



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**"PROYECTO DE ECO-EFICIENCIA EN UNA EMPRESA  
PRODUCTORA DE ALAMBRE"**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTA  
HUMBERTO JAVIER GONZÁLEZ OCHOA**



**MÉXICO, D.F.**

**2011**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **JURADO ASIGNADO**

<b>PRESIDENTE</b>	Ing.	MARTÍNEZ MONTES JORGE TRINIDAD
<b>VOCAL</b>	Dr.	RIVERA TOLEDO MARTÍN
<b>SECRETARIO</b>	M.I.	MENDOZA ROSAS FULVIO
<b>PRIMER SUPLENTE</b>	Dr.	DURÁN MORENO ALFONSO
<b>SEGUNDO SUPLENTE</b>	Ing.	FABILA MONTOYA ELISA

Sitio donde se desarrolló el tema:  
Alambres y Refacciones S.A de C.V,  
San Mateo Xoloc, Tepetzotlán, Estado de México

### **ASESOR**

---

M EN I. FULVIO MENDOZA ROSAS

### **SUSTENTANTE**

---

HUMBERTO JAVIER GONZÁLEZ OCHOA

# INDICE

## RESUMEN

### CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

<b>1.1 Objetivo</b> .....	2
<b>1.2 Alcances</b> .....	2

### CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

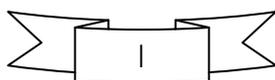
<b>2.1 Programas e iniciativas ambientales en México</b> .....	3
<b>2.2 Gestión ambiental</b> .....	4
<b>2.3 Eco-eficiencia</b> .....	8
<b>2.4 Herramientas de la eco-eficiencia</b> .....	9
2.4.1 Fortalezas y factores de competitividad .....	10
2.4.2 Eco-mapa .....	11
2.4.3 Eco-balance .....	11
2.4.4 Costos de ineficiencia .....	11
<b>2.5 El programa de Liderazgo Ambiental</b> .....	12
<b>2.6 Empresa metal mecánica productora de alambre</b> .....	13

### CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

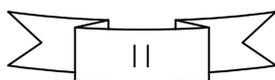
<b>3.1 Descripción del proceso y determinación de los factores de competitividad.</b> .....	18
<b>3.2 Eco-mapa</b> .....	18
<b>3.3 Eco-balances</b> .....	16
<b>3.4 Costos de ineficiencia</b> .....	19

### CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS

<b>4.1 Descripción del proceso</b> .....	20
4.1.1 Trefilado y cobreado en línea .....	20
4.1.2 Trefilado en línea .....	21
4.1.3 Cobreado por inmersión .....	22
4.1.4 Trefilado en húmedo .....	23
4.1.5 Laminado .....	23

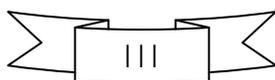


4.1.6 Embobinado .....	24
4.1.7 Empacado .....	25
<b>4.2 Determinación de los factores de competitividad.</b> .....	25
<b>4.3 Eco-mapa</b> .....	26
<b>4.4 Eco-balances</b> .....	29
4.4.1 Eco-balance en consumo de energía eléctrica por candelas.....	29
4.4.2 Eco-balance en adquisición de agua para proceso. ....	29
4.4.3 Eco-balance en consumo de gasolina .....	30
4.4.4 Eco-balance en consumo de cartuchos de impresoras .....	30
4.4.5 Eco-balance en consumo de materia prima en proceso .....	30
<b>4.5 Costos de ineficiencia</b> .....	32
4.5.1 Costo de ineficiencia en consumo de energía eléctrica por candelas.	32
4.5.2 Costos de ineficiencia en adquisición de agua para proceso. ....	32
4.5.3 Costos de ineficiencia en consumo de gasolina.....	33
4.5.4 Costos de ineficiencia en consumo de cartuchos de impresoras .....	33
4.5.5 Costos de ineficiencia en consumo de materia prima en proceso .....	33
<b>4.6 Análisis de las alternativas de solución</b> .....	35
4.6.1 Análisis de la alternativa en el consumo de energía eléctrica por candelas .....	35
4.6.2 Análisis de la alternativa en adquisición de agua para proceso. ....	36
4.6.3 Análisis de la alternativa en consumo de gasolina .....	37
4.6.4 Análisis de la alternativa en consumo de cartuchos para impresoras	38
4.6.5 Análisis de las alternativas en consumo de materia prima en proceso	38
<b>4.7 Presentación del proyecto</b> .....	40
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES</b>	
<b>5.1 Conclusiones</b> .....	42
<b>5.2 Recomendaciones</b> .....	44
<b>APÉNDICE</b> .....	45
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	62



## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

<b>Figura 2.1.</b> Elementos de la Gestión Ambiental según la ORLPAC. ....	5
<b>Figura 2.2.</b> Resumen de los instrumentos de la Gestión Ambiental. ....	7
<b>Figura 2.3.</b> Procedimiento Particular para realizar un proyecto de Eco- eficiencia. ....	9
<b>Figura 2.4.</b> Maquina de alta tecnología. Nave de <b>A y R</b> . ....	13
<b>Figura 3.1.</b> Cronograma de actividades seguidas en el <i>Programa Liderazgo Ambiental para la competitividad</i> . ....	16
<b>Figura 3.2.</b> Secuencia cronológica de las herramientas usadas. ....	17
<b>Figura 4.1.</b> Diagrama de Flujo del Proceso de Trefilado y cobreado en línea. ....	21
<b>Figura 4.2</b> Diagrama de Flujo del proceso de Trefilado en línea. ....	21
<b>Figura 4.3</b> Diagrama de flujo de cobreado por inmersión. ....	22
<b>Figura 4.4</b> Diagrama de Flujo del trefilado en húmedo. ....	23
<b>Figura 4.5</b> Diagrama de flujo de Laminado. ....	24
<b>Figura 4.6</b> Diagrama de flujo de embobinado. ....	24
<b>Figura 4.7</b> Diagrama de empacado. ....	25
<b>Figura 4.8.</b> Factores de competitividad de <b>A y R</b> . ....	25
<b>Figura 4.9</b> Eco-mapa de <b>A y R</b> . y simbología utilizada. ....	27
<b>Figura 4.10</b> Observaciones para determinar áreas críticas, los diferentes tamaños de los iconos representan la magnitud de las observaciones. ....	28
<b>Tabla 4.1.</b> Reducción de consumo. ....	39
<b>Tabla 4.2.</b> No generación de residuos. ....	39
<b>Tabla 4.3</b> Condensado de resultados de los proyectos realizados en Alambres y Refacciones S.A de C.V. ....	41



# **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

---

Los cambios económicos, sociales y políticos experimentados por México a lo largo de su historia se han acompañado por la pérdida y deterioro de su valioso capital natural.

Durante mucho tiempo en diversas regiones del país, los ecosistemas y sus servicios ambientales se explotaron de manera desmedida. Actualmente, las políticas del desarrollo de nuestro país consideran la relevancia tanto del desarrollo social y económico, como de la conservación y un desarrollo sustentable de los ecosistemas.

**Alambres y Refacciones S.A. de C.V. (A y R)** es una empresa mexicana que tiene como objetivo aumentar su competitividad en el sector industrial conjugando el aumento de la calidad de sus productos y la disminución de costos de operación con la finalidad de satisfacer las exigencias de sus clientes, brindándoles productos de mayor calidad con un menor precio. Es por ello que **A y R** ha implementado herramientas que le permitan ser una empresa moderna tales como: la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad en el año 2005 y su participación en el programa Liderazgo Ambiental para la Competitividad impartido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en el año 2009.

En el programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad se promueve que las pequeñas y medianas empresas eleven su competitividad a través de ahorros económicos en sus procesos de producción al reducir su consumo de materias primas así como de sus emisiones, residuos y descargas contaminantes; para ello se pueden implementar diversas medidas como el uso de buenas prácticas, rediseño de procesos o cambios tecnológicos como la modernización o innovación tecnológica.

Particularmente en **A y R**, durante su participación desarrolló sus capacidades para obtener beneficios económicos mediante la aplicación de herramientas de eco-eficiencia que permitieran agregar valor a su proceso, mejorando su desempeño ambiental y por ende haciéndola una empresa más competitiva.

En el presente trabajo se establecen los lineamientos que se siguieron para la aplicación de un proyecto de eco-eficiencia en la empresa **A y R**, siguiendo las bases impartidas durante el curso de Liderazgo Ambiental para la Competitividad, desde la recopilación de información de los procesos que se efectúan en la empresa hasta la propuesta de mejoras en los mismos con el fin de hacer un proceso más amigable con el ambiente y dándole un valor agregado al producto.

## 1.1 Objetivo

Describir la aplicación de la metodología de Liderazgo Ambiental para la Competitividad en la empresa Alambres y Refacciones S.A de C.V para la elaboración de proyectos con beneficios económicos y al medio ambiente aplicando herramientas de eco-eficiencia.

## 1.2 Alcance

Se llegó a proponer proyectos de eco-eficiencia con base en la metodología de la SEMARNAT desde la recopilación de información de los diferentes procesos que se llevan a cabo en **A y R** hasta la propuesta de posibles soluciones a los problemas críticos de la empresa.

# **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

---

## 2.1 Programas e iniciativas ambientales en México

La **sustentabilidad ambiental** se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de tal manera que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras, en la actualidad es necesario convertir la sustentabilidad ambiental en un eje transversal de las políticas públicas. México aun está a tiempo de poner en práctica las medidas necesarias para que todos los proyectos sean compatibles con la protección del ambiente.

El gobierno de la República ha optado por sumarse a los esfuerzos internacionales suscribiéndose a importantes acuerdos, entre los que destacan: el Convenio sobre Diversidad Biológica, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio Climático de Kyoto; el Convenio de Estocolmo, sobre contaminantes orgánicos persistentes, entre otros. Estos acuerdos tienen como propósito hacer de México un participante activo en el desarrollo sustentable.

Pero para que nuestro país transite por la senda de la sustentabilidad ambiental es indispensable que los sectores productivos y la población adopten modalidades de producción y consumo que aprovechen con responsabilidad de los recursos naturales. Para ello el Gobierno Federal ha favorecido la transformación, diseñando programas ambientales en estrecha coordinación con las dependencias de Administración Pública que atiendan las tres grandes líneas de acción: **aprovechamiento responsable de los recursos naturales, protección del medio ambiente y conocimiento de la sustentabilidad ambiental**. La Administración Pública ha elaborado acciones que ayuden a tener una sustentabilidad ambiental considerando que frenar el creciente deterioro de los ecosistemas no significa dejar de utilizar los recursos naturales sino encontrar una mejor manera de aprovecharlos, para ello ha implementado un esquema de gestión ambiental.

## 2.2 Gestión ambiental

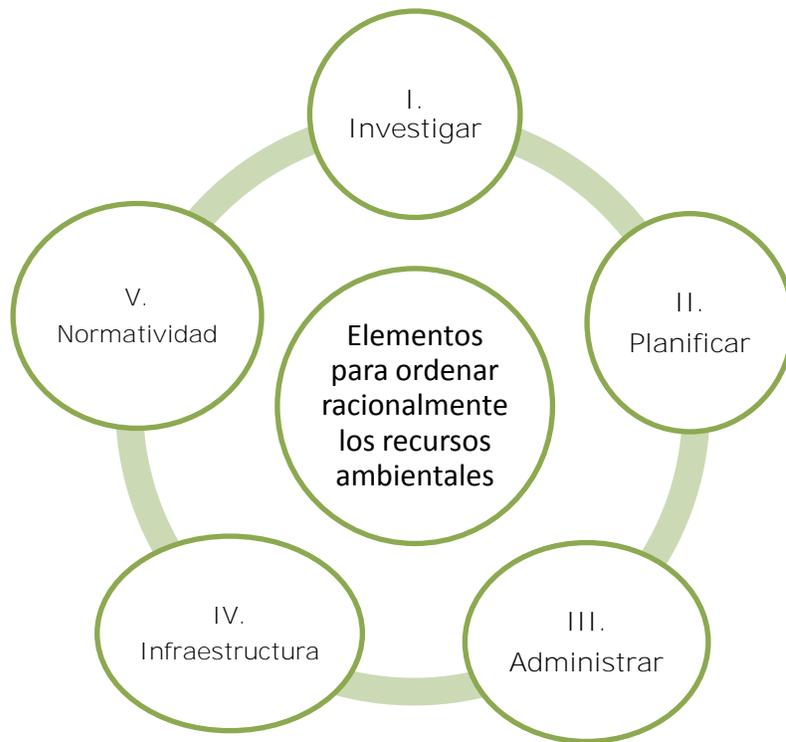
La gestión ambiental (**enviromental management**) es el conjunto de acciones normativas, administrativas y operativas que impulsa el Estado para alcanzar un desarrollo de sustentabilidad ambiental (CEPAL/Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente *El reto ambiental del desarrollo en América Latina y el Caribe, 1990*). En este contexto, la gestión ambiental estará orientada fundamentalmente a propiciar la prevención, control y reversión de los procesos que generan la contaminación, el agotamiento y degradación de los recursos naturales y promover su aprovechamiento sustentable, con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de la población.

