

T-PML
0143
KAME



*"Impulsando la sociedad
del conocimiento"*

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

TERCER PROGRAMA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

"Estudio de tres casos donde se aplica técnicas de P+L
para la empresa industrial ECOPLASTIC S.A.

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de

ESPECIALISTA EN PRODUCCION MÁS LIMPIA

Presentada por

Pedro Vicente | Kam Paw Facuy

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año 2004

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Padre Jehová, por darme sabiduría, entendimiento para poder culminar con éxito esta tesis.

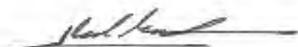
A mi tutor de Producción más Limpia, Ing. Gastón Proaño Cadena, un especial agradecimiento por su acertada dirección en esta tesis.

A la FIMCP y las instituciones que auspiciaron la realización del III Programa de Especialización en Producción más Limpia.

A los profesores del postgrado, especialmente a la Ing. Mirella Bermeo, al coordinador del programa, el Dr. Alfredo Barriga y a sus asistentes Ing. José Carlosama e Ing. Jéssica Guevara.

A los Ejecutivos de la Cia. Ecoplastic, en especial al Ing. Angel Vera por toda su valiosa ayuda.

TRIBUNAL DE GRADUACION



Ing. Mario Patiño A.
DELEGADO DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Gastón Proaño C.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Mirella Bermeo de Bonilla
EVALUADORA



Dr. Alfredo Barriga R.
COORDINADOR DEL PROGRAMA
DE POSTGRADO

DEDICATORIA

A mi Abuelita Luisa y a mi Padre Esteban por sus enseñanzas, inteligencia y sabiduría impartida.

A mi Madre Eva por su apoyo y por sus oraciones.

A mis hijos Alexis, Pedro, Siauying por todo su apoyo y por convertirse en el mejor motivo para superarme.

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad por las ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Pedro V. Kam Paw Facuy

RESUMEN

La presente tesis consiste en hacer un análisis técnico – económico del proceso de producción de la compañía ECOPLASTIC utilizando los principios y conceptos del Programa de Producción mas Limpia, para de esta manera identificar tres casos u oportunidades donde se pueda lograr una mejoría de la eficiencia de la producción, ahorro económico, cuidando el medio ambiente.

Se analiza los datos técnicos correspondientes a la industria ECOPLASTIC y en base a estos se elaboraran las recomendaciones técnicas y económicas de los casos respectivos.

El análisis técnico para evaluar las medidas a tomarse se basa en tres etapas.

- 1.- Reducción de consumos no necesarios de energía eléctrica.
- 2.- Mejora de las prácticas de operación y mantenimiento.
- 3.- Medidas de ahorro de energía.

Estas medidas sugeridas producen grandes ahorros de energía eléctrica y requieren poca inversión.

La factibilidad desde el punto de vista económico de cada caso se evalúa por separado tomando en cuenta medidas de bajo y mediano costo.

INDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCION	
1. Antecedentes.....	1
2. Justificación.....	3
3. Objetivos.....	5
3.1 Objetivos Generales.....	5
3.2 Objetivos Específicos.....	6
4. Alcance P + L.....	7
5. Enfoque de P +L.....	9
6. Desarrollo.....	10
6.1 Identificación de la empresa.....	10
6.2 Información del proceso de la empresa.....	10
6.3 Metodología.....	11
6.4 Diagrama de bloques.....	12
6.5 Lay Out de las instalaciones.....	13
6.6 Matriz de evaluación de soluciones.....	18
6.7 Planilla de análisis de facturas eléctricas anuales.....	22
6.8 Balance de masa de entrada y salida del proceso productivo.....	23
6.9 Viabilidad económica.....	24
6.10 Evaluación de los aspectos ambientales legales.....	24



7. Desarrollo y selección de estudios de casos.....	28
Estudio del caso 1 : Cambio de potencia a motores de extrusoras	28
Estudio del caso 2 : Corrección del factor de potencia	30
Estudio del caso 3 : Construcción de torre de enfriamiento	33
8. Resultado de Casos	35
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
10. BIBLIOGRAFÍA	47



INTRODUCCIÓN

El mundo desde el siglo pasado enfrenta un problema muy serio el cual es la destrucción del medio ambiente, debido a la no ordenada explotación de los recursos naturales.

El desarrollo tecnológico, las industrias y las grandes urbanizaciones modernas han sido la causa de que peligre el estado de la calidad del medio ambiente, si es que no se realiza en plazo muy corto medidas que solucionen este problema, los daños podrían ser irreversibles.

Muchas organizaciones han tomado muy en serio los problemas ambientales por lo que se han empeñado en desarrollar programas intensivos que analicen a fondo los procesos de producción de las industrias haciendo énfasis en no dañar la calidad del medio ambiente y es así que de esta manera surge "La Producción Más Limpia".

Producción Más Limpia: Es la aplicación continua de una estrategia medio ambiental integral **preventiva** a los procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia global, y reducir los riesgos a las personas y al medio ambiente.

Su objetivo es maximizar la **producción** minimizando los costos económicos, ambientales y sociales. Y sus beneficios son:

- **Económicos:** mayor eficiencia en el aprovechamiento de materias primas, agua y energía; minimización de los costos de Tratamiento y disposición de los residuos sólidos, líquidos y emisiones; incremento de los beneficios incorporando la venta de residuos como subproductos transable; mejora de la competitividad; accesos a nuevos mercados; minimización de los riesgos y por lo tanto de Costos de Seguros.
- **Medios Ambientales:** menor **producción** de sólidos, líquidos y emisiones, mayor eficiencia en el aprovechamiento de los recursos naturales, menor impacto en los ecosistemas.
- **Sociales Internos:** mejora de las condiciones de seguridad y salud ocupacionales; mayor compromiso con los trabajadores de la empresa, efecto positivo en el personal; y externos: mejores relaciones con el Estado, con los organismos fiscalizadores; con la comunidad y la sociedad en general.

La Producción Más Limpia es una estrategia "gana – gana". Protege el medio ambiente, el consumidor y el trabajador al tiempo que mejora la eficiencia industrial, los beneficios y la competitividad.

La diferencia clave entre el **control de la contaminación y la Producción Más Limpia** es de sincronización. El control de la contaminación es una aproximación reactiva, una acción – después de .

La **Producción Más Limpia** es una aproximación Proactiva, de proyección futura de, “ anticipar y prevenir” .

