancias adicionales que se dan al elevar el rendimiento de las personas que trabajan en las Naves donde se plantea la instalación de los extractores debido tanto a la mejora del ambiente de trabajo como a la disminución de la fatiga.

NAVE3 Y NAVE 4					
Aumento del rendimiento		Productividad (Ton/año)	Aumento en Productividad	Precio (\$/Ton)	Ganancias adicionales (\$/año)
0.01	1%	48000	480	440	211.200
0.02	2%	48000	960	440	422.400
0.03	3%	48000	1440	440	633.600
0.05	5%	48000	2400	440	1.056.000
0.07	7%	48000	3360	440	1.478.400
0.1	10%	48000	4800	440	2.112.000
0.15	15%	48000	7200	440	3.168.000
0.2	20%	48000	9600	440	4.224.000

NAVE 5					
Aumento del rendimiento		Productividad (Ton/año)	Aumento en Productividad	Precio (\$/Ton)	Ganancias adicionales (\$/año)
0.01	1%	6300	63	145	9.135
0.02	2%	6300	126	145	18.270
0.03	3%	6300	189	145	27.405
0.05	5%	6300	315	145	45.675
0.07	7%	6300	441	145	63.945
0.1	10%	6300	630	145	91.350
0.15	15%	6300	945	145	137.025
0.2	20%	6300	1260	145	182.700

TOTALES		
Aumento del rendimiento		Ganancias adicionales (\$/año)
0.01	1%	220.335
0.02	2%	440.670
0.03	3%	661.005
0.05	5%	1.101.675
0.07	7%	1.542.345
0.1	10%	2.203.350
0.15	15%	3.305.025
0.2	20%	4.406.700

La productividad para las Naves #3 y 4 es de 24000 Ton/año respectivamente, entonces para nuestro estudio se suman ambas productividades y así se obtiene la productividad de 48000 Ton/año con la cual se trabajó. La Nave #5 (galvanizado) produce entre 400 a 650 Ton/mes, tomando la media se estimó una producción de 6300 Ton/año.

Las ganancias adicionales se obtienen mediante la multiplicación del precio de venta de la tonelada por el aumento de productividad al año gracias a la mejora del rendimiento de los empleados con el nuevo sistema de ventilación.

Se utilizan varios porcentajes del aumento de rendimiento ya que la implantación del sistema genera distintas probabilidades de caer en cualquiera de esos porcentajes, por tal motivo se realizaron los cálculos respectivos y con el fin adicional de que sea demostrada la magnitud de la recomendación.

Costos de Implementación

Los costos fueron estimados basándose en cotizaciones dadas por Proveedores del medio (Guayaquil) en el presente año (2004). Los Costos de la recomendación se muestran en la siguiente tabla:

Lugar	Tipo de Extractor	Cantidad	Costo unitario (\$/u)	Costo Total (\$)
Nave #3	16 pulg.	25	180	4,500
	24 pulg.	16	270	4,320
Nave #4	16 pulg.	25	180	4,500
	24 pulg.	16	270	4,320
Nave #6	16 pulg.	25	180	4,500
	24 pulg.	16	270	4,320
Nave #5	16 pulg.	18	180	3,240
	24 pulg.	12	270	3,240

Costo Total = \$ 16,200.20

Recomendación:

Instalar 16 Extractores de 12" en las Naves #3, 4 y 6 respectivamente

Instalar 12 Extractores de 12" en la Nave # 5.



CIB-ESPOL

Nota 1:

Los costos usados ya incluyen los costos por la instalación de los extractores de aire eólicos:

Extractor	16"	Precio: \$ 130	Instalación: \$ 50
Extractor	24"	Precio: \$ 210	Instalación: \$ 60

Nota 2:

Los costos fueron obtenidos de ciertos proveedores pero no significa que son los mejores del mercado, solamente nos sirvieron para darle dimensionamiento al estudio. La empresa puede calificar otros proveedores y obtener mejores costos.

Periodo de Retorno Simple (PRS)

Para el ahorro en costos totales utilizaremos el mínimo ahorro en costos que se da cuando el aumento del rendimiento es de 3%.

$$\text{PRS} = \text{Costo de Implementación} / \text{Ahorro en Costos Totales (ACT)}$$

Manteniendo nivel de producción

$$\begin{aligned}\text{PRS} &= \$16,200.20 / \$13,519.18 \text{ año} \\ &= 1.19 \text{ años}\end{aligned}$$

Aumentando el nivel de producción

$$\begin{aligned}\text{PRS} &= \$16,200.20 / \$661,005 \text{ año} \\ &= 0.02 \text{ años}\end{aligned}$$

Retorno sobre la Inversión (ROI)

$$\text{ROI} = (\text{Ahorro en Costos Totales (\$/año)} / \text{Costo de Implementación (\$)}) * 100$$

Manteniendo nivel de producción

$$\begin{aligned}\text{PRS} &= \$13,519.18 / \$16,200.20 \text{ año} \times 100 \\ &= 83.44 \%/\text{año}\end{aligned}$$

Aumentando el nivel de producción

$$\begin{aligned}\text{PRS} &= \$661,005 / \$16,220.20 \text{ año} \times 100 \\ &= 4080.22\%/ \text{año}\end{aligned}$$

Además de crear ahorros, la implantación de la recomendación mejorará el ambiente de trabajo reduciendo fatiga y posibles problemas de salud de los trabajan en ese medio. Cabe recalcar que estos problemas de salud también generan costos adicionales para la empresa.

CÁLCULO DE AHORROS POR SISTEMA DE VENTILACIÓN

		Nave #3	Nave #4	Nave #6	Nave #5		
Jornada (h)		12	12	12	12		
Jornadas por día		2	2	2	2		
Aumento de rendimiento	# de trabajadores	9	9	8	6		
0.01	Ahorro de Tiempo (h/día)	0.24					
	Ahorro de Tiempo (h/año)	61.78					
	* KWh/año	3,347	3,087	2,477	-	Ahorro Total	
	* Ahorro en Energía	\$ 240.98	\$ 222.26	\$ 178.34	-	\$ 641.59	
	Ahorro en Mano de Obra	\$ 1,112.08	\$ 1,112.08	\$ 988.51	\$ 741.39	\$ 3,954.06	

0.02	Ahorro de Tiempo (h/día)	0.47					
	Ahorro de Tiempo (h/año)	122.35					
	* KWh/año	6,628	6,113	4,906	-	Ahorro Total	
	* Ahorro en Energía	\$ 477.19	\$ 440.12	\$ 353.20	-	\$ 1,270.51	
	Ahorro en Mano de Obra	\$ 2,202.35	\$ 2,202.35	\$ 1,957.65	\$ 1,468.24	\$ 7,830.59	

0.03	Ahorro de Tiempo (h/día)	0.70					
	Ahorro de Tiempo (h/año)	181.75					
	* KWh/año	9,845	9,081	7,287	-	Ahorro Total	
	* Ahorro en Energía	\$ 708.84	\$ 653.83	\$ 524.66	-	\$ 1,887.34	
	Ahorro en Mano de Obra	\$ 3,271.46	\$ 3,271.46	\$ 2,907.96	\$ 2,180.97	\$ 11,631.84	

0.05	Ahorro de Tiempo (h/día)	1.14					
	Ahorro de Tiempo (h/año)	297.14					
	* KWh/año	16,096	14,846	11,914	-	Ahorro Total	
	* Ahorro en Energía	\$ 1,158.91	\$ 1,068.88	\$ 857.78	-	\$ 3,085.57	
	Ahorro en Mano de Obra	\$ 5,348.57	\$ 5,348.57	\$ 4,754.29	\$ 3,565.71	\$ 19,017.14	

0.1	Ahorro de Tiempo (h/día)	2.18					
	Ahorro de Tiempo (h/año)	567.27					
	* KWh/año	30,729	28,342	22,744	-	Ahorro Total	
	* Ahorro en Energía	\$ 2,212.47	\$ 2,040.61	\$ 1,637.58	-	\$ 5,890.66	
	Ahorro en Mano de Obra	\$ 10,210.91	\$ 10,210.91	\$ 9,076.36	\$ 6,807.27	\$ 36,305.45	

0.15	Ahorro de Tiempo (h/día)	3.13				Ahorro Total	
	Ahorro de Tiempo (h/año)	813.91					
	* KWh/año	44,089	40,664	32,633	-		
	* Ahorro en Energía	\$ 3,174.42	\$ 2,927.83	\$ 2,349.58	-	\$ 8,451.83	
	Ahorro en Mano de Obra	\$ 14,650.43	\$ 14,650.43	\$ 13,022.61	\$ 9,766.96	\$ 52,090.43	

0.2	Ahorro de Tiempo (h/día)	4.00				Ahorro Total	
	Ahorro de Tiempo (h/año)	1040					
	* KWh/año	56336.39158	51960.15155	41697.95226	-		
	* Ahorro en Energía	\$ 4,056.22	\$ 3,741.13	\$ 3,002.25	-	\$ 10,799.60	\$ 77,359.60
	Ahorro en Mano de Obra	\$ 18,720.00	\$ 18,720.00	\$ 16,640.00	\$ 12,480.00	\$ 66,560.00	

* Basado en la información del consumo de motores del Balance Energético

Recomendación Productiva # 02

REDUCCIÓN DEL TIEMPO EN EL CICLO DE GALVANIZADO DE TUBOS

Aumentar la utilización de los puentes grúa en el área de galvanizado con el objetivo de reducir el tiempo del ciclo del proceso.

MANTENIENDO NIVEL DE PRODUCCIÓN	
Ahorro Estimado	\$ 25,170.6/año
Costo de Implementación	Cero
Tiempo de Recuperación Simple	Inmediato
Retorno de la Inversión (ROI)	No aplica
Ahorro en consumo de diesel	13,380 gal/año



AUMENTANDO NIVEL DE PRODUCCIÓN	
Aumento en Ventas Estimado	\$ 228,375 /año
Aumento en la productividad	71.4 %
Tiempo de Recuperación Simple	Inmediato
Retorno de la Inversión (ROI)	No aplica

Realizado por: Roberto Arboleda Zambrano

Estudiante de Ingeniería y Administración de la Producción
Industrial

Recomendación Productiva # 02

Reducción del tiempo en el ciclo de galvanizado de tubos

El proceso de galvanizado de tubos se realiza actualmente con el uso de un puente grúa. Existe en el área otro puente grúa de la misma capacidad que es utilizado sólo para la descarga de los vehículos de transporte que llegan con los materiales a ser procesados, y la posterior ubicación del material en el área de espera. Mediante la utilización de este segundo puente grúa de manera simultánea al que ya se utiliza para el proceso de galvanizado, se puede lograr una reducción de tiempo total, lo que repercute en un aprovechamiento de la energía térmica utilizada para el calentamiento de las tinas del proceso, y por ende en un ahorro de energía. Adicionalmente, este ahorro de tiempo puede ayudar a reducir la mano de obra en el área.

Existen varios tipos de tuberías que pasan por el proceso de galvanizado, las cuales presentan medidas desde $\frac{3}{4}$ de pulgada hasta 2 pulgadas. El proceso de galvanizado se realiza sumergiendo los tubos en baches de hasta 61 tubos (en el caso de la tubería de 2") y baches de hasta 169 tubos (en el caso de la tubería de $\frac{3}{4}$ ") en las diferentes tinas. Cada paquete de tubos pesa 100 Kg. aproximadamente. Existen seis tinas antes del proceso de horno de secado, y una tina final donde se realiza la inmersión del material a galvanizar en el Zinc. En cada tina se debe sumergir a los tubos por un tiempo aproximado de 5 minutos, y en el horno de secado los tubos se separan e ingresan de manera individual. Debido a que el tiempo de secado en el horno para los tubos de 2" es mayor, y la capacidad del horno es limitada, esta recomendación es aplicable sólo para los tubos de $\frac{3}{4}$ ".

Tiempos de inmersión:

Tina 1 (Agua con desengrasante):	5 min.
Tina 2 (Agua):	5 min.
Tina 3 (Agua + Ácido Clorhídrico):	5 min.
Tina 4 (Agua + Ácido Clorhídrico):	5 min.
Tina 5 (Agua):	5 min.
Tina 6 (Zaclón):	5 min.
Horno de secado:	1 min.
Tina 7 (Zinc):	5 min.

Tiempo total para galvanizar un paquete de 169 tubos con un puente grúa: 36 min.

Actualmente esta operación se la realiza utilizando un solo puente grúa, de dos existentes en el área. Si se utiliza el segundo puente grúa para empezar con un nuevo paquete una vez concluida la primera inmersión, se puede aprovechar de una mejor manera la energía empleada para elevar la temperatura de las tinas del proceso. Esta energía térmica es generada por un caldero a diesel, el cual se mantiene en funcionamiento durante todo el proceso. Los quemadores del horno de secado y de la tina de Zinc también funcionan a diesel, y su utilización puede reducirse si se reduce el tiempo total del proceso.

Así, cuando con el primer puente grúa se sumerge el primer grupo de tubos en la segunda tina, con el puente grúa No. 2 se sumerge el segundo grupo de tubos en la primera tina. Como los tiempos son iguales, el proceso continúa con normalidad, avanzando con el segundo puente cada vez que se avanza con el primero.

Tiempo total para galvanizar dos paquetes de 169 tubos con dos puentes grúas: 42 min.

Caldero – Consumo por hora:	6 GAL de Diesel / hora
Secado – Consumo por hora:	12 GAL de Diesel / hora
Costo por galón:	US \$0.87 / GAL de Diesel
Paquete:	169 tubos
Tubos producidos (con 1 puente):	169 tubos / 36 min. 289 tubos / hora (Aprox.)
Tubos producidos (con 2 puentes):	338 tubos / 42 min. 482 tubos / hora (Aprox.)



Cálculo de Ahorros

Al mejorar la eficiencia podemos obtener más tubos galvanizados en el mismo tiempo, o galvanizar la misma cantidad de tubos que se procesan actualmente en un tiempo menor. Al ahorrar tiempo de funcionamiento del caldero y del quemador del horno, se reduce el consumo de diesel, y adicionalmente se puede reducir la mano de obra utilizada en el área.

Ahorros De Energía

Actualmente se galvanizan dos paquetes (338 tubos) en 72 min, al implementar la recomendación se lo podrá hacer en 42 min, por lo tanto:

$$\text{Aumento en productividad} = [(\text{Tiempo actual} / \text{Tiempo propuesto}) - 1] * 100$$

$$\text{Aumento en productividad} = [72 \text{ min} / 42 \text{ min} - 1] * 100 = 71.4 \%$$

Se asumirá que el 35% del tiempo de producción es utilizado para galvanizar tubos de $\frac{3}{4}$ ", es decir 3,120 horas al año.

