



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILISTOGA. 1948

Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo
Departamento de Ingeniería Industrial

M U E B L E S
LÍDEX

Trabajo Diploma

GRUPO DUJO

Título: Aplicación de un procedimiento para detectar oportunidades de Producciones Más Limpias en la Fábrica Paneles en Ciego de Ávila.

Autor: Lázaro Daniel Moya Valladares

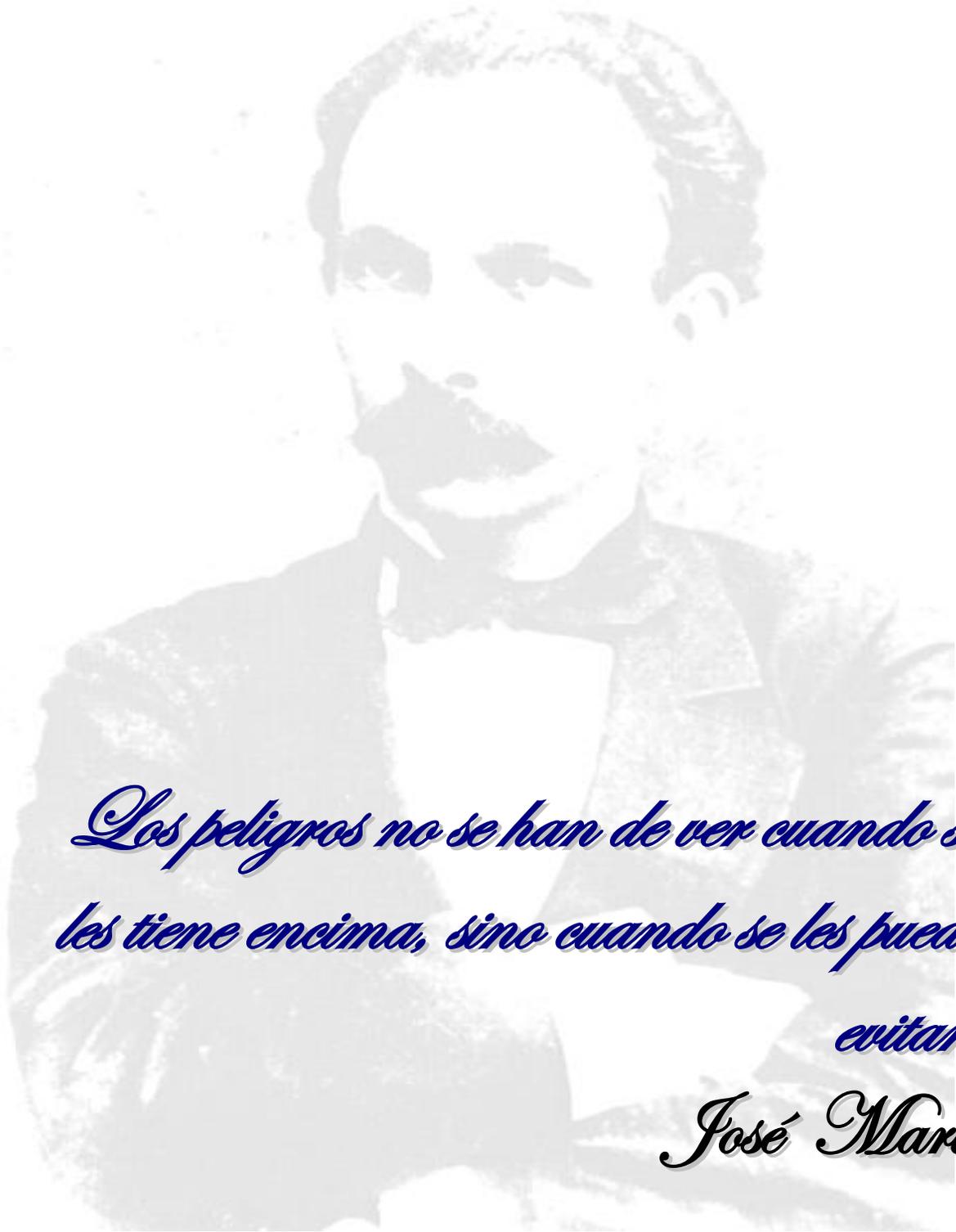
Tutor: M.C. Ing. José Ulivis Espinosa Martínez

Santa Clara
2013

CON SU ENTRANABLE TRANSPARENCIA



Bersanierto



*Los peligros no se han de ver cuando se
les tiene encima, sino cuando se les puede
evitar.*

José Martí

AGradecimientos

A mi tutor José Ulivis Espinosa Martínez, por el apoyo incondicional brindado en todo momento y por constituir una guía durante el desarrollo de esta investigación.

A mis amigos René, Yasiel, Enmanuel y Yaisel, por los buenos momentos y el apoyo incondicional.

A todos los trabajadores de la empresa de Muebles LÍDEX que de una forma u otra ayudaron a que se desarrollara este trabajo, en especial a Maritza, Miriela y Pilar.

A mis padres que sin su apoyo y sin su cariño no lo hubiera logrado, fundamentalmente en los primeros años.

A todos muchas gracias.

Devicataria

*A mis padres Caridad y Humberto, que son
la inspiración, fuerza y razón para hacer este
sueño realidad.*

*Solo con su comprensión, apoyo, cariño y
educación brindados día tras día, han hecho que
llegue aquí.*

*Este es mi regalo por tantos años de su sacrificio y
por ser las personas más importantes del mundo
para mí.*

Resumen

Resumen

La presente investigación se realizó en la Fábrica Paneles perteneciente a la Empresa de Muebles LÍDEX, ubicada en la provincia de Ciego de Ávila, con el objetivo de aplicar de, forma parcial, un procedimiento para detectar oportunidades de Producciones Más Limpias (PML) a fin de minimizar la generación de residuos sólidos derivados del proceso, garantizar la protección del medio ambiente y la sostenibilidad de las producciones que se realizan en la instalación. Los métodos empleados tienen base en el análisis teórico y práctico de las concepciones más recientes de la literatura internacional y nacional analizada. En desarrollo del estudio se aplicaron técnicas para la obtención y análisis de la información tales como: observación directa, encuestas, entrevistas individuales, técnicas de trabajo en grupo, análisis de documentos y registros, diagramas de flujo y Coeficiente de Kendall. El procedimiento de Espinosa constituyó una herramienta simple y concreta para evaluar el desempeño ambiental y el manejo de residuos en instalaciones productivas. La correcta aplicación del procedimiento posibilitó la detección de oportunidades de PML en la fábrica, permitiendo desarrollar producciones futuras ecológicamente sostenibles, a partir de la detección de las fuentes de generación en los procesos y la proyección de planes de acción para minimizarlas.

Summary

Summary

This research was conducted in Panels Factory belonging to LIDEX Furniture Company, located in the province of Ciego de Avila, in order to apply for, partially, a method for detecting opportunities Productions More Clean (PML) to minimize solid waste generation from the process, ensure environmental protection and sustainability of production taking place at the facility. The methods used are based on the theoretical and practical analysis of the conceptions resent the international and national literature analyzed. In the application of techniques were applied to study the collection and analysis of information such as direct observation, surveys, interviews, group work techniques, analysis of documents and records, flow charts and Kendall coefficient. The procedure Espinosa was a simple and concrete tool for assessing the environmental performance and waste management in production facilities. The correct application of the method allowed detection of PML opportunities at the factory, allowing ecologically sustainable develop future productions, from the detection of sources of generation in the projection process and action plans to minimize them.

Indice

Índice

Introducción.....	1
Capítulo I: Marco Teórico y Referencial de la Investigación.....	4
1.1.Gestión Ambiental.....	4
1.2.Sistema de Gestión Ambiental.....	6
1.2.1. Normas NC ISO 14000:2004.....	7
1.3.Producción Más Limpia.....	8
1.3.1. Antecedentes de la Producción Más Limpia.....	9
1.3.2. Objetivos de las PML.....	11
1.3.3. Beneficios empresariales de las PML	12
1.3.4. Estrategias de Producciones Más Limpias.....	14
1.3.5. Evolución de las PML en Cuba.....	17
1.4. Aplicación de la Gestión Ambiental en la Industria Ligera del mundo y de Cuba.....	19
1.5. Aplicación de PML en la Industria Ligera.....	22
1.6. Procedimientos para detectar oportunidades de PML en la Industria Ligera.....	24
1.7. Conclusiones parciales.....	25
Capitulo II: Aplicación del procedimiento para detectar oportunidades de PML en la Fábrica Paneles de la Empresa de Muebles LÍDEX en Ciego de Ávila...26	
2.1. Caracterización General de la Empresa Muebles LÍDEX.....	26
2.2. Aplicación del procedimiento de PML en la Fábrica Paneles.....	28
2.2.1. Fase I. Inicio.....	30
2.2.2. Fase II. Análisis de las etapas del proceso.....	33
2.3. Conclusiones parciales.....	42
Capitulo III: Propuesta de opciones de Producciones Más Limpias en la Fábrica Paneles de la Empresa de Muebles LÍDEX en Ciego de Ávila.....43	
3.1. Fase III. Generación de oportunidades de PML.....	43
3.2. Conclusiones parciales.....	54
Conclusiones generales.....	55
Recomendaciones.....	56
Bibliografía.....	57
Anexos.....	61

Introducción

Introducción

Toda actividad desarrollada en el ámbito de las sociedades humanas, sean éstas de carácter industrial, domiciliario u otro, se enfrenta inmediatamente a la necesidad de controlar sus residuos de forma que estos no generen daños al medio ambiente ni a terceros. Aunque la mayoría de las estrategias de manejo de residuos se enfocan al tratamiento y disposición final, existe un enfoque preventivo destinado al control de los residuos antes de su generación. Este concepto considera que los residuos, emisiones y pérdidas energéticas, representan recursos utilizados en forma ineficiente, y, por lo tanto, es posible minimizar su producción en el origen. En la industria, las características de gran parte de los residuos y emisiones exigen tecnologías de tratamiento y disposición especializadas. Los costos asociados a estas últimas son elevados y en muchos casos ponen en riesgo la eficiencia, competitividad y continuidad de la empresa.