Existen diferentes elementos que componen a la gestión ambiental, dependiendo del enfoque, según los autores y las instituciones, éstos pueden variar. Algunos de los diferentes enfoques son:

a) Según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente como componentes esenciales de la gestión ambiental se encuentran:

- La **política ambiental:** es el conjunto de las acciones que se diseñan para lograr un ordenamiento racional del ambiente.
- El **derecho ambiental:** es el instrumento que ayuda al establecimiento de los principios y mecanismos de aplicación.
- La **administración ambiental:** es el manejo material que se hace del medio ambiente con el propósito de ordenarlo racionalmente.

b) En la **Figura 2.1** se muestran los componentes operativos directos de la Gestión Ambiental según la Oficina Regional para América Latina y el Caribe (ORLPAC):



**Figura 2.1.** Elementos de la Gestión Ambiental según la ORLPAC

En la figura 2.1 se muestra la interacción de los elementos de la Gestión Ambiental, primero se debe de realizar una investigación y recolección de información sobre el medio ambiente y recursos naturales para que con los datos recabados se pueda hacer una planificación ambiental que ayude a la administración o manejo ambiental haciendo uso del equipo o infraestructura propia para que paulatinamente se logre el desarrollo de normatividades que ayuden a ordenar racionalmente los recursos ambientales.

Ambos enfoques mantienen elementos en común como la necesidad de formular y ejecutar políticas ambientales para contrarrestar el deterioro y destrucción provocados por el estilo de desarrollo.

Pero para que se logre una aplicación integral de los elementos es necesario hacer uso de instrumentos que permitan lograr el propósito de la Gestión Ambiental.

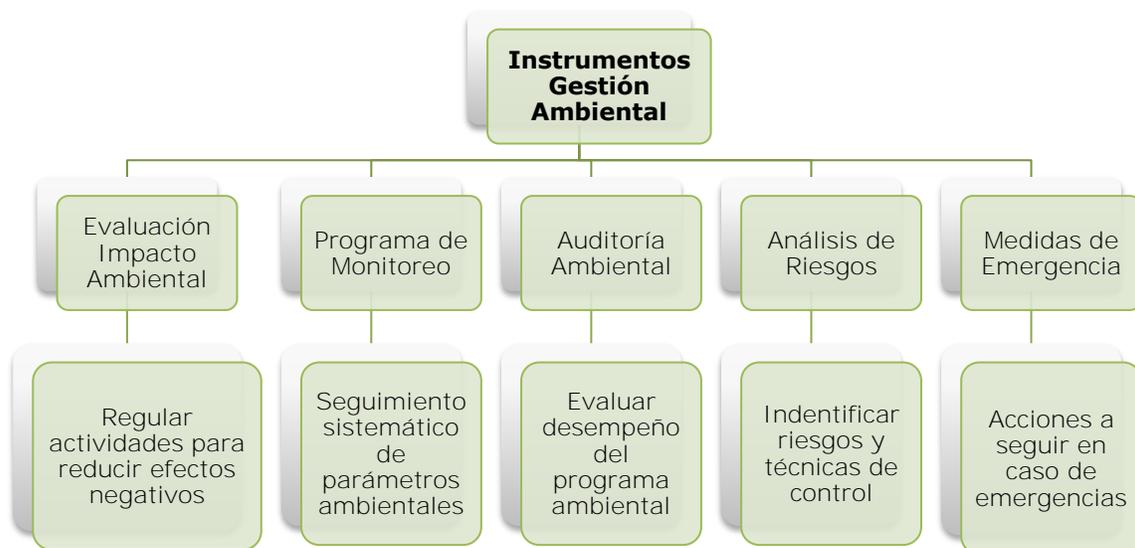
Los principales instrumentos de la Gestión Ambiental consisten en:

- **Evaluación de Impacto Ambiental.** Parte de la gestión ambiental se basa en el impacto ambiental, que es una herramienta de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y salud humana. A través de este instrumento se plantean opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del ambiente y manejo de recursos naturales. Tiene sus bases jurídicas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).
- **Programas de Monitoreo Ambiental.** Es considerado como un instrumento esencial para cualquier sistema de gestión ambiental, el monitoreo ambiental comprende el seguimiento sistemático de la variación temporal, espacial y de varios parámetros ambientales, de los cuales forma parte la selección de datos y su interpretación, su importancia radica en que brinda la posibilidad de una evaluación constante del programa de gestión ambiental, pero su eficiencia depende de la selección de los indicadores ambientales, de la localización de los puntos de muestreo, período, frecuencia y registros de las muestras.
- **Auditoría Ambiental.** Es una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva del desempeño de una organización. Sus principales objetivos consisten en la facilitación de la gestión, control de sus prácticas ambientales y la evaluación del cumplimiento de la legislación ambiental existente.
- **Análisis de Riesgos.** Esta herramienta se desarrolla de manera conjunta con el impacto ambiental, consiste en la identificación de elementos, situaciones de una actividad que represente riesgos al medio ambiente

físico y a la salud del hombre o de otros organismos. Las partes de un análisis de riesgo son: la identificación y clasificación de eventos peligrosos, a través de inspecciones, investigaciones, cuestionarios, la determinación de la frecuencia de ocurrencia, análisis de los efectos y daños asociados a los eventos y finalmente la determinación de técnicas de control y mitigación.

- **Programas de Recuperación Ambiental.** Tiene la finalidad de presentar soluciones para que el área a ser degradada presente nuevamente condiciones de equilibrio dinámico con su entorno, con vistas de su futura utilización. Debe de tener indicaciones técnicas y económicamente viables.
- **Programas de Medidas de Emergencia.** Comprenden la formulación de una serie de acciones dirigidas, principalmente a atender emergencias en el caso de la ocurrencia de cualquier tipo de accidente ambiental.

A continuación se muestra un resumen de los instrumentos de la Gestión Ambiental en la **Figura 2.2.**



**Figura 2.2.** Resumen de los instrumentos de la Gestión Ambiental.

En nuestro país la institución encargada de la Gestión Ambiental es la SEMARNAT. La cual expide el conjunto de normas jurídicas que regulan los procesos que alteran al medio ambiente, se pueden clasificar como normas de calidad ambiental, de emisión y descarga así como en normas de producto – proceso.

## 2.3 Eco-eficiencia

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente la eco-eficiencia consiste en la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada en los procesos productivos, los productos y los servicios para reducir los riesgos relevantes a los humanos y el medio ambiente aumentando la competitividad de la empresa. En otras palabras eco-eficiencia es una estrategia administrativa en la cual una empresa lleva al máximo su productividad y al mismo tiempo reduce al mínimo el consumo de materias primas no renovables así como la cantidad de contaminantes que pueda producir, con la finalidad de buscar ventaja competitiva en el mercado.

Esta actividad puede parecer poco atractiva para el empresario, ya que puede parecer una desventaja más que una ventaja en productividad económica al apearse a un programa ambiental no obligatorio ya que se puede interpretar como trámites o gastos innecesarios.

Es por eso que tiene que ser muy claro el concepto de eco-eficiencia, su finalidad, herramientas eco-eficiencia, ventajas y desventajas.

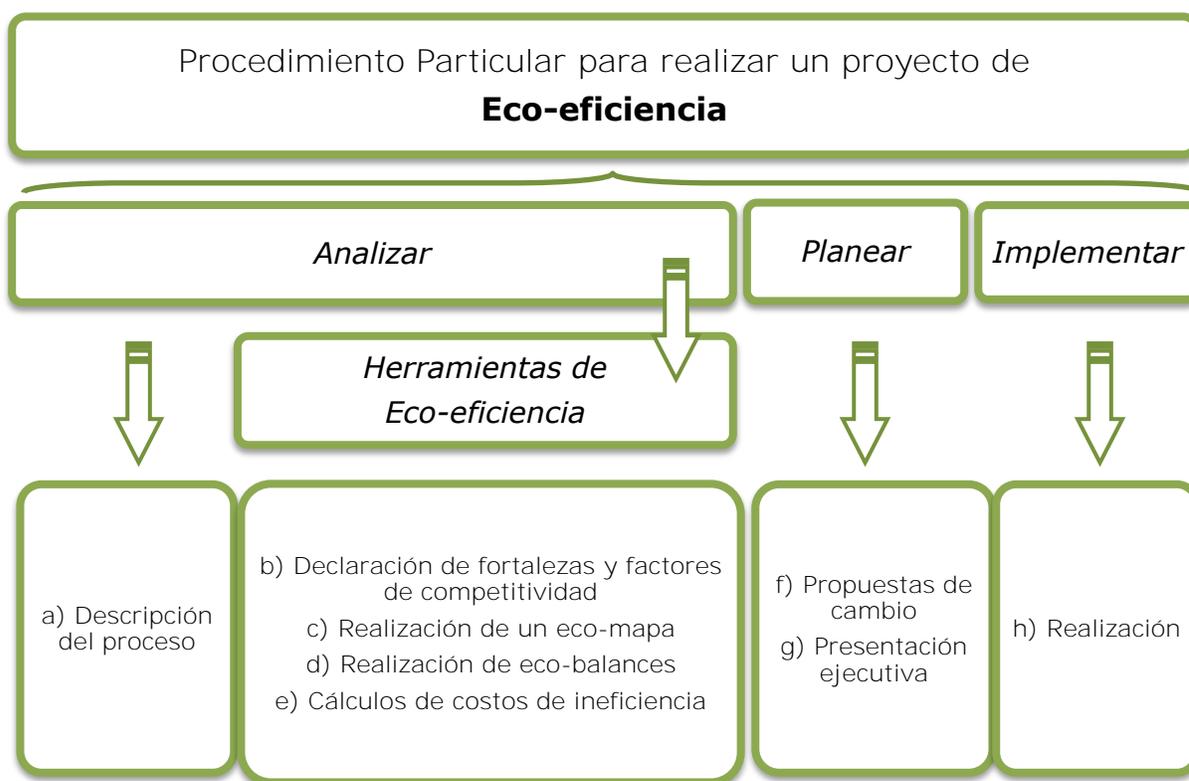
Con base en esta metodología de trabajo que se ha venido dando en México se ha implementado un programa de eco-eficiencia como estrategia de competitividad impulsada por la SEMARNAT y se le ha recibido muy bien en todas las empresas que lo han conocido.

## 2.4 Herramientas de eco-eficiencia

Para la aplicación de un plan estratégico o proyecto en una empresa se requieren seguir tres pasos básicos:

- 1. Análisis.** En donde se observan e identifican de fallas o defectos, utilizando las herramientas de eco-eficiencia.
- 2. Planeación.** Se elabora un plan estratégico para eliminar fallas y defectos, proporcionando propuestas de cambio con base en los resultados.
- 3. Ejecución.** Se lleva a cabo el plan de acción y se mantiene vigente, considerando el visto bueno y ejecución por parte de la Alta Dirección.

Cuando se pretende realizar un proyecto de eco-eficiencia los pasos anteriores se particularizan a en un procedimiento específico, para ello se debe de realizar el procedimiento que se muestra en la **Figura 2.3.**



**Figura 2.3.** Procedimiento Particular para realizar un proyecto de Eco-eficiencia.

Como herramientas de eco-eficiencia se conocen aquellos métodos, indicadores, cálculos y proyecciones que ayudan a la detección de fallas o defectos en un proceso brindando la información necesaria. De manera general sobresalen: *la identificación de las fortalezas y los factores de competitividad, eco-mapa, eco-balances y costos de ineficiencia.*

Una vez asociadas las eco-herramientas con la identificación de las posibles fallas o defectos con las que cuenta la empresa es de suma importancia mencionar las funciones de cada una de estas herramientas.

### **2.4.1 Fortalezas y factores de competitividad**

La declaración de las fortalezas y los factores de competitividad es importante ya que da la pauta a la identificación de las oportunidades que tiene la empresa para la elaboración de proyectos de eco-eficiencia, estas declaraciones se realizan de forma escrita y enalteciendo las buenas prácticas de la empresa en cuestión.

Existe una diferencia importante entre lo que es una fortaleza y lo que es un factor de competitividad, esta radica en que un factor de competitividad es el o los elementos *únicos* con los que cuenta una empresa como recurso de producción, es decir que ninguna otra empresa del mismo ramo cuente con ese elemento.

En contraste con las fortalezas que son todos los elementos positivos con los que cuenta una empresa y que una o más empresas diferentes puedan ofrecer a sus clientes.

## **2.4.2 Eco-mapa**

La herramienta del eco-mapa es la elaboración de un plano de la empresa en el cual se identifican de manera gráfica el consumo de energía, el consumo de materias no renovables y la producción de contaminantes, esto con la finalidad de visualizar de manera rápida y dinámica las zonas en donde haya oportunidad de mejoras.

En la elaboración de un eco-mapa para hacer distinción de las áreas críticas y las oportunidades más relevantes se utilizan símbolos de diferente forma, diferente tamaño y diferentes colores.

## **2.4.3 Eco-balance**

La elaboración de un eco-balance consiste en la elaboración de un balance de materia y energía en las áreas críticas detectadas con la herramienta eco-mapa y su función es identificar pérdidas y determinar ineficiencias que se traducen en pérdidas económicas y generación de contaminantes en exceso.

## **2.4.4 Costos de ineficiencia**

Esta herramienta es la última que se utilizó en este proyecto de eco-eficiencia, con esta se obtienen los resultados económicos del análisis realizado en los procesos de la empresa, posteriormente se dieron propuestas de cambio que fueron beneficiosos tanto a la empresa así como con el medio ambiente.

Los costos de ineficiencia se obtienen haciendo el cálculo del costo de las pérdidas de energía o materias no renovables y son considerados como todos aquellos gastos que no son estrictamente necesarios para obtener los mismos resultados.

## 2.5 Programa de liderazgo ambiental



La iniciativa "**Liderazgo Ambiental para la Competitividad**" es un esfuerzo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituciones Académicas, Cámaras, Asociaciones, Sector Privado, Gobiernos Estatales y Municipales que busca mejorar la competitividad de empresas pequeñas y medianas en México.

Cuyo objetivo consiste en mejorar la competitividad de las cadenas de valor de pequeñas y medianas empresas proveedoras de grandes empresas, a través de un mecanismo de gestión ambiental empresarial con énfasis en la eco-eficiencia.