En la presente Tesis se aplica las técnicas de P+L en la industria ECOPLASTIC cuyo objetivo será reducir costos de producción, analizando las diferentes etapas de su proceso, minimizando consumos de energía e insumos.

ECOPLASTIC es una industria de tamaño pequeña que se dedica a la elaboración de esquineros plásticos a partir del reciclaje de las fundas de banano usadas para proteger el racimo del banano en su respectivo árbol.

En este aspecto la compañía Ecoplastic está cumpliendo con uno de los objetivos de P + L que es proteger al medio ambiente, pues la compañía realiza una limpieza en todas las haciendas bananeras de un tipo de material que tarda mucho en degradarse.

Así mismo la empresa Ecoplastic cumple con otro objetivo de P + L , que es la utilización de materiales de residuo como son las fundas plásticas usadas para la elaboración de su producto final elaborado.



CAPITULO 1

1. ANTECEDENTES

La Empresa Ecoplastic S.A. comenzó el funcionamiento de su planta en el Cantón Guayaquil en Octubre del 2001, está ubicada en Cedros y Eucaliptos, lotización Inmaconsa, km 10 ½ vía Daule y cuenta con 13 personas que son funcionarios propios, el Gerente de Producción, una Secretaria Ejecutiva, un Supervisor General, 2 Supervisores de turno y 6 operarios.

Actualmente ECOPLASTIC tiene un régimen de funcionamiento de 24 horas al día, trabajando todos los días, los doce meses del año.

ECOPLASTIC es una industria pequeña que tiene como objetivo fundamental la fabricación de Esquineros plásticos los cuales son utilizados en el embalaje de las cajas de banano.

La materia prima principal que utiliza esta empresa es el reciclaje de las fundas de polietileno usadas para proteger el banano de las plagas y de la inclemencia del clima.

Debido a que el medio ambiente del Ecuador se ha degradado en los últimos años como consecuencia de desarrollo social, algunas instituciones como el Ministerio de Ambiente, los municipios y las autoridades competentes han tomado Cartas en el asunto exigiendo a que se cumplan con las normas y reglamentos de Seguridad ambiental.

En nuestra ciudad Guayaquil es el municipio de la misma ciudad el que obliga a todas las industrias a cumplir con las ordenanzas municipales.

La situación es especialmente crítica en Guayaquil, Quito, Manta, Santa Elena, y otras grandes ciudades donde existe avanzado grado de urbanización y por lo tanto ha contaminado el aire y las aguas fluviales.

La solución a este problema constituye el desafío de primordial importancia del Ministerio de Ambiente, Municipios y otras organizaciones ambientales.

Por tal motivo la Empresa ECOPLASTIC tuvo a bien, de forma muy acertada, aceptar la implementación del programa de Producción Más Limpia.

CAPITULO 2

2. JUSTIFICACIÓN

El mundo actual se ha convertido desde hace varios años en objeto de estudios dirigidos a determinar las causas que han ocasionado el paulatino deterioro de su entorno ambiental.

La indiscriminada explotación de los recursos naturales del planeta ha traído como consecuencia un desequilibrio en las condiciones del medio ambiente, las cuales se han visto reflejados en el aspecto climatológico tales como el deterioro de la capa de ozono, el daño de la calidad del aire por el excesivo número de vehículos, y el daño de la calidad de las aguas por el uso de productos químicos que se utilizan como abono del suelo en la agricultura.

La creación de la Organización Mundial de Comercio (OMC), en el año de 1994, produjo un gran auge comercial a nivel de todas las naciones del mundo, obligando a las industrias de cada uno de los respectivos países a querer obtener la hegemonía del mercado exterior como única salida para mantenerse y poder vender sus productos a nivel local.

En toda esta lucha por sobrevivir comercialmente las grandes Multinacionales han salido victoriosas, las cuales racionalizando la

producción, reduciendo sus costos han podido imponerse sobre aquellas empresas nacionales.

Las Empresas de tipo artesanal representan en número más del 50% de las industrias ecuatorianas, su baja eficiencia productiva y la ausencia de un plan de control elemental de un gran número de pequeñas empresas en el país, han obligado a la empresa Ecoplastic a decidirse a implementar un programa de Producción Mas Limpia.

La Producción Mas Limpia tiene como objetivo reducir al máximo las entradas y salidas innecesarias en el proceso de producción de la empresa, y tener un aumento en el control de la empresa.

Al Aplicar P+L a la Empresa Ecoplastic se justifica el uso de esta metodología para :

- Reducir y usar desperdicios que no son otra cosa que los productos defectuosos
- Aumentar la eficiencia energética del sistema eléctrico
- Implantar sistemas amigables con el medio ambiente
- Optimizar el consumo de agua



CAPITULO 3

3. OBJETIVOS

La Producción Mas Limpia es la aplicación continua de una estrategia medio ambiental integral preventiva a los procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia global, reduciendo los riesgos a las personas y al medio ambiente.

A continuación se presentan los objetivos del Programa de Producción mas Limpia en ECOPLASTIC.

El Informe de P + L tienen como finalidad:

3.1 Objetivos generales

- a) Ocupar con eficiencia los recursos disponibles que se necesite en el proceso productivo, determinando soluciones sustentables acorde a la realidad de la empresa.
- b) Encontrar la diversidad de necesidades de adquirir información principal como parte de P + L, para que permita a la empresa tomar un control estadístico de la materia prima, salida, entrada, insumos, etc.

- c) Determinar oportunidades y alternativas para mejorar las condiciones ambientales, seguridad y eficiencia en la producción, por medio de la minimización de los residuos desde su origen y cambios tecnológicos u operacionales.

3.2 Objetivos Específicos

1. Instruir al personal de la empresa ECOPLASTIC sobre las mejoras en las prácticas operacionales en el manejo de las máquinas.
2. Obtener un ahorro económico disminuyendo el consumo eléctrico de la planta bajando la potencia de ciertos motores.
3. Buscar la mejor alternativa para que la materia prima que son las fundas plásticas usadas vayan lo más limpia posibles al proceso productivo y reducir residuos.
4. Buscar la mejor oportunidad, en un cambio tecnológico o en el mejoramiento del proceso productivo para reducir el porcentaje de productos defectuosos.