En este contexto, los principios de Producción Más Limpia impulsan las prácticas de prevención de la contaminación generada por los procesos industriales, lo que implica una menor cantidad de residuos a tratar y disponer. De esta forma, es posible lograr una reducción en los costos tanto en la etapa de producción como en el tratamiento de los residuos, permitiendo una gestión ambiental más eficiente. La búsqueda de procesos óptimos, destinados a reducir los consumos de materiales y energía mediante un uso eficiente, implican ciertas modificaciones en las tecnologías utilizadas.

La insuficiente atención y control de los problemas ambientales generados por la actividad productiva ha sido identificada como una de las carencias más importantes del quehacer ambiental nacional en los últimos años. Del total de fuentes puntuales de contaminación inventariadas en el país, más del 70% corresponden a instalaciones industriales y agropecuarias, destacando la industria azucarera y sus derivados, la actividad agropecuaria y las industrias básicas y alimenticias como los sectores productivos de mayor incidencia en el deterioro del saneamiento y de las condiciones ambientales en los diferentes territorios.

Aunque desde hace años se vienen desarrollando en el sector productivo cubano algunas prácticas dirigidas a mitigar los efectos negativos, su introducción ha sido limitada por factores de diversa índole. Entre ellos, la carencia de recursos materiales y financieros y

las dificultades para acceder a tecnologías más limpias, el énfasis de las normativas y sistemas regulatorios sobre las emisiones y sistemas de control de la contaminación a la salida del proceso, la inexistencia de normativas tecnológicas y ambientales actualizadas y otros factores subjetivos como la falta de conocimiento a todos los niveles de las organizaciones productivas sobre los beneficios económicos y ambientales de la introducción de prácticas de Producción Más Limpia y el insuficiente nivel de exigencia por parte de las autoridades ambientales.

En el marco de la Industria Ligera que propicia Cuba, la empresa de Muebles LÍDEX de la provincia de Ciego de Ávila tiene como objetivo principal producir, reparar y montar muebles de madera natural o artificial, metálicos y tapizados. Actualmente es una opción de gran aceptación en el mercado nacional por la calidad de sus productos. Pero para lograrlo, la empresa necesita consumir altos volúmenes de diversos recursos como: maderas preciosas, tableros melaminados, tubos, pinturas, tapices, espuma, etc; que el país precisa ahorrar. Motivo por el cual, ante los problemas ambientales existentes en la actualidad, su dirección se encuentra enfrascada en lograr la sostenibilidad de sus producciones. En los últimos años ha existido un incremento considerable en la generación de desechos sólidos, fundamentalmente de madera artificial, recurso que se procesa en la Fábrica Paneles para conformar muebles melaminados. Dicho residuo es acumulado en áreas habilitadas para tal función para posteriormente ser enviado al basurero y cremado, provocando emisiones contaminantes a la atmósfera que afectan el medio ambiente. Dicha afectación surge en gran medida por la ausencia de una herramienta que permita medir los residuos que se generan en la misma de manera periódica, factor que constituye una agravante ambiental consecuente con su no tratamiento. Todo lo anteriormente citado constituye la **situación problemática** de la investigación.

El **problema científico** de esta investigación está en la ausencia de una herramienta que permita detectar oportunidades de PML en la Fábrica Paneles para contribuir con la sostenibilidad de sus producciones.

Teniendo en cuenta lo anteriormente dicho, se plantea la siguiente **hipótesis**: si se aplica un procedimiento de PML en la Fábrica Paneles, de forma parcial, es posible actuar sobre el impacto negativo que ocasiona la generación de desechos sólidos.

Esta hipótesis queda comprobada, si con la aplicación del procedimiento en la Fábrica Paneles, se logran detectar oportunidades de PML, contribuyendo a la reducción de desechos sólidos que afectan el medio ambiente.

Esta investigación tiene como **objetivo general** la aplicación parcial de un procedimiento de PML en la Fábrica Paneles, a fin de garantizar la protección del medio ambiente.

De aquí se derivan los siguientes **objetivos específicos**:

1. Realizar un análisis, del estado del arte y la praxis, vinculado a la Gestión Ambiental y las PML en el sector de la Industria Ligera que permita sostener la investigación realizada, consultando la literatura nacional e internacional más actualizada existente.
2. Seleccionar un procedimiento para detectar oportunidades de PML en instalaciones de la Industria Ligera.
3. Aplicar de forma parcial el procedimiento de PML propuesto en Fábrica Paneles.

Dicha investigación radica su importancia en la connotación que puede tener la aplicación y uso de Tecnologías Limpias en la reducción de residuos y emisiones contaminantes, el uso eficiente de energía eléctrica y materias primas, entre otros beneficios que se traducen en la mejora de la competitividad y la eficiencia en los procesos productivos y por ende en ganancias económicas cuantificables.

A fin de alcanzar los objetivos trazado este trabajo está estructurado de la forma siguiente: Introducción, donde se fundamenta el tema desarrollado de forma sintetizada; Capítulo I, que contiene el análisis bibliográfico sobre la aplicación de PML en instalaciones de producción en el sector de la Industria Ligera; Capítulo II, donde se caracteriza la empresa a la cual pertenece la Fábrica Paneles y se comienza a aplicar el procedimiento de PML y el Capítulo III, que muestra la propuesta de opciones de PML resultantes de la aplicación de este procedimiento; finaliza con las Conclusiones y Recomendaciones derivadas de la investigación realizada, la Bibliografía consultada y finalmente los Anexos correspondientes.

Capítulo 1

Capítulo I: Marco Teórico y Referencial de la Investigación

En el presente capítulo se abordarán aspectos de la literatura consultada sobre el campo científico de las Producciones Más Limpias (PML). El mismo fue creado estratégicamente, como se muestra en el hilo conductor de la figura 1, con el objetivo de permitir el análisis y comprensión de la investigación, sirviéndole como base conceptual a la misma.

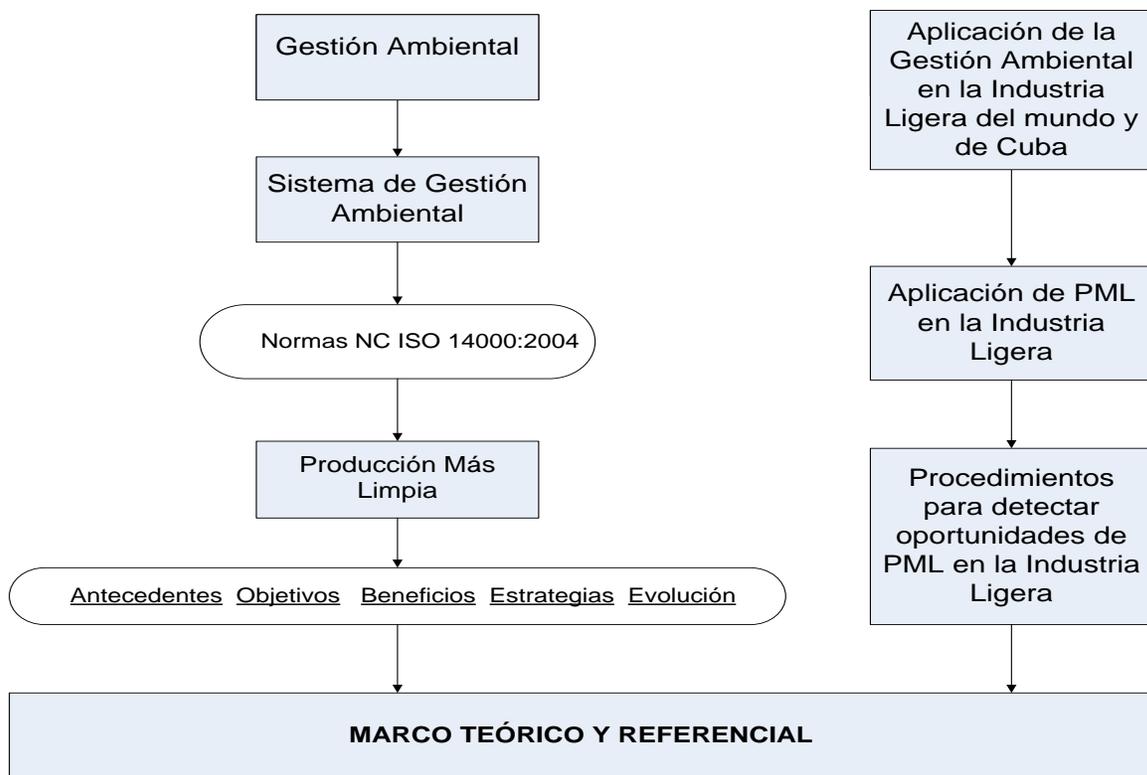


Figura 1.1. Hilo conductor para la elaboración del marco teórico de la investigación

1.1. Gestión Ambiental

Según García Abad el ambiente parte del entorno o suma total de todo aquello que rodea, afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o la sociedad en su conjunto. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y momento determinado, que influyen en la vida del hombre y de las generaciones venideras. Es decir, no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida

sino que también abarca seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura.