Utilizando las mejores prácticas disponibles de capacitación y acompañamiento técnico, esta iniciativa desarrolló capacidades en las empresas utilizando como herramienta el curso "**Liderazgo Ambiental para la Competitividad**", con la finalidad de mejorar el desempeño ambiental de éstas mediante proyectos que aumentan su posición competitiva en forma permanente y que son resultado de la instrumentación de medidas de eco-eficiencia, buenas prácticas de manufactura y modernización tecnológica.

Los beneficios potenciales que las pequeñas y medianas empresas participantes en la iniciativa pueden obtener incluyen la reducción en costos de operación, mayor capacidad de respuesta, reducción de inventarios, mejores relaciones con sus clientes y proveedores, reconocimiento, reducción de riesgos y accidentes ambientales. <sup>(1)</sup>

1. [HTTP://LIDERAZGOAMBIENTAL.GOB.MX/PORTEL/LIBRERIA/PHP/DECIDE.PHP?PATRON=01.0509&CADENA=01.0355&X\\_Y=B150888579FBB01A37DE14C7EF9C78BCB150888579FBB01A37DE14C7EF9C78BC&USER=HUMBERTOJ](http://LIDERAZGOAMBIENTAL.GOB.MX/PORTEL/LIBRERIA/PHP/DECIDE.PHP?PATRON=01.0509&CADENA=01.0355&X_Y=B150888579FBB01A37DE14C7EF9C78BCB150888579FBB01A37DE14C7EF9C78BC&USER=HUMBERTOJ)

## 2.6 Empresa metal mecánica productora de alambre

En 1980 nace la empresa **Provedora Guerrero y Hermanos S.A de C.V.** que posteriormente daría origen a **Alambres y Refacciones S.A de C.V.** en el año 2000. En 2005 **A y R** hizo una adquisición de maquinaria de alta tecnología (**Figura 2.4**) la cual pondría a la empresa como la líder en alambre cobreado. **A y R** siguió creciendo y en 2008 implementó un sistema de Gestión de la Calidad que hizo de **A y R** una empresa más competitiva, en el mismo contexto de crecimiento en 2009 participó en el curso "**Liderazgo Ambiental para la Competitividad**" que fue impartido en las instalaciones de la empresa **Celulosas Mairo S.A de C.V.** perteneciente al **Grupo Gondi.**



**Figura 2.4.** Maquina de alta tecnología. Nave de **A y R.**

**Alambres y Refacciones S.A de C.V.** es una empresa que se dedica a la producción de alambre en diferentes acabados, los acabados que trabaja esta empresa son: laminado, galvanizado, cobreado, redondo, recocado, y pulido, cada uno de estos acabados puede trabajarse en diferentes calibres. **A y R** participa en diferentes sectores industriales como son el cartonero, artes gráficas, artesanal y en la industria en general donde es solicitado el alambre como

materia prima. Dentro de los principales clientes de **A y R** se encuentran: *Grupo Modelo, Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma, Galletas Cuétara, Grupo Gondi*, entre otros. En el capítulo IV se hace una breve descripción de los procesos más representativos que se llevan a cabo en la empresa.

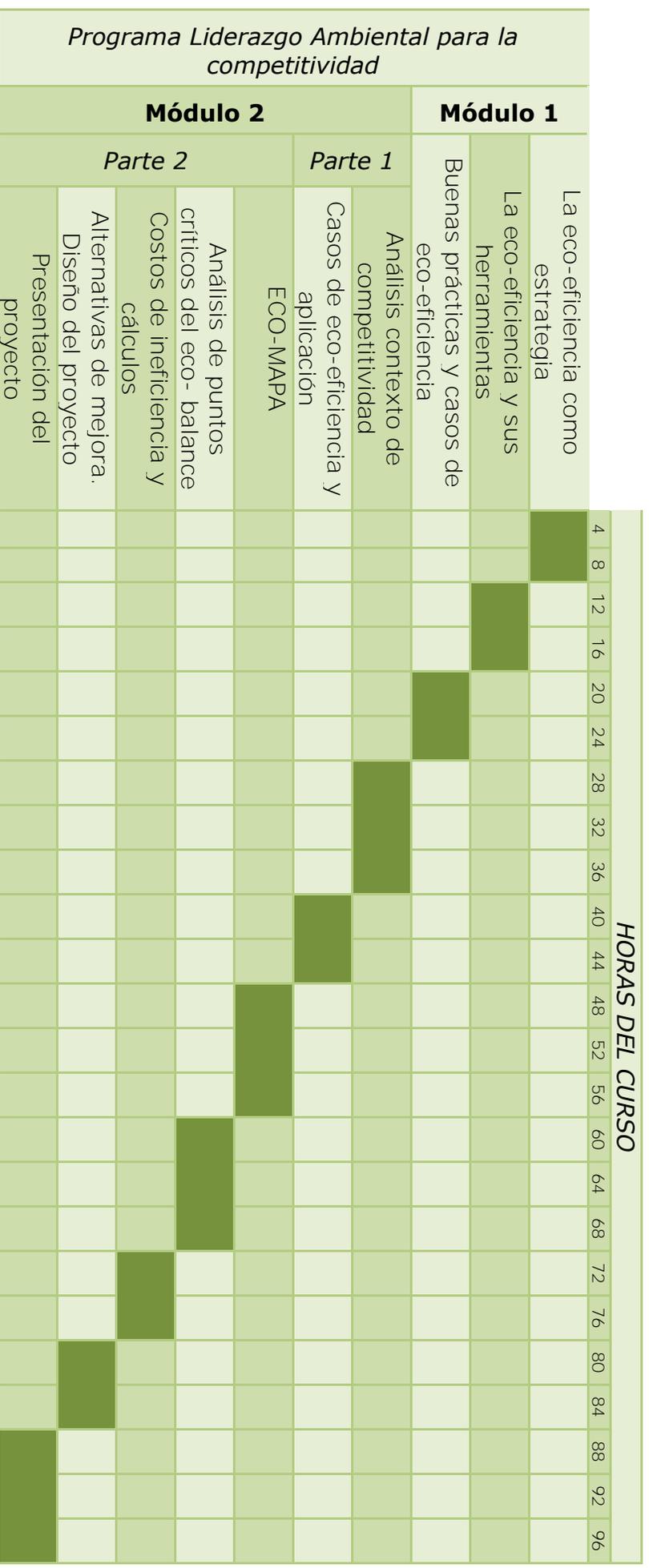
## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

---

La elaboración de este proyecto de tesis inició con la invitación de la empresa **A y R** para participar en el curso de *Liderazgo Ambiental para la Competitividad* con la finalidad de colaborar en la aplicación de las herramientas de eco-eficiencia usando los conocimientos adquiridos durante las sesiones impartidas. De esta manera comenzó el trabajo con **A y R**, asistiendo a las sesiones cuyo objetivo consistió en fortalecer las capacidades técnicas y estratégicas de la empresa referidas al desarrollo de proyectos de mejora competitiva utilizando la eco-eficiencia como herramienta de apoyo; para poder lograrlo fue necesario que el personal de la empresa **A y R** aprendiera a identificar las mejoras económicas para el desarrollo de competencias empresariales; además de definir e implementar proyectos de mejora competitiva, usando las herramientas de eco-eficiencia.

Estas actividades se pudieron llevar a cabo de una manera didáctica dado que el curso se dividió en dos módulos que ayudaron a comprender las herramientas para después aplicarlas en una situación real. El primer módulo se tituló **Competitividad empresarial y eco-eficiencia**, en él se dieron las bases teóricas para presentar al empresario a la eco-eficiencia como una estrategia de competitividad, mostrándole las herramientas que puede usar para lograr implementar un proyecto de eco-eficiencia. El segundo módulo se tituló **Aplicación de la eco-eficiencia**, en esta parte del curso se aprendió practicando, es decir se empezó a aplicar la teoría sobre la situación real de la empresa. Para facilitar el manejo de la información fue necesario subdividir este módulo en dos secciones en la primera se hace un análisis de competitividad además de analizar los casos de eco-eficiencia y en la segunda parte se aplican las herramientas de eco-eficiencia: elaboración del eco-mapa, determinación de los puntos críticos, costos de ineficiencia y finalmente alternativas de mejora. Al término del curso se realizó una presentación de los resultados en forma de planes de implementación de proyectos de mejora competitiva en las empresas.

En la **figura 3.1** se muestra la planeación cronológica del curso Liderazgo Ambiental para la competitividad.



**Figura 3.1.** Cronograma de actividades seguidas en el *Programa Liderazgo Ambiental para la competitividad*

Los proyectos de eco-eficiencia se llevaron a cabo en las instalaciones de **A y R** en donde se recopiló información, se analizó y trabajó conforme a las reuniones de trabajo planteadas en el curso. En el transcurso del primer módulo se dio a conocer la teoría de la eco-eficiencia así como sus herramientas y en el segundo módulo si aplicación.

Al término del primer módulo del curso de *Liderazgo Ambiental para la Competitividad* se contaba con un amplio conocimiento de lo que es eco-eficiencia, cuáles son sus herramientas y su finalidad, estas bases teóricas se aplicaron en el segundo módulo para la elaboración de los proyectos realizados.

Las herramientas utilizadas en la elaboración de proyectos de eco-eficiencia en **A y R** tienen una secuencia cronológica (**Figura 3.2.**) que es importante respetar debido a que el nivel de compromiso y manejo de información se vuelve más confidencial conforme se fue avanzando en la elaboración de los proyectos.



**Figura 3.2.** Secuencia cronológica de las herramientas usadas

Los puntos representan las herramientas de eco-eficiencia mientras que la flecha representa el nivel de compromiso, de esta manera se puede observar que conforme se avanza en la realización del proyecto el nivel de compromiso se incrementa.

### 3.1 Descripción del proceso y determinación de factores de competitividad

Durante la **descripción del proceso** se realizaron entrevistas con el personal que labora en la empresa para determinar las materias primas que se usan, las condiciones del proceso, tiempo y la cantidad de producto que realizan así como los residuos generados. Después se **determinaron los factores de competitividad**, para ello se analizaron planes de eco-eficiencia que se habían implementado con éxito en empresas similares.

### 3.2 Eco-mapa

Después de recabar y analizar la información de los procesos que se efectúan en la empresa, de conocer las fortalezas y los factores de competitividad fue necesaria la elaboración de un **eco- mapa**. Esta primera "fotografía" se realizó sobre un plano de la empresa en el cual se señaló la distribución de las diferentes áreas, después empleando una simbología se señalaron los insumos de materia prima que se utilizan en cada área así como los residuos generados. De esta manera se puede observar las áreas críticas que tiene la empresa para poder visualizar las oportunidades que darían beneficios ambientales así como económicos a **A y R**.

### 3.3 Eco-balances

Una vez que se detectaron las áreas críticas se hicieron los eco-balances, cuyo propósito consistió en identificar los excesos en el consumo de energía y en materias primas para promover un beneficio ambiental al producir menor cantidad de contaminantes. En el caso de **A y R** se realizaron los eco-balances de las áreas de oportunidades que se encontraron dentro de la empresa.

### 3.4 Costos de ineficiencia

Esta herramienta es la más importante para el empresario ya que arroja "*números duros*" de los proyectos de eco-eficiencia; dado que permite visualizar de manera rápida que tan eficientes son los procesos que se llevan a cabo en una empresa destacando la cantidad de energía o materias primas que se utilizan de sobremanera para obtener los mismos resultados.

El costo de estos productos es considerado como costo de ineficiencia.

# **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

---

## 4.1 Descripción del proceso

Alambres y Refacciones S.A de C.V cuenta con tres actividades comerciales principales, las cuales son:

- 1) Transformación y comercialización de alambre.
- 2) Venta de refacciones.
- 3) Mantenimiento a cosedoras.

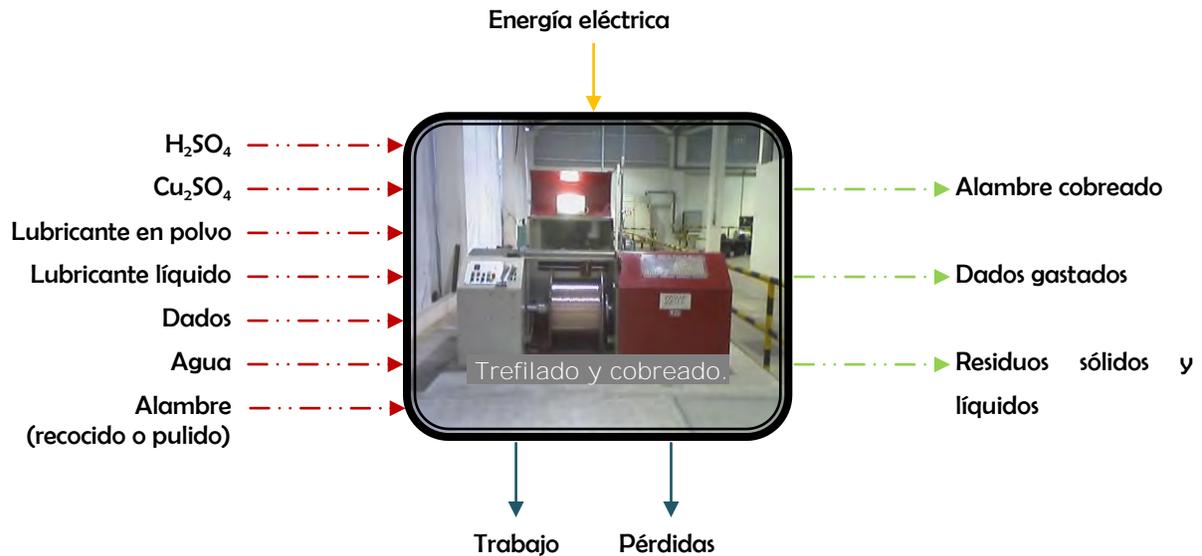
En la planta de producción ubicada en Tepetzotlán se lleva a cabo sólo la primera actividad, elaborando diferentes tipos de acabado de alambre, los cuales son:

- |             |                |             |
|-------------|----------------|-------------|
| a) Laminado | b) Galvanizado | c) Cobreado |
| d) Redondo  | e) Recocado    | f) Pulido   |

Cada acabado se puede obtener de diversos procesos, los cuales se representan de manera gráfica a continuación.