CAPITULO 4

4. ALCANCE P + L

Este trabajo tiene como alcance la determinación, valorización y mejoramiento de los aspectos técnicos- ambientales así como también la parte variable, rentable y competitiva de la Empresa, lo cual implica:

- Elaboración a tiempo de los esquineros plásticos.
- Manejo y almacenamiento adecuado de la materia prima y productos peligrosos.
- Cambios tecnológicos.
- Reciclaje fuera del proceso vía terceros.
- Procesos y acciones de apoyo mejoradas.

ECOPLASTIC consciente de sus problemas ha dado apertura a la aplicación y desarrollo del tercer programa de P + L auspiciado por la FIMCP y el CPL .

Adicional a esto, tiene proyectado la continuación de este programa directamente con el centro de Producción mas Limpia.

Con la aplicación de este programa se espera conseguir un buen ahorro de energía eléctrica y del consumo del agua.

De acuerdo a los problemas que se encuentren, se determinará tres casos de P+L, también se dará sugerencias técnicas de otros estudios de los casos a ejecutarse,

A fin de tener una mejora en los procesos que se realizan para que la empresa ECOPLASTIC tenga una sostenibilidad económica por medio de la baja de sus costos de producción.



CAPITULO 5

5. ENFOQUE DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

La Industria ECOPLASTIC ha operado aproximadamente 4 años, sin haber establecido una base de datos de ningún tipo, ni técnica, ambiental o económica previo a su construcción y durante su operación.

Aunque en sus archivos contienen los materiales utilizados no se han hecho cuadros de comparación, ni se tienen bitácoras de las cantidades exactas utilizadas en el producto.

Tampoco se ha llevado un control estadístico sobre accidentes que haya tenido el personal.

La ausencia de esta información hace necesario que la empresa ECOPLASTIC este obligada a llevar lo siguiente:

- Registros de materia prima.
- Registros de productos terminados.
- Registros de consumo eléctrico.
- Registros de consumo de agua.
- Registros de suministros.

CAPITULO 6

6. DESARROLLO

6.1 Identificación de la empresa

La primera etapa del programa de Producción Más Limpia se basa en determinar cuáles son los antecedentes de la industria, esto incluye información sobre las instalaciones, programas de certificación, organigrama de la empresa, eco equipo de ECOPLASTIC, entre otros. Todos estos datos están explicados mejor en los antecedentes de este informe.

6.2 Información del proceso de la Empresa

Se utiliza como herramientas básicas el flujograma y el lay-out de las instalaciones para poder entender el proceso de la empresa ECOPLASTIC.

6.3 Metodología

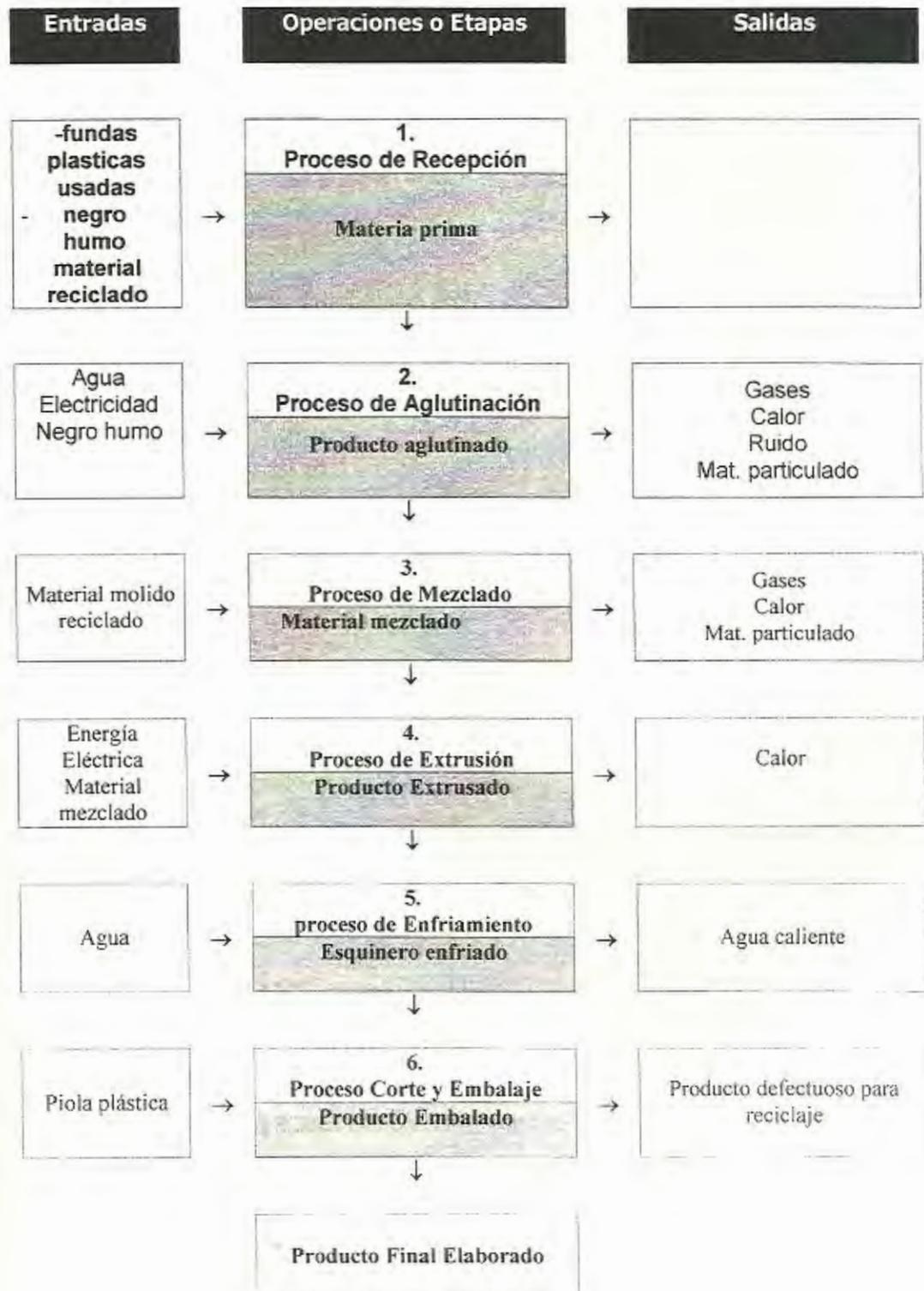
En esta sección se detallan los pasos que se siguieron para determinar las oportunidades y problemas por medio de P + L. y se muestra la manera como fueron escogidos los casos a estudiar por el participante de P + L. y por último la manera en que fueron evaluadas las posibles soluciones a los casos de estudio uno a uno.