Al aumentar la productividad se en 71.4% el tiempo propuesto es de:

$$\text{Tiempo propuesto} = 2,184 \text{ h} / (1 + \text{Aumento de la productividad})$$

$$\text{Tiempo propuesto} = 3,120 \text{ h} / (1 + 0.714)$$

$$\text{Tiempo propuesto} = 1,274 \text{ horas}$$

Para calcular el tiempo de producción ahorrado al año (TPAA):

$$\text{TPAA} = 2,184 - 1,274 \text{ horas}$$

$$\text{TPAA} = 910 \text{ horas}$$

AHORRO:

Caldero:

$$910 \text{ horas} * (6 \text{ GAL de diesel / hora}) = 5,460 \text{ GAL de diesel}$$

$$5,460 \text{ GAL de diesel} * (\text{US } \$0.87 / \text{GAL de diesel}) = \text{US } \$4,750.2$$

Quemador del horno:

$$910 \text{ horas} * (12 \text{ GAL de diesel / hora}) = 10,920 \text{ GAL de diesel}$$

$$10,920 \text{ GAL de diesel} * (\text{US } \$0.87 / \text{GAL de diesel}) = \text{US } \$9,500.4$$

Este ahorro varía dependiendo de la cantidad de tubos de $\frac{3}{4}$ " que se procesen. A menor cantidad de tubos de $\frac{3}{4}$ ", el ahorro será menor, porque con los tubos de 2" no se puede usar el método de producción con dos puentes grúa.

Ahorros en mano de Obra

Para efectos de los cálculos consideraremos que se va a galvanizar la misma cantidad de tubos. Además, el costo de la hora-hombre es de US \$2, y en el área trabajan 6 personas en cada turno.

Si el 35% de los tubos a galvanizar en un turno fueran de $\frac{3}{4}$ ", los ahorros serían los siguientes:

AHORRO:

$$910 \text{ horas} * (\text{US } \$2 / \text{hora}) = \text{US } \$1,820$$

$$(\text{US } \$1,820 / \text{Operario}) * 6 \text{ Operarios} = \text{US } \$10,920 \text{ año}$$

Este ahorro varía dependiendo de la cantidad de tubos de $\frac{3}{4}$ " que se procesen. A menor cantidad de tubos de $\frac{3}{4}$ ", el ahorro será menor, porque con los tubos de 2" no se puede usar el método de producción con dos puentes grúa.

Al final de la recomendación podrá encontrar una tabla con los ahorros obtenidos con un porcentaje de producción de tubos de $\frac{3}{4}$ " desde 10% hasta 50% de la producción total.

Total ahorro

Considerando que el 35% de la producción es de tubos de $\frac{3}{4}$ ", los ahorros totales por año serían los siguientes:

ENERGÍA (Consumo de Diesel):

Ahorro del caldero + Ahorro del quemador = Ahorro de energía

US \$4,750.2/ año + US \$9,500.4/ año = US \$14,250.6 / año

MANO DE OBRA (Horas de trabajo):

Ahorro en mano de obra posible = US \$10,920 / año

Total Ahorro = Ahorro Energía + Ahorro Mano de Obra

Total Ahorro = US \$14,250.6 / año + US \$10,920 / año

Total Ahorro = \$ 25,170.6 /año

Aumento en la productividad

En caso de que la demanda aumente, se podría producir más tubos de los que se producen actualmente. Considerando igualmente que un 35% de los tubos procesados son de $\frac{3}{4}$ ", se puede calcular el aumento en la productividad relacionando el tiempo de producción con el método actual y el tiempo de producción estimado con la implantación de la mejora, procesando 338 tubos.

Aumento en productividad = $[(\text{Tiempo actual} / \text{Tiempo propuesto}) - 1] * 100$

Aumento en productividad = $[72 \text{ min} / 42 \text{ min}) - 1] * 100 = 71.4 \%$

Asumiendo que vende toda la producción a \$145 /ton, se tiene que el Aumento en Ventas Estimado (AVE) es de:

AVE = Producción actual * Aumento de la productividad (35% del total) * \$145 /ton

$$\text{AVE} = 1.575 \text{ ton/año} * 71.4\% * \$145/\text{ton}$$

$$\text{AVE} = \$228,375/\text{año}$$

Cálculo de costos

La implementación de esta mejora no implica ningún costo.

Tiempo de Recuperación Simple

El tiempo de recuperación simple se considera INMEDIATO.

Retorno de la Inversión (ROI)

No se ha hecho una inversión, por lo tanto este cálculo no es necesario.

AHORROS EN LA DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DEL CICLO DE PRODUCCIÓN DE GALVANIZADO

338 tubos (2 paquetes)	
Tiempo de Producción Actual	72
Tiempo de Producción Propuesto	42
Consumo de Diesel (GAL / hora)	
Horno	12
Caldero	6
Capacidad (Tubos / hora)	
338 tubos con 1 puente	72
338 tubos con 2 puentes	42

Costo del Diesel (\$/GAL)	0.87
Mano de obra (\$/hora)	2
Horas trabajadas/año	6240
Productividad	71.43%
Operarios en el área	6

Producción anual	6300 ton
------------------	----------

Porcentaje de producción	Total ton /año	Aumento en la producción	Ganancia estimada	Horas Trabajadas por año	
				Actual	Propuesto
50%	3150	2250	\$ 326,250.0	3,120	1,820.00
45%	2835	2025	\$ 293,625.0	2,808	1,638.00
40%	2520	1800	\$ 261,000.0	2,496	1,456.00
35%	2205	1575	\$ 228,375.0	2,184	1,274.00
30%	1890	1350	\$ 195,750.0	1,872	1,092.00
25%	1575	1125	\$ 163,125.0	1,560	910.00
20%	1260	900	\$ 130,500.0	1,248	728.00
15%	945	675	\$ 97,875.0	936	546.00
10%	630	450	\$ 65,250.0	624	364.00

Horas ahorradas	Galones ahorrados		Dinero ahorrado	
	Quemador	Caldero	Quemador	Caldero
1,300.00	15600	7800	13572	6786
1,170.00	14040	7020	12214.8	6107.4
1,040.00	12480	6240	10857.6	5428.8
910.00	10920	5460	9500.4	4750.2
780.00	9360	4680	8143.2	4071.6
650.00	7800	3900	6786	3393
520.00	6240	3120	5428.8	2714.4
390.00	4680	2340	4071.6	2035.8
260.00	3120	1560	2714.4	1357.2

Dinero ahorrado		Total Ahorrado
Operario	Área	
2600	15600	35958
2340	14040	32362.2
2080	12480	28766.4
1820	10920	25170.6
1560	9360	21574.8
1300	7800	17979
1040	6240	14383.2
780	4680	10787.4
520	3120	7191.6

Recomendación Productiva # 03

DISMINUIR TIEMPOS DE PREPARACIÓN DE LAS CORTADORAS

Adelantar ciertas actividades de la preparación de las cortadoras con el objetivo de reducir el tiempo total de paradas por preparación de maquinarias.

Ahorro Estimado	\$ 2,373.55 /año
Costo de Implementación	\$ cero
Tiempo de Recuperación Simple	Inmediato
Retorno de la Inversión (ROI)	No aplica
Ahorro en el consumo de energía	13,465.99 Kwh/año

AUMENTANDO NIVEL DE PRODUCCIÓN	
Aumento en Ventas Estimado	\$3'727,058.82/año
Aumento en la productividad	17.64 %
Tiempo de Recuperación Simple	Inmediato
Retorno de la Inversión (ROI)	No aplica

Realizado por: Cinthia Pérez Sigüenza

Egresada de Ingeniería y Administración de la Producción
Industrial

Recomendación # 03

Disminuir tiempos de preparación de las cortadoras

Uno de las operaciones críticas detectadas es la de corte de flejes, la que define la velocidad de producción de la planta. Por lo tanto cualquier disminución del tiempo de operación de las cortadoras representará una disminución de todo el sistema de producción.

Durante la visita se pudo observar que una de las principales causas de paradas de máquina es la preparación de las mismas, variando de 30 minutos a 1 hora dependiendo del tipo de laminado, con una frecuencia aproximada de 4 horas la que varía de acuerdo al tamaño de la orden de producción.

Los tiempos de preparación se pueden disminuir implementando un Sistema SMED para el cual se debe realizar un estudio detallado de cada una de las actividades de la operación, diseño del puesto de trabajo, disposición de materiales, entre otras.

El alcance de este estudio no permite implementar el sistema completo, sin embargo se pudo detectar que aproximadamente el 15% del tiempo de preparación se debe a la planeación que debe realizar el operario, es decir los cálculos de las distancias y tolerancias necesarias y la planificación de utilización de separadores, laines y cizallas.

Siguiendo uno de los principios del SMED, se recomienda realizar dicha planificación de manera previa a la preparación, es decir, durante la producción de la orden anterior.



Cada cortadora cuenta con dos operarios: el operador principal y su ayudante. Actualmente ambos operarios realizan juntos la preparación y el monitoreo de la operación de la máquina.

La recomendación plantea que durante la operación de la cortadora el ayudante se encargue del monitoreo mientras el operador principal realiza la planeación de la preparación por aproximadamente 10 minutos, disminuyendo el tiempo total de preparación.

Cálculo de Ahorros

Al disminuir los tiempos de preparación de la cortadora se podrá elevar la productividad de toda la planta, debido a que es la operación crítica del proceso.

Asumiendo que se mantiene el nivel de producción, un aumento en la productividad involucra una disminución en el tiempo de operación de la cortadora, es decir, ahorros en la utilización de los recursos energéticos y del personal.

Ahorros De Energía

La cortadora podrá disminuir su tiempo de operación actual de 24 horas (dos turnos de 12 horas) y por lo tanto el consumo de energía eléctrica.

De acuerdo a la información obtenida el tiempo de preparación actual varía de 1 hora a 1.5 horas para laminado en frío y de 0.5 a 0.75 horas para laminado en caliente. La frecuencia depende del tamaño del lote de producción que puede ser de 2.5 h hasta 4 horas.

Para los cálculos se tomaron los valores más cortos de tiempos de preparación y más largos para los de producción y así obtener resultados más conservadores con el fin de no sobreestimar los ahorros presentados.

Para calcular el tiempo total de preparación actual al año se tiene:

$$TTPA = TP * NP * 240$$

TP = Tiempo de Preparación

NP = Número de Paradas al día

$$NP = HT/FP$$

FP = Frecuencia de Paradas

HT = Horas de Trabajo al día

$$NP = 24/4$$

$$NP = 6$$

Para los cálculos anuales se utilizó:

$$5 \text{ días/semana} * 52 \text{ semanas/año} = 260 \text{ días laborables al año}$$

Para la Cortadora Proin

$$TTPA = 1 * 6 * 260$$

$$TTPA = 1560 \text{ horas/año}$$

Para la Cortadora IPAC

$$TTPA = 0.5 * 6 * 260$$

$$TTPA = 780 \text{ horas/año}$$

El tiempo total de preparación propuesto al año (TTPP), eliminado el 15% debido a planeación es:

$$TTPP = TP * NP * 260$$

Para la Cortadora Proin

$$TTPA = 0.85 * 6 * 260$$

$$TTPA = 1326 \text{ horas/año}$$

Para la Cortadora IPAC

$$TTPA = 0.425 * 6 * 260$$

$$TTPA = 663 \text{ horas/año}$$

Por lo tanto se tiene una reducción de tiempo de operación (RTO) al año de:

Para la Cortadora Proin

$$RTO = (1560 - 1326) \text{ h/año}$$

$$RTO = 234 \text{ horas/año}$$

Para la Cortadora IPAC

$$RTO = (780 - 663) \text{ h/año}$$

$$RTO = 117 \text{ horas/año}$$

Calculando el consumo de energía de las cortadoras en base al consumo de sus principales motores, se tiene:

Para la Cortadora Proin

1 motor 100 HP

3 motores de 10 HP

Para la Cortadora IPAC

1 motor de 40 HP

1 motor de 15 HP

Reducción del consumo eléctrico (RCE):

Para la Cortadora Proin

RCE = 11,185.96 KWh

Para la Cortadora IPAC

RCE = 2,280.03 KWh

Con un costo promedio de \$0.072 KWh, el ahorro por consumo de energía (ACE) sería:

$ACE = RCE * \$0.072KWh$

$ACE = (11,185.96 + 2,280.03) * \$0.072KWh$

ACE = \$969.55 USD

Ahorros de mano de Obra (AMO)

Considerando que su empresa paga por hora a sus operarios, una disminución en el tiempo de operación representa un ahorro en el pago de mano de obra.

En cada cortadora trabajan dos operarios, los que reciben un pago de \$2 por hora trabajada, sin incluir el incentivo por rendimiento. Por lo tanto

Para la Cortadora Proin

$AMO = RTO * \# \text{ operarios} * \$2/\text{hora}$

$AMO = 234 * 2 * 2$

AMO = \$ 936

Para la Cortadora IPAC

$AMO = RTO * \# \text{ operarios} * \$2/\text{hora}$

$AMO = 117 * 2 * 2$

AMO = \$ 468

Total ahorro

El ahorro total (AT) propuesto incluye los ahorros por consumo de energía y mano de obra

$$AT = ACE + AMO$$

$$AT = \$969.55/\text{año} + \$1,404.00/\text{año}$$

$$AT = \$2,373.55 / \text{año}$$

Aumento en la productividad

En el caso de que la demanda aumente, se podrían producir más tubos o perfiles utilizando los mismos recursos.

Se puede calcular el aumento en la productividad relacionando el tiempo de producción con el método actual y el tiempo de producción estimado con la implantación de la mejora.

$$\text{Aumento en productividad} = [(\text{Tiempo actual} / \text{Tiempo propuesto}) - 1] * 100$$

$$\text{Aumento en productividad} = [6 \text{ h/día} / 5.1 \text{ h/día} - 1] * 100$$

$$\text{Aumento en productividad} = 17.64 \%$$

Asumiendo que vende toda la producción a \$440 /ton, se tiene que el Aumento en Ventas Estimado (AVE) es de:

$$AVE = \text{Producción actual} * \text{Aumento de la productividad} * \$440 / \text{ton}$$

$$AVE = 4.800 \text{ ton/año} * 17.64\% * \$145/\text{ton}$$

$$AVE = \$3'727,058.82/\text{año}$$

Cálculo de costos

No existen costos por implementación

Tiempo de Recuperación Simple

Inmediato

Retorno de la Inversión (ROI)

No aplica

4.3 Recomendaciones No Cuantificables

Adicionalmente a las recomendaciones presentadas, consideramos importante que la empresa analice las siguientes propuestas de mejora, cuya cuantificación de ahorros y costos no es posible realizar dentro del alcance de este estudio.