### **4.1.1 Trefilado y cobreado en línea**

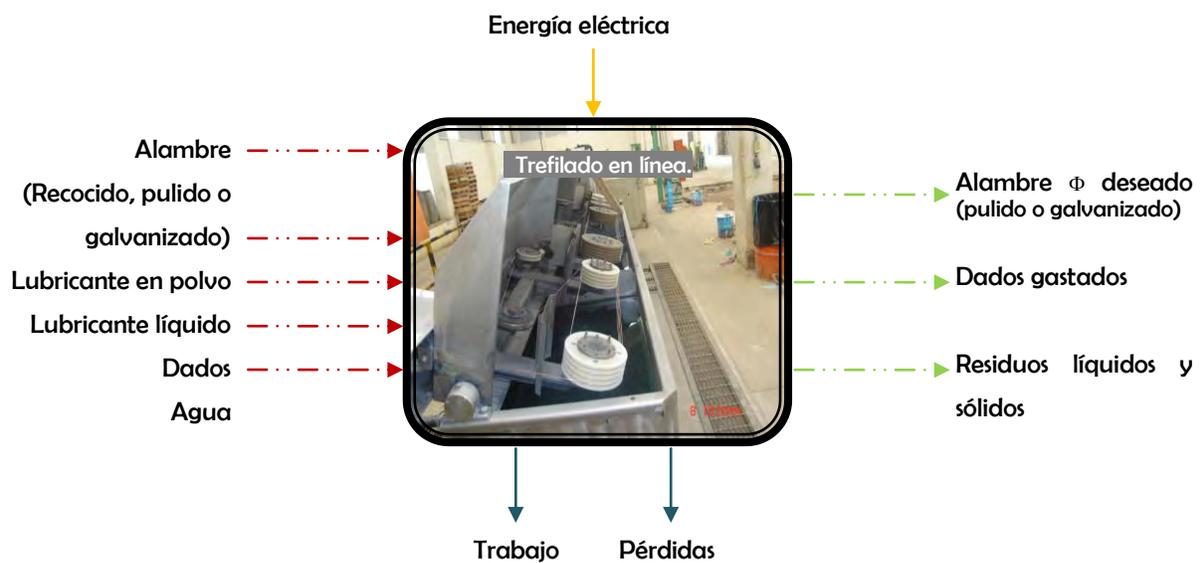
Este proceso consiste en la reducción de diámetro del alambre haciéndolo pasar por un orificio cónico llamado *dado* después se recubre con cobre en presencia de una solución ácida de  $\text{CuSO}_4$ . Durante el proceso se produce un calentamiento tanto en el alambre como en los dados a causa de la fricción por ello se emplean lubricantes para enfriar el proceso. En la **Figura 4.1** se muestra el diagrama de flujo del proceso que se efectúa en **A y R**; durante el proceso de trefilado y cobreado en línea se utilizan nueve motores; uno de 100hp, uno de 40hp, uno de 19hp, uno de 5hp y cinco de 1hp, para obtener los calibres 0.054" y 0.051" utiliza cuatro dados, mientras que para obtener el calibre de 0.047" se usan cinco dados. Los nueve dados empleados tienen una durabilidad de 20 toneladas de producto.



**Figura 4.1.** Diagrama de Flujo del Proceso de Trefilado y cobreado en línea.

#### 4.1.2 Trefilado en línea

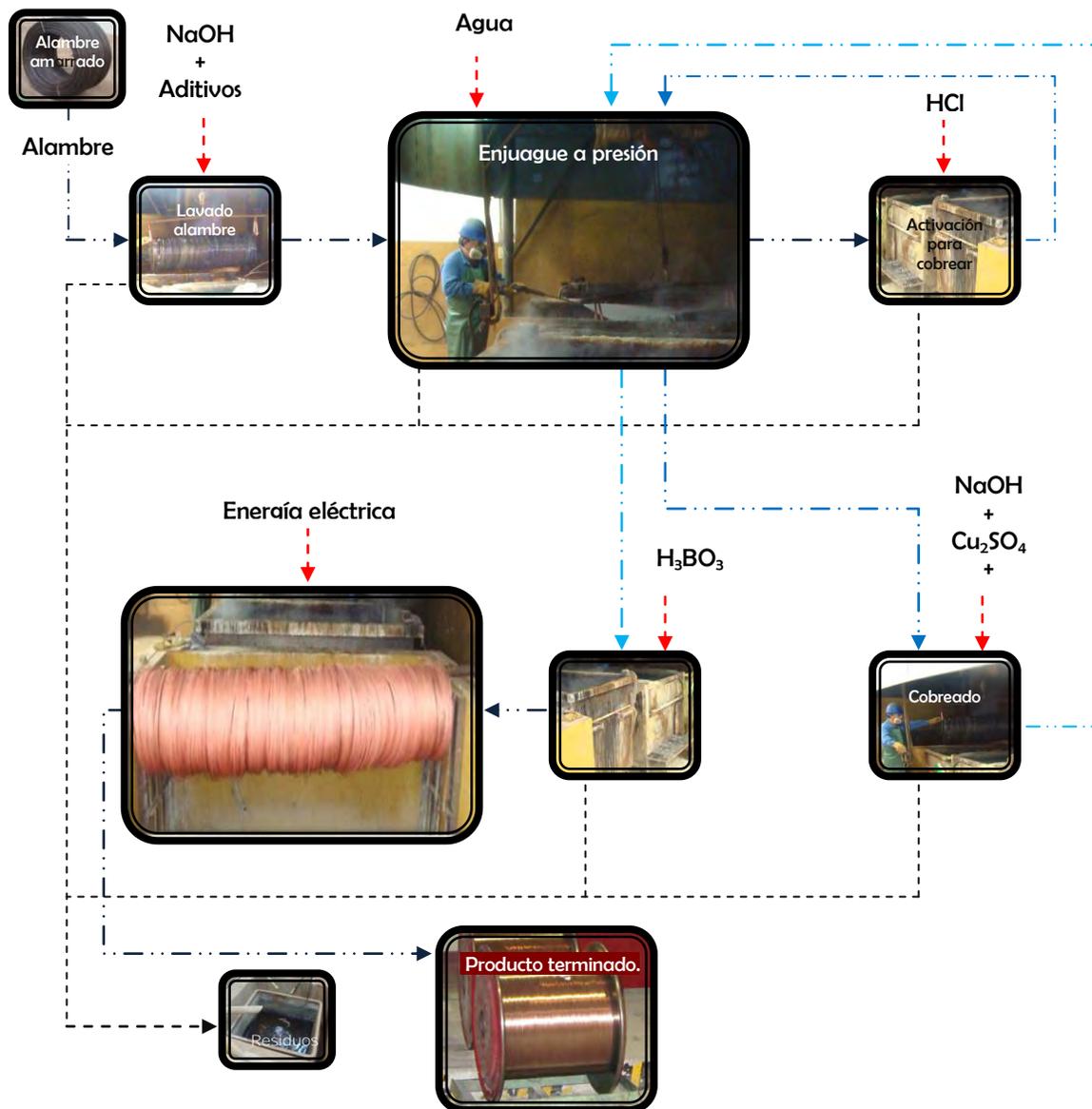
Con este proceso además de reducir el tamaño del diámetro del alambre se le da el acabado de pulido. En **A y R** el proceso requiere las materias primas y condiciones señaladas en la **Figura 4.2**, durante la elaboración de este alambre se emplean los mismos motores y dados que en el proceso de trefilado y cobreado en línea sólo que no se emplea la solución ácida de  $CuSO_4$ .



**Figura 4.2** Diagrama de Flujo del proceso de Trefilado en línea

### 4.1.3 Cobreado por inmersión

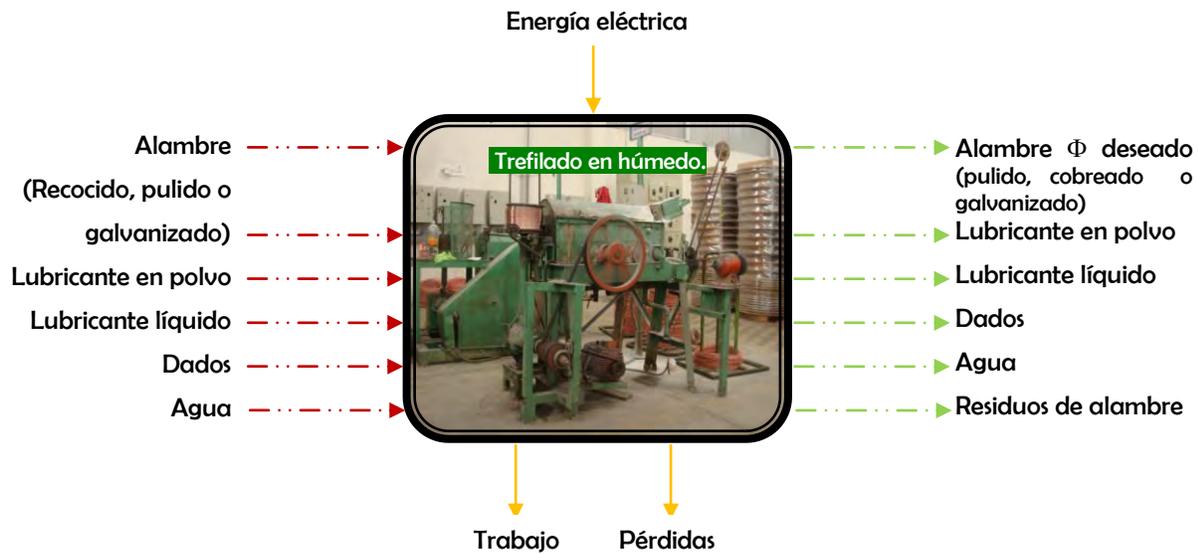
En la **Figura 4.3** se esquematiza este proceso, en el cual se puede cubrir con cobre alambre recocido de los calibres 0,062", 0,054" y 0,057" además del alambre pulido de calibre 0,047". Para ello se utilizan tres motores; dos de 1hp y uno de 5hp, se emplean 19 resistencias; diez de 5000 W y nueve de 1000W, para secar el alambre.



**Figura 4.3** Diagrama de flujo de cobreado por inmersión

#### 4.1.4 Trefilado en húmedo

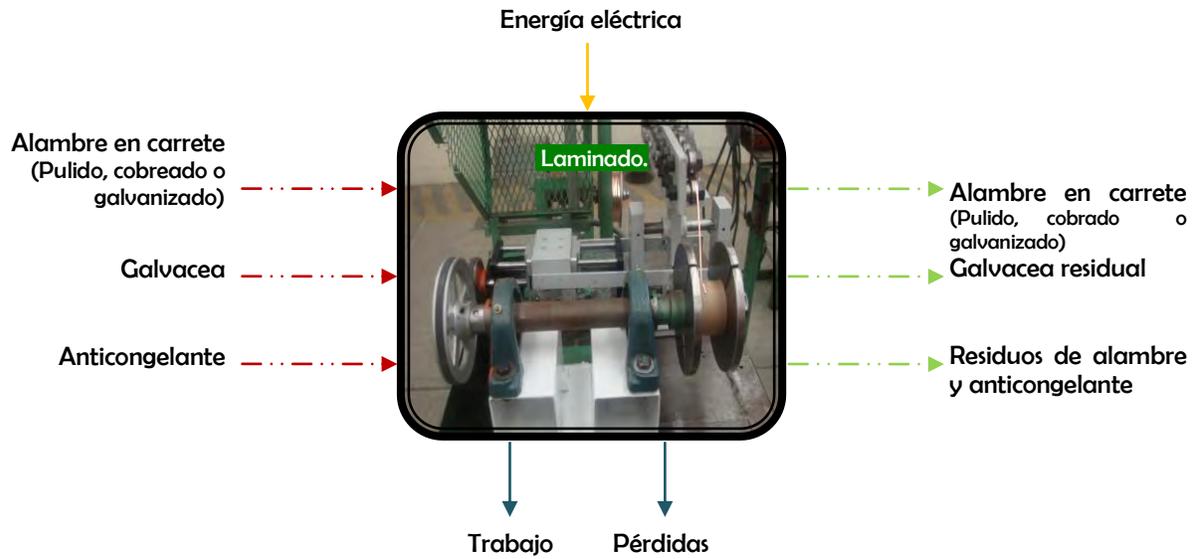
En la **Figura 4.4** se muestra el diagrama del proceso, el objetivo de este proceso consiste en hacer una reducción del diámetro del alambre y se caracteriza por emplear lubricantes en polvo y líquidos para lograr el enfriamiento del alambre. De este proceso se pueden obtener once tipos de calibres diferentes que pueden ir desde 0.020" hasta 0.054", para ello se usan de dos a diez dados.



