

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Ciencias Ambientales

Trabajo de Fin de Carrera previo a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (PML) EN
LA EMPRESA METALMECÁNICA ESACERO S.A.

Autora:

Melania Intriago Loor

Directora:

M.Sc. Laura Huachi

Quito – Ecuador

2011

ÍNDICE GENERAL

1. GENERALIDADES Y JUSTIFICACIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Breve descripción de la empresa	2
1.3. Problemática a resolver	3
1.4. Justificación	3
1.5. Objetivos	4
1.5.1. Objetivo General	4
1.5.2. Objetivos Específicos	4
1.6. Alcance	4
2. marco teórico	5
2.1. Producción Más Limpia (PML)	5
2.1.1. Antecedentes de la PML	5
2.1.2. Conceptos básicos de PML	6
2.1.3. Niveles de aplicación de PML en las empresas	9
2.1.4. Barreras para la aplicación de PML (Van Hoof, Monroy, & Saer, 2007) 11	
2.1.5. PML como estrategia de competitividad	13
2.1.6. Herramientas de PML	14
2.2. Industria de Manufactura Metalmecánica	17
2.2.1. Generalidades del sector	18
2.2.2. Descripción de los procesos	18
2.3. Introducción a los pilares de las 9s	25
2.3.1. Clasificación (Seiri)	27
2.3.2. Organización (Seiton)	27
2.3.3. Limpieza (Seiso)	28
2.3.4. Estandarización (Seiketsu)	28
2.3.5. Disciplina (Shitsuke)	28
2.3.6. Constancia (Shikari)	28
2.3.7. Compromiso (Shitsokoku)	29
2.3.8. Coordinación (Seishoo)	29
2.3.9. Sincronización (Seido)	30

3.	INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA.....	33
3.1.	Etapa 1: Planificación y Organización.....	36
3.1.1.	Compromiso de la gerencia	36
3.1.2.	Alcance y metas del Programa.....	37
3.1.3.	Eco-equipo	39
3.1.4.	Barreras y Soluciones	40
3.2.	Etapa 2: Preevaluación y Diagnóstico	41
3.2.1.	Diagnóstico Ambiental	41
3.2.2.	Desarrollo y estudio del diagrama de flujo de los procesos.....	42
3.2.3.	Identificación y Evaluación de los Aspectos Ambientales	44
3.2.4.	Prioridades para la implantación del Programa y principales indicadores	44
3.3.	Etapa 3: Estudios y Evaluación	45
3.3.1.	Balance de materiales y monitoreo	45
3.3.2.	Causas que originan ineficiencias y flujos contaminantes	49
3.3.3.	Preselección de oportunidades de PML y sus principales indicadores 50	
3.3.4.	Selección de las opciones PML.....	51
3.4.	Etapa 4: Estudios de viabilidad técnica, económica y ambiental (UNEP/UNIDO, 2004)	52
3.4.1.	Evaluación técnica.....	52
3.4.2.	Evaluación económica	52
3.4.3.	Evaluación ambiental.....	55
3.4.4.	Selección de las opciones factibles.....	56
3.5.	Etapa 5: Implementación y Planes de Seguimiento	56
3.5.1.	Plan de PML	56
3.5.2.	Implementación de las Opciones de PML	57
3.5.3.	Plan de Monitoreo	57
3.5.4.	Control de los Indicadores	57
4.	DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA.....	58
4.1.	Definición de la línea base de PML.....	58
4.2.	Diagnóstico Ambiental de ESACERO S.A.....	58
4.3.	Identificación y evaluación de los aspectos ambientales	63

4.4.	Cumplimiento normativo	66
5.	MEDICIONES.....	67
5.1.	Flujo del proceso	67
5.2.	Mediciones.....	68
5.2.1.	Tiempos Operativos	68
6.	ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD	71
6.1.	Factibilidad económica	71
7.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO 3S.....	73
7.1.	Selección de alternativa.....	73
7.2.	Implementación.....	73
7.2.1.	Búsqueda de consultores.....	73
7.2.2.	Planificación y entrenamiento.....	73
7.2.3.	Evaluación del nivel de las 5s.....	74
7.2.4.	Implementación de las 3s.....	75
7.2.5.	Mejoras implementadas en la bodega de ESACERO	78
7.2.6.	Mejoras implementadas en la bodega de METALECTRO.....	80
7.2.7.	Mejoras implementadas en Mantenimiento	82
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
8.1.	Conclusiones	83
8.2.	Recomendaciones	84
9.	REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA	86
10.	ANEXO 1	91
11.	ANEXO 2.....	174

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Definición de PML Fuente: (UNEP/UNIDO, 2004).	8
Figura 2.2. Esquema de los niveles de reducción de contaminación Fuente: (ONUDI, 1999)..	9
Figura 2.4. Posibles residuos generados en el proceso de almacenamiento Fuente: (ACERCAR, 2004).	20
Figura 2.5. Posibles residuos generados en el proceso de corte. Fuente: (ACERCAR, 2004).	22
Figura 2.6. Posibles residuos generados en el proceso de soldadura. Fuente: (ACERCAR, 2004).....	24
Figura 2.6. Evolución de las estructuras organizacionales. Fuente: (Daft & Marcic, 2006). ..	30
Figura 2.7 Sistema MRP. Fuente: (Cuatrecasas, 2003).....	31
Figura 2.8. Sistema KANBAN. Fuente: (Cuatrecasas, 2003).....	31
Figura 2.9. Sistema TOC. Fuente: (Cuatrecasas, 2003).....	32
Figura 3.1. Etapas de un programa de Producción Más Limpia Fuente: (Ruiz, Informe Final Proyecto "Estudios de Factibilidad de Producción Más Limpia en el Sector Productivo, 2011).....	34
Figura 3.2. Pasos de un programa de Producción Más Limpia Fuente: (Ruiz, Informe Final Proyecto "Estudios de Factibilidad de Producción Más Limpia en el Sector Productivo, 2011).....	35
Figura 3.3. Esquema general de un diagrama de flujo de una operación unitaria. Fuente: (Van Hoof, Monroy, & Saer, 2007).	43
Figura 3.4. Análisis cuantitativo de las entradas y salidas de un proceso productivo. <i>Elaborado por: Melania Intriago, 2010.</i>	47
Figura 4.1. Análisis, mediante un gráfico de Pareto, las compras realizadas en ESACERO en el período de Jun09-May10. <i>Elaborado por: Melania Intriago, 2010.</i>	59
Figura 4.2. Análisis, mediante un gráfico de Pareto, las compras de materias primas realizadas en ESACERO en el período de Jun09-May10. PM: planchas metálicas, VM: vigas metálicas.. <i>Elaborado por: Melania Intriago, 2010.</i>	60
Figura 4.3. Análisis, mediante un gráfico de Pareto, las compras de insumos realizadas en ESACERO en el período de Jun09-May10. Serv. de Galv.: Servicio de Galvanizado. <i>Elaborado por: Melania Intriago, 2010.</i>	60
Figura 4.4. Análisis del consumo de materia prima (t) en ESACERO durante el período de Jun09-May10. <i>Elaborado por: Melania Intriago, 2010.</i>	61
Figura 4.5. Generación de chatarra en ESACERO en el período de Jun09-May10. <i>Elaborado por: Melania Intriago, 2010.</i>	61

Figura 4.6. Análisis de la relación entre kg chatarra/kg acero procesado en ESACERO en el período de Jun09-May10. <i>Elaborado por: Melania Intriago, 2010.</i>	62
Figura 4.7. Análisis del consumo de electricidad durante el período de Jun09-May10. <i>Elaborado por: Melania Intriago, 2010.</i>	63
Figura 5.1. Operaciones principales del proceso. <i>Elaborado por: Melania Intriago, 2010</i>	68
Figura 5.2. Tiempos operativos en ESACERO SA. <i>Elaborado por: Melania Intriago, 2010.</i> ..	70
Figura 7.1. Capacitación al “equipo líder” de 25 personas.	74
Figura 7.3. Material visual colocado en pasillo (izq.) y en la planta industrial (der.).....	75
Figura 7.3. Sistema de organización de los elementos. Fuente: (Hiroyuki, 1995).....	76
Figura 7.4. Percha para el almacenamiento de las llaves en el área de bodega.	77
Figura 7.5. Implementación de las 3s en el área de almacenamiento de ESACERO S.A.	78
Figura 7.6. Mejoras implementadas en la bodega de la línea Metaelectro.	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Aplicación de PML a nivel de procesos.....	10
Tabla 2.2. Aplicación de PML a nivel de productos.....	11
Tabla 2.3. Procesos típicos mecánicos y de terminación del metal.	19
Tabla 2.4. El sistema japonés de las 9s.	26
Tabla 3.1. Ejemplo de un cronograma para el desarrollo de un Programa de PML.	38
Tabla 3.2. Registro de miembros del equipo de PML.....	40
Tabla 3.3. Ejemplos de obstáculos y soluciones en la implementación de un Programa de PML.....	40
Tabla 4.1. Valoración de la severidad para aspectos de entrada (insumos y materias primas).	64
Tabla 4.2. Valoración de la severidad para aspectos de salida	65
Tabla 4.3. Valoración de la probabilidad.	65
Tabla 5.1. Formato para la toma de tiempos. <i>Elaborado por Melania Intriago 2010.</i>	69
Tabla 7.1 Resultados de la inspección inicial de 5s.	75

RESUMEN

El siguiente estudio se lo realizó en la empresa de construcción metalmecánica, ESACERO S.A., ubicado en Quito-Ecuador, con una producción anual aproximada de 110 t, y un área operativa de 7000 m², con el objetivo de mejorar su desempeño ambiental. Se ejecutó un Programa de Producción Más Limpia, utilizando la metodología de la ONUDI, con el apoyo de la Secretaría del Ambiente de Quito y del Centro Ecuatoriano de Producción Más Limpia. Una vez identificadas y priorizadas las oportunidades de mejora, se seleccionó la técnica japonesa 9s, ya que era la opción más factible. Esta técnica se compone de nueve pilares, que llevados a cabo en conjunto permiten reducir los impactos ambientales negativos, ya que al utilizar únicamente los elementos de trabajo necesarios, en orden y limpios, se puede aumentar la producción y al mismo tiempo reducir residuos.. Sin embargo, este estudio comprende únicamente la implementación de los tres primeros pilares (3s: *Seiri, Seiton, Seiso*). Los resultados obtenidos de la implementación de las 3s en la empresa son visuales, y permiten contrastar el antes y el después, identificando una mejora representativa dentro de diversas áreas de la empresa. La principal conclusión de este estudio es la implementación del Programa PML en la empresa ESACERO.SA bajo la técnica de 9s es rentable, y está sostenido en los indicadores económicos obtenidos, que reflejan los beneficios de la inversión del proyecto a futuro, al mantener un periodo de recuperación en 1.87 meses, un TIR de 641% y un VAN de \$ 45.845

Palabras Claves: Producción Más Limpia, Industria Metalmecánica, 9s.

ABSTRACT

This study was conducted in the metalworking company ESACERO S.A., located in Quito – Ecuador, with an annual production of approximately 110t, and an operational area of 7000 m², with the aim of improving its environmental performance. Therefore a Cleaner Production Program was executed, using the methodology established by UNIDO, with the support of the Environmental Department of Quito and the Ecuadorian Cleaner Production Center. Several improvement opportunities were indentified and prioritized to start with the implementation of the Japanese technique 9s. This technique is composed of nine pillars, which all together allow to reduce the negative environmental impacts, because by using only the necessary objects, in order and cleanliness, production can be improved at the same time that all kind of wastes are reduced. However, this study covers only the implementation of the three first pillars (*3s: seiri, seiton, and seiso*). The results of the implementation of the 3s in the company are visual, and they allow the comparison between the before and after, identifying representative improvements in several areas of the company. The main conclusion of this study is that the 9s technique is cost-effective, this sustained on economical^o performance indicators, which reflect the benefits of the project's investments in the future, maintaining a recovery period of 1.87 months, a IRR of 641% and NPV of \$45.845

Key Words: Cleaner Production, Metal Mechanic Industry, 9.

1. GENERALIDADES Y JUSTIFICACIÓN

1.1. Antecedentes

El desarrollo industrial ha traído consigo el aumento de la generación de residuos sólidos, efluentes y emisiones, los cuales contaminan y causan daños a los ecosistemas. Son muchas las principales causas de la problemática anteriormente mencionada y durante las últimas décadas han surgido estrategias que buscan orientar el comportamiento de la industria hacia una mayor responsabilidad con el medio ambiente. En el sector industrial esta responsabilidad ha estado dirigida, en primera instancia, hacia la solución de los problemas manejándolos al final del proceso productivo, principalmente en el tratamiento de desechos y emisiones existentes. Ya que esta estrategia no ha tenido los resultados esperados han surgido nuevos instrumentos que promueven la reconversión industrial y la optimización de prácticas productivas. Uno de estos es Producción Más Limpia (PML), la cual es una estrategia integrada que sirve para eliminar o reducir los desperdicios en la fuente y por lo tanto la contaminación, usando menos materias primas, menos agua, menos energía y menos tiempo para hacer la misma cantidad de productos, actuando sobre los procesos, productos y servicios.

La Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) en pos de prevenir la contaminación ocasionada por el sector industrial, sin que las empresas pierdan rentabilidad, implementó el proyecto de Producción Más Limpia para realizar “*Estudios de Factibilidad de PML* en empresas del DMQ, a través de tesis de grado de estudiantes universitarios con la coordinación del Centro Ecuatoriano de Producción Más Limpia (CEPL). La Secretaría de Ambiente es la autoridad ambiental del DMQ y está encargada de la planificación, regulación, gestión, control técnico y evaluación de los sistemas naturales y urbano. Por su parte, el CEPL es un organismo técnico con amplia experiencia en la implementación de programas de PML en empresas del país, siendo su principal referente el “Programa para la Promoción de Procesos de PML en Empresas Ecuatorianas” que fue un proyecto con fondos no reembolsables del FOMIN-BID y donde se implementaron programas de PML en alrededor de 150 empresas del país con resultados importantes (Ruiz, Informe Final Proyecto "Estudios de Factibilidad de Producción Más Limpia en el Sector Productivo, 2011).

La empresa asignada para realizar este proyecto de fin de carrera es ESACERO S.A. la cual opera desde 1989 y se dedica a la construcción de estructuras metálicas tales como puentes metálicos, galpones, edificios, postes metálicos, etc.

A nivel latinoamericano se han desarrollado varias guías y manuales de procedimientos ambientales, orientados a la presentación de estrategias con profundidad en la prevención de la contaminación, una de ellas PML, que ha surgido como una respuesta ante la preocupación de las autoridades locales para poder garantizar un ambiente sano en las ciudades. Existen experiencias muy diversas de coordinación en gestión de PML. En el caso de Chile, la política es similar a la de Argentina, con una fuerte iniciativa por parte de las administraciones centrales y locales que impulsan leyes y programas con la finalidad de ampliar las posibilidades de generar procesos y tecnologías limpias (Gobierno de la ciudad de Buenos Aires, Agencia de Protección Ambiental). En Brasil existen dos vías principales de promoción de la PML, una local y otra multilateral, la primera protagonizada por el SENAI (Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial) y la segunda por el Centro de Producción Más Limpia apoyado por el gobierno Suizo. En otros casos, como el de Uruguay o Colombia, se impulsan programas a través de la combinación eficiente de proyectos de organismos multilaterales e instituciones locales. Colombia es el único caso, del que se tiene conocimiento, que ha elaborado una guía específica de oportunidades de PML para la industria metalmeccánica En Bolivia la PML es alentada por el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS), una asociación sin fines de lucro que recibe financiamiento de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Industrial, la Embajada Real de Dinamarca y de la Secretaría de Estados para Asuntos Económicos de Suiza. Hay casos, como Paraguay, donde el desarrollo del concepto de producción más limpia es aún incipiente.

1.2. Breve descripción de la empresa

ESACERO S.A. fue fundada en 1989, actualmente sus instalaciones se encuentran ubicadas al noreste del DMQ, en la parroquia de Calderón. Se especializa en la construcción metalmeccánica, lo cual incluye, edificios metálicos, puentes metálicos, puentes modulares, puentes tipo Bailey, puentes grúa, galpones industriales, soportes para tubería, centros comerciales, entre otros. En los últimos años se ha convertido en uno de los líderes en construcción metalmeccánica del Ecuador teniendo como principales clientes a Andes Petroleum, Conduto, Consermin, Fopeca, Petroecuador, etc. La planta industrial cuenta con

un área de 7000 m² en donde hay maquinaria especializada para procesar las materias primas, con un componente de talento humano de 120 empleados. La manufactura de esta industria está basada en la transformación de materias primas y en la elaboración de productos mediante la aplicación de procesos propios (ACERCAR, 2004). Su planta industrial está especializada en la producción a pedido o por órdenes individuales, y se organiza en forma de “taller”, esto es, de manera discontinua. La ubicación de la maquinaria no es única, ni permanece constante a través del tiempo, existe, en este caso, gran flexibilidad respecto a la manera en que se organiza la producción, llegando a casos en que varios productos son fabricados simultáneamente. Brinda asesoramiento y soporte técnico en el diseño de estructuras metálicas, basándose en el conocimiento científico tecnológico aportado por ingenieros, técnicos y operarios, incrementado por el conocimiento empírico e impulsado por software especializado. Además, presta servicios de construcción y montaje de proyectos. Dentro del sector metalmeccánico, según los códigos de Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), ESACERO S.A. queda contemplada en la categoría D281100¹ (Fabricación de Productos Para Uso Estructural).

1.3. Problemática a resolver

La contaminación causada por actividades manufactureras ha sido una temática poco abordada en estudios ambientales, a esto se le suma que Quito es uno de los principales polos de desarrollo industrial en el país y que una inadecuada gestión ambiental en este sector productivo podría desencadenar en un mayor aporte a la degradación ambiental de la ciudad si no se establecen correctivos. De manera más específica, el sector de la industria metalmeccánica carece de estudios ambientales y específicamente en Producción Más Limpia que estén relacionados con herramientas de calidad. La implementación de un programa Producción Más Limpia y el método japonés de las 3s mejora la producción al haber una disminución en los tiempos muertos.

1.4. Justificación

En el sector metalmeccánico se requiere aplicar mejores medidas de manejo ambiental enfocadas tanto a la transformación controlada de materiales como a la minimización de riesgos laborales. Crear controles de higiene en el trabajo para agentes físicos como ruido,

¹ En la página del SRI (www.sri.gov.ec) se puede encontrar una lista de todos los códigos CIIU.

para agentes químicos, mejoras en ergonomía y consideraciones de enfermedad ocupacional. A su vez, crear controles ambientales para emisiones atmosféricas y residuos sólidos ya que es más económico prevenir que remediar, tanto para la industria como para el ambiente. Además de que es urgente desarrollar e implementar el método de las 9s, y específicamente de las tres primeras, para mitigar el impacto ambiental de los procesos productivos, enmarcando en el concepto de la Producción Más Limpia, que involucra el aspecto de concientización (cambio de cultura), y mejoras de tecnologías para lograr una producción competitiva.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

- Mejorar el desempeño ambiental de la empresa metalmecánica ESACERO S.A., mediante la implementación de un programa de PML.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Identificar y analizar oportunidades de mejora dentro de la empresa ESACERO S.A.
- Incentivar la producción y mejorar las condiciones de trabajo de los operadores, mediante la técnica japonesa de las 3s (*Seiri, Seiton y Seiso*) en las áreas de bodega y mantenimiento.
- Proyectar, mediante un estudio de factibilidad, los beneficios de implementar PML.
- Establecer lineamientos generales para continuar con la implementación de las 3s en toda la empresa.

1.6. Alcance

El presente estudio considera la planta industrial de la empresa ESACERO S.A. que se encuentra ubicada en la parroquia de Calderón, en la ciudad de Quito.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Producción Más Limpia (PML)

2.1.1. Antecedentes de la PML

Actualmente la problemática ambiental se relaciona directamente con los impactos generados por los sectores productivos, siendo éstos uno de sus principales causas. Desde inicios de la Revolución Industrial, en Gran Bretaña, Europa y Estados Unidos en el siglo XIX los problemas ambientales se vieron agravados vertiginosamente, pues como consecuencia de la industrialización, se produjo una mayor urbanización. Ambos fenómenos fueron, y son, la causa fundamental de la contaminación del agua y del aire, problemas que las ciudades de aquella época fueron incapaces de manejar (Henry & Heinke, 1999).

Otras causas de aceleramiento de la problemática ambiental son el aumento de los niveles de pobreza y el incremento en los patrones de consumo. Respecto al último, se conoce que éste genera un aumento de la producción industrial, la cual requiere insumos, recursos naturales y procesos que demandan energía y generan contaminantes, lo que a su vez contribuye a un nuevo aumento del consumo. Se crea de esta manera un ciclo negativo que influye en la creciente presión sobre los recursos naturales. Dado lo anterior, en la actualidad, la forma en que opera nuestra sociedad industrial ya no es sostenible, y además, amenaza las oportunidades de desarrollo de los menos privilegiados y de las generaciones futuras (Mulder, 2007). El grado de afectación de los impactos generados por la sociedad industrial depende principalmente de las características específicas de las actividades, los productos y procesos que generan o emplean las empresas, de su ubicación geográfica y la capacidad de controlar, mitigar o prevenir los impactos ambientales, reflejo de la gestión ambiental empresarial (Van Hoof, Monroy, & Saer, 2007).

El tema ambiental se convierte de interés público a nivel internacional hace escasos treinta años, como uno de los elementos fundamentales del bienestar y del desarrollo universal. En la década de 1960, la mayoría de la gente creía que el medio ambiente natural era infinito. En 1962, Rachel Carson demostró en su libro *Primavera Silenciosa* que el uso de agroquímicos había creado serios problemas. En la década de 1980, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU, precedida por el primer ministro noruego Gro Harlem Brundtland introdujo el término “*desarrollo sostenible*” para designar

los desafíos para el desarrollo futuro del planeta. El desarrollo sostenible es una cuestión moral que se basa en asumir que todos los seres humanos tienen los mismos derechos a construir la vida que desean (sin lesionar los derechos de otros), entraña una redefinición y una revisión de conceptos como la producción, la riqueza y el interés (Mulder, 2007).

Existe controversia sobre el hecho de que una sola empresa pueda ser sostenible, sin embargo sí se puede establecer que la contribución individual de las empresas a una sociedad sostenible puede ser de gran importancia (Centro Nacional de Producción Más Limpia, 2005). El desarrollo sostenible invita a una nueva forma de pensar y analizar el desarrollo actual de las sociedades, en función de la problemática ambiental, social y económica, las cuales afectan las políticas gubernamentales, sus patrones de consumo y el contexto competitivo de los sectores productivos, haciendo énfasis en aquellos elementos que modelos de desarrollo tradicionales no han considerado.

Para que el desarrollo sostenible llegue a ser algo más que la mera formulación de un objeto deseable, debe ser definido con cierta precisión, dado el considerable grado de generalidad que presentan los pilares fundamentales del desarrollo sostenible; 1) solidaridad ínter e intrageneracional, 2) capacidad de carga de los ecosistemas y 3) la sostenibilidad social ambiental y económica. Es así que se han sucedido diversas propuestas para, partiendo de ellos, formular unos principios más explícitos y concretos. Sólo así se podrán derivar sistemas de criterios e indicadores para la evaluación de los avances hacia el desarrollo sostenible (Oñate, Pereira, Suárez, Rodríguez, & Cachón, 2002).

La concreción de la noción general de sustentabilidad para el ámbito específico de la actividad productiva tiene que ver con lo que suele llamarse *Producción Más Limpia* (PML), y aunque suene como un término contradictorio, ya que, en rigor, no es posible producir sin residuos: pero sí es posible producir sin contaminación (es decir, sin materiales que aparezcan “donde no deben estar”), y en particular sin residuos peligrosos (Riechmann, 2003).

2.1.2. Conceptos básicos de PML

En el sector industrial la responsabilidad por la generación de residuos sólidos, efluentes y emisiones ha estado dirigida hacia la solución de los problemas manejándolos al final del proceso productivo, principalmente en el tratamiento de desechos y emisiones

existentes. Como este enfoque toma las cosas al final, también se le denomina tecnología de “fin de tubo” y se caracteriza porque genera gastos adicionales de dinero y lo único que logra es desplazar los problemas. Los investigadores descubrieron que podrían ayudar a casi cualquier compañía a reducir los costos productivos con un análisis sistemático de las fuentes (Gobierno de la ciudad de Buenos Aires, Agencia de Protección Ambiental). Esta idea se ve reforzada por el hecho de que el objetivo principal de una industria es el de convertir la materia prima en un producto comercializable. Por lo tanto la generación de residuos y emisiones durante el proceso productivo puede ser considerada como un mal aprovechamiento de la materia prima utilizada y, por lo tanto, representa un costo adicional al proceso productivo.

El concepto de Producción Más Limpia nace de uno de los documentos fundamentales de la Cumbre de Río sobre medio ambiente y sostenibilidad, la denominada Agenda 21, en 1992. La Agenda 21 contiene un conjunto de programas destinados a alcanzar una guía para lograr el desarrollo sostenible, además abarca las diversas dimensiones del desarrollo, incluyendo los referentes a los patrones de producción y consumo, y en ella se da prioridad a la implantación de PML. Es en la Agenda 21 que se enfatiza que Producción Más Limpia también es un medio importante para alcanzar el desarrollo sostenible, como una estrategia para mejorar el desempeño ambiental, mientras se obtienen beneficios económicos y sociales. Es así que el concepto de PML surge ante la necesidad de diseñar un enfoque más general e integrado sobre los cambios en los procesos productivos, en tanto que supere el restrictivo de diversas técnicas que se venían utilizando, como “minimización de residuos” y “prevención de la contaminación”. El PNUMA considera que la PML constituye la “continua aplicación de una estrategia ambiental integrada y preventiva a los procesos y productos con el objeto de reducir los riesgos para la salud humana y el ambiente” y es, además, promovida porque opina que “ofrece una aproximación más sistemática y holística que la eco-eficiencia” (Bermejo, 2005). Adicionalmente, la UNEP promueve la *Declaración en Producción más Limpia*, la cual es una afirmación pública y voluntaria del compromiso en la práctica y la promoción de PML.

En resumen la PML es la continua aplicación de una estrategia ambiental preventiva, integrada a los procesos, productos y servicios, con el fin de mejorar la eco-eficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente (PNUMA/IMA, 1999). (Ver **Figura 2.1**). La experiencia del PNUMA es que la PML no es sólo un esfuerzo tecnológico, resulta

vital incrementar la concienciación de la gente acerca de los problemas ambientales y su relación con ellos (Fussler & James, 1998).

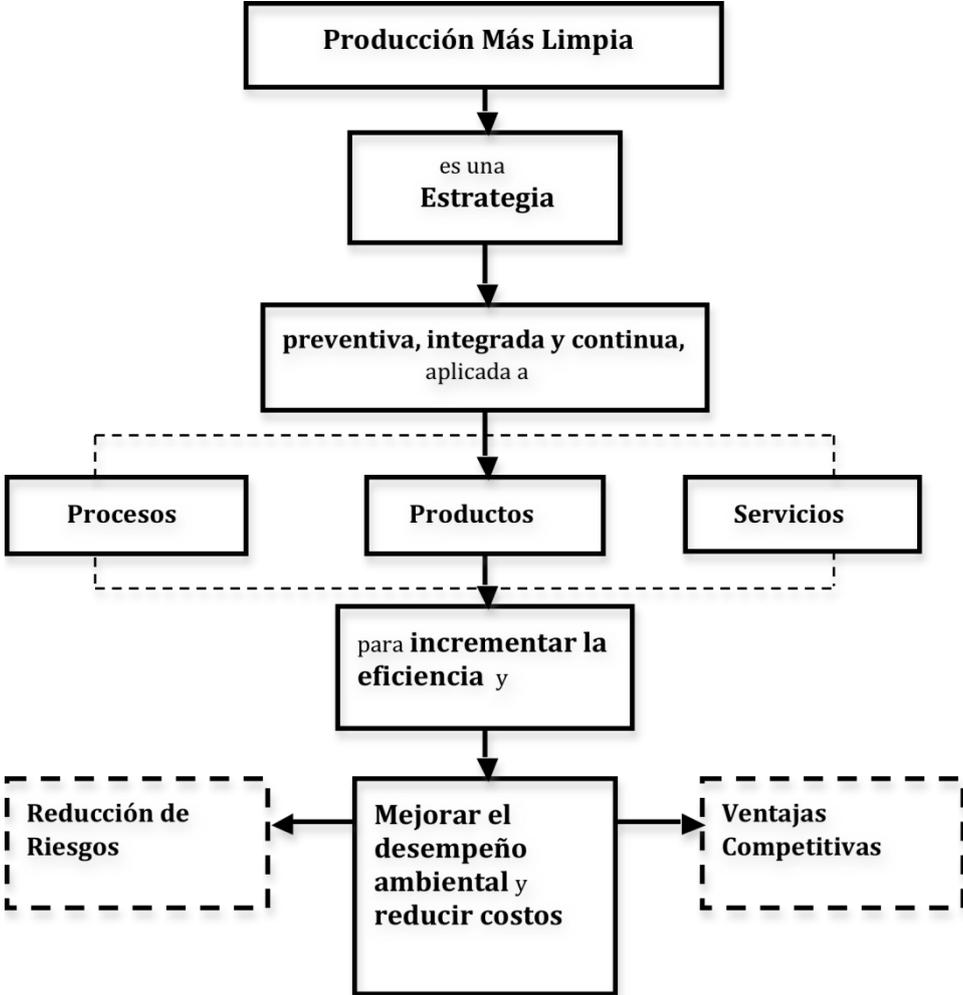


Figura 2.1. Definición de PML Fuente: (UNEP/UNIDO, 2004).

La PML reorienta la jerarquía de la gestión de los contaminantes, considerando las oportunidades de prevención de la contaminación antes de recurrir a medidas de reducción que a la larga generan costos de producción altos y menores beneficios al ambiente (Arroyave & Garcés, 2007). Esta gestión se realiza en cuatro niveles de acción (Ver **Figura 2.2**), dentro de los cuales se encuentran los niveles preventivos (la reducción y el reciclaje/reutilización) y los de control (tratamiento y disposición final).

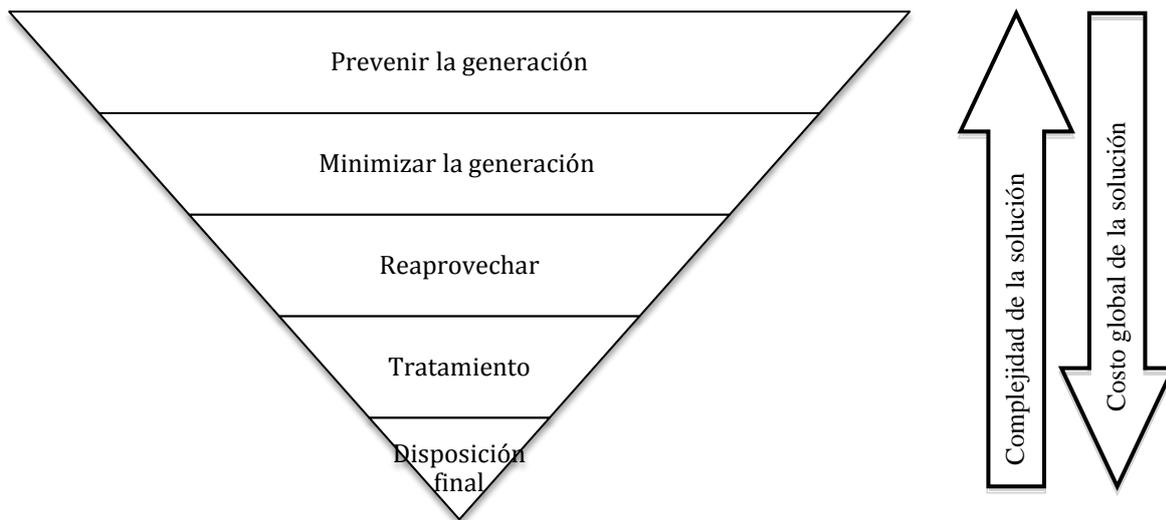


Figura 2.2. Esquema de los niveles de reducción de contaminación Fuente: (ONUDI, 1999).

2.1.3. Niveles de aplicación de PML en las empresas

Como estrategia, la PML, puede tener aplicación en diferentes niveles de una misma industria involucrando desde su misión hasta sus diferentes estrategias, sistemas, componentes, materiales y procesos. La aplicación de la estrategia de PML no sólo se limita a prevenir la contaminación por medio de una optimización de los procesos o de cambios en las tecnologías de producción. Hay que tener en cuenta que como estrategia *integral* la PML se aplica también a *productos y servicios*, además de *procesos* (Van Hoof, Monroy, & Saer, 2007).

a. Aplicación en procesos

La administración de los procesos de producción tiene como objetivo la aplicación de técnicas de ahorro de insumos (como la energía, agua y materia prima), como se ilustra en la **Tabla 2.1**. La optimización puede hacerse también mediante técnicas sencillas llamadas Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), o acciones simples y de bajo costo que se pueden implementar a lo largo de todo el ciclo productivo. Su importancia radica en que son medidas de carácter preventivo que buscan atacar las causas de los problemas por medio de medidas sencillas y económicas, sin recurrir a mecanismos tecnológicos que no puedan ser costeados, en su mayoría, por pequeñas o medianas empresas. Las buenas prácticas de manufactura se ajustan muy bien a los principios de PML, ya que buscan el uso eficiente de los recursos.

Tabla 2.1. Aplicación de PML a nivel de procesos.

Aspecto	Medidas
<p>Administración de procedimientos de producción</p> <p><i>Este aspecto involucra la racionalización de la secuencia de los procesos, combinando o modificando operaciones en el proceso para ahorrar materiales, energía y tiempo.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Control de consumo de salidas de agua, energía y materia prima. - Control de condiciones de operaciones unitarias (temperatura, presión, dosificación, tiempo, velocidad, control de calidad de insumos, etc.) - Recoger derrames o desechos en el transporte de partes o de productos. - Optimizar las configuraciones de las máquinas. - Minimizar desechos en cambios de operaciones. - Prevenir y optimizar el manejo de las materias primas y los escapes. - Optimizar mantenimiento (aislamientos térmicos, válvulas, recambios, limpieza, etc.) - Programación de la producción (inventarios, arranque y paro de máquinas, etc.).
<p>Cambios de tecnología</p> <p><i>Tecnologías nuevas son usualmente un recurso más eficiente en la disminución de energía y residuos, así mismo como pueden incrementar significativamente la producción.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza mecánica en vez de limpieza con solventes y/o detergentes. - Utilizar pintura en polvo en vez de pintura tradicional. - Verter químicos en un proceso de forma automática y no manualmente.
<p>Aprovechamiento de residuos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reciclaje interno del agua empleada en el proceso. - Reciclaje interno de los desechos del proceso. - Separación de empaques obsoletos. - Reuso como subproductos en otros procesos productivos.

Adaptado de: (Van Hoof, Monroy, & Saer, 2007)

b. Aplicación a nivel de productos

A este nivel, PML, busca identificar, desarrollar e implementar mejoras competitivas en los productos, tomando en cuenta las prioridades ambientales no sólo en la fase de fabricación del producto, sino a través de todo su ciclo de vida (*Ver **Tabla 2.2***).

Tabla 2.2. Aplicación de PML a nivel de productos.

Aspecto	Medidas
Sustitución de materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Sustituir solventes por agua (por ejemplo, tintas, derivados de petróleo, tintas a base de agua). - Evitar el uso de ácidos, cloritos, metales pesados, etc.
Rediseño del producto	<ul style="list-style-type: none"> - Usar materiales reciclados. - Disminuir el uso de materiales. - Utilizar empaques reutilizables. - Disminuir el consumo de energía y agua durante el uso. - Aumentar la durabilidad del producto.

Adaptado de: (Van Hoof, Monroy, & Saer, 2007)

c. Aplicación a nivel de servicios

La implementación de alternativas de PML también se puede dar en empresas de servicios, aunque la diferencia radica en que estas empresas no poseen un producto tangible que es fabricado y comercializado en el mercado, sin embargo pueden obtener mejoras por medio del establecimiento de analogías que asemejen sus servicios a productos, más cuando para su funcionamiento es importante el uso de insumos y materias primas (Van Hoof, Monroy, & Saer, 2007).

2.1.4. Barreras para la aplicación de PML (Van Hoof, Monroy, & Saer, 2007)

Existen diferentes factores que influyen en la competitividad de las empresas, los cuales pueden convertirse en “barreras” para la aplicación de la PML si no son bien manejados, o no son reconocidos, o bien en variables que no permiten la satisfacción de todas las necesidades de los actores interesados.

Las posibles barreras pueden estar relacionadas a:

- a. Conceptos y actitudes
- b. De mercado, relacionadas directamente con los clientes de la empresa. Por ejemplo:
 - Las preferencias por “productos verdes” no son suficientes para justificar los esfuerzos, inversión y riesgos que conlleva la satisfacción de dicha demanda.
 - Los mercado tienden a premiar por igual a productos o proceso que presenten aplicación de soluciones de “fin de tubo”, que aquellos resultantes de PML.

- c. Organización de la empresa; comunicación interdepartamental y de trabajo en equipo
- d. Tecnología
- e. Información, capacitación y educación
- f. Disponibilidad de personal
- g. Legislativas. Por ejemplo:
 - El establecimiento de límites para la emisión o descarga de contaminantes al ambiente no provee ningún incentivo para que la industria intente reducir la contaminación que “legalmente” genera.
 - Tendencia a dar prioridad, en tiempo e importancia, a las normas de comando y control, las cuales normalmente inducen a soluciones de “fin de tubo”, a corto plazo y localizadas (no integradas al proceso total como un sistema).
 - Politización de la legislación y acciones de la autoridad ambiental, que pueden llevar a favorecer acciones a corto plazo y parciales en detrimento de las soluciones anticipadas de PML, integrales y a largo plazo.
 - Insuficiente conocimiento de la legislación ambiental, el cual contribuirá a que los empresarios aumenten sus inversiones ambientales.
- h. Cuestiones económicas y financieras. Por ejemplo:
 - Falta de ofertas de financiamiento adecuadas, tanto por sus tasas de interés, como por los plazos, garantías y/o montos, entre otras condiciones.
 - Deficiencias en la divulgación de los mecanismos de financiamiento y en la agilidad para cumplir con los trámites. Muchas inversiones en PML se recuperan a mediano plazo. Ello dificulta las innovaciones en PML en empresas que exigen resultados económicos a corto plazo o frente a proyectos con períodos de recuperación más cortos (que compiten por los recursos).
 - El bajo costo de los recursos naturales puede no hacer atractivas las alternativas de PML que, con algún costo de inversión, tiendan a bajar su consumo. (Van Hoof, Monroy, & Saer, 2007).

Algunas actividades recomendadas para superar las barreras que surgen en la implementación de un proyecto de PML:

- Sensibilización del personal usando para ello los beneficios económicos y ambientales de la PML.

- Integración de los miembros de la empresa como un equipo que mejorará las condiciones de producción de la misma.
- Presentar estudios de caso de proyectos anteriores y los éxitos conseguidos con ellos.
- Recopilación de innovaciones tecnológicas de otras empresas del mismo sector.
- Presentación de resultados de evaluaciones económicas y ambientales de las actuales condiciones de producción en la empresa.

2.1.5. PML como estrategia de competitividad

La introducción de normas para la reducción de la contaminación ambiental provocada por las actividades productivas ha sido vista como un factor que eleva los costos de las empresas, ya que éstas deben responder a dichas regulaciones mediante inversiones y gastos operativos adicionales a aquellos requeridos para la marcha normal de sus negocios. Asimismo, en la medida en que las regulaciones ambientales impliquen mayores costos para una empresa, las oportunidades de inversión más rentables serán menos. De esto se puede esperar que la tasa de crecimiento económico de la empresa se vea reducida. En un análisis dinámico se puede postular que, en respuesta a las normas ambientales, es posible redireccionar los esfuerzos a través de otras alternativas y reducir costos. Porter (1995) afirma que la actividad económica es básicamente dinámica; la innovación es un fenómeno permanente en las sociedades modernas y está en la base del nuevo paradigma de competitividad internacional. La posición competitiva de una empresa dentro de su sector está definida, según Michael E. Porter (2009), por el actual poder de negociación sobre el valor agregado de la empresa frente a los “*stake holders*”, a saber: los inversionistas, trabajadores, clientes y la comunidad, y por la amenaza de una futura aparición de nuevos participantes o productos sustitutos. Las ventajas competitivas no surgen entonces de la eficiencia estática o la optimización micro sujeta a restricciones o a normativas ambientales, sino de la capacidad para innovar y mejorar continuamente. Por ejemplo, Warhurst (1995), afirma que los niveles de contaminación industrial están más relacionados con la eficiencia productiva y la capacidad innovativa de las firmas, que con el tamaño, la propiedad, localización de aquéllas o con los regímenes regulatorios en vigencia.