A continuación se mencionan las herramientas utilizadas en la implementación del programa de P + L.

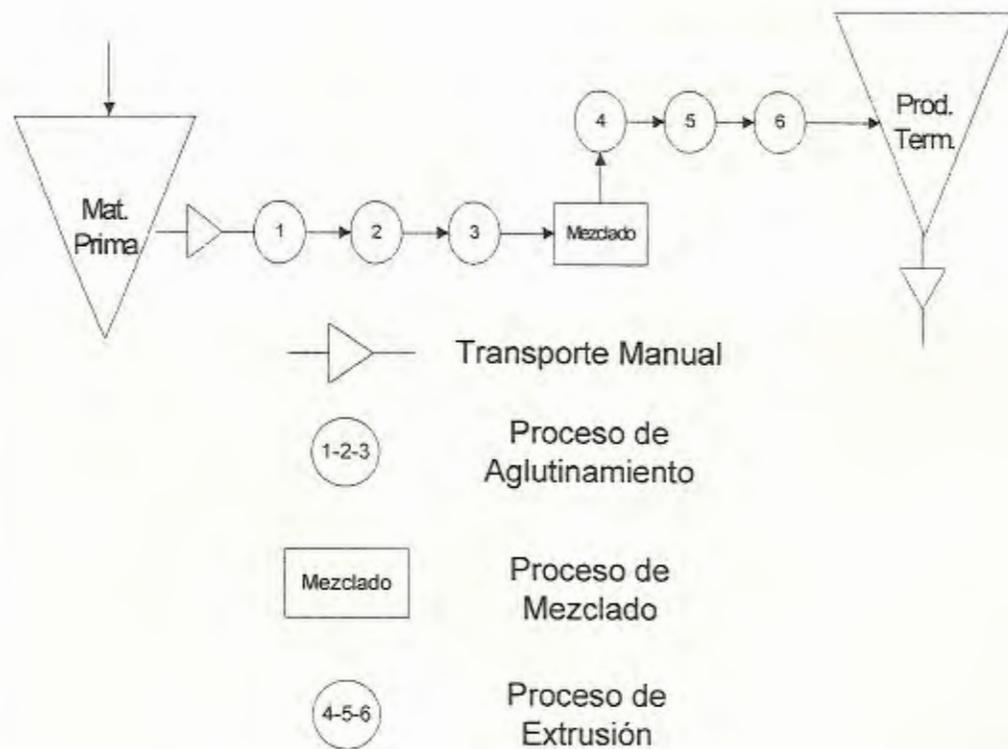
Flujograma :

Como se ha explicado en la metodología, el primer paso es establecer el flujo grama del proceso. Para establecer el flujo grama, primero es necesario comprender en que consiste el proceso en todas sus etapas.

6.4 Diagrama de Bloques



6.5 Lay Out de las Instalaciones



El proceso productivo de la empresa ECOPLASTIC esta formado por 6 etapas que son las siguientes:

- Recepción de materia prima
- Etapa de aglutinamiento
- Etapa de mezclado
- Etapa de extrusión
- Etapa de enfriamiento

- Etapa de corte y embalaje

PRIMERA ETAPA: RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

En este proceso se recepta en la misma planta la materia prima que no es otra cosa que las fundas plásticas usadas para proteger el banano, que son traídas por medio de camiones de las haciendas bananeras.



Figura No. 6.1.- Área de Recepción de Materia Prima

SEGUNDA ETAPA: AGLUTINACIÓN

En una máquina que se llama aglutinadora se procede a colocar en su interior las fundas plásticas usadas, añadiendo pequeñas cantidades de negro humo y agua.

La aglutinadora utilizando un motor eléctrico que mueve una serie de cuchillas giratorias procede a cortar el material hasta aglutinarlo totalmente.



Figura No. 6.2.- Área de Aglutinado

TERCERA ETAPA: MEZCLADO

El material aglutinado pasa ahora al área de mezclado, este mezclado se lo realiza en forma manual por medio de una pala utilizando el piso de hormigón, aquí se le añade al material aglutinado material molido reciclado y material recuperado de los esquineros plásticos defectuosos.



Figura No. 6.3.- Área de Mezclado

CUARTA ETAPA: EXTRUSIÓN

El material totalmente mezclado de la etapa anterior es depositado en la tolva de una máquina llamada extrusora, donde es fluidizado, homogeneizado, y formado vía equipo extrusión, resultando un esquinero plástico.

En la extrusora el material se dosifica en forma continua desde la tolva, pasa al cilindro calentado externamente por medio de resistencias eléctricas y mediante un tornillo sin fin hace avanzar el material fundido, homogenizándolo hasta salir por la boquilla colocada en el extremo. La boquilla tiene una abertura diseñada en función de la forma del esquinero o perfil.

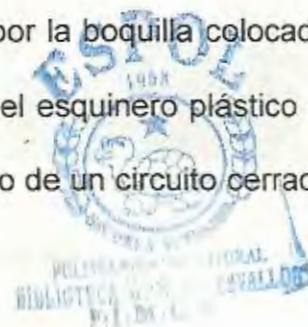




Figura No. 6.4.- Área de Extrusión y Enfriamiento

QUINTA ETAPA: ENFRIAMIENTO

Una vez que el material extrusado comienza a salir por la boquilla colocada en el extremo de la máquina, se comienza a formar el esquinero plástico el cual es recibido en un recipiente refrigerado por medio de un circuito cerrado de agua.



SEXTA ETAPA: CORTE Y EMBALAJE

Una vez que el esquinero plástico ha sido enfriado comienza a emerger fuera del recipiente refrigerado, y aquí es recibido por un operario, el cual con un flexómetro o un esquinero fabricado, determina la longitud del nuevo esquinero plástico y lo corta por medio de una sierra .

El operario determina visualmente si el esquinero plástico es de buena calidad o no, si resulta el primer caso, el esquinero es empacado en número de cien, si resulta el segundo caso, el esquinero es devuelto para reciclarlo y luego volver a utilizar su material en el proceso productivo mencionado anteriormente.



Figura No. 6.5.- Área de Corte y Embalaje

6.6 Matriz de evaluación de soluciones

Cuando se han determinado los casos de estudio y también los monitoreos de los múltiples factores a partir de indicadores, en ese momento se puede pensar en implementar una solución, tal como se muestra en el anexo.