En otro contexto Camacho & Ariosa, define que el ambiente es un sistema de factores abióticos (energía solar, suelo, agua y aire), bióticos (organismos vivos) y socioeconómicos con los que interactúa el hombre en un proceso de adaptación, transformación y utilización del mismo para satisfacer sus necesidades en el proceso histórico-social.

Tomando como base estas definiciones dadas por los diversos autores del término ambiente, es necesario entonces centrarse en la Gestión Ambiental que actualmente, se entiende que en el ámbito de la gestión empresarial es un factor crucial el cual influye decisivamente tanto en la imagen corporativa de la empresa como en la calidad del producto, en el costo de la comercialización y a lo sumo en la competitividad. La empresa juega un papel protagonista en la búsqueda de soluciones tecnológicas a los problemas medioambientales, debido a que para la empresa el medio ambiente constituye un mercado en rápida expansión además de una oportunidad de negocio y de creación de empleo, constituyendo una parte importante en la imagen, obtención de beneficios, calidad de la interacción empresa-entorno, con el objetivo de integrar progresivamente los criterios de preservación del mismo en los procesos de decisión económica de las entidades [Machin, 2003].

Para el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala, la Gestión Ambiental es el conjunto de operaciones técnicas y actividades gerenciales, que tienen como objetivo asegurar que el proyecto, obra, industria o actividad, opere dentro de las normas legales, técnicas y ambientales exigidas [s/a, 2003].

La Ley 81 referida al Medio Ambiente, aprobada el 11 de julio del año 1997 por la Asamblea Nacional del Poder Popular (ANPP) de Cuba, define la Gestión Ambiental como: el conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente y el control de la actividad del hombre en esta esfera. La Gestión Ambiental aplica la política ambiental establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana. Esta definición abarca todos los esfuerzos y acciones que dentro de una organización deben realizarse en cada uno de sus procesos, para materializar la política ambiental, en el marco de la

planificación, la implementación y el control ambiental. Las actividades, dentro del ámbito en cuestión, deben planificarse desde un punto de vista estratégico, con un plan de seguimiento y evaluación, encaminado a mantener la mejora continua del medio ambiente [Gutiérrez, 2009].

La Gestión Ambiental está vinculada con acciones encaminadas a hacer el medio ambiente laboral más sano y seguro para los trabajadores, mediante la prevención de los riesgos laborales, y las que se dedican a la reducción del consumo de energía y de materias primas, optimizando la producción. Por tal motivo, tanto el ahorro de energía, que se puede obtener por el empleo de maquinaria más eficiente, como el ahorro de agua, que se conseguiría por el reciclado de la misma en los procesos productivos, deben considerarse como objetivos de la Gestión Ambiental de la empresa. [Machado, 2009].

1.2. Sistema de Gestión Ambiental

Según ISO 14001, 2004 & Mateo, J., 2004, un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) es un proceso cíclico de planificación, implantación, revisión y mejora continua de los procedimientos y acciones que lleva a cabo una organización para realizar su actividad, garantizando el cumplimiento de sus objetivos ambientales. [Mateo, 2004].

De ahí que para su implantación en las organizaciones, que según la NC-ISO 14000, no es más que parte del sistema de gestión de una organización empleada para desarrollar e implementar su política ambiental y gestionar sus aspectos ambientales, teniendo en cuenta que un sistema de gestión incluye la estructura de la organización, la planificación de actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos, interrelacionados entre sí para establecer la política, los objetivos y cumplir con los mismos, además contribuye a mejorar su competitividad en el marco de la regionalización y globalización económica actual. [Delgado, 2007].

Otros autores Jakeman, A. J., R. A. Letcher, et al. [2006] & Novua, O. et al. [2008] al abordar la evaluación del desempeño ambiental, plantean que es un proceso interno de gestión que utiliza indicadores para proporcionar información, comparando el desempeño ambiental pasado y presente de una organización con sus criterios de desempeño ambiental, sin embargo, estos autores considera que aunque esto es apropiado es necesario disponer de una base de datos con los registros históricos correspondientes a la hora de acometer felizmente lo planteado por los autores citados; además, se considera necesario introducir

indicadores no solo puramente ambientales sino también de orden interdisciplinario, poniendo especial énfasis en los energéticos dado que el actual sistema energético adoptado por las organizaciones a nivel mundial, basado en la quema de combustibles fósiles, siempre tiene consecuencias negativas en el plano ambiental.

Una de las principales tareas a enfrentarse actualmente es el manejo de los aspectos ambientales, lo que se puede lograr a través de un SGA. Este tipo de sistema, le permitirá a la empresa mantener registros y cumplir con los requisitos legales sobre medio ambiente, que cada vez son más complejos, así como optimizar el uso de recursos, mientras se minimiza el impacto sobre el entorno. El demostrar responsabilidad mediante un SGA, que puede llamarse también eco-gestión, se ha convertido en una práctica común necesaria para la supervivencia en el mercado. Las guías para establecer este tipo de métodos de trabajo se encuentran en las normas, que para esta actividad se regulan por la Organización de Estándares Internacionales, ISO 14000:2004. [Machado, 2009].

1.2.1. Normas NC ISO 14000:2004

Durante la década de los noventa, la incorporación de los SGA a las empresas se ve normalizada con la edición de un conjunto de normas internacionales de gestión ambiental, editadas por la Organización Internacional de Estandarización (ISO), agrupadas bajo la denominación de ISO 14000.

La norma clave para la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental, es la ISO 14001 “Sistema de Gestión Ambiental. Requisitos con orientación para su uso”. Su aplicación es la vía más rápida para constatar y demostrar la correcta gestión de las actuaciones ambientales de una organización [Ayala, 2006].

En el caso de Cuba esta es acatada en su totalidad adecuándola a las condiciones del país, de lo cual se deriva la NC ISO 14001:2004 Sistemas de Gestión Ambiental que contiene un conjunto de requerimientos para definir la operación de los SGA; requisitos que son flexibles y que están expresados de forma general para que puedan ser aplicados a cualquier tipo y tamaño de organización; es por ello que no siempre los SGA resultan suficientes por si solos para resolver los problemas ambientales, por lo que es necesario utilizarlos de forma acertada a partir de iniciativas creadoras, aplicando innovaciones.

La ventaja que presenta esta norma es que su implementación puede ser verificada a través de auditorías realizadas por una tercera parte, lo que permite la certificación del sistema a

través de empresas acreditadas para tal fin. Sin embargo cabe mencionar que, si bien es la más usada e internacionalmente reconocida, existen otros SGA como el EMAS de la Comunidad Europea. [CONAM, 2005].

La implementación de Sistemas de Gestión Ambiental por la NC ISO 14001 permite la inserción en este proceso de todas las organizaciones interesadas en demostrar su conformidad con esta norma, no existiendo exclusiones, de ahí el carácter universal de la misma, además de dar como resultado una disminución de los costos medioambientales de las empresas. [Gainza, 2003]

1.3. Producción Más Limpia

La Producción Más Limpia enfrenta el tema de la contaminación industrial de manera preventiva, concentrando la atención en los procesos productivos, productos y servicios, y la eficiencia en el uso de las materias primas e insumos, para identificar mejoras que se orienten a conseguir niveles de eficiencia que permitan reducir o eliminar los residuos, antes que estos se generen. La experiencia internacional comparada ha demostrado que, a largo plazo, la Producción Más Limpia es más efectiva desde el punto de vista económico, y más coherente desde el punto de vista ambiental, con relación a los métodos tradicionales de tratamiento “al final del proceso”. Las técnicas de Producción Más Limpia pueden aplicarse a cualquier proceso de producción, y contempla desde simples cambios en los procedimientos operacionales de fácil e inmediata ejecución, hasta cambios mayores, que impliquen la sustitución de materias primas, insumos o líneas de producción más limpias y eficientes. [Vincent, A. 2001].

Producciones Más Limpias son consideradas estrategias preventivas e integrales aplicadas a procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente y lograr la sostenibilidad del desarrollo. [PNUMA, 1977].

La PML requiere un cambio de actitudes, el ejercicio responsable de la administración ambiental y la evaluación de opciones tecnológicas. Este tipo de producción enfrenta el tema de la contaminación industrial de manera provisoria, concentrando la atención en los procesos productivos y de servicios, y la eficiencia en el uso de las materias primas e insumos, para identificar mejoras que se orienten a conseguir niveles de eficiencia que permitan reducir o eliminar los residuos, antes que estos se generen.