La importancia que los temas ambientales han adquirido a nivel mundial ha empezado a generar presión en las empresas ya que la capacidad de competir en el mercado tiene hoy una clara tendencia a ser determinada por la gestión ambiental empresarial. El Gobierno, los

clientes y la sociedad tienden a tener expectativas del desempeño ambiental corporativo. Hay evidencia de que las compañías ambientalmente eficientes son también financieramente, más exitosas a la larga, es así que los inversionistas están empezando a preferir estas organizaciones. La naturaleza de PML y su ciclo de mejora continua fortalece la capacidad de competitividad de las empresas y el manejo ambiental de la misma. Como ya se verá más adelante esto no se da automáticamente, sino que depende de una serie de etapas. Finalmente para que la aplicación de PML sea exitosa y resulte en una ventaja competitiva para la empresa, se deben perseguir soluciones integrales y rentables, que a la vez ofrezcan una gran perspectiva económica por medio de la innovación. La implementación de medidas preventivas que lleven a las industrias a ser más eficientes en el uso de recursos, generará en el corto y en el largo plazo beneficios económicos que redundarán en una mejor rentabilidad sobre el negocio (Politécnico Grancolombiano, 2004).

2.1.6. Herramientas de PML

Tanto el enfoque como el alcance de la aplicación de la estrategia de PML en la empresa dependen de las particularidades de la misma. Para identificar y desarrollar las acciones y alternativas preventivas apropiadas y prioritarias para la empresa existe una gama de herramientas, que se definen como técnicas concretas para obtener y combinar información que nos permita tomar decisiones sobre cambios en la operación de una organización. (Van Hoof, Monroy, & Saer, 2007). Existe una variedad de estas herramientas ambientales, las cuales pueden ser clasificadas dependiendo de su función, de la parte del proceso productivo que analizan, o del tipo de resultados que obtienen. Sin embargo, en este estudio sólo se mencionarán las más importantes y aquellas que sean relevantes. La determinación de la herramienta a utilizar es un proceso que se guía por la aplicación de ciertos criterios, tales como el tipo de información necesario, la función requerida y el tema de análisis.

Listas de Chequeo

Es una herramienta cualitativa que puede ofrecer una guía para el diseño, manejo ambiental, para establecer criterios de eco-etiquetas, etc. Las listas de chequeo consideran diversos aspectos tales como la capacidad de los elementos de ser reciclados, la minimización de sustancias peligrosas, y así.

Manuales Técnicos

Estos manuales son diseñados debido a que el proceso de implementación de PML normalmente se desarrolla en períodos largos, mayores a 12 meses (Vences, 2007). Si el tiempo de diagnóstico se reduce entonces los beneficios de PML son mucho más atractivos para una empresa. Por tal razón, se ha visto necesario desarrollar una herramienta práctica de corto tiempo de diagnóstico que a la vez reduzca los costos de la implementación de PML en una empresa. En los manuales se va recolectando los datos de la empresa en la que se va a trabajar, tales como el número de empleados, la secuencia de procesos, la producción anual, el consumo de agua, luz, etc. La información se ordena y se analiza de una forma comprensible y siguiendo un orden lógico, siempre buscando que la situación de la empresa se vea reflejada en los datos, y que estos sean accesibles en el futuro.

Matriz MED y Análisis del Ciclo de Vida

La matriz MED se basa en el concepto de ciclo de vida, la cual es una herramienta sumamente útil para determinar la importancia o no de evaluar los aspectos ambientales en las diferentes etapas de un producto determinada. La aplicación estricta de este análisis es muy costoso por la alta demanda de tiempo, de personal experto y de información, y por esta razón se realiza a grupos de empresas (Centro Nacional de Producción Mas Limpia, 2008). Por ello la matriz MED se basa en la metodología del análisis del ciclo de vida, ofreciendo una estructura que integra todo los impactos ambientales de una industria, y es una herramienta mucho menos costosa de lo que es el análisis del ciclo de vida. El nombre de matriz MED responde a las iniciales de materiales, energía y desechos, y tiene como función principal determinar la relación directa de los efectos generados por los diferentes impactos ambientales en las distintas etapas del ciclo de vida del producto.

Buenas Prácticas de Producción

La aplicación de estas disposiciones, según lo reportado por el Banco Mundial (1999), han llegado a presentar una reducción de hasta el 30% de las cargas contaminantes de la industria y los riesgos asociados. Son un diagnóstico rápido y sencillo adelantado por los empresarios y operarios para efectuar una producción menos contaminante. Su importancia radica, en que son medidas de carácter preventivo que buscan atacar las causas de los problemas a través de medidas sencillas y económicas de sentido común, sin recurrir a aspectos tecnológicos. Las buenas prácticas se ajustan muy bien a los principios de PML, ya que buscan que el empresario haga un uso eficiente de sus recursos y ayude a la minimización de los residuos (Van Hoof, Monroy, & Saer, 2007).

Principio de Pareto

El principio de Pareto está basado en la “ley 80-20” o de “los pocos vitales y muchos triviales, enunciada por el economista italiano Vilfredo Pareto. Él se dio cuenta de que la mayor parte de la riqueza de Italia se concentraba en manos de una pequeña parte de la población, quedando el resto distribuido entre la mayoría. Esto se puede aplicar a una organización cuando se dividen las causas que explican un problema, para obtener como resultado que en la mayoría de las situaciones, un número relativamente pequeño de causas explican o contribuyen a un porcentaje relativamente elevado del efecto (Campanella, 1992). Esto permite focalizar los esfuerzos en esas causas principales. La técnica para determinarlas supone hacer una lista de los factores que contribuyen al problema y clasificarlos con arreglo a la magnitud de su contribución. Este arreglo se puede realizar a través de un gráfico de Pareto, el cual es un tipo especial de gráfico de barras que se puede utilizar como una herramienta de interpretación. Primero se identifican las categorías de problemas o causas que deban ser comparadas, se selecciona una unidad estándar de medida y el período de tiempo a ser analizado, se recoge y se resume la información, se trazan los ejes verticales y horizontales y finalmente se dibujan las barras del gráfico de Pareto.

Indicadores Ambientales

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) define un indicador ambiental como un parámetro o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información sobre un fenómeno, con un significado dado por una definición clara de su función (Manteiga, 2000) (OECD, 1993). Así como los indicadores económicos o sociales, los indicadores ambientales están basados en series de datos específicos o series estadísticas que miden algunos componentes, procesos o tendencias de interés.

Los indicadores tienen muchas ventajas y cumplen además funciones muy importantes tales como:

- Detectar potenciales para mejoras en el proceso productivo
- Definir objetivos y metas de desempeño
- Ilustrar las mejoras a lo largo del tiempo
- Promover la motivación de los colaboradores a través de la retroalimentación
- Detectar fallas a tiempo
- Apoyar en la implementación de la certificación ISO

- Revelar las fortalezas de la compañía

Al momento de establecer y definir indicadores es necesario tomar en cuenta los siguientes principios:

- Posibilidad de comparación: deben posibilitar una comparación y reflejar los cambios
- Orientación al objetivo: deben servir como objetivos o metas
- Equilibrio: deben representar de forma equilibrada y representativa el desempeño y mostrar las áreas con problemas, tanto como las mejorías potenciales
- Continuidad: para posibilitar la comparación deben referirse a períodos de tiempo y unidades comparables.
- Actualización: deben ser determinados y monitoreados con la frecuencia necesaria.
- Claridad: deben ser claros y comprensibles, de forma a atender las necesidades del usuario y corresponder a las necesidades de información de terceros.

Se pueden diferenciar dos tipos de indicadores:

- Absolutos; consumo de energía en kWh, generación de chatarra en kg, consumo de agua en m³, etc.
- Relativos; relación de kg de chatarra/kg de acero procesado, kg chatarra generada por proceso/kg chatarra generada en toda la planta, etc.

2.2. Industria de Manufactura Metalmeccánica

A continuación se realizará una descripción del sector metalmeccánico al cual pertenece la empresa objeto de estudio, se describirán los principales procesos productivos de este tipo de industrias, y se realizará una descripción de los residuos generados y sus impactos a los recursos naturales. Finalmente se enuncian algunas prácticas o medidas que se podrían implementar para disminuir los residuos generados en este tipo de empresas, así como algunas alternativas de PML, encontradas en estudios de caso.

2.2.1. Generalidades del sector

El sector de la metalmecánica abarca una gran diversidad de actividades productivas, que van desde la fundición a la transformación y soldadura, así como también al tratamiento químico de diferentes superficies, la característica que sitúa a éstas actividades dentro del mismo sector es la utilización del metal tanto ferroso como no ferroso como elemento esencial (CICO-CORPEI, 2009). Este sector está integrado por la fabricación de productos metálicos y la construcción de maquinaria y equipos mecánicos

Respecto a los precios resulta difícil el dar una idea general de su estructura en esta industria, particularmente porque no abarca un solo producto sino un grupo, por la variación de los precios de las materias primas en el mercado y porque los márgenes entre los costos y el precio difieren mucho entre ellos.

2.2.2. Descripción de los procesos

“A diferencia de las industrias llamadas “de proceso” –en las que, por lo general, se puede hablar de la transformación de una materia prima en un producto, relativamente homogéneo, a través de un subproducto único, o de una secuencia que implica un reducido número de “etapas”- la producción metalmecánica abarca una gama sumamente heterogénea de productos a los que se llega a través de una extensa nómina de subprocesos” (Katz, 1982).

En los procesos metalmecánicos hay transformación de los metales ferrosos y no ferrosos en piezas mediante procesos mecánicos, con o sin el arranque de virutas, cambiando su forma geométrica, para posteriormente realizar un acabado de la superficie de las piezas (ACERCAR, 2004).

Un proceso es un sistema constituido por flujo de material, flujo de información y flujo de energía. El flujo de material está asociado a la materia prima; el de energía tanto a la potencia necesaria para procesar la materia prima, como a la requerida para mover los dispositivos y herramientas que participan en la conformación del producto y el flujo de información se refiere a las características de forma, información geométrica, información de propiedades e información tecnológica. La interacción de estos tres flujos genera el proceso de manufactura, el cual implica diferentes elementos como materiales, herramientas, maquinarias, insumos y personal.

En general los procesos de manufactura de procesos metálicos pueden ser clasificados en tres grupo principales:

- Forma
- Tratamiento de superficies
- Terminado de superficies

Cada una de estas operaciones puede constituir a su vez en varios subprocesos, con diferentes operaciones y secuencias para poder obtener el producto deseado. La **Tabla 2.3** presenta un resumen de las operaciones típicas asociadas a los procesos descritos:

Tabla 2.3. Procesos típicos mecánicos y de terminación del metal.

<i>Proceso</i>	<i>Operación Asociada</i>
Forma	Maquinado
	Trefilado
	Moldeo
Tratamiento de superficies	Limpieza a base de solventes
	Tratamiento térmico
Terminado de superficies	Galvanoplastia*
	Terminado de superficie
	Pintura

Adaptado de: (US EPA, 1992)

*Se entenderá que los tratamientos de galvanizado pueden presentarse en este tipo de talleres, pero se trata de una línea de proceso ajena a este estudio.

En el caso específico de un taller metalmeccánico se hace la operación de forma, que consiste en tomar la materia prima y alterar su forma para lograr formas intermedias y finales.

Según Katz (1982), la tecnología de los procesos metalmeccánicos posee una gama de rasgos peculiares, entre los cuales vale mencionar:

- El gran número y la enorme diversidad de subprocesos necesarios para producir un producto metalmeccánico dado.
- La amplitud y complejidad del “árbol de componentes” que liga a piezas, submontajes y productos finales.

- La universalidad, o carácter de uso múltiple, que posee una parte más o menos importante del equipamiento utilizado por el sector, etc.

- Almacenamiento

En el área del almacén se depositan temporalmente las materias primas e insumos que hacen parte de cada una de las actividades de transformación, como son los metales ferrosos y no ferrosos, así como los materiales auxiliares de producción, como lubricantes, pinturas, químicos, herramientas, etc. Debe existir planeación del almacenamiento, destinando zonas con estantes, áreas para productos a granel, equipos de movilización interna y/o la asignación de personal exclusivo para las labores de recepción, almacenaje y distribución al interior de la fábrica (ACERCAR, 2004).

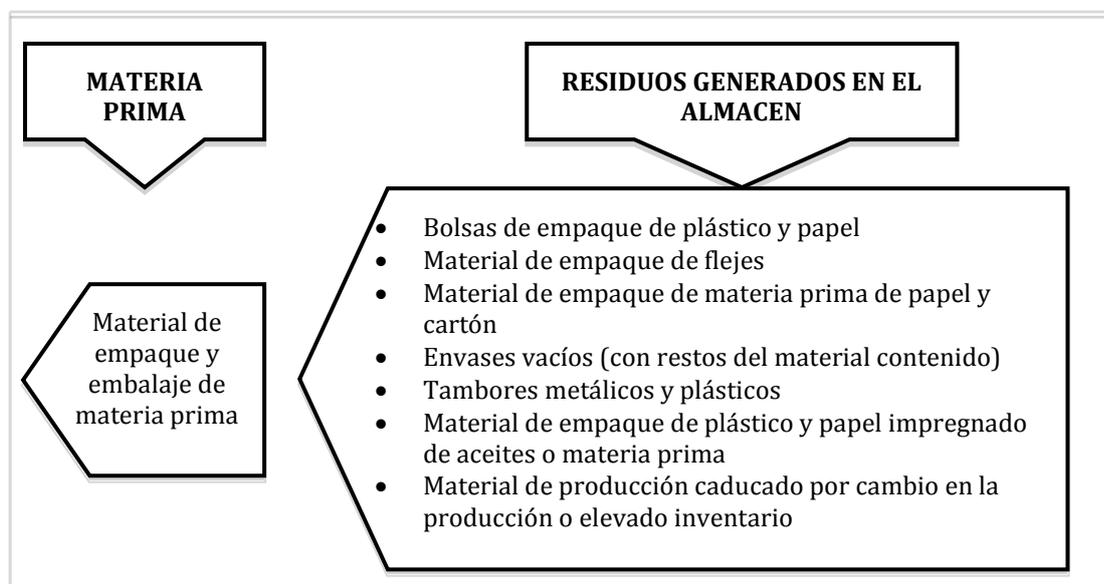


Figura 2.3. Posibles residuos generados en el proceso de almacenamiento Fuente: (ACERCAR, 2004).

- Procesos de Producción (CONAMA, 2001)

En la operación de forma existen dos fases fundamentales; la primaria y secundaria. La etapa primaria consiste en tomar el metal desde su forma de materia prima para llegar a una forma fácil de trabajar, como hojas, barras, platinas o alambres. Los procesos comúnmente desarrollados en la etapa primaria son: moldeo, deformación por impacto, extrusión, maquinado por arco de plasma, forjado, maquinado con descarga eléctrica, etc. La etapa secundaria consiste en tomar la forma primaria y alterarla a formas intermedias hasta llegar a la forma final. Los procesos comúnmente desarrollados en esta etapa son: estampado, torno, trefilado, pulido, roscado, perforado, molienda o maquinado, corte y forma, etc. Este estudio

se centra fundamentalmente en la etapa secundaria, ya que la empresa asignada no posee ninguno de los procesos de la etapa primaria (CONAMA, 2001).

Los problemas ambientales más importantes respecto al medio ambiente son la generación de dos tipos de residuos, la chatarra (chips y viruta) y los residuos generados a partir de los usos de los fluidos de trabajo (lubricantes y de enfriamiento, que se describen a continuación), además de emisiones de calor, maquinaria vieja y ruido.

- **Cortado** (ACERCAR, 2004)

Este proceso consiste en la segmentación o configuración geométrica básica de láminas, planchas, rollos, tubos, perfiles, varillas o barras de metal. La base para realizar los cortes son planos generales del producto, de despiece o modelos prototipo; previa calibración y ajustes de moldes y equipos. Hay dos tipos de separaciones, la separación en seco mediante cortado autógeno (oxicorte), se acomete mediante una soldadura con exceso de oxígeno, y se usa la mayoría de las veces en láminas y bloques de mayor espesor y la separación mediante plasma.

Hay también procesos por separación húmeda mediante muelas tronzadoras o sierras, empleando aceites lubricantes de enfriamiento (refrigerantes), como por ejemplo emulsiones o aceites. Este método se usa muy frecuentemente para darles la medida requeridas a barras, perfiles o tubos con precisión y sin maltratar el material (ACERCAR, 2004). Los lubricantes y refrigerantes son compuestos utilizados para facilitar las operaciones de trabajo en el metal, su principal función es reducir el calor y la fricción para evitar que las herramientas usadas en el proceso se dañen o se destruyan rápidamente y así evitar que la calidad del producto final disminuya. Los líquidos de enfriamiento reducen la fricción en la interfase de herramienta/sustrato y transfieren el calor fuera de las herramientas y del material que está siendo procesado, reduciendo el tiempo de proceso del metal, aumentando la calidad de la mano de obra, y aumentando la vida útil de la herramienta (CONAMA, 2001). Los líquidos de enfriamiento deben cumplir requisitos de protección a la salud, operaciones subsecuentes, impactos ambientales y disposición final.

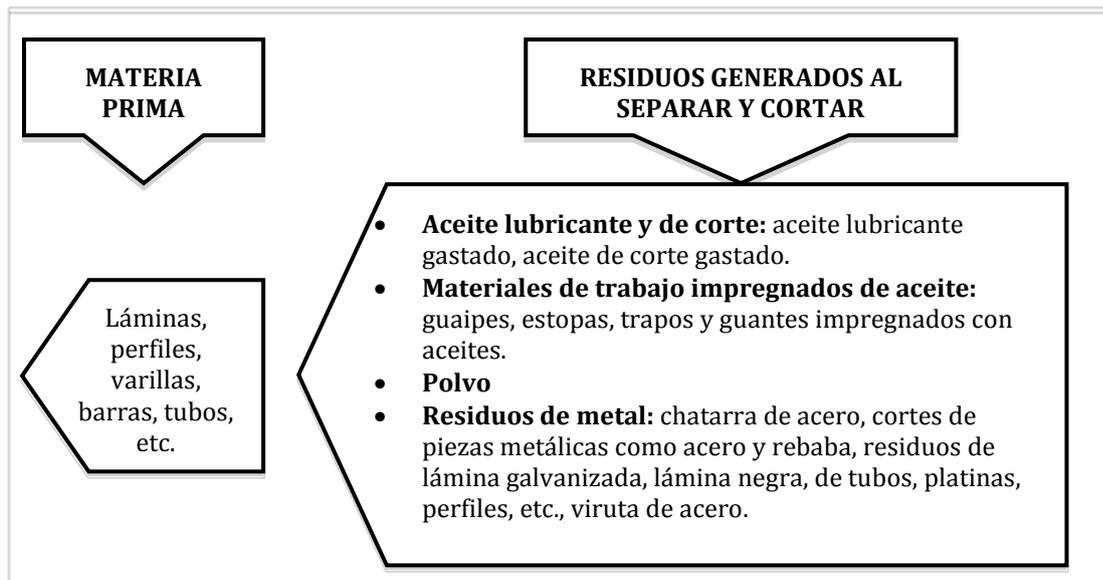


Figura 2.4. Posibles residuos generados en el proceso de corte. Fuente: (ACERCAR, 2004).

- **Maquinado**

Son operaciones de maquinado en las cuales se realiza arranque de viruta.

Esta operación incluye procesos de sustracción y de formado. En el primer caso, se presenta el torneado, fresado, esmerilado y cepillado entre otras. Para las operaciones de formado se realiza el doblado, deformación, enrollado, bombeado y pestañado. En la operación de fresado la herramienta (fresa) se mueve con la velocidad de rotación requerida, mientras la pieza a maquinar realiza un pequeño movimiento de avance. Se utiliza para dar acabado a superficies planas y para maquinar dientes de engranajes, ranuras y cuñeros principalmente. La máquina de esmerilar posee una rueda circular fabricada en general en carborundo, que se pone en contacto con la superficie para darle acabado y/o reducir las proyecciones. El cepillado se usa para dar acabado a las superficies planas y para cortar ranuras y surcos.

- **Soldadura**

La American Welding Society (AWS) (2011) define una soldadura como una “coalescencia localizada (la fusión o unión de la estructura de granos de los materiales que se están soldando) de metales o no metales producida mediante el calentamiento de los materiales a las temperaturas de soldadura requeridas, con o sin la aplicación de presión, o mediante la aplicación de presión sola y con o sin el uso de material de aportación”. En lenguaje menos técnico, una soldadura se produce cuando las piezas separadas de material que se van a unir se combinan y forman una pieza al ser calentadas a una temperatura lo

suficientemente alta como para causar ablandamiento o fusión y fluyen juntas (Jeffus, 2009). Además de las piezas sometidas a soldadura, en este proceso participa: una fuente de fusión o equipo de soldadura, una o más barras o elementos metálicos a fundir (adherente), una dosificación de sustancias coadyuvantes de la limpieza y adherencia de los elementos a soldar (fundente) y un operador calificado. Hay varios tipos de soldaduras que se mencionan a continuación:

Soldadura autógena: puede ser a gas o con arco:

- Soldadura con arco eléctrico: El arco eléctrico es una corriente eléctrica que salta, a través del aire o de un gas, produciendo la fusión localizada entre un *electrodo* metálico y el metal base que se desea unir (Molera Solá, Soldadura Industrial: Clases y aplicaciones, 1992). El electrodo consiste en un núcleo o varilla metálica, rodeado por una capa de revestimiento (el cual determina las características químicas y mecánicas de la unión), donde el núcleo es transferido hacia el metal base a través de una zona eléctrica generada por la corriente de soldadura (INDURA, 2007). La soldadura con arco eléctrico se clasifica de la siguiente manera:
 - a. TIG (*tungsteno inert gas*): En este procedimiento, el arco de soldadura salta desde un electrodo de tungsteno que no se consume durante la operación de soldadura, y por una boquilla que rodea al electrodo, se hace llegar helio o argón, de modo que envuelva completamente a todo el sistema y que elimine toda la atmósfera oxidante (Molera Solá, Conformación Metálica, 1991).
 - b. MIG (*metal inert gas*)/MAG: El proceso es definido por la AWS como un proceso de soldadura por arco eléctrico bajo gas protector, con electrodo consumible, donde el arco se establece entre un electrodo de hilo continuo y la pieza a soldar, estando protegido de la atmósfera circundante por un gas inerte (proceso MIG) o por un gas activo (proceso MAG)
 - c. Revestido; Este procedimiento es como el MIG pero sin gas protector. La atmósfera protectora se genera por la fusión y evaporación del revestimiento del electrodo.
 - d. Sumergido: El arco eléctrico se forma debajo del fundente de tipo granular y el charco de escoria derretida.

- Soldadura con gas: Oxiacetilénica, donde se hace arder el gas acetileno (combustible) alimentando la flama con oxígeno puro (comburente), la unión se efectúa con o sin material de aporte.

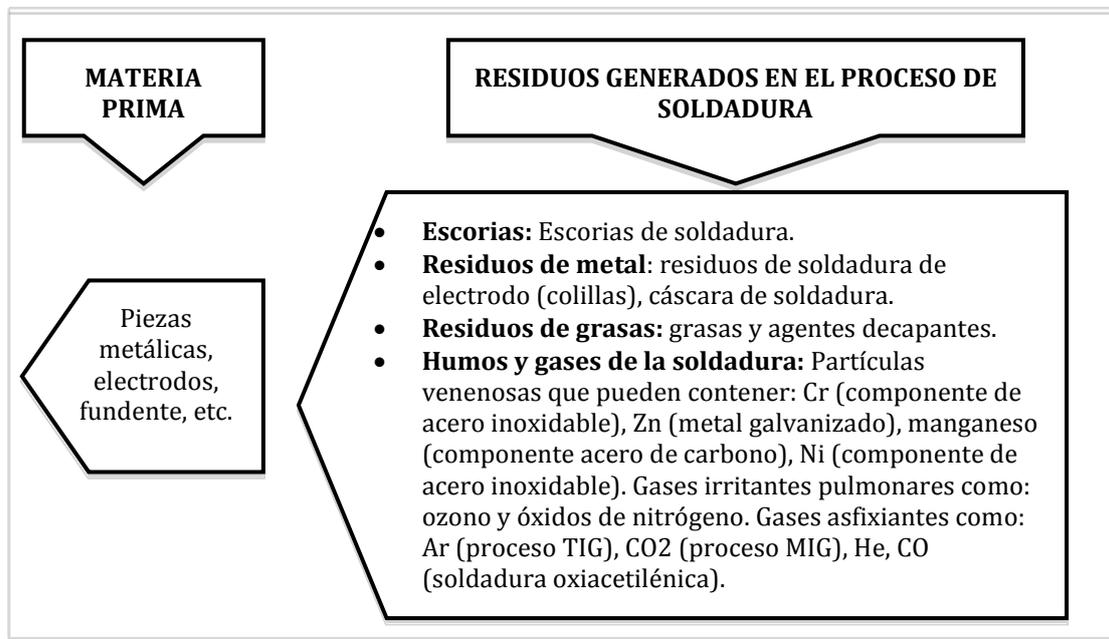


Figura 2.5. Posibles residuos generados en el proceso de soldadura. Fuente: (ACERCAR, 2004).

Cuando las acciones en el proceso de soldadura, el impacto ambiental es positivo, por ejemplo: La calibración y mantenimiento de los equipos para soldar ahorra energía y genera un producto de mayor calidad. Una forma de optimizar el consumo energético es desconectar los equipos de soldadura si no se utilizan durante largos periodos de tiempo. El almacenamiento de electrodos hilos y fundentes para soldadura debe realizarse en lugares secos. Si estos absorben humedad pueden dar lugar a poros y/o proyecciones con su posterior retrabado que genera chatarras y desperdicios. Es una buena práctica extraer de bodegas sólo las cantidades que se van a utilizar en una jornada laboral.

- **Acabado**

Este proceso consiste en dar la presentación final a los productos, e incluye la preparación de la superficie (grateado, granallado, chorro de arena, agua a altas presiones y/o desoxidación), y según la necesidad la aplicación de: inmunizantes, grasas, aceites, sellantes, adhesivos, enjuagues, anticorrosivos, pinturas intermedias y de acabado (alquídica, epóxica, fenólica, vinílica). Los métodos de pintura son: pintura convencional con aire comprimido a

alta o baja presión, procedimientos electrostáticos, métodos de recubrimiento de polvo o simplemente la aplicación de pintura manualmente.

- **Armado**

Consiste en el ensamble final de las diferentes piezas componentes del producto. La soldadura de piezas según el caso puede ser parte del armado, esto dependerá de las especificaciones del producto. En este proceso se consideran los ajustes, remachados, amarres, atornillamientos, empalmes, apuntalamientos y conexiones de carácter mecánico y estructural.

- **Almacenaje de Pieza Terminada o de Componentes**

La mayoría de las empresas metalmeccánicas poseen una ubicación temporal para los productos terminados, o componentes de los productos finales, en bodegas o áreas destinadas exclusivamente al almacenaje.

2.3. Introducción a los pilares de las 9s

Al mejorar la calidad, se transfieren las horas-hombre y las horas-máquina malgastadas a la fabricación de producto bueno y a dar un servicio mejor. El resultado es una reacción en cadena –se reducen los costes, se es más competitivo, la gente está más contenta con su trabajo, hay trabajo y más trabajo y no hay tantos desperdicios (Deming, 1989).

El sistema de producción Esbelta (*Lean Manufacturing* en inglés) es una filosofía de excelencia de fabricación, que las empresas acogen para mejorar su productividad, ya que proporciona un método de hacer más y más con menos y menos –menos esfuerzo humano, menos equipamiento, menos tiempo y menos espacio-, a tiempo que se acerca más y más a ofrecer a los clientes aquello que requieren exactamente (Womack & Jones, 2005). El sistema Esbelta está conformado por una serie de técnicas y herramientas que se aplican en forma combinada con el fin de alcanzar la creación de equipos de trabajo autodirigidos, es decir departamentos individuales donde los empleados tienen la autoridad de hacer todas las decisiones del “día a día” correspondientes a su área de trabajo (Amaro, 2006). Entre la extensa caja de herramientas se tienen: las 5s, la estandarización de procesos, la gerencia

visual, el Kankan, Mantenimiento Total Productivo (TPM), sistema de cambio o preparación rápida (SMED) y muchas más (Schonberger, 1999). El cambio en la cultura corporativa es uno de los retos más difíciles que enfrenta una compañía durante un proceso Esbelta, y el sistema de las 5s sirve como un gran punto de inicio para la creación de equipos de trabajo.

Las 5s (*seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke*) son principios japoneses cuyos nombres comienzan por la letra *s* y son un conjunto de procedimientos llevados a cabo, inicialmente para cambiar el comportamiento de los trabajadores motivando un ambiente de organización, limpieza, salud y disciplina. El modelo original japonés considera la necesidad de aplicar cuatro *s* adicionales utilizadas para estimular al individuo con el propósito de que mantenga los buenos hábitos y la aplicación práctica de las 5s (UANE, 2009). (Ver **Tabla 2.4**).

Tabla 2.4. El sistema japonés de las 9s.

		ESPAÑOL	JAPONÉS	
3S: PRIMERA FASE	CON LAS COSAS	1. Clasificación 2. Organización 3. Limpieza	Seiri Seiton Seiso	<i>Comience en su sitio de trabajo</i> Mantenga solo lo necesario Mantenga todo en orden Mantenga todo limpio
4S: SEGUNDA FASE	CON USTED MISMO	4. Estandarización 5. Disciplina 6. Constancia 7. Compromiso	Seiketsu Shitsuke Shikari Shitsukoku	<i>Y ahora... ¿Cómo está usted?</i> Conserve los logros alcanzados Mantenga un comportamiento confiable Persevere en los buenos hábitos Vaya hasta el final en las tareas
2S: TERCERA FASE	CON LA EMPRESA	8. Coordinación 9. Sincronización	Seishoo Seido	<i>Pero... ¡No lo haga solo!</i> Actúe en equipo con sus compañeros Unifique a través de normas

Adaptado de: (Flores, 2001).

Las 9s ofrecen la posibilidad de reducir el impacto ambiental negativo a través de cambios en la organización, en los procesos y en las actividades. Requieren, sobre todo, cambios en la actitud de las personas (es decir la manera en la que se asume el trabajo) y en la organización de las operaciones. Se realizan en equipo, es decir las personas deben estar comprometidas y compartiendo los mismos objetivos, ideales, valores y actúan totalmente integrados en un ambiente de confianza y seguridad. Requieren únicamente concentrarse en las tareas requeridas para generar valor eliminando de raíz la mayoría de las actividades que no agregan valor. Para esto se desarrollan actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel

individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de las personas, equipos y de la productividad (Rey, 2005). Son útiles tanto por su simplicidad y bajo coste como por los rápidos y sorprendentes resultados que se obtienen y al necesitar una baja inversión su rentabilidad es alta y, al no afectar a los procesos, son bien aceptadas.

2.3.1. Clasificación (*Seiri*)

Es el primer paso que se da y consiste en realizar una identificación de todos los elementos necesarios para el desempeño de las tareas y separarlos de los que son innecesarios. Esta identificación se debe hacer en base a las clases, tamaños, tipos, categorías e inclusive frecuencia de uso, con base en el conocimiento del proceso, de los materiales, herramientas, dispositivos, etc.

Para clasificar es necesario emprender las siguientes acciones:

- Establecer los criterios que se van a aplicar para determinar si algo es necesario o innecesario.
- Identificar aquello que es o no necesario (artículo u objetos) de acuerdo a su utilidad y a su frecuencia de uso. En este punto es necesario poner énfasis ya que es común ver en muchas fábricas que hay una tendencia a acumular objetos, pensando que podrían ser útiles en próximas ordenes, mientras tanto, inventarios y equipos empiezan a acumularse y a interrumpir en el camino de las actividades de producción diarias (Hiroyuki, 1995).
- Separar lo que es innecesario, excesivo, adicional de lo que es útil, adecuado y simple, y decidir lo que se puede almacenar, desplazar, vender, reciclar, regalar o enviar a la basura.
- Reducir los objetos, utensilios y materiales de poca rotación y uso por medio de la reubicación en almacenes específicos, dejando libertad de movimiento y disponiendo de lo mínimo indispensable en el puesto de trabajo.

2.3.2. Organización (*Seiton*)

La organización acompaña siempre a la clasificación. Una vez que todo este clasificado, sólo lo que es necesario permanecerá. Luego, se debe establecer el lugar donde pertenecen las cosas, de tal manera que cualquier pueda inmediatamente entender donde encontrarlas y el

lugar al cual debe devolverlas. La organización significa estandarizar la manera de almacenar las cosas necesarias.

2.3.3. Limpieza (*Seiso*)

Consiste en desarrollar el hábito de limpiar, con el fin de que el operador/administrativo se identifique con su puesto de trabajo y máquinas/equipos que tenga asignados. También abarca el ahorro de trabajo al encontrar formas de prevenir la suciedad, polvo y desechos. La limpieza debe ser integrada en tareas diarias de mantenimiento.

2.3.4. Estandarización (*Seiketsu*)

Seiketsu permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras *s*. Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

Una de las primeras ventajas de la estandarización es que permite que las autoridades públicas limiten los reglamentos a los casos en que es indispensable la obligatoriedad (Deming, 1989). De este modo la estandarización ahorra el establecimiento de reglamentos

2.3.5. Disciplina (*Shitsuke*)

Shitsuke significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo. Podremos obtener los beneficios alcanzados con las primeras "S" por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos.

2.3.6. Constancia (*Shikari*)

Constancia en el propósito de mejorar significa fijar una meta estable, permanente y sin fin. La mejora consiste en la eliminación continua de las características de no calidad: errores, demoras, tiempos muertos, comportamientos y actitudes inaceptables, servicios innecesarios, etc. (Rosander, 1994). Esto supone lo siguiente: planes a largo plazo, expansión para atender más clientes, entrenamiento continuo, reducción progresiva del número de características de no calidad, procesos nuevos y mejorados, nuevos productos competitivos, etc.

2.3.7. Compromiso (*Shitsokoku*)

Compromiso significa que haya una dedicación común y unificada para lograr la excelencia competitiva por toda la estructura de la industria. Es decir que esta dedicación se extienda desde el alto ejecutivo de la mayor compañía, hasta los empleados inferiores de la compañía más pequeña, y todos dirigen sus esfuerzos a lograr un objetivo común. El compromiso por parte de la alta dirección, debe ser transmitido, de forma constante y visible a todos los empleados, y específicamente a los niveles de medios de dirección, ya que son ellos quienes pueden provocar que se logren los resultados deseados (Zeithaml, Parasuraman, & Berry, 1993). Ya que la dirección media representa un factor importante para conseguir calidad en el servicio se pueden establecer incentivos que motiven no sólo las ventas, sino la calidad del servicio. El reconocimiento de la actuación de los empleados constituye también un factor importante para lograr calidad en el servicio. Cuando la organización decide no optar por el sistema de reconocimiento hay otras formas de lograr la participación y el compromiso. Una es que la alta directiva se encarga de comunicar los avances realizados en las 9s dentro de la organización por canales internos y externos, realizan planes de acciones, desarrollan documentos incluyendo las directrices, informan de los logros, así como de los resultados y los celebran. Esto conlleva a minimizar los desperdicios de cualquier tipo: de recursos humanos, físicos y financieros; y de tiempo (Deming, 1989).

2.3.8. Coordinación (*Seishoo*)

La coordinación es la orquestación de las diversas actividades de la calidad alrededor de una espiral en un resultado armonioso y óptimo (Juran, Gryna, & Bingham, 2005). Para cualquier producto, las actividades de diseño, producción, venta, uso, etc., son realizadas por numerosas empleadas, quienes contribuyen al resultado final. De estos numerosos individuos, solamente unos pocos están situados de tal manera que puedan comprender que su contribución afecta al objetivo real de la empresa, que es la aptitud del objeto para el uso. Por lo tanto la coordinación se refiere a la calidad de colaboración entre los distintos departamentos de una empresa, es resultado de la información y cooperación, y es necesaria indistintamente de que la empresa tenga una estructura funcional, divisional o basada en equipos (Daft & Marcic, 2006). La estructura de las organizaciones (los patrones formales de líneas de comunicación y responsabilidad) ha evolucionado desde la estructura vertical (*Ver Figura 2.6*), la cual se remonta a casi un siglo hacia el pasado y fue la primera en ser ampliamente usada por las empresas de gran tamaño, hasta la estructura horizontal. La cual se

relaciona con la reingeniería para estructurar la organización en torno a procesos horizontales en lugar de funciones verticales. En todo caso los administradores pueden diseñar sistemas y estructuras capaces de promover la coordinación horizontal que se adapte a la realidad de la empresa y que promueva la coordinación.

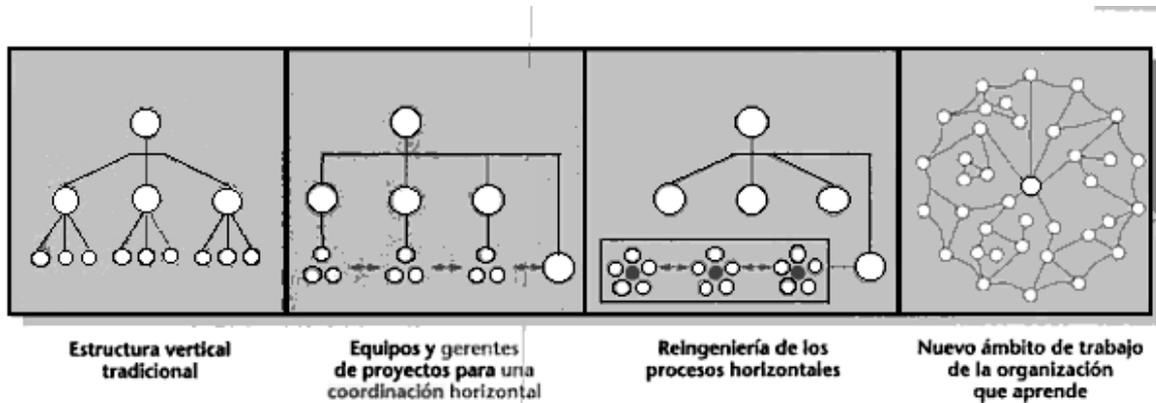


Figura 2.6. Evolución de las estructuras organizacionales. Fuente: (Daft & Marcic, 2006).

2.3.9. Sincronización (*Seido*)

Una producción en flujo requiere como primer paso la producción en flujo tirado, que a su vez tiene como condición necesaria un equilibrio de las capacidades de los procesos que asegure que cada proceso puede abastecer a sus clientes. No obstante, incluso una vez logrado un equilibrio, el enlace de los distintos procesos puede generar stocks intermedios, que se suelen deber a la mala sincronización entre los procesos consecutivos (Suñé, Gil, & Arcusa, 2004).

Actualmente existen sistemas de gestión de procesos que se utilizan para alcanzar la sincronización, los cuales se describen a continuación:

Sistema MRP (*Material Requirement Planning*) utilizado como un sistema de planificación para la producción. Su metodología se basa en el cálculo de la cantidad a producir de cada componente en función del consumo previsto a partir de la explosión del producto final y el momento del consumo a partir de los *lead-times*² de cada proceso (Ver **Figura 2.7**).