Las recomendaciones no cuantificables presentadas son:

Recomendación #1. Implementación de un Sistema Efectivo de Administración de Seguridad

Recomendación #2. Implementación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo Total (TPM)

Recomendación #3. Implementación de programa de Orden y Limpieza

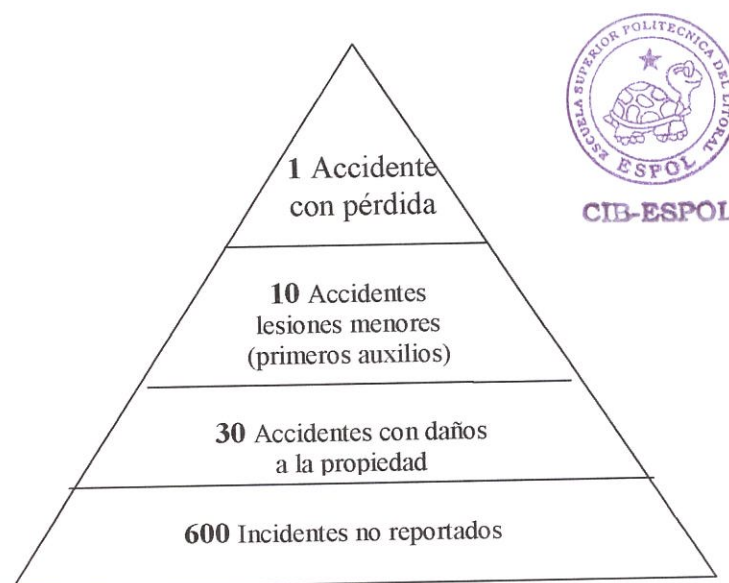
Recomendación #4. Mejora en la utilización del caldero

Recomendación No Cuantificable # 01

Implementación de un Sistema Efectivo de Administración de la Seguridad Industrial

De acuerdo a las estadísticas de accidentes de su empresa se pudo observar que desde julio a noviembre del 2003 presentaron 6 accidentes al mes en promedio, lo que es una cifra alarmante.

Un estudio reveló proporciones en los accidentes reportados descritos en la siguiente pirámide:



Esto quiere decir que por cada 600 incidentes no reportados se producen 30 accidentes con daños a la propiedad, 10 accidentes con lesiones menores y 1 accidente con pérdida.

Por lo tanto en su caso existe una alta probabilidad de ocurrencia de un accidente grave con pérdida. Adicionalmente esta relación de 1-10-30-600 indica que los esfuerzos no se deben dirigir únicamente hacia los pocos eventos que resultan en

lesiones serias, si no a los incidentes, debido a que presentan varias oportunidades significativas de un control más significativo.

Consideramos que la Seguridad debe ser uno de los valores fundamentales de su organización asegurando de esta manera el compromiso de la alta administración. Los supervisores, jefes y gerentes son responsables de la seguridad y salud de otros.

Edward Deming y otros especialistas han descubierto que el 15% de los problemas de la compañía pueden ser controlados por los empleados, mientras que más del 85% sólo por medio de la administración.

Las principales fuentes de pérdidas son: personas, equipos, materiales y ambiente, los cuales son los componentes básicos del negocio, de ahí la razón de la importancia de su control.

Los accidentes además de costar en términos de sufrimiento humano, dolor, angustia, etc. también representan un costo en términos monetarios por daños, desperdicios y calidad, siendo la mayor parte de las veces inevitable.

A través del "Iceberg de Costos de Accidentes" se puede estimar el costo de los accidentes de trabajo



Se puede observar que por cada dólar de costos directos por accidentes, la empresa gastará de \$5 a \$50 en costos indirectos, como pago por daño a equipos edificación y materiales y de \$1 a \$3 en costos varios no asegurados, tales como: costos de investigación, sobre-tiempo, pérdida de buen nombre, pago a reemplazos, etc.

El implementar un sistema de administración de la seguridad no solo es un deber legal y social de la empresa, también es una manera de reducir costos por pérdidas, ya sea de equipos, materiales, personas o ambiente, representando grandes beneficios para la empresa.

Es por esto que se recomienda la implementación de un sistema de administración de la seguridad, la que bien implementada tendrá un profundo y deseable impacto en los resultados de la organización.

Realizado por: Cinthia Pérez Sigüenza

**Egresada de Ingeniería y Administración de la Producción
Industrial**

Recomendación # 02

Implementar Un Sistema De Mantenimiento Productivo Total (TPM)



Durante la auditoria a su empresa se pudo observar que no existe una base de datos de los sistemas, equipos y partes, con información de los mantenimientos realizados, por lo que se puede deducir que no se lleva un control de los mismos, pudiendo existir gastos no identificados.

Además no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo definido lo que incide en la productividad de la planta, debido a la presencia de paradas forzadas no programadas de mantenimiento correctivo.

Es por esto que se recomienda la implementación de un Sistema de Mantenimiento Productivo Total, más conocido por sus siglas en inglés como TPM (Total Productive Maintenance), que es un sistema organizado que establece una metodología tendiente a eliminar las detenciones e interferencias en los procesos productivos, optimizando y maximizando la producción. Es una combinación de mantenimiento preventivo programado con conceptos y fundamentos de calidad total, en el cual el operador específico de cada máquina se convierte en "centro vital" del proceso productivo.

El sistema sigue cinco macro-estrategias que son:

- Establecimiento de un sistema organizado, planificado y estructurado de Mantenimiento Preventivo (MP) que cubra la vida útil entera de los equipos, maquinarias, instalaciones y sistemas complementarios.
- Maximización de la eficiencia global, de tal forma que se de cobertura a la vida útil de los equipos en general.

- Involucramiento en una primera fase a todos los centros de actividades que proyecten, planifiquen, ejecuten o reciban (usen) servicios de mantenimiento de equipos.
- Involucrar a toda la empresa en una segunda fase. Desde los obreros operarios de equipos hasta la alta dirección de la industria.
- Difundir y promover con dirección y capacitación las actividades individuales del Mantenimiento Preventivo (MP), así como el trabajo de los grupos autónomos de soporte.

Citando a Norman Bodek, editor de Productivity Press: "el TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora de forma dramática los resultados de las empresas y estimula la creación de lugares de trabajo seguros, gratos y productivos; optimizando las relaciones entre personas y el equipo que emplean...". "las industrias de procesos necesitan un sistema de gestión de equipos con fuertes rasgos colaborativos como el TPM. que pueda garantizar la seguridad, y una operación estable a bajo coste."

Estudios muestran que después de tres años de haber establecido un sistema TPM en una industria de procesos se pueden obtener los siguientes resultados:

- Reducir hasta 4 veces menos el número de quejas de los clientes.
- Reducir casi 50 veces en promedio el número de detenciones o interrupciones repentinas. Se han registrado tasas incluso de 1/250 en reducción de averías súbitas.
- Incrementar a niveles superiores del 90% la eficiencia del grupo o equipo.
- Reducir el número de defectos en el proceso hasta 10 veces menos.
- Llegar a niveles de cero accidentes de trabajo.
- Llegar a niveles de cero incidentes por polución o contaminación interior o exterior a la planta.
- Llegar a niveles de cero accidentes o siniestros por incendios, cortocircuitos o incidentes con trabajadores por impericia o uso negligente de equipos o maquinarias.

- Incremento del número de sugerencias del personal en hasta 10 veces más.
- Reducción en niveles superiores al 25% los costos de producción.
- Aumento de la productividad neta hasta en 2 veces.
- Eficacia integral de la planta hasta 2 veces la anterior al t.p.m..
- Reducción hasta la mitad del stock de productos.
- Reducción hasta la mitad de los trabajos pendientes y de los que se encuentran en curso.

Además de los beneficios intangibles de:

- Autogestión en el proceso de manejo y cuidado de los equipos y maquinarias, asumiendo la responsabilidad total del equipo, reduciendo la dependencia en el equipo "dedicado" de mantenimiento de la planta.
- Mejor proyección física e imagen de la planta a los visitantes y por ende a los clientes actuales y a los potenciales.
- Los lugares de trabajo son limpios, aseados, ordenados y seguros, lo que mejora el entorno general de la planta.
- Se vive una cultura de "poder hacerlo" y de "trabajo en equipo".
- La gente se siente parte importante de un proceso.

Implementar un Sistema de Mantenimiento Productivo Total es un proceso que requiere el compromiso y esfuerzo de todos los que forman la organización, que ofrecerá grandes beneficios tanto en productividad como en calidad, destacándose entre sus competidores.

Elaborado por: Cinthia Pérez Sigüenza

**Egresada de Ingeniería y Administración de la Producción
Industrial**

Recomendación # 03

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE ORDEN Y LIMPIEZA

Existen varios signos a través de los cuales se puede detectar el desorden dentro de una instalación, como:

- Áreas desordenadas o mal arregladas
- Apilado de materiales desprolijo y peligroso
- Ítems que parecen excesivos
- Ítems que parecen obsoletos y que no se usan en esa área
- Pasillos bloqueados
- Materiales atestados en rincones, estantes, tarros o recipientes sobrecargados
- Herramientas y equipos olvidados en áreas de trabajo en vez de haber sido devueltos a las bodegas de repuestos, soportes, cajones y armarios.
- Contenedores rotos y material dañado
- Materiales que juntan suciedad y polvo por el desuso
- Excesiva cantidad de ítems
- Basura, scrap y materiales excesivos que congestionan las áreas de trabajo
- Derrames, pérdidas y materiales peligrosos que crean peligros de seguridad y salud
- Materiales ubicados en frente de paneles eléctricos y matafuegos

Durante la visita se encontraron varios de estos signos en su planta, es por esto que se recomienda iniciar inspecciones de orden y limpieza para cada área.

Mantener un ambiente limpio y ordenado es tan importante que ha sido incluido dentro de los sistemas de administración de la calidad, citando a William E. Conway: "El nuevo sistema de administración de mejora continua encuentra toda

la basura, se deshace de ella, y no deja que vuelva. La suma de la basura que proviene de los materiales, el tiempo de la gente y la pérdida de ventas a menudo asciende del 20% al 30% de las ventas netas”.

Además de reflejar una buena apariencia del negocio, impresionar positivamente al cliente y de estimular mejores hábitos de trabajo, el orden presenta varios beneficios como: mejor utilización del espacio, disminución de lesiones accidentales y causas de incendio, disminución del uso de energía, disminución del tamaño del inventario y control del daño a la propiedad.

Un plan de orden y limpieza es una de las bases para la implementación de Sistemas de Seguridad Industrial y de Aseguramiento de la Calidad, las que pondrán en capacidad a la empresa de elevar el nivel de satisfacción de su personal y del cliente, convirtiéndola en más eficiente y competitiva.



Elaborado por: Cinthia Pérez Sigüenza

**Egresada de Ingeniería y Administración de la Producción
Industrial**

Recomendación # 04

MEJORA EN LA UTILIZACIÓN DEL CALDERO

Dentro del área de Galvanizado se encuentra el caldero, el que es utilizado para calentar las dos primeras piscinas de desengrasante y agua y para la generación de vapor usado para la limpieza del tubo galvanizado.

Con el objetivo de mejorar la utilización del caldero y por lo tanto obtener una disminución en el consumo de diesel se presentan las siguientes recomendaciones que, debido al alcance de la evaluación realizada, son justificadas únicamente de manera cualitativa.

1.- Instalación de un medidor de flujo de vapor en el soplador

Para la producción de tubos galvanizados, la aplicación de vapor para soplado no es continua, y se deja parcialmente abierta la válvula dejando escapar vapor el cual no es cuantificable.

Al colocar un medidor de flujo a la salida del soplador se podrá llevar un mejor control de la utilización del vapor y de esta manera evitar desperdicios.

El llevar un control de la operación, además de ofrecer la disminución de costos por combustible, debe ser considerado como inicio para la implementación de Sistemas de Mejora ó TPM, ya que una de sus requerimientos es la generación de registros para identificar desperdicios y oportunidades de mejora.

2.- Aprovechamiento del condensado en el soplado de tubos

En el proceso de soplado el vapor no es recuperado, este se pierde en forma de vapor hacia el aire y en forma de pequeñas partículas de agua hacia la piscina o el

suelo. A pesar de que esta contaminado con zinc (solo la parte líquida), este debe ser procesado.

Se recomienda colocar una campana de vapor en la parte superior para formar condensado puro y tratar el agua contaminada con zinc para poder ser reutilizada.

3.- Funcionamiento continuo del generador de vapor

La generación de vapor se detiene en los momentos que no se realiza el galvanizado, para luego volver a iniciarla cuando se desea reestablecer la producción.

En intervalos cortos como la hora de almuerzo u otras pequeñas paradas, no es recomendable, ya que las partes se enfrían y el caldero puede llegar a consumir hasta 4 veces más combustible mientras se calientan todos los componentes del sistema, este consumo se va reduciendo poco a poco hasta llegar a estabilizarse un par de horas después.

Es por esto que se recomienda mantener un funcionamiento continuo del generador de vapor, mediante la planificación de la producción y dividiendo en grupos a los trabajadores a la hora del almuerzo, evitando pérdidas energéticas por parada, arranque y estabilización térmica.