Incluye el uso eficiente de las materias primas, agua y energía, la eliminación de productos tóxicos o peligrosos y la reducción de emisiones y desechos en la fuente. [Rodríguez, 2010].

Por su parte el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales Guatemala plantea que las PML pretende prevenir que la contaminación ocurra, y maneja el impacto ambiental del proceso completo de producción, no solamente los impactos de las salidas; analiza las causas fundamentales de los problemas ambientales, en lugar de sus efectos, a través de un paquete integrado de mejoras en todas las etapas del proceso y del ciclo de vida del producto.

1.3.1. Antecedentes de la Producción Más Limpia.

Las Producciones Más Limpias (PML) no constituyen un hecho aislado, ajeno a la formulación y desarrollo de un SGA que contribuya al mejoramiento del desempeño ambiental de las entidades productivas y de servicios; es consustancial a la ampliación de los enfoques de trabajo en la Gestión Ambiental, que permite aplicar el concepto de PML de forma integral y sistémica dentro de tales entidades, haciendo énfasis en la prevención de la contaminación y la minimización y el aprovechamiento económico de los residuales, como principales opciones para reducir las cargas contaminantes dispuestas al medio ambiente, en las condiciones existentes [Arellano, 2002].

Rigola, 1998 destaca que algunos industriales en ese período comprendían la relación entre minimización de residuos y mejoras económicas. Los efluentes biológicos de cervecerías, destilerías, tenerías y lavado de lanas, fueron los primeros en sentir la presión externa de su control, pues imponían fuertes riesgos sanitarios y grandes molestias a la población. Surgen las primeras normas de legislación ambiental e impulsaban los tratamientos antes que la reducción de la contaminación, criterio que se mantuvo por varios años.

Al final de los años 80 y principios de los 90 las agencias ambientales en los Estados Unidos y Europa reconocieron que el marco tradicional de control de la basura industrial y la contaminación podría ser mejorado, animando a instalaciones industriales a aplicar políticas preventivas de mayor impacto, como los tratamientos de efluentes y residuos. Varios estudios habían demostrado que en las compañías relevadas, los procesos sí se hubieran manejado con más eficiencia, hubieran comenzado con reducción de la

contaminación, tiempo atrás, los investigadores descubrieron que podrían ayudar a casi cualquier compañía a reducir los costos productivos con un análisis sistemático de las fuentes. Esto es conocido como ir encima del tubo (over of pipe), en contraposición a los tratamientos de al final de tubo (end of pipe), es decir antes de la descarga al ambiente. .Intervenir en los procesos de producción, mejora las operaciones de compra, y en última instancia implica el diseño de los productos mismos. Pero esto requiere un equipo de producción, de administración y de especialistas ambientales. En los años 90 en los Estados Unidos estas nuevas ideas fueron formalizadas. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos decidió llamarla (Pollution Prevention) o P2. El P2 se plasmó en un acta que fue aprobada en 1990 por el Congreso de los Estados Unidos. El acta estableció que el P2 era una prioridad superior para proteger el ambiente contra la contaminación

Los problemas ambientales se agudizaron al implantarse la economía a escala, pues se generaban una mayor cantidad de desechos industriales en las grandes ciudades. Se plantea que los primeros esfuerzos en recuperación de desechos, atribuible a los residuos de origen biológico, se atribuyen a la percepción de un riesgo público sanitario y por tanto se comenzaron a utilizar como fertilizantes.

A medida que las industrias se tecnificaban con la incorporación de más científicos y técnicos especializados, aumentaron las posibles vías de solución con el objetivo de aumentar los beneficios económicos.

Rigola, 1998 destaca en su trabajo uno de los ejemplos más notables, es la industria del carbón, del cual se recuperaban amoníaco para su uso en la industria de los fertilizantes, gas para el alumbrado, breas y alquitranes usados en la preservación de la madera, materiales para tejados y pavimentación de carreteras. Con el inicio de la Primera Guerra Mundial se empezaron a recuperar benceno, tolueno y fenoles.

En el primer cuarto del siglo XX, el impacto combinado de los desechos municipales e industriales sobre los recursos acuáticos impulsa la gestión de residuos en los países industrializados. Pero de nuevo esta gestión estaba basada en los tratamientos y prácticamente ignoraba la prevención al generarlos.

Con el estallido de la Segunda Guerra Mundial hubo un nuevo impulso, esta vez de recuperación de los metales. Este incentivo disminuyó al finalizar la contienda y, a pesar

de que se siguieron estudiando soluciones para recuperar materiales, los altos costos y la insuficiencia de mercados desanimaron a la industria.

La atención de los gobiernos hacia la gestión de residuos a través de la recuperación no se modifica hasta ya avanzados los años sesenta. La recuperación de aceites usados fue una de las primeras preocupaciones. En esa década se dieron grandes pasos con el inicio de una nueva tendencia en la investigación de modificaciones de procesos para reducir la generación de residuos.

Por su parte, los países de América Latina manifestaron en la Iniciativa Latinoamericana para el Desarrollo Sustentable (2002), presentada en la Cumbre de Johannesburgo, la necesidad de incorporar conceptos de Producción Más Limpia en las industrias, crear centros nacionales de producción limpia y trabajar en post de un consumo sustentable. Esto estableció el marco a nivel internacional para definir políticas nacionales y desarrollar planes de acción en producción limpia. [s/a, 2002].

En 1994 surge el Programa Internacional de PML bajo la iniciativa de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Desarrollar capacidades nacionales en PML y fomentar el desarrollo industrial sostenible en países en desarrollo o transición fueron los objetivos de este programa.

En Cuba se estableció la Red Nacional de PML en el 2001 y de esta forma se comenzó la introducción del concepto de PML en el sector productivo y de servicio del país. Es importante destacar que la voluntad política nacional por el cuidado del medio ambiente está reflejada en la Constitución de la República y se ha materializado en los últimos años en diversas acciones y programas, que incluye la presencia de Cuba en las principales convocatorias mundiales para concretar criterios y consensuar acciones relativas a la protección del medio ambiente, así como el fortalecimiento institucional logrado a partir de la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) en 1994. [Rodríguez, 2010].

1.3.2. Objetivos de las PML

Las prácticas de Producción Más Limpia tienen como objetivo propiciar acciones que contribuyan a disminuir la carga contaminante al ecosistema, en función de garantizar la protección de su diversidad biológica, al mismo tiempo que incrementan la eficiencia y los beneficios.

Por lo tanto el impacto ambiental es el elemento esencial a la hora de calificar una acción dentro del concepto de Producción Más Limpia y exige de especialistas y técnicos la incorporación de la dimensión ambiental en su labor, con todo lo que ello significa de conocimiento y dominio de los conceptos y principios de la gestión ambiental.

Por su parte el Programa Nacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo define como objetivos fundamentales de las PML elevar la eficiencia en el uso de los recursos, considerando entre ellos el aumento de la reutilización y el reciclado de los desechos, reduciendo al mismo tiempo la cantidad de desechos por unidad de producción y fortalecer el concepto de la administración responsable en la Gestión Ambiental y uso de los recursos por la empresa. [s/a, 2002].

Sitios de Internet como www.unep.org establecen objetivos de la política de PML como optimizar el consumo de recursos naturales y materias primas, sin provocar el incremento de otros contaminantes; aumentar la eficiencia energética y utilizar energéticos más limpios, prevenir y minimizar la generación de cargas contaminantes; prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales sobre la población y los ecosistemas; aumentar la recuperación y reciclado de sustancias generadas y utilizadas en el proceso, y de los residuos, cuando proceda; adoptar PML y prácticas de mejoramiento continuo de la Gestión Ambiental; lograr un balance medio ambiental más limpio y; utilizar sustancias menos peligrosas.

1.3.3. Beneficios empresariales de las PML

Los beneficios de la aplicación de acciones de PML van dirigidos a la empresa, los clientes y al medio ambiente. Para la empresa se traduce en el incremento de los beneficios económicos, posibilita el acceso a nuevos mercados, reduce el riesgo de sanciones ante auditorías ambientales, permite la incorporación del concepto de mejoramiento continuo, así como de control de los costos y la satisfacción del criterio de inversión. Para los clientes muestra mayor confianza con la gestión de la calidad y con la Gestión Ambiental demostrable, incrementa la sustentabilidad del producto y su aceptación, aumenta la vida útil del producto, propicia mayores cuidados en la disposición final del mismo, hace que la empresa piense más en el cliente y reduce el riesgo de no satisfacerlos. Referido al medio ambiente, trae consigo el uso racional de materias primas y otros insumos, la conservación de los recursos naturales, la disminución y control de los contaminantes y la armonización de las actividades con el ecosistema [Herminia, 2006].

El uso y aplicación de las PML brindan sin duda una amplia gama de beneficios entre los que encontramos:

- Mejoras en la productividad y la rentabilidad: los cambios a efectuarse en la producción conllevan a un aumento en la rentabilidad, debido a un mejor aprovechamiento de los recursos y a una mayor eficiencia en los procesos.
- Mejoras en el desempeño ambiental: un mejor uso de los recursos reduce la generación de residuos, los cuales pueden, en algunos casos, reciclarse, reutilizarse o recuperarse. Consiguientemente, se reducen los costos y se simplifican las técnicas requeridas para el tratamiento al final del proceso y para la disposición final de los residuos.
- Mejoras en la imagen: por ser amigables con el medio ambiente.
- Mejoras en el entorno laboral: contribuye a la seguridad industrial, a la higiene, a las relaciones laborales, a la motivación, etc.