² Lead-times: es traducido al español como *plazo de entrega*

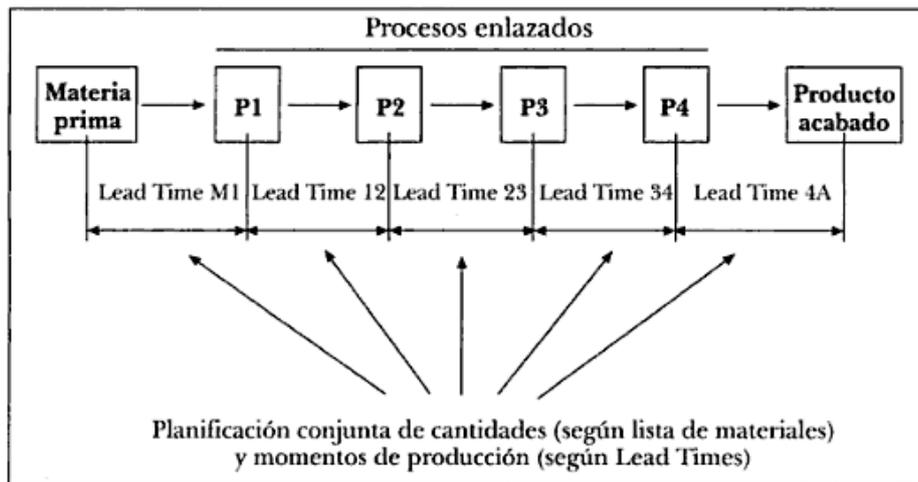


Figura 2.7 Sistema MRP. Fuente: (Cuatrecasas, 2003).

Sistema KANBAN propio de la gestión *Just In Time (JIT)*, en la cual se advierte a un proceso qué materiales necesita el proceso que sigue, en qué cantidad y en qué momento, por medio de una tarjeta o similar (Ver **Figura 2.8**).

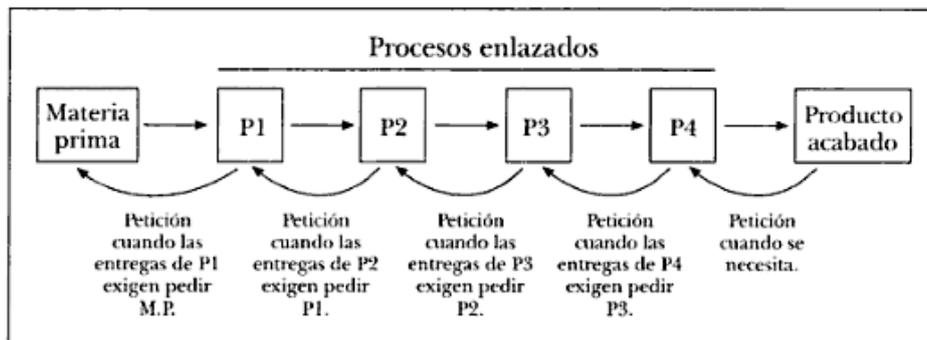


Figura 2.8. Sistema KANBAN. Fuente: (Cuatrecasas, 2003).

Sistema TOC basado en la gestión de las limitaciones o cuellos de botella, se gestiona de forma que la primera operación del proceso envía material ya procesado a la segunda al ritmo que pueda absorber la operación del proceso con menor capacidad, incluyendo el proceso o cliente que deba recibir el producto final; de esta forma se asegurará el avance del producto sin demoras (Ver **Figura 2.9**).

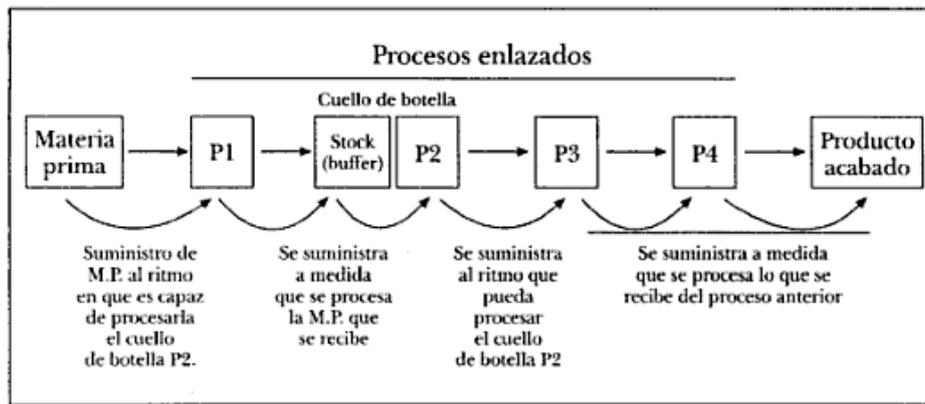


Figura 2.9. Sistema TOC. Fuente: (Cuatrecasas, 2003).

3. INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI) desarrolló una metodología de PML basada en la evaluación de los procesos e identificación de las oportunidades para usar mejor los materiales, minimizar la generación de los residuos y emisiones, utilizar racionalmente la energía y el agua, disminuir los costos de operación de las plantas industriales, y mejorar el control de procesos e incrementar la rentabilidad de las empresas, aplicando el concepto de las 3 R's (Reducción, Reutilización y Reciclaje) (ONUUDI, 1999). Esta metodología permite al sector productivo ser más rentable y competitivo mediante el ahorro generado por el uso eficiente de materias primas y por la reducción de la contaminación en la fuente de sus procesos, productos o servicios. Con lo que se evitan sanciones económicas de parte de las autoridades ambientales, y se promueven nuevos beneficios al ofrecer al mercado productos fabricados bajo tecnologías limpias (CEPL, s/f) (Ruiz, Informe Final Proyecto "Estudios de Factibilidad de Producción Más Limpia en el Sector Productivo, 2011).

Para poder diseñar e implementar un Programa de Producción más Limpia (PML), es necesario poner en práctica una metodología de cinco fases o etapas (*Ver Figura 3.1*). Esto supone la planificación, programación y ejecución de un conjunto de medidas que se desarrollarán de manera sistemática y ordenada (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, 2005).

Estas cinco etapas, a su vez, se ejecutan en una secuencia de 20 pasos, los cuales pueden ser modificados y/o adaptados en función a las características de la empresa y a las iniciativas que tengan la Gerencia y/o el personal, a fin de crear y desarrollar su propio programa de PML.

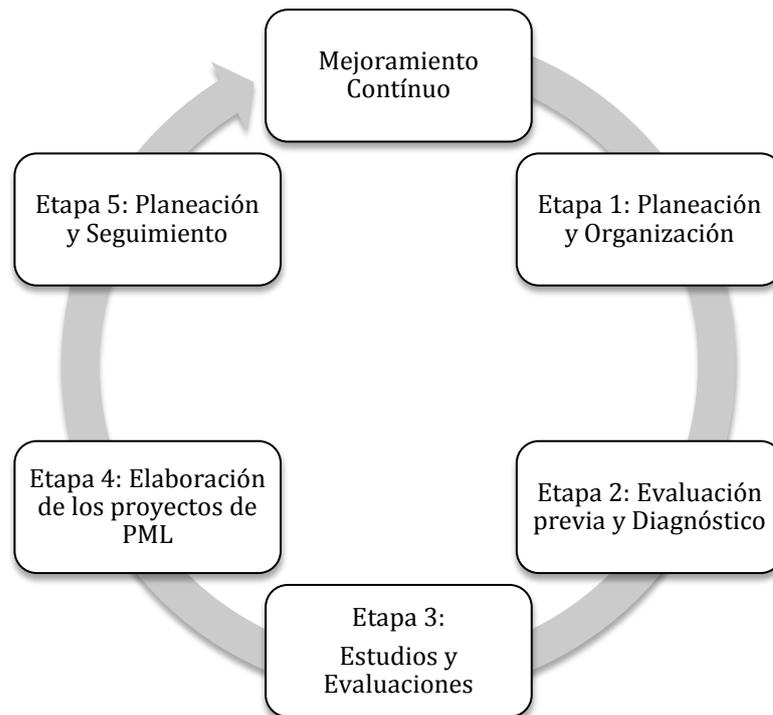


Figura 3.1. Etapas de un programa de Producción Más Limpia Fuente: (Ruiz, Informe Final Proyecto "Estudios de Factibilidad de Producción Más Limpia en el Sector Productivo, 2011).

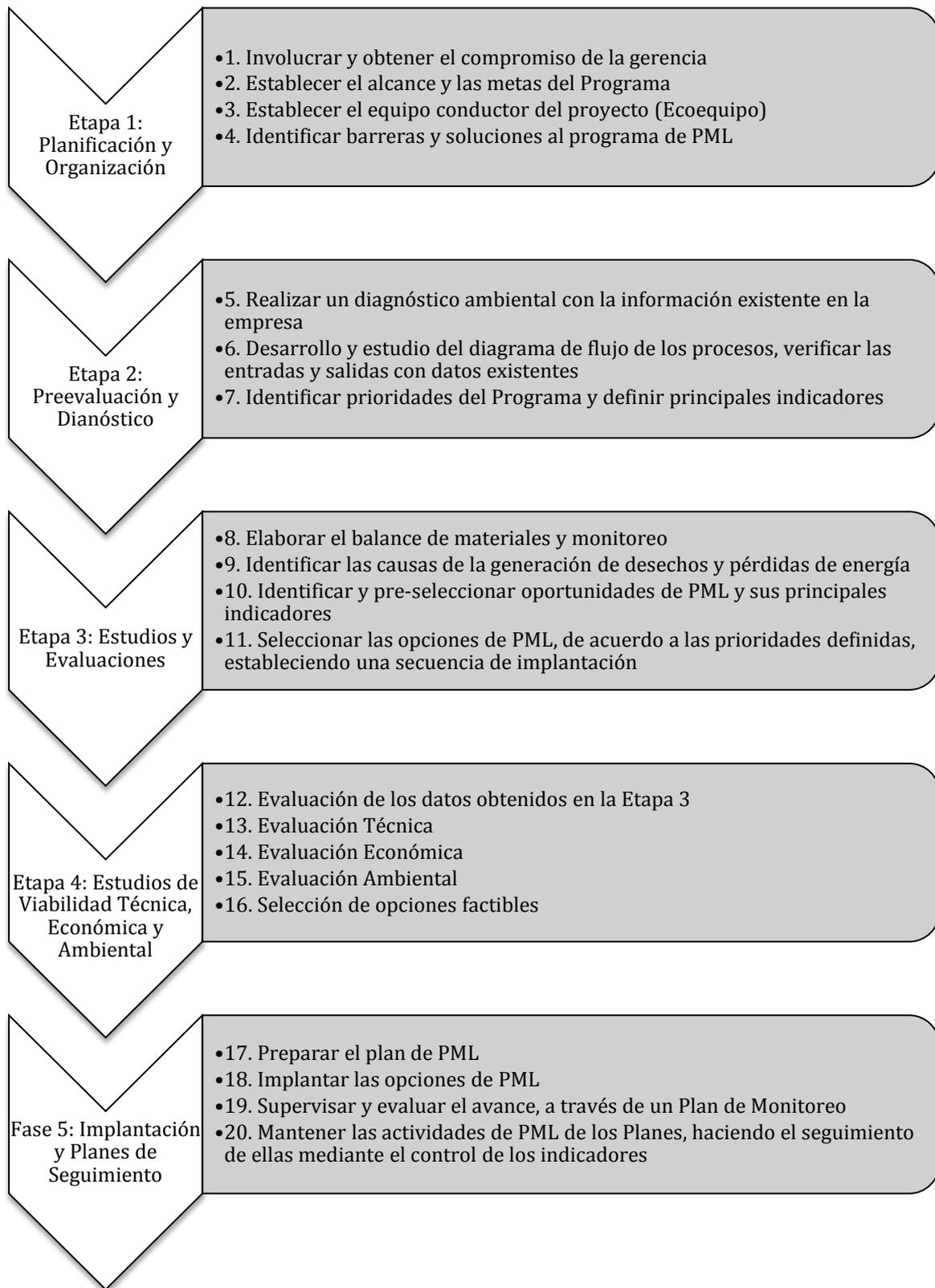


Figura 3.2. Pasos de un programa de Producción Más Limpia Fuente: (Ruiz, Informe Final Proyecto "Estudios de Factibilidad de Producción Más Limpia en el Sector Productivo, 2011).

3.1. Etapa 1: Planificación y Organización

Los objetivos de esta etapa son la organización del equipo de trabajo (también denominado eco-equipo), definición del alcance y la creación de los instrumentos y condiciones necesarias para desarrollar el Programa de PML.

3.1.1. Compromiso de la gerencia

Para iniciar el desarrollo del programa de PML y asegurar su ejecución, calidad y continuidad, se requiere que exista un compromiso de la gerencia de la empresa. Si la iniciativa de desarrollar este programa proviene de la propia gerencia, entonces su compromiso, en principio, ya estaría asegurado. Si la iniciativa proviene del personal de planta, de un ente promotor o de la autoridad ambiental, el compromiso de la gerencia debe ser asegurado. Este compromiso es además la fuerza impulsora para el desarrollo del Programa, pues implica disponer de recursos materiales, humano y financieros necesarios (CET Perú & CONAM, 2005).

Para involucrar la gerencia:

- Debe participar en el eco-equipo.
- Debe mantener a las gerencias informadas.
- Hacer que todos los beneficios estén visibles.
- Comprometerse para realizar el Programa de PML, con resultados lo más pronto posible.

La CPTS (2005) considera que el compromiso de la gerencia ha sido asegurado cuando se alcanzan las siguientes metas:

- Se cuenta con la aprobación de la gerencia para conformar el eco-equipo, con personal ejecutivo y técnico de la empresa, responsable de coordinar las actividades de desarrollo del programa.
- Se ha nombrado al ejecutivo responsable del eco-equipo.
- Se ha definido objetivos y metas del programa y se ha comprometido recursos humanos, financieros y otros requeridos.

- Se ha comunicado y difundido los objetivos y metas del programa y se ha estimulado la participación de los empleados.

La gerencia debe estar plenamente convencida de la necesidad y de los beneficios que el programa de PML representa para su propia empresa. Para esto se pueden resaltar:

- Los beneficios económicos por el uso más eficiente de materias primas, agua, energía y otros insumos en los procesos.
- Los beneficios ambientales por la eliminación de materias peligrosas, reducción de la carga de contaminantes en los efluentes de la planta y la disminución de los requerimientos para el tratamiento final y disposición de los desechos.
- Los aspectos de mejoramiento de la calidad.
- Las ventas debido al marketing, por ejemplo, por mejoramiento de la imagen pública de la empresa y el cumplimiento de las normas ambientales vigentes.

3.1.2. Alcance y metas del Programa

Al establecer el alcance se definen los límites del Programa de PML, para esto se debe considerar lo siguiente:

- La necesidad de una evaluación inicial para definir el alcance del Programa.
- La disponibilidad de datos.
- El tamaño de la empresa, la disponibilidad de tiempo y recursos necesarios.
- La complejidad de los procesos y de la administración de la empresa.

Las metas que se planteen deben ser ambiciosas para motivar a realizar un esfuerzo significativo dentro del Programa y a la vez deben ser realistas para asegurar el éxito al llevarlas a cabo. CET PERÚ y CONAM (2005) han definido algunos criterios a considerar en la selección de estas metas, y se presentan a continuación:

- Efectos en la salud
- Metodología de disposición final de residuos
- Incremento en la productividad
- Emisiones contaminantes al aire, agua y/o suelo

- Costos por confinamiento o disposición de residuos y/o emisiones
- Condiciones de operación y proceso
- Costos por consumo de materias primas y energéticas

Para alcanzar las metas del diagnóstico de PML el equipo de diagnóstico debe realizar las siguientes actividades:

- Actividades preparatorias del diagnóstico de PML (*Ver Etapa 2*)
- Análisis de operaciones unitarias críticas (*Ver Etapa 3*)
- Estudios técnicos y económicos (*Ver Etapa 4*)

Estas actividades se deben incluir en un Plan de Trabajo, el cual permitirá monitorear los avances que se van logrando en el tiempo. El Plan de Trabajo es un cronograma (*Ver Tabla 3.1*) que detalla las actividades destinadas a cumplir con las metas y los tiempos asignados para cada una, todo esto en función del tamaño de la organización, el número de trabajadores, los productos/servicios y los procesos involucrados.

Tabla 3.1. Ejemplo de un cronograma para el desarrollo de un Programa de PML.

Actividad	Mes						Participan	Productos
	1	2	3	4	5	6		
Taller de capacitación y sensibilización en PML (mín. 2 horas de duración)							Consultores, Gerencia y empresa	Capacitación del personal
Reunión con Gerencia y conformación del eco-equipo (1-8 días en total)							Gerente General	Compromiso gerencia y eco-equipo
Levantamiento del Diagnóstico de PML (1-8 días en total)							Consultores y eco-equipo	Informe de Auditoría
Elaboración y presentación del informe final (3-4 semanas)							Consultores y eco-equipo	Informe Final
Implementación de medidas (2-6 meses)							Empresa en general	---
Seguimiento de medidas de PML adoptadas							Consultores y eco-equipo	

Elaborado por: Melania Intriago, 2010

3.1.3. Eco-equipo

El eco-equipo es un grupo de trabajo con carácter multidisciplinario, conformado por profesionales y trabajadores de la empresa, apoyados por consultores externos, que tienen el objetivo de implantar el Programa de PML. Las funciones del eco-equipo según el CPTS (2005) son las siguientes:

- Contar con un sistema de información confiable, que proporcione datos elaborados sobre los procesos y operaciones unitarias de la empresa y con esto realizar el diagnóstico de PML.
- Implementar el programa de PML.
- Identificar oportunidades de PML que puedan ser implementadas para aumentar el rendimiento productivo de la empresa.
- Monitorear el programa de PML.
- Llevar registros de los avances, problemas y barreras encontradas.
- Dar seguimiento al programa de PML.

Usualmente quienes participan en el eco-equipo están en las áreas de gerencia, ingeniería y diseño, gestión ambiental, gestión de la calidad, o pueden ser los supervisores, trabajadores de la producción, compras y financiero, ventas y mercadeo y post-venta. El eco-equipo preferiblemente debería estar conformado por mínimo cinco personas y deberá reunirse periódicamente, en lapsos acordados por los miembros. El número de técnicos asignados podrá incrementarse en función al tamaño y complejidad de las operaciones productivas de la planta (CEPL, s/f). Cuando las operaciones de la planta son complejas, es conveniente considerar la contratación de un especialista adicional que forme parte y apoye al equipo técnico en aspectos especializados o complejos. Al momento de conformar el eco-equipo es recomendable llevar registros que serán imprescindibles para la correcta operación del programa (*Ver **Tabla 3.2***).

Tabla 3.2. Registro de miembros del equipo de PML.

Nombre de la persona	Cargo - Responsabilidades asignadas en PML	Área del proceso donde se ubica	Fortalezas y habilidades

Elaborado por: Melania Intriago, 2010

3.1.4. Barreras y Soluciones

Este paso consiste en identificar los obstáculos que podrían impedir el éxito del Programa en la empresa. En la **Tabla 3.3** se ilustran ejemplos de obstáculos que el eco-equipo puede enfrentar al inicio de un Programa de PML, así como algunas de las posibles soluciones a tales obstáculos.

Tabla 3.3. Ejemplos de obstáculos y soluciones en la implementación de un Programa de PML

Obstáculos	Ejemplo	Solución
Conceptos y actitudes	Actitudes pesimistas frente a posibles cambios en los procesos de producción. Se desconocen los beneficios de la PML	Mostrar beneficios en base a casos exitosos en otras empresas del mismo o de otros sectores.
Organización de la empresa	Falta de comunicación inter-departamental y de trabajo en equipo	Integración de los miembros de la empresa en el eco-equipo
Tecnología	Incapacidad de adecuar y/o apropiar tecnología. Falta de personal técnico adecuado para implementar cambios de procesos	Mostrar ejemplos de industrias que han adecuado o apropiado tecnología aún cuando no sean del mismo rubro. Contratar especialistas.
Información, capacitación y educación	Se desconocen los beneficios de la PML.	Mostrar beneficios en base a casos exitosos en otras empresas del mismo o de otros sectores
Cuestiones económicas y Financieros	Falta de recursos financieros y/o baja capacidad de acceso a créditos.	Estimar las pérdidas económicas ocasionadas por deficiencias existentes. Mostrar que las inversiones en PML son atractivas debido a los cortos periodos de retorno.

Elaborado por: Melania Intriago, 2010

En ocasiones se puede dar, que ciertos obstáculos no puedan ser superados en esta etapa del programa, a pesar de esto, deben ser considerados nuevamente en las etapas de evaluación de las opciones de PML identificadas durante la preevaluación y diagnóstico.

El diagnóstico resultante de la identificación de los obstáculos debe contener información objetiva, incluyendo preferiblemente estudios de caso, para respaldar las soluciones destinadas a eliminar los obstáculos que podrían impedir el éxito del programa en la empresa. Sin embargo, es aconsejable que el equipo de diagnóstico proceda con discreción al plantear los obstáculos y al presentar las posibles soluciones, ya que se puede desincentivar a la Gerencia en el desarrollo del Programa de PML (CPTS, 2005).

3.2. Etapa 2: Preevaluación y Diagnóstico

El objetivo de esta etapa es contar con un diagnóstico preliminar, que identifique las actividades hacia las que se van a enfocar las Etapas 3 y 4 del Programa de PML. En el **ANEXO 1** se presenta el manual 1, 2, y 3 utilizados por el CEPL para recabar información antes y para realizar el diagnóstico de PML. Estos manuales pueden ser utilizados como formularios guías por las empresas.

3.2.1. Diagnóstico Ambiental

Este paso tiene como objetivos familiarizar al equipo de diagnóstico con los procesos productivos de la empresa, recopilar la información necesaria para facilitar al eco-equipo el trabajo de identificar y plantear opciones de PML, y almacenar dicha información en una base de datos.

Las tareas que se deben realizar en este paso son las siguientes:

- Recopilar y organizar los datos de producción/servicio, de consumo de energía, materias primas e insumos, y de generación de residuos y emisiones.
- Recopilar información sobre los procesos de la planta.
- Evaluar las causas de las ineficiencias en los procesos productivos que resultan en el desperdicio de energía o de materias primas y en la generación de residuos y emisiones.
- Evaluar las obligaciones legales que la empresa tiene, como por ejemplo licencias ambientales, normas para compra o uso de materias primas e insumos, límites permisibles y tratamientos exigidos para las descargas, etc.

3.2.2. Desarrollo y estudio del diagrama de flujo de los procesos

Este paso permite entender y tener una idea preliminar clara sobre los procesos de la planta, especialmente de aquellos que tengan pérdidas, generen contaminación y/o energéticamente no sean muy eficientes. Para lograr esto se deben realizar las siguientes actividades:

- Recopilar información general sobre el equipo y los procesos utilizados por la empresa, temas ambientales relacionados con dichos procesos, y estudios de prevención de la contaminación o de eficiencia energética realizados en este sector industrial.
- Recopilar también datos preliminares sobre las actividades de la empresa tales como:
 - Los niveles de producción;
 - El costo de las materias primas, insumos y energéticos;
 - El uso de las materias primas, insumos y energéticos por unidad de producción (estos valores representan los índices de producción, y los índices energéticos de la empresa)
 - El tipo, cantidad y origen de los residuos generados por la planta; y
 - El costo de tratamiento y disposición de los residuos.

Una vez recopilada la información concerniente a los procesos se deberá:

- Dividir el proceso de producción en operaciones unitarias.
En cada operación unitaria (OU), se debe identificar:
 - Las entradas (materias primas y otros insumos, incluyendo la energía disponible y utilizable).
 - Las salidas de cada OU (productos, subproductos y otros insumos, incluyendo la energía disponible y utilizable).
 - Las relaciones entradas/salidas entre operaciones unitarias.
- Elaborar diagramas de flujo del proceso, enlazando operaciones unitarias. Un diagrama de flujo es un esquema lineal gráfico, con símbolos y flechas, que muestra la secuencia de OU identificadas. El diagrama de flujo incluye datos, preferiblemente cuantitativos, sobre las entradas, salidas y pérdidas de cada OU. Incluyendo sus

relaciones (entradas/salidas ó índices de producción), a fin de representar la transformación de las materias primas, energía y otros insumos, en productos, subproductos y residuos.

Para sistemas de producción complejos, donde existan varios procesos independientes, se puede preparar un diagrama de flujo general, mostrando todos los procesos, cada uno representado por un bloque y, en hojas separadas, preparar diagramas de flujo para cada proceso individual, indicando en detalle sus operaciones unitarias. Si éstas fuesen complejas, se puede, a su vez, preparar diagramas de flujo, por separado, con el detalle que sea requerido.

- El diagrama de flujo debe además incluir operaciones complementarias o de soporte, tales como limpieza, almacenamiento, preparación de tanques y otras (si es necesario, éstas pueden presentarse por separado)
- Estimar, en forma preliminar, las entradas y salidas de las operaciones unitarias y estimar los costos derivados tanto de las ineficiencias productivas, como de la generación y tratamiento de residuos y/o la disposición final de desechos.
- Identificar las operaciones unitarias críticas. Una operación unitaria crítica, en el presente contexto, es aquella que tiene o puede tener impactos negativos importantes, sean éstos ambientales, productivos o económicos.



Figura 3.3. Esquema general de un diagrama de flujo de una operación unitaria. Fuente: (Van Hoof, Monroy, & Saer, 2007).

- Plantear, si existen, medidas obvias de PML. Éstas incluyen, por ejemplo:
 - Eliminar fugas de vapor, de aire comprimido y de agua.
 - Cumplir con los parámetros e instrucciones establecidos para el funcionamiento de equipos y actividades operativas.

- Cumplir con la normativa ambiental.
- Prevenir derrames de materias primas y otros insumos

Todas estas actividades pueden ser llevadas a cabo llenando el Manual 2, que se encuentra en el **ANEXO 1**.

3.2.3. Identificación y Evaluación de los Aspectos Ambientales

La identificación de los aspectos se realiza a través del conocimiento de los procesos y etapas productivas de la empresa. Se describen los aspectos ambientales que generan estos procesos y a continuación se evalúa su significancia. Para determinar la significancia se deben calcular las siguientes variables:

- **Severidad del Impacto:** El objetivo de este criterio tiene relación con el daño causado por los impactos ambientales, los cuales se han definido como los siguientes: uso de recursos naturales, contaminación del agua, contaminación del suelo y aguas subterráneas, contaminación del aire y si es incómodo a partes interesadas.
- **Probabilidad:** Evalúa la probabilidad de generar un impacto ambiental benéfico o adverso al realizar una determinada actividad.
- **Relevancia del impacto:** Valora, mediante una calificación que resulta de la multiplicación de la severidad por la probabilidad del impacto ambiental, la importancia.
- **Requisitos Legales:** Valora si existe en la actualidad algún tipo de requisito legal que la empresa deba cumplir y que esté relacionado con el aspecto y el impacto ambiental.
- **Medidas de adecuación:** Determina si en la empresa ya existen medidas para adecuación relacionadas directamente con el aspecto y con el impacto ambiental.

3.2.4. Prioridades para la implantación del Programa y principales indicadores

La información desarrollada en las etapas precedentes sirve para evaluar todas las operaciones unitarias y seleccionar las prioridades para el diagnóstico de PML. Para la selección de las prioridades se deben considerar los siguientes criterios:

- Etapas de mayor generación de residuos y emisiones.

- Etapas con mayores pérdidas económicas.
- Costo de las materias primas y de la energía.
- Cumplimiento con los reglamentos y normas presentes.
- Costos por la administración de residuos y emisiones.
- Riesgo de seguridad para el personal y el entorno.
- Potencial para reducir o eliminar los cuellos de botella de producción, dónde se genera mayor cantidad de residuos y se tienen mayores pérdidas económicas.
- Presupuesto disponible para la realización de las opciones de PML.
- Capacidad de la empresa para obtener medios de financiamiento.
- Expectativas respecto a la competitividad de la empresa.

3.3. Etapa 3: Estudios y Evaluación

3.3.1. Balance de materiales y monitoreo

Todos los insumos que entran a un proceso u operación, salen como productos y como residuos. En este sentido, un balance de masa se define como la verificación de la igualdad cuantitativa de masas que debe existir entre los insumos de entrada y los productos y residuos de salida. El balance de masa es aplicable tanto a un proceso como a cada una de las operaciones unitarias. A menudo no es posible identificar todas las salidas, por lo que se incluye una diferencia de masas “no identificada”.

Para elaborar el balance de masa y energía de las operaciones unitarias críticas se deben realizar las siguientes actividades:

- Establecer la función, el mecanismo y los parámetros (tiempos, temperatura, presión, pH y otros) de funcionamiento de cada operación unitaria.
- Observar, con el detenimiento necesario, el funcionamiento de la operación unitaria bajo parámetros normales de operación, para entender el mecanismo operativo de la o las máquinas asociadas a dicha operación unitaria y las responsabilidades de los trabajadores. Entrevistarse con éstos para aclarar dudas y obtener información y otros aspectos específicos.

- Medir las entradas de cada operación unitaria. La medición de materias de entrada incluyen: el consumo de materia prima, agua, energía y otros insumos. Para evaluar el consumo de insumos (principalmente de materias primas), debe examinarse los registros (inventarios) de adquisiciones y compras. Un registro de almacén es muy útil, ya que allí se registran las compras de material y sus usos. La cuantificación de las entradas netas de insumos al proceso puede ser cuantificados, por ejemplo, en un registro como el que se ilustra en la **Figura 3.4**.
- Medir las salidas de cada operación unitaria, incluyendo residuos y pérdidas cuantificables. La medición de materiales de salida incluyen: la cantidad y tipo de productos y subproductos; la cantidad y características de los residuos sólidos, líquidos y gaseosos (incluye flujos y calidad de residuos); y las mermas y pérdidas accidentales (por derrames y/o fugas). La cuantificación de la cantidad del producto principal es un factor clave en la eficiencia del proceso o de la operación unitaria. Combinar los datos sobre las entradas y las salidas de cada operación unitaria para obtener un balance preliminar de masa y energía. Se debe identificar, verificar y corregir las diferencias o anomalías encontradas en cada balance, y detallar con más cuidado los balances que involucren desechos peligrosos o de alto costo. Para fines de seguimiento y evaluación de la planta, se debe estandarizar las unidades de medición (litros, kilogramos o toneladas); la unidad de tiempo (por hora, día, mes o año); y la referencia para calcular los consumos específicos (por unidad de producción o por unidad de materia prima).
- Determinar, por diferencia entre entradas y salidas, las pérdidas no identificadas y, por ende, no cuantificadas como parte de las salidas. Un buen balance de materiales no solo refleja la adecuada recolección de datos, sino que asegura entender el proceso y sus operaciones. En la práctica, rara vez ocurrirá que las entradas iguallen a las salidas, por lo que se requiere criterio para determinar qué nivel de exactitud es aceptable.

detectado y, por ende, sus masas no pudieron ser cuantificadas. También puede constituir la masa que pudiera quedar residente en la operación.

En el **ANEXO 1**, Manual 4 se presenta un formato para realizar el balance de masa y balance de energía, herramientas importantes para identificar pérdidas, encontrar oportunidades de PML y, obtener una mayor eficiencia productiva.

El cálculo de los costos de los residuos relacionados a la materia prima, según Ruiz (2010) se pueden calcular con las siguientes fórmulas:

$$C \times D = E$$

Dónde C es el costo total de la materia prima incorporada al residuo (US \$) y D es la cantidad de residuo generado (en kg o t).

El cálculo del costo total del residuo se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$H = E + F - G$$

Donde H es el costo total del residuo, E es el costo total relacionado a la materia prima (US \$), F son los costos de tratamiento, transporte, almacenamiento y disposición del residuo (US \$) y G es el precio de venta del residuo (US \$).

El hecho de tener información sobre el consumo de insumos (tales como materia prima, agua, energía y otros) y su respectivo análisis, permite a la administración o gerencia general de la empresa:

- Planificar los niveles de producción en los cuales el consumo específico es menor, de acuerdo a la capacidad instalada y la demanda de sus productos.
- Fijar metas de consumo de insumos de manera global y por proceso. Esto permite un control, bastante preciso, de los niveles de consumo y del rendimiento de la planta en cada una de sus secciones.
- Asignar los costos por consumo de insumo, a cada una de las operaciones que intervienen en el proceso productivo.

- Efectuar una correcta gestión de los recursos, superando oportunamente los problemas que pueda enfrentar en la planta.

3.3.2. Causas que originan ineficiencias y flujos contaminantes

Adicionalmente a describir los componentes de cada operación unitaria, y de cuantificar sus entradas y salidas, es necesario identificar las causas que originan ineficiencias y flujos contaminantes en las operaciones unitarias. Un flujo contaminante puede tener su origen en el desperdicio de materias primas u otros insumos, o en la pérdida de un producto intermedio o del producto final. La causa que origina el mencionado desperdicio podría ser, por ejemplo, el uso de un determinado insumo en cantidades superiores a las que se requiere para lograr el propósito deseado. A continuación se enumeran las principales causas que originan ineficiencia y flujos contaminantes:

- La calidad o las características de las materias primas e insumos. Por ejemplo el uso de materias primas de menor costo, pero no adecuada a los estándares del equipo o proceso, deficiencias de los proveedores, sistema inadecuado de gerencia de compras, almacenamiento inadecuado, contenido tóxico o peligroso, etc.
- Las características o composición de los productos. Por ejemplo: proporciones inadecuadas entre residuos y productos, especificaciones de calidad excesivamente altas, diseño o presentación no adecuado del producto, embalajes inadecuados, productos compuestos por materiales peligrosos, etc.
- La naturaleza del proceso (y/o la de sus operaciones unitarias). Por ejemplo derrames en la transferencia a través de esteras, baldes y dosificadores.
- Las características y estado de los equipos de producción. Por ejemplo: falta de mantenimiento preventivo, sobrecarga en los equipos, accionamiento innecesario de los equipos, consumos de agua y aire no verificados, etc.
- Los parámetros y las condiciones de operación de los equipos. Por ejemplo: fugas en válvulas y tuberías, mantenimiento de las condiciones del proceso.
- Los controles y la supervisión de las operaciones. Por ejemplo: miedo de perder secretos industriales y comerciales, énfasis solamente en la producción y no en la gente.

- La habilidad y la motivación de los trabajadores. Por ejemplo: recursos humanos no calificados, programas de entrenamiento deficientes, inseguridad en el ambiente de trabajo, exigencia de calidad sin capacitación, etc.
- La generación de residuos. Por ejemplo: la falta de separación/segregación de residuos, recuperación de energía de los productos y de los residuos y emisiones, potencial re-uso o reciclado de determinados residuos.

Para facilitar la identificación de las causas que originan ineficiencias y flujos contaminantes, se puede realizar el siguiente procedimiento:

- Primero, para cada operación relacionar los flujos de salida de residuos y pérdidas de energía con los flujos de los insumos de entrada, incluyendo consumo de energía utilizando para ello los balances de materiales y la cuantificación detallada de entradas y salidas que se hizo previamente.
- Segundo, salvo que sea obvio, determinar dentro de qué factor de los 7 anteriormente mencionados radicaría la causa que origina una determinada ineficiencia o flujo contaminante.
- Tercero, obtener indicadores o parámetros de operación estándar relacionados con el factor determinado.
- Cuarto, identificar causas específicas, comparando dichos indicadores con indicadores obtenidos a partir de los balances de masa y energía.

3.3.3. Preselección de oportunidades de PML y sus principales indicadores

Las causas identificadas que originan ineficiencias y flujos contaminantes constituyen la base sobre la cual pueden plantearse las opciones de PML. Esta generación de opciones será de mucha mayor riqueza si se consideran las sugerencias de todos los miembros del eco-equipo. Para tal efecto, se recomienda seguir la secuencia que utiliza criterios priorizados en el orden de prelación en el que se listan:

- Como primera prioridad, se busca mejorar la eficiencia de cada operación unitaria mediante la optimización del uso de materias primas, agua y energía, entre otros insumos. Como parte de este mismo criterio, también se busca sustituir materias primas u otros insumos cuyo uso sea peligroso, ya sea para la salud de los operarios o

para el medio ambiente, incluyendo, si fuere necesario, la posibilidad de reformular el producto o algunas de sus características. La aplicación de este criterio permite reducir costos unitarios de producción y, al mismo tiempo, minimizar la peligrosidad y cantidad de flujos contaminantes y/o pérdidas de energía en sus fuentes de origen. Estos últimos aspectos, a su vez, permiten reducir los costos de operación asociados al tratamiento final de residuos.

- Como segunda prioridad, se busca reciclar, utilizar y/o recuperar flujos de residuos, a fin de reducir pérdidas de insumos y/o productos, lo que a su vez, incide en la reducción de los costos unitarios de producción y costos de operación asociados al tratamiento final de residuos.
- Debido a que las prácticas de PML no aseguran una eliminación total de los flujos de contaminantes, puede ser necesario plantear opciones de tratamiento, “al final del proceso”, para estos efluentes. Sin embargo, deben ser considerados como una última opción, y sólo después de haber agotado las dos anteriores. Las medidas de tratamiento no son parte de las opciones de PML, pero pueden coadyuvar a solucionar los problemas de contaminación. Sin embargo, se debe tener en cuenta que mientras mayores sean los volúmenes de desechos a tratar, mayores serán los costos en los que la empresa deberá incurrir y los que no serán recuperables, incidiendo así en los costos de producción, encareciendo el producto y haciéndolo menos competitivo.

3.3.4. Selección de las opciones PML

Una vez planteadas las opciones de PML para mejorar la eficiencia de una operación unitaria, el eco-equipo debe plantear (no diseñar) las alternativas más apropiadas para su interpretación, a fin de contar con información que facilite seleccionar las opciones viables y descartar aquellas cuya implementación no sea practicable.

En este sentido, a partir de todas las opciones planteadas en el paso anterior, se debe seleccionar aquellas opciones cuya implementación no presente impedimentos obvios (sobre todo en términos técnicos), de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Descartar aquellas opciones imposibles de implementar o que, de manera obvia, se vea que no son ambientalmente adecuadas. La decisión de descartar una opción estará basada más en aspectos de carácter cualitativo (por ejemplo, la imposibilidad de

acceder a un insumo propuesto) que cuantitativo (por ejemplo., rendimientos bajos, previsible en términos termodinámicos). Salvo que sea muy obvio, es preferible dejar los aspectos cuantitativos para la evaluación técnica que se describe en la siguiente etapa.

- Para las opciones no descartadas, se debe evaluar los posibles obstáculos internos o externos que impedirán o harían no atractiva su implementación. Por ejemplo, la falta de espacio físico para implementar una determinada opción debería ser considerada, primero, como un obstáculo y, si no existiese una solución posible, recién considerarla como una imposibilidad.
- Las opciones no descartadas podrán ser evaluadas en la siguiente etapa, tanto en términos técnicos (aspectos productivos y ambientales) como económicos.

3.4. Etapa 4: Estudios de viabilidad técnica, económica y ambiental (UNEP/UNIDO, 2004)

El objetivo de esta etapa es establecer la viabilidad de las opciones de PML, seleccionadas en la etapa anterior, solamente en términos técnicos, ambientales y económicos.

3.4.1. Evaluación técnica

La evaluación técnica debería cubrir los siguientes aspectos:

- Consumo de materiales y energía:
- Calidad de los productos y subproductos:
- Recursos humanos requeridos
- Riesgos al implementar las opciones
- Facilidad de implementación
- Tiempo requerido para la implementación
- Correlación con otras opciones

3.4.2. Evaluación económica

La finalidad de esta evaluación es determinar si las opciones a implantar son rentables para la empresa. El realizar un análisis adecuado de este tipo es vital, de lo contrario la opción puede dar lugar a un fracaso económico del proyecto lo cual desalentará cualquier otro tipo de

inversión en esta área. Existen varios tipos de conceptos financieros que pueden ser utilizados para evaluar la factibilidad económica de una medida de PML:

- Los conceptos de periodo de recuperación de la inversión y rentabilidad de la inversión son utilizados para realizar evaluaciones económicas rápidas y sencillas, y son de uso frecuente en la evaluación económica de las medidas de PML.
 - Cálculo de ingresos: Entre los ingresos se considera el potencial de ahorro de gastos que resulta de la aplicación de las medidas, teniendo en cuenta los costos de la empresa y comparándolos con los costos generados por el uso ineficiente de recursos.
 - Cálculo de egresos: Es el cálculo de los costos de la inversión necesaria para implementar medidas que reduzcan el consumo de materia prima, agua y energía, y que a la vez, tengan un impacto positivo en el ambiente, generando menos residuos, menos efluente, y menos sustancias peligrosas, etc.