Elaborado por: José Luis Hernández

Estudiante de Ingeniería Mecánica

ANEXOS

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

BALANCE ENERGÉTICO

FR-002

Energía Eléctrica

Lámparas		Ubicación	Tipo	Watts	Lámparas	Horas de utilización al año	A/A (S/N)	Factor de balastro		kW	Sub-total kW	kWh	Subtotal kWh	Costo anual estimado (\$/año)
		Área Administrativa -Planta Baja	Fluorescentes	40	112	2080	S	1,15		5,15		10.716,16		1.041,73
		Área Administrativa -Planta Alta	Fluorescentes	40	112	2080	S	1,15		5,15		10.716,16		1.041,73
		Oficinas de planta	Fluorescentes	40	18	2080	S	1,15		0,83		1.722,24		167,42
		Bodega de repuestos	Fluorescentes	40	20	2080	N	1,15		0,92		1.913,60		186,02
		Oficina de Bodegas	Fluorescentes	40	4	2080	S	1,15		0,18		382,72		37,20
		Cocina	Fluorescentes	40	22	2080	N	1,15		1,01		2.104,96		204,63
		Comedor	Fluorescentes	20	34	2080	S	1,15		0,78		1.626,56		158,12
		PLANTA												
		Nave # 1	Sodio	250	6	3120	N	1,10		1,65		5.148,00		457,18
		Nave # 2	Sodio	250	3	3120	N	1,10		0,83		2.574,00		228,59
			Sodio	400	2	3120	N	1,10		0,88		2.745,60		243,83
		Nave # 3	Sodio	250	24	3120	N	1,10		6,60		20.592,00		1.828,73
			Sodio	400	7	3120	N	1,10		3,08		9.609,60		853,41
		Nave # 4	Sodio	250	12	3120	N	1,10		3,30		10.296,00		914,36
			Sodio	400	12	3120	N	1,10		5,28		16.473,60		1.462,88
		Nave # 6	Sodio	400	22	3120	N	1,10		9,68		30.201,60		2.682,13
		Área de Galvanizado												
		Nave # 5	Sodio	400	4	3120	N	1,10		1,76		5.491,20		487,66
			Filamento	1500	4	3120	N			6,00		18.720,00		1.662,48
		Oficina de Galvanizado	Fluorescentes	40	4	2080	S	1,15		0,18		382,72		37,20
		Oficina de Control de Calidad	Fluorescentes	40	4	2080	S	1,15		0,18		382,72		37,20
		TOTAL LÁMPARAS			426						53,5		151.799	13.733

MOTORES

		Ubicación	HP (placa)	unidades	horas de utilización al año	fc	fu	fd	Eficiencia estimada	Número de V belts por motor	kW	kWh	Costo anual estimado (\$/año)
		Guillotina	30	1	6240	0,40	0,50	1	0,880		10,17	31.739	2.819
		Guillotina 1	15	1	6240	0,40	0,50	1	0,895		5,00	15.603	1.386
		Alisadora	15	1	6240	0,50	0,60	1	0,895	2V	6,25	19.504	1.732
		Plegadora	50	1	6240	0,55	0,60	1	0,895	5V	22,92	85.819	7.381
		Guillotina	75	1	6240	0,50	0,60	1	0,895		31,26	117.026	10.065
		perfiladora brad	40	1	6240	0,35	0,70	1	0,930	7V	11,30	49.372	4.147
		perfiladora brad	17	1	6240	0,50	0,70	1	0,900		7,05	30.775	2.585
		perfiladora mep	30	1	6240	0,42	0,60	1	0,924	4V	10,09	37.784	3.250
		alimentador	20	1	6240	0,55	0,60	1	0,910		9,02	33.762	2.904
		perfiladora ipac	40	1	6240	0,84	0,70	1	0,930	8V	27,02	118.023	9.915

perfiladora ipac	40	1	6240	0,30	0,70	1	0,930	9,63	42,046	3,532
cortadora flejes 1	40	1	6240	0,48	0,90	1	0,930	15,40	86,494	7,035
cortadora flejes 1	15	1	6240	0,50	0,90	1	0,895	6,25	35,108	2,856
cortadora flejes 2	100	1	6240	0,48	0,95	1	0,945	37,82	224,176	18,124
cortadora flejes 2	10	3	6240	0,50	0,95	1	0,895	12,50	74,117	5,992
tubera 1	40	1	6240	0,40	0,80	1	0,930	12,83	64,069	5,286
tubera 1	7,5	1	6240	0,50	0,80	1	0,895	3,13	15,603	1,287
tubera 1	15	1	6240	0,40	0,80	1	0,910	4,92	24,554	2,026
tubera 1	40	1	6240	0,21	0,80	1	0,930	6,68	33,369	2,753
tubera 2	40	1	6240	0,40	0,70	1	0,930	12,83	56,061	4,709
tubera 2	7,5	1	6240	0,40	0,70	1	0,895	2,50	10,922	918
tubera 2	15	1	6240	0,30	0,70	1	0,910	3,69	16,114	1,354
tubera 2	40	1	6240	0,08	0,70	1	0,930	2,67	11,679	981
tubera 3	40	1	6240	0,17	0,80	1	0,930	5,35	26,896	2,203
tubera 3	7,5	1	6240	0,40	0,80	1	0,895	2,50	12,483	1,030
tubera 3	15	1	6240	0,30	0,80	1	0,910	3,69	18,416	1,519
tubera 3	40	1	6240	0,30	0,80	1	0,930	9,63	48,052	3,965
TOTAL MOTORES		29						292	1,339,365	111,752

1

ACONDICIONADORES DE AIRE

Ubicación	Tonaje	Años	unidades	SEER	fd	horas de utilización al año						Costo anual estimado (\$/año)
Comedor	5	8	1	8	1,00	1040					kWh	955
Administración	5	8	3	8	1,00	2080						4,550
Administración	6,5	3	2	10	1,00	2080						3,154
Oficinas	1,5	4	8	11	1,00	2080						2,647
COP	2,7			9								
TOTAL A/C:			14							58,7	114,277	11,306

COMPRESORES DE AIRE

Ubicación	HP (placa)	unidades	horas de utilización al año	fc	fu	fd	Eficiencia estimada del motor					Costo anual estimado (\$/año)
Compresor 1	75	1	6240	0,5	0,7	1	0,94				kWh	10,920
Compresor 2	75	1	6240	0,6	0,8	1	0,94					14,709
TOTAL COMPRESORES			2						65,5	308,273		25,629

VALOR CALCULADO									470	1,799,437	162,420
VALOR ESTIMADO							0,10		86,8	190,610	18,411
TOTAL									557	1,990,047	180,831
DEMANDA MIN REAL									721		
DEMANDA MAX REAL									1,015		
CONSUMO/ COSTO REAL									868	1,906,100	184,110
ERROR										4,404%	-1,781%

fc = factor de carga fu = factor de utilización fd = factor de divesificación

Notas

DIESEL

Equipos		unidades	Gall/hora	horas de utilización al año	fu					Galones/año	Costo anual
Horno		1	15	6240	0.85					79560	69217.2
Caldera		1	6	6240	0.8					29952	26058.24
TOTAL										109512	95,275.44

APÉNDICE AF

FORMATOS DEL DISEÑO DEFINITIVO DEL SERVICIO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES



CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FORMULARIO DE INFORMACION INICIAL DE LA EMPRESA

FII - 001

Nombre de la empresa: _____	Año de establecimiento: _____
Actividad: _____	CIU: _____
Dirección: _____	
Teléfono: _____	Fax: _____
Contraparte de la empresa: _____	
Cargo: _____	E-mail: _____

Número de empleados				
Oficinas	Bodega	Planta	Otro	

Costo promedio de mano de obra	
Calificada \$/hora	No calificada \$/hora

Productos	Producción anual	
	Unidades	Dólares (a precio de venta)

	Oficina	Planta	Bodega	Otros
Número de turnos de trabajo al día				
Horas de trabajo por turno				
Días de trabajo por semana				
Semanas de trabajo por año				

Tipos de Energía	Porcentaje de utilización

Señale los tipos de fuentes de energía que consume, el porcentaje de utilización y adjunte las planillas de los últimos doce meses

Enliste los principales equipos de su planta (ej. Motores eléctricos, motores de combustión interna, hornos eléctricos, calderos, etc.)

Equipo	Cantidad	Tiempo promedio de servicio (años)

Por favor adjunte:

- Lista de equipos con especificaciones de los mismos
- Layout de sus instalaciones

SI NO

¿Cuenta con personal encargado del manejo de la energía en su planta?

--	--

¿Posee medidas de uso racional de la energía en su planta?

Si su respuesta es si, por favor nombre las principales: _____

¿Posee medidas de mejora de métodos de producción en su planta?

Si su respuesta es si, por favor nombre las principales: _____

--	--

¿Posee estándares de tiempos de operación?

--	--

¿Posee un sistema de seguridad industrial implantado?

¿Posee procedimientos e instructivos de trabajo definidos?

Espacio para ser llenado por el CEI

Director de Auditoría: _____

Líder de Equipo: _____

Fecha de la auditoría: _____

Fecha de envío del formulario: _____

Fecha de recepción de formulario: _____

Observaciones: _____

FBI - 001

A continuación explique brevemente el proceso productivo de su planta. En cada casillero describa para cada operación de su proceso los materiales de entrada, las actividades, los productos de salida, los desperdicios generados y como se dispone de ellos (costo). En caso de existir reciclaje de materiales, indíquelo.

[illegible]

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

ANTECEDENTES DEL CLIENTE

FII - 002

CLIENTE: #iREF! Director de Auditoria: Profesor dirigente Líder de Equipo: Nombre del líder del equipo Equipo Auditor	AUDITORIA #: Número de auditoria Fecha de la auditoria: Fecha acordada Hora de la Auditoria: Hora de Partida:
--	---

MIEMBROS DEL EQUIPO	AREA ASIGNADA	RESPONSABILIDADES
Nombre	Ej., motores, luces	Equipos o actividades asignadas

Nombre de la empresa: #iREF!	Año de establecimiento: #iREF!	CIU: #iREF!
Actividad: #iREF!		
Dirección: #iREF!		
Teléfono: #iREF!	Fax #iREF!	
Contraparte de la empresa: #iREF!		
Cargo: #iREF!	E-mail: #iREF!	

Principales productos	____/año	\$/año (a precio de venta)	Tipos de Energía	Consumo anual	Porcentaje	Número de empleados
#iREF!			#iREF!	\$		Planta #iREF!
#iREF!			#iREF!	\$		Bodega #iREF!
#iREF!			#iREF!	\$		Oficinas #iREF!
#iREF!			#iREF!	\$		#iREF! #iREF!

	Oficina	Planta	Bodega	Otros
Número de turnos de trabajo al día	#iREF!	#iREF!	#iREF!	#iREF!
Horas de trabajo por turno	#iREF!	#iREF!	#iREF!	#iREF!
Días de trabajo por semana	#iREF!	#iREF!	#iREF!	#iREF!
Semanas de trabajo por año	#iREF!	#iREF!	#iREF!	#iREF!

Principales Equipos	Tiempo promedio de servicio (años)
#iREF!	#iREF!
#iREF!	#iREF!
#iREF!	#iREF!
#iREF!	#iREF!
#iREF!	#iREF!
#iREF!	#iREF!

Medidas de uso racional de energía implantadas
Buenas prácticas de producción implantadas Si cuenta con estándares de tiempos de producción, sistemas de seguridad industrial, tpm, control estadístico de calidad, procedimientos definidos, etc.

RECOMENDACIONES

SEGURIDAD

Usar casco de protección
 Llevar zapatos de cerrados
 Usar tapones para los oídos

AUDITORIA

Tomar notas legibles
 Apuntar posibles recomendaciones
 Hablar con el personal de planta

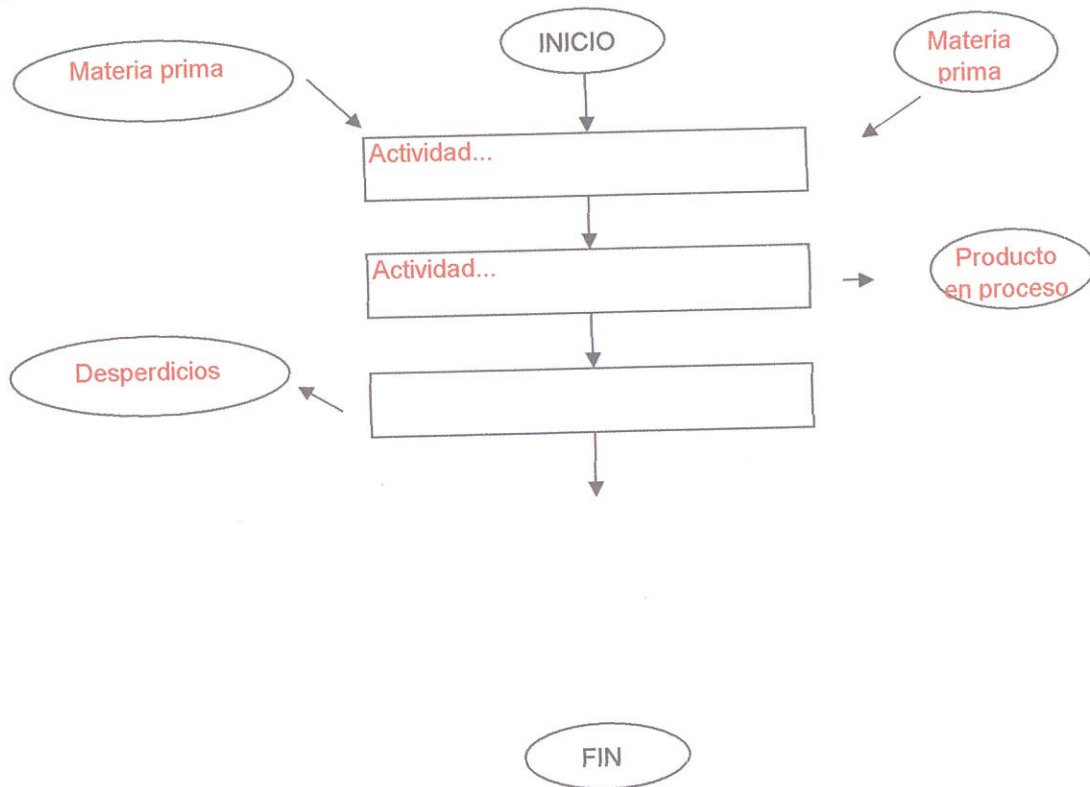
Añadir o quitar recomendaciones según el caso

ANTECEDENTES DEL CLIENTE

FII - 002

PROCESO PRODUCTIVO

Mediante un diagrama de flujo explique brevemente el proceso productivo de la planta a ser auditada, detallando las entradas (materia prima) y salidas (productos en proceso, desperdicios y producto final) y si hay reciclaje de materiales, indíquelos también.