**Figura 4.4** Diagrama de Flujo del trefilado en húmedo

#### 4.1.5 Laminado

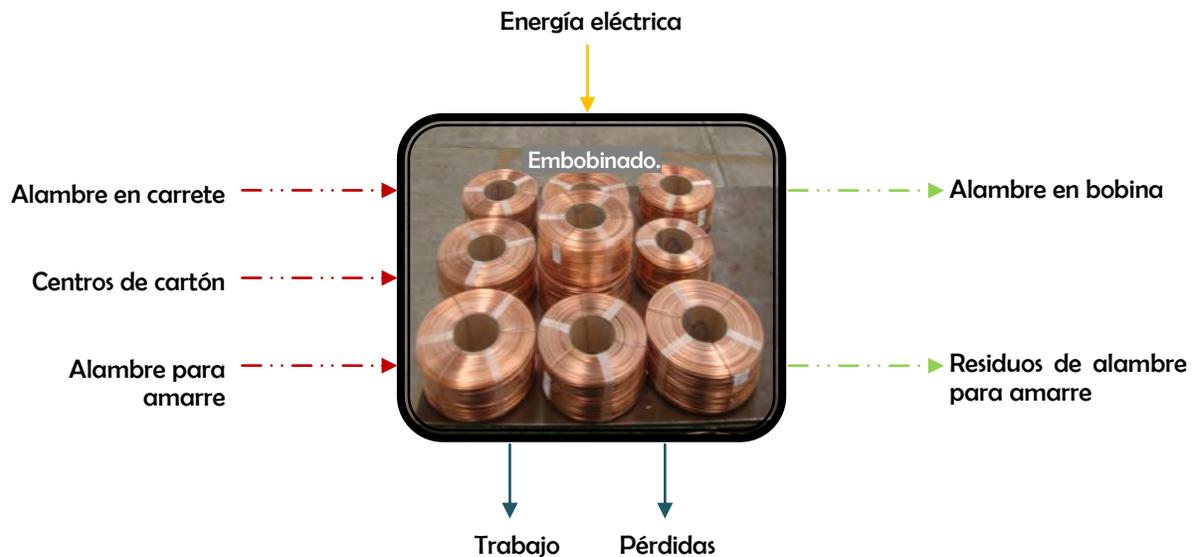
Este proceso cambia la forma cilíndrica del alambre a rectangular, se puede obtener tres medidas de alambre: 0.103" x 0.023", 0.103" x 0.020" y 0.103" x 0.017". En este proceso se utiliza un motor de 1hp y una bomba de 0.5hp. El diagrama del proceso se muestra en la **Figura 4.5**.



**Figura 4.5** Diagrama de flujo de Laminado

#### 4.1.6 Embobinado

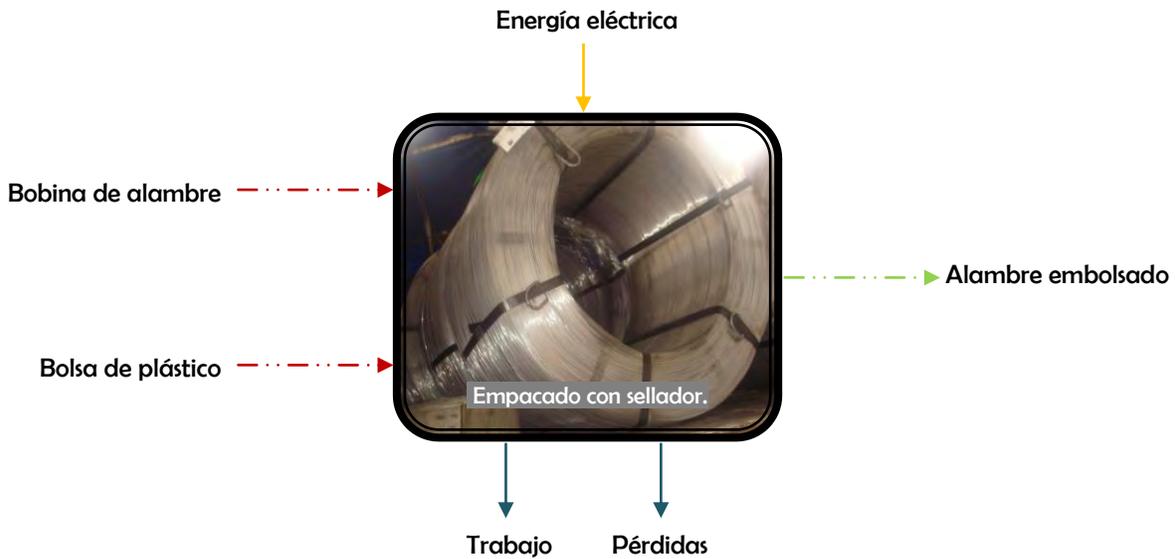
Como se muestra en la **Figura 4.6**, durante este proceso se enreda el alambre en bobinas con centro de cartón y queda como producto terminado. Para poder enredar el alambre es necesario utilizar un motor de 1hp.



**Figura 4.6** Diagrama de flujo de embobinado

### 4.1.7 Empacado

Y finalmente una vez en bobina el alambre es empacado en bolsa (**Figura 4.7**) o caja listo para su venta.



**Figura 4.7** Diagrama de empacado

## 4.2 Determinación de factores de competitividad

Después de la descripción del proceso se identificaron los factores de competitividad y las fortalezas, para lograrlo se analizaron casos de planes de eco-eficiencia implementados en empresas de actividad similar, además se consideraron las condiciones en las que se encontraba la empresa resaltándose los factores de competitividad que se muestran en la **Figura 4.8**.



**Figura 4.8.** Factores de competitividad de **A y R**

La empresa **A y R** posee como *elementos distintivos* su alta tecnología en cobreado ya que es más eficiente y amigable con el ambiente, la entrega del producto es más rápida, además de que en caso de que el cliente requiera una medida de alambre especial, la empresa se compromete a su elaboración y finalmente está interesada en la elaboración e implementación de planes de eco-eficiencia, que le permitan dar una mejor imagen ante sus clientes, generar mejor relación con sus proveedores y clientes dándole al producto terminado un valor agregado.

Respecto a la competencia, **A y R** tiene como fortalezas que brinda apoyo con servicio técnico, en el mercado sus productos tienen un precio competitivo además de tener las instalaciones apropiadas para que se lleve a cabo el proceso.

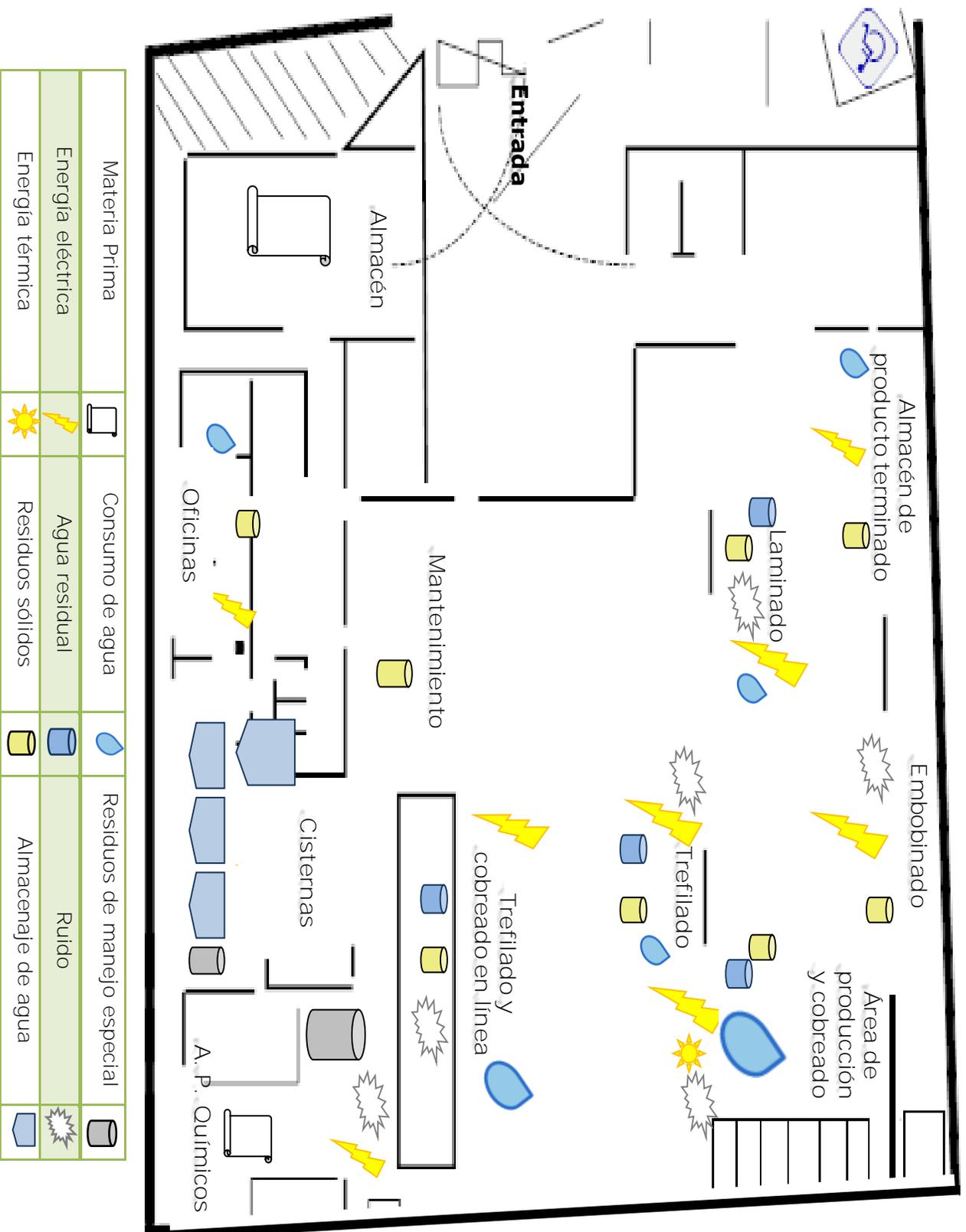
Una vez identificados estos factores y fortalezas se puede realizar el **eco-mapa**, con el cual se resaltan las áreas de oportunidad que se encuentran en la empresa.

### 4.3 Eco-mapa

Para hacerlo se ubicó gráficamente en un plano de la empresa el consumo de materias primas, el consumo de servicios y también la generación de residuos con una simbología particular.

Pero no sólo se señala en que área se usa sino que también de acuerdo con el tamaño del símbolo se relaciona la magnitud con la que se usa cada insumo o se generan los residuos, de esta manera se puede observar más fácilmente las áreas críticas y con esto dará lugar a la elaboración de los eco-balances necesarios para implementar el plan de eco-eficiencia.

La figura 4.9 muestra el eco-mapa resultante de la empresa **A y R** y la simbología usada para identificar los insumos



**Figura 4.9** Eco-mapa de **A y R** y simbología utilizada.

La **Figura 4.9** representa el eco-mapa de la empresa y la simbología utilizada, gracias a eso se pudo hacer una tabla de observaciones para poder identificar las áreas críticas. En la **Figura 4.10** se concentran dichas observaciones; en ella se relacionan las observaciones de acuerdo a su magnitud y con base en la incidencia de cada observación se determinó si se trataba de un área crítica.

Concepto	Número de observaciones		
Materia prima	 1	 0	 1
Energía eléctrica	 5	 4	 1
Energía térmica	 0	 0	 1
Consumo de agua	 1	 1	 4
Agua Residual	 1	 0	 4
Residuos sólidos	 0	 0	 8
Residuos de manejo especial	 0	 0	 1
Ruido	 0	 2	 4
Almacenaje de agua	 1	 3	 0

**Figura 4.10** Observaciones para determinar áreas críticas, los diferentes tamaños de los iconos representan la magnitud de las observaciones

De la figura anterior se aprecia que existen cuatro situaciones que promueven áreas críticas dentro de la empresa, las cuales son:

- *Alto consumo de energía eléctrica.*
- *Alto consumo de agua.*
- *Generación de residuos sólidos*
- *Almacenaje de agua*

Gracias a la experiencia de los consultores de eco-eficiencia también se identificaron consumos innecesarios en materias primas, gasolina y cartuchos de impresión; además de contar con tecnología obsoleta en cobreado.

## 4.4 Eco-balances

Una vez que se detectaron las áreas críticas gracias a la tabla de observaciones y a las recomendaciones de los expertos se prosiguió a hacer los eco-balances cuyo propósito fue identificar los excesos en el consumo de energía y materias primas para promover un beneficio ambiental al producir menor cantidad de contaminantes. A continuación se describe brevemente las causas por las que se realizó el eco-balance en cada área crítica de **A y R** y en el Apéndice se presentan los eco-balances realizados de acuerdo a cada situación.

### **4.4.1 Eco-balance en consumo de energía eléctrica por candelas.**

Anteriormente en la empresa se encendían todas las candelas independientemente si se usaban o no, así que se recomendó apagar las candelas que no se estuviesen usando y se modificara la forma de iluminar la planta; para ello se realizaría un cambio de candelas por focos de bajo consumo de energía de 400W a 100W. De esta manera se realizó el eco-balance de energía por mes y costo de este consumo.

### **4.4.2 Eco-balance en adquisición de agua para proceso.**

En **A y R** no se contaba con la tecnología para realizar el cobreado y trefilado en línea por lo que el proceso para obtener el alambre con estos acabados requería grandes cantidades de agua, por ello era necesario obtener más agua que la que proporcionaba el municipio, así que se contrataban pipas de agua que lograrán abastecer las necesidades del proceso. Pero una vez que se adquirió la tecnología apropiada para hacer estos procesos en línea el consumo de agua disminuyó, esta oportunidad se pudo visualizar en el eco-mapa.

#### **4.4.3 Eco-balance en consumo de gasolina.**

El consumo de gasolina fue otro de los puntos críticos en dónde **A y R** no contaba con un gasto organizado y se desperdiciaba gasolina al utilizar el transporte y montacargas en todo momento, las medidas que se tomaron para reducir el consumo de gasolina fue planear rutas de entrega y usar el montacargas para cargas mayores a 200kg. Se realizó el eco-balance correspondiente.