Los rubros a considerar en este análisis son los siguientes:

Ingresos:

- Ahorro de gastos que resulta de la aplicación de las medidas

Egresos:

- Asesoría en ingeniería y capacitación
- Equipos de medición
- Gastos operativos y montaje
- Mantenimiento: Gastos de mantenimiento de equipos
- Disposición de residuos: Variar. En función del inventario de residuos
- Monitoreo
- Depreciación: Este rubro se refiere a las inversiones en equipos. Y no representa un desembolso efectivo, sino apenas una operación contable derivada de una exigencia legal. Es el valor contable agregado al costo de producción para compensar el uso o el

desgaste de las máquinas y de las instalaciones. Es un porcentaje obtenido a través de la división de la inversión por la vida útil del proyecto.

La vida útil de cada equipo puede ser estimada sobre la base de las informaciones de los proveedores y en la experiencia de los técnicos. Por razones fiscales las autoridades disponen de períodos legales para la depreciación.

Análisis de la rentabilidad:

La rentabilidad de un proyecto de PML es medida empleando los flujos de caja de incremento (entradas menos salidas de caja) para cada año de duración del proyecto durante todo el período de evaluación.

El CET PERÚ y CONAM (2005) describen los tres métodos más comunes para medir la rentabilidad:

- Tasa interna de retorno (TIR):
- VAN (Valor Actual Neto): Cuando se realiza una inversión de capital, el inversionista espera obtener un retorno de su inversión, de tal manera que, al cabo de un tiempo, se recupere el capital invertido y, posteriormente, éste se incremente en forma indefinida. En este sentido, el valor actual neto (VAN) de una inversión inicial (I_0), se define como el valor presente que tendría un capital invertido al cabo de un número de períodos de tiempo (n), por los flujos de caja que se obtendrán en cada período, aplicando a dichos flujos de caja una tasa de descuento (r) que puede tener un valor constante o variable para cada uno de los períodos mencionados y (k) es una constante experimental dada. Esta definición puede ser expresada mediante la siguiente ecuación:

$$VAN = -I_0 + VA_{(r)}[FC_{(1)}] + VA_{(r)}[FC_{(2)}] + K + VA_{(r)}[FC_{(n)}]$$

$$VAN = -I_0 + \frac{FC_{(1)}}{(1+r)^1} + \frac{FC_{(2)}}{(1+r)^2} + K + \frac{FC_{(n)}}{(1+r)^n} = -I_0 + \sum_1^n \frac{FC_{(n)}}{(1+r)^n}$$

- Período de recuperación del capital (*payback*): Es el tiempo necesario para la recuperación del desembolso del capital utilizado para iniciar el proyecto. La fórmula para calcular el período de recuperación del capital es la siguiente:

$$\text{Período de recuperación del capital (años)} = \frac{\text{inversión del capital}}{\text{flujo de incremento anual}}$$

Este método es recomendado para evaluaciones rápidas de rentabilidad.

Tomando como base el período de recuperación del capital, generalmente se prefieren los proyectos con períodos más cortos antes que proyectos con períodos más largos.

Una regla empírica es que los períodos de recuperación de la inversión de hasta 3 o 4 años son considerados por lo general como aceptables y de bajo riesgo.

La mayoría de empresas utilizan la tasa interna de retorno (TIR) para priorizar proyectos de inversión que están compitiendo por financiamiento. Se prefiere la tasa interna de retorno antes que la recuperación de la inversión como el método para determinar la viabilidad económica de proyectos. La tasa de interés se incrementa a medida que el proyecto se hace más rentable. Para inversiones con un bajo nivel de riesgo, muchos consideran que es razonable una tasa de interés de 12% a 15% después de impuestos.

3.4.3. Evaluación ambiental

La evaluación ambiental debería incluir la estimación de los siguientes beneficios que cada opción de PML puede traer consigo:

- Posible reducción en la cantidad de desechos/emisiones (expresado en unidades de masa).
- Posible reducción en la generación de desechos/emisiones peligrosos, tóxicos o no biodegradables (expresado en unidades de masa).
- Posible reducción en el consumo de recursos naturales renovables (expresado en unidades de masa).
- Posible reducción en el consumo de recursos naturales no renovables, Ej. Combustibles fósiles (expresado en unidades de masa).
- Posible reducción en los riesgos (desde el punto de vista de seguridad en los procesos).

- Posible reducción en la emisión de contaminantes globalmente importantes (Ej. Sustancias que degradan la capa de ozono, emisiones de gas de efecto invernadero).

3.4.4. Selección de las opciones factibles

Una vez realizadas las evaluaciones, la información recopilada para cada opción debe ser sometida a un proceso de documentación en el cual se establezcan los criterios de evaluación. Estos criterios están constituidos por aquellos utilizados en la evaluación económica, junto con otros que surgen de las necesidades manifiestas de la empresa. En la documentación, las opciones de PML, deben ser expresadas en forma de recomendaciones, señalando en forma clara, concisa, exacta y precisa las medidas específicas a ser implementadas por la empresa, la información básica que respalda las medidas propuestas, los beneficios y los cálculos necesarios que justifican lo expuesto en donde se incluyan los indicadores.

3.5. Etapa 5: Implementación y Planes de Seguimiento

En esta fase se ejecuta las recomendaciones establecidas mediante la asignación de recursos económicos, tecnológicos y humanos.

3.5.1. Plan de PML

Para asegurar que la implementación de las medidas de PML seleccionadas se lleven a cabo de forma lógica y programada, los consultores y la empresa deberán preparar un plan detallado, el cual incluirá los siguientes elementos:

- Una lista detallada de todas las actividades que deberán desarrollarse durante el resto del proyecto, desde el diseño detallado de las medidas seleccionadas hasta la medición y evaluación de los beneficios logrados por las medidas implementadas en la planta.
- Fechas de inicio y termino para cada una de las actividades
- Nombre de las personas responsables para llevar a cabo cada una de las actividades.
- Nombre de la persona elegida por la empresa para supervisar todas las actividades que le han sido asignadas en el plan de PML. Esta persona deberá tener buenos conocimientos técnicos y suficiente autoridad dentro de la empresa para poder liderar esta tarea.

3.5.2. Implementación de las Opciones de PML

Una vez realizada la planeación, se empezará entonces con el montaje de cada uno de los proyectos seleccionados y aprobados. En este paso no se puede establecer un esquema definido de actividades que se deban realizar debido a que la implementación siempre es de carácter muy individual según la empresa.

3.5.3. Plan de Monitoreo

En este plan se definen los mecanismos necesarios para monitorear el avance de las actividades planeadas, evaluar el cumplimiento del cronograma establecido, y, cuando sea necesario, modificar el plan de PML para tomar en cuenta retrasos, problemas y cambios en las actividades a desarrollar.

3.5.4. Control de los Indicadores

El objetivo de este paso es comprobar mediante monitoreo y al cabo de un tiempo preestablecido en el plan de acción, los beneficios que proporciona cada una de las medidas de PML implementadas. Las actividades que se deben realizar para el efecto son:

- Usar indicadores útiles y sencillos para evaluar los resultados de la implementación del programa de PML.
- Identificar y evaluar el posible efecto de las medidas de PML implementadas sobre las operaciones unitarias vinculadas, a través de consultas con los trabajadores, encargados de producción, calidad, ventas, etc.
- Enviar informes periódicos a la gerencia y, de ésta, a los empleados.

4. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

4.1. Definición de la línea base de PML

Para iniciar con la implementación del programa de PML en la empresa metalmecánica ESACERO S.A. se llevó a cabo una reunión con el gerente de la empresa para que exista un compromiso y se pueda asegurar la ejecución del programa de PML. Adicionalmente, en esta reunión se definieron los miembros del eco-equipo, considerando que éste debe ser multidisciplinario. Se hizo una visita a planta y se inició la recolección de datos para el diagnóstico de la empresa. Entre los datos que se recolectaron se encuentran los siguientes:

- Información general de la empresa, como la razón social, la ubicación, la fecha de inicio de funcionamiento de la planta industrial, su clasificación, los principales productos o servicios, etc.
- Información sobre los programas y proyectos que lleva a cabo la empresa.
- Datos sobre las instalaciones de la empresa, como el estado del predio, la zonificación municipal, las edificaciones cercanas a la planta, etc.
- Información sobre los procesos de la empresa.
- Información sobre pasivos ambientales.
- Expectativas de la empresa sobre el programa de PML.

La recopilación de toda esta información se la hizo en el Manual 1-Pre-Auditoría (el cual se encuentra adjunto en el **ANEXO 1**). Adicionalmente se identificaron los obstáculos que podrían impedir el éxito del programa en la empresa. Para el obstáculo de información, el CEPL dictó un curso de capacitación especializada en PML, donde asistieron los miembros de eco-equipo.

4.2. Diagnóstico Ambiental de ESACERO S.A.

La recopilación de la información se la hizo en el Manual 2-Diagnóstico Ambiental del Proceso y Gestión de Residuos (el cual está adjunto en el **ANEXO 1**). El análisis de las principales materias primas, insumos y auxiliares se realizó en base a los consumos y costos, los cuales se obtuvieron de la base de datos de la empresa. En esta base de datos se clasificó cada elemento, asignándole una categoría de producto. Esta agrupación sirvió para aplicar

Pareto, en donde se dividió el monto de compra de cada producto para la suma de los montos de compra de todos los productos de la categoría, la cantidad resultante se expresó en porcentaje. Los resultados de este análisis se presentan en las figuras a continuación:

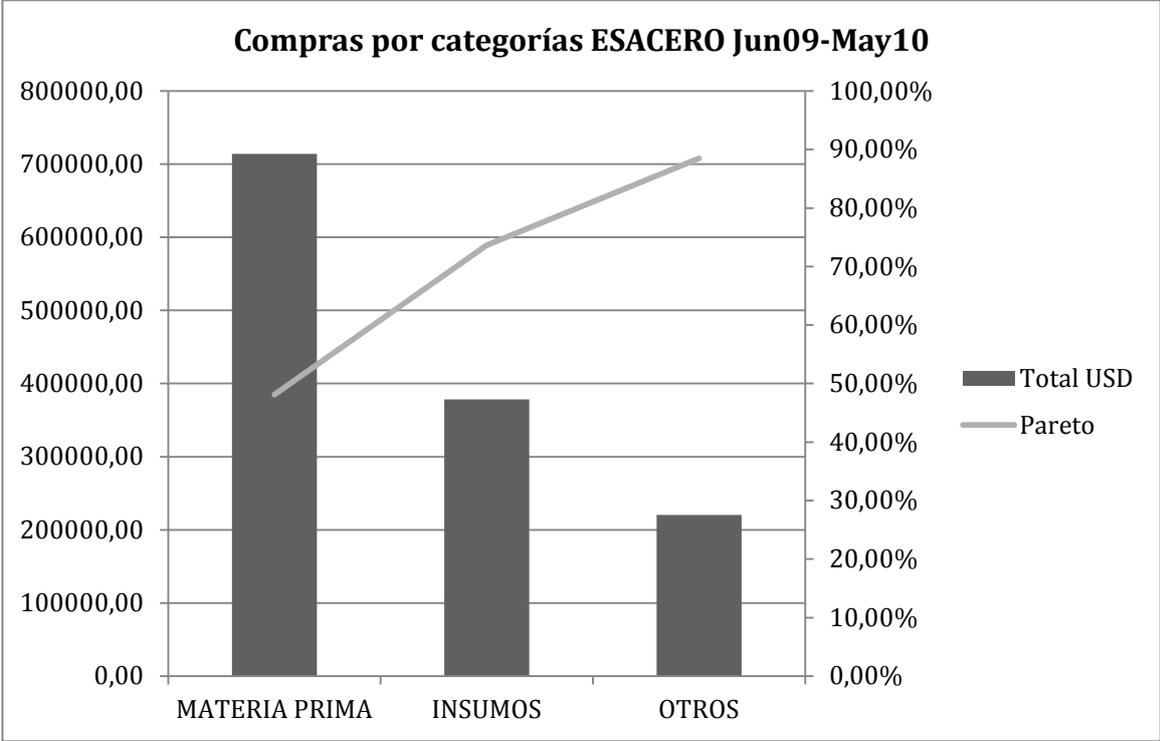


Figura 4.1. Análisis, mediante un gráfico de Pareto, las compras realizadas en ESACERO en el período de Jun09-May10. *Elaborado por: Melania Intriago, 2010.*

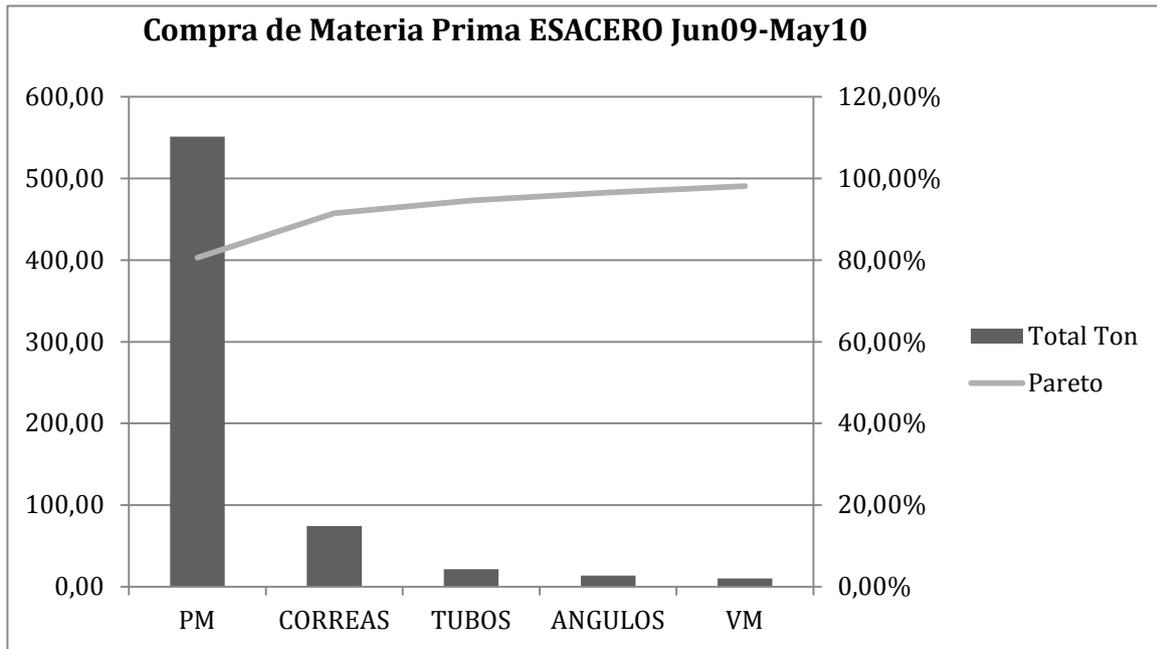


Figura 4.2. Análisis, mediante un gráfico de Pareto, las compras de materias primas realizadas en ESACERO en el período de Jun09-May10. PM: planchas metálicas, VM: vigas metálicas.. *Elaborado por: Melania Intriago, 2010.*

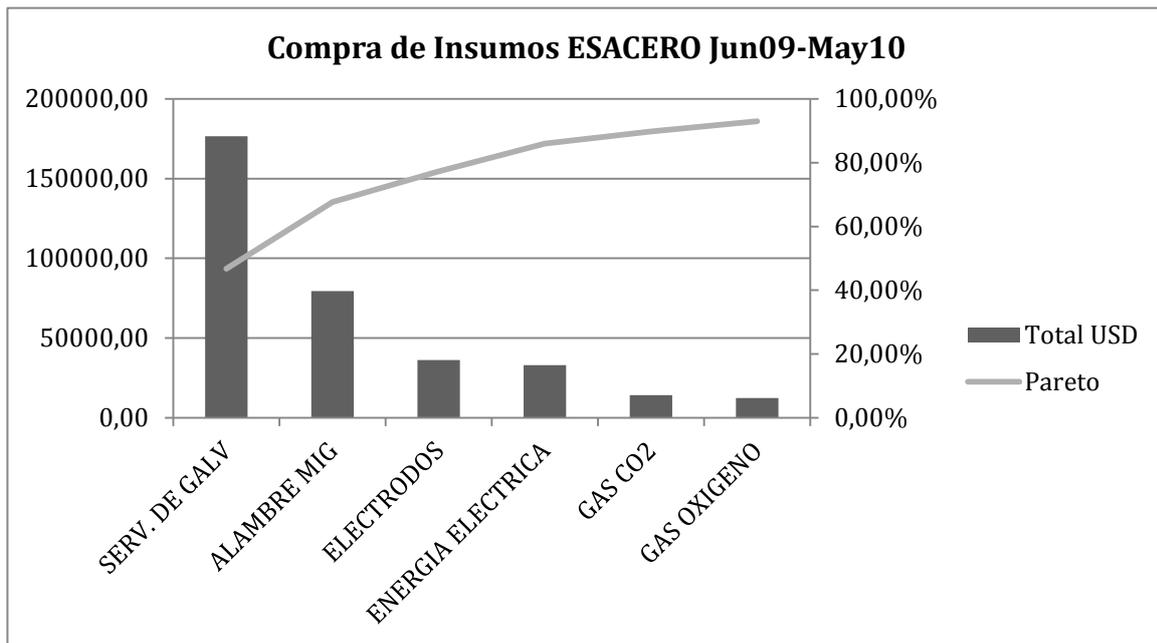


Figura 4.3. Análisis, mediante un gráfico de Pareto, las compras de insumos realizadas en ESACERO en el período de Jun09-May10. Serv. de Galv.: Servicio de Galvanizado. *Elaborado por: Melania Intriago, 2010.*

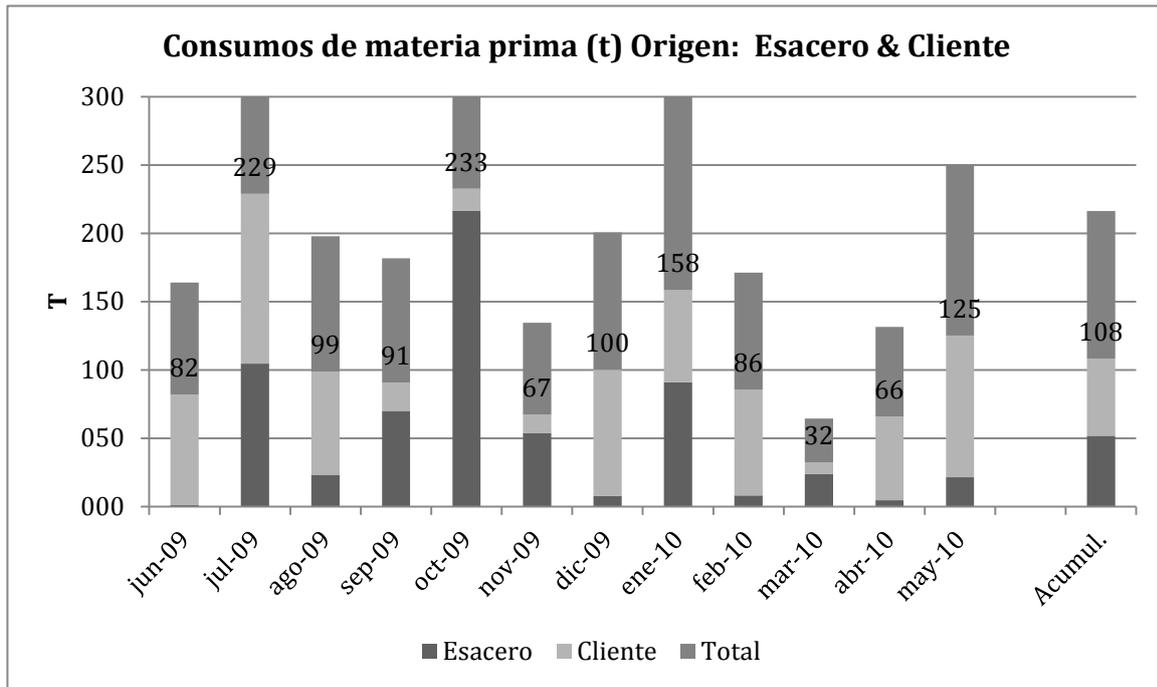


Figura 4.4. Análisis del consumo de materia prima (t) en ESACERO durante el período de Jun09-May10. *Elaborado por: Melania Intriago, 2010.*

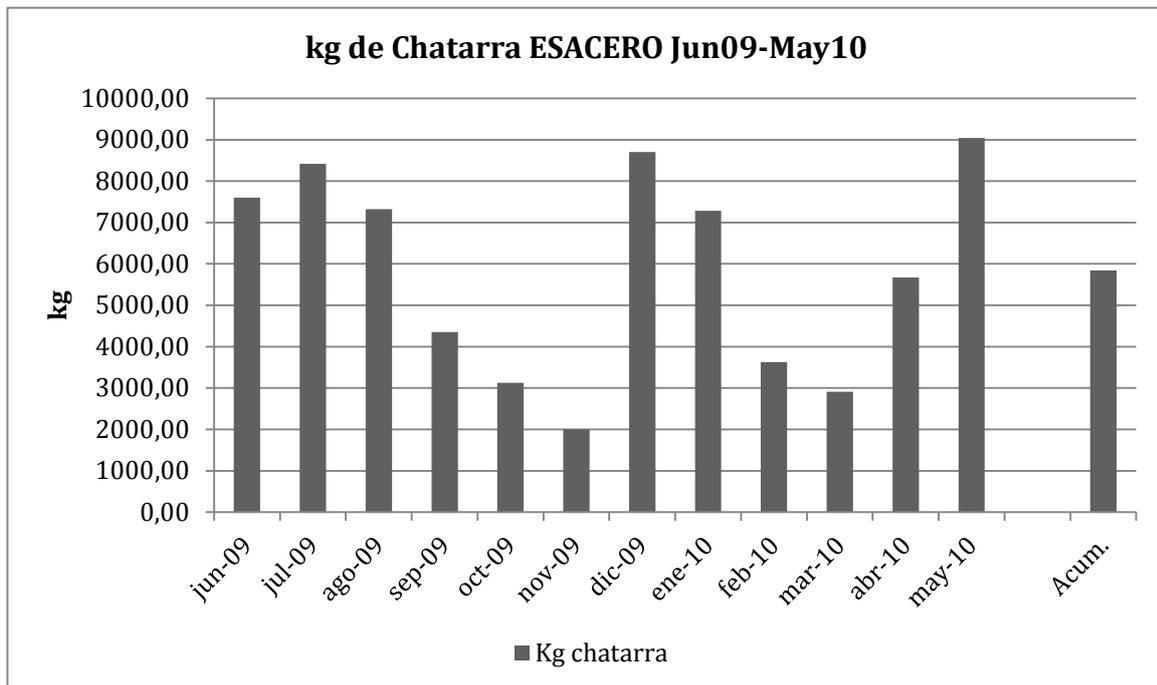


Figura 4.5. Generación de chatarra en ESACERO en el período de Jun09-May10. *Elaborado por: Melania Intriago, 2010.*

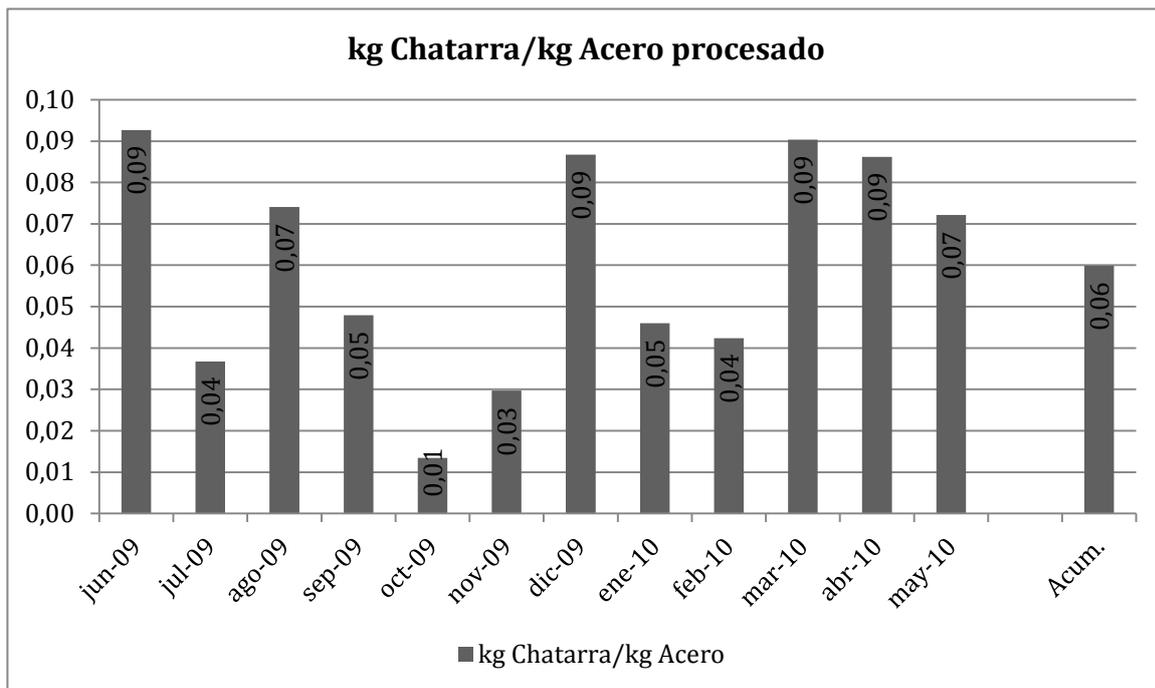


Figura 4.6. Análisis de la relación entre kg chatarra/kg acero procesado en ESACERO en el período de Jun09-May10. *Elaborado por: Melania Intriago, 2010.*

Analizando la **Figura 4.1** se puede afirmar que el mayor gasto de ESACERO es en la compra de materia prima, por tal motivo la opción de PML a ser implementada debe estar orientada al trabajo con las materias primas para que el beneficio económico sea atractivo para la empresa. Específicamente en la materia prima, el mayor consumo es de planchas metálicas que representa el 80,3% de todo el grupo. Debe, sin embargo, considerarse que hay proyectos en donde la materia prima es provista por el cliente. Como se observa en la **Figura 4.4** no hay una tendencia en la materia provista por el cliente, habiendo meses en que la totalidad de la materia la provee el cliente y en otros meses la materia es provista por ESACERO. Finalmente se debe considerar que estos datos representan la entrada de materia prima a la planta, más no el momento en que ésta fue procesada, ya que existen proyectos que pueden durar más de un mes.

Respecto a los gastos en insumos, el mayor rubro es en el servicio de galvanizado (*Ver Figura 4.3*), sin embargo debe tomarse en cuenta que este es realizado por otra empresa motivo por el cual no se pueden implementar mejoras en este punto. Las siguientes opciones son la compra de alambre MIG, electrodos, energía eléctrica y gases, y son viables para la implementación de mejoras.

El principal residuo de la empresa es la chatarra, en la **Figura 4.5** se representa la generación mensual de chatarra, como se puede observar no hay una tendencia clara que permita predecir a futuro la generación de chatarra, dificultando así la obtención de un indicador. Esto se confirma con la **Figura 4.6**, donde se grafica la relación entre los kilogramos generados de chatarra con los kilogramos de acero procesado.

Ya que la empresa utiliza maquinaria que utiliza electricidad para su funcionamiento, y que representa un rubro considerable en los gastos de la empresa, se graficó el consumo de electricidad (*Ver Figura 4.7*), habiendo una ligera tendencia, con oportunidad de mejora.

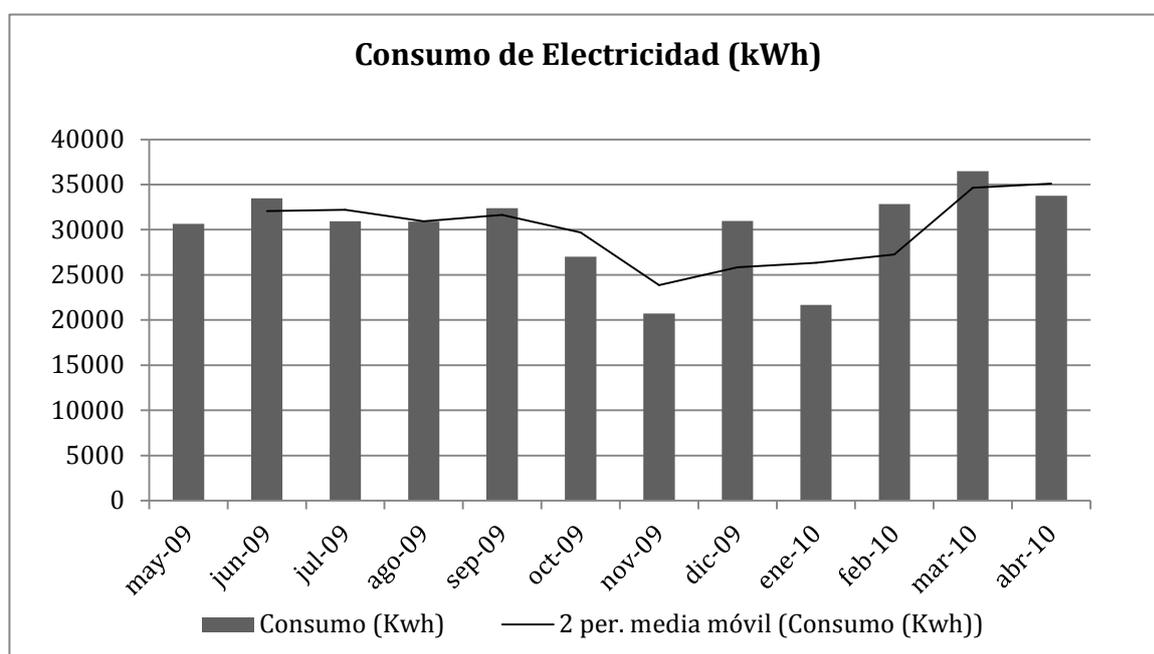


Figura 4.7. Análisis del consumo de electricidad durante el período de Jun09-May10. *Elaborado por: Melania Intriago, 2010.*

4.3. Identificación y evaluación de los aspectos ambientales

Dentro del manual 2 (*Ver ANEXO 1*) se puede encontrar una matriz de aspectos ambientales, como ya se mencionó anteriormente esta matriz sirve para dar prioridades a los aspectos ambientales más significativos, con el objetivo de identificar oportunidades de mejora.

Para determinar la significancia se deben calcular las siguientes variables:

- Severidad del Impacto
- Probabilidad
- Relevancia del impacto
- Requisitos Legales

- Medidas de adecuación

La severidad del impacto se determinará a través de tablas establecidas previamente las cuales se detallan a continuación:

Tabla 4.1. Valoración de la severidad para aspectos de entrada (insumos y materias primas).

Para aspectos de entrada:

IN - Insumos (agua, energía, combustibles etc.)		
Consumo/ mes	Severidad	
Hasta 25% del consumo total	1	
Hasta 50% del consumo total	2	
Del 50 al 75% del consumo total	3	
Del 75 al 100% del consumo total	4	
MP - Materias primas y auxiliares		
Consumo/ mes	Severidad	
	Producto peligroso	Producto no peligroso
Hasta 25% del consumo total	2	1
Del 25 al 50% del consumo total	3	2
Del 50 al 75% del consumo total	4	3
Del 75 al 100% del consumo total	5	4

Elaborado por: Melania Intriago, 2010

Tabla 4.2. Valoración de la severidad para aspectos de salida

Para aspectos de salida:

Severidad		
Nivel	Descripción	Peso
Baja	Eventos y/o productos que afectan el ambiente, pero que mediante una acción sencilla inmediata, el potencial de daño puede ser remediado. No necesitan disposición o tratamiento final. <i>Ejemplo:</i> Residuos orgánicos.	1
Mediana	Eventos y/o productos 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. <i>Ejemplo:</i> Generación de polvo metálico, generación de ruido, etc.	2
Alta	Eventos y/o productos 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. Deben ser entregados a gestores para un mejor uso. <i>Ejemplo:</i> Generación de chatarra, la cual debe ser entregada a un gestor.	3
Grave	Eventos que tienen potencial de causar daños significativos al ambiente. Deben ser entregados a gestores debido a su peligrosidad. <i>Ejemplo:</i> Filtros de pintura, no pueden ser reutilizados ni reciclados, estos deben ser incinerados debido a su alta peligrosidad.	4

Elaborado por: Melania Intriago, 2010

La probabilidad se determinó según la siguiente tabla:

Tabla 4.3. Valoración de la probabilidad.

Nivel	Descripción	Peso
Baja	El aspecto ocurre esporádicamente, sin regularidad. <i>Ejemplo:</i> consumo de agua para enfriar la escoria.	1
Mediana	El aspecto ocurre frecuentemente (semana, quincenal, mensual). Es planificado. <i>Ejemplo:</i> cambio de aceite de una máquina.	2
Alta	El aspecto ocurre continuamente. <i>Ejemplo:</i> consumo de energía eléctrica.	3

Elaborado por: Melania Intriago, 2010

Del resultado de la evaluación de los aspectos ambientales de la empresa se obtuvo que los aspectos más significativos son los siguientes:

- La emisión de ruido por la operación de maquinaria.
- La generación de chatarra.
- La generación de residuos comunes tales como polvo metálico, colillas de electrodos, cartón y plástico.
- El consumo de energía eléctrica para la operación de maquinaria.
- La generación de residuos peligrosos, tales como filtros de pintura, residuos impregnados de thinner y aceite.

4.4. Cumplimiento normativo

La legislación ambiental aplicable al sector metalmeccánico, está enmarcada en los siguientes grandes bloques normativos a saber:

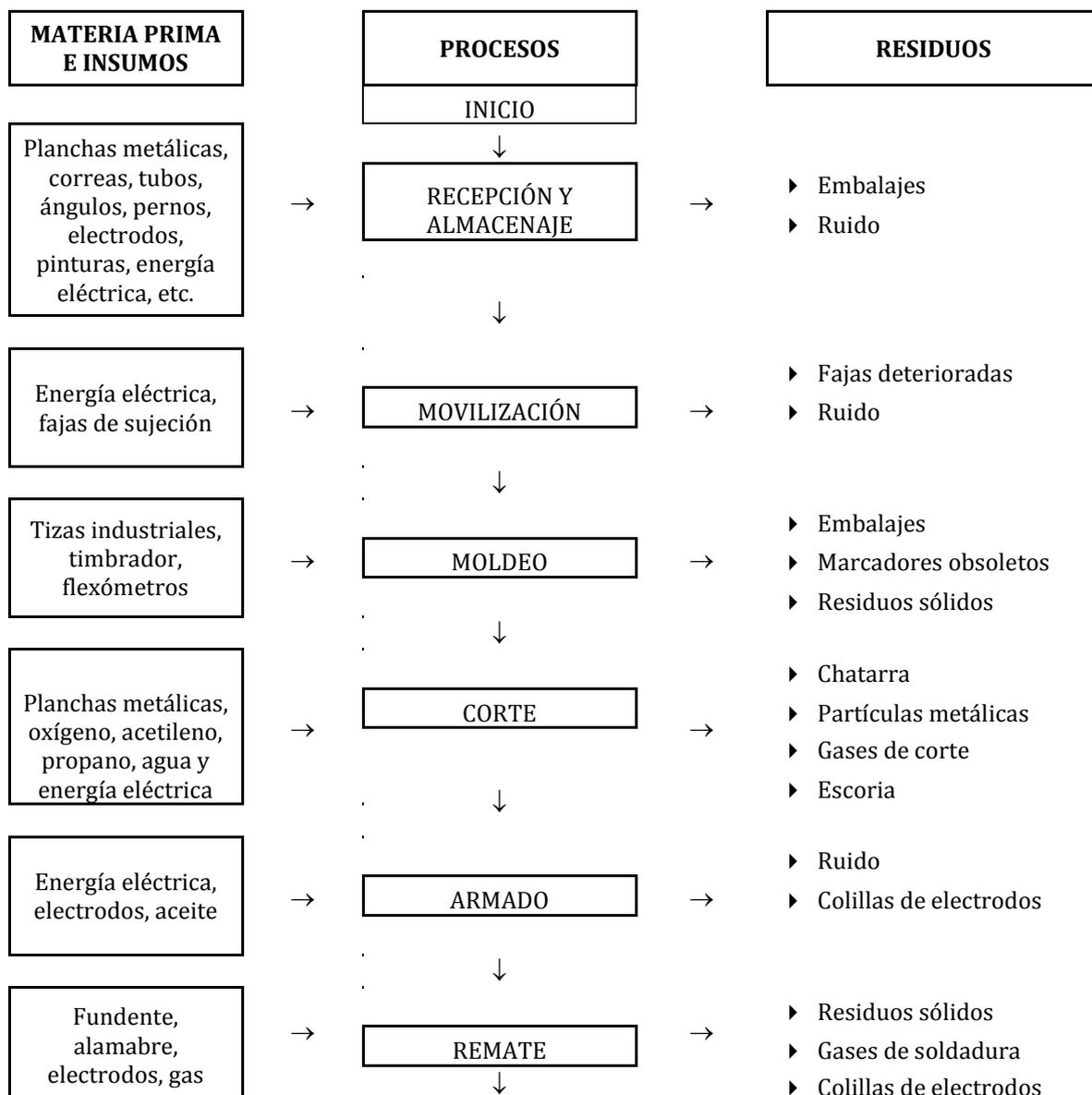
- La Constitución de la República del Ecuador, que como ley suprema, se constituye en el marco que recoge gran parte de los enunciados sobre el manejo y conservación del ambiente.
- Los tratados o convenios internacionales suscritos por Ecuador.
- Las leyes generales, especiales, reglamentos, acuerdos legislativos, normas técnicas, resoluciones, ordenanzas municipales y disposiciones administrativas relacionadas.

El análisis del cumplimiento de la legislación ambiental se la realiza en el Manual 3-Evaluación de Aspectos Legales (el cual se encuentra adjunto en el **ANEXO 1**).

5. MEDICIONES

5.1. Flujo del proceso

Como ya se mencionó en el marco teórico, la industria metalmeccánica tiene como rasgo principal una diversidad de subprocesos necesarios para producir un producto metalmeccánico dado. A esto se le suma que el producto metalmeccánico final es la suma de una serie de subconjuntos, cada uno de los cuales reclama a su vez un montaje propio efectuado con anterioridad. Es así que, a grandes rasgos, y desatendiendo los múltiples tipos de productos se pudo identificar y caracterizar las operaciones y procesos generales que se realizan en la industria, de la siguiente manera:



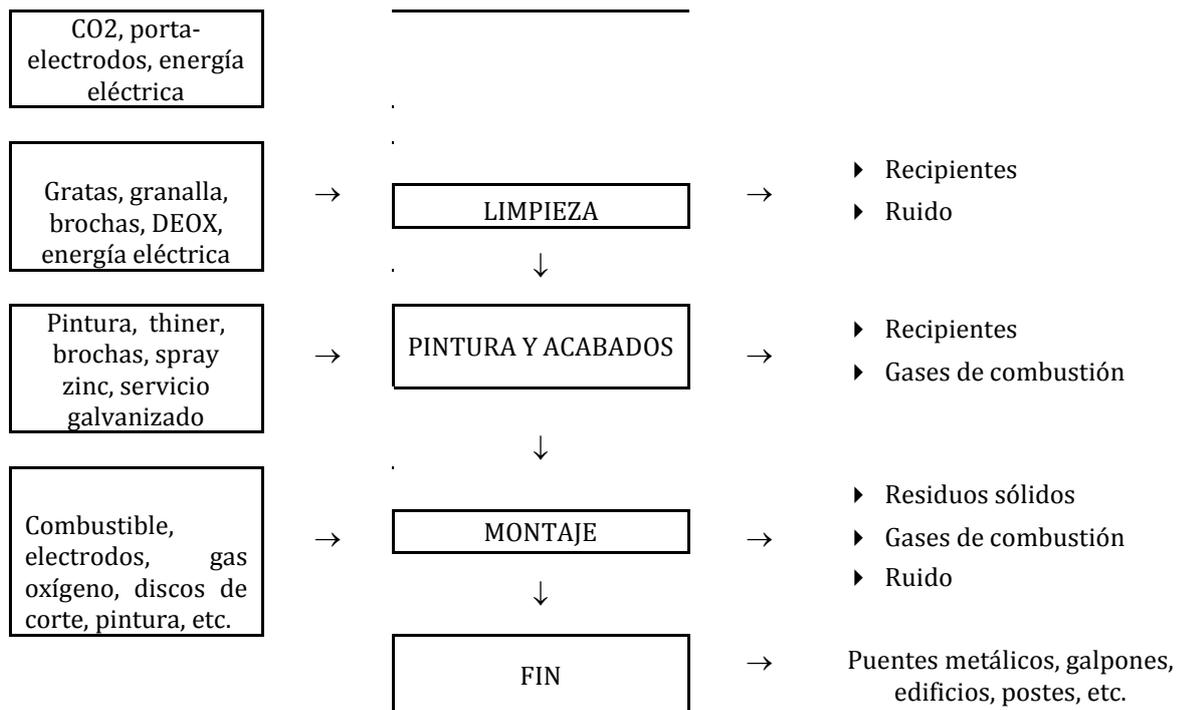


Figura 5.1. Operaciones principales del proceso. *Elaborado por: Melania Intriago, 2010*

5.2. Mediciones

Dada la condición de la empresa se dificultó la realización de mediciones de las materias primas, insumos y auxiliares. Se optó por la medición de los tiempos operativos para identificar las condiciones de eficiencia en el trabajo.