Fecha	Responsable
-------	-------------

Visita Previa
Levantamiento de Información de equipos

FILE - 003

[illegible]

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

HOJA DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS Y SUMINISTROS PARA LA AUDITORIA
FA - 001

Fecha: _____

Nombre de la empresa: _____

Auditoria #: _____

Contraparte: _____

Líder de Equipo: _____

DOCUMENTACIÓN REQUERIDA	
Información inicial del cliente	
Solicitud de Equipos	
Solicitud de Camioneta	
Dirección del cliente (con indicaciones)	

EQUIPOS DE SEGURIDAD	
Cascos	
Lentes	
Orejetas	
Zapatos aislantes	
Guantes (en caso de ser necesarios)	
Mandil (en caso de ser necesario)	

EQUIPO PARA LA AUDITORIA	
Linterna	
Flexómetro	
Medidor de intensidad luminosa	
Termómetro de vidrio	
Termómetro de electrónico	
Cámara infrarroja	
Analizadores de gas	
Medidor de flujo	
Manómetro	
Multímetro	
Indicador de continuidad	
Check list para la auditoria	
Check list de recomendaciones	
Tableros	
Hojas blancas	
Plumas	
Laptop	



CIB-ESPOL

OBSERVACIONES:

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Empresa _____
Evaluación # _____

Fecha _____
Responsable _____

Compresores

FA-003

Ubicación		Horas de utilización por día	
Modelo		Tipo de Mantenimiento	
HP		Frecuencia de Mantenimiento	
Amperaje placa		Fecha del último mantenimiento	
Amperaje medido		Dimensiones del tanque	
Eficiencia		Observaciones _____	
Tiempo de vida			
Cap. max cfm			
Capacidad utilizada			

FA-003

Ubicación		Horas de utilización por día	
Modelo		Tipo de Mantenimiento	
HP		Frecuencia de Mantenimiento	
Amperaje placa		Fecha del último mantenimiento	
Amperaje medido		Dimensiones del Tanque	
Eficiencia		Observaciones _____	
Tiempo de vida			
Cap. max cfm			
Capacidad utilizada			

/

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Empresa _____
 Evaluación # _____

Fecha _____
 Responsable _____

Calderos y Hornos

FA-004

Ubicación		Horas de utilización por día	
Tipo (piro/acuo)		Combustible	
Potencia:		Supercalentador incluido:	
Diámetro de salida de gases:		Dimensiones supercalentador:	
Forma:		Temp. Ambiente	
Largo:		Tipo de Mantenimiento	
Altura:		Frecuencia de mantenimiento (fecha último mant)	
GENERADOR DE VAPOR (Caldero)			
Presión de salida del vapor:		Temperatura superficial (prom) del caldero:	
Temperatura de salida del vapor:		Temperatura superficial (prom) del supercalentador:	
Temperatura de salida de los gases:		Gases de escape (O ₂) %	
Consumo de combustible (dato de la empresa):		Gases de escape (CO) ppm	
Temperatura de agua de alimentación:		Años de servicio	
Humedad Relativa:		Observaciones	

Empresa	Evaluación #
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
100	100

Motores

FA-005

[illegible]

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

1000

Table 1

Variable	Mean	SD	Range
Age	67.8	9.0	45-85
Gender			
Male	50.0		
Female	50.0		
Educational level			
High school or below	50.0		
Bachelor's degree	50.0		
Master's degree	50.0		
Doctoral degree	50.0		
Marital status			
Single	50.0		
Married	50.0		
Divorced	50.0		
Widowed	50.0		
Health status			
Good	50.0		
Fair	50.0		
Poor	50.0		
Income			
< \$10,000	50.0		
\$10,000-\$20,000	50.0		
> \$20,000	50.0		

Lámparas

FA-006

[illegible]

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Empresa	Evaluación #
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
100	100

Fecha
Responsable

Desechos

FA-007

[illegible]

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

100

Procesos

11033303
FA-009

[illegible]

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CHECK LIST DE RECOMENDACIONES

FA - 008

Empresa _____
Líder del Equipo _____

Evaluación #: _____
Fecha: _____

RECOMENDACIONES	
ENERGÍA	
1	Instalar lámparas de menor consumo de energía
2	Apagar las luces exteriores durante el día
3	Instalar sensores de movimiento
4	Instalar reflectores en sus lámparas
5	Instalar reflectores más eficientes en sus lámparas
6	Utilizar lámparas low/high
7	Disminuir la altura de las lámparas
8	Cambiar las bandas de los motores a bandas corrugadas
9	Adquirir motores más eficientes
10	Arreglar fugas de los compresores de aire
11	No utilizar el compresor de aire innecesariamente
12	Utilizar el nivel de presión necesario
13	Limpiar los filtros del acondicionador de aire
14	Aislar calderos
15	Aislar hornos
16	Aislar tuberías
17	Registrarse como gran consumidor
18	Apagar los equipos cuando no los utiliza
19	No prender todos los equipos al mismo tiempo
20	Eliminar horas pico de consumo
21	Instalar bancos de capacitores para disminuir factor de carga
22	Precalentar materiales
23	Reutilizar el calor de hornos o chimeneas
24	Precalentar combustibles
PRODUCCIÓN	
25	Realizar mantenimiento preventivo a los equipos
26	Inventario y control de sistemas, equipos y partes
27	Reubicar los equipos
28	Reubicar personas
29	Reubicar material
30	Rediseño de puestos de trabajo
31	Disminución de tiempos de preparación
32	Aumentar la utilización de maquinarias
33	Instalar amortiguadores en la alimentación de materiales
34	Mejora del sistema de manejo de materiales
35	Aumentar la productividad de operarios mediante mejora de condiciones de trabajo
36	Aumentar utilización del personal (re-asignación de tareas)
37	Realizar estudio de tiempos y movimientos
38	Implantar sistema de seguridad industrial
DESECHOS	
39	Reciclar sus desperdicios
40	Instalar un compactador de desperdicios
41	Recuperar desechos
42	Vender desechos

OBSERVACIONES:

ASIGNACIÓN DE TAREAS

Empresa
Líder del Equipo

11

BALANCE ENERGÉTICO
FR-002

[illegible]

MOTORES										Costo anual estimado (\$/año)	
Ubicación	HP (placa)	unidades	horas de utilización al año	fc	fu	fd	Eficiencia estimada	Número de V-belts por motor	kW	kWh	
TOTAL MOTORES											

HORNO														
Ubicación			Voltaje	Amp	Unidades	horas de utilización al año	uf	df	lf	KW (placa)	kW	kWh	Costo anual estimado (\$/año)	
TOTAL HORNO														

ACONDICIONADORES DE AIRE										Costo anual estimado (\$/año)
Ubicación	Tonaje	Años	unidades	SEER	fd	horas de utilización al año	kw	kWh		
COP										
TOTAL AC:										

COMPRESORES DE AIRE										Costo anual estimado (\$/año)
Ubicación	HP (placa)	unidades	horas de utilización al año	fc	fu	fd	Eficiencia estimada del motor	kW	kWh	
TOTAL COMPRESORES										

[illegible]

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIÓN INDUSTRIAL
CEI

REPORTE FINAL DE EVALUACIÓN INDUSTRIAL

NOMBRE DE LA EMPRESA

LOGO

FECHA

1. RESUMEN EJECUTIVO

El Centro de Evaluación Industrial (CEI) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral realizó una evaluación industrial a la **NOMBRE DE LA PLANTA** de **NOMBRE DE LA EMPRESA** el día **FECHA**. Como resultado de ella se presentan **XX** recomendaciones: **XX en energía, XX en desperdicios, XX en productividad, XX varias y XX no cuantificables**, las que representan ahorros de **\$XXXX anuales**.

Tipo de Recomendación	Cantidad	Ahorros anuales	Costo de Implementación	Tiempo de retorno de la inversión
Energéticas	XX	XX	XX	XX
Desperdicios	XX	XX	XX	XX
Productividad	XX	XX	XX	XX
Varias	XX	XX	XX	XX
No Cuantificables	XX	NA	NA	NA

En el caso de que la empresa decida aumentar la producción las recomendaciones de Productividad presentan los siguientes beneficios:

Aumento en Ventas (\$/año)	Aumento en Productividad (%)	Tiempo de recuperación Simple (años)	ROI (%/año)
XXX	XXX	XXX	XXX

Las recomendaciones abarcan áreas como **ILUMINACIÓN, MOTORES, PROCESOS PRODUCTIVOS** que disminuyen el costo energético en **XX%** aproximadamente.

Con el fin de estimar el nivel de consumo eléctrico por tipo de equipo utilizado se realizó un **Balance Energético** en base a la información reunida durante la

auditoria y la que fue entregada por ustedes. En el Apéndice A se detallan los principales equipos utilizados y el balance energético de su planta.

El siguiente gráfico muestra la distribución del consumo energético de los principales equipos utilizados y su valor aproximado en dólares.

GRAFICO

BALANCE ENERGÉTICO

A continuación se presenta el resumen de las recomendaciones, las que serán detalladas en el Capítulo 4.

RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES

DESCRIPCIÓN	AHORROS (\$/año)	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN (\$)	TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN (años)	DISMINUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL		REDUCCIÓN DE LA DEMANDA (KW)	ROI (%)
				KWh/año	Gal diesel/año		
MANTENIENDO NIVEL DE PRODUCCIÓN							
Recomendaciones energéticas							
XXX	XXX	XXX	XXX	xxx KWh/año		XXX	XXX
Sub-total energéticas							
Recomendaciones de productividad							
XXX	XXX	XXX	XXX	xxx KWh/año		XXX	XXX
Sub-total de productividad							
TOTAL							
AUMENTANDO NIVEL DE PRODUCCIÓN							
Recomendaciones de productividad							
DESCRIPCIÓN							
	AUMENTO EN VENTAS (\$/AÑO)	AUMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD (%)	TIEMPO DE RECUPERACIÓN SIMPLE (AÑOS)		ROI (%)		
XXX	XXX	XXX	XXX		XXX		
Total de productividad							
	XXX	XXX	XXX		XXX		





Recomendaciones No Cuantificables

1. XXXX
2. XXX

En caso de dudas o comentarios por favor comunicarse con el Centro de Evaluación Industrial de la ESPOL, a través de las siguientes personas:

Nombre
Director CEI
teléfono
e-mail

Nombre
Líder del Equipo Auditor
Teléfono
e-mail

Nombre
Miembro del Equipo Auditor
teléfono
e-mail

Nombre
Miembro del Equipo Auditor
teléfono
e-mail

Nombre
Miembro del Equipo Auditor
teléfono
e-mail

Nombre
Miembro del Equipo Auditor
teléfono
e-mail

2. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

A continuación se presentan aspectos generales de su empresa, se analizan las principales fuentes de energía utilizados, equipos y sistemas instalados y finalmente se describe brevemente el proceso de producción.

2.1 Descripción de la empresa

La **Nombre de la Planta** de la **empresa** inició sus operaciones en el año **AÑO**. En la actualidad pone a disposición del mercado **NACIONAL Y EXTRANJERO XXXton DE PRDOCUTO, XXXton PRODUCTO** al año, recibiendo aproximadamente **XX pedidos diarios**.

Posee alrededor de **XX** empleados administrativos y **XX** empleados de planta. Los cuales trabajan **TURNOS**.

La planta está dividida en: **AREAS**. A continuación se presenta un bosquejo de su distribución.

PLANO DE LA PLANTA

2.2 Demanda Energética

Las fuentes de energía utilizadas son: electricidad, Gas licuado de petróleo, diesel, fuel oil, XX y XX.

La energía eléctrica representa el XX% del costo total de energía. Los principales consumidores son:

- Homos
- Motores
- XXX

El consumo de Diesel comprende el XX% del costo total de energía debido al consumo de los siguientes equipos:

- XX
- XX
- XX

Finalmente el XX% restante de los costos energéticos se deben al consumo de XX a causa de la utilización de:

- XX
- XX

2.3 Descripción del Proceso Productivo

A continuación, mediante un diagrama de flujo, se presenta una breve descripción del proceso productivo, señalando las entradas y salidas de materiales.

Flujo de proceso productivo

Descripción General del proceso

Operación

Se describe cada operación, el equipo utilizado, la entrada de materiales y salida de material y desperdicio. Como se maneja el desperdicio generado. Se pueden incluir datos técnicos como temperaturas o presiones si es necesario.

Operación

Operación

Operación

3. CONSUMO ENERGÉTICO

En este capítulo se analizarán los tipos de energía utilizados y sus costos, lo que permitirá descubrir posibles irregularidades que serán el fundamento de las recomendaciones presentadas.

3.1 Consumo eléctrico

En base a las facturas enviadas por **EEE** desde **XXXfecha** hasta **XXXfecha**, periodo en el cual se la empresa pagó **\$XXXX** por **XXX KWh**, se estimó una demanda promedio de **XXXKW** al mes a un costo aproximado de **\$ XXXXX**.

Con esa información se calculó el costo de la energía eléctrica **SIN DEMANDA, QUE ES IGUAL A \$XXXX KWh Y EL COSTO DE LA DEMANDA A \$XXXX KWh/MES, INCLUIDO IMPUESTOS. ESTOS VALORES SERÁN UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS RECOMENDACIONES PRESENTADAS EN ESTE REPORTE.**

EN LAS RECOMENDACIONES DONDE NO SEA POSIBLE CUANTIFICAR LA REDUCCIÓN DE LA DEMANDA SE UTILIZÓ UN VALOR PROMEDIO DE \$ XX KWh PARA REALIZAR EL ANÁLISIS ECONÓMICO.

A continuación se detallan los costos y nivel de consumo eléctrico por mes, y más adelante se analiza la misma información gráficamente.

Tabla 3.1Cap 3

3.1.1Gráfico picos de demanda

3.1.2Gráfico consumo de energía

3.1.3Gráfico de costos por energía eléctrica

3.2 Consumo de Diesel

De acuerdo al periodo de consumo estudiado desde May/03 hasta may/04, donde se consumieron XXX gal por un total de \$ XXXX, se paga un valor aproximado de \$ xx gal. Esta cifra será utilizada para los análisis económicos de las recomendaciones que involucren la utilización de GLP.

La siguiente tabla muestra el consumo mensual de GLP y sus costos, los que serán analizados gráficamente.

Tabla 3.2 Cap 3

3.2.1 Gráfico consumo de Diesel

3.2.2 Gráfico de costos por Diesel



3.2 Consumo de Gas Licuado de Petróleo

Repsol provee a la planta de GLP a través de despachos semanales. De acuerdo al periodo de consumo estudiado desde May/03 hasta may/04, donde se consumieron XXX Kg por un total de \$ XXXX, se paga un valor aproximado de \$ xx kg. Esta cifra será utilizada para los análisis económicos de las recomendaciones que involucren la utilización de GLP.

La siguiente tabla muestra el consumo mensual de GLP y sus costos, los que serán analizados gráficamente.

Tabla 3.3 Cap 3 (cuando aplique)

3.3.1 Gráfico consumo de GLP

3.3.2 Gráfico de costos por GLP

3.3 Consumo de OTROS

Nombre de la Empresa es abastecida de OTRO por XXabstecedoraXX. Entre los meses de XXX y XXX se pagó \$XXXX por un consumo total de XXXX, resultando en un costo aproximado de \$XX kg, valor que utilizado para el análisis económico de las recomendaciones relacionadas al consumo de OTRO.

3.3Gráfico cap 3, de distribución de los costos energéticos

4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN INDUSTRIAL

Como resultado de la Evaluación Industrial de **NOMBRE DE LA PLANTA** de **NOMBRE DE LA EMPRESA** se obtuvieron **XX** recomendaciones: **XX** energéticas, **XX** en manejo de desperdicio, **XX** productivas y **XX** varias.