#### **4.4.4 Eco-balance en consumo de cartuchos de impresoras.**

Otro proyecto consistió en la disminución del consumo de cartuchos de impresión, debido a su alto consumo y su poco control en las impresiones para ello se propuso la reducción de impresoras en la empresa y conectar todas las computadoras a una sola una impresora que trabajara en red.

#### **4.4.5 Eco-balance en consumo de materia prima en proceso.**

Los proyectos de eco-eficiencia más significativos para la empresa fueron los que se realizaron en el área de proceso. Para poder elaborarlos fue necesario recabar información y esto se pudo lograr gracias a la colaboración de los trabajadores. De esta manera se pudieron realizar los eco-balances para:

- a) Trefilado y cobreado en línea, calibre 0.054"
- b) Cobreado por inmersión, calibre 0.054"
- c) Trefilado en húmedo, calibre 0.054

Se recabó información de estos tres procesos sólo para el alambre de calibre de 0.054", debido a que es uno de los más comercializados por **A y R**. De esta manera se realizó el listado de los productos necesarios para cada proceso, se

elaboró el eco-balance correspondiente y al final se establece el costo total del proceso.

En cada uno de los procesos que se llevan a cabo en **A y R** se tomó en cuenta cuales son los insumos que se gastaban de manera excesiva y se tomaron medidas para utilizar la cantidad suficiente para obtener los mismos resultados al finalizar el proceso, además de observar oportunidades de mejora determinando en donde había desperdicio de producto terminado.

### *Trefilado y cobreado en línea*

En el caso de cobreado y trefilado en línea se redujo el consumo de agua, ácido sulfúrico, sulfato de cobre y cal.

Posteriormente de tomar las medidas correspondientes se realizó un nuevo eco-balance con las nuevas condiciones de operación. Se pudo observar en los eco-balances la disminución en el consumo de materias primas lo cual trae consigo una disminución del costo del proceso.

### *Trefilado y cobreado por inmersión*

En el caso de cobreado por inmersión se redujo el consumo en agua, sosa, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, cal y aditivos del proceso.

### *Trefilado en húmedo*

El proceso de trefilado en húmedo junto con el proceso de cobreado por inmersión tiene como finalidad obtener el mismo producto el proceso de trefilado y cobreado en línea. Es por ello que se llevó a cabo un análisis de comparación de estos dos procesos.

## 4.5 Costos de ineficiencia

Esta herramienta es la más importante para el empresario ya que arroja "*números duros*" de los proyectos de eco-eficiencia; ya que permite visualizar de manera rápida que tan eficientes son los procesos que se llevan a cabo en una empresa destacando la cantidad de energía o materias primas que se utilizan de sobremanera para obtener los mismos resultados.

Los costos de ineficiencia causados por una mala disposición de materias primas y de no contar con buenas prácticas de manufactura son costos que llevan al empresario a reflexionar acerca de la rentabilidad de un negocio. El contar con herramientas administrativas como son las de eco-eficiencia puede significar el ser competitivo un mercado específico o perder competitividad y desaparecer del mercado. El *costo extra* de estos productos es considerado como *costo de ineficiencia*.

### **4.5.1 Costo de ineficiencia en consumo de energía eléctrica por candelas.**

Se determinó que la cantidad de candelas que se podían tener apagadas sin que se afectara la producción serían ocho y el ahorro que se tendría por cambiar una candela a foco de bajo consumo de energía sería  $\frac{3}{4}$  partes de lo que se gastaba. Con base en estas propuestas se realizó el cálculo del costo de ineficiencia, así como el tiempo en que se recuperaría la inversión.

### **4.5.2 Costos de ineficiencia en adquisición de agua para proceso.**

En el caso del agua, se tomó la decisión de adquirir sólo la cuarta parte que se estaba comprando y se consideró que el costo de consumo de agua municipal no cambiaría debido a que el servicio estaba ya contratado.

### **4.5.3 Costos de ineficiencia en consumo de gasolina.**

La medida que se tomó para disminuir el consumo de gasolina fue planear rutas de entrega y usar el montacargas para cargas mayores a 200kg. Se realizaron los cálculos correspondientes.

### **4.5.4 Costo de ineficiencia en consumo de cartuchos de impresoras.**

Se consideró hacer trabajar todas las computadoras en red para que todas las impresiones de **A y R** se realizaran en una sola impresora. Se realizó el cálculo correspondiente.

### **4.5.5 Costo de ineficiencia en consumo de materia prima en proceso.**

Los costos de ineficiencia causados por una mala disposición de materias primas y de no contar con buenas prácticas de manufactura son costos que llevan al empresario a reflexionar acerca de la rentabilidad de un negocio. El contar con herramientas administrativas como son las de eco-eficiencia puede significar el ser competitivo un mercado específico o perder competitividad y desaparecer del mercado.

En el momento en que se realizó el análisis de la producción de alambre cobreado en **A y R**, se determinó que el promedio de producción era de **40 toneladas** por mes y que el 85% de este se realizaba en la máquina de cobreado y trefilado en línea y el 15% por inmersión, de esa manera el análisis de buenas prácticas se hizo tomando en cuenta esta proporción.

Después de haber aplicado las herramientas de eco-eficiencia, se realizó un análisis de las posibles soluciones a los problemas localizados en **A y R** en donde los costos de ineficiencia **se proyectan como ahorro** y se le aúnan los beneficios ambientales que trae consigo llevar a cabo cada actividad propuesta.

## 4.6 Análisis de las alternativas de solución

En esta sección se muestra el análisis de las alternativas propuestas a los problemas críticos de **A y R**.

### 4.6.1 Análisis de la alternativa en el consumo de energía eléctrica por candelas.

En el caso del consumo energético se propuso que se apagaran las candelas que no eran necesarias mantenerlas encendidas durante el proceso y realizar un cambio de candelas por focos ahorradores que consumieran  $\frac{3}{4}$  partes del consumo actual. Con base en el cálculo de costos de ineficiencia se realizó el análisis de esta propuesta de solución.

Ahorro al mes = **\$7 579 pesos**

$$\text{Inversión} = (32 \text{ lámparas}) \left( \frac{\$ 650}{\text{lámpara}} \right) = \mathbf{\$ 20\ 800 \text{ pesos}}$$

$$\text{Tiempo de recuperación} = (\$ 20\ 800 \text{ pesos}) \left( \frac{\text{mes}}{\$ 7\ 579} \right) \approx \mathbf{3 \text{ meses}}$$

Ahorro al mes	Costo de foco ahorrador	Inversión	Tiempo de recuperación
<b>\$7 579</b>	<b>\$650</b>	<b>\$20 800</b>	<b>3 meses</b>

### Beneficios ambientales.

$$\mathbf{kWh \text{ no usados}} = \frac{880 \text{ kWh}}{\text{mes}} + \left[ (0.75) \left( \frac{2640 \text{ kWh}}{\text{mes}} \right) \right] = \mathbf{3\ 520 \frac{kWh}{mes}}$$

#### 4.6.2 Análisis de la alternativa en adquisición de agua para proceso.

Otro aspecto que se consideró fue la manera de adquirir agua para el proceso, para ello se calculó que la cantidad de agua requerida sería la cuarta parte que se adquiriría anteriormente y el costo del consumo de agua por parte del municipio no cambiaría debido a que ya se tenía contratado este servicio. De esta manera se realizaron los cálculos correspondientes.

	# de pipas	Costo/mes [ \$ ]
<b>Pipas antes ECO</b>	1	3,466.67
<b>Pipas después ECO</b>	0.25	866.67

$$\text{Ahorro al mes} = \frac{\$ 2\,600}{\text{mes}}$$

#### Inversión.

$$\left[ (16 \text{ horas}) \left( \frac{\$ 18.75 \text{ pesos}}{\text{hora/hombre}} \right) (3 \text{ hombres}) \right] + \$ 3\,000 \text{ pesos Material} = \mathbf{\$ 3\,900 \text{ pesos}}$$

$$\text{Tiempo de recuperación} = (\$ 3\,900 \text{ pesos}) \left( \frac{\text{mes}}{\$ 2\,600 \text{ pesos}} \right) \approx \mathbf{1.5 \text{ meses}}$$

Ahorro al mes	Costo hora/hombre	Inversión	Tiempo de recuperación
<b>\$2 600</b>	<b>\$18.75</b>	<b>\$3 900</b>	<b>1.5 meses</b>

#### Beneficios ambientales.

Ya que la cantidad de agua de proceso utilizada es la misma antes y después del proyecto de eco-eficiencia y no se tiene un ahorro en el consumo de agua, los

beneficios ambientales que se obtienen son en el ahorro del gasto de combustible de la pipa repartidora así como la energía eléctrica utilizada para llenar la pipa con agua. Es por eso que los beneficios ambientales que se obtiene de este proyecto de eco-eficiencia son complicados de calcular y sólo se tomaron en cuenta como beneficios ambientales indirectos.

### 4.6.3 Análisis de la alternativa en consumo de gasolina.

La medida que se tomó para disminuir el consumo de gasolina fue planear rutas de entrega y usar el montacargas para cargas mayores a 200kg. Se realizaron los cálculos correspondientes.

	Costo/mes [\$]
<b>Gasto antes ECO</b>	6 122*
<b>Gasto después ECO</b>	4 941*

Ahorro al mes = **\$1 181**

Inversión = **\$0**

Tiempo de recuperación = **Inmediato**

Ahorro al mes	Inversión	Tiempo de recuperación
<b>\$1 181</b>	<b>\$0</b>	<b>Inmediato</b>

*\*Datos obtenidos durante el primer mes de aplicación de este proyecto.*

### Beneficios ambientales.

kg de CO<sub>2</sub> no emitidos

$$\left( \frac{793 \text{ L gasolina}}{\text{mes}} - \frac{640 \text{ L gasolina}}{\text{mes}} \right) \left( \frac{2.3 \text{ kg}_{\text{CO}_2}}{\text{L gasolina}} \right) \approx 352 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{mes}}$$

#### 4.6.4 Análisis de la alternativa en consumo de cartuchos para impresoras.

Se consideró hacer trabajar todas las computadoras en red para que todas las impresiones de **A y R** se realizaran en una sola impresora. En este caso la inversión consistió en pagar la instalación y comprar el toner para una computadora con la que ya se contaba. Se realizó el cálculo correspondiente.

Instalación	Impresora	Toner
<b>\$9 000</b>	<b>\$0</b>	<b>\$ 1 650</b>

Ahorro al mes = **\$2 483**

Inversión = **\$10 650**

Tiempo de recuperación = ( $\$ 10\ 650$  pesos)  $\left(\frac{\text{mes}}{\$ 3\ 308 \text{ pesos}}\right) \approx 3 \text{ meses}$

Ahorro al mes	Inversión	Tiempo de recuperación
<b>\$2 483</b>	<b>\$10 650</b>	<b>3 meses</b>

#### Beneficios ambientales.

Al igual que en el proyecto de adquisición de agua para proceso los beneficios ambientales son indirectos.

#### 4.6.5 Análisis en la alternativa en consumo de materia prima para proceso.

La propuesta de cambio de este proyecto fue únicamente la implementación de buenas prácticas de manufactura aplicada a proceso; que consistió en no desperdiciar materia prima y sólo utilizar lo necesario para obtener el mismo producto con la misma calidad.

Ahorro al mes = **\$7 782**

Inversión = **\$ 0**

Tiempo de recuperación = **Inmediata**

Ahorro al mes	Inversión	Tiempo de recuperación
<b>\$7 782</b>	<b>\$ 0</b>	<b>Inmediata</b>

### **Beneficios ambientales.**

Los beneficios obtenidos de este eco-balance son resultado de la diferencia de los productos que se consumían en exceso antes de llevar a cabo los proyectos de eco-eficiencia y después de estos. El concentrado de los beneficios ambientales del análisis anterior se puede observar en las **Tablas 4.1 y 4.2.**

**Tabla 4.1.** Reducción de consumo.

<b>No consumo de materias primas [Kg/mes]</b>			
<b><i>Insumo</i></b>	<b><i>Cantidad</i></b>	<b><i>Insumo</i></b>	<b><i>Cantidad</i></b>
<i>Agua</i>	335	<i>NaOH</i>	5
<i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>	13	<i>HCl</i>	4
<i>CuSO<sub>4</sub></i>	13	<i>Aditivo PP</i>	3
<i>Cal</i>	43	<i>Aditivo CR</i>	2

**Tabla 4.2.** No generación de residuos.

<b>No generación de residuos [Kg/mes]</b>	
<b><i>Residuos</i></b>	<b><i>Cantidad</i></b>
<i>Agua de residuo</i>	350.5
<i>Lodos</i>	13.5
<i>Alambre de residuo</i>	4

## 4.7 Presentación del proyecto

Al término del curso *Liderazgo Ambiental para la Competitividad* se realizó una presentación de los proyectos propuestos para la empresa **A y R**, en ella se mostraron los planes que se elaboraron, las posibles alternativas que solucionarían las situaciones críticas de la empresa, el tiempo de recuperación, el ahorro proyectado y lo más importante los beneficios ambientales que se logran al implementar las herramientas de eco-eficiencia.