5.2.1. Tiempos Operativos

Los tiempos operativos, lo cual se lo hizo siguiendo el siguiente formato:

durante el periodo de una semana. Los resultados de estas mediciones se grafican en la **Figura 2.5.**

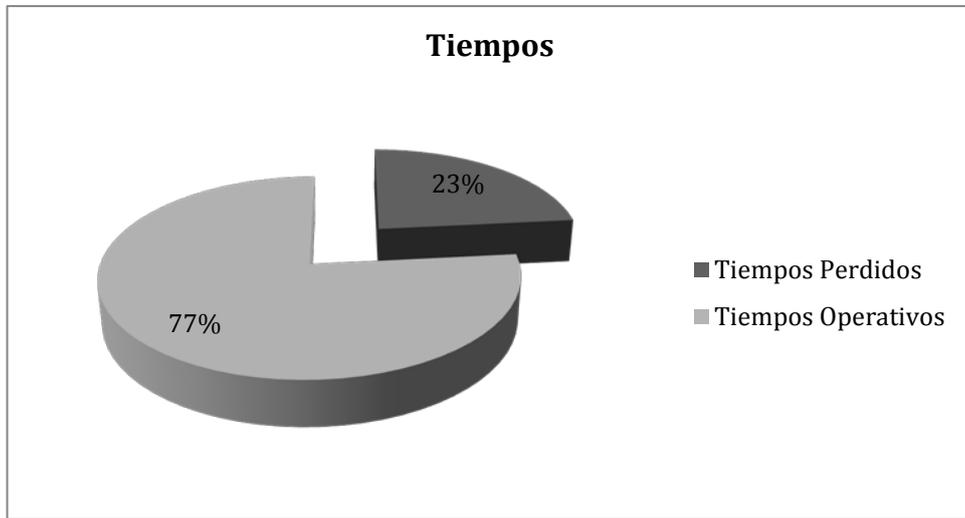


Figura 5.2. Tiempos operativos en ESACERO SA. Elaborado por: Melania Intriago, 2010.

6. ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

6.1. Factibilidad económica

La factibilidad económica de implementar las 9s es la siguiente:

	SITUACIÓN INICIAL	SITUACIÓN ESPERADA	Diferencia	Ahorro
Tiempos				
Tiempos Muertos	0,23	0,08		
Tiempos Operativos	0,77	0,92		
Producción				
Capacidad Instalada Ton/Mes	300,00			
Producción Ton/Mes	110,00	131,43		
Producción Ton/Anuales	1.320,00	1.577,14	257,14	
Energía Eléctrica				
Consumo Mensual (kWh)	30.150,00	30.150,00		
Indicador				
Energía (kWh)/ Producción (Ton)	274,09	229,40		
Consumo Energía Eléctrica (kWh) por 1320 Ton de producción	361.800,00	302.810,87	58989,13	\$4.129,24

En donde al aumentar los tiempos operativos, disminuiría la relación entre el consumo de energía eléctrica por 1320 Ton de producción. A esto se adiciona el beneficio que se tendría por la venta de chatarra a mejores precios:

	SITUACIÓN INICIAL	SITUACIÓN ESPERADA	Diferencia	Ahorro
Chatarra				
Generación chatarra kg/año	70.000,00	70.000,00		
Valor venta chatarra/kg	0,08	0,20	\$0,12	
Ingreso por la venta de chatarra	5.600,00	14.000,00		\$8.400,00
Indicador				
Producción kg/Mes	110.000,00	131.428,57		
Generación chatarra kg/mes	5.833,33	5.833,33		
kg Chatarra generada/kg acero producidos	0,0530	0,0444		\$8.343,93

Finalmente los beneficios del proyecto de implementar las 9s se reflejan en la siguiente tabla:

Inversión Inicial	Beneficio 1er Año	Recuperación	En meses	TIR	VAN
\$1.300,00	\$20.873,17	0,16	1,87	641,8	45845,1

El detalle de la obtención de estos datos se logró gracias a la Planilla de Viabilidad Económica, provista por el CEPL, en donde los cálculos se realizan automáticamente y mediante fórmulas preestablecidas. Esta Planilla se adjunta en el **ANEXO 2**.

7. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO 3S

7.1. Selección de alternativa

Luego de analizar el estado de la empresa, se optó por la implementación de las 9s. Sin embargo en este estudio sólo se va a detallar la implementación de las 3 primeras s, en las áreas de bodega, almacenamiento y mantenimiento. Le corresponde a la empresa seguir con la implementación de las siguientes 6s. Se decidió empezar a trabajar con estas áreas de la planta debido a su prioridad y al posible impacto que tendrían en los resultados deseados.

7.2. Implementación

La implementación de las 3s se realizó en siete fases, las cuales son desarrolladas a continuación. Sin embargo, debe considerarse que los métodos utilizados para introducir las 3s van a variar dependiendo del tipo de empresa. Inclusive dentro de la misma empresa, los métodos de implementación variarán de área en área. Debe considerarse también que la mejor forma de constatar los resultados de la aplicación de las 3s es de manera visual, específicamente el comparar el antes y el después de las zonas de trabajo dentro y fuera de las áreas de producción y almacenamiento.

7.2.1. Búsqueda de consultores

Se buscaron consultores para la implementación de las 9s en la empresa, dentro de las opciones presentadas, se seleccionó a la empresa PRODUCTIVIDAD ASESORA PLUS CIA. LTDA. La empresa presentó la propuesta técnica y económica de asistencia técnica para la aplicación de 9s que se ajustó a las preferencias de la empresa y con la aprobación de Gerencia se inició la implementación.

7.2.2. Planificación y entrenamiento

Considerando que el recurso humano es el principal protagonista en la implementación de las 9s, es necesario asegurar que los conceptos básicos y elementos técnicos administrativos de esta filosofía sean bien comprendidos. Se conformó un “equipo líder” con 25 personas de las áreas de producción, supervisión, administración y producción (*Ver Figura 7.1*). Este equipo líder recibió una capacitación, de ocho horas, la cual fue brindada por la empresa PRODUCTIVIDAD ASESORA PLUS CIA. LTDA. Dentro de la capacitación se

vieron las definiciones de las 9s, un video, actividades lúdicas, una visita por la planta industrial para identificar los ejemplos de implementación de 9s, entre otras cosas más. El principal objetivo de la capacitación es que el equipo líder esté en la capacidad de llevar a cabo la implantación de las 9s en la empresa. De esta manera, se aprovecha a los verdaderos expertos: el personal, que son los que mejor conocen el proceso productivo, las máquinas y herramientas que utilizan para desempeñar sus actividades.



Figura 7.1. Capacitación al “equipo líder” de 25 personas.

7.2.3. Evaluación del nivel de las 5s

Para una acción de mejoramiento es necesario realizar un diagnóstico inicial en base a datos reales y fiables que permitan visualizar de mejor manera y juzgar las condiciones en las que se desarrolla el proceso productivo. Se realizó una evaluación del nivel de 5s, es decir el estado inicial de la empresa antes de iniciar la implementación. La evaluación se realiza de las primeras 5s debido a que son operativas y hay mayor facilidad para evaluarlas objetivamente. Primero se tomaron fotografías para tener registros de la situación inicial de la empresa y luego se realizó un cuestionario de auditoría de 5s. En este cuestionario se respondieron preguntas, las cuales eran ponderadas en una escala de cero a cuatro, donde cero representaba muy malo, uno representa malo, dos representa promedio, tres representa bueno y cuatro representa muy bueno.

Tabla 7.1 Resultados de la inspección inicial de 5s.

Pilar	Calificación	Máximo	%
Clasificación	10	20	50%
Orden	5	20	25%
Limpieza	5	20	25%
Estandarización	2	20	1%
Disciplina	15	20	75%
Total	37	100	37%

Elaborado por: Melania Intriago, 2010.

7.2.4. Implementación de las 3s

Luego de haber comprendido los elementos técnicos que proponen las 9s, se buscó la mejor manera de hacer realidad esta filosofía en ESACERO S.A. Se estableció un cronograma y se definieron los pasos a seguir, en este punto se percibió que la implementación de las 9s iba a ser un proceso largo, por lo tanto la estrategia comprendió el trabajo por áreas implementando las tres primeras s: *seiri*, *seiton* y *seiso*. Se elaboraron carteles y material visual para ser colocado en las oficinas y áreas de producción, los cuales hacen referencia a cada componente de las 9s y a los objetivos de esta filosofía (Ver **Figura 7.3**).

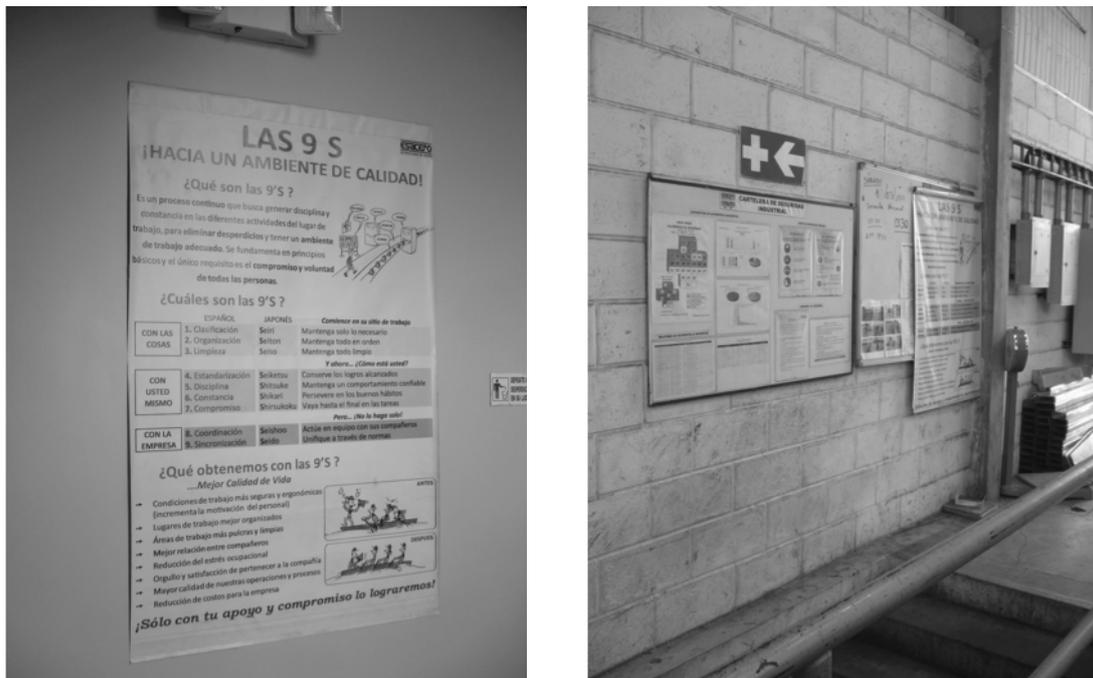


Figura 7.2. Material visual colocado en pasillo (izq.) y en la planta industrial (der.)

La implementación se inició en el área de bodega, primero se clasificó los elementos almacenados en bodega, y aquellos que se encontraron que eran innecesarios, se pusieron a consideración del Gerente, quien dio la palabra final acerca de la disposición de los

elementos. Para realizar la labor de clasificación se siguió el esquema del sistema de organización de la **Figura 7.3**.

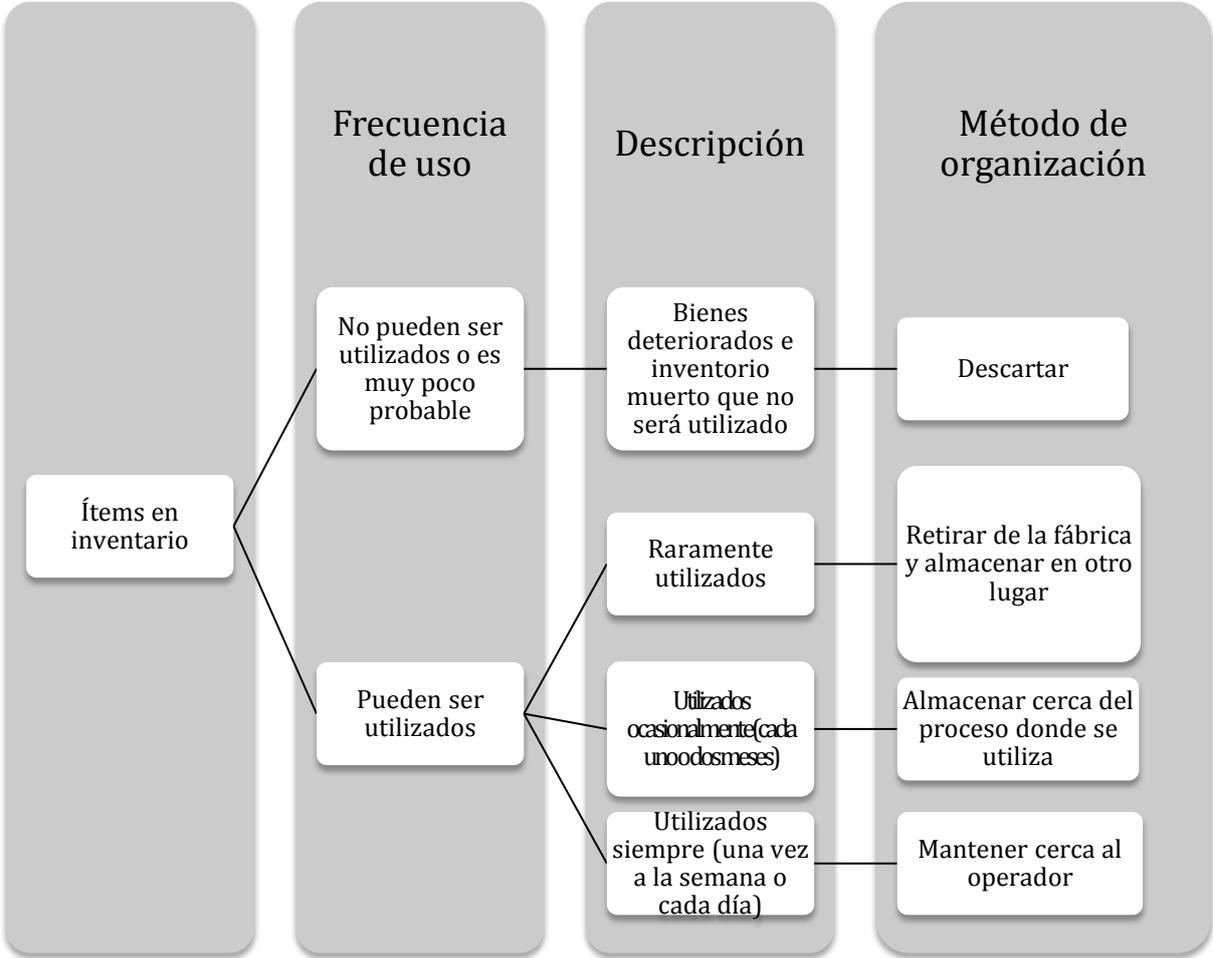


Figura 7.3. Sistema de organización de los elementos. Fuente: (Hiroiyuki, 1995).

Los elementos que no serían utilizados se dispusieron en la basura o en la chatarra, como por ejemplo retazos metálicos que posteriormente fueron comercializados como chatarra. La labor de clasificación también incluyó la separación de pernos, tuercas y arandelas que se encontraban mezclados en grandes recipientes. Se construyó una percha y se movieron otras, esto con el fin de que el almacenamiento sea visible y los elementos puedan ser fácilmente identificados. En lo que concierne a ordenar, se agruparon las herramientas de acuerdo a su naturaleza y uso para luego ser colocadas en los respectivos anaqueles metálicos. Para las llaves, se construyó una percha en donde se ordenaron de acuerdo a su tamaño (Ver **Figura 7.4**). El objetivo principal de todas estas acciones fue que cada elemento necesario o útil fuese ubicado en un lugar accesible a los trabajadores, y en adición al personal de bodega, quienes son los encargados de manejar los elementos..



Figura 7.4. Percha para el almacenamiento de las llaves en el área de bodega.

El siguiente paso fue la limpieza, el cual fue uno de los más largos debido a la cantidad de basura acumulada. Se necesitó escobas y palas para realizar este paso, con el objetivo de retirar el polvo. Los resultados de este paso son los más visuales y en adición un espacio de trabajo limpio provee alarmas tempranas, por ejemplo cuando hay escasez de materias primas. Un lugar sucio esconde problemas, tales como materiales rechazados, que indican calidad deficiente en los procesos, partes asiladas, o unidades incompletas que podrían indicar la falta de coordinación entre todos los procesos. Todo esto se pudo comprobar al momento de realizar la limpieza y uno de los mayores logros fue el orgullo de los operadores de trabajar en un lugar limpio y ordenado, el cual pudo ser constatado mediante comunicación personal. En la **Figura 7.5** se puede observar el progreso de la limpieza del área de almacenamiento de planchas, para esta área la empresa contrató un montacargas, ya que como se puede observar las planchas son de gran tamaño y peso. Mediante el uso del montacargas se movieron las planchas a un espacio provisional, posteriormente se realizó una limpieza del área, se delimitaron los pasos peatonales, y las zonas de almacenamiento de los diversos tipos de planchas encontradas.



Figura 7.5. Implementación de las 3s en el área de almacenamiento de ESACERO S.A.

7.2.5. Mejoras implementadas en la bodega de ESACERO

En el área de almacenamiento de insumos y herramientas se realizaron las siguientes mejoras:

- Limpieza general y eliminación de elementos innecesarios y obsoletos.

- Reubicación de elementos innecesarios a otras áreas (Por ejemplo: mantenimiento, bodega de metaelectro, otras bodegas)
- Construcción de una percha para almacenamiento de pintura.
- Organización de elementos y repuestos en las perchas.
- Organización y calcificación de la pernería.
- Demarcación de pasillos peatonales y zonas de almacenamiento temporal.
- Demarcación de zona de extintor.
- Identificación y segregación de la basura y residuos peligrosos.
- Construcción del tablero de herramientas para llaves (*Ver Figura 7.4*).



Figura 7.5. Mejoras implementadas en la bodega de ESACERO.

7.2.6. Mejoras implementadas en la bodega de METALECTRO

En la bodega de la línea Metalectro se realizaron las siguientes mejoras:

- Limpieza general y eliminación de elementos innecesarios y obsoletos.

- Construcción de una percha para el almacenamiento de bandejas tipo Flex.
- Limpieza y pintura de las perchas de laterales y canales.
- Cambio de ubicación de algunas estanterías.
- Etiquetado de perchas.
- Reorganización de los elementos ubicados en las perchas.
- Demarcación de pasillos peatonales y zonas de almacenamiento temporal.
- Identificación y segregación de la basura y residuos.



Figura 7.6. Mejoras implementadas en la bodega de la línea Metaelectro.

7.2.7. Mejoras implementadas en Mantenimiento

En el área de mantenimiento se realizaron las siguientes mejoras:

- Limpieza general de todo el área.
- Eliminación de elementos y repuestos innecesarios y obsoletos.
- Eliminación de maquinaria defectuosa.
- Reubicación de maquinaria fuera del área de Mantenimiento.
- Organización y clasificación de los elementos en las perchas.
- Identificación y segregación de la basura y residuos.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

El producto final fue el estudio de factibilidad y la implementación de las *3s* en las áreas de bodega, almacenamiento y mantenimiento. Los resultados de este estudio pueden ayudar al aumento de la productividad, a la disminución de la contaminación y por ende a la mejora en el desempeño ambiental de la empresa.

La implementación de la metodología de PML en un taller metalmecánico resulta compleja debido a varios factores. En primer lugar la metodología está diseñada para industrias con producción continua o en lotes, principalmente de ítems homogéneos, en donde las mediciones se realizan en base a períodos, condiciones y tipos de productos, todos ellos uniformes. La empresa ESACERO S.A. está organizada bajo la forma de *taller*, esto es, de manera discontinua, abarcando una gama sumamente heterogénea de productos, a los cuales se llega a través de una extensa nómina de subprocesos (Katz, 1982). Esta diversidad de productos y los innumerables procesos ocasionan que haya una gran flexibilidad respecto a la manera en que se organiza la producción. Las diferencias de productividad global que se derivan de esta distinta organización del proceso productivo son sumamente importantes y condicionan la viabilidad misma del programa de Producción Más Limpia.

Dentro de la metodología se contempla la elaboración y monitoreo de indicadores, los cuales pueden ser contruidos en base a series de datos que miden componentes, procesos o tendencias de interés. Sin embargo dada la condición de la empresa, la obtención de indicadores fue laboriosa, debido a que los datos que se obtienen de la empresa no son exactos y puede que no reflejen lo que podría suceder en el futuro.

Al finalizar el diagnóstico ambiental se pudo determinar que las oportunidades de mejora más destacadas, en las cuales la empresa puede trabajar, son el consumo elevado de energía eléctrica, el consumo elevado de auxiliares, el almacenamiento de sobrantes, la acumulación de basura y polvo en la planta, los tiempos no operativos, o “tiempos muertos” y la producción actual en menor capacidad de la que posee la planta.

De acuerdo a los resultados del estudio de viabilidad económica obtenidos en la empresa metalmecánica ESACERO S.A., se sabe que la implementación de la técnica japonesa de las

9s, generaría beneficios financieros representados en indicadores económicos. La tasa interna de retorno (TIR) es 641,8%, y el valor actual neto (VAN) es \$45.845,1. Valores que al ser analizados reflejan la rentabilidad de implementar las 9s.

La implementación del programa de Producción Más Limpia, en la empresa ESACERO S.A., fortaleció el compromiso ambiental y de mejora continua que la empresa promueve. Además de que se creó un eco-equipo de trabajo, con funciones asignadas y con metas y objetivos por cumplir.

Las veinte y cinco personas capacitadas en las 9s se encuentran actualmente en capacidad de seguir implementándolas en el resto de áreas de la empresa, específicamente en las oficinas y en el área de producción.

Al final de la implementación de PML en la empresa se pudo entender de mejor manera esta filosofía y la metodología de esta herramienta.

Finalmente este estudio que integra herramientas ambientales, como lo es PML, con herramientas de calidad, como lo son las 9s, es un precedente en la industria metalmeccánica. Utilizar únicamente los elementos de trabajo necesarios, mantener organización y establecer estándares de trabajo, puede aumentar la producción y al mismo tiempo reducir residuos (como por ejemplo aquellos resultantes de una sobreproducción, de productos defectuosos, por tiempos de espera, de transporte, de inventario, etc.).

8.2. Recomendaciones

Entre las recomendaciones que se puede hacer para realizar futuros estudios de factibilidad de PML se encuentran las siguientes:

- Se recomienda a la empresa ESACERO S.A. la continuidad de la implementación de las s faltantes, en pro de la consecución de las metas propuestas. Adicionalmente se espera que la empresa continúe con la capacitación al resto del personal, principalmente al operativo, quienes son los principales ejecutores del programa.

- Se recomienda realizar estudios complementarios para desarrollar nuevas metodologías que se adapten a la realidad de empresas con producción discontinua, es decir que no sea por lotes.
- Se recomienda a la empresa ESACERO S.A. trabajar en las oportunidades de mejora identificadas durante este estudio, para así completar el ciclo de mejora continua de PML.
- Que tanto la Secretaría del Ambiente así como el CEPL analicen las limitaciones y barreras que se presentaron en el presente proyecto, para así poder mejorar el desempeño de futuros proyectos en el tema de PML.
- Es necesario mayor tiempo, recursos, capacidad técnica para la sostenibilidad de un proyecto de PML.
- Es importante que se consiga un mayor compromiso por parte de las empresas al momento de la entrega de información, en la implementación y más que nada en el monitoreo de PML.
- Establecer requisitos mínimos que deban cumplir las empresas para el desarrollo normal de PML.
- Trabajar con empresas que tengan sistemas de recolección, procesamiento y análisis de información que permita disponer de datos reales y oportunos para la toma de decisiones.

9. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

ACERCAR. (2007). Oportunidades de Producción Más Limpia en el sector de Metalmecánica: Guía para Empresarios. Bogotá, Colombia.

American Welding Society (AWS). (2011). Acceso el 10 de Junio de 2011. Obtenido de American Welding Society: <http://www.aws.org/w/a/>

BMU, Bonn and UBA, Berlin. (2000). A Guide to Corporate Environmental Indicators. Bonn, Berlin.

Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. (2005). *Guía Técnica General de Producción Más Limpia* (1ra ed.). La Paz, Bolivia: USAID/Bolivia y Embajada Real de Dinamarca.

Centro Nacional de Producción Más Limpia. (2005). *Manual de Introducción a la Producción Más Limpia en la Industria*. Acceso el 9 de Mayo de 2011. Obtenido de Secretaría Distrital de Ambiente: <http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/php/inicio.php>

Centro Nacional de Producción Mas Limpia. (2008). *Análisis de los Aspectos Ambientales de una Organización*. Acceso el 10 de Diciembre de 2010. Obtenido de Línea de Crédito Ambiental: <http://www.lineadecreditoambiental.org/html/archivos/Analisis%20aspectos%20ambientales.pdf>

CEPL. (2010). Curso de Formación para Líderes de Proyectos de Producción Más Limpia (P+L). *Curso Líderes P+L*. Quito.

CEPL. (s/f). Resultados del Programa para la Promoción de Procesos de Producción Más Limpia en el Ecuador. Quito: Centro Ecuatoriano de Producción Más Limpia (CEPL).

CET Perú & CONAM. (2005). *Guía de Producción Más Limpia*. Lima.

CICO-CORPEI. (2009). *Perfil de Metalmecánica*. Quito.

Cleaner Production Manual for the Queensland Foundry Industry. (1999). Acceso el 31 de Agosto de 2010. Obtenido de http://www.ecoefficiency.com.au/Portals/56/factsheets/foundry/ecofndry_ideas.pdf

CONAMA. (2001). *Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial: Taller Metalmecánico*. Santiago: Comisión Nacional del Medio Ambiente.

CPTS. (2005). *Guía Técnica General de Producción Más Limpia*. La Paz, Bolivia: Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS).

Deming, E. W. (1989). *Calidad, Productividad y Competitividad: La Salida de la Crisis*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Fúquene, C. E. (2007). *Producción Limpia, Contaminación y Gestión Ambiental*. (P. U. Javeriana, Ed.) Bogotá.

Flores, B. (2001). *El Sistema Japonés de las 9s*. Acceso el 13 de Julio de 2011. Obtenido de Corporación Q: www.corporacionq.com/Documentos/Documentos/9s.pps

Gobierno de la ciudad de Buenos Aires, Agencia de Protección Ambiental. *Producción Más Limpia: Guía Práctica y Estudios de Caso*. Buenos Aires.

Gualotuña, P., & Meneses, L. (2006). *Diseño e Implementación del Sistema de Producción ESBELTA (Lean Manufacturing) para la empresa ESMETAL S.A.* Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Hiroyuki, H. (1995). *Five Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5s Implementation*. New York: Productivity Press.

INDURA. (2007). *Manual de Sistemas y Materiales de Soldadura*. Acceso el 24 de Agosto de 2010. Obtenido de INDURA: [http://www.indura.net/ file/file_2182_manual%20de%20soldadura%20indura%202007.pdf](http://www.indura.net/file/file_2182_manual%20de%20soldadura%20indura%202007.pdf)

INSOTEC. (1983). *La pequeña industria metalmeccánica en el Ecuador*. (E. Fraga, Ed.)

Manteiga, L. (2000). *Los Indicadores Ambientales como Instrumento para el Desarrollo de la Política Ambiental y su Integración en otras Políticas*. TERRA.

Molera Solá, P. (1991). *Conformación Metálica*. Barcelona: Marcombo.

Molera Solá, P. (1992). *Soldadura Industrial: Clases y aplicaciones*. Barcelona: Marcombo.

Mulder, K. (2007). *Desarrollo Sostenible para Ingenieros*. (M. Donadini, Trans.) Barcelona: Edicions UPC.

OECD. (1993). *Core set of indicators for environmental performance reviews*. (Nº83) . OECD.

ONUUDI. (1999). *Manual de Producción Más Limpia*. (O. d. Industrial, Ed.)

PNUMA/IMA. (1999). *Producción Más Limpia*. Acceso el 12 de 05 de 2011. Obtenido de: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: http://www.pnuma.org/industria/produccion_limpia.php

Politécnico Grancolombiano. (Marzo de 2004). *Producción Más Limpia Como Estrategia de Competitividad Empresarial*. Acceso el 26 de Junio de 2011. Obtenido de: Intitución Universitaria Politécnico Grancolombiano: <http://sigma.poligran.edu.co/politecnico/apoyo/Industrial/Introduccion/Intronoche/Material%20de%20Clase/Cap%201%20PML%5B1%5D.pdf>

Porter, M. (2009). *Ser Competitivo*. (Deusto, Ed.) Barcelona: Harvard Business School Publishing Corporation.

Rey, F. (2005). *5s: Orden y Limpieza en el Puesto de Trabajo*. Madrid: Fundación Confemetal.

Riechmann, J. (2003). Cerrar Los Ciclos: La Producción Limpia. In E. Blount, L. Clarimón, A. Cortés, J. Riechmann, & D. Romano, *Industria Como Naturaleza: Hacia La Producción Limpia* (pp. 49-82). Madrid: La Catarata.

Rosander, A. C. (1994). *Los Catorce Puntos de Deming Aplicados a los Servicios*. Madrid: Díaz de Santos.

Ruiz, B. (2010). *Curso de Formación para Líderes de Proyectos de Producción Más Limpia (P+L)*. 314. Quito: CEPL.

Ruiz, B. (2011). *Informe Final Proyecto "Estudios de Factibilidad de Producción Más Limpia en el Sector Productivo"*. CEPL, Quito.

Schonberger, R. (1999). *Técnicas Japonesas de Fabricación*. México: Limusa.

The World Bank Group. (1998). *Pollution Prevention and Abatement Handbokk: Toward Cleaner Production*. 471. Washington, D.C.

UANE. (2009). *Manual de las 5s*. Acceso el 20 de Junio de 2011. Obtenido de: Scribd: <http://es.scribd.com/doc/57948080/Manual-5S>

UNEP/UNIDO. (2004 йил Junio). *Guidance Manual: How to Establish and Operate Cleaner Production Centres*. Acceso el 2011 йил 20-Mayo. Obtenido de: UNEP- Division of Technology, Industry and Economics (DTIE): <http://www.unetipe.org/shared/publications/pdf/WEBx0072xPA-CPcentre.pdf>

United Nations Environment Programme (UNEP). (2000). *Cleaner Production*. Acceso el 7 de Septiembre de 2010. Obtenido de: United Nations Environment Programme (UNEP): Industry and Environment: <http://www.unepie.org/cp/home.html>

US EPA. (1992). *Pollution Prevention Options In Metal Fabricated Products Industries: A Bibliographic Report*. Washington, D.C.: US Environmental Protection Agency Office of Pollution Prevention and Toxics.

Van Hoof, B., Monroy, N., & Saer, A. (2007). *Producción Más Limpia: Paradigma de Gestión Ambiental*. Bogotá: Alfaomega Colombiana, Universidad de los Andes Facultad de Administración.

Vences, A. (2007). *Manual para el Diagnóstico Rápido de Producción Más Limpia*. Honduras: Zamorano.

Zeithaml, V. A., Parasuraman, A., & Berry, L. L. (1993). *Calidad Total en la Gestión de Servicios*. Madrid: Díaz de Santos.

10. ANEXO 1

MANUAL 1 – PRE-AUDITORIA

INFORMACIÓN GENERAL

Razón Social :	Estructuras de Acero ESACERO S.A.					
Nombre Comercial:	ESACERO S.A.					
Propietario:	Representante Legal:	Fernando Palacios Poveda				
Dirección de la Unidad Productiva:	(Calle, Av., Vía, etc y Calle, Av. ,Vía) Panamericana Norte Km. 14 ½ y pasaje Cenepa					
N°.: _____	Complemento: _____	Barrio:	San Camilo			
Teléfonos: (593) 282 4046	FAX:	(593) 282 0863				
Parroquia: Calderón	Ciudad:	Quito				
Cantón: DMQ	Provincia:	Pichincha				
Página en la internet	www.esacero.com					
Dirección de la Oficina Principal:	(Calle, Av., Vía, etc y Calle, Av. ,Vía) Panamericana Norte Km. 14 ½ y pasaje Cenepa					
N°.: _____	Complemento: _____	Barrio:	San Camilo			
Teléfonos: (593) 282 4046	FAX:	(593) 282 0863				
Parroquia: Calderón	Ciudad:	Quito				
Cantón: DMQ	Provincia:	Pichincha				
E-mail:	ventas@esacero.com					
RUC #:	1791361342001					
Rama de actividad:	(de acuerdo a la clasificación Fabricación de productos metálicos para uso estructural (D281100) CIU)					
Fecha del inicio de funcionamiento de la planta industrial:	10/12/1997					
Fecha de la instalación en la actual dirección:	03/2007					
Régimen de funcionamiento:	10	horas/ día	22	días/ mes	12	meses/año
Clasificación:	Industria					
Clasificación cuanto al tamaño:	Mediana					
Cámara a la que está afiliada:	CAPEIPI					
Principales productos o servicios:	Puentes Metálicos, Galpones, Edificios, Soportes para Tuberías, Torres de Vigilancia, Vigas de acero, Torres Eléctricas, Postes Metálicos, Bandejas Portacables y Soportería Estructural.					
Facturación anual:	\$ 2 986 937,98 (Año 2009)					
Mercado:	Interno: Sector Industrial, Petrolero y de la Construcción					

INFORMACIÓN SOBRE PROGRAMAS Y PROYECTOS

Programas o proyectos	Identificación del Programa	Motivo de la elección	Implantado (Fecha)	Plan de Implantar (Fecha)
Certificación				
Programas de calidad	ISO 9001	Satisfacción del Cliente		2011
PPRA – Programa de Prevención de Riesgos Ambientales				
Programa de HCCP				
Programa de Responsabilidad Integral	Reglamento interno de Seguridad	Disminución de riesgos	01/2007	
Corrección del Factor de Potencia	Corrección automática del FP	Cumplimiento de la norma	2007	
Premios recibidos				
Incentivos concedidos a colaboradores	Capacitación en el exterior	Crecimiento Profesional	05/2010	
Otros que considere relevantes para el Programa:	Producción más Limpia	Optimización de recursos		12/2010

NÚMERO DE EMPLEADOS POR ÁREA

Área	Propios			Tercerizados		
	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo
Producción	100	100	200			
Administración	20	20	25			
Otros (especificar)						

DATOS SOBRE LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA

Marcar con una x:

Zona urbana Zona rural

Zonificación municipal			
Tipo	Clasificación	Tipo	Clasificación
	Zona Residencial Múltiple		

PROPIEDAD	
ESTADO DEL PREDIO	MARCAR CON UNA X
PREDIO Y EDIFICIOS PROPIOS	<input checked="" type="checkbox"/>
PREDIO Y EDIFICIOS ALQUILADOS	<input type="checkbox"/>
PREDIO Y EDIFICIOS EN COMODATO	<input type="checkbox"/>
OTROS Y PLANES DE RE-UBICACIÓN O COMPRA (especificar):	<input type="checkbox"/>

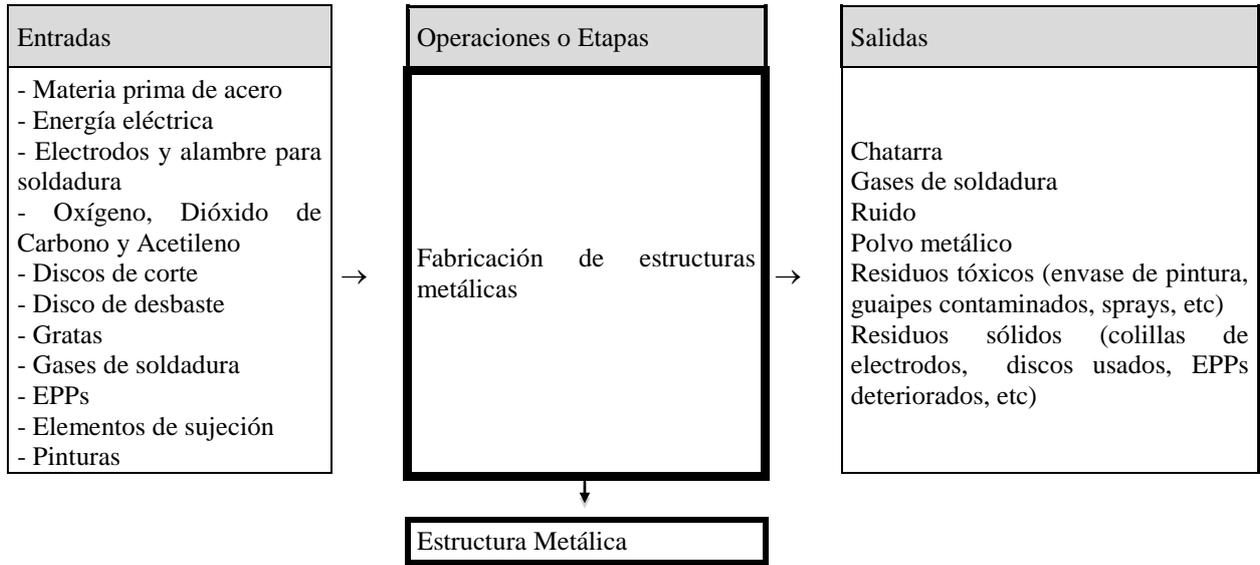
ÁREAS DE LA EMPRESA	
DESCRIPCIÓN	ÁREA (m ² o ha – especificar)

AREA PROCESOS PRODUCTIVOS	3500 m ²
AREA BODEGAS	210 m ²
AREA TOTAL EQUIPOS DE FUERZA Y TANQUES COMBUSTIBLE	45 m ²
AREA DESTINADA AL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES Y OTROS DESECHOS	-
OTRO TIPO DE USO:	3245 m ²
ÁREA TOTAL PREDIO	7000 m ²

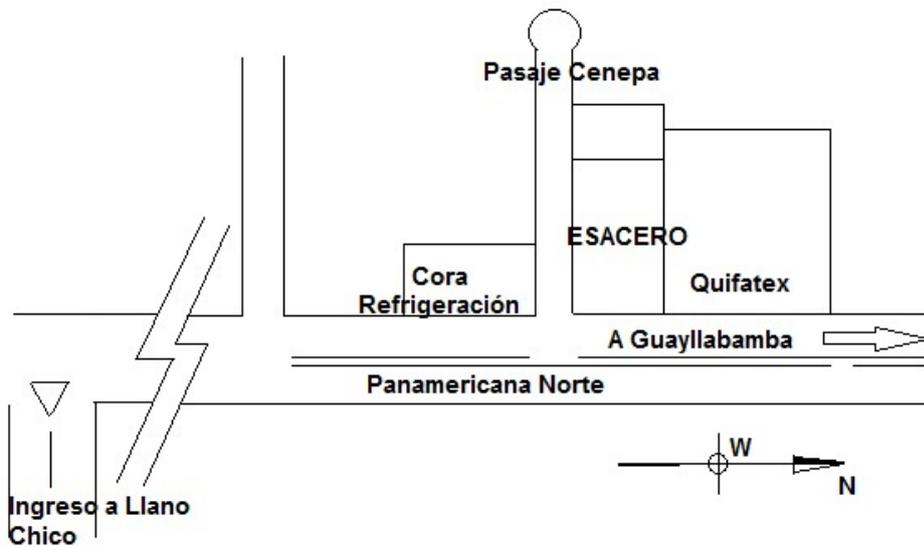
VECINDAD	
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (m)
RESIDENCIAS	6 m
INDUSTRIAS	0 m
COMERCIO	-
GUARDERÍAS, ESCUELAS O COLEGIOS	-
HOSPITALES O CASAS DE SALUD	-
AEROPUERTO	-
CUARTELES o CAMPOS DE ENTRENAMIENTO MILITAR	-
DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLES U OTROS PRODUCTOS PELIGROSOS	300 m
HUERTOS U OTRAS PROPIEDADES DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA	-
OTROS QUE CONSIDERE RELEVANTES (ESPECIFIQUE):	-

ASPECTOS RELEVANTES CON RELACIÓN A INSTALACIONES
<p>Las instalaciones de la empresa son nuevas y se encuentran en muy buen estado; la parte estructural fue diseñada y construida por la misma empresa. En el edificio central se encuentra el área administrativa y en el galpón principal se encuentra el área de producción, la cual se divide en dos grandes secciones; la de producción de estructuras metálicas y la de bandejas portacables y soportería estructural.</p> <p>La empresa adquirió un terreno que colinda con la actual instalación para realizar el proyecto de mejoramiento en las bodegas; pero, actualmente este terreno está clasificado con un uso de suelo de residencial múltiple, lo que se ha convertido en una limitación para la ejecución del proyecto. La empresa esta tramitando con el Municipio para que se blinde la zona como industrial y poder continuar con las actividades normales.</p> <p>Debido a que en la zona existen áreas residenciales, hay un vecino que recurrentemente presenta quejas, sin sustento, aduciendo el ruido de la fábrica, pese a que la empresa ha hecho las debidas adecuaciones para atenuar el ruido.</p> <p>Finalmente la empresa cumple con toda la reglamentación del Municipio, tiene el Certificado Ambiental, Licencia de Funcionamiento, Permiso de los Bomberos y los Reglamentos que exige el Ministerio de Trabajo.</p>

INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESO DE LA EMPRESA
 Flujograma(s) de (l) los proceso(s)

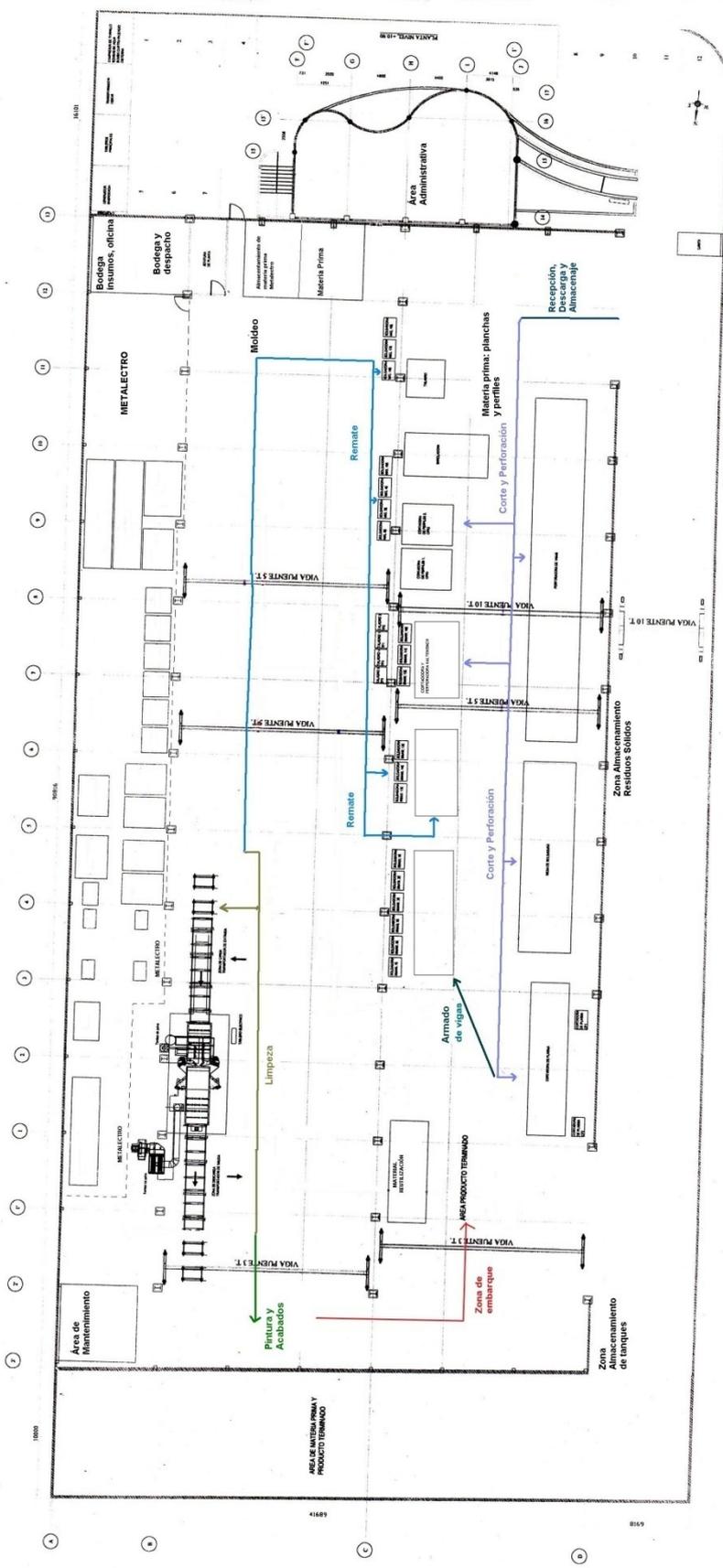


Lay-out de las instalaciones
 Croquis de Ubicación de la empresa



Plano con identificación de alcantarillas, chimeneas, depósitos de combustibles y generadores eléctricos. (No se dispone)

Lay-out de los procesos productivos.