4.1 Recomendaciones Energéticas

Durante la visita a la planta se pudo observar que cuentan con ciertas medidas de ahorro de energía como: **XXXXX**, **XXXX** y **XXXXX**, las que actualmente representan beneficios para la empresa.

Luego de analizar los resultados de la Evaluación Industrial se sugiere implementar las siguientes recomendaciones para incentivar el uso eficiente de la energía:

Recomendación #1. Nombre

Recomendación #2. Nombre

Recomendación #3. Nombre

IMPRIMIR EL DETALLE DE LAS RECOMENDACIONES ENERGÉTICAS

Recomendación Energética # XX

NOMBRE DE LA RECOMENDACIÓN

Breve descripción de la recomendación (área, que cambios implica, beneficios esperados).

Ahorro Estimado	\$ XXX año
Costo de Implementación	\$ XXX
Tiempo de Recuperación Simple	XX tiempo
Retorno de la Inversión (ROI)	XX %
Disminución de la demanda de energía eléctrica (si aplica)	XX KW
Ahorro en el consumo de energía	XX Kw/año ó Gal/Diesel

Realizado por: Nombre
Cargo



Recomendación # XX

Nombre de la recomendación

Explicación detallada de la recomendación. Área, que se va a cambiar, beneficios, datos técnicos en caso de ser necesario

Cálculo de Ahorros

Explicar los tipos de ahorro que se presentan energía, mano de obra, materiales..etc

Ahorros De Energía

Explicar cálculos

Reducción de la Demanda

Explicar cálculos

Ahorros de mano de Obra

Explicar cálculos

Ahorro de materiales

Explicar cálculos

Total ahorro

Explicar cálculos

Cálculo de costos

Los costos necesarios para implementar la recomendación

Tiempo de Recuperación Simple

Para calcular el Tiempo de Recuperación Simple se dividen los costos totales de la implementación para el ahorro anual estimado, de esta manera se obtiene el número de años en los que recuperará la inversión.

$$\begin{aligned}\text{TRS} &= \text{Costo Total de Implementación} / \text{Ahorro Total Estimado al año} \\ &= (\$xx) / (\$xx \text{ año}) \\ &= xx \text{ años}\end{aligned}$$

Retorno de la Inversión (ROI)

Para calcular el Retorno de la Inversión (ROI) se divide el total de ahorros estimado para el costo total de implementación y se lo multiplica por 100. El ROI representa la tasa de retorno de la inversión en porcentaje.

$$\begin{aligned}\text{ROI} &= [\text{Ahorro Total Estimado al año} / \text{Costo Total de Implementación}] * 100 \\ &= [(\$xx \text{ año}) / (\$xx)] * 100 \\ &= xx \%/\text{año}\end{aligned}$$

Agregar cualquier tipo de aclaración necesaria acerca de la recomendación

Agregar cuadro resumen de los datos utilizados para realizar los cálculos, ej.
Datos técnicos de motores o lámparas.

4.2 Recomendaciones en Manejo de Desperdicios

En la **NOMBRE DE LA PLANTA** se identificaron como buenas prácticas en el manejo de desperdicios: **XX y XX**.

Adicionalmente se recomienda la implementación de las siguientes recomendaciones:

Recomendación #1. Nombre

Recomendación #2. Nombre

Recomendación #3. Nombre

IMPRIMIR EL DETALLE DE LAS RECOMENDACIONES ENERGÉTICAS



Recomendación de Manejo de Desperdicios # XX

NOMBRE DE LA RECOMENDACIÓN

Breve descripción de la recomendación (área, que cambios implica, beneficios esperados).

Ahorro Estimado	\$ XXX año
Costo de Implementación	\$ XXX
Tiempo de Recuperación Simple	XX tiempo
Retorno de la Inversión (ROI)	XX %

Realizado por: Nombre
Cargo

Recomendación # XX

Nombre de la recomendación

Explicación detallada de la recomendación. Área, que se va a cambiar, beneficios, datos técnicos en caso de ser necesario

Cálculo de Ahorros

Explicar los tipos de ahorro que se presentan mano de obra, materiales..etc

Ahorros de mano de Obra

Explicar cálculos

Ahorro de materiales

Explicar cálculos

Total ahorro

Explicar cálculos

Cálculo de costos

Los costos necesarios para implementar la recomendación

Tiempo de Recuperación Simple

Para calcular el Tiempo de Recuperación Simple se dividen los costos totales de la implementación para el ahorro anual estimado, de esta manera se obtiene el número de años en los que recuperará la inversión.

$$\begin{aligned}\text{TRS} &= \text{Costo Total de Implementación} / \text{Ahorro Total Estimado al año} \\ &= (\$xx) / (\$xx \text{ año}) \\ &= xx \text{ años}\end{aligned}$$

Retorno de la Inversión (ROI)

Para calcular el Retorno de la Inversión (ROI) se divide el total de ahorros estimado para el costo total de implementación y se lo multiplica por 100. El ROI representa la tasa de retorno de la inversión en porcentaje.

$$\begin{aligned}\text{ROI} &= [\text{Ahorro Total Estimado al año} / \text{Costo Total de Implementación}] * 100 \\ &= [(\$xx \text{ año}) / (\$xx)] * 100 \\ &= xx \text{ \%/año}\end{aligned}$$

Agregar cualquier tipo de aclaración necesaria acerca de la recomendación

Agregar cuadro resumen de los datos utilizados para realizar los cálculos, ej.
Datos técnicos de motores o lámparas.

4.3 Recomendaciones de Productividad

Como medidas para el aumento de la productividad en la **NOMBRE DE LA PLANTA** se identificaron: **XX y XX**.

Como resultado de la Evaluación Industrial realizada en dicha planta se recomienda implementar lo siguiente:

Recomendación #1. Nombre

Recomendación #2. Nombre

Recomendación #3. Nombre

IMPRIMIR EL DETALLE DE LAS RECOMENDACIONES ENERGÉTICAS



Recomendación de Productividad # XX

NOMBRE DE LA RECOMENDACIÓN

Breve descripción de la recomendación (área, que cambios implica, beneficios esperados).

Ahorro Estimado	\$ XXX año
Costo de Implementación	\$ XXX
Tiempo de Recuperación Simple	XX años
Retorno de la Inversión (ROI)	XX %/año
Disminución de la demanda de energía eléctrica (si aplica)	XX KW
Ahorro en el consumo de energía	XX Kw/año ó Gal/Diesel

AUMENTANDO NIVEL DE PRODUCCIÓN	
Aumento en Ventas Estimado	\$ XXX año
Aumento en la productividad	XX %
Tiempo de Recuperación Simple	XX años
Retorno de la Inversión (ROI)	XX %/años

Realizado por: Nombre
Cargo

Recomendación # XX

Nombre de la recomendación

Explicación detallada de la recomendación. Área, que se va a cambiar, beneficios, datos técnicos en caso de ser necesario

Cálculo de Ahorros

Explicar los tipos de ahorro que se presentan energía, mano de obra, materiales..etc

Ahorros De Energía

Explicar cálculos

Reducción de la Demanda

Explicar cálculos

Ahorros de mano de Obra

Explicar cálculos

Ahorro de materiales

Explicar cálculos

Total ahorro

Explicar cálculos

Aumento en la Productividad

Cálculo de aumento en ventas por productividad, en caso de que exista la demanda necesaria del producto.

Cálculo de costos

Los costos necesarios para implementar la recomendación

Tiempo de Recuperación Simple

Para calcular el Tiempo de Recuperación Simple se dividen los costos totales de la implementación para el ahorro anual estimado, de esta manera se obtiene el número de años en los que recuperará la inversión.

Manteniendo el nivel de Producción

$$\begin{aligned}\text{TRS} &= \text{Costo Total de Implementación} / \text{Ahorro Total Estimado al año} \\ &= (\$xx) / (\$xx \text{ año}) \\ &= xx \text{ años}\end{aligned}$$

Aumentando el nivel de Producción

$$\begin{aligned}\text{TRS} &= \text{Costo Total de Implementación} / \text{Ingreso por ventas adicionales al año} \\ &= (\$xx) / (\$xx \text{ año}) \\ &= xx \text{ años}\end{aligned}$$



Retorno de la Inversión (ROI)

Para calcular el Retorno de la Inversión (ROI) se divide el total de ahorros estimado para el costo total de implementación y se lo multiplica por 100. El ROI representa la tasa de retorno de la inversión en porcentaje.

Manteniendo el nivel de Producción

$$\begin{aligned}\text{ROI} &= [\text{Ahorro Total Estimado al año} / \text{Costo Total de Implementación}] * 100 \\ &= [(\$xx \text{ año}) / (\$xx)] * 100 \\ &= xx \text{ \%/año}\end{aligned}$$

Aumentando el nivel de Producción

$$\begin{aligned}\text{TRS} &= (\text{Ingreso por ventas adicionales} / \text{Costo Total de Implementación}) * 100 \\ &= (\$xx \text{ año}) / (\$xx) * 100 \\ &= xx \text{ \%/año}\end{aligned}$$

Agregar cualquier tipo de aclaración necesaria acerca de la recomendación

Agregar cuadro resumen de los datos utilizados para realizar los cálculos, ej.
Datos técnicos de motores o lámparas.

4.3 Recomendaciones No Cuantificables

Adicionalmente a las recomendaciones presentadas, consideramos importante que la empresa analice las siguientes propuestas de mejora, cuya cuantificación de ahorros y costos no es posible realizar dentro del alcance de este estudio.

Las recomendaciones no cuantificables presentadas son:

Recomendación #1. Nombre

Recomendación #2. Nombre

Recomendación #3. Nombre

Recomendación #4. Nombre

IMPRIMIR EL DETALLE DE LAS RECOMENDACIONES NO CUANTIFICABLES

Recomendación No Cuantificable # XX

NOMBRE DE LA RECOMENDACIÓN

Explicar en que consiste la recomendación, antecedentes, beneficios esperados, proceso para implementación, estadísticas.

Realizado por: Nombre
Cargo

APÉNDICE AG

INSTRUCTIVOS DEL DISEÑO FINAL DEL SERVICIO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES



CIB-ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 001

ANTECEDENTES DEL CLIENTE FII-002

OBJETIVO

Procesar la información inicial entregada por el cliente y distribuirla entre los miembros del equipo.

RESPONSABLE

El líder del equipo auditor es el responsable de completar el formulario y distribuirlo entre los miembros del equipo.

INDICACIONES

La información necesaria para completar el formulario FII – 002 se encuentra en el Formulario de Información Inicial de la Empresa FII – 001. La mayor parte de los campos están enlazados mediante fórmulas entre los dos formularios y tienen indicaciones en rojo para su utilización, las que deben ser borradas por el usuario antes de su distribución.

El formulario debe ser entregado a los miembros del equipo 48 horas antes de la auditoría.

A continuación se detalla la información que debe contener cada uno de los campos:

Cliente: Nombre de la empresa auditada

Auditoría #: Número de la auditoría

Director de Auditoría: Profesor responsable a cargo de la auditoría

Líder del Equipo: Miembro del equipo designado como líder por el Director

Fecha de la Auditoria: Fecha, acordada con el cliente, en la que se realizará la auditoria.

Hora de la Auditoria: Hora de llegada a las instalaciones del cliente para iniciar la auditoria.

Hora de Partida: Hora en la que el equipo auditor saldrá hacia las instalaciones del cliente.

Miembros del Equipo: se enlistan a los miembros del equipo que realizará la auditoria.

Área Asignada: El área asignada para el levantamiento de información durante la auditoria.

Responsabilidades: Actividades y tareas previas asignadas a cada miembro, como verificación de equipos ó procesamiento de información previa.

Nombre de la empresa: Nombre del Cliente

Año de Establecimiento: Año indicado por el cliente en que la planta fue edificada.

Actividad: Actividad de la empresa.

CIIU: Clasificación Industrial Internacional Unificada, de acuerdo a la actividad de la empresa.

Dirección: Dirección de la planta donde se realizará la auditoria.

Teléfono: Teléfono de la empresa.

Fax: Fax de la empresa.

Contraparte de la empresa: Nombre del representante de la empresa durante la realización de la evaluación industrial.

Cargo: Cargo de la contraparte en la empresa

E-mail: E-mail de la contraparte.

Principales productos: Lista de los principales productos del cliente.

___/año: Indicar la unidades producidas al año por producto.

\$/año: Indicar el equivalente en dólares a precio de venta

Tipos de Energía: Lista de los tipos de energía utilizadas por la planta a ser auditada.

Consumo anual: El consumo anual en dólares de cada tipo de energía.

Porcentaje: Indica el porcentaje de los costos generados por tipo de energía

Número de empleados: El número de empleados por cada área de la empresa.

Número de turnos de trabajo al día: Cantidad de turnos por día por área.

Horas de trabajo por turno: Cantidad de horas de trabajo por turno por área.

Días de trabajo por semana: Cantidad de días de trabajo a la semana por área.

Semanas de trabajo por año: Cantidad de semanas laborables al año por área.

Principales equipos: Lista de los principales equipos con los que cuenta el cliente.

Tiempo promedio de servicio (años): Tiempo de servicio en años por cada tipo de equipo.

Medidas de uso racional de energía implantadas: Enumere las principales medidas de uso racional de energía implantadas por el cliente.

Buenas Prácticas de Producción implantadas: Enumere las principales medidas de mejora de métodos de producción implantadas por el cliente, como: control estadístico de proceso, estudio de tiempos y movimientos, estudio de puestos de trabajo, procedimientos e instructivos de trabajo, etc.

Recomendaciones: Se enlistan recomendaciones de seguridad y para el desarrollo de la auditoria que los miembros del equipo deban conocer.

Proceso Productivo: Mediante un diagrama de flujo se explica el proceso productivo del cliente, detallando las entradas (materiales o insumos) y salidas (productos en proceso, desperdicios y producto final). En el caso de existir reciclaje de materiales también debe indicarlo.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 002

RESUMEN ENERGÉTICO (Capítulo 3)

OBJETIVO

Procesar la información del consumo energético del cliente y presentarlo de una manera estandarizada en el capítulo 3 del reporte final.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignada la realización del Resumen Energético.

INDICACIONES

El archivo del Resumen Energético está diseñado de tal manera que solo sea necesario ingresar la información en las hojas de cálculo etiquetadas con los nombres de los tipos de energía utilizados por el cliente. Sin embargo se recomienda revisar los enlaces entre las hojas antes de dar por terminada la tarea.

El formato analiza detalladamente sólo el consumo de energía eléctrica y diesel por ser las principales fuentes de energía en la mayoría de las empresas. En caso de que sea necesario se puede añadir una hoja de cálculo para el análisis de otra fuente de energía utilizada por el cliente.