Pero a veces resulta que para un mismo problema hay varias soluciones, en este caso en particular se puede recurrir al uso de la matriz de evaluación de datos, utilizando las opciones encontradas. Se la calificará y se le dará la importancia a cada una de las opciones y se elegirá la que más se ajuste con la realidad de la industria.

En base al análisis de los siguientes cuadros se desarrolló la siguiente matriz:

MP – Materias primas y auxiliares		
Consumo / mes	Severidad	
	Prod.peligroso	Prod. No pel.
Hasta 30 % del consumo total	2	1
Del 31 al 60 % del consumo total	3	2
Del 61 al 100 % del consumo total	4	3



Nivel	Descripción	Peso
Baja	Eventos que afectan al ambiente, pero que mediante una acción sencilla inmediata, el potencial de daño puede ser remediado. Ejemplo: derrame o vertido de aceite en una cant. Inferior a 20 litros u otros residuos de similar valor.	1
Mediana	Eventos que afectan el ambiente, pero que mediante una acción sencilla inmediata, con la provisión de los recursos o apoyo, el potencial de daño puede ser remediado. Ejemplo: derrame o vertido de aceite en una cantidad Inferior entre 20 litros a 200l u otros residuos de similar valor.	2
Alta	Eventos que tienen potencial de causar daños significativos al ambiente. Ejemplo: derrame o vertido de aceite en una cantidad Superior a 200 litros u otros residuos de similar valor.	3
Baja	El aspecto ocurre esporádicamente, sin tuberías, ocasionando vertidos de producto químico.	1
Mediana	El aspecto ocurre frecuentemente (semanal, quincenal, mensual). Es planificado. Ejemplo: Cambio de aceite de una máquina.	2
Alta	El aspecto ocurre continuamente. Ejemplo : Consumo de agua y energía eléctrica.	3

6.7. Planilla de análisis de facturas Eléctricas Anuales

Esta planilla se utiliza para tener conocimiento del uso de la energía eléctrica a lo largo del año, para así poder conocer:

- La demanda eléctrica mensual
- El consumo de la energía: constante o variable.
- Consumo específico: Es el consumo en kwh por peso de producción en tonelada o kilogramo.
- Los impuestos que se pagan por usar la energía eléctrica.
- El factor de potencia, sea este menor, igual o mayor a 0.92 .

Utilizando estos factores podemos observar en qué mes el consumo específico es más alto, si existe un mal cálculo en el dimensionamiento de maquinarias, entre otros.

Informaciones sobre energía

Consumo de energía eléctrica

Mes 1	32000	kWh	Mes 7	32880	kWh
Mes 2	38000	kWh	Mes 8	43000	kWh
Mes 3	35000	kWh	Mes 9	37000	kWh
Mes 4	40000	kWh	Mes 10	35880	kWh
Mes 5	42000	kWh	Mes 11	43000	kWh
Mes 6	38000	kWh	Mes 12	48000	kWh

Estadísticas del consumo de energía eléctrica

Consumo medio mensual:	38730	kWh
Consumo mínimo mensual:	32000	kWh
Consumo máximo mensual:	48000	kWh
Consumo anual	464760	kWh

Gastos con energía eléctrica:

Consumo medio mensual:	2711	US\$
Costo unitarios:	0.07	US\$/kWh
Consumo máximo mensual:	3360	US\$
Consumo anual	32533	US\$

6.8 Balance de masa de entrada y salida del proceso productivo

En la matriz siguiente es donde se realiza un balance de masa de las entradas y salidas de las etapas del proceso productivo de la industria ECOPLASTIC.

Este balance de masa tiene como base fundamental el flujograma del proceso productivo de la empresa anteriormente mencionada, con la salvedad de que éste debe ser para un periodo de tiempo definido, y se especifica la referencia de realización.

En el balance de masa, las materias primas, insumos y auxiliares, el agua, energías consumidas son separadas por medio de diferentes columnas. Tanto en la entrada y en la salida se detallan los elementos que intervienen.

Al final de este balance de masa se debe presentar el total de los productos con su peso respectivo, de las entradas y de las salidas. Lo importante de este balance de masa, es que facilita la visualización de la cantidad de material que se esta reprocessando en cada etapa.

Así podemos determinar que en esta etapa se está produciendo mayor consumo de agua y de energía, si hay o no problemas ambientales por residuos, emisiones o efluentes generados.

La producción de esquineros en el año 2003 de evaluación fue de 1,680,000 esquineros, cada esquinero pesa 0.58 kg., resultando un valor de la producción de 974,400 kg. por año.

6.9 Viabilidad Económica

Aunque se ha tratado de este tema indirectamente en la matriz de evaluación de datos, lo que todo empresario quiere saber es cuando va a recuperar su inversión, y la rentabilidad de implantar cada uno de los estudios de caso. Mediante estas planillas se demuestra que los casos escogidos tienen un tiempo de inversión justificables, y que se evalúe no solamente costos tácitos, sino costos humanos y evitar multas y hasta cierre de las instalaciones, por uso indebido de recursos.

6.10 Evaluación de los aspectos ambientales legales

A los aspectos ambientales legales se les tendrá que hacer la evaluación, para comprobar que la industria está cumpliendo con ellas.

La producción más Limpia tiene como objetivo tratar de no aplicar controles de contaminación al fin del proceso, o sea cuando ya se hizo la contaminación, sino que persigue que para cada etapa del proceso se reduzca al máximo la generación de salidas.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO

Art.23.- El estado reconocerá y garantizará a las personas: el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación. La ley establecerá las restricciones al ejercicio de determinados derechos y libertades, para proteger al medio ambiente.

LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL (R.O Nº 245 del 30 de julio de 1999).

Art.-12. Son obligaciones de las Instituciones del Estado del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia, lo siguiente:

- e) Regular y promover la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales en armonía con el interés social; mantener el patrimonio natural de la Nación, velar por la protección y restauración de la diversidad biológica, garantizar la integridad del patrimonio genérico y la permanencia de los ecosistemas.
- f) Promover la participación de la Comunidad en la formulación de políticas para la protección del medio ambiente y manejo racional de los recursos naturales; y.
- g) Garantizar el acceso de las personas naturales y jurídicas a la información previa a la toma de decisiones de la administración pública, relacionada con la protección del medio ambiente.

Art.- 23. La evaluación del impacto ambiental comprenderá:

- a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada;

- b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución; y,
- c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.