A continuación se muestra la **Tabla 4.3.** en donde se concentran los resultados de la implementación de la eco-eficiencia en la empresa **A y R.**

**Tabla 4.3.** Condensado de resultados de los proyectos realizados en Alambres y Refacciones S.A de C. V.

<b>Situación</b>	<b>Alternativas</b>	<b>Costos Alternativos</b>	<b>Retorno de inversión</b>	<b>Ahorro [\$/año]</b>	<b>Magnitud [familias]</b>
<b>Desperdicio de electricidad</b>	Focos nuevos	\$ 20 970	3 meses	\$ 90 950	12
<b>Alto uso de H<sub>2</sub>O y MP</b>	BPM	\$ 0	Inmediata	\$ 92 215	1
<b>Desperdicio de gasolina</b>	BPM	\$ 0	Inmediata	\$ 14 174	5
<b>Cartuchos de impresión</b>	Usar sólo una impresora	\$ 10 650	3 meses	\$ 29 796	-----
<b>Forma de adquirir H<sub>2</sub>O</b>	Hacer toma municipal	\$ 3 900	1 $\frac{1}{2}$ meses	\$ 31 200	-----

# CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

---

## 5.2 Conclusiones

El curso impartido por la SEMARNAT a las PYME's es una proyecto de grandes beneficios, tanto para las empresas participantes como para la SEMARNAT y su compromiso de esta con la población de México.

La realización de proyectos de eco-eficiencia como herramienta administrativa es muy atractiva para el empresario puesto que la inversión es mínima y los **beneficios económicos son considerablemente positivos. Para las PYME's la parte económica parece ser lo más cuantitativo pero al término del curso de la SEMARNAT cada empresa PYME ha dejado un aportación en beneficios ambientales el cual se va sumando a cada curso dejando un beneficio considerable.**

En el caso particular de **A y R** el curso de Liderazgo Ambiental para la Competitividad fue destacada y benéfica tanto en el aspecto económico como en el ambiental, de tal manera que los proyectos realizados se iniciaron antes de terminar curso y dio un ahorro proyectado a **\$ 288 335 anuales** y se evitó la generación de **15 450 kg de residuos por año;** además de que el cursó llevó a la directiva a e **A y R** a reflexionar y concientizar sobre el cuidado ambiental y la competitividad que te proporciona a una empresa el ser responsable con el ambiente.

Al cubrir el alcance de esta tesis realicé una evaluación tomando en cuenta los beneficios económicos - ambientales obtenidos y planeados resultado de la ejecución de los proyectos realizados en **A y R** y puedo concluir que estos proyectos de eco-eficiencia son excelentes y que son proyectos del tipo ganar-ganar, en donde al final de la realización de estos proyectos los beneficiados

somos todos los mexicanos al vivir en un México en donde exista mayor competitividad entre las empresas y que sea un país más limpio.

Por último cabe mencionar que el desarrollo de este proyecto ha sido muy enriquecedor en mi formación profesional ya que me permitió tener mi primer contacto en la industria aplicando los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Química y observar de manera inmediata los beneficios económicos y ambientales que proporciona la eco-eficiencia.

## 5.2 Recomendaciones a **A y R**

Antes de mencionar las recomendaciones a **A y R** me tomo la libertad de extender una felicitación por el trabajo realizado en el curso de SEMARNAT y por su gran interés de mejorar continuamente. Es por ello que lo primero a recomendar a **A y R** es que no pierda el interés de ser una mejor empresa y de seguir buscando nuevas alternativas de crecimiento.

Los proyectos llevados a cabo en **A y R** son muy atractivos y de ejecución sencilla o de dificultad moderada, esto nos puede llevar a pensar que es sencillo ejecutar de manera rápida los proyectos y que al momento de su implementación los beneficios serán permanentes; es posible que alguno de los proyectos elaborados se puedan llevar a cabo de esa manera pero no así en su totalidad; es por ello que recomiendo a **A y R** elabore un programa de implementación y mantenimiento de los proyectos realizados, los cuales contengan fechas de inicio y término de los proyectos así como fechas de seguimiento de los mismos.

Otra recomendación que hago a **A y R** es que mantenga evaluación continua a clientes y proveedores, que busque constantemente proveedores que al igual que **A y R** ofrezca productos con la mejor calidad a un precio competitivo y por parte de los clientes que monitoree sus necesidades para que en un futuro consideren a **A y R** como el mejor proveedor en el ramo; para ello sugiero use software especializados en e internet como herramientas para propiciar y mantener esta comunicación.

Por otra parte; es de gran valor utilizar métodos administrativos como herramientas que ayuden a un buen manejo de personal, esto con la finalidad de contar con personal motivado y que trabaje con la camisa puesta de **A y R**, al mismo tiempo de utilizar herramientas administrativas de manejo de personal se debe capacitar al personal para contar con personal competente, así **A y R** se asegura como una empresa competitiva desde su interior.

# APÉNDICE

---

## Eco-balances

### Eco-balance en consumo de energía eléctrica por candelas.

A continuación se muestra el eco-balance de energía por mes y costo del consumo de energía eléctrica por candelas.

Precio por kWh [\\$]	Horas de uso/candela	kW/candela	Días/mes
<b>2.65</b>	<b>11</b>	<b>0.4</b>	<b>25</b>

$$(\text{No.de candelas}) \left( \frac{0.4 \text{ kW}}{\text{candela}} \right) \left( \frac{11 \text{ h}}{\text{día}} \right) = \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{día}} \right]$$

$$\left( \frac{\text{kWh}}{\text{día}} \right) \left( \frac{25 \text{ días}}{\text{mes}} \right) = \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} \right]$$

$$\left( \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} \right) \left( \frac{\$ 2.65 \text{ pesos}}{\text{kWh}} \right) = \left[ \frac{\text{pesos}}{\text{mes}} \right]$$

	<b>Candelas</b>	<b>kWh/día</b>	<b>kWh/mes</b>	<b>Costo/mes [\\$]</b>
<b>Total</b>	32	140.8	3520	9 328.00

## Eco-balance en adquisición de agua para proceso.

Costo por pipa [\$]	Pipa/semana (antes ECO)	Pipa/semana (después ECO)
<b>800</b>	<b>1</b>	<b>0.25</b>

$$\left(\frac{\text{No.de pipas}}{\text{semana}}\right)\left(\frac{52 \text{ semanas}}{\text{año}}\right)\left(\frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}}\right)\left(\frac{800 \text{ pesos}}{\text{pipa}}\right) = \left[\frac{\text{pesos por pipa}}{\text{mes}}\right]$$

	# de pipas	Costo/mes [\$]
<b>Pipas antes ECO</b>	1	3,466.67

## Eco-balance en consumo de gasolina.

Se realizó el eco-balance correspondiente.

Precio por litro de gasolina [\$]	Gasolina [L] / mes Antes ECO	Gasolina [L] / mes Después ECO
<b>7.72</b>	<b>793</b>	<b>640</b>

$$\left(\frac{\text{litros de gasolina}}{\text{mes}}\right)\left(\frac{7.72 \text{ pesos}}{\text{litro de gasolina}}\right) = \left[\frac{\text{pesos}}{\text{mes}}\right]$$

	Costo/mes [\$]
<b>Gasto en gasolina</b>	6 122

## Eco-balance en consumo de cartuchos de impresoras.

Impresora	Cantidad	\$/Cartucho <sub>color</sub>	\$/Cartucho <sub>B&amp;N</sub>	Consum <sub>cart</sub> /mes
<b>Lexmark</b>	4	569	400	½
<b>Hewlett Packard</b>	1	349	299	½
<b>Epson</b>	2	567	479	½

$$\left(\frac{\text{consumo cartuchos}_{\text{color}}}{\text{mes}}\right)\left(\frac{\text{pesos}}{\text{cartucho}_{\text{color}}}\right) = \left[\frac{\text{pesos}}{\text{mes}_{\text{color}}}\right]$$

$$\left(\frac{\text{consumo cartuchos}_{\text{B\&N}}}{\text{mes}}\right)\left(\frac{\text{pesos}}{\text{cartucho}_{\text{B\&N}}}\right) = \left[\frac{\text{pesos}}{\text{mes}_{\text{B\&N}}}\right]$$

$$\left(\frac{\text{pesos}}{\text{mes}_{\text{color}}}\right) + \left(\frac{\text{pesos}}{\text{mes}_{\text{B\&N}}}\right) = \left[\frac{\text{pesos}}{\text{mes}_{\text{total}}}\right]$$

Impresora	Costo/mes [\$]
<b>Lexmark</b>	1 938
<b>Hewlett Packard</b>	324
<b>Epson</b>	1 046
<b>TOTAL</b>	3 308

## Eco-balance en consumo de materia prima en proceso.

Se muestran los costos de los insumos al final de cada eco-balance.

### Trefilado y cobreado en línea.

<b>Eco-balance de trefilado y cobreado en línea (Antes ECO)</b>			
<i>BASE: 1000 kg de alambre recocido</i>			
<b>Materia</b>		<i>Hora hombre / tonelada = 5</i>	
<b>Entrada</b>		<b>Salida</b>	
<b>Producto</b>	<b>Masa [kg]</b>	<b>Producto</b>	<b>Masa [kg]</b>
Alambre recocido	1000	Alambre trefilado y cobreado	997
Lubricante en polvo	1	Residuo de lubricante en polvo	0
Lubricante líquido	5.5	Residuo de lubricante líquido	0
Agua	250	Agua de residuo	281
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	18	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Diluido	0
CuSO <sub>4</sub>	8	Residuo de alambre	3
Cal	7	Lodos residuales	8.5
Dados	0.2	Dados gastados	0.2
<b>TOTAL</b>	<b>1289.50</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1289.50</b>
<hr/>			
<u>Energía</u>		<i>BASE: 1000 kg de alambre recocido</i>	
<b>Energético</b>	<b>Energía [kWh/ton]</b>	<b>Disposición</b>	<b>Energía [uE]</b>
Energía eléctrica	630	Trabajo	504
		Pérdidas por calor y ruido	126
<b>TOTAL</b>	<b>630</b>	<b>TOTAL</b>	<b>630</b>

<b>Insumos</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
<i>Materias primas</i>	<i>15 228.50</i>
<i>Energía</i>	<i>1 669.50</i>
<i>Horas hombre</i>	<i>93.75</i>
<i>Manejo de residuos</i>	<i>99.00</i>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 17 091</b>

Se realizó un nuevo eco-balance con las nuevas condiciones de operación.

<b>Eco-balance de trefilado y cobreado en línea (Después ECO)</b>			
<i>BASE: 1000 kg de alambre recocido</i>			
<b>Materia</b>		<i>Hora hombre / tonelada = 5</i>	
<b>Entrada</b>		<b>Salida</b>	
<b>Producto</b>	<b>Masa [kg]</b>	<b>Producto</b>	<b>Masa [kg]</b>
Alambre recocido	1000	Alambre trefilado y cobreado	998
Lubricante en polvo	1	Residuo de lubricante en polvo	0
Lubricante líquido	5.5	Residuo de lubricante líquido	0
Agua	170	Agua de residuo	192.5
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Diluido	0
CuSO <sub>4</sub>	5	Residuo de alambre	2
Cal	5	Lodos residuales	6
Dados	0.2	Dados gastados	0.2
<b>TOTAL</b>	<b>1198.50</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1198.50</b>
<hr/>			
<u>Energía</u>		<i>BASE: 1000 kg de alambre recocido</i>	
<b>Energético</b>	<b>Energía [kWh/ton]</b>	<b>Disposición</b>	<b>Energía [uE]</b>
Energía eléctrica	630	Trabajo	504
		Pérdidas por calor y ruido	126
<b>TOTAL</b>	<b>630</b>	<b>TOTAL</b>	<b>630</b>

<b>Insumos</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
<i>Materias primas</i>	15 103.62
<i>Energía</i>	1669.50
<i>Horas hombre</i>	93.75
<i>Manejo de residuos</i>	68.13
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 16 935</b>

Se puede observar en los eco-balances la disminución en el consumo de materias primas lo cual trae consigo una disminución del costo del proceso.

<b>Costos para producción en trefilado y cobreado en línea</b>		
<b>Insumo</b>	<b>Costo [\$]</b>	<b>Unidad de referencia</b>
Energía eléctrica	2.65	\$/kWh
Alambre recocido	14.50	\$/kg de producto
Lubricante en polvo	33.00	\$/kg de producto
Lubricante líquido	64.30	\$/kg de producto
Agua	0.05	\$/kg de producto
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2.60	\$/kg de producto
CuSO <sub>4</sub>	34.0	\$/kg de producto
Cal	1.60	\$/kg de producto
Dados	2 400.00	\$/Dado
Manejo de residuo sólido	2.50	\$/kg de producto
Manejo de residuo líquido	0.25	\$/kg de producto
Hora hombre	18.75	\$/hora hombre

## **Trefilado y cobreado por inmersión**

<b>Eco-balance de cobreado por inmersión (Antes ECO)</b>			
<b><i>BASE: 1000 kg de alambre recocido</i></b>			
<b><u>Materia</u></b>		<i>Hora hombre / tonelada = 7</i>	
<b>Entrada</b>		<b>Salida</b>	
<b>Producto</b>	<b>Masa [kg]</b>	<b>Producto</b>	<b>Masa [kg]</b>
Alambre recocido	1000	Alambre cobreado	998
NaOH	15	Residuo de alambre	2
Aditivo PP.	8	Lodos residuales	55
HCl	39	Agua de residuo	1099
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8		
CuSO <sub>4</sub>	12		
Aditivo CR.	12		
Borax	10		
Agua	1000		
Cal	50		
<b>TOTAL</b>	<b>2154</b>	<b>TOTAL</b>	<b>2154</b>
<u>Energía</u>		<i>BASE: 1000 kg de alambre recocido</i>	
Energético	Energía [kWh/ton]	Disposición	Energía [uE]
Energía eléctrica	467.8	Energía térmica.	467.8
		Pérdidas por ruido	0
<b>TOTAL</b>	<b>467.8</b>	<b>TOTAL</b>	<b>467.8</b>

<b>Insumos</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
<i>Materias primas</i>	16 805.40
<i>Energía</i>	1 239. 70
<i>Horas hombre</i>	131.25
<i>Manejo de residuos</i>	417.25
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 18 594</b>

Se realizó un nuevo eco-balance con las nuevas condiciones de operación.