Adelantándose a gestiones futuras inevitables, a corto o mediano plazo, las empresas deberán adecuarse a la reglamentación ambiental. Ante esta realidad, es preferible ser parte de la gestión del cambio antes de que se imponga por la reglamentación o por las exigencias del mercado, tomando en cuenta que los recursos son limitados, y en el largo plazo, las empresas no tendrán derecho a “derrochar” recursos, que a otros les pueden faltar, aunque paguen por ellos.

Existen otra serie de ventajas o incentivos técnicos, organizativos, legislativos e incluso económicos que pueden ayudar a decidirse por la prevención de la contaminación. Entre estas se pueden destacar las financieras, operacionales y comerciales. La descripción de los elementos que las componen se muestra a continuación:

Financieras: Reducción de costos, por optimización del uso de las materias primas, ahorro por mejor uso de los recursos (agua, energía, etc.), menores niveles de inversión asociados a tratamiento y/o disposición final de desechos y aumento de las ganancias.

Operacionales: Aumenta la eficiencia de los procesos, mejora las condiciones de seguridad y salud ocupacional, mejora las relaciones con la comunidad y la autoridad, reduce la generación de los desechos y, garantiza un efecto positivo en la motivación del personal.

Comerciales: Permite comercializar mejor los productos posicionados y diversificar nuevas líneas de productos, mejora la imagen corporativa de la empresa, logra el acceso a nuevos mercados y asegura un aumento de las ventas y un margen de ganancias. [s/a, 2002].

Otro sitio de Internet www.galeon.com, aborda el tema de las PML y expresa los beneficios ambientales, que contribuyen al logro en el desempeño de este programa, destacando su impacto en la disminución del volumen de desechos sólidos y efluentes; reducción de costos por concepto de materia prima, consumo de agua y energía; disminución de la toxicidad de los desechos sólidos y efluentes; disminución de emisiones de gases efecto invernadero; preservación de los recursos naturales y; ayuda al cumplimiento de las normas y regulaciones existentes. [s/a, 2009].

1.3.4. Estrategias de Producciones Más Limpias

En las consultas realizadas a las distintas fuentes bibliográficas se encontró una amplia variedad de estrategias para la implementación de las PML las cuales se exponen a continuación:

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) ha conducido un programa intensivo y proambiental, acompañado de una campaña de información y entrenamiento para promover tecnologías limpias o ambientalmente amigables. En conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la ONUDI desarrolló el Manual de Auditoria y Reducción de Emisiones y Residuos Industriales que contiene la metodología básica de Producción Más Limpia.

Apoyado en esta metodología, el Proyecto DESIRE por sus siglas en inglés (Demonstration in Small Industries for Reducing Waste) se inicio en 1993 en la India. La metodología DESIRE se ha aplicado con éxito en varios sectores industriales del mundo.

Está integrada por cinco fases y cada una de ellas contempla varias actividades:

Fase I: "Planeación y organización", en ella se requiere involucrar y obtener el compromiso de la Gerencia como fuerza impulsora para el desarrollo de un proyecto de este tipo , así como la creación de un equipo de trabajo que permita involucrar al menos un representante de cada área o departamento en el mismo.

Fase II: " Evaluación previa" donde se desarrolla el diagrama de flujo y se detectan aquellas etapas del proceso que requieran de una atención especial, así como la medición de entradas y salidas por medio del registro de las cantidades de materias primas y energéticos consumidos, de residuos, emisiones y subproductos generados, con la finalidad de realizar un adecuado análisis de la eficiencia de las operaciones unitarias involucradas dentro del proceso. Dicho análisis permitirá la selección de las metas de PML.

Fase III: " Evaluación" señala que deberá elaborarse el balance de materiales y evaluar las causas de los problemas ambientales. Con esta base puede determinarse que variantes hay que cambiar y/o modificar para lograr una adecuada actividad productiva.

Fase IV: " Estudio de factibilidad" indica la necesidad de realizar una evaluación técnica, económica y ambiental a cada una de las opciones para luego seleccionar las opciones factibles.

Fase V: " Implantación" sugiere que el equipo de trabajo elabore el plan de implantación, la estimación de resultados, tiempo de supervisión de los cambios, aseguramiento de recursos financieros, entre otros elementos.

Otra Metodología es la propuesta por el Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales (CNPMLTA), similar a la Metodología de DESIRE está conformada por fases, comenzando por la Fase I donde se busca el compromiso de la alta dirección, se designa el equipo de trabajo, se elabora la lista de las operaciones prioritarias y se identifican las operaciones generadoras de residuos. Una Fase II para el análisis de las etapas del proceso donde se prepara el diagrama de flujo del proceso y se realiza un balance de masa y energía, se revisa el proceso y se identifica el origen de los desechos.

En la Fase III se generan las opciones de minimización de residuos y se seleccionan las opciones viables. En la Fase IV se seleccionan las soluciones de PML a partir de la evaluación técnica y financiera. Se evalúan los aspectos ambientales y se seleccionan las soluciones para la implementación. Estas se desarrolla en la Fase V, llevando a cabo las soluciones de minimización de residuos y el monitoreo y evaluación de los resultados.

Otra metodología es la planteada por el Centro Boliviano de Promoción de Tecnologías Sostenibles, donde se establecen diferentes etapas enunciadas a continuación:

Etapa I, donde se crea la base del programa, se logra el compromiso, se organiza un comité y se identifican los obstáculos a dicho programa, llegándose a proponer soluciones para vencerlos.

Etapa II, concibe la preparación del diagnóstico, una recopilación de la información sobre los procesos de producción y la evaluación de los procesos para identificar operaciones unitarias críticas.

El diagnóstico y estudio detallado de las operaciones críticas se realiza en la Etapa III, donde se proponen y elaboran los balances de materiales y energía para las operaciones críticas, se identifican causas de deficiencias y se plantean las opciones de PML, y se seleccionan una vez evaluadas en términos técnicos y económicos en la Etapa IV.

Etapa V de implementación y seguimiento final se elabora el plan de acción, se implementan las opciones factibles recomendadas y evalúen los resultados de las opciones implementadas, asegurando además la continuidad del programa.

Expertos cubanos por su parte plantean que para llevar a cabo un programa de PML se requiere crear un grupo formado por un coordinador ambiental, un responsable de seguridad y salud en el trabajo, un tecnólogo, un especialista de mantenimiento, operarios con experiencias, el comprador y un especialistas de contabilidad y economía, quienes deben establecer un programa de trabajo que contemple las etapas siguientes:

- Disponibilidad y recogida de datos de la organización.
- Determinar en cuánto, a dónde y por qué se generan los residuos.
- Generar opciones de PML.
- Evaluación de la factibilidad técnica, económica y ambiental.
- Implementación.
- Control, seguimiento y mejoramiento continuo.

[Álvarez, 2009].

El enfoque de Producción Más Limpia requiere la aplicación de un criterio jerárquico en las prácticas de gestión ambiental. El orden de preferencias en la toma de decisiones sobre diseño y explotación se expone en la Figura 2

- Prevención de la generación de residuos y emisiones
- Reciclaje
- Tratamiento
- Eliminación segura

Las alternativas de reciclaje interno se deben usar sólo cuando se hayan puesto en práctica plenamente las técnicas de prevención. El tratamiento de los residuos se debe considerar sólo cuando los residuos se hayan reciclado tanto como sea posible. El empleo del reciclaje externo y de las tecnologías “al final del tubo” sólo se debe emplear después de haber agotado los métodos de prevención de la contaminación o de Producción Más Limpia.

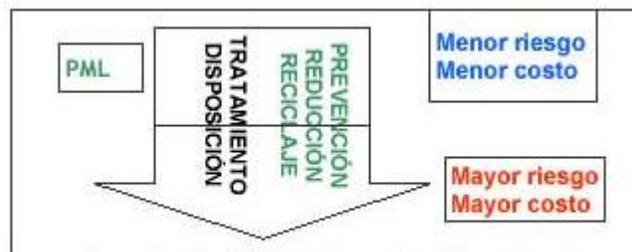


Figura 1.2. Preferencias de la toma de decisiones. (Fuente: Gonzalez, 2008)

Otras prácticas de Producción Más Limpia se muestran en el anexo 1. Al ser implementadas estas estrategias se puede recaer en las causalidades expuestas en el anexo 2.

1.3.5. Evolución de las PML en Cuba

Específicamente en Cuba, la presencia de acciones relacionadas con la minimización, el reciclaje, o el aprovechamiento económico de los desechos, comienza a tener un carácter más organizado, a partir de los primeros años de la Revolución, como elemento vinculado al desarrollo de la salud pública y en particular a la higiene comunal. Posteriormente, como parte de las campañas de recogida de materias primas, aparecen los servicios de

reciclaje de papel, cartón, metales ferrosos y no ferrosos, plásticos, textiles, entre otros, como funciones de la Empresa de Recuperación de Materias Primas. [Díaz, 1999].