Art.- 26. En las contrataciones que, conforme a esta Ley deban contar con estudios de impacto ambiental, los documentos precontractuales contendrán las especificaciones, parámetros, variables y características de estos estudios y establecerán la obligación de los contratistas de prevenir o mitigar los impactos ambientales. Cuando se trate de concesiones, el contrato incluirá la correspondiente evaluación ambiental que establezca las condiciones ambientales existentes, los mecanismos, para de ser el caso, remediarlas, y las normas ambientales particulares a las que se sujetaran las actividades concesionadas.

Art.- 39. Las Instituciones encargadas de la administración de los recursos naturales, control de la contaminación ambiental y protección del medio ambiente establecerán con participación social, programas de monitoreo de estado ambiental en las áreas de su competencia; estos datos serán emitidos al Ministerio del ramo para su sistematización; tal información será pública.

Art.- 40. Toda persona natural o jurídica que en el curso de sus actividades empresariales o industriales estableciere que las mismas puedan producir o están produciendo daños ambientales a los ecosistemas esta obligada a informar sobre ello al Ministerio del ramo o las Instituciones del Régimen seccional autónomo.

Ley Especial de Descentralización del Estado y de Participación Social (R.O.169/8/10/97)

Art.- 9. La función ejecutiva deberá efectuar la transferencia definitiva a los Municipios de las funciones, atribuciones, responsabilidades, y recursos, especialmente financieros, materiales y tecnológicos de origen nacional y extranjeros, para el cumplimiento de la atribuciones y responsabilidades.

Literal i) Controlar, preservar y defender el medio ambiente.

Los Municipios exigirán los estudios e impacto ambiental necesarios para la ejecución de las obras de infraestructura que se realicen en su circunscripción territorial.

LEGISLACIÓN AMBIENTAL.

Libro VI Anexo 1: 4.2.2 Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público.

4.2.2.1 Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Incluye:

b) Gasolina petróleo, aceites vegetales y animales, hidrocarburos clorados, ácidos y álcalis.

4.2.2.2 El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad podrá solicitar a la Entidad Ambiental de Control, la autorización necesaria para que los regulados, de manera parcial total descarguen al sistema de alcantarillado efluentes, cuya calidad se encuentre por encima de los estándares para descarga a un sistema de alcantarillado, establecidos en la presente norma.

El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad deberá cumplir con los parámetros de descarga hacia un cuerpo de agua, establecidos en esta norma.

Criterios de calidad para aguas de uso industrial

Se entiende por uso industrial del agua su empleo en actividades como:

- a) Procesos industriales y/o manufactureros de transformación o explotación, así como aquellos conexos o complementarios;
- b) Generación de energía y
- c) Minería.

Para el uso industrial, se deberán observar los diferentes requisitos de calidad correspondientes a los respectivos procesos, aplicando el criterio de tecnología limpia que permitirá la reducción o eliminación de los residuos (que pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos).

Los diferentes sistemas de drenaje en una industria para aguas lluvias, Industriales y pluviales, deberán tener sus respectivos colectores.

Está prohibida la infiltración al suelo, de efluentes industriales tratados y no tratados, sin permiso de la Autoridad Ambiental de control.

Legislación Ambiental. Libro VI. Anexo 5

4.1.1.5 Las fuentes fijas emisoras de ruido deberán cumplir con los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos correspondientes a la zona en que se encuentre el receptor.

4.1.8 Medidas de Prevención y mitigación de ruidos:

a) Los procesos industriales y máquinas, que produzcan niveles de ruido de 85 decibeles A o mayores, determinados en el ambiente de trabajo, deberán ser aislados adecuadamente, a fin de prevenir la transmisión de vibraciones hacia el exterior del local. El operador o propietario evaluará aquellos procesos y máquinas que, sin contar con el debido aislamiento de vibraciones, requieran de dicha medida; y,

b) En caso de que una fuente de emisión de ruidos desee establecerse en una zona en que el nivel de ruido excede, o se encuentra cercano de exceder, los valores máximos permisibles descritos en la norma, la fuente deberá proceder a las medidas de atenuación de ruido aceptadas generalmente en la práctica de ingeniería, a fin de alcanzar cumplimiento con los valores estipulados en esta norma. Las medidas podrán consistir, primero, el reducir el nivel de ruido en la fuente, y segundo, mediante el control en el medio de propagación de los ruidos desde la fuente hacia el límite exterior o lindero del local en que funcionará la fuente. La aplicación de una o ambas medidas de reducción constará en la respectiva evaluación que efectuará el operador u propietario de la nueva fuente.

1. Desarrollo y selección de Estudios de Casos

7.1 Estudio del Caso 1: Cambio de Potencia a Motores de Aglutinadoras

Para decidimos por esta oportunidad de Producción mas Limpia se consideraron algunos temas importantes, como tratar que el rendimiento en lo que se refiere a la producción por hora no disminuya en las aglutinadoras, a pesar de que disminuyamos la potencia de los motores de las aglutinadoras de 100 HP a 50 HP.



Figura No. 6.- Proceso de Aglutinación)

Aglutinadoras	Corriente a plena carga	Corriente medida en motor funcionando	Producción Kg./ h
Motor 100 HP	248 A	105 A	50
Motor 50 HP	130 A	53 A	50

Factor de utilización (motor 100 HP) = $(105 \text{ A} / 248 \text{ A}) * 100 = 42.33 \%$

Factor de utilización (motor 50 HP) = $(53 \text{ A} / 130 \text{ A}) * 100 = 40.76 \%$

Como se puedes notar a simple vista la corriente del motor de 100 HP es el doble que la corriente del motor de 50 HP por lo que nos damos cuenta que se produce un ahorro energético del 50 %.

En la planta se implemento el cambio del motor de una extrusora de 100 HP a 50 HP y se pudo comprobar durante su funcionamiento que el rendimiento de su producción se mantenía en 50 Kg. / h . Con lo que se puedo concluir que este es un caso de Producción mas Limpia muy bueno.

7.2 Estudio del Caso 2: Corrección del Factor de Potencia.

Utilizando la información en las planillas eléctricas se determinó un caso de mejoramiento económico, pues la empresa tenía bajo su factor de potencia el cual estaba en 0.86, y la Empresa Eléctrica exige que el factor de potencia sea como mínimo 0.92.

Debido a este bajo factor de potencia la Empresa Eléctrica penaliza a la compañía Ecoplastic con una multa de \$ 180 mensuales.