<b>Eco-balance de cobreado por inmersión (Después ECO)</b>			
<i>BASE: 1000 kg de alambre recocido</i>			
<b>Materia</b>		<i>Hora hombre / tonelada = 7</i>	
<b>Entrada</b>		<b>Salida</b>	
<b>Producto</b>	<b>Masa [kg]</b>	<b>Producto</b>	<b>Masa [kg]</b>
Alambre recocido	1000	Alambre cobreado	998
NaOH	10	Residuo de alambre	2
Aditivo PP.	5	Lodos residuales	45
HCl	35	Agua de residuo	832
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7		
CuSO <sub>4</sub>	10		
Aditivo CR.	10		
Bórax	10		
Agua	750		
Cal	40		
<b>TOTAL</b>	<b>1877</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1877</b>
<hr/>			
<u>Energía</u>		<i>BASE: 1000 kg de alambre recocido</i>	
<b>Energético</b>	<b>Energía [kWh/ton]</b>	<b>Disposición</b>	<b>Energía [uE]</b>
Energía eléctrica	467.8	Energía térmica.	467.8
		Pérdidas por ruido	0
<b>TOTAL</b>	<b>467.8</b>	<b>TOTAL</b>	<b>467.8</b>

<b>Insumos</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
<i>Materias primas</i>	\$ 16 222.70
<i>Energía</i>	\$ 1 239.70
<i>Horas hombre</i>	\$ 131.25
<i>Manejo de residuos</i>	\$ 326.75
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 17 920</b>

<b>Costos para producción en cobrado por inmersión</b>		
<b>Insumo</b>	<b>Costo [\$]</b>	<b>Unidad de referencia</b>
Energía eléctrica	2.65	\$/kWh
Alambre recocido	14.00	\$/kg de producto
NaOH	13.00	\$/kg de producto
Aditivos PP	62.40	\$/kg de producto
HCl	2.10	\$/kg de producto
Aditivo CR	111.50	\$/kg de producto
Bórax	13.25	\$/kg de producto
Agua	0.05	\$/kg de producto
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2.60	\$/kg de producto
CuSO <sub>4</sub>	34.0	\$/kg de producto
Cal	1.60	\$/kg de producto
Manejo de residuo sólido	2.50	\$/kg de producto
Manejo de residuo líquido	0.25	\$/kg de producto
Hora hombre	18.75	\$/hora hombre

### **Trefilado en húmedo**

<b>Eco-balance de trefilado en húmedo (Antes ECO)</b>			
<b><i>BASE: 1000 kg de alambre recocido</i></b>			
<b><u>Materia</u></b>		<i>Hora hombre / tonelada = 7</i>	
<b>Entrada</b>		<b>Salida</b>	
<b>Producto</b>	<b>Masa [kg]</b>	<b>Producto</b>	<b>Masa [kg]</b>
Alambre cobreado	1000	Alambre trefilado y cobreado	995
Lubricante en polvo	0.50	Residuo de lubricante en polvo	0
Lubricante líquido	3.00	Alambre de residuo	5
Agua	40.00	Agua de residuo	10
Cal	4.00	Lodos residuales	4.5
Dados	10	Dados gastados	43
<b>TOTAL</b>	<b>1057.50</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1057.50</b>
<u>Energía</u>		<i>BASE: 1000 kg de alambre recocido</i>	
Energético	Energía [kWh/ton]	Disposición	Energía [uE]
Energía eléctrica	78.3	Trabajo	58.1
		Pérdidas por calor y ruido	20.2
<b>TOTAL</b>	<b>78.3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>78.3</b>

<b>Insumos</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
<i>Materias primas</i>	\$ 227.80
<i>Energía</i>	\$ 207.50
<i>Horas hombre</i>	\$ 131.25
<i>Manejo de residuos</i>	\$ 34.50
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 601</b>

Se realizó un nuevo eco-balance con las nuevas condiciones de operación.

<b>Eco-balance de trefilado en húmedo (Después ECO)</b>			
<i>BASE: 1000 kg de alambre recocido</i>			
<b>Materia</b>		<i>Hora hombre / tonelada = 7</i>	
<b>Entrada</b>		<b>Salida</b>	
<b>Producto</b>	<b>Masa [kg]</b>	<b>Producto</b>	<b>Masa [kg]</b>
Alambre cobreado	1000	Alambre trefilado y cobreado	998
Lubricante en polvo	0.50	Residuo de lubricante en polvo	0
Lubricante líquido	3.00	Alambre de residuo	2
Agua	35.00	Agua de residuo	10
Cal	3.00	Lodos residuales	3.5
Dados	10	Dados gastados	38
<b>TOTAL</b>	<b>1051.50</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1051.50</b>
<hr/>			
<b>Energía</b>		<i>BASE: 1000 kg de alambre recocido</i>	
<b>Energético</b>	<b>Energía [kWh/ton]</b>	<b>Disposición</b>	<b>Energía [uE]</b>
Energía eléctrica	78.3	Trabajo	58.1
		Pérdidas por calor y ruido	20.2
<b>TOTAL</b>	<b>78.3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>78.3</b>

<b>Insumos</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
<i>Materias primas</i>	\$ 225.83
<i>Energía</i>	\$ 207.50
<i>Horas hombre</i>	\$ 131.25
<i>Manejo de residuos</i>	\$ 23.25
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 588</b>

<b>Costos para producción en trefilado en húmedo</b>		
<b>Insumo</b>	<b>Costo [\$]</b>	<b>Unidad de referencia</b>
Energía eléctrica	2.65	\$/kWh
Alambre recocido	14.50	\$/kg de producto
Lubricante en polvo	33.00	\$/kg de producto
Lubricante líquido	64.30	\$/kg de producto
Agua	0.05	\$/kg de producto
Dados	2 400	\$/Dado
Manejo de residuo sólido	2.50	\$/kg de producto
Manejo de residuo líquido	0.25	\$/kg de producto
Hora hombre	18.75	\$/hora hombre

## Cálculos de costos de ineficiencia

### Costos de ineficiencia en consumo de energía eléctrica por candelas.

Con base en estas propuestas se realizó el cálculo del costo de ineficiencia, así como el tiempo en que se recuperaría la inversión.

	Lámparas	kWh/día	kWh/mes	Costo/mes [\$]
<b>Apagadas</b>	24	105.6	2640	6 996.00
<b>Encendidas</b>	8	35.2	880	2 332. 00
<b>Total</b>	32	140.8	3520	9 328.00

$$\text{Costo de ineficiencia al mes} = \left( \frac{\$ 2 332}{\text{mes}} \right) + \left[ \left( \frac{3}{4} \right) \left( \frac{\$ 6 996}{\text{mes}} \right) \right] = \frac{\$ 7 579}{\text{mes}}$$

### Costos de ineficiencia en adquisición de agua para proceso.

De esta manera se realizaron los cálculos pertinentes.

	No. de pipas	Costo/mes [\$]
<b>Pipas antes ECO</b>	1	3,466.67
<b>Pipas después ECO</b>	¼	866.67

$$\text{Costo de ineficiencia al mes} = \left( \frac{\$ 3 466.67}{\text{mes}} \right) - \left( \frac{\$ 866.67}{\text{mes}} \right) = \frac{\$ 2 600}{\text{mes}}$$

## Costos de ineficiencia en consumo de gasolina.

La medida que se tomó para disminuir el consumo de gasolina fue planear rutas de entrega y usar el montacargas para cargas mayores a 200kg. Se realizaron los cálculos correspondientes.

Costo/mes [\$]	
<b>Gasto antes ECO</b>	6 122*
<b>Gasto después ECO</b>	4 941*

$$\text{Costo de ineficiencia al mes} = \left( \frac{\$ 6\ 122}{\text{mes}} \right) - \left( \frac{\$ 4\ 941}{\text{mes}} \right) = \frac{\$ 1\ 181}{\text{mes}}$$

*Datos obtenidos del primer mes de la realización del proyecto.*

## Costo de ineficiencia en consumo de cartuchos de impresoras.

Se consideró hacer trabajar todas las computadoras en red para que todas las impresiones de **A y R** se realizaran en una sola impresora. Se realizó el cálculo correspondiente.

Impresora	Cantidad/mes	\$/cartucho <small>color</small>	\$/cartucho <small>B&amp;N</small>	Costo/mes
<b>Lexmark</b>	2	569	400	1 938
<b>HP</b>	½	349	299	324
<b>Epson</b>	1	567	479	1 046
<b>Total</b>	---	---	---	<b>3 308</b>
-----				
<b>En red</b>	½	---	1 650	825

$$\text{Costo de ineficiencia al mes} = \left( \frac{\$ 3\ 308}{\text{mes}} \right) - \left( \frac{\$ 825}{\text{mes}} \right) = \frac{\$ 2\ 483}{\text{mes}}$$

## Costo de ineficiencia en consumo de materia prima en proceso.

En el momento en que se realizó el análisis de la producción de alambre cobreado en **A y R**, se determinó que el promedio de producción era de **40 toneladas** por mes y que el 85% de este se realizaba en la máquina de cobreado y trefilado en línea y el 15% por inmersión, de esa manera el análisis de buenas prácticas se hizo tomando en cuenta esta proporción.

<b>Trefilado y cobreado en línea</b>					
<b>Producto</b>	Cantidad antes ECO [kg]	Cantidad después ECO [kg]	Diferencia [kg]	Precio por kg de producto [kg]/[\$]	TOTAL [\$]
<b>Agua</b>	250	170	80	0.05	4.00
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	18	12	6	2.60	15.60
<b>CuSO<sub>4</sub></b>	8	5	3	4.00	12.00
<b>Cal</b>	7	5	2	1.60	3.20
<b>Manejo de residuos</b>					
<b>Agua residual</b>	281	192.5	88.5	0.25	22.13
<b>Lodo residual</b>	8.5	6	2.5	2.50	6.25
<b>Alambre</b>	3	2	1	2.50	2.50
<b>TOTAL</b>					<b>105.68</b>

<b>Cobreado por inmersión</b>					
<b>Producto</b>	Cantidad antes ECO [kg]	Cantidad después ECO [kg]	Diferencia [kg]	Precio por kg de producto [kg]/[\$]	TOTAL [\$]
<b>Agua</b>	1000	750	250	0.05	12.5
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	8	7	6	2.60	15.60
<b>CuSO<sub>4</sub></b>	12	10	2	34.00	68.00
<b>Cal</b>	50	40	10	1.60	16.00
<b>NaOH</b>	15	10	5	13.00	65.00
<b>HCl</b>	39	35	4	2.10	8.40
<b>Aditivo PP</b>	8	5	3	62.40	187.20
<b>Aditivo CR</b>	12	10	2	111.50	223.00
<b>Manejo de residuos</b>					
<b>Agua residual</b>	1094	837	257	0.25	64.25
<b>Lodo residual</b>	55	45	10	2.50	25.00
<b>TOTAL</b>					<b>684.95</b>

<b>Trefilado en húmedo</b>					
<b>Producto</b>	Cantidad antes ECO [kg]	Cantidad después ECO [kg]	Diferencia [kg]	Precio por kg de producto [kg]/[\$]	TOTAL [\$]
<b>Agua</b>	40	35	5	0.05	0.25
<b>Cal</b>	4	3	1	1.60	1.60
<b>Manejo de residuos</b>					
<b>Agua residual</b>	43	38	5	0.25	1.25
<b>Lodo residual</b>	4.5	3.5	1	2.50	2.50
<b>Alambre</b>	5	2	3	2.50	7.50
<b>TOTAL</b>					<b>13.10</b>

Proceso	Costo de ineficiencia	Porcentaje	Costo de ineficiencia real
<b>Cobreado y trefilado en línea</b>	105.68	85%	89.83
<b>Cobreado por inmersión</b>	684.95	15%	102.74
<b>Trefilado en húmedo</b>	13.10	15%	1.97
<b>TOTAL</b>			<b>194.54</b>

$$\text{Costo de ineficiencia al mes} = \left( \frac{\$ 194.54}{\text{ton}} \right) \left( \frac{40 \text{ ton}}{\text{mes}} \right) = \frac{\$ 7 782}{\text{mes}}$$

# Bibliografía

---

**Van Hoof Bart, Monroy Nestor. y Saer Alex,** *Producción más limpia, Paradigma de la gestión ambiental.*, Alfaomega grupo editor. México 2008.

**Gudiño Reyes Noelia Eugenia,** *Proyecto de eco-eficiencia en una empresa productora de jarabe de azúcar: área de desmineralización.* Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 2010.

**Pérez Mireles Adriana Estefania,** *Problemas, retos y soluciones en la implementación de proyectos de eco-eficiencia en al industria.* Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 2009.

## ***Sitios Web***

**Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).** *Gestión Ambiental* <http://www.eclac.org/mexico/> [Consulta: Julio 2010]

**Manual Gestión de la Calidad Ambiental,** *División de ciencia y tecnología* [http://www.science.oas.org/oea\\_gtz/libros/Ambiental/ambiental.htm](http://www.science.oas.org/oea_gtz/libros/Ambiental/ambiental.htm) [Consulta: Junio 2010]

**Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente. Oficina Regional para América Latina y el Caribe.** Gestión medio ambiental y Eficiencia de recursos <http://www.pnuma.org/> [Consulta: Junio 2010]

**SEMARNAT.** *Gestión Ambiental, impacto y riesgo ambiental*  
<http://www.semarnat.gob.mx/tramites/gestionambiental/Paginas/inicio.aspx>  
[Consulta: Julio 2010]

**SEMARNAT.** *Liderazgo Ambiental para la competitividad*  
<http://www.liderazgoambiental.gob.mx> [Consulta: Julio 2010]