Principales productos o servicios

Nº	Productos o Servicios	Producción Anual	Unidad*
	Estructuras pesadas		Ton
	Estructuras semipesadas		Ton
	Estructuras livianas		Ton
	Bandejas portacables/soportería estructural:		Ton

INFORMACIÓN SOBRE PASIVOS AMBIENTALES

Obligaciones de la empresa con el municipio o Estado

Obligaciones	Sí	No	Fecha de presentación	de Validez
Registro		X		
Plan de Contingencia	X		Febrero / 2004	-
Plan de regularización		X		
Permiso de descargas líquidas		X		
Permiso de emisiones atmosféricas		X		
Auditoría Ambiental	X		Enero /2010	Enero / 2011
Estudio de Impacto Ambiental	X		Febrero / 2004	-
Caracterización periódica de efluentes		X		
Caracterizaciones de emisiones atmosféricas		X		
Auditoría de ruido	X		Abril / 2010	Julio / 2010
Proyecto de tratamiento efluentes		X		
Proyecto control emisiones atmosféricas		X		
Proyecto gestión de residuos		X		
Informe Ambiental	x		Mayo / 2004	-
Licencia Ambiental		x		
Otros:				
Plan de Manejo de desechos	X		Septiembre/ 2007	-

ASPECTOS RELEVANTES CON RELACIÓN A PASIVOS AMBIENTALES

Respecto a pasivos ambientales, la empresa cumple con todas las exigencias municipales y estatales establecidas para este tipo de industria, realizando las siguientes actividades:

- Entrega la chatarra de acero a gestores calificados
- Realiza monitoreos de ruido periódicos,
- Los residuos peligrosos; filtros de la cabina de pintura y filtros de la granalladora son entregados a Incinerox, el cual los incinera.
- La empresa se somete periódicamente a una auditoría ambiental, la misma que no ha tenido inconvenientes para aprobarla.

EXPECTATIVAS DE LA EMPRESA SOBRE EL PROGRAMA

Selección	Servicios	Tiempo Estimado	Tiempo solicitado	Tiempo Recomendado
	Documentos Municipio	1 semana a 6 meses		
	Proyecto de tratamiento efluentes ⁽¹⁾			
	Proyecto control emisiones atmosféricas ⁽¹⁾			
X	Proyecto gestión de residuos ⁽¹⁾	5 meses	5 meses	5 meses
x	Otros: Organización del lugar de trabajo	5 meses	5 meses	5 meses

CONSIDERACIONES DEL EMPRESARIO

Esacero S.A. espera que el proyecto de Producción Más Limpia genere un beneficio económico para la empresa y un beneficio social para el entorno, considerando que el proyecto sea viable en los aspectos económico, tecnológico y realizable a corto plazo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL CONSULTOR

PROPUESTA DE TRABAJO

Durante esta primera etapa de diagnóstico de la situación actual de la empresa, se ha podido observar lo siguiente:

La empresa en la actualidad está en proceso de crecimiento, en este año se ha comprado maquinaria de última tecnología y un terreno para ampliar la zona de bodegas. Esto gracias a la participación en proyectos importantes en el país.

En la empresa la sección de producción de estructuras metálicas trabaja bajo pedido, es decir que el cliente define las características del producto final, y hay casos en donde el cliente provee la materia prima. La sección de producción de bandejas portacables y soportería estructural tiene producción en línea y un stock definido para almacenar en bodega.

Respecto al manejo de información, el sistema contable que posee la empresa presenta ciertas deficiencias en el área de bodega, llevando un control paralelo en lo que se refiere al ingreso y consumo mensual de materias primas provistas por el cliente.

La zona de producción está acondicionada para cumplir con los requisitos ambientales.

En los requisitos de seguridad, la empresa tiene fallas puntuales, la principal es que no se respetan los pasos peatonales por el volumen del producto y la materia prima, que por su gran tamaño impiden el libre acceso por estos lugares.

Se observa que ciertas zonas de la planta no tienen el orden adecuado para realizar un trabajo eficiente, lo que podría ocasionar incidentes dentro del personal.

En la parte exterior de la planta se acumula materia prima y rechazos de acero que no han sido utilizados por un considerado lapso de tiempo.

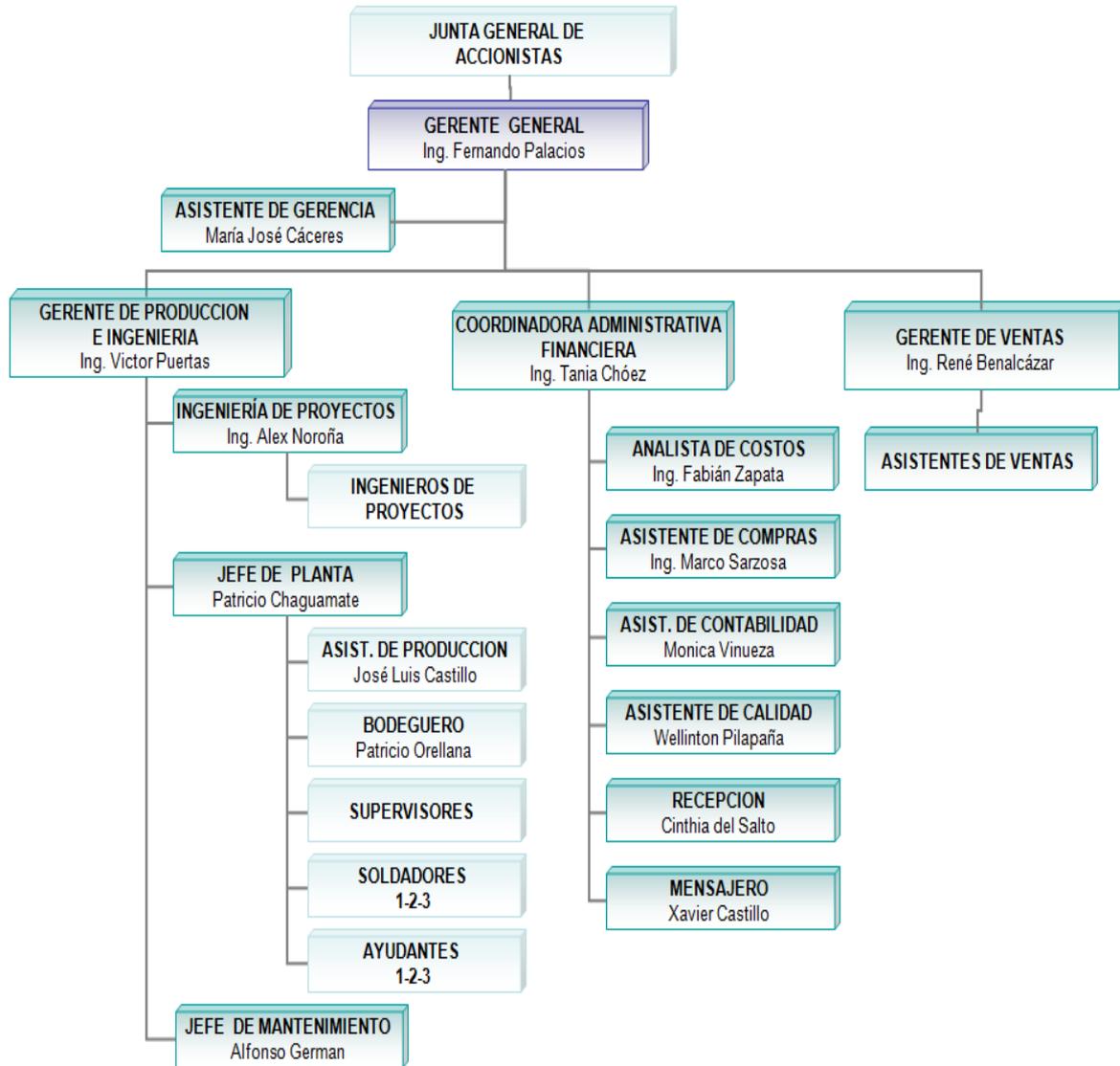
Finalmente se ha podido observar la predisposición de la empresa para implementar el programa de Producción más Limpia. El proyecto se centrará en el estudio de la producción de estructuras metálicas, y se estima que el tiempo global que tomaría esta consultoría será de aproximadamente 5 meses.

MANUAL 2 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL PROCESO Y GESTIÓN DE RESIDUOS

INFORMACIÓN SOBRE PERSONAL DE LA EMPRESA

Nombre de la empresa: ESACERO S.A

Organigrama de la empresa:



Eco-equipo de la Empresa

Nombre	Sección	Cargo - Responsabilidad*	Formación
Marco Sarzosa	Compras	Financiero/Compras	Ingeniería
Alex Noroña	Proyectos	Ingeniería y Diseño	Ingeniería
José Castillo	Producción	Personal de Producción	Tecnología
Wellinton Pilapaña	Calidad	Gestión de la Calidad	Tecnología
Melania Intriago	Tesista	Universidad	Pre ingeniería

Cargo - Responsabilidad*: Se refiere a la responsabilidad asignada y acordada para cada integrante del eco-equipo, dentro del programa de P + L.

Nombre de un interlocutor (contraparte) en la Empresa: Wellinton Pilapaña

Fechas y horarios para reuniones: -

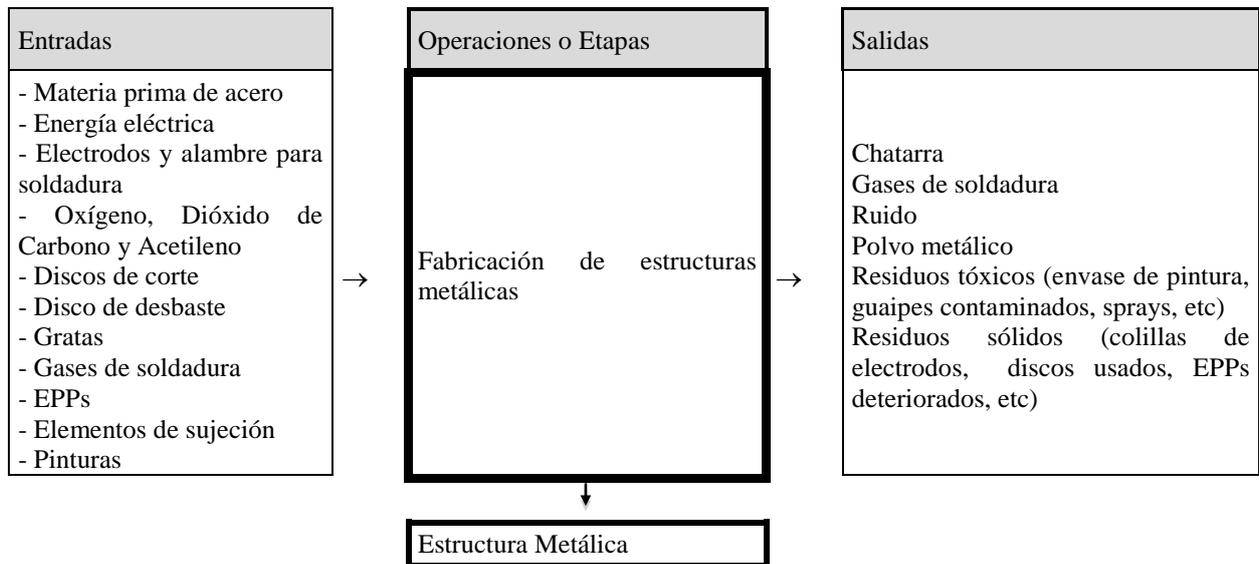
Frecuencia prevista de las reuniones: Cada 15 días

INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESO DE LA EMPRESA

Análisis del Proceso de la Empresa

Comparación cualitativa global de las entradas y salidas

PROCESO: FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS



Nombre del proceso: RECEPCIÓN, DESCARGA Y ALMACENAJE DE MATERIAL

Entradas	Operaciones o Etapas	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Planchas Metálicas · Correas · Tubos · Ángulos · Vigas Metálicas · Canales · Panel Metálico · Perfiles · Pernería · EPPs · Zunchos metálicos · Energía Eléctrica 	<p>1. Recepción, descarga y almacenaje</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Ruido · EPPs deteriorados · Zunchos metálicos
	Materia prima almacenada	

Nombre del proceso: MOVILIZACIÓN DE MATERIAL CON PUENTES GRÚA

Entradas	Operaciones o Etapas	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Materia prima / Componentes de estructura · Fajas de sujeción · EPPs 	<p>2. Movilización</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Fajas deterioradas · Ruido · EPPs deteriorados
	Material Movilizado	

Nombre del proceso: MOLDEO

Entradas	Operaciones o Etapas	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Tizas industriales · Marcadores Metálicos · Piola con caoba (timbrador) · Flexómetros 	<p>3. Moldeo</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Flexómetros obsoletos · Cartón · Plástico · Marcadores obsoletos · Residuos de tiza · Residuos de piola
	Molde de la estructura	

Nombre del proceso: CORTE Y PERFORADO

Entradas	Operaciones o Etapas	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Materia prima · Aire · Boquilla: Nozzle + electrodo · EPPs · Agua para enfriamiento 	<p>4.1. Corte con Plasma (Espesores hasta 12-15 mm) - <i>Pantógrafo</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> · Chatarra · Gases y partículas · Sobrante de acero · Boquilla desgastada · Escoria · Plástico · Cartón · Ruido · EPPs deteriorados

	Componentes de estructura cortados	· Vapor de agua
· Energía Eléctrica · Materia Prima · Oxígeno Líquido · Propano · Boquilla: Nozzle + electrodo · EPPs · Agua para enfriamiento	4.2. Oxicorte (Espesores desde 18 hasta 150 mm) - <i>Pantógrafo</i> Componentes de estructura cortados	· Chatarra · Gases y partículas · Sobrante de acero · Boquilla desgastada · Escoria · Plástico · Cartón · Ruido · EPPs deteriorados · Vapor de agua
· Materia prima · Gas Acetileno · Gas Oxígeno · EPP · Boquilla de Corte	4.3. Oxicorte - <i>Equipo pequeño</i> Componentes de estructura cortados	· Chatarra · Gases y partículas · Sobrante de acero · Boquilla desgastada · Cartón · Plástico · Escoria · Ruido · EPPs deteriorados
· Energía Eléctrica · Materia prima · Disco de Corte · EPPs	4.4. Corte - <i>Amoladora</i> Componentes de estructura cortados	· Ruido · Chatarra · Polvo metálico · Residuos del disco/esmeril · Cartón · Sobrante de acero · EPPs deteriorados
· Energía Eléctrica · Materia prima · Taladrina · EPPs	4.5.1. Corte con sierra - <i>Máquina Peddinghaus</i> Componentes de estructura cortados	· Chatarra · Polvo metálico · Sobrante de acero · Ruido · EPPs deteriorados
· Energía Eléctrica · Materia prima / Componentes de estructura · Taladrina	4.5.2. Perforado - <i>Máquina Peddinghaus</i>	· Chatarra · Polvo Metálico · Ruido

· EPPS	Componentes de estructura perforados	· EPPs deteriorados
· Energía Eléctrica · Materia prima · Aire · EPPs · Aceite Hidráulico · Líquido refrigerante	4.6.1 Corte con Plasma - <i>Máquina Kaltenbach</i> Componentes de estructura perforados	· Chatarra · Gases y partículas · Sobrante de acero · Escoria · Ruido · Plástico · EPPs deteriorados · Aceite gastado
· Energía Eléctrica · Materia prima · Broca · Taladrina · Aceite Hidráulico · EPPs	4.6.2 Perforado - <i>Máquina Kaltenbach</i> Componentes de estructura perforados	· Chatarra · Polvo Metálico · Ruido · Plástico · Broca deteriorada · Ruido · Aceite gastado · EPPs deteriorados
· Energía Eléctrica · Materia prima · Gas Oxígeno · Propano · Gas Nitrógeno · Aceite · EPPs	4.6.3 Oxicorte - <i>Máquina Kaltenbach</i> Componentes de estructura perforados	· Chatarra · Gases y partículas · Sobrante de acero · Ruido · Aceite gastado · EPPs deteriorados
Nombre del proceso: ARMADO		
Entradas · Energía Eléctrica · Componentes de estructura · Electrodo · Porta-electrodos · Aceite · EPPs	Operaciones o Etapas 5.1 Armado - <i>Línea de vigas</i> Componentes de estructura armados	Salidas · Gases de soldadura · Colillas de electrodos · Cartón · Plástico · Porta-electrodos obsoletos · Aceite gastado · Escoria · Ruido · EPPs deteriorados
· Energía Eléctrica	5.2 Armado - <i>Proceso común</i>	· Gases de soldadura

<ul style="list-style-type: none"> · Componentes de estructura · Electrodo · Porta-electrodos · EPPs
--

Componentes de estructura armados

<ul style="list-style-type: none"> · Colillas de electrodos · Cartón · Plástico · Porta-electrodos obsoletos · Escoria · Ruido · EPPs deteriorados

Nombre del proceso: REMATE

Entradas
<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Componentes de estructura · Fundente para soldadura · Alambre de Soldadura · EPP

Operaciones o Etapas
6.1 Remate - <i>Soldadora automática (Línea de vigas)</i>
Componentes de estructura soldados

Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Gases de soldadura · Carretes · Saco del fundente · Escoria · Plástico · Ruido · EPPs deteriorados

<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Componentes de estructura · Electrodo · Porta-electrodos · EPPs

6.2 Remate - <i>Sueldas eléctricas</i>
Componentes de estructura soldados

<ul style="list-style-type: none"> · Gases de soldadura · Colillas de electrodos · Cartón · Plástico · Porta-electrodos obsoletos · Escoria · Ruido · EPPs deteriorados

<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Componentes de estructura · Gas CO2 · Alambre de Soldadura · EPPs

6.3 Remate - <i>Sueldas MIG</i>
Componentes de estructura soldados

<ul style="list-style-type: none"> · Gases de soldadura · Carretes · Plástico · Ruido · EPPs deteriorados
--

Nombre del proceso: LIMPIEZA

Entradas
<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Componentes de estructura · Gratas · Disco de desbaste · EPPs

Operaciones o Etapas
7.1 Limpieza - <i>Amoladoras</i>
Componentes de estructura limpios

Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Ruido · Residuo del disco · Residuo de gratas · Polvo metálico · EPPs deteriorados

<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Componentes de estructura · Aire · Granalla · Filtro de Granalla · EPPs 	<p>7.2 Granallado - <i>Granalladora</i></p> <p>Componentes de estructura limpios</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Ruido · Polvo de granallado · Filtro de granallado · Sacos
<ul style="list-style-type: none"> · Componentes de estructura · DEOX · Brocha · EPPs 	<p>7.3 Limpieza con químicos</p> <p>Componentes de estructura limpios</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Residuos de tarros de DEOX · Residuo de brochas · Cartón · EPPs deteriorados

Nombre del proceso: PINTURA Y ACABADOS

Entradas	Operaciones o Etapas	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Pintura · Componentes de estructura · Rodillos · Brochas · Tinher · EPPs 	<p>8.1.1 Pintura - <i>Manual</i></p> <p>Componentes de estructura pintados</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Tarros de pintura · Cartón · Residuos de brochas · Residuos de tinher con pintura · EPPs deteriorados · Plástico · Residuos de los rodillos
<ul style="list-style-type: none"> · Pintura · Componentes de estructura · Aire · Filtros de pintura · Tinher · EPPs 	<p>8.1.2. Pintura - <i>Compresor</i></p> <p>Componentes de estructura pintados</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Residuo del tarro de pintura · Cartón · Residuos de tinher · Ruido · EPPs deteriorados · Plástico · Residuos del filtro de pintura
<ul style="list-style-type: none"> · Servicio de Galvanizado · Componentes de estructura 	<p>8.2. Galvanizado caliente</p> <p>Estructura galvanizada</p>	
<ul style="list-style-type: none"> · Spray Zinc · Componentes de estructura · EPP 	<p>8.3. Galvanizado frio</p> <p>Estructura galvanizada</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Residuos del Spray de Zinc · EPPs deteriorados

Nombre del proceso: MONTAJE

Entradas	Operaciones o Etapas	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Combustible · Electrodo · Portaelectrodos · Pernería · Tacos de madera · Gas oxígeno · Gas acetileno · Disco de corte · Gratas · Pintura · Tinher · Brochas · Rodillos · EPPs · Plástico negro · Servicio de transporte · Diferentes componentes de estructura 	<p style="text-align: center;">9. Armado y Montaje</p> <p style="text-align: center;">Estructura instalada y lista</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Ruido · Gases de combustión · Colilla de electrodos · Porta electrodos obsoletos · Tacos de madera · Gases de oxicorte · Disco de corte obsoletos · Gratas deterioradas · Tarros de pintura · Cartón · Plástico · Tarros de tinher · Brochas obsoletas · Rodillos obsoletos · EPPs deteriorados

Principales equipos empleados en el Proceso Productivo

No.	Cantidad de Equipos	Nombre de la Etapa del Diagrama	Equipo	Capacidad Nominal	Unidad	Año de Fabricación o instalación	Fecha de la última reforma, ampliación o mantenimiento
1.	2	Remate	Soldadora eléctrica Miller 200 y 250	20600	W	1999-2002	
2.	14	Remate	Soldadora Lincoln RX 330	19800	W	2007-2009	
3.	1	Remate	Soldadora Miller Deltaweld 650	18860	W	1999	
4	1	Remate	Soldadora Miller Deltaweld 452	14560	W	ND	
5.	6	Remate	Soldadora Miller CP-300 y 302	14720	W	1999-2002	
6.	18	Remate	Soldadora Lincoln CV 300, 305 y 400	10560	W	2004-2007	
7.	8	Remate	Soldadora eléctrica Esab, Bambozzi y Miller	8360	W	1997-2001	
8.	12	Corte / Limpieza	Amoladora METABO	2300*	W	2008	
9.	35	Corte / Limpieza	Amoladora BOSCH	2700	W	2006-2009	
10.	2	Corte / Limpieza	Amoladora pequeña BOSCH	750*	W	2006	
11.	7	Movilización	Puente Grúa 3Ton, 5Ton y 10 Ton	1,5	HP	2004-2007	
12.	2	Corte y Perforación	Pantógrafo WALMAR			2007-2009	
13.	1	Limpieza	Granalladora	121,5	HP		
14.	5	Corte y Perforación / Pintura	Compresores	ND		ND	
15.	2	Corte y Perforación	Cortadora de Plasma	ND		ND	
16.	2	Corte y Perforación	Cortadora de perfiles	ND		ND	
17.	1	Corte y Perforación	Kaltenbach	ND		2010	

Evaluación de Etapas procesos y equipos

2.1.1 Para realizar el flujo de los procesos se consideró que los productos de la empresa varían según la especificación del cliente, habiendo infinidad de productos, por lo tanto los procesos se modifican según estas especificaciones. La generalización de los principales procesos se la realizó con el jefe de planta, quien estableció que existen ciertos procesos comunes que se realizan para fabricar todo tipo de estructuras.

En cada proceso, las etapas se establecieron según el tipo de maquinaria que se utiliza o bien el producto que se desea obtener. No hay operaciones o etapas continuas, ya que habrá proyectos en donde en un proceso solamente se realice una etapa, dependiendo de la especificación. En las etapas, los elementos que entran y que salen están en orden de importancia, ya sea por la cantidad o la importancia.

EPPs hace referencia al equipo de protección personal, el cual se considera como una entrada debido a que en el área de planta todo el personal debe utilizar guantes, mandiles, máscaras, protección auditiva.

El primer proceso; *recepción, descarga y almacenaje*, hace referencia a las operaciones que se deben realizar para movilizar, principalmente las materias primas que son de grandes dimensiones. Este proceso involucra la utilización de un puente grúa y la planificación de los lugares en donde se debe colocar la materia prima. En este proceso se tienen los zunchos metálicos, estos son utilizados por los proveedores para “amarrar” la materia prima.

El segundo proceso; *movilización con puentes grúa*, hace referencia al uso de los puentes grúa para trasladar materias primas o los componentes de una estructura de un lugar a otro. Este proceso es muy común, y como auxiliar se utilizan las fajas de sujeción para cargas medianas o pequeñas, estas suelen deteriorarse debido principalmente al tipo de material del que están fabricadas. También se utilizan cadenas metálicas para cargas grandes, estas no se mencionan en el proceso debido a que tienen una vida útil muy larga.

El tercer proceso; *moldeo*, hace referencia al proceso en donde se realizan los moldes o patrones que se deben realizar, también hace referencia al uso de auxiliares para marcar la materia prima.

En los siguientes procesos se menciona como salidas *sobrantes de acero*, estos son “retazos” de la materia prima, se diferencian de la chatarra porque tienen las dimensiones apropiadas para ser reutilizados en nuevos proyectos.

El cuarto proceso; *corte y perforado*, representa a las etapas en donde hay segmentación o configuración geométrica básica de la materia prima. En base al anterior concepto se definieron las etapas, las cuales se diferencian primero por el tipo de maquinaria que se podría utilizar, y segundo por los insumos y auxiliares que se utilizan. En el corte con plasma que se realiza en el pantógrafo se utiliza agua, es importante aclarar que esta agua se coloca en bandejas debajo del equipo y sirve para enfriar la escoria que cae, la escoria se produce por el calor y es un residuo que se dispone como no peligroso. El agua se va evaporando y cuando esta se consume totalmente se rellena la bandeja con agua. Este es el uso industrial más importante que tiene el agua en la planta y en otras etapas del corte se puede observar el uso del agua para enfriamiento, pero las cantidades utilizadas son mínimas y los períodos de cambio del agua son muy espaciados.

En las etapas que realizan corte con plasma se identificó una entrada, *aire*, esta hace referencia al uso de aire, generado por compresores. En las etapas de corte con sierra, y perforado con la máquina Peddinghaus se utiliza taladrina, un tipo de aceite soluble que sirve para realizar el corte con precisión y sin dañar la materia prima. La máquina Kaltenbach puede realizar varias funciones y utiliza aceite pero para activar el movimiento de las planchas metálicas por una serie de rodillos (este aceite se cambia en períodos de dos años).

El quinto proceso; *armado*, consiste en el ensamble de las diferentes piezas o componentes del producto, hay casos en que la soldadura de piezas puede ser parte del armado y hay casos en que el armado se realiza cuando hay estructuras que tienen componentes, que se pueden formar solo a través de generar presión para obtener una geometría definitiva. El armado con la línea de vigas comprende el uso de un tipo de bomba hidráulica la cual genera energía mecánica para mantener unidos los elementos y luego con el uso de una suelda eléctrica se puntea, esto sirve para unir los dos metales mediante fusión localizada y formar así una viga de tipo I. El aceite que se utiliza sirve para la bomba, su periodo de reposición es alto, y usualmente este aceite se reutiliza en otros procesos. El proceso de armado común es aquel realizado por los operadores con la ayuda de soldadoras.

El sexto proceso; *remate*, consiste en unir, de manera rígida, dos o más piezas metálicas mediante un material compatible con el de los elementos soldados, que funciona como adherente definitivo entre ellos. En las sueldas eléctricas se utilizan electrodos, éstos consisten en un núcleo o varilla metálica, rodeado por una capa de revestimiento, esta capa determina las características mecánicas y químicas de la unión, está constituido por un conjunto de componentes minerales y orgánicos. Las colillas son los residuos de los electrodos.

El séptimo proceso; *limpieza*, sirve para darle el acabado final a los productos, e incluye la preparación de la superficie y según la necesidad la aplicación de sustancias. En la etapa de limpieza con químicos se utiliza un producto cuyo nombre comercial es DEOX.

El octavo proceso; *pintura y acabados* comprende varias etapas. La etapa de pintura con el compresor se debe realizar en una cabina de pintura, en esta cabina hay filtros de pintura, los cuales son de cartón y son posteriormente enviados a incinerar. La etapa de galvanizado caliente no lo realiza la empresa y es un servicio que se contrata para dar el acabado final a los componentes de la estructura, dependiendo claro está de las especificaciones del producto. Al contrario la etapa de galvanizado frío se realiza en planta y se lo hace con spray de zinc.

El último proceso; *armado y montaje* comprende la finalización del producto en su totalidad y es realizado en el lugar en donde el cliente haya dispuesto. Los desperdicios generados en este proceso son prácticamente los mismos que se generan en planta con la principal diferencia que aquí se utiliza el generador eléctrico el cual utiliza como combustible el diesel, generando emisión de gases de combustión.

2.1.2 El lay-out se realizó con la generalización de los procesos y la ubicación actual de la maquinaria. Puede, así mismo, que el lay-out varíe según el proceso ya que habrá estructuras de gran dimensión que requerirán mayor espacio, razón por la cual la maquinaria se moviliza (específicamente las soldadoras), también se podría modificar según el almacenamiento de las materias primas o los componentes de estructuras.

- El estado técnico y tecnológico de los procesos es el correcto y de lo que se ha podido observar, la empresa está constantemente mejorándolos. El proceso de corte y el de remate se realiza con maquinaria con control numérico CMC, el armado y perforado se lo realiza con una armadora hidráulica, la limpieza se realiza en una granalladora y la pintura con un compresor.

2.1.3 Los datos de los principales equipos utilizados fueron proveídos por el encargado de mantenimiento, en la base de datos constan aproximadamente 210 equipos. Estos se agruparon en categorías generales según los datos de capacidad nominal y la marca del equipo. Los datos de la capacidad nominal teórica se obtuvieron de esta base de datos, hubo equipos que no tenían detallada la capacidad nominal, en este caso se buscó en el Internet para encontrar el dato y si no se encontró el dato se colocó ND. Hay que considerar que hay maquinaria con diferentes voltajes y amperajes, ya que hay muchos procesos que requieren que se los cambie para obtener los resultados óptimos; para obtener la capacidad nominal de estos equipos se hicieron aproximaciones o promedios. De la base de datos se consideró aquellos equipos que tenían la mayor capacidad nominal. En la base de datos hay equipos que no tienen el año de fabricación o de instalación y definir la fecha del último mantenimiento es complicado por la cantidad de equipos del mismo tipo.

- La empresa adquirió una máquina, que realiza tanto corte como perforación, con el objetivo de aumentar la productividad, optimizar el corte y generar menos residuos. Respecto al software de corte la empresa posee dos programas; Lantek y Peddimat.

- La maquinaria es traída del exterior, de igual manera los repuestos, se cuenta con un encargado de mantenimiento quien tiene el apoyo de un ayudante. Hay casos en que el mantenimiento lo deben realizar especialistas o técnicos de la fábrica de la máquina, quienes vienen de otros países. Dado que hay equipos que se pueden deteriorar fácilmente se cuenta en bodega con repuestos en stock, pero son solo aquellos repuestos que tienen un periodo de vida limitado y que el encargado de mantenimiento considera se deben tener en stock.

Análisis de las entradas en los procesos

Evaluación de las principales materias primas, insumos y materiales auxiliares

Consumos de las principales materias primas, insumos y materiales auxiliares

Materias primas, insumos y auxiliares	Producto Peligroso (marcar con una x)	Cantidad empleada normalmente (unidad usual de medición) Para 100 kg	Consumo anual (Kg unidades)	Consumo máx. anual en la capacidad instalada (ton)	Consumo con Ampliación Prevista (ton)
Planchas Metálicas		ND	551226,85	ND	ND
Correas		ND	74313,39	ND	ND
Tubos		ND	21606,72	ND	ND
Ángulos		ND	13630,9	ND	ND
Vigas Metálicas		ND	10265,26	ND	ND
Paneles Metálicos		ND	1366,08	ND	ND
Alambre MIG		ND	18395	ND	ND
Electrodos		ND	7333	ND	ND
Energía Eléctrica		ND	357064,494	ND	ND
Gas CO2	X	ND	12958	ND	ND
Gas Oxígeno	X	ND	1502,78	ND	ND
Pintura		ND	293,5	ND	ND
Oxígeno Líquido	X	ND	4638	ND	ND
Transporte		ND	69	ND	ND
Mantenimiento Maq.		ND	854,3	ND	ND
Disco de Corte		ND	5735	ND	ND
Grata		ND	505	ND	ND

Botín		ND	126	ND	ND
Disco de Desbaste		ND	2015	ND	ND
Nozzle Plasma		ND	533	ND	ND
Guantes		ND	1971	ND	ND
Elementos de Sujeción		ND	48	ND	ND
Mascarillas		ND	2102	ND	ND

Cuadro resumen de las informaciones sobre materias primas, insumos y auxiliares

- La información obtenida para la tabla anterior es de las compras realizadas por ESACERO en el periodo que va desde el mes de junio del 2009 hasta mayo del 2010, la base de datos fue provista por el contador.

-Para realizar la clasificación a cada elemento de la base de datos se le asignó una categoría de producto. Por ejemplo las planchas de acero en el sistema contable de la empresa se clasifican según las dimensiones y espesores de las planchas, teniendo más de veinte tipos de planchas metálicas, las cuales se agruparon en una única categoría de planchas metálicas. Así mismo se realizó con las varillas, los electrodos, las correas, los ángulos, etc.

Posteriormente se clasificó de manera más general, agrupando los elementos dentro de la categoría de materia prima, insumos, auxiliares y otros. Esta agrupación sirvió para aplicar Pareto, ya que al momento de clasificar en la base de datos según el tipo de producto se obtuvieron más de 90 categorías. Para obtener Pareto se dividió el monto de compra del producto para la suma de los montos de compra de todos los productos de la categoría, la cantidad resultante se expresó en porcentaje.

-Del grupo de materia prima se obtuvo que las planchas metálicas representan el 80,3% de todo el grupo. De toda la base de datos la compra de planchas metálicas representa el 38,65%. Siendo este el producto en el cual la empresa invierte más dinero, ya que es la principal materia prima.

- Debe sin embargo considerarse que la cantidad de kilogramos de planchas metálicas que se obtuvo de la base de datos no es representativa del consumo real que tiene la empresa, esto debido a que hay proyectos en donde los clientes le proveen a la empresa la materia prima. El dato de la cantidad de materia prima que ingresa no se registra en el sistema contable. Esto es una limitación, ya que la materia prima puede ingresar determinado mes y no ser necesariamente procesada en ese mes.