El factor de potencia es aquel que mide el grado de eficiencia del uso de la energía por parte del sistema eléctrico de la empresa.

En este caso el factor de potencia de la empresa es 0.86. Esto nos indica que la empresa sólo consume efectivamente el 86 % de la energía

suministrada por la empresa eléctrica, el 14 % de la energía generada se pierde en las líneas y motores.

Debido a esto es que la empresa penaliza a la compañía con una multa.



Figura No. 7.- Proceso de Molido de Esquineros Defectuosos

Para evitar esta situación se escogió como un caso de Producción mas Limpia la instalación de un banco de capacitares que eleve el factor de potencia de 0.86 a 0.92 como mínimo, pero la tendencia es corregirlo con un buen margen para no tener problemas futuros cuyo valor podría ser 0.98.

Forma de calcular:

En la tabla 10-11 de la página 10 – 132 del manual de ingeniería eléctrica se tiene lo siguiente:

Factor de potencia corregido (%)	
Factor de potencia actual (%)	98
	⋮
86	0.390

Como la planta Ecoplastic tiene una carga de 330 Kw. a un factor de potencia de 0.86 y quiere corregirlo a 0.98 la capacidad del banco de capacitares se la calcula de la siguiente manera:

Capacidad del banco = $330 \text{ kw.} \times 0.39 = 128.7 \text{ KVAR}$ aproximando sería 130 KVAR.

La eficiencia del equipo de generación, transmisión y distribución mejora cuando los equipos funcionan cerca del factor de potencia de la unidad .

Con la instalación del banco de capacitores a más de ahorrarnos la multa, también estamos disminuyendo el consumo eléctrico en un 5 %, pues nuestro sistema opera en forma eficiente ya que nuestros motores tendrán menos pérdidas por calentamiento y su eficiencia aumentará considerablemente.

$$1,219,392 \text{ kwh /a} \times 0.05 = 60,969.60 \text{ kwh/a}$$

$$(1 - ((0.86 / 0.98) \times 100)) = 12.24 \%$$

$$60,969.60 \text{ kwh.} \times 0.1224 = 7,462.68 \text{ kwh.}$$

$$\text{Ahorro económico al año} = 7,462.68 \text{ kwh.} \times \$ 0.07 = \$ 522.38$$

7.3 Estudio del Caso 3: Construcción de Torre de Enfriamiento

Analizando el proceso de enfriamiento de los esquineros plásticos se encontró otra oportunidad de aplicar los principios de Producción Más Limpia.

Estudiando el funcionamiento del sistema de enfriado de los esquineros nos dimos cuenta que a pesar de tener un circuito cerrado el agua que circula debido a su temperatura elevada es evacuada directamente al alcantarillado dos veces diaria y vuelta a cambiar.

El volumen vertido es $1.5 \text{ m}^3 \times 2 \times 365 \text{ días} = 1,095 \text{ m}^3$ al año

El agua caliente a temperatura de $37 \text{ }^\circ\text{C}$ no enfría eficientemente los esquineros plásticos motivo por el cual estos salen defectuosos, por este motivo es que es necesario cambiar dos veces al día dicho volumen de agua.

Debido al gran volumen de agua desperdiciado se recomendó para evitar este problema la construcción de una torre de enfriamiento en donde al agua se le pueda bajar su temperatura hasta en unos $10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Así mismo calculamos el agua de reposición considerando la evaporación del agua la cual está alrededor de un 5% de 3 m^3 .

Agua de reposición = $0.15 \times 365 \text{ días} = 54.75 \text{ m}^3$

Consumo de agua con torre de enfriamiento = $3 + 54.75 = 57.75 \text{ m}^3$ al año.

Ahorro en consumo de agua anual = $1,095 - 57.75 = 1,037.25 \text{ m}^3$

$1,037.25 \text{ m}^3$ por año \times $\$ 0.7 = \$ 726$

Se monitoreó la temperatura del agua tanto al inicio como al final del

Temperatura Inicial del agua en el proceso ($^\circ\text{C}$)	Temperatura final del agua en el proceso ($^\circ\text{C}$)
27	37

proceso.



Figura No. 8.- Proceso de Enfriamiento

8. Resultado de los Casos

Hecho el análisis técnico y económico se presentan los siguientes resultados que indican que los proyectos con oportunidades de aplicar Producción Mas Limpia son viables en todo aspecto.

CASO 1: CAMBIO DE POTENCIA DE MOTORES DE AGLUTINADORAS

Refiriéndonos al caso 1 podemos darnos cuenta que los resultados obtenidos después de aplicar Producción más Limpia son excelentes, pues tenemos un beneficio económico de \$ 27,594 , resultado que dividido para 12 meses nos da un ahorro mensual de \$ 2,299.50 .

Dividiendo el costo de la inversión que es \$ 3,300 para \$ 2,299.50 obtenemos el tiempo de recuperación que resulta ser 1.43 meses.

Con lo cual podemos decir que es un buen caso de Producción mas Limpia.



Figura No. 9.- Área de Molido

CASO 1 CAMBIO DE POTENCIA A MOTORES DE AGLUTINADORAS

- **Costo del Cambio**
- Los 3 motores tienen un costo de USD3.000
- El costo de la mano de obra es de USD300

TOTAL USD3.300

Costo operacional antes de la P+L

	Consumo por año Kwh/año	Producción Kg.	Costo Energético USD
Aglutinadora	788,400	438000	55,188

Costo operacional después de la P+L

	Consumo por año Kwh/año	Producción Kg.	Costo Energético USD
Aglutinadora	394,200	438000	27,594

Tiempo de recuperación $3300 / 2299.50 = 1.43$ meses (0.11 años)

Beneficio Económico:

Consumo Kw/h	Ahorro USD
394,200	27,594

CASO 2: CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Analizando los resultados obtenidos después de aplicar $P + L$, es decir después de haber instalado el banco de capacitores, observamos que tenemos dos tipos de ahorro económico.

1. Ahorro económico, debido que al instalar el banco de capacitores corregimos el factor de potencia y por consiguiente desaparece la multa de \$ 180 mensuales impuesta en la planilla de energía por la Empresa Eléctrica
2. Otro ahorro económico se produce ya que al corregir el factor de potencia, la eficiencia de aprovechamiento en el uso de la energía eléctrica del sistema mejora en un 5 %.

De los resultados obtenidos vemos que el tiempo de recuperación es de 9.39 meses.

Por lo cual podemos concluir que este es un buen caso de Producción Más Limpia.