En la segunda mitad de los años ochenta se produjo un movimiento algo más significativo, como parte de la aplicación de una política de Economía Material, que posteriormente se vio limitada con las restricciones del Período Especial. En 1986 se realizó específicamente, a nivel de país, lo que se dio a llamar Estudio 63, el cual consistió en un levantamiento de todas las potencialidades de desechos económicamente aprovechables, que incluía tanto al sector industrial como al agropecuario, sin excepción de ningún tipo de actividad productiva [Socarras & García, 1988].

En épocas tan tempranas como finales de 1993, a aproximadamente un año de la Cumbre de Río. El Programa Nacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, aprobado por nuestro Gobierno y que constituye la adecuación cubana de la Agenda 21, dedica un Capítulo, el No. 18, a la Producción Más Limpia en la Industria y el Comercio. El Programa Nacional define como sus objetivos los siguientes:

Primero, elevar la eficiencia en el uso de los recursos, considerando entre ellos el aumento de la reutilización y el reciclado de los desechos, reduciendo al mismo tiempo la cantidad de desechos por unidad de producción.

Segundo, fortalecer el concepto de la administración responsable en la gestión ambiental y uso de los recursos por la empresa. [Chang, 2009].

Aunque la concepción de la prevención de la contaminación de los recursos naturales está formulada desde la promulgación de la Ley de Medio Ambiente en 1997, y se han venido desplegando esfuerzos por parte de los diferentes sectores de la economía en función de ese objetivo. No es hasta el 14 de septiembre del 2001, que la Agencia de Medio Ambiente, a través del Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA), con el apoyo del PNUMA Regional, que se inaugura el Centro Nacional para la PML en las instalaciones del CIGEA. El 19 de septiembre del propio año, quedó constituida oficialmente la Red Nacional de Producción Más Limpia (RNP+L) de Cuba, creada como parte del Programa de Centros y Redes de PML de la ONUDI y en el marco de un proyecto rectorado por esta Agencia. De esta forma se comenzó la introducción del concepto de PML en el sector productivo y de servicios del país [Arellano, 2002].

El país da importancia relevante a la protección del medio ambiente, se establecen propósitos prioritarios y acciones puntuales para precisar el quehacer ecológico en: uso

adecuado y conservación de los recursos naturales, impacto ambiental, agua, aire, desechos y residuos sólidos, educación, participación social y cooperación internacional, entre otros [Gutiérrez, 2009].

En estos momentos y como parte de la política de Gestión Ambiental, liderada por el CITMA, se busca una reanimación de esta última actividad, con una participación directa y decisiva del sector productivo y de los servicios. Sin embargo, aún cuando se conocen las potencialidades existentes en cuanto a residuos aprovechables, no se puede afirmar que estén totalmente a punto y disponibles las tecnologías necesarias, quedando entonces un amplio campo de actuación a disposición de la interfaz. En este sentido se pueden citar como los sectores de más amplia demanda, en cuanto a tecnologías para maximizar el aprovechamiento de las materias primas, incluidos los desechos, a las industrias azucarera, alimenticia, ligera y sideromecánica. [Tortosa, 2006].

Es muy oportuno destacar la existencia de un aspecto ambiental, relacionado con el manejo de los **residuos sólidos industriales**, específicamente los desechos peligrosos, que plantea una demanda, hasta ahora nunca satisfecha, y que de hecho constituye un importante “nicho estratégico” para la búsqueda de alternativas de PML. Esta afirmación se fundamenta en la evaluación de la situación actual que presenta el sector industrial en la provincia de Villa Clara, recogida en la Estrategia Territorial de Medio Ambiente.

La presencia interrelacionada e interdependiente de fenómenos como la afectación a la capa de ozono, el calentamiento global, la desertificación, la sequía, el incremento en el ritmo de la pérdida de la diversidad biológica, la contaminación de la atmósfera, el suelo y el agua, entre otros muchos efectos provocados por un desarrollo humano construido sobre esquemas de desarrollo económico que han provocado el hambre, la pobreza y el analfabetismo a millones de seres humanos, han provocado preocupación sobre sus causas y las implicaciones que puedan tener sobre la salud humana y la existencia misma de la vida sobre la tierra. [Rodríguez, 2010].

1.4. Aplicación de la Gestión Ambiental en la Industria Ligera del mundo y de Cuba

Es posible lograr una reducción en los costos tanto en la etapa de producción como en el tratamiento de los residuos, permitiendo una gestión ambiental más eficiente. La búsqueda de procesos óptimos, destinados a reducir los consumos de materiales y energía mediante un uso eficiente, implican ciertas modificaciones en las tecnologías utilizadas. Las amplias ventajas económicas y ambientales de este enfoque son

respaldadas por los resultados obtenidos en países pioneros en el área ambiental, como Francia, Italia y Estados Unidos. [s/a, 2010].

Desde el año 1972, en Estocolmo se celebró la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano y se crea el Programa de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente (PNUMA), propiciando un marco internacional adecuado para la concertación de acciones hacia el medio ambiente. Sin embargo, no es hasta el año 1987, en el reporte de Brundtland “Nuestro Futuro Común” que aparece el concepto de “desarrollo sostenible” y dos años más tarde aparece el Programa de Producciones Más Limpias (PML) del PNUMA. [Quintero, 2010].

Los convenios internacionales tratan temas concretos que afectan a todos o a varios países. Hay muchísimos dedicados a temas medioambientales algunos de ellos son:

- Convenio de Viena. – Sobre la protección a la capa de ozono.
- Convenio de Basilea.- Sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.
- Convenio de Río. – Sobre la diversidad Biológica.
- Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Río de Janeiro).

Los temas ambientales tienen un gran peso en la Unión Europea y da idea de su importancia que alrededor de la tercera parte de lo legislado se refiere a este tema. Los tres tipos más importantes de disposiciones comunitarias son los Reglamentos, las Decisiones y las Directivas. Los Reglamentos y las Decisiones se aplican directamente en todos los países miembros, mientras que las Directivas son de obligado cumplimiento pero es cada uno de los países el que hace sus leyes concretas para aplicar la Directiva en su propio territorio. Las Directivas son el instrumento normativo más utilizado en el campo medio ambiental. Hay varios cientos de normativas europeas sobre impacto ambiental, protección de la atmósfera, calidad de las aguas, regulación de vertidos, conservación de la naturaleza, gestión de residuos, etc.

Programas Marco: La forma en que se ha organizado la política ambiental en Europa ha sido a través de Programas de cinco años de duración. El Primer Programa de Acción abarcó de 1973 a 1977 y se dedicó especialmente a la contaminación atmosférica y a la gestión de los recursos y del medio. Por su parte el Quinto Programa, que comenzó en 1993, estaba

dedicado a poner en marcha las recomendaciones de la Conferencia de Río, procurando impulsar un desarrollo sostenible en Europa. [s/a, 2010].

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), trabaja por lograr cada vez mayores impactos en la protección y rehabilitación del medio ambiente cubano.

Razón por la cual tiene mayores retos para el venidero año. En cada región del país el Sistema de Gestión Ambiental adquiere matices particulares, pero siempre a tono con las estrategias para el desarrollo sostenible, así como con el cumplimiento de las leyes establecidas en este sentido. Así quedó evidenciado en la Reunión Nacional del Sistema Ambiental del CITMA

La activa participación de Cuba en las Conferencias de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo en 1992, provocó cambios de estructuras para la gestión ambiental; donde se integró al artículo 27 de la Constitución de la República, el concepto de Desarrollo Sostenible definido en el Programa de Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo.

En 1997, se aprueba la ley 81 “De Medio Ambiente”, donde crea el marco para la adopción de enfoques preventivos en la gestión ambiental, aunque aparece como un principio general y no explícitamente como concepto de PML, nos proporciona la condición para la inserción de la PML, en los instrumentos de gestión. [Quintero, 2010].

En Cuba se emplean varios mecanismos para la regulación ambiental como: El Programa Nacional de Medio Ambiente Desarrollo, el ordenamiento ambiental, legislación Ambiental, la Evaluación de impacto ambiental, la Licencia Ambiental, la Inspección Ambiental Estatal, la investigación científica e Innovación Tecnológica, la educación y la Divulgación ambiental, los Instrumentos de regulación Económica, los Indicadores Ambientales para la toma de decisiones y la Política Ambiental Internacional. La gestión de la empresa cubana para solucionar problemas ambientales se ha centrado esencialmente en la proyección de sistemas de tratamientos de residuales (con marcado predominio de los líquidos), cuya ejecución e implementación en gran número de casos no ha llegado a completarse; en el desarrollo de fertilizantes inorgánicos y su aplicación y en la reforestación y protección del patrimonio forestal. [Rodríguez, 2010].

1.5. Aplicación de PML en la Industria Ligera

La revista electrónica de la agencia de medio ambiente y desarrollo, realizó un trabajo en el cual se muestran las potencialidades existentes, en un seleccionado grupo de empresas cubanas para la introducción y aplicación de la Producción Más Limpia y la adopción de un consumo sustentable partiendo del análisis de los resultados obtenidos después de la ejecución de evaluaciones rápidas realizadas por el punto focal “Agencia de Medio Ambiente” de la Red Nacional de PML de Cuba en el período comprendido entre septiembre 2004 hasta marzo del 2007.