En la hoja "TOTALES" se colocan las tipos de energía utilizados por el cliente y su consumo anual en dólares, esta información es utilizada en el gráfico 3.3 Distribución de los Costos Energéticos.

A continuación se las instrucciones para cada una de las hojas de cálculo del "Resumen Energético":

Hoja de Cálculo: ELECTRICIDAD

Meses: Indicar los meses que se analizaron

Consumo KWh: Colocar el consumo de KWh indicado en la planilla por mes.

Costo total consumo: Colocar el costo de Energía Eléctrica indicado en la planilla.

Demanda: Colocar el valor de "Demanda Facturación" indicado en la planilla.

Costo KW: Colocar el costo por demanda. El valor debe ser verificado, ya que puede variar por mes y por proveedor de servicio.

Costo demanda: Es el resultado de la multiplicación de la "Demanda Facturada" por el "Costo KW".

FC: Colocar el "Factor de Corrección" que indica la planilla

Costo total de demanda: Es el resultado de la multiplicación de "Costo Demanda" por el "Factor de Corrección". Debe coincidir con el valor cobrado por demanda en la planilla.

Total costos: Es la suma de "Costo Total consumo" y "Costo Total demanda".

Impuestos *: Ingresar la suma de todos los impuestos detallados en la planilla. Debe indicar al final de la tabla los impuestos que se incluyen.

Tasa: Es el porcentaje que representan los impuestos de "Total costos". Se lo calcula únicamente para el primer mes y ese valor es tomado como referencia para el resto del periodo analizado.

kW sin impuestos: Es el valor pagado por la demanda. Hace referencia a la celda de "Costo total de demanda"

kW + impuestos: Es el valor pagado por la demanda incluido impuestos. Es el "Costo total de demanda" más la tasa de impuesto calculada.

kWh sin impuestos: Es el valor pagado por el consumo eléctrico. Hace referencia a la celda "Costo total consumo".

kWh + impuestos: Es el valor pagado por el consumo eléctrico incluido impuestos. Es el "Costo total consumo" más la tasa de impuestos calculada.

Total Planilla (calculado): Es la suma de "kW + impuestos" y "kWh + impuestos", es decir del costo de la demanda y del consumo eléctrico incluido impuestos, utilizando la tasa calculada.

Total Planilla (real): Ingresar el valor total cobrado en la planilla eléctrica.

Costo Demanda: Es el costo unitario del KW incluido impuestos. Es el resultado de la división de "Total Planilla (calculado)" y el valor de "Demanda".

Costo consumo sin demanda: Es el costo unitario del kWh sin impuestos. Es el resultado de la división de "KWh sin impuestos" y "Consumo kWh".

Costo del consumo con demanda: Es el costo unitario del kWh incluido impuestos. Es el resultado de la división de "KWh + impuestos" y "Consumo kWh".

Estos valores serán tomados para realizar los cálculos de recomendaciones relacionadas al consumo eléctrico.

En el cuadro de "Distribución del consumo en horas pico y no pico" sólo se deben ingresar las tarifas de cada mes de acuerdo al proveedor del servicio eléctrico y asegurarse que las fórmulas contengan la referencia correcta. Esta información sirve para evaluar la tendencia del consumo eléctrico del cliente y puede ser de utilidad para posibles recomendaciones.

El cuadro final hace referencia a los resultados anteriores. Se debe verificar que los enlaces sean correctos.

Hoja de Cálculo: Tabla 3.1

Presenta la tabla 3.1 de reporte final con el resumen de los datos de consumo y costos asociados a la energía eléctrica.

Debe ingresar el periodo analizado en el título de la tabla y verificar que los enlaces sean correctos.

Hoja de Cálculo: 3.1.1

Presenta el gráfico de la Demanda mensual eléctrica del sub-capítulo 3.1 "Consumo Eléctrico" del reporte final.

Debe ingresar el periodo analizado en el título del gráfico y verificar que los vínculos sean correctos.

Hoja de Cálculo: 3.1.2

Presenta el gráfico del Consumo eléctrico mensual del sub-capítulo 3.1 "Consumo Eléctrico" del reporte final.

Debe ingresar el periodo analizado en el título del gráfico y verificar que los vínculos sean correctos.

Hoja de Cálculo: 3.1.3

Presenta el gráfico del costo total de energía eléctrica por mes del sub-capítulo 3.1 "Consumo Eléctrico" del reporte final.

Debe ingresar el periodo analizado en el título del gráfico y verificar que los vínculos sean correctos.

Hoja de Cálculo: DIESEL

Mes: Ingresar los meses del periodo analizado.

Kg: El consumo mensual de DIESEL en Kilogramos.

Costo Total: Es el costo total por consumo de Diesel cobrado al cliente al mes.

Al final se calcula el costo promedio de Kg de Diesel dividiendo el costo total promedio por el consumo promedio. Verificar referencia.

Hoja de Cálculo: Tabla 3.2

Presenta la tabla 3.2 de reporte final con el resumen de los datos de consumo y costos asociados a la utilización de Diesel. Verificar que los enlaces sean correctos.

Hoja de Cálculo: 3.2.1

Presenta el gráfico del consumo de Diesel por mes del sub-capítulo 3.2 "Consumo de Diesel" del reporte final.

Debe ingresar el periodo analizado en el título del gráfico y verificar que los vínculos sean correctos.

Hoja de Cálculo: 3.2.2

Presenta el gráfico de costos de Diesel por mes del sub-capítulo 3.2 "Diesel del reporte final.

Debe ingresar el periodo analizado en el título del gráfico y verificar que los vínculos sean correctos.

Hoja de Cálculo: TOTALES

Ingresar los tipos de energía utilizados por la empresa y sus costos anuales. Verificar que los vínculos sean correctos.

Hoja de Cálculo: 3.3

Presenta el gráfico de Distribución de los Costos Energéticos del capítulo 3. "Consumo Energético" del reporte final.

Debe verificar que los vínculos sean correctos y que incluya todos los tipos de energía utilizados.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 003

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE FA - 002

OBJETIVO

Registrar la información obtenida durante la realización de la auditoria en relación a los Sistemas de Acondicionamiento de Aire.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignado el levantamiento de información de los Sistemas de Acondicionamiento de Aire.

INDICACIONES

A continuación se presentan los campos del formato FA – 002 y una breve explicación de cada uno:

Ubicación: Área donde está ubicado.

Área m²: Área aproximada a la que abastece.

Cantidad: Número de unidades.

Modelo: Split ó ventana.

Serie: Ver en la placa.

Eficiencia: Calcularla.

Amperaje: Medirlo con el multímetro ó verlo en la placa.

Voltaje: Medirlo con el multímetro ó verlo en la placa.

Tonaje (BTU/Hr): Se lo puede encontrar en el modelo o preguntar al encargado.

Tiempo de vida: Ver el año de fabricación en la placa o preguntar al encargado.



Horas de utilización por día: Preguntar cuánto tiempo es utilizado al día

Aislamiento: Describir el tipo y estado del aislamiento

Tipo de Mantenimiento: Preguntar al encargado ej: Limpieza, lubricación, etc.

Frecuencia de Mantenimiento (fecha último mantenimiento): Preguntar al encargado y anotar la fecha del último mantenimiento.

Observaciones: Datos sobre el ambiente, número de personas y equipos. Incluir información adicional que se considere importante.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 004

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE COMPRESORES FA - 003

OBJETIVO

Registrar la información obtenida durante la realización de la auditoria en relación a los Compresores.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignado el levantamiento de información de los Compresores.

INDICACIONES

A continuación se presentan los campos del formato FA – 003 y una breve explicación de cada uno:

Ubicación: Lugar donde está instalado

Modelo: Información de la placa

HP: Información de la placa

Amperaje placa: Información de la placa

Amperaje medido: El amperaje consumido por el equipo.

Eficiencia: Información de la placa. Si no la encuentra ó el equipo tiene varios años de utilización debe medirla.

Tiempo de vida: Ver el año en la placa ó preguntar al encargado

Cap. Max: La capacidad máxima del equipo en cfm

Capacidad utilizada: Los cfm utilizados

Horas de utilización por día: Preguntar por el tiempo, en horas, que se lo utiliza en el día.

Tipo de Mantenimiento: Preguntar al encargado ej: Limpieza, lubricación, etc

Frecuencia de Mantenimiento: Preguntar al encargado.

Fecha del último mantenimiento: Preguntar al encargado.

Dimensiones del tanque: Ver en la placa o preguntar al encargado

Observaciones: Cualquier información adicional que considere importante. Ej.

Estado, distancias, políticas de utilización

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 005

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE CALDEROS Y HORNOS FA - 004

OBJETIVO

Registrar la información obtenida durante la realización de la auditoria en relación a los Calderos y Hornos

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignado el levantamiento de información de los Calderos y Hornos

INDICACIONES

A continuación se presentan los campos del formato FA – 004 y una breve explicación de cada uno:

Ubicación: Lugar donde está instalado.

Tipo: Puede ser piro por pirotubular o acuo por acuatubular

Potencia: HP de la placa.

Diámetro de salida del vapor: Medirlo ó preguntar al encargado

Forma: Forma del caldero

Largo: Medir el largo del caldero

Altura: Medir la altura del caldero

Horas de utilización por día: Número de horas que se lo utiliza en un día

Combustible: Tipo de combustible que utiliza

Supercalentador incluído: Si o NO

Dimensiones del Supercalentador: Colocar las dimensiones del supercalentador

Temp. Ambiente: La temperatura del ambiente donde se trabaja.

Tipo de Mantenimiento: Preguntar al encargado. Ej. Limpieza, cambio de partes, etc.

Frecuencia de mantenimiento (fecha último mant): Preguntar al encargado la frecuencia del mantenimiento y la fecha en la que se realizó el último.

Acerca del Generador de Vapor

Presión de Salida del Vapor: Indicar la presión en psi

Tempeatura de Salida de Vapor: Medir la temperatura del vapor de salida

Temperatura de los gases: Medir la temperatura de los gases de la chimenea

Consumo de combustible: El flujo de combustible que consume el caldero

Temperatura del agua de alimentación: La temperatura del agua que ingresa

Humedad relativa: Humedad relativa del vapor

Temperatura superficial promedio del caldero: Medir la temperatura superficial del caldero

Gases de escape O₂: Porcentaje de O₂ en los gases de salida

Años de servicio: Tiempo en años de la utilización del caldero

Observaciones: Información que considere importante, como estado de las trampas de vapor, temperatura normal de operación, número de quemadores, años de servicio, etc.



CIB-ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 006

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE MOTORES FA - 005

OBJETIVO

Registrar la información obtenida durante la realización de la auditoria en relación a los Motores.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignado el levantamiento de información de los Motores.

INDICACIONES

A continuación se presentan los campos del formato FA – 005 y una breve explicación de cada uno:

Ubicación: El lugar donde se encuentra instalado

HP: Información contenida en la placa.

Tipo: Puede ser estático (e) ó dinámico (d)

Torque: Si no se encuentra esta información en la placa, medirlo

Tiempo de vida: Información contenida en la placa ó preguntar al encargado.

Amp: Amperaje, información contenida en la placa.

Amperaje medido: Amperaje consumido por el equipo.

Voltaje: Información contenida en la placa.

RPM: Revoluciones por Minuto. Información contenida en la placa.

Eficiencia: Información contenida en la placa. Para el caso de motores con mayor tiempo de uso es aconsejable medirlo.

Horas de utilización por día: Número de horas de utilización del motor en un día.

AC/DC: El tipo de corriente que utiliza. Información contenida en la placa.

Tipo de Mantenimiento: Preguntar al encargado el tipo de mantenimiento para los motores. Ej, limpieza, lubricación, cambio de partes.

Frecuencia de mantenimiento (fecha de últ. Mant.): Preguntar al encargado la frecuencia con la que recibe mantenimiento el motor y cuando fue la última vez que le dieron mantenimiento.

Observaciones: Cualquier información adicional que considere importante.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 007 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE LÁMPARAS FA - 006
--

OBJETIVO

Registrar la información obtenida durante la realización de la auditoria en relación a las Lámparas.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignado el levantamiento de información de las Lámparas.

INDICACIONES

A continuación se presentan los campos del formato FA – 006 y una breve explicación de cada uno:

Ubicación: Lugar donde están instaladas las lámparas.

Tipo: Puede ser fluorescente (F), incandescente (I), halógena (H), Mercurio (M), Sodio de alta presión (SA), Sodio de baja presión (SB), etc.

Cantidad: Número de lámparas en el área.

Watts: Preguntar al encargado ó identificar modelo.

Intensidad Luminosa: Medirlo ó preguntar al encargado.

Reflectores (S/N): Indicar si posee reflectores.

Balastro (E/M): Indicar el tipo de balastro que posee, puede ser eléctrico (e) ó magnético (m).

Horas de utilización por día: Indicar el número de horas que es utilizado durante el día.

A/C (S/N): Indicar si está en un área con aire acondicionado.

Observaciones: Cualquier información adicional que considere necesaria.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 008

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE DESECHOS FA - 007

OBJETIVO

Registrar la información obtenida durante la realización de la auditoria en relación a los Desechos.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignado el levantamiento de información de los Desechos.

INDICACIONES

A continuación se presentan los campos del formato FA – 007 y una breve explicación de cada uno:

Tipo: Tipo de desperdicio. Ej. Sólido, gaseoso, contaminante, etc

Fuente: La operación que genera el desperdicio.

Cantidad: Cantidad que se genera al año

Cantidad MP: La cantidad de materia prima que genera el desperdicio.

Manejo: Cómo se maneja el desperdicio.

Costo o ganancia: El costo o ganancia en el que incurre la compañía por el manejo del desperdicio.

Observaciones: Cualquier información adicional que considere importante. Ej penalización, reglamentos, registros.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 009

BALANCE ENERGÉTICO (Anexo)

OBJETIVO

Obtener un balance del consumo energético por tipo de equipo instalado en la planta, que sirva como base para el cálculo de las recomendaciones presentadas.

RESPONSABLE

Líder del Equipo Auditor.



INDICACIONES

El archivo del Balance Energético está dividido por tipos de equipos, como: motores, lámparas, compresores, hornos, etc. Su diseño permite calcular el consumo de energía al ingresar la información solicitada, sin embargo se recomienda revisar las fórmulas de los cálculos antes de dar por terminada la tarea.

El formato incluye el cálculo para los siguientes equipos eléctricos: lámparas, motores, acondicionadores de aire y compresores eléctricos, para el caso de hornos y calderos se asume que utilizan diesel, debido a que son los equipos más comunes en las industrias. En base a las características de la empresa deberá añadir o eliminar ciertos equipos.