Empleo y costos de las principales materias primas, insumos y auxiliares

Nº	Materias primas, insumos y auxiliares	(A) Cantidad anual	Unidad	(B) Costo Unitario (US\$/ unidad)	(A*B) Costo Total Anual (US\$)	Finalidad de utilización	Tipo de Embalaje
	Planchas Metálicas	551226,85	KG	1,04010	573328,76	Elementos de Estructuras metálicas	Ninguno
	Correas	74313,39	KG	0,86661	64400,85	Elementos de Estructuras metálicas	Ninguno
	Tubos	21606,72	KG	0,98686	21322,83	Elementos de Estructuras metálicas	Ninguno
	Ángulos	13630,9	KG	1,04322	14220,04	Elementos de Estructuras metálicas	Ninguno
	Vigas Metálicas	10265,26	KG	1,03949	13442,24	Elementos de Estructuras metálicas	Ninguno
	Paneles Metálicos	1366,08	KG	8,41058	11489,53	Elementos de Estructuras metálicas	Ninguno
	Alambre MIG	18395	KG	4,31632	79398,70	Soldadura	Plástico y Cartón
	Electrodos	7333	KG	4,92878	36142,73	Soldadura	Plástico y Cartón
	Energía Eléctrica	357064,494	KWH	0,09261	33066,73	Maquinaria e iluminación	Plástico y Cartón
	Gas CO2	12958	KG	1,09637	14206,80	Remate	Ninguno
	Gas Oxígeno	1502,78	KG	8,22088	12354,18	Corte	Ninguno
	Pintura	293,5	GAL	36,39336	10681,45	Pintura	Cartón
	Oxígeno Líquido	4638	KG	1,97762	9172,20	Corte	Ninguno
	Transporte	69	-	829,43043	57230,70	Transporte	Ninguno
	Mantenimiento Maquinaria	854,3	UNIDAD	50,64480	43265,85	Mantenimiento	Ninguno
	Discos de Corte	5735	UNIDAD	2,88797	16562,50	Corte	Cartón

Grata	505	UNIDAD	11,64493	5880,69	Limpieza	Cartón
Botín	126	PAR	38,95786	4908,69	Seguridad Industrial	Cartón
Disco de Desbaste	2015	UNIDAD	2,32535	4685,59	Limpieza	Cartón
Nozzle Plasma	533	UNIDAD	7,57090	4035,29	Corte	Plástico y Cartón
Guantes	1971	UNIDAD	1,92971	3803,46	Seguridad Industrial	Plástico
Elementos de Sujeción	48	UNIDAD	77,77729	3733,31	Seguridad Industrial	Ninguno
Mascarillas	2102	UNIDAD	1,52384	3203,12	Seguridad Industrial	Plástico y Cartón

Formas de almacenamiento de las principales materias primas, insumos y auxiliares

De la información provista por el contador se obtuvo el costo unitario de materia prima, dividiendo el costo total anual para la cantidad anual, ya que los costos unitarios varían continuamente y dependiendo del proveedor.

El costo y la cantidad anual son representativos del período del mes de junio del 2009 hasta mayo del 2010.

La materia prima no tiene embalajes, excepto ciertas planchas de acero pequeñas que vienen envueltas con zunchos metálicos.

En lo que corresponde a los insumos e auxiliares si existe embalaje, el cual es principalmente plástico y cartón. Los embalajes se clasifican según el tipo y se colocan en tachos que se encuentran en planta y sirven para clasificar los residuos.

No.	Materias primas, insumos y auxiliares	Locales de Almacenamiento						Formas de Acondicionamiento					
		Depósito Cerrado (o refrigerado)	Depósito Cerrado (piso impermeable)	Depósito Abierto con techo	Depósito Abierto sin techo	Depósitos con contención de fugas	Otras formas (especificar):	Toneles 200 L	Contenedor	Tanque o silo	Sacos Plásticos o de Papel	Granel	Otras formas (especificar):
	Planchas Metálicas		X										Apilados
	Correas		X										Perchas
	Tubos		X										Perchas
	Ángulos		X										Perchas
	Vigas Metálicas		X										Perchas
	Paneles Metálicos												Apilados
	Alambre MIG		X								X		
	Electrodos		X								X		
	Electrodo de Plasma		X								X		
	Energía Eléctrica												
	Gas CO2			X						X			
	Pintura		X										Perchas
	Gas Oxígeno			X						X			
	Oxígeno Líquido			X						X			
	Disco de Corte		X										Perchas
	Grata		X										Perchas
	Botin		X										Perchas
	Disco de Desbaste		X										Perchas
	Nozzle Plasma		X										Perchas
	Guantes		X										Perchas
	Mascarillas		X										Perchas

- Disolventes que se pueden evaporar, específicamente el tinher. Al evaporarse este elemento podría generar un riesgo a la salud de los trabajadores, pero las cantidades que se utilizan, las condiciones controladas y el equipo de seguridad industrial provisto al operador encargado del manejo del tinher hacen que este riesgo no tenga prioridad.
- En el área de almacenamiento de tanques de gases se tienen ciertos riesgos, ya que se maneja acetileno, dióxido de carbono y oxígeno; sin embargo la disposición y localización actual es adecuada para mitigar posibles riesgos, adicionalmente cuentan con la señalética apropiada para prevenir cualquier riesgo.
- Los residuos peligrosos se almacenan por separado y en contenedores señalados.
- El almacenamiento de aceite es en tanques es en un área controlada para contener posibles derrames o fugas de aceite. También se cuenta con la señalética apropiada para prevenir cualquier riesgo. El aceite gastado se coloca en recipientes y es reutilizado especialmente para lubricar la maquinaria, los paños y materiales contaminados con aceite se deben colocar en contenedores especiales para luego ser entregados al gestor autorizado.

Informaciones sobre el consumo de agua

Consumo Y fuentes de abastecimiento

No.	Fuentes de Abastecimiento	Tratamiento previo (marcar con una x)	Uso	Consumo (unidad usual)	Cantidad (m ³ / año)	Costo (US\$/ m ³)	Gasto total (US\$)
					A	B	A * B
1.	EMAAP		Varios	m ³	1869	0,72	1342,68

Clasificación de los usos de agua

No.	Posibles usos
	Sanitarios
	Duchas
	Consumo para cocina
	Limpieza
	Jardinería
	Agua para enfriar la escoria

Informaciones sobre energía

Consumo de energía eléctrica

Mes 1	<u>30668</u>	kWh	Mes 7	<u>20720</u>	kWh
Mes 2	<u>33492</u>	kWh	Mes 8	<u>30972</u>	kWh
Mes 3	<u>30944</u>	kWh	Mes 9	<u>21680</u>	kWh
Mes 4	<u>30916</u>	kWh	Mes 10	<u>32844</u>	kWh
Mes 5	<u>32392</u>	kWh	Mes 11	<u>36476</u>	kWh
Mes 6	<u>27020</u>	kWh	Mes 12	<u>33752</u>	kWh

Se considera un año como el período mínimo de evaluación, iniciando preferentemente en el mes de enero. Sin embargo se puede considerar los 12 meses que anteceden la realización de este diagnóstico.

Estadísticas del consumo de energía eléctrica

Consumo medio mensual:	<u>30156,3</u>	kWh
Consumo mínimo mensual:	<u>20720</u>	kWh
Consumo máximo mensual:	<u>36476</u>	kWh
Consumo anual	<u>367876</u>	kWh

Gastos con energía eléctrica:

Consumo medio mensual:	<u>2770,47</u>	US\$
Costo unitarios:	<u>0,0575*</u>	US\$/kWh
Consumo máximo mensual:	<u>3150,52</u>	US\$
Consumo anual	<u>33519,88</u>	US\$

*Promedio entre los costos de los diferentes horarios.

Otras formas de energía

Forma de energía	Condiciones (temperatura, humedad, presión de trabajo, etc.)	Cantidad utilizada (unidad usualmente empleada)	Cantidad anual consumida (kg o t)	Finalidad de uso	Costo Unitario (US\$/kg)	Costo Total (US\$/año)
Agua caliente						
Vapor						
Aire comprimido	210 °F, 128 psi	ND	ND	Operación de: Troqueles Granalladora Pantógrafo Cámara de pintura	ND	ND
Otros (especificar):						

La empresa no tiene fuentes alternativas de energía.

Consumo de combustibles

Combustible	Finalidad	Cantidad Consumida (unidad usual)	Cantidad Anual Consumida
GLP			
Gas natural			
Diesel	Camiones, grúas, generadores eléctricos	ND	ND
Bunker			
Leña			
Aserrín			
Otros tipos de biomasa, especificar:			
Otros, especificar:			
Gasolina	Camionetas	ND	ND

Cuadro resumen de los criterios para la obtención de los datos presentados.

<p>Consumo de Energía Eléctrica (Tabla 2.2.3.1)</p> <p>-Los datos se obtuvieron de las planillas de luz de la empresa, pero esta planilla es del consumo mensual tanto de la empresa ESACERO, así como de la empresa METALECTRO.</p> <p>-El análisis se realizó desde el mes de mayo del 2009 hasta abril del 2010. En la planilla, para obtener los valores de los kwh consumidos se sumaron los diferentes horarios, es decir se sumaron los consumos de kwh en el horario de 22h-07h con los de 07h-22h, esto para los meses del 2009. Para los meses del 2010 se obtuvieron los consumos de kwh sumando los horarios de 08h-18h (Lunes-Viernes), mas los de 18h-22h (Lunes-Viernes), con los de 22h-08h (Lunes-Viernes incluida la energía de 22h-18h de Sábado-Domingo-Feriado) y con los de 18h-22h (Sábado-Domingo-Feriado).</p> <p>-Para cada horario varía el precio del kwh, de 08h-18h(Lunes-Viernes) cuesta \$0.058, de 18h-22h (Lunes-Viernes) cuesta \$0.072, de 22h-08h (Lunes-Viernes incluida la energía de 22h-18h de Sábado-Domingo-Feriado) cuesta \$0.042 y de 18h-22h (Sábado-Domingo-Feriado) cuesta \$0.058. El promedio de estos valores es de \$0.0575.</p> <p>-Para obtener los datos de las estadísticas de consumo de energía eléctrica se utilizó el programa Excel y se obtuvieron los valores de máximos, mínimos, promedios y totales.</p> <p>- Otra forma de energía que se utiliza en planta es el aire comprimido, cuyos datos los proporcionó el encargado del área de mantenimiento, no se disponen las cantidades de consumo.</p>
--

Información adicional sobre las entradas del proceso

<p>-La empresa tiene un consumo irregular de las diferentes materias primas, esto debido a que hay proyectos que dependen de algunos requerimientos y especificaciones que el cliente solicita. Esto debe ser considerado al momento de analizar la situación de la empresa y es un factor condicionante respecto al consumo y desperdicios que pueda haber.</p> <p>-Existen muchos factores debido a los cuales se pueda presentar problemas en la empresa relacionados con las materias primas. Hay pérdida debido a que existen muchos proyectos en donde el cliente provee los planos de diseño, estos planos no contemplan la disponibilidad de materia prima en el mercado. Es decir en el mercado pueden existir materias primas de determinada dimensión que al momento de ser procesadas bajo el diseño del cliente puede que resulten muy grandes ocasionando que se genere desperdicio.</p> <p>-Existen sobrantes de materia prima, que pueden ser procesadas en posteriores proyectos. Estos sobrantes se reutilizan en posteriores proyectos, pero no existe inventariado de los sobrantes de planchas de acero.</p> <p>-Finalmente, en un análisis realizado de la situación de la empresa respecto a los kilogramos de chatarra generados versus los kilogramos de acero procesados se tienen datos que no son regulares. A pesar de esto la media de la relación de chatarra versus acero procesado está en aproximadamente 0,06. Este indicador no toma en cuenta los sobrantes que podría haber y que no son necesariamente chatarra.</p>

- Análisis de las salidas del proceso
Principales productos o servicios

Nº	Principales Productos o Servicios y subproductos	Capacidad Máxima Instalada mensual (unidad)*	Producción actual media mensual (tonelada)*	Producción Anual (unidad)*	Capacidad futura con ampliación** (unidad)*
1	Estructuras pesadas:	300	38,30	459,58	
2	Estructuras semi-pesadas:	300	26,11	313,26	
3	Estructuras livianas:	300	40,83	489,94	
4					
5					

* Utilizar preferentemente kg o t, en orden cuantitativa descendente.

** Llenar solo cuando hay proyecto de ampliación

Cuadro resumen: memoria de cálculo utilizado

Memoria de cálculo utilizada para cada ítem de las tablas arriba, informando las referencias y el origen de la información, período de la evaluación presentada y criterios o planes para el futuro.

PROYECTOS EJECUTADOS DESDE JUN-2009 HASTA MAY-2010

OP	CLIENTE	PROYECTO	CLASIFICACIÓN GENERAL	TIPO (Clasificación según el sistema contable)	PESO (Kg) Fuente: Ingeniería y Otros
1598	GRUPO COMERCIO EL	ESTRUCTURA GALPON # 3 ADICIONALES GALPON 1; 2; 3 ESTRUCTURA GALPON # 2 ESTRUCTURA GALPON # 1	LIVIANA	ESTRUCTURA PINTADA LIVIANA	105008,00
1599	AGIP OIL	PLACAS CON ZINC ORGANICO	LIVIANA	ESTRUCTURA EPOXICADA LIVIANA	866,00
1601	INNOVAR UIO 04-06	PUNTE PEATONAL PASARELA No 2	SEMIPESADA	ESTRUCTURA EPOXICADA SEMIPESADA	43065,00
1602	ANDES PETROLEUM 05	POSTE METALICO 11 m (3 unidades) SOPORTE PARA TRES LUMINARIAS Y CANASTILLA DE ANCLAJE PARA POSTE 11 m	LIVIANA	ESTRUCTURA LIVIANA: POSTE ABATIBLE	970,50
1603	PETRORIENTAL S.A. 06	ESTRUCTURA VDF NANTU D	LIVIANA	ESTRUCTURA GALVANIZADA CALIENTE LIVIANA	10160,00
	CONSORCIO PETR BQ 17	MCC & FVD HORMIGUERO C			
	PETRORIENTAL S.A.	CANASTILLAS DE ANCLAJE NANTU D			
	CONSORCIO PETR BQ 17	CANASTILLAS DE ANCLAJE HORMIGUERO C			

1604	GRUPO COMERCIO	EL	MATERIAL ENCOFRADO METALICO	LIVIANA	ESTRUCTURA NEGRO LIVIANA	90706,00
	GRUPO COMERCIO	EL	FAB & MONTAJE DE ENCOFRADO LOSA			
1605	FOPECA		VIGAS ACCESO COCA CODO SINCLAIR	PESADA	ESTRUCTURA EPOXICADA PESADA	173728,46
1607	GRUPO COMERCIO	EL	ESTRUCTURA GALPON # 4	LIVIANA	ESTRUCTURA EPOXICADA LIVIANA	13917,00
1608	CONSERMIN		POSTES SECCION UNICA 11m (11 unidades) SOPORTE PARA TRES LUMINARIAS Y CANASTILLA DE ANCLAJE PARA POSTE 11 m	LIVIANA	ESTRUCTURA LIVIANA: POSTE ABATIBLE	3558,50
1609	CONSERMIN		POSTES SECCION UNICA 11 m (3 unidades) SOPORTE PARA TRES LUMINARIAS Y CANASTILLA DE ANCLAJE PARA POSTE 11 m	LIVIANA	ESTRUCTURA LIVIANA: POSTE ABATIBLE	970,50
1610	ANDES PETRO 08-09		POSTE RETRACTIL 11 m (6 unidades) SOPORTE (3) LUMINARIAS Y CANASTILLA DE ANCLAJE PARA POSTE 11 m	LIVIANA	ESTRUCTURA LIVIANA: POSTE ABATIBLE	1941,00
1611	COMREPSA		VIGAS PUENTE	SEMIPESADA	ESTRUCTURA EPOXICADA SEMIPESADA	3973,00
1612	INNOVAR UIO		UNIDAD EDUCATIVA DEL MILENIO	LIVIANA	ESTRUCTURA EPOXICADA LIVIANA	72723,00
1613	CONSORCIO SANTOS CONSERMIN	CMI	TABLA ESTACAS SANTA ELENA	SEMIPESADA	ESTRUCTURA GALVANIZADA CALIENTE SEMIPESADA	147027,00
1615	AZULEC S.A.		TAPAS TRINCHERAS VARIADORES & TRANSFORMADORES	LIVIANA	ESTRUCTURA EPOXICADA LIVIANA	7888,00
1616	CONSORCIO SANTOS CONSERMIN	CMI	TABLA ESTACAS TIERRAS ORIENTALES	LIVIANA	ESTRUCTURA GALVANIZADA CALIENTE LIVIANA	105674,00
1617	AZULEC S.A.		BAÑO CUARTO ELECTRICO	LIVIANA	ESTRUCTURA GALVANIZADA CALIENTE LIVIANA	346,00
1619	CONDUTO ECUADOR S.A.		TAPAS METALICAS AMPLIACION LIMONCOCHA 07	LIVIANA	ESTRUCTURA GALVANIZADA CALIENTE LIVIANA	343,00

1620	CONSERMIN	VIGAS MET. PUENTE VIA LA BALBANERA-PALLATANGA-BUCAY	PESADA	ESTRUCTURA EPOXICADA PESADA	159877,44
1622	AZULEC S.A.	PELDAÑOS	LIVIANA	ESTRUCTURA GALVANIZADA CALIENTE LIVIANA	436,00
1623	CONDUTO ECUADOR S.A.	PIPE RACKS PAKA SUR & CPF	SEMIPESADA	ESTRUCTURA GALVANIZADA CALIENTE SEMIPESADA	114915,00
1624	FOPECA S.A	VIGAS METÁLICAS PUENTE ACCESO COCA CODO SINCLAIR L=20 M	PESADA	ESTRUCTURA EPOXICADA PESADA	30474,22
1625	CONDUTO ECUADOR S.A.	TAPAS METALICAS GALV ASTM 123 OGE-CPF	LIVIANA	ESTRUCTURA GALVANIZADA CALIENTE LIVIANA	276,00
1627	AZULEC S.A.	ESCALERAS DE MANTENIMIENTO	LIVIANA	ESTRUCTURA GALVANIZADA CALIENTE LIVIANA	2018,00
1628	CONDUTO ECUADOR S.A.	TAPAS TRINCHERA YAMANUNCA 2	LIVIANA	ESTRUCTURA GALVANIZADA CALIENTE LIVIANA	4894,00
1629	AZULEC S.A.	SHELTER MANIFOLD - WIA	LIVIANA	ESTRUCTURA GALVANIZADA CALIENTE LIVIANA	2258,00
1630	FLORITECNIA S.A.	VIGAS & VARIOS	LIVIANA	ESTRUCTURA EPOXICADA LIVIANA	1297,00
1631	GRANADOCOMERC S.A.	ESTRUCTURA METALICA CUBIERTA AREA PARQUEOS	LIVIANA	ESTRUCTURA EPOXICADA LIVIANA	6958,00
1632	FRANCISCO PONTON	VIGAS METALICAS EDIFICIO GRAFITO	LIVIANA	ESTRUCTURA EPOXICADA LIVIANA	11720,59
1633	CONDUTO ECUADOR S.A.	CANASTILLAS CPF	LIVIANA	ESTRUCTURA LIVIANA	338,81
1634	Andes Petroleum Ecuador Ltd.	POSTE METALICO RETRACTIL 11 m (4 unidades)	LIVIANA	ESTRUCTURA LIVIANA: POSTE ABATIBLE	1200,00
1637	ANDES PETROLEUM	CUBIERTAS MARIANN 4A FACILITIES UPGRADE	LIVIANA	ESTRUCTURA GALVANIZADA CALIENTE LIVIANA	1380,00
1638	CONDUTO ECUADOR S.A.	PROVISION E INSTALACION DE PIPE RACKS YAMANUNKA	SEMIPESADA	ESTRUCTURA GALVANIZADA CALIENTE SEMIPESADA	1732,00
1639	PETROORIENTAL S.A.	POSTES RETRACTIL 11 m (9 unidades)	LIVIANA	ESTRUCTURA LIVIANA: POSTE ABATIBLE	2700,00

1640	EMPRESA ELECTRICA REGIONAL SUR S.A.	POSTE ABATIBLES DE 11 m (3 unidades) SOPORTE PARA TRES LUMINARIAS Y CANASTILLA DE ANCLAJE PARA POSTE 11 m	LIVIANA	ESTRUCTURA LIVIANA: POSTE ABATIBLE	970,50
1641	PETROAMAZONAS EP	PROV., CONST. Y MONTAJE DE EST. Y CUBIERTAS SOBRE LOSAS	LIVIANA	ESTRUCTURA NEGRO LIVIANA	17218,00
1642	PETROORIENTAL S.A.	CANASTILLAS DE ANCLAJE POSTE 9 m (12 unidades), SOPORTES PARA TRES LUMINARIAS (5 unidades) Y SOPORTES PARA DOS LUMINARIAS (12 unidades)	LIVIANA	ESTRUCTURA LIVIANA: POSTE ABATIBLE	285,50
1643	CONSORCIO PETROLERO BLOQUE 17	CANASTILLAS POSTES 9 m (9 unidades), SOPORTES PARA TRES LUMINARIAS (5 unidades) Y SOPORTES PARA DOS LUMINARIAS (12 unidades)	LIVIANA	ESTRUCTURA LIVIANA: POSTE ABATIBLE	254,00
1644	FOPECA S.A	PUENTE SOBRE EL RÍO NAPO	PESADA	ESTRUCTURA NEGRO PESADA	95495,25
1645	CONSORCIO ECUATORIANO DE PUENTES	PLACAS ACERO A588	SEMIPESADA	ESTRUCTURA NEGRO SEMIPESADA	2550,00
1648	Andes Petroleum Ecuador Ltd.	VIGAS METALICAS GALVANIZADAS	LIVIANA	ESTRUCTURA GALVANIZADA CALIENTE LIVIANA	448,00
1652	Andes Petroleum Ecuador Ltd.	GENERADORES DORINE BATTERY EXPANSION	LIVIANA	ESTRUCTURA GALVANIZADA CALIENTE LIVIANA	4398,00
1653	FOPECA S.A	JUNTAS DE DILATACION PARA PUENTES	LIVIANA	ESTRUCTURA EPOXICADA LIVIANA	15822,00

Proyectos en que el cliente dio la materia prima

Proyectos desde ene 2010

Peso estandar de un poste abatible de h=11m es 300 kg

Peso de la canastilla de anclaje para un poste de 11 m es 12 kg

Peso del soporte de 3 luminaras para es 11,5 kg

PESO TOTAL POSTE 11m = 323,5 KG

Peso estandar de un poste abatible de h=9m es 250 kg

Peso de la canastilla de anclaje para un poste de 9 m es 10,5 kg

Peso del soporte de 2 luminaras para es 8,5 kg

Total Ton Liviana: 489,94

Promedio Ton Liviana Mensuales:	40,83
Total Ton Semipesada:	313,26
Promedio Ton Semipesada Mensuales:	26,11
Total Ton Pesada:	459,58
Promedio Ton Pesada Mensuales:	38,30
Total Ton Auales	1262,78
Promedio Ton Mensuales	105,23
Capacidad Máxima Instalada	300

- Información sobre efluentes y líquidos industriales

Generación de efluentes en el (los) proceso(s) productivo(s)

Caudal ¹	Caudal diario (m ³ / día)	Caudal anual (m ³ / año)	Días/ semana ²
Máxima ³	ND	ND	
Actual	ND	ND	
Máxima autorizada			

Puntos de generación de los efluentes líquidos

Puntos	Caudal diario (m ³ /día)	Caudal anual (m ³ / año)	Es tratado antes de la descarga (sí o no)
Procesos productivos			
Refrigeración			
Purgas de los Calderos			
Lavado de pisos y <i>equipos</i>	ND	ND	No
Lavado de vehículos			
Otras etapas, especificar:			

Cuadro resumen de los criterios para la obtención de los datos presentados.

La empresa no es regulada por la generación de efluentes, por lo tanto no se requieren los cálculos de generación, tratamiento y calidad de los efluentes.

- Información sobre efluentes líquidos sanitarios

GENERACIÓN DE AGUAS SERVIDAS O AGUAS GRISES

Caudal diario: ND m³/ día
 Caudal anual: ND m³/ año

Cuadro resumen de los criterios para la obtención de los datos presentados.

La empresa no es regulada por la generación de efluentes, por lo tanto no se requieren los cálculos de generación de aguas servidas o aguas grises.

- Información sobre residuos sólidos

Generación y destinación de los residuos sólidos de lo(s) proceso(s) productivo(s)

Nº	Nombre del residuo	Puntos de generación en el proceso	Residuo Peligroso (sí o no)	Cantidad anual	Transportador	Destino	Formas de comercialización
	Chatarra	Corte, perforación, esmerilado	no	70061,82 kg	Ivan Zapata, Ludhin Robayo, Recynter, Campan Jesus	Reciclaje	
	Filtros granalla	Granallado	si	126,75 kg	Incinerox	Incineración	-
	Filtros de pintura	Pintura	si	42,75 kg	Incinerox	Incineración	-
	Basura común	Corte, perforación, esmerilado, limpieza y bodega	no	ND	EMASEO	Relleno Sanitario	

Utilizar preferentemente la unidad usual para el tipo de Empresa, listando en orden cuantitativa descendiente.

Generación y destinación de los residuos sólidos administrativos y del comedor

Formas de comercialización y destinación	Residuos del comedor (cantidad anual)	Residuos administrativos (cantidad anual)	Transportador	Destino
Venta				
Donación				
Recolección por la empresa de aseo	9000 kg	-	EMASEO	Relleno Sanitario
Recolección por terceros				
Reciclado				
Relleno sanitario				
Otros, especificar:				

Formas de acondicionamiento y almacenamiento de los residuos sólidos

Nº	Nombre del residuo	Local de Almacenamiento		Tipo de Almacenamiento				Formas de Acondicionamiento					
		Área de la Empresa	Afuera del área de la Empresa	Área cerrada con techo	Área abierta con techo	Área sin cobertura	Otras formas	Tambores de 200 L	Contenedor	Tanque	Sacos plásticos o de papel	A granel	Otras formas
	Chatarra	x							x				
	Filtros de granalla	x		x									x
	Filtros de pintura	x		x									x
	Basura Común	x							x				

Cuadro resumen de los datos evaluados

- Los principales residuos sólidos generados en la empresa, y en general en el sector metalmeccánico, son la chatarra, viruta, escoria, polvo metálico y en menor cantidad envases de pinturas e insumos en general.

- Los residuos sólidos que genera la empresa son clasificados según sea su composición (chatarra de acero, chatarra de aluminio, papel, cartón, plástico, madera, aceite y residuos hospitalarios). En la tabla 2.3.4.2 el papel, cartón y plástico se especifican como basura común ya que la empresa no tiene la obligación de entregar estos residuos a gestores calificados. En la planta existen diferentes tachos distribuidos que sirven para clasificar la basura. Actualmente se están realizando campañas para sensibilizar al personal para la correcta clasificación de los residuos sólidos y se están entregando el aceite y los residuos hospitalarios a gestores calificados con su correcto control.

- Por importancia y cantidad, la chatarra es el principal residuo generado, el cual es vendido a gestores calificados. Esta venta se realiza aproximadamente dos veces al mes. La chatarra es almacenada en un contenedor, el dato de la cantidad anual fue provista por el asistente de Compras y es del periodo de junio del 2009 hasta mayo del 2010.

- Los residuos tóxicos y peligrosos; filtros de granalla y filtros de pintura son entregados a un gestor para posteriormente ser incinerados. Para obtener la cantidad anual se pesó un filtro de granalla (con una balanza de la empresa), este peso se multiplicó por la cantidad de filtros de granalla (el peso de un filtro fue de 13 kg) y se obtuvo un total. Se sabe que esta cantidad de filtros está almacenada desde el día 23 de octubre del 2009. Con este dato se realizó un cálculo para saber la cantidad de filtros de granalla que se generan al año.

Información sobre emisiones atmosféricas

Cuadro resumen de las evaluaciones realizadas

La empresa no genera emisiones atmosféricas y los generadores que ésta posee son utilizados para el montaje que es realizado en el lugar donde se va a ubicar el producto, por lo cual no aplica su control

- Información sobre emisiones sonoras (ruido)

Equipos que generan ruidos en la empresa

Nº de equipos	Equipo	Año de fabricación del equipo	Horarios de Ocurrencia de los ruidos	Nivel de ruido medido en decibeles
1	Granalladora	2008	07:30-18:20	ND
N/D	Combos y Martillos	-	07:30-18:20	ND
49	Amoladoras	2004-2009	07:30-18:20	ND
60	Soldadoras	2004-2007	07:30-18:20	ND
7	Puentes Grúa	1995-2009	07:30-18:20	ND

- Información adicional sobre las salidas del proceso

- La empresa no tiene generación de efluentes líquidos industriales, y no debe controlar emisiones o inmisiones atmosféricas. Uno de los principales residuos es la chatarra de acero. La chatarra se puede producir por el proceso de corte o perforación de la materia prima, y es un residuo que no se puede evitar generar, pero sí minimizar. La empresa tiene dos software de optimización de corte, CNC y el área de ingeniería realiza los planos de corte al momento del diseño de la estructura para lograr una mayor optimización de la materia prima.

- En la planta todavía no existe un método sistemático para organizar de mejor forma la materia prima e insumos, tanto en el área de producción como en el área de bodega. Esto es considerado una oportunidad de mejora.

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

Evaluación de los aspectos ambientales

Nombre de la Empresa: ESACERO S. A.		Procesos: RECEPCIÓN, DESCARGA Y ALMACENAJE; MOVLIZACIÓN CON PUENTES GRÚA Y MOLDEO											
Número de la operación / etapa	Descripción del Aspecto	IMPACTOS					Probabilidad (P) baja =1; media = 2 y alta =3	Relevancia del Impacto I = Sv x P	Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí	Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- Sí, pero no cumple 6-No	Resultado R= I+RL+MC (sumatoria)	Prioridad	Medidas para Adecuación
		Uso de Recursos Naturales	Contaminación del agua	Contaminación del suelo y aguas subterráneas	Contaminación del aire	Incómodo a partes interesadas							
		Severidad (Calificación del 1 al 4)											
VAR	Generación de EPPs defectuosos			3			2	6	0	6	12		
VAR	Emisión de ruido por operación de maquinaria					2	3	6	5	0	11		Se pintó la planta con pintura epóxica y se colocó fibra aislante en las entradas a la planta. Se estableció un manual para procesos que generan demasiado ruido
1	Emisión de zunchos deteriorados			3			2	6	0	6	12		
2	Consumo de energía eléctrica para operación del puente grúa	1					3	3	5	0	8		Tablero automático para la corrección de potencia
	Generación de fajas de sujeción deterioradas			3			2	6	0	6	12		
3	Consumo de tizas industriales			1			2	2	0	6	8		
	Generación de marcadores metálicos defectuosos			3			2	6	0	6	12		
	Generación de residuos por consumo de timbrador			3			2	6	0	6	12		

Generación de residuos por flexómetros defectuosos			3			2	6	0	6	12		
Emisión de cartón			3			2	6	0	6	12		
Emisión de plástico			3			2	6	0	6	12		

Nombre de la Empresa: ESACERO S.A.		Proceso: CORTE Y PERFORACIÓN											
Número de la operación / etapa	Descripción del Aspecto	IMPACTOS					Probabilidad (P) baja =1; media = 2 y alta =3	Relevancia del Impacto I = Sv x P	Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí	Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- Sí, pero no cumple 6-No	Resultado R= I+RL+MC (sumatoria)	Prioridad	Medidas para Adecuación
		Uso de Recursos Naturales	Contaminación del agua	Contaminación del suelo y aguas subterráneas	Contaminación del aire	Incómodo a partes interesadas							
		Severidad (Calificación del 1 al 4)											
	Generación de EPPs defectuosos			3			2	6	0	6	14		
	Emisión de ruido por operación de maquinaria					2	3	6	5	0	11		
4.1	Consumo de energía eléctrica para operación del Pantógrafo	1					3	3	5	0	8		
	Consumo de energía eléctrica para operación del Compresor	1					3	3	5	0	8		
	Generación de Boquillas desgastadas			3			2	6	0	6	12		
	Consumo de Materia prima	3					3	9	0	0	9		Reutilización de sobrantes.
	Consumo de agua para enfriar la escoria	1					1	1	0	6	7		
	Generación de chatarra			3			3	9	5	0	14		Maquinaria más eficiente, software de corte eficiente.
	Generación de escoria			2			3	6	0	6	12		
	Emisión de gases y partículas por el corte con plasma				2		3	6	0	6	12		
	Emisión de cartón (recipientes de			3			2	6	0	6	12		

	nozzle)											
	Emisión de plástico (recipientes de nozzle)		3			2	6	0	6	12		
4.2	Consumo de Energía eléctrica para operación del Pantógrafo	1				3	3	5	0	8		Tablero automático para la corrección de potencia
	Generación de Boquillas desgastadas		2			2	4	0	6	10		
	Consumo de Materia prima	3				3	9	0	0	9		
	Consumo de agua para enfriar la escoria	1				1	1	0	6	7		
	Consumo de gas propano	1				3	3	0	6	9		
	Consumo de oxígeno líquido	1				3	3	0	6	9		
	Generación de chatarra		3			3	9	5	0	14		
	Generación de escoria		2			3	6	0	6	12		
	Emisión de plástico (recipientes de nozzle)		3			2	6	0	6	12		
	Emisión de cartón (recipientes de nozzle)		3			2	6	0	6	12		
	Emisión de gases y partículas por el oxicorte			2		3	6	0	6	12		
4.3	Consumo de acetileno	1				3	3	0	6	9		
	Consumo de gas oxígeno	1				3	3	0	6	9		
	Generación de Boquillas desgastadas		2			2	4	0	6	10		
	Consumo de Materia prima	3				3	9	0	0	9		
	Generación de chatarra		3			3	9	5	0	14		
	Emisión de plástico (recipientes de nozzle)		3			2	6	0	6	12		
	Emisión de cartón (recipientes de nozzle)		3			2	6	0	6	12		
	Emisión de gases y partículas por el corte			2		3	6	0	6	12		
4.4	Consumo de energía eléctrica para operación de amoladora	1				3	3	5	0	8		Tablero automático para la corrección de potencia
	Consumo de discos de corte	1				2	2	0	6	8		
	Consumo de Materia prima	3				3	9	0	0	9		

	Generación de chatarra			3			3	9	5	0	14		
	Generación de esmeril del disco			2			2	4	0	6	10		
	Generación de polvo metálico				2		3	6	0	6	12		
	Emisión de cartón (del recipiente del disco de corte)			3			2	6	0	6	12		
4.5.1	Consumo de energía eléctrica para operación de la máquina Peddinghaus	1					3	3	5	0	8		
	Consumo de taladrina	2					2	4	0	6	10		
	Consumo de Materia prima	3					3	9	0	0	9		
	Generación de chatarra (con residuos de taladrina)			3			3	9	5	0	14		
	Generación de polvo metálico				2		3	6	0	6	12		
4.5.2	Consumo de energía eléctrica para operación de la máquina Peddinghaus	1					3	3	5	0	8		
	Consumo de taladrina	2					2	4	0	6	10		
	Consumo de Materia prima	3					3	9	0	0	9		
	Generación de viruta impregnada de taladrina	3					3	9	5	3	17		
	Generación de polvo metálico				2		3	6	0	6	12		
4.6.1	Consumo de energía eléctrica para operación de la máquina Kaltenbach	1					3	3	5	0	8		
	Consumo de energía eléctrica para operación del compresor	1					3	3	5	0	8		
	Consumo de líquido refrigerante	1					1	1	0	6	7		
	Consumo de Materia prima	3					3	9	0	0	9		
	Generación de chatarra			3			3	9	5	0	14		
	Generación de polvo metálico				2		3	6	0	6	12		
	Generación de escoria			2			3	6	0	6	12		
	Emisión de gases y partículas				2		3	6	0	6	12		
	Emisión de plástico (recipientes del líquido refrigerante)			3			2	6	0	6	12		
	Emisión de aceite gastado		3	3			1	9	0	0	9		El aceite usado se reutiliza en procesos de METALECTRO

4.6.2	Consumo de energía eléctrica para operación de la máquina Kaltenbach	1					3	3	5	0	8		
	Consumo de Materia prima	3					3	9	0	0	9		
	Consumo de aceite refrigerante	2					2	4	0	6	10		
	Emisión de aceite gastado		3	3			1	9	0	0	9		
	Generación de polvo metálico				2		3	6	0	6	12		
	Generación de chatarra (con residuos de aceite refrigerante)			3			3	9	5	0	14		
	Emisión de plástico (recipientes del líquido refrigerante)			3			2	6	0	6	12		
	Emisión de broca deteriorada			3			2	6	0	0	6		Las brocas deterioradas se reutilizan como herramientas
	Emisión de gases y partículas				2		3	6	0	6	12		
4.6.3	Consumo de energía eléctrica para operación de la máquina Kaltenbach	1					3	3	5	0	8		
	Consumo de Materia prima	3					3	9	0	0	9		
	Consumo de acetileno	1					3	3	0	6	9		
	Consumo de gas oxígeno	1					3	3	0	6	9		
	Consumo de nitrógeno	1					2	2	0	6	8		
	Emisión de aceite gastado		3	3			1	9	0	0	9		
	Emisión de gases y partículas				2		3	6	0	6	12		
	Generación de polvo metálico				2		3	6	0	6	12		
	Generación de chatarra			3			3	9	5	0	14		

Nombre de la Empresa: ESACERO S. A.		Proceso: ARMADO											
Número de la operación / etapa	Descripción del Aspecto	IMPACTOS					Probabilidad (P) baja =1; media = 2 y alta =3	Relevancia del Impacto I = Sv x P	Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí	Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- No, pero no cumple 6-No	Resultado R= I+RL+MC (sumatoria)	Prioridad	Medidas para Adecuación
		Uso de Recursos Naturales	Contaminación del agua	Contaminación del suelo y aguas subterráneas	Contaminación del aire	Incómodo a partes interesadas							
		Severidad (Calificación del 1 al 4)											
	Generación de EPPs defectuosos			3			2	6	0	6	14		
	Ruido por operación de maquinaria					2	3	6	5	0	11		
5.1	Consumo de aceite	2					2	4	0	6	10		
	Consumo de energía eléctrica para operación de la soldadora eléctrica	1					3	3	5	0	8		
	Consumo de electrodos	1					3	3	0	6	9		
	Emisión de aceite gastado		3	3			1	9	0	0	9		
	Emisión de colillas de electrodos			2			3	6	0	6	12		
	Emisión de cartón			2			3	6	0	6	12		
	Emisión de plástico			2			3	6	0	6	12		
	Emisión de humos, vapores y gases de soldadura				2		3	6	0	6	12		
	Emisión de porta-electrodos defectuosos			3			2	6	0	6	12		
5.2	Consumo de energía eléctrica para operación de la soldadora automática	1					3	3	5	0	8		

Consumo de electrodos	1				3	3	0	6	9		
Emisión de colillas de electrodos			2		3	6	0	6	12		
Emisión de cartón			2		3	6	0	6	12		
Emisión de plástico			2		3	6	0	6	12		
Emisión de humos, vapores y gases de soldadura				2	3	6	0	6	12		
Emisión de porta-electrodos defectuosos			3		2	6	0	6	12		
Generación de escoria			2		3	6	0	6	12		

Nombre de la Empresa: ESACERO S. A.		Proceso: REMATE												
Número de la operación / etapa	Descripción del Aspecto	IMPACTOS					Probabilidad (P) baja =1; media = 2 y alta =3	Relevancia del Impacto I = Sv x P	Existe Requisito 0-No 5-Sí	Legal? Legal?	Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- Sí, pero no cumple 6-No	Resultado R= I+RL+MC (sumatoria)	Prioridad	Medidas para Adecuación
		Uso de Recursos Naturales	Contaminación del agua	Contaminación del suelo y aguas subterráneas	Contaminación del aire	Incómodo a partes interesadas								
		Severidad (Calificación del 1 al 4)												
	Generación de EPPs defectuosos			3			2	6	0	6	14			
	Ruido por operación de maquinaria					2	3	6	5	0	11			
6.1.	Consumo de energía eléctrica para operación de la soldadora automática	1					3	3	5	0	8			
	Consumo de fundente para soldadura	1					2	2	0	6	8			
	Consumo de alambre para soldadura	1					2	2	0	6	10			
	Generación de residuo del carrete del alambre para soldadura			3			2	6	0	6	12			
	Emisión de saco de fundente para soldadura			3			2	6	0	6	12			
	Generación de escoria			2			3	6	0	6	12			
	Generación de polvo metálico				2		3	6	0	3	9			
	Emisión de plástico del carrete de alambre para soldadura			2			3	6	0	6	12			
	Emisión de humos, vapores y gases de soldadura				2		3	6	0	6	12			

6.2.	Consumo de energía eléctrica para operación de sueldas eléctricas	1					3	3	5	0	8		
	Consumo de electrodos	1					3	3	0	6	9		
	Emisión de porta-electrodos defectuosos			3			2	6	0	6	12		
	Emisión de colillas de electrodos			2			3	6	0	6	12		
	Emisión de cartón			2			3	6	0	6	12		
	Emisión de plástico			2			3	6	0	6	12		
	Emisión de humos, vapores y gases de soldadura			2			3	6	0	6	12		
6.3	Consumo de energía eléctrica para operación de sueldas	1					3	3	5	0	8		
	Consumo de alambre para soldadura	1					2	2	0	6	10		
	Consumo de gas CO2												
	Emisión de cartón			2			3	6	0	6	12		
	Emisión de plástico			2			3	6	0	6	12		
	Emisión de humos, vapores y gases de soldadura				2		3	6	0	6	12		

Nombre de la Empresa: ESACERO S. A.		Proceso: LIMPIEZA, PINTURA Y ACABADOS											
Número de la operación / etapa	Descripción del Aspecto	IMPACTOS					Probabilidad (P) baja =1; media = 2 y alta =3	Relevancia del Impacto I = Sv x P	Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí	Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- No	Resultado R= I+RL+MC (sumatoria)	Prioridad	Medidas para Adecuación
		Uso de Recursos Naturales	Contaminación del agua	Contaminación del suelo y aguas subterráneas	Contaminación del aire	Incómodo a partes interesadas							
		Severidad (Calificación del 1 al 4)											
	Generación de EPPs defectuosos			3			2	6	0	6	14		
	Emisión de ruido por operación de maquinaria					2	3	6	5	0	11		
7.1.	Consumo de energía eléctrica para operación de amoladoras	1					3	3	5	0	8		
	Consumo de disco de desbaste	1					2	2	0	6	8		
	Consumo de gratas	1					2	2	0	6	8		
	Emisión de residuo del disco de desbaste			2			2	4	0	6	10		
	Generación de polvo metálico				2		3	6	0	3	9		
7.2	Consumo de energía eléctrica para operación granalladora	2					2	4	5	0	9		
	Consumo de energía eléctrica para operación del compresor	2					2	4	5	0	9		
	Consumo de granalla	1					2	2	0	6	8		
	Emisión de filtro de granalla			4			2	8	5	0	13		

	Emisión de residuos de granalladora			3			2	6	0	6	12		
	Emisión de sacos de la granalla			2			3	6	0	6	12		
7.3.	Consumo de DEOX	1					3	3	0	6	9		
	Emisión de tarros de DEOX			3			3	6	0	6	12		
	Emisión de brochas defectuosas			3			2	6	0	6	12		
	Emisión de cartón			3			2	6	0	6	12		
8.1.1.	Consumo de pintura	1					3	3	0	6	9		
	Consumo de tinher	1					3	3	0	6	9		
	Emisión del tarro de pintura			3			2	6	0	6	12		
	Emisión de cartón			3			2	6	0	6	12		
	Emisión de brochas defectuosas			3			2	6	0	6	12		
	Generación de residuos de pintura y tinher		3				2	6	0	6	12		
	Emisión de plástico			3			2	6	0	6	12		
	Emisión de rodillos defectuosos			3			2	6	0	6	12		
8.1.2.	Consumo de energía eléctrica para operación del compresor	1					3	3	5	6	14		Tablero automático para la corrección de potencia
	Consumo de pintura	1					3	3	0	6	9		
	Consumo de tinher	1					3	3	0	6	9		
	Emisión del tarro de pintura			3			3	6	0	6	12		
	Emisión de cartón			3			3	6	0	6	12		
	Emisión de plástico			3			3	6	0	6	12		
	Emisión de filtros de pintura			4			2	8	5	0	13		
	Generación de residuos de tinher con pintura		3				2	6	0	6	12		
8.3.	Emisión de residuos del spray de zinc			3			2	6	0	0	6		

Nombre de la Empresa: ESACERO S. A.		Procesos: MONTAJE											
Número de la operación / etapa	Descripción del Aspecto	IMPACTOS					Probabilidad (P) baja =1; media = 2 y alta =3	Relevancia del Impacto I = Sv x P	Existe Requisito Legal? 0-No 5-Sí	Existen Medidas para Adecuación? 0-Sí 3- Sí, pero no cumple 6-No	Resultado R= I+RL+MC (sumatoria)	Prioridad	Medidas para Adecuación
		Uso de Recursos Naturales	Contaminación del agua	Contaminación del suelo y aguas subterráneas	Contaminación del aire	Incómodo a partes interesadas							
		Severidad (Calificación del 1 al 4)											
	Generación de EPPs defectuosos			3			2	6	0	6	14		
	Emisión de ruido por operación de maquinaria					2	3	6	5	0	11		
9	Consumo de combustible	2					2	4	0	6	10		
	Consumo de electrodos	1					3	3	0	6	9		
	Consumo de gas oxígeno	1					3	3	0	6	9		
	Consumo de acetileno	1					3	3	0	6	9		
	Consumo de disco de corte	1					2	2	0	6	8		
	Consumo de gratas	1					2	2	0	6	8		
	Consumo de pintura	1					3	3	0	6	9		
	Consumo de tinher	1					3	3	0	6	9		
	Emisión de gases de combustión				3		2	6	0	6	12		
	Generación de colillas de electrodos			2			3	6	0	6	12		
	Emisión de porta-electrodos defectuosos			3			2	6	0	6	12		

	Emisión de cartón			3			3	6	0	6	12		
	Emisión de plástico			3			3	6	0	6	12		

EVALUACIÓN DE LOS DATOS

Resumen de la evaluación de los datos

Esta es la primera fase de la evaluación de los datos y selección de oportunidades de mejoramiento, las cuales serán posteriormente re-evaluadas empleando nuevos criterios. Los conceptos de Producción más Limpia y la metodología de implementación de Programas de Producción más Limpia proveerán los nuevos criterios para seleccionar oportunidades y promover el establecimiento de prioridades para una posible implantación entre todas las que fueron seleccionadas.