Se realizaron evaluaciones rápidas en planta de 55 empresas, de ellas 41 productivas y 14 de servicios. En un enfoque a la Industria Ligera se evaluaron 9 empresas como se muestra en anexo 3^a.

Se identificaron un total de 426 problemas que podían ser solucionados a través de la implementación de 344 medidas enfocadas a la PML y CS relacionadas con la aplicación de buenas prácticas, el cambio de tecnología, el reutilización, el reciclaje y la sustitución de materias primas, materiales e insumos, tal y como se muestra en el anexo 3b.

Durante el período de tiempo comprendido entre los años de 2002-2004, se analizaron 311 informes de objetivos inspeccionados y 57 proyectos evaluados de licencias ambientales, para un total de 604 medidas impuestas en las IAE de las cuales 19 medidas se pueden considerar como PML, lo cual da un 3,1%. En los 57 proyectos de licencias ambientales, con un total de 1205 medidas, solo 24 se consideran de PML, para un 2 %. De un total de 368 muestras analizadas de ambos procesos, nos da un 2,3 % de medidas de PML, estando enfocado fundamentalmente a conceptos de ahorro de agua, no aplica a otros principios, como es energía, recuperación, reutilización y reciclaje de los residuales, tecnologías y equipos empleados entre otros. [Chang, 2009].

Desde el año 2001 se han adoptado políticas institucionalizadas mediante el D.S 414/1991 del Ministerio de economía. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la aplicación de cualquier normativa, implica la fiscalización del cumplimiento de éstas. Aunque existan organismos destinados a verificar el cumplimiento de las normas, para su logro se requiere de una gran cantidad de esfuerzo, horas hombre y costos asociados. Por ello, y cada vez con mayor aplicación, se impulsa la creación de normas

fiscalizadoras; en otras palabras, se genera una actitud preventiva frente a la contaminación, extendiendo la responsabilidad de su origen a los productores. [s/a, 2010].

Por su parte la Empresa de Confecciones Fénix, con nueve establecimientos ubicados en diferentes municipios de la provincia de Villa Clara, entre ellos Remedios, Placetas y Ranchuelo. Allí se diseñan, cortan, cosen y dejan la ropa lista para la venta, sensibilizados de que la “producción limpia” constituye una forma rentable de aprovechar los servicios, procesos, y de desarrollar y fabricar productos.

Según José Rafael Ojeda, especialista de medio ambiente en la entidad, “las prácticas de PML “ en la empresa se conciben desde la planificación estratégica, identificando aquellas acciones que contribuyan al ahorro de agua, electricidad y combustible; así como a la recogida de los desechos textiles, el control de la retacería y las emisiones al entorno. “Varios indicadores permiten conocer cuál es el desempeño ambiental: los planes de producción, el consumo de recursos materiales y la cantidad de prendas realizadas, entre otros. Un control adecuado de estos parámetros posibilita tener el conocimiento sobre lo que se economiza en materias primas, energía y agua, además de lo emitido al medio ambiente”.

En Confecciones Fénix, perteneciente a la industria ligera, en estos momentos su objetivo es la integración de los sistemas de gestión ambiental, innovación tecnológica y capital humano a partir de involucrar a todos sus actores, desde la base hasta la dirección. Es aquí donde se realiza la limpieza de la ropa (se eliminan los preservantes y conservantes que trae el tejido), el engomado y otros procedimientos según el pedido de los clientes.

Según Ulises Matamoros, técnico de producción en la unidad, “en esta línea se redujo el consumo de agua hasta un 60 por ciento, pues eliminamos el exceso de lavado, lo cual permitió un ahorro considerable de combustible y que la calidad de la prendas bañadas fuera mejor.

“Antes de implementar la PML la empresa invertía 12 metros cúbicos de agua al día en suavizado con desgaste (técnica de fregado de ropa), ahora solo utilizamos 3,9. En el empleo de combustible los estudios mostraron que en tres meses de trabajo del año 2008 se consumieron 12.245 litros. Hoy el índice de gasto planificado es de 1.020 en dos turnos diarios, y solo se usan alrededor de 700. Todas estas medidas benefician el medio

ambiente, pues el agua residual que se vierte al sistema de alcantarillado es menor y no está tan contaminada debido al tratamiento en los tanques sépticos”.

En el taller textil también se implementa un nuevo método de trabajo en la elaboración de la portañuela de ojal y botón de los uniformes de campaña, que permite reducir el número de operaciones de cuatro a dos y ahorrar 18 metros de hilo de coser por unidad. Asimismo se disminuye el consumo eléctrico a 3,2 KW/hora por jornada laboral y el rendimiento productivo es mayor. La adopción de la PML en Confecciones Fénix ha propiciado que, junto al ahorro considerable de materias primas, combustible y energía, se reduzcan las operaciones y aumente la productividad. Un ejemplo de la eficacia de esa tecnología, que debería extenderse al resto de las empresas cubanas. [Blanco, 2012]

1.6. Procedimientos para detectar oportunidades de PML en la Industria Ligera

Existen potencialidades para la introducción y aplicación de los conceptos de PML y CS en el sistema empresarial, fundamentalmente en los sectores productivos y de servicios. A fin de reducir las pérdidas sistemáticas o accidentales de materiales en forma de contaminantes (residuos o emisiones) y de esta manera aumentar la productividad centrándose en factores humanos y organizativos de la producción. Es importante que en todas las secciones de una industria se trabaje de una manera conjunta y se comparta la información necesaria para que se realicen las operaciones habituales y se contribuya a la minimización y, consecuentemente, a la prevención de la contaminación ambiental.

El propósito principal es aportar información sencilla que permita el mejoramiento del desempeño ambiental conservando y protegiendo el agua, el suelo, el aire, además de ofrecer a la industria herramientas suficientes para mejorar la productividad, aumentando su competitividad y las posibilidades de ingresar en mercados internacionales.

El sector de fabricación de muebles de madera es altamente competitivo; en el cual las micro, pequeñas y medianas empresas - mipymes, desempeñan un papel preponderante; su demanda es principalmente interna, aunque se presentan exportaciones en aumento. Las actividades del proceso productivo dentro de este sector ocasionan impactos al ambiente, por la generación de residuos sólidos de carácter ordinario y peligroso y emisiones atmosféricas representadas en partículas, y las generadas por pinturas y solventes, lo que afecta negativamente los componentes del ambiente (suelo, agua y aire) y la salud de los trabajadores. De esta forma, el conocimiento general de este sector en relación con su aspecto económico, empresarial y ambiental, permite generar bases

sólidas para desarrollar PML, como un apoyo para el mejoramiento del desempeño ambiental y empresarial de las unidades productivas que lo conforman. Se debe tener en cuenta que la inclusión de nuevas tecnologías, el cambio de materiales y la modificación de los procesos de producción, no son la única alternativa para mejorar el desempeño ambiental de una empresa. En muchas ocasiones, sólo falta implementar medidas (buenas prácticas) que, llevadas a cabo de forma continua y permanente, ahorran materias primas y energía, y minimizan la contaminación generada por las empresas. Para ello se han desarrollado disímiles métodos los cuales se exponen en el anexo 4.

1.7. Conclusiones parciales

1. La consulta bibliográfica nacional e internacional permitió analizar conceptos, objetivos y procedimientos relacionados a la aplicación de PML, sin embargo, se hace necesario perfeccionarlos, a consecuencia del constante movimiento del mercado, la escasez de los recursos naturales y la variabilidad económica brindándole un enfoque proactivo .
2. El desarrollo extensivo de la Gestión Ambiental es una meta alcanzable en Cuba, la cual facilita sustentabilidad a la industria y los servicios, constituyendo un factor clave en su desempeño.
3. Detectar las oportunidades de PML en la Industria Ligera, enmarca a las empresas en la competitividad y la sostenibilidad, propiciando la búsqueda de la productividad en armonía con la naturaleza.

Capítulo II

Capítulo II: Aplicación del procedimiento para detectar oportunidades de PML en la Fábrica Paneles de la Empresa de Muebles LÍDEX en Ciego de Ávila

Para dar solución al problema científico planteado y como respuesta a las conclusiones parciales arribadas en el Capítulo I, se definen como objetivo de este capítulo la aplicación de un procedimiento para detectar oportunidades de PML en la Fábrica Paneles perteneciente a la Empresa de Muebles LÍDEX de la provincia de Ciego de Ávila, a partir de las bases de una metodología específica.

2.1. Caracterización General de la Empresa Muebles LÍDEX

Antecedentes

La Empresa de Muebles LÍDEX “Camilo Cienfuegos” de Ciego de Ávila subordinada a la Unión de la Industria del Mueble del Ministerio de la Industria Ligera fue fundada en 1976, en aquel entonces conformada por dos talleres de producción, un taller de mantenimiento industrial y la Oficina Central. Posteriormente en el año 1982 se crea como Empresa de Muebles y Cepillos Industriales al agregársele el Establecimiento “Juan Antonio Márquez” hoy Empresa de Cepillos y Artículos Plásticos “CEPIL”. En 1986 se independiza quedando como Empresa Productora de Muebles Ciego de Ávila y teniendo como destino final de sus producciones el sector educacional. En la actualidad se ha perfeccionado su estructura y ha logrado avances tecnológicos que le han permitido lograr productos de alta calidad penetrando importantes nichos del mercado nacional, fundamentalmente las cadenas hoteleras y las tiendas de recaudación de divisas.