- Costo del Cambio

Descripción	Cantidad	Costo Unit. USD	Costo Total USD
Banco de Capacitores	1.00	1,200.00	1,200.00
Materiales Eléctricos	1.00	400.00	400.00
Mano de Obra	1.00	500.00	500.00
		TOTAL	2,100.00

-Costo Operacional después de la P + L

Consumo	Producción Ton/año	Costo Energético
1,219.392	1,232.92	85,357.44 + 12 (180)

-Beneficio Económico

Consumo Kw/h	Ahorro Económico
7,462.68	\$2,682.44

$$\$2,682.44/12 = \$223.54$$

$$\text{Tiempo de Recuperación: } 2,100/223.54 = 9.39 \text{ meses (0.78 años)}$$

CASO 3: CONSTRUCCIÓN DE UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO PARA SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE ESQUINEROS

Analizando los resultados obtenidos podemos ver que este es un caso en que la inversión es de \$ 3,200 y el beneficio económico es de \$ 726.08 al año, por lo que el tiempo de recuperación es de 4.40 años.

Como podemos ver este caso no representa un buen ahorro económico y lo que es más el tiempo de recuperación de la inversión es muy largo.

Mirando este caso desde el punto de vista ambiental vemos que resulta bastante beneficioso para la empresa, pues resulta ser una gran oportunidad para que esta no tenga problemas con las autoridades y organizaciones ambientales, si toma todas las medidas ambientales necesarias.

Pues esta se encuentra:

1. Vertiendo al alcantarillado agua caliente a temperatura de 37 C.
2. Esta agua que se utiliza para enfriar los esquineros plásticos se contamina con toda seguridad.
3. Su personal de planta no usa los elementos de seguridad industrial adecuados.

Por lo que se recomienda a la empresa lo siguiente:

- ❖ Realizar una caracterización del agua del sistema de enfriamiento, para analizar que tipo de substancias se encuentran presentes en el agua.
- ❖ Realizar un análisis de COV 'S , para analizar los tipos de emisiones que se producen en la etapa de extrusión.
- ❖ Realizar un análisis de ruido, para de esta manera tomar las medidas necesarias para proteger al personal de planta.
- ❖ Instruir al personal sobre el tema de la seguridad industrial y el uso de accesorios de protección.

– **Costo del Cambio**

	COSTO
Torre de enfriamiento	\$2,000.00
Bomba de 1 hp	Existente
Mano de obra	\$ 600.00
Mantenimiento	\$600.00
Total	\$3,200.00

- **Costo operacional antes de la P+L**

Equipos	Consumo Kwh año	Consumo de agua m ³	Costo anual Agua	Costo energético
Bomba de agua de 1 hp	6,535			\$457.44
Desperdicios agua		1,095	\$766.50	
	6,535	1,095	\$766.50	\$457.44

- Costo operacional después de la P+L

Equipos	Consumo Kwh año	Consumo de agua m ³	Costo anual Agua	Costo energético
Bomba de agua de 1 hp	6,535			\$457.44
Desperdicio s agua		57.75	\$40.42	
	6,535	57.75	\$40.42	\$457.44

- Beneficio económico

Tiempo de recuperación $3,200 / 60.5 = 52.89$ meses (4.40 años)

Consumo m ³	Ahorro económico
1037.25	\$726.08

CUADRO FINAL DE RESULTADOS

Caso	Costo Inversión	Beneficio (año)	Tiempo de Recuperación
I Bajar potencia de extrusoras	\$3300	\$ 27,594.00	0.12 años (1.43 meses)
II Corrección de factor de potencia	\$2100	\$ 2.682.44	0.78 años (9.39 meses)
III Const. Torre de enfriamiento	\$3200	\$ 726.08	4.40 años (52.89 meses)
Total	\$8,600	\$ 31,002.52	

CAPITULO 9

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El problema del alto costo de la energía eléctrica es una preocupación de todos. De acuerdo a estadísticas y a estudios ya elaborados se ha determinado que tenemos la energía eléctrica mucho más cara que otros países.

Esta es una de las razones por las cuales algunas empresas ecuatorianas han emigrado a países hermanos como Perú , Colombia, en busca del medio energético mas barato para tener una rentabilidad.

Es por esto que el programa de producción mas limpia busca ante todo el ahorro económico en todos los procesos productivos cuidando el medio ambiente.

Es por esto que en este pequeño trabajo hemos escogido 2 casos de oportunidades de producción mas limpia en el tema energético.

Se recomienda al Gerente y Ejecutivo de la empresa Ecoplastic implementar la totalidad de los tres casos que se han determinado utilizando la técnica de producción mas limpia. Pues estos proyectos van a producir en la empresa



un gran efecto de ahorro económico, lo cual ayudará a la empresa a capitalizarse.

Se recomienda realizar una caracterización del agua del sistema de enfriamiento de los esquineros plásticos para determinar que tipo de sustancias se encuentran disueltas, para de esta manera tomar las medidas adecuadas y no tener ningún tipo de problema con las autoridades ambientales.

También se sugiere que en el proceso productivo se lleve a cabo un análisis de VOC'S para analizar el tipo de emisiones existentes, para de esta manera tomar las medidas adecuadas. Es necesario que se realice un análisis de ruido y de material particulado.

Se recomienda cuando se vayan a implementar los casos ya mencionados hacerlos bajo la dirección de profesionales afines a la rama a la que pertenecen los casos.

Se han hecho todos los esfuerzos por analizar todos los casos tanto desde el punto de vista técnico como económico, teniendo resultados excelentes que alientan a la empresa a invertir en dichos proyectos.

Se recomienda a los directivos de la empresa a realizar año a año la llenada de los manuales que quedan en la empresa para que siempre estén en la

búsqueda de buenas oportunidades en donde aplicar Producción Mas Limpia.

BIBLIOGRAFIA

1. Texto unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, Ecuador Corporación de Estudios y publicaciones.
2. Código de Trabajo, Ecuador, Edijur 2004
3. Minimización de la Contaminación Industrial por la promoción de Tecnología de Producción Mas Limpia de Bogota, DC
4. Seminario de orientación para asistencia técnica a empresas, Ing. Ana Oestreich.
5. Análisis Económico Financiero, Apuntes de curso año 2004.
6. Viabilidad Económica de Proyectos, Apuntes de curso año 2004
7. Sistema de Gestión Ambiental E ISO 14001. Apuntes de curso 2004-09-