Nº	Área de la Empresa	Oportunidades o problemas	Plan de acción, estrategias u opciones	Barreras y necesidades	Motivo de la elección	Prioridad*
	Planta	Generación de chatarra, fallas en maquinaria, ruido, producción, inventario, etc.	5S, Estandarización de procesos	Apoyo del gerente y del personal de producción	Mejorar niveles de producción y orden y limpieza en la planta	0
	Diseño/Planta	Generación de sobrantes y chatarra por sobredimensión de materia prima	Buscar proveedores que ofrezcan materia prima según las necesidades de la empresa	Encontrar proveedores del exterior	Disminuir el material sobrante	0
	Planta	Consumo elevado de auxiliares	Estandarización de procesos, capacitación al personal	Mejorar cultura del personal. Mayor compromiso	Optimizar el consumo de insumos y auxiliares	1
	Planta	Consumo de energía eléctrica	Capacitación al personal. Concientización	Compromiso del personal	Alto consumo de energía eléctrica	2

* listar en orden descendiente por prioridad, utilizando 0, 1, 2 y 3, considerando el 0 como la máxima prioridad

MANUAL 3 - EVALUACIÓN DE ASPECTOS LEGALES

- Identificación de la empresa

Razón Social:	Estructuras de Acero ESACERO S.A.		
Rama de Actividad:	Fabricación de productos metálicos para uso estructural (D281100)	Clasificación por tamaño:	Mediana
Dirección:	Panamericana Norte Km. 14 ½ y pasaje Cenepa		
Clasificación de acuerdo al Municipio:	-		
Ciudad:	Quito	Teléfono/Fax:	(593) 282 0863

- Resumen de Las OBLIGACIONES legales AMBIENTALES

Licencias, permisos o certificados ambientales

- **Autoridad de Control: Secretaría del Medio Ambiente**

Licencias o permisos	Número del documento	Plazo de validez
Certificado Ambiental por Auditoría Ambiental	0090 R-AZ CA	17 de Enero del 2009 hasta 17 de enero del 2011

Normas ambientales de localización y aspectos estéticos

- **Autoridad de Control:**

Aspecto	Ley, norma o reglamento	Artículos
ND	ND	ND

Uso del Recurso Agua

Fuente de Captación	Autoridad de Control	Volumen máximo autorizado (m ³ /día)	Uso
Compañía de Agua – Red	Secretaría del Ambiente		Sanitarios, duchas y cocina
Canal de Riego			
Río (cual?)			
Lago (cual?)			
Arroyo (cual?)			
Pozos			
Pozos profundos			
Mar			
Otros (cuales?)			

Efluentes Líquidos

Efluentes Líquidos Industriales

- Autoridad de Control: **Secretaría del Ambiente**
- Cuerpo receptor autorizado (alcantarillado, cauce de agua, mar, océano): **Alcantarillado**
- Tratamiento o medidores exigidos: **Ninguno**

Efluentes Líquidos Sanitarios

- Autoridad de Control: **Secretaría del Ambiente**
- Cuerpo Receptor autorizado: **Alcantarillado**
- Tratamiento o medidores exigidos: **Ninguno**

Emisiones Atmosféricas

Emisiones por fuentes móviles (carros y otros vehículos de la empresa):

- Autoridad de Control: **CORPAIRE**
- Combustibles utilizados (permitidos): **Gasolina**
- Tratamiento y medidas exigidos: **Ninguno**

Emisiones Sonoras (Ruidos para el Exterior):

- Autoridad de Control: **Secretaría del Ambiente**
- Locales de medición del ruido: **Toda la planta (4 puntos)**

Período/ Frecuencia	Zonificación	Valores Límite (dB)	Factor de Corrección (dB)	Duración o distribución estadística	Período Medición/ Reporte
Diurno	Industrial 2 Mediano Impacto	65	0		10 min
Nocturno	Industrial 2 Mediano Impacto	55	0		10 min
Baja frecuencia		ND			
Alta frecuencia		ND			

-
- Duración porcentual en el período de tiempo relevante: -
- Correcciones que se aplican de acuerdo a la zonificación en dónde se ubica la empresa:

Residuos Sólidos

Residuos del Proceso Industrial

- Autoridad de Control: **Secretaría del Ambiente**

Nº	Descripción	Clasificación por norma legal	Normas para tratamiento y almacenamiento	Normas para transporte	Normas para Destino Final
1	Chatarra	Desecho sólido especial	TULAS ANEXO VI		
2					
3					

Residuos del comedor

- Autoridad de Control: **Secretaría del Ambiente**

Especificación	Exigencias de Tratamiento Previo	Normas para almacenamiento	Normas para transporte	Normas para donación u otro destino final
Desechos orgánicos	NO			

Otros residuos peligrosos generados en la planta

- Autoridad de Control: **Secretaría del Ambiente**
- Responsabilidad por el transporte y destinación de los residuos:

Identificación	Normas para almacenamiento	Normas para transporte	Normas para destino Final
Residuos impregnados de pintura y tinnher	ND	ND	ND
Filtros de pintura	ND	ND	ND
Filtros de granalladora	ND	ND	ND
Residuos impregnados de aceite	ND	ND	ND
	ND	ND	ND

MANUAL 4 – BALANCE DE MATERIALES Y DIAGNÓSTICO

- Información de la Empresa

Información General de la Empresa

Razón Social :	Estructuras de Acero ESACERO S.A.
Gerente:	Fernando Palacios Poveda
Interlocutor:	Wellinton Pilapaña

- Información sobre el proceso de la Empresa

Flujograma de los Principales Procesos de la Empresa

Flujograma del Proceso RECEPCIÓN, DESCARGA Y ALMACENAJE DE MATERIAL

Entradas	Operaciones o Etapas	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Planchas Metálicas · Correas · Tubos · Ángulos · Vigas Metálicas · Canales · Panel Metálico · Perfiles · Pernería · EPPs · Zunchos metálicos · Energía Eléctrica 	<p>1. Recepción, descarga y almacenaje</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Ruido · EPPs deteriorados · Zunchos metálicos
	Materia prima almacenada	

Nombre del proceso: MOVILIZACIÓN DE MATERIAL CON PUENTES GRÚA

Entradas	Operaciones o Etapas	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Materia prima / Componentes de estructura · Fajas de sujeción · EPPs 	<p>2. Movilización</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Fajas deterioradas · Ruido · EPPs deteriorados
	Material Movilizado	

Nombre del proceso: MOLDEO

Entradas	Operaciones o Etapas	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Tizas industriales · Marcadores Metálicos · Piola con caoba (timbrador) · Flexómetros 	<p>3. Moldeo</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Flexómetros obsoletos · Cartón · Plástico · Marcadores obsoletos · Residuos de tiza · Residuos de piola
	Molde de la estructura	

Nombre del proceso: CORTE Y PERFORADO

Entradas	Operaciones o Etapas	Salidas

<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Materia prima · Aire · Boquilla: Nozzle + electrodo · EPPs · Agua para enfriamiento 	<p>4.1. Corte con Plasma (Espesores hasta 12-15 mm) - Pantógrafo</p> <p>Componentes de estructura cortados</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Chatarra · Gases y partículas · Sobrante de acero · Boquilla desgastada · Escoria · Plástico · Cartón · Ruido · EPPs deteriorados · Vapor de agua
<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Materia Prima · Oxígeno Líquido · Propano · Boquilla: Nozzle + electrodo · EPPs · Agua para enfriamiento 	<p>4.2. Oxicorte (Espesores desde 18 hasta 150 mm) - Pantógrafo</p> <p>Componentes de estructura cortados</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Chatarra · Gases y partículas · Sobrante de acero · Boquilla desgastada · Escoria · Plástico · Cartón · Ruido · EPPs deteriorados · Vapor de agua
<ul style="list-style-type: none"> · Materia prima · Gas Acetileno · Gas Oxígeno · EPP · Boquilla de Corte 	<p>4.3. Oxicorte - Equipo pequeño</p> <p>Componentes de estructura cortados</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Chatarra · Gases y partículas · Sobrante de acero · Boquilla desgastada · Cartón · Plástico · Escoria · Ruido · EPPs deteriorados
<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Materia prima · Disco de Corte · EPPs 	<p>4.4. Corte - Amoladora</p> <p>Componentes de estructura cortados</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Ruido · Chatarra · Polvo metálico · Residuos del disco/esmeril · Cartón · Sobrante de acero · EPPs deteriorados

<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Materia prima · Taladrina · EPPs 	®	<p>4.5.1. Corte con sierra - Máquina Peddinghaus</p> <p>Componentes de estructura cortados</p>	®	<ul style="list-style-type: none"> · Chatarra · Polvo metálico · Sobrante de acero · Ruido · EPPs deteriorados
<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Materia prima / Componentes de estructura · Taladrina · EPPS 	®	<p>4.5.2. Perforado - Máquina Peddinghaus</p> <p>Componentes de estructura perforados</p>	®	<ul style="list-style-type: none"> · Chatarra · Polvo Metálico · Ruido · EPPs deteriorados
<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Materia prima · Aire · EPPs · Aceite Hidráulico · Liquido refrigerante 	®	<p>4.6.1 Corte con Plasma - Máquina Kaltenbach</p> <p>Componentes de estructura perforados</p>	®	<ul style="list-style-type: none"> · Chatarra · Gases y partículas · Sobrante de acero · Escoria · Ruido · Plástico · EPPs deteriorados · Aceite gastado
<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Materia prima · Broca · Taladrina · Aceite Hidráulico · EPPs 	®	<p>4.6.2 Perforado - Máquina Kaltenbach</p> <p>Componentes de estructura perforados</p>	®	<ul style="list-style-type: none"> · Chatarra · Polvo Metálico · Ruido · Plástico · Broca deteriorada · Ruido · Aceite gastado · EPPs deteriorados
<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Materia prima · Gas Oxígeno · Propano · Gas Nitrógeno · Aceite · EPPs 	®	<p>4.6.3 Oxicorte - Máquina Kaltenbach</p> <p>Componentes de estructura perforados</p>	®	<ul style="list-style-type: none"> · Chatarra · Gases y partículas · Sobrante de acero · Ruido · Aceite gastado · EPPs deteriorados

Nombre del proceso: ARMADO

Entradas
<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Componentes de estructura · Electrodo · Porta-electrodos · Aceite · EPPs

®

Operaciones o Etapas
5.1 Armado - Línea de vigas
Componentes de estructura armados

®

Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Gases de soldadura · Colillas de electrodos · Cartón · Plástico · Porta-electrodos obsoletos · Aceite gastado · Escoria · Ruido · EPPs deteriorados

<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Componentes de estructura · Electrodo · Porta-electrodos · EPPs

®

5.2 Armado - Proceso común
Componentes de estructura armados

®

<ul style="list-style-type: none"> · Gases de soldadura · Colillas de electrodos · Cartón · Plástico · Porta-electrodos obsoletos · Escoria · Ruido · EPPs deteriorados

Nombre del proceso: REMATE

Entradas
<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Componentes de estructura · Fundente para soldadura · Alambre de Soldadura · EPP

®

Operaciones o Etapas
6.1 Remate - Soldadora automática (Línea de vigas)
Componentes de estructura soldados

®

Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Gases de soldadura · Carretes · Saco del fundente · Escoria · Plástico · Ruido · EPPs deteriorados

<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Componentes de estructura · Electrodo · Porta-electrodos · EPPs

®

6.2 Remate - Sueldas eléctricas
Componentes de estructura soldados

®

<ul style="list-style-type: none"> · Gases de soldadura · Colillas de electrodos · Cartón · Plástico · Porta-electrodos obsoletos · Escoria · Ruido · EPPs deteriorados

· Energía Eléctrica

®

6.3 Remate - Sueldas MIG

®

· Gases de soldadura

<ul style="list-style-type: none"> · Componentes de estructura · Gas CO2 · Alambre de Soldadura · EPPs
--

Componentes de estructura soldados

<ul style="list-style-type: none"> · Carretes · Plástico · Ruido · EPPs deteriorados
--

Nombre del proceso: LIMPIEZA

Entradas
<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Componentes de estructura · Gratas · Disco de desbaste · EPPs

®

Operaciones o Etapas
7.1 Limpieza - Amoladoras
Componentes de estructura limpios

®

Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Ruido · Residuo del disco · Residuo de gratas · Polvo metálico · EPPs deteriorados

<ul style="list-style-type: none"> · Energía Eléctrica · Componentes de estructura · Aire · Granalla · Filtro de Granalla · EPPs
--

®

7.2 Granallado - Granalladora
Componentes de estructura limpios

®

<ul style="list-style-type: none"> · Ruido · Polvo de granallado · Filtro de granallado · Sacos

<ul style="list-style-type: none"> · Componentes de estructura · DEOX · Brocha · EPPs

®

7.3 Limpieza con químicos
Componentes de estructura limpios

®

<ul style="list-style-type: none"> · Residuos de tarros de DEOX · Residuo de brochas · Cartón · EPPs deteriorados

Nombre del proceso: PINTURA Y ACABADOS

Entradas
<ul style="list-style-type: none"> · Pintura · Componentes de estructura · Rodillos · Brochas · Tinher · EPPs

®

Operaciones o Etapas
8.1.1 Pintura - Manual
Componentes de estructura pintados

®

Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Tarros de pintura · Cartón · Residuos de brochas · Residuos de tinher con pintura · EPPs deteriorados · Plástico · Residuos de los rodillos

<ul style="list-style-type: none"> · Pintura · Componentes de estructura · Aire · Filtros de pintura · Tinher · EPPs 	<p>8.1.2. Pintura - Compresor</p> <p>Componentes de estructura pintados</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Residuo del tarro de pintura · Cartón · Residuos de tinher · Ruido · EPPs deteriorados · Plástico · Residuos del filtro de pintura
<ul style="list-style-type: none"> · Servicio de Galvanizado · Componentes de estructura 	<p>8.2. Galvanizado caliente</p> <p>Estructura galvanizada</p>	
<ul style="list-style-type: none"> · Spray Zinc · Componentes de estructura · EPP 	<p>8.3. Galvanizado frio</p> <p>Estructura galvanizada</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Residuos del Spray de Zinc · EPPs deteriorados

Nombre del proceso: MONTAJE

Entradas	Operaciones o Etapas	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> · Combustible · Electrodos · Portaelectrodos · Pernería · Tacos de madera · Gas oxígeno · Gas acetileno · Disco de corte · Gratas · Pintura · Tinher · Brochas · Rodillos · EPPs · Plástico negro · Servicio de transporte · Diferentes componentes de estructura 	<p>9. Armado y Montaje</p> <p>Estructura instalada y lista</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Ruido · Gases de combustión · Colilla de electrodos · Porta electrodos obsoletos · Tacos de madera · Gases de oxicorte · Disco de corte obsoletos · Gratas deterioradas · Tarros de pintura · Cartón · Plástico · Tarros de tinher · Brochas obsoletas · Rodillos obsoletos · EPPs deteriorados

- Balance de Materiales

Análisis cuantitativo de las entradas y salidas del proceso productivo

Nombre del proceso:

Período y referencia de realización de la evaluación:

Indicar el período de realización del balance y para que condiciones o productos de la empresa (Un lote, producción diaria, etc.; nombre del producto resultante del proceso)

ENTRADAS			PROCESO PRODUCTIVO	SALIDAS		
Materias primas, insumos y auxiliares	Agua	Energía	Etapas	Efluentes Líquidos	Residuos Sólidos	Emisiones Atmosféricas
SUBTOTAL						
Indicar en esta columna la suma de ítems iguales existentes entrando en varias etapas del proceso, tales como, detergentes, etc.	Suma del consumo de agua	Suma de las formas de energía convertidas a una misma unidad.				
PRODUCTOS						
			Suma de los productos			
TOTAL						
Suma total de entradas			Suma total de salidas			Diferencia

* Llenar con el nombre y la cantidad de producto intermedio generado en cada etapa del flujograma. Reproducir cuantas líneas sean necesarias para caracterizar el proceso. Reproducir el presente diagrama tantos cuantos sean los procesos evaluados.

Cuadro resumen de la memoria de cálculo

Se realizaron mediciones durante una semana para realizar los balances de materiales. Estas mediciones incluían pesar las materias primas (principalmente planchas metálicas) y de los componentes obtenidos de estas materias primas. Sin embargo se encontró que realizar las mediciones con materias primas de gran tamaño era una barrera ya que se requería del apoyo del personal de planta, del uso de puentes grúas y del dinamómetro que poseía la empresa. Otra barrera encontrada fue que no se pudo determinar una referencia para realizar la evaluación, es decir si se trabaja con lotes, con producción diaria o con tipo de productos, ya que como se ha mencionado anteriormente la empresa trabaja en base a pedidos, más no en base a la tendencia en el mercado y hay una amplia variedad de productos. Esto también se verá reflejado en las siguientes tablas donde no se pudieron completar ciertos puntos.

- Recopilación de los datos del Proceso de la Empresa

Principales productos o servicios

No	Producto / servicio	Cantidad anual	Unidad*
1	Estructuras pesadas	459,58	toneladas
2	Estructura semi-pesada	313,26	toneladas
3	Estrucutra liviana	489,94	toneladas

* Utilizar preferentemente kg o t, listando en orden cuantitativa descendiente. Si la empresa mide con otras unidades (galones, unidades, etc.) indicar, pero convertir todas las unidades a kg o t

Principales subproductos, residuos, efluentes y emisiones

No	Nombre Subproductos, desperdicios, residuos, efluentes y emisiones	Costos asociados a materia prima			Costos asociados al tratamiento y disposición				(H) Precio de venta del desecho (US\$)	TOTAL T = (C + G- H) (US\$)
		(A) Cantidad anual del desecho (t)	(B) Costo de la materia prima (US\$/t)	C = (A * B) Costo del desecho – mp (US\$)	(D) Costo de tratamiento (US\$)	(E) Costo de Almacenamiento y Transporte (US\$)	(F) Costo de disposición final (US\$)	G= (D+E+F) Subtotal (US\$)		
I	Chatarra	70,06182	1040,10	72871,30	-				5604,95	67266,35
II										

Utilizar preferentemente kg o t, listando en orden cuantitativa descendiente. Si la empresa mide con otras unidades (galones, unidades, etc.) indicar, pero convertir todas las unidades a kg o t.

Cuadro resumen de la memoria de cálculo

El cálculo del residuo chatarra se hizo en base a las facturas que tenía la empresa por la venta de este residuo. El cálculo se hizo en el período de junio del 2009 hasta mayo del 2010. En el siguiente cuadro están los datos obtenidos:

Mes	Kg chatarra
jun-09	7600,00
jul-09	8415,00
ago-09	7325,00
sep-09	4355,00
oct-09	3130,00
nov-09	2000,00
dic-09	8700,79
ene-10	7285,00
feb-10	3629,53
mar-10	2910,00
abr-10	5671,00
may-10	9040,50

Acum.	5838,49
Total General	70061,82

Principales Materias Primas

Principales Materias Primas para la elaboración de:

No	Materias primas	(A) Cantidad anual (t)	(B) Costo Unitario (US\$)	(C = A* B) Costo Total Anual (US\$)	Porcentual de materia prima que se agrega al producto 1 (%)	Porcentual de materia prima en el producto 2 (%)	Finalidad de Utilización	Producto Peligroso (marque con una x)	Tipo de embalaje
I									
II									
III									
IV									

Utilizar preferentemente kg o t, listando en orden cuantitativa descendiente; 1 – Se refiere a la eficiencia del proceso (cuanto se debe agregar de exceso o con relación a la pureza del componente); 2 – Se refiere a la composición del producto.

Cuadro resumen de la memoria de cálculo

Como ya se mencionó anteriormente no se pudo determinar una referencia para realizar la evaluación, es decir si se trabaja con lotes, con producción diaria o con tipo de productos, ya que como se ha mencionado anteriormente la empresa trabaja en base a pedidos, más no en base a la tendencia en el mercado y hay una amplia variedad de productos.

Principales insumos y auxiliares

Principales insumos y auxiliares para la elaboración de:

No	Insumos y auxiliares	(A) Cantidad anual (kg o t)	(B) Costo Unitario (US\$)	(C = A * B) Costo Total Anual (US\$)	Finalidad de Utilización	Producto Peligroso (marque con una x)	Tipo de embalaje
I							
II							
III							

Utilizar preferentemente kg o t, listando en orden cuantitativa descendiente; 1 – Se refiere a la eficiencia del proceso (cuanto se debe agregar de exceso o con relación a la pureza del componente); 2 – Se refiere a la composición del producto.

Cuadro resumen de la memoria de cálculo

De igual manera no se pudo determinar una referencia para realizar la evaluación, es decir si se trabaja con lotes, con producción diaria o con tipo de productos, ya que como se ha mencionado anteriormente la empresa trabaja en base a pedidos, más no en base a la tendencia en el mercado y hay una amplia variedad de productos.

- Evaluación de los Datos Recopilados Justificación para la Elección de los Estudios de Casos

En este capítulo, se presenta la evaluación de los residuos y subproductos, su clasificación de acuerdo a su origen, el análisis de las posibles alternativas para evitarlos, reducirlos o reciclarlos, de acuerdo a los niveles de implantación de un programa de Eco-eficiencia.

Finalmente, se hace una evaluación de las posibles alternativas de mejoramiento, las áreas de la empresa en dónde se aplicarían, los obstáculos y un plan de instalación de las mismas.

Sobre esta base, todavía es necesario identificar las formas de evaluación de los beneficios de las oportunidades relacionadas, así como de la manera como se van a monitorear los diversos parámetros que la caracterizan.

En este sentido, a continuación se presentarán los Indicadores del Proceso de los posibles Estudios de Caso que se implementarán.

También se presenta un Plan de Monitoreo identificado sobre el Flujograma de los diversos procesos de la empresa, así como las fichas de cada uno de ellos, en las que se detallan las frecuencias, métodos y periodos de evaluación.

Se identifican los parámetros ya monitoreados por la empresa, así como los nuevos indicadores y parámetros que se evaluarán e se integrarán al nuevo Plan de Monitoreo que se establece con la implementación de las oportunidades de Producción más Limpia.

Planillas auxiliares para selección de los Estudios de Casos
Categorías de los subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

No	Categorías	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Materia prima no utilizada	x	x										
2	Productos no comercializados	x	x										
3	Impurezas o sustancias secundarias en las materias primas				X								
4	Subproductos inevitables o desechos	x		x	X		x	x		X			
5	Residuos y subproductos no deseados		X	x	X				x				
6	Materiales auxiliares utilizados						X						
7	Sustancias producidas en la partida o parada de equipamientos y sistemas			X						X			
8	Lotes mal producidos o rechazos	x	x										
9	Residuos y materiales de mantenimiento						X						
10	Materiales de manipulación, transporte y almacenaje												
11	Materiales de muestreo y análisis	x											
12	Pérdidas debido a evaporación o emisiones			X	X								
13	Materiales de disturbio operacionales o de fugas												
14	Material de embalaje					X							

Listado de los principales subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

I	Chatarra	VII	Boquillas desgastadas
II	Sobrantes de acero	VIII	EPPs deteriorados
III	Gases y partículas	IX	Colillas de electrodos
IV	Polvo metálico	X	
V	Embalajes	XI	

Ejemplos:

No	Categorías	Ejemplos
1	Materia prima no utilizada	Retazos de chapas metálicas, residuos de pinturas en los embalajes, tintes textiles, aserrín, finos de las fibras de celulosa, pollos o ganado condenados, polvos y aceites residuales en los embalajes, ladrillos o cerámicos rotos.
2	Productos no comercializados	Productos fuera de especificación o con plazo de validez vencido, productos no comercializados, productos con embalajes o sellos rotos, productos con componentes prohibidos, productos fuera de estación, etc.
3	Impurezas y sustancias secundarias en las materias primas	Arena y suciedad en los granos o frutas procesadas, cenizas en el carbón combustible, aceites en chapas metálicas, impurezas en la arena empleada en procesos industriales, arena y piedras de las mollejas de aves.
4	Subproductos inevitables o desechos	Cáscaras o pepas de las frutas; tuzas y hojas del maíz; sangre, plumas huesos de animales faenados; puntas de soldas; pelos y uñas en una peluquería; gases de combustión de una fundición.
5	Residuos y subproductos no deseados	Lodos de plantas de tratamiento; material particulado en la combustión; EPIs usados, efluentes y emisiones; piezas rotas o materia prima dañada; productos, baños o materias primas contaminados; sobras de comidas preparadas, etc.
6	Materiales auxiliares utilizados	Catalizadores, solventes y residuos de aceites desechados; piedras, arenas u otros materiales empleados en el brillo de piezas; lámparas, llantas, pilas, y otros materiales utilizados; detergentes de limpieza de la planta.
7	Sustancias producidas en la partida o parada de equipamientos y sistemas	Emisiones en la partida del caldero, primeros y últimos productos de una extrusión o proceso; wiper sucios por limpieza de los rollos de impresoras para cambio de tinta; residuos de papel en el principio y final de los cilindros; residuos de dentro de los equipos en el final del proceso.
8	Lotes mal producidos y rechazos	Productos no vendibles o fuera de especificación, tinturas con discontinuidad del color, libros mal impresos o montados, piezas manchadas, con defectos, telas con fallas en el tejido, piezas mal fundidas o mal matrizadas.
9	Residuos y materiales de mantenimiento	Aceites lubricantes, wiper, esponjas, trapos y productos de limpieza, cambio de piezas con desperfectos.
10	Materiales de manipulación, transporte y almacenaje	Pallets usados, mercancías dañadas en el transporte, embalajes de acondicionamiento, botellas rotas en el transporte, tenaz gasta, embalajes rotos en el almacenamiento o transporte.
11	Materiales de muestreo y análisis	Residuos de laboratorios, frascos de muestreos, cuerpos de prueba, piezas rechazadas en el control de calidad, residuos de productos del examen de calidad.
12	Pérdidas debido a evaporación o emisiones	Fugas de solventes o materiales volátiles, evaporación de solventes de pinturas y pegas, evaporación de baños galvánicos, pérdida de vapor.
13	Materiales de disturbio operacionales o de fugas	Pérdida de calor o frío por mal aislamiento, fugas de agua en tuberías o equipos dañados, pérdida de productos o materias primas en el envase, pérdida de aire comprimido, fugas de aceite lubricante o de tanques de combustible, fugas de lixiviado de tanques o camiones transportadores, pérdidas de fluidos refrigerantes o solventes por desperfecto en los sistemas de recuperación.
14	Material de embalaje	Sacos, papeles, filmes plásticos, pallets, cajas, cartones, sunchos alambres o cintas metálicas, cintas adhesivas, piolas, bombonas, tanques o cilindros de gas.

Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

No	Grupos	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones												
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	BUENAS PRÁCTICAS OPERACIONALES	Optimización de parámetros operacionales	X							X		X			
2		Estandarización de procedimientos	X			X				X	X	X			
3		Mejoramiento en el sistema de compras y ventas	X	X									X		
4		Mejoramiento en el sistema de información y mantenimiento	X	X		X				X	X	X			
5		Mejoramiento en el sistema de mantenimiento				X				X					
6	Y PROCESO TECNOLÓGICA	Cambios e innovaciones tecnológicas				X									
7		Alteraciones en el proceso, inclusión o exclusión de etapas		X											
8		Cambio en las instalaciones, lay-out o proceso		X											
9		Automatización de procesos													
10	PRODUCTO	Pequeños cambios en el producto													
11		Cambio en el diseño o proyecto del producto	X	X											
12		Sustitución de componentes o embalaje del producto													
13	Y MATERIAS PRIMAS	Sustitución de la materia prima o del proveedor	X	X						X					
14		Mejoramiento en la preparación de la materia prima	X	X											
15		Sustitución de embalajes de la materia prima													
16	RECICLADO O TRATAMIENTO	Logística asociada a subproductos y residuos	X	X								X			
17		Re-uso y reciclaje interno	X	X											
18		Re-uso y reciclaje externo	X	X											

19	Tratamiento y disposición de residuos	X	X
----	---------------------------------------	---	---

Prevención y minimización de residuos con Buenas Prácticas Operacionales

No	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	9S (Housekeeping u otros)	X	X	X	X		X	X	X	X			
2	Estandarización y control de procesos												
3													

Listado de los principales subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

I	Chatarra	VII	Aceite gastado
II	Sobrantes de acero	VIII	Chatarra
III	Gases y partículas	IX	Boquillas desgastadas
IV	Polvo metálico	X	EPPs deteriorados
V	Embalajes	XI	Colillas de electrodos

Prevención y minimización de desechos con Cambios en el Proceso e Innovaciones Tecnológicas

No se consideraron alternativas en este punto.

Prevención y minimización con Cambios en el Producto

No se consideraron alternativas en este punto.

Prevención y minimización con Cambios en las Materias Primas, Auxiliares e Insumos

No se consideraron alternativas en este punto.

Adecuación y reducción del impacto ambiental con Tratamiento, Re-uso y Reciclaje

No se consideraron alternativas en este punto.

Evaluación de los datos

Utilizando los datos obtenidos en este Manual más los obtenidos en las visitas en la Empresa, llene el cuadro desde el punto de vista de la creación de oportunidades de Producción más Limpia, con las informaciones disponibles hasta el momento.

Etapa del proceso o área de la Empresa	Oportunidad o problema	Acciones a ser adoptadas	Barreras y /o necesidades
Todas la empresa.	Aumento de la productividad, del orden, la limpieza y la estandarización en la empresa.	Implementación de las 9s	Cultura de la medición (la cual permita identificar la ineficiencias en los procesos), visión de corto plazo, exigencias del mercado, relegación de la gestión ambiental.
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Indicadores y plan de monitoreo

Utilizando los datos obtenidos en el Manual y en las mediciones y los obtenidos directamente con la empresa, complete la planilla abajo para formar la base de información necesaria a la construcción del indicador ambiental.

Identificación de los Principales Indicadores

Nombre del Indicador Ambiental	Objetivo del Indicador	Construcción del indicador	Antes del Programa de P+L		Expectativa para después de implementar el Programa de P+L	
			Valor	Unidad	Valor	Unidad
Consumo Energía Eléctrica	Eficiencia en el uso de energía	kWh/t de acero producida	274,09	kWh/t	229,40	kWh/t
Tiempos Operativos		h/h	0,77	h/h	0,921	h/h
Producción		t/mes	110	t/mes	131,43	t/mes

Ficha de los Principales Indicadores

FICHA DE INDICADORES AMBIENTALES			
NOMBRE DEL INDICADOR:		Consumo energía eléctrica	
Descripción del indicador ambiental			
Es un indicador relativo que relaciona el consumo de energía eléctrica con la producción en la empresa. Su unidad de medida es de kWh/t de acero producido. El sector al cual pertenece este indicador es al área de producción. En la recopilación de los datos se debe tomar en cuenta la importancia del indicador en el proceso y el objetivo de la selección de este indicador, como por ejemplo la reducción del consumo de agua, la optimización del proceso, la identificación de la producción por funcionario, etc.).			
Clasificación y desarrollo de la base de datos			
En la empresa existe una base de datos con el registro del consumo de energía eléctrica en las planillas que son entregadas mensualmente. La periodicidad de entrega es la adecuada, sin embargo la forma en que la empresa actualiza los datos del consumo pueden ser mejorados, ya que las planillas son almacenadas y no hay un análisis de los datos. Se recomienda que mediante una planilla se analicen los consumos de energía eléctrica y una vez que se cumpla el período anual se relacione con la producción.			
Determinación de los recursos necesarios			
Los recursos humanos necesarios para la organización de las evaluaciones y el análisis de datos consisten básicamente en la designación de un empleado responsable de la recopilación de datos y mediciones. una persona que se encargue de llevar las planillas con los respectivos análisis. No se requieren recursos económicos.			
Determinación de los factores de conversión			
Relacionar los datos levantados con la producción, bien como con los demás factores de influencia. Recordar siempre que la utilización de unidades correctas es fundamental para reducir el error y evitar la pérdida de tiempo con cálculos y conversiones in-necesarias. Las unidades deben ser los kWh y las toneladas.			
Definición de la frecuencia, periodo y parámetros para la recopilación de datos			
El intervalo de tiempo indicado para la recopilación de datos es mensual para el consumo de energía eléctrica y anual para la producción. Anualmente estos datos se deben relacionar para así obtener el indicador. En la recopilación de datos de producción se debe considerar un factor importante: el régimen de producción y el consumo de materias primas, ya que hay muchos proyectos que quedan pendientes de un año a otro. La gran variabilidad en el tiempo, es la razón para que la frecuencia de medición sea mayor y siempre relacionada con las amplitudes de variación.			
Parámetro	Frecuencia	Período de la evaluación	
Utilizar cuantas líneas sean necesarias			
Responsable por la evaluación:			
Cargo:		Fecha:	

Establecimiento de criterios de monitoreo

FICHA DEL PLAN DE MONITOREO				
METODOLOGÍA DE LAS EVALUACIONES				
RECURSOS NECESARIOS				
DEFINICIÓN DE LA FRECUENCIA PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS				
Parámetro	Unidad	Punto de la evaluación	Frecuencia	Período
Responsable por la evaluación:				
Cargo:		Fecha:		

Notas:

Tener en cuenta que la complejidad de un monitoreo o de los indicadores seleccionados puede ser definitiva en la elección de los estudios de casos. Una posible oportunidad de P+L puede exigir un Plan de Monitoreo o indicadores demasiado complejos o que necesiten recursos no disponibles para poder identificar los beneficios, de tal forma que las mismas sean no-viables de implementar y evaluar;

Cuando los parámetros de monitoreo de los procesos y de los Estudios de Caso fueren los mismos, no es necesario repetir. Basta hacer referencia en el cuadro arriba de la siguiente forma: ídem al indicador x (indicar el nombre del indicador).

- Selección de los Proyectos que serán implantados.

A partir de los estudios realizados, del análisis de las oportunidades y los problemas abordados anteriormente, ya se dispone de los elementos que permitan elegir los estudios de caso a ser implementados y evaluados.

Los Estudios de Caso serán seleccionados a partir de su viabilidad técnica, toda vez que el estudio de viabilidad económica integra la evaluación del mismo. Todos las oportunidades que no se implementarán pero que son consideradas de interés de la empresa, deben ser inseridas en el Plan de Producción más Limpia futuro. Tener en reserva algunos estudios de caso considerados viables y de interés de la empresa, en el caso de que los seleccionados no se puedan dar el suficiente detalle requerido, como por ejemplo, dificultades de demostrar los beneficios económicos o ambientales, dificultades de evaluar los indicadores o de establecer un Plan de monitoreo.

Todos los Estudios abajo mencionados, deben estar respaldados por un Acta de Reunión con la Empresa, con la firma del representante de la alta gerencia de la misma, así como de los demás del eco-equipo, CEPL y Universidad. Por lo menos uno de ellos debe relacionarse con la administración de energía en la empresa.

ESTUDIO DE CASO	NOMBRE DEL ESTUDIO	MOTIVO DE ELECCIÓN
1	9s	Mejor opción, ya que es económica y es adaptable a la empresa.