Los resultados del Balance Energético son utilizados para definir el consumo por tipo de equipo y por áreas (administración y planta). Como resultado se obtienen dos cuadros con la distribución de los costos en la hoja de cálculo "Gráficos –

01Resumen Ejecutivo” que deben ser presentados en el Resumen Ejecutivo del informe final. A pesar de que los gráficos se generan de manera automática se recomienda la verificación de los enlaces.

A continuación se las instrucciones para cada una de las hojas de cálculo del “Balance Energético”:



Hoja de Cálculo: Costos Unitarios

La información requerida se la obtiene del Resumen Energético.

CIB-ESPOL

A continuación se detallan los datos necesarios y donde deben ser ingresados:

En la celda B1 ingresar el costo unitario del KWh sin demanda.

En la celda B2 ingresar el costo unitario del KW/mes. En la celda C2 aparecerá el consumo anual ($B2 \times 12$), que es el dato que se utilizará para los cálculos del Balance Energético.

En la celda B4 y B5 ingresar la demanda eléctrica máxima y mínima, respectivamente.

El promedio del costo mensual de energía eléctrica de la compañía, el consumo anual de kWh y su costo se deben ingresar en las celdas D6, D7 y D8, respectivamente.

En el caso del diesel sólo es necesario su costo unitario promedio en la celda C11. Si la empresa evaluada consume otros tipos de energía debe ingresar el costo unitario promedio de los mismos.

Hoja de Cálculo: Balance Energético

En esta hoja se deben ingresar los datos necesarios de los equipos utilizados por la empresa para poder estimar su consumo y utilizar esta información para el análisis de las recomendaciones presentadas

Para el caso de las lámparas son:

Ubicación: Lugar donde se encuentra el equipo, área de la empresa

Tipo: Tipo de lámpara. Ejemplo: Fluorescentes, Incandescentes, Sodio, etc.

Watts: Watts consumidos.

Lámparas: Número de lámparas en dicha área.

Horas de utilización al año: El número de horas al año en que son utilizadas.

A/A (S/N): Indicar si el área posee Acondicionador de Aire. Colocar S en el caso de si y N en el caso de que no exista.

Factor de balastro: Indicar el factor de Balastro de la lámpara.

kW: Calcula de manera automática el consumo de KW.

La fórmula utilizada es: $(\text{Watts} \times \text{Lámparas} \times \text{Factor de Balastro}) / 100$

Sub-total kW: En esa fila se suman los KW consumidos por cada equipo

kWh: Calcula de manera automática el consumo de kWh.

La fórmula utilizada es: $(\text{KW} \times \text{Horas de utilización al año})$

Subtotal kWh: En esa fila se suma los kWh consumidos por cada equipo.

Costo anual estimado (\$/año): Calcula el costo de energía en base a la información ingresada de los costos unitario.

La fórmula utilizada es. $(\text{KW} \times \text{Costo anual KW}) + (\text{kWh} \times \text{Costo kWh})$

Para motores:

Ubicación: Lugar donde se encuentra el equipo, área de la empresa

HP (placa): Ingresar el caballaje del motor indicado en la placa

Unidades: Número de motores

Horas de utilización al año: El número de horas al año en que son utilizadas

Fc: Factor de carga. Se la obtiene al dividir el amperaje medido para el amperaje que indica la placa.

Fu: Factor de utilización. Es la proporción del tiempo de utilización del equipo del tiempo total de producción.

Fd: Factor de Diversificación. Es la probabilidad de uso del equipo, se la obtiene dividiendo el número de equipos que efectivamente son utilizados para el número de equipos que posee la empresa para realizar la misma tarea. Por ejemplo: si una empresa cuenta con tres motores pero solo utiliza dos y el tercero es de respaldo el $fd = 2/3 = 0.66$



Eficiencia estimada: La eficiencia estimada del motor, relacionada a los años de utilización.

Número de bandas por motor: En el caso de que el motor sea de bandas, especificar su cantidad

kW: Calcula de manera automática el consumo de KW.

La fórmula utilizada es: $(HP \times 0.746 \times \text{unidades} \times FC \times FD) / \text{Eficiencia Estimada}$

KWh: Calcula de manera automática el consumo de KWh

La fórmula utilizada es: $(KW \times \text{Horas de utilización al año} \times FU)$

Costo anual estimado (\$/año): Calcula el costo de energía en base a la información ingresada de los costos unitario.

La fórmula utilizada es: $(KW \times \text{Costo anual KW}) + (KWh \times \text{Costo KWh})$

Para Acondicionadores de Aire:

Ubicación: Lugar donde se encuentra el equipo, área de la empresa

Tonage: Revisar en la placa del equipo su tonelaje. En el caso de que encuentre su capacidad en BTU utilizar el factor de conversión $1 \text{ BTU} = 12000 \text{ Ton}$

Unidades: Número de acondicionadores de aire.

SEER: Seasonal Energy Efficiency Rating. A mayor SEER más eficiente es el sistema. Se lo obtiene dividiendo la cantidad total de enfriamiento del sistema para el total de KWh consumidos. También puede utilizar la siguiente tabla:

Toneladas	Años de utilización	SEER
Menor a 5	Nuevo	12
Mayor a 5	Nuevo	10 - 11
Mayor a 5	Viejo	7 - 9
Menor a 5	Viejo	8 - 10
Mayor a 10	Viejo	6 - 8

Fd: Factor de Diversificación. Es la probabilidad de uso del equipo, se la obtiene dividiendo el número de equipos que efectivamente son utilizados para el número de equipos que posee la empresa para realizar la misma tarea. Por ejemplo: si

una empresa cuenta con tres acondicionadores de aire pero solo utiliza dos y el tercero es de respaldo el $fd = 2/3 = 0.66$

Horas de utilización al año: El número de horas al año en que son utilizadas

kW: Calcula de manera automática el consumo de KW.

La fórmula utilizada es: $(\text{Ton} \times 12 \times \text{Unidades} \times \text{SEER}) / \text{FD}$

kWh: Calcula de manera automática el consumo de kWh.

La fórmula utilizada es: $(\text{KW} \times \text{Horas de utilización al año}) / \text{FD}$

Costo anual estimado (\$/año): Calcula el costo de energía en base a la información ingresada de los costos unitario.

La fórmula utilizada es. $(\text{KW} \times \text{Costo anual KW}) + (\text{kWh} \times \text{Costo kWh})$

COP: Coefficient of Performance. Es una medida de la eficiencia de un sistema de acondicionamiento. Se la obtiene automáticamente a través de la tabla. Es igual a $(\text{SEER Promedio}) / 3.412$.

Para Compresores:

Ubicación: Lugar donde se encuentra el equipo, área de la empresa

HP (placa): Ingresar los HP indicados en la placa

Unidades: Número de acondicionadores de aire.

Horas de utilización al año: El número de horas al año en que son utilizadas

Fc: Factor de carga. Se la obtiene al dividir el amperaje medido para el amperaje que indica la placa.

Fu: Factor de utilización. Es la proporción del tiempo de utilización del equipo del tiempo total de producción.

Fd: Factor de Diversificación. Es la probabilidad de uso del equipo, se la obtiene dividiendo el número de equipos que efectivamente son utilizados para el número de equipos que posee la empresa para realizar la misma tarea. Por ejemplo: si una empresa cuenta con tres compresores pero solo utiliza dos y el tercero es de respaldo el $fd = 2/3 = 0.66$

Eficiencia estimada del motor: La eficiencia estimada del motor, relacionada a los años de utilización.

kW: Calcula de manera automática el consumo de KW.

La fórmula utilizada es: $(HP \times 0.746 \times \text{unidades} \times FC \times FD) / \text{Eficiencia Estimada}$

kWh: Calcula de manera automática el consumo de kWh

La fórmula utilizada es: $(KW \times \text{Horas de utilización al año} \times FU)$

Costo anual estimado (\$/año): Calcula el costo de energía en base a la información ingresada de los costos unitario.

La fórmula utilizada es: $(KW \times \text{Costo anual KW}) + (KWh \times \text{Costo KWh})$

En el caso de que la empresa cuente con otros equipos eléctricos relevantes, en relación al nivel de consumo eléctrico, debe ingresarlo y calcular la demanda, consumo y costo anual.

Una vez ingresados todos los equipos la hoja calcula automáticamente el consumo y costo de energía y lo compara con el real. Se obtiene:

Valor calculado: La suma de la demanda, consumo y costo de cada tipo de equipo

Valor estimado: El 10% adicional debido a otros equipos no incluidos en el análisis.

Total: Suma del valor calculado y valor estimado.

Demanda min real: La demanda mínima que fue ingresada en la hoja "Costos Unitarios".

Demanda max real: La demanda máxima que fue ingresada en la hoja "Costos Unitarios".

Consumo/ costo real: En el caso de la demanda se toma el promedio entre la mínima y máxima, para el consumo y costos hace referencia a la hoja de "Costos Unitarios"

Error: Calcula el error entre el Total estimado y el Real. Para el caso de la energía no debe ser mayor al 1% y en el caso de los costos al 5%

La fórmula utilizada es: $(\text{Valor Real} - \text{Valor Estimado}) / \text{Valor Real}$.

Para el análisis de los equipos consumidores de diesel se debe ingresar:

Equipo: Nombre del equipo. Por ejemplo: caldera, horno, etc.



Unidades: Número de acondicionadores de aire.

Gal/hora: El consumo de galones por hora del equipo.

Horas de utilización al año: El número de horas al año en que son utilizadas

Galones/año: Calcula de manera automática el consumo de galones de diesel al año.

La fórmula utilizada es: Unidades x Gal/hora x Horas de utilización al año

Costo anual: Calcula el costo de energía en base a la información ingresada de los costos unitario.

La fórmula utilizada es. (Gal/año x Costo Gal)

Se recomienda verificar que las referencias de las fórmulas antes de finalizar el trabajo.

Hoja de Cálculo: Gráficos - 01 Resumen Ejecutivo

Presenta los gráficos de la distribución de los costos de energía eléctrica por equipo y por área (administración y planta).

Los cuadros obtenidos son expuestos en el Resumen Ejecutivo del informe final.

Se recomienda verificar que los vínculos sean correctos.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 010

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE PROCESOS FA - 009



OBJETIVO

Registrar la información obtenida durante la realización de la auditoria en relación a los procesos productivos.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignado el levantamiento de información de procesos productivos.

INDICACIONES

A continuación se presentan los campos del formato FA – 009 y una breve explicación de cada uno:

Operación: Nombre de la operación ó actividad.

Entrada: Indicar los materiales, información ó insumo que sean la entrada de la operación.

Salida: Indicar el producto de salida de la operación.

Equipo/herramienta: Nombrar los equipos o herramientas que intervienen en la operación.

Número de operarios: Indicar el número de operarios que intervienen en la operación.

Velocidad: La velocidad a la que se opera.

Productividad: Nivel de productividad de la operación.

Tipo de demoras: Nombrar los principales tipos de demoras (espera de material, búsqueda de herramientas, etc.).

Cuello de botella (S/N): Escribir S si la operación es cuello de botella y N si no lo es.

Disposición del puesto de trabajo: Calificar si el puesto de trabajo es adecuado o no.

Tipo de controles: Los controles que se tienen implementados en la operación (estadísticos, automáticos, señalización).

Observaciones: Cualquier información adicional que considere importante. Ej utilización del personal, manejo de materiales, ambiente de trabajo.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 011

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS EN VISITA

PREVIA FII - 003

OBJETIVO

Registrar la información obtenida durante la visita previa en relación a los equipos utilizados.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignado el levantamiento de información de equipos.

INDICACIONES

A continuación se presentan los campos del formato FII – 003 y una breve explicación de cada uno:

Equipo: Nombre del equipo. Ejemplo: motor eléctrico, compresores, etc.

Ubicación: Lugar donde está instalado.

Cantidad: Número de equipos con características similares.

Potencia promedio: La potencia promedio del conjunto de equipos analizados.

Horas de utilización por día: El número de horas que es utilizado al día.

Años de servicio: Los años que ha sido utilizado el equipo.

Observaciones: Cualquier información adicional que se considere relevante.



CIB-ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

INSTRUCTIVO 012

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE PROCESOS EN VISITA PREVIA FII - 003

OBJETIVO

Registrar la información obtenida durante la visita de previa en relación a los procesos productivos.

RESPONSABLE

El miembro del equipo al que le fue asignado el levantamiento de información de procesos productivos.

INDICACIONES

A continuación se presentan los campos del formato FII – 004 y una breve explicación de cada uno:

Operación: Nombre de la operación ó actividad.

Entrada: Indicar los materiales, información ó insumo que sean la entrada de la operación.

Salida: Indicar el producto de salida de la operación.

Equipo/herramienta: Nombrar los equipos o herramientas que intervienen en la operación.

Número de operarios: Indicar el número de operarios que intervienen en la operación.

Velocidad: La velocidad a la que se opera.

Observaciones: Cualquier información adicional que considere importante. Ej utilización del personal, manejo de materiales, ambiente de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asesoría e información técnica otorgada por el Industrial Assessment Center (IAC UF), Universidad de Florida, Gainesville, FL-USA, 2003
2. ASHRAE Fundamentals Handbook, USA, 2001, pp. 14.-14.33
3. BAUMEISTER THEODORE, "Manual del Ingeniero Mecánico MARKS", 8va Edición, Editorial UTEH, Capítulo 12.
4. Catálogo Cole Parmer, USA, 2000-2001
5. Efficácitas Consultora, Curso de Entrenamiento en Auditorías Energéticas y Conservación de Energía, Marzo 1999.
6. HODSON WILLIAM, Manual del Ingeniero Industrial MAYNARD, 4ta Edición, Mac Graw Hill, Tomo 1, pp. 3.3-3.21



7. INCROPERA FRANK, Fundamentos de Transferencia de Calor, 4ta edición. Pearson Prentice Hall
8. Kimberly-Clark Corporation, Manual de Entrenamiento Sobre Liderazgo en Seguridad, USA, 2001.
9. Información Técnica otorgada por Corporación para la Administración Temporal Eléctrica de Guayaquil (CATEG), Guayaquil-Ecuador
10. Información Técnica otorgada por Petrocomercial, Guayaquil-Ecuador
11. SAPAG NASSIR, Preparación y Evaluación de Proyectos, 4ta Edición, Mac Graw Hill, 2000, pp. 15-24, 53-80, 133-160
12. SARZOSA RODRIGO, Seminario de Mantenimiento Productivo Total, 2003.
13. CÁMARA DE MADRID, Manual de Auditorias, 1ra Edición, Madrid 2003, pp. 23-32