Misión

La Empresa Muebles LÍDEX “Camilo Cienfuegos” diseña, fabrica, repara y monta muebles de madera (natural y artificial), metal y tapizados, y oferta servicios de proyecto de decoración y suministros, de los más variados gustos, de alta calidad y a precios competitivos, sustentado en su seriedad, compromiso del deber y profesionalidad, con el propósito de satisfacer plenamente las exigencias, expectativas y necesidades de los clientes.

Visión

Ser líder en el mercado nacional por la reputación de la calidad de sus productos y conquistar segmentos importantes en el mercado exterior.

Objeto Social

Producir y/o ensamblar, montar, transportar y comercializar de forma mayorista muebles de todo tipo y afines, así como marcos, puertas, ventanas, parles, envases de madera y carpintería de madera general, colchones y almohadas de relleno de flopa y láminas de espuma en moneda nacional y divisa. Brindar servicios de reparación de muebles, remodelación, decoración de espacios, tapicería general, corte y conformación de elementos a partir de láminas metálicas, postventa y almacenamiento en moneda nacional y divisa. Comercializar de forma mayorista humidores y materias primas y materiales a entidades de la Unión de la Industria del Mueble.

Estructura Organizativa

La empresa cuenta con 4 áreas de dirección, 4 fábricas y 3 departamentos para desarrollar los procesos de producción y servicio entre los cuales se encuentran: Planificación de la producción y diseño, producción de muebles metálicos, producción de muebles de madera, producción de muebles de tablero, gestión de la comercialización, recepción y entrega del producto, gestión de capital humano, gestión contable financiera, gestión de las compras y los servicios y análisis y mejora. Para ello la estructura y la interrelación de sus procesos se encuentran delimitadas siguiendo los escalones de mando como se muestra en los anexo 5 y 6.

Recursos Humanos

La cantidad de trabajadores de cada unidad organizativa está en correspondencia con la carga de trabajo determinada por las funciones, tareas y contenidos de trabajo que deben ejecutar para lograr un uso racional y óptimo del tiempo y otros recursos. La calificación formal de los trabajadores está en correspondencia con la complejidad y responsabilidad de las tareas asignadas, parámetro que cumplen los trabajadores al poseer los conocimientos y habilidades requeridos, lo que les posibilita el buen desempeño de sus

actividades. Estos abarcan los grupos de escala salarial del grupo I al XVI. El estado de la plantilla actual por categoría ocupacional se muestra en el anexo 7.

Proveedores y clientes

Los principales proveedores catalogados por la empresa son:

- Comercializadora SEDIS
- Maprinter
- Acinox
- Almacenes Universales
- Secrisa. Sa
- Adypel
- Tejas infinitas

Los principales clientes catalogados por la empresa son:

- Tiendas Recaudadoras de Divisas
- Organismos Estatales
- Programas de la Batalla de Ideas
- Complejos Hoteleros

2.2. Aplicación del procedimiento de PML en la Fábrica Paneles

La implantación de una Metodología de PML en dicha fábrica se justifica por los altos niveles de generación de desechos sólidos en los procesos productivos (ver anexo 8) por datos estadísticos obtenidos del departamento de Dirección Técnica y Desarrollo, se conoce que la generación de residuos sólidos posee una tendencia al crecimiento. La Fábrica Paneles responsable en la producción de muebles de madera artificial es la más generadora de desechos sólidos, debido a las características específicas del proceso de producción. Se decidió implantar el Procedimiento de PML desarrollado por Espinosa, en el 2009, debido a que fue implementado en otras empresas del país obteniendo resultados favorables en materia ambiental y económica; reestructurando el mismo para su aplicación, adecuándolo a las características de la propia fábrica.

Para la aplicación de las fases de PML en la fábrica, es necesaria la participación de todos los actores y niveles de organización: director y subdirectores, jefes de departamentos y

trabajadores, donde cada factor es decisivo para la identificación, diseño y aplicación de acciones que lleven a la mejora continua a través de la PML.

En la siguiente figura se muestran las fases para la identificación e implementación de opciones de PML; estas se encuentran comprendidas dentro del esquema de mejoramiento continuo: Planear – Hacer – Verificar – Actuar.

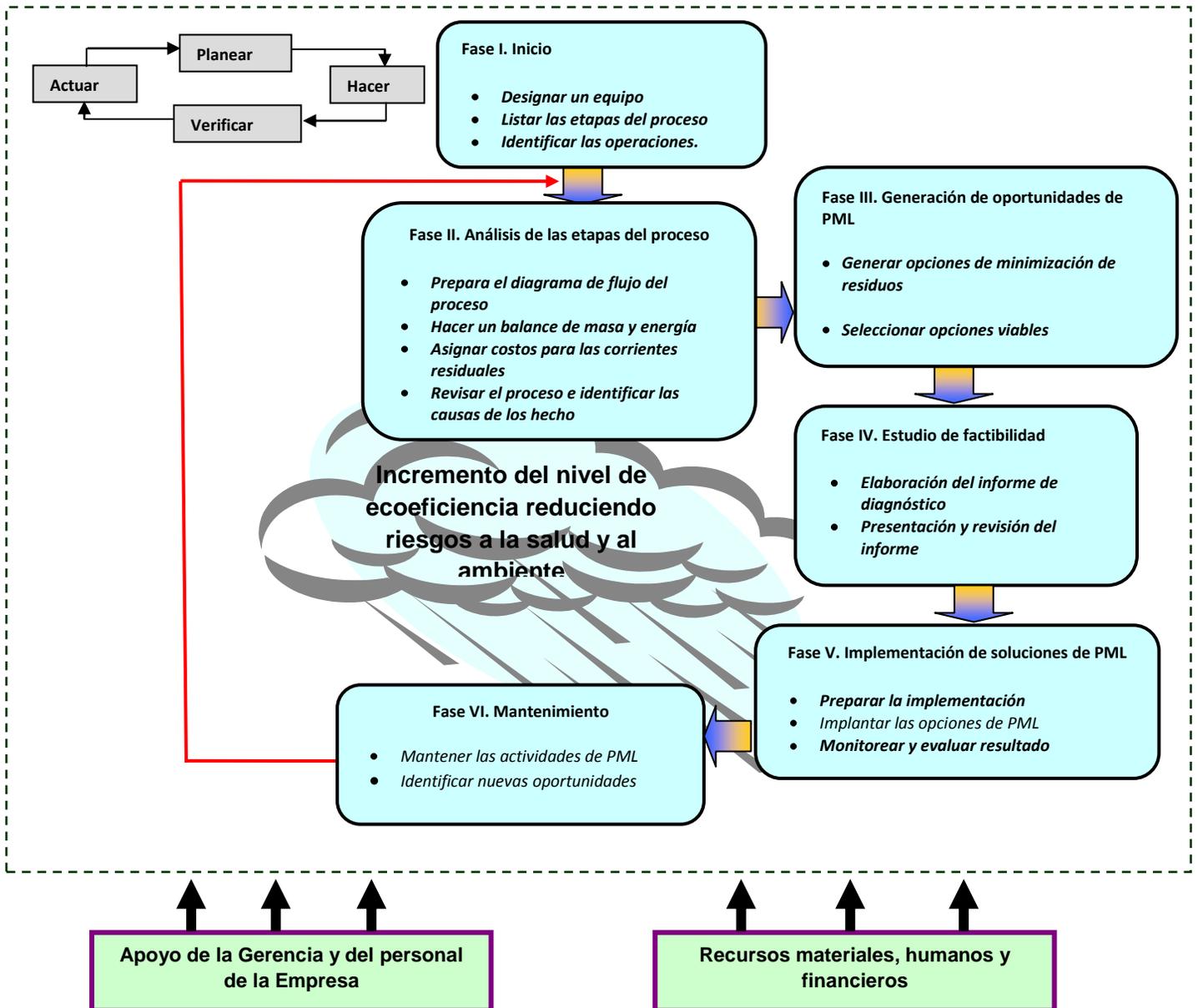


Figura 2.1. Etapas para la identificación e implementación de opciones de PML

(Fuente: Espinosa, 2009)

Para el desarrollo de las PML en la Fábrica Paneles, se deben seguir paso a paso las estrategias comprendidas en dicha fases, las cuales serán desarrolladas en la medida que sea posible. Las últimas fases, de la cuatro hasta la seis, no se pueden llevar a cabo por necesitar un plazo de tiempo mayor del que se dispone para este trabajo. A continuación se muestra el procedimiento por etapas:

2.2.1. Fase I. Inicio

Etapa 1. Designar un equipo

Como etapa inicial de este estudio se pasa a conformar el equipo de trabajo. Esta etapa es muy importante debido a que aporta valor a la investigación. Dichos trabajadores ofrecen su experiencia y conocimiento, además contribuye a la participación del personal en la toma de decisiones. Para la selección del equipo de trabajo se propone utilizar el método de expertos, esta técnica se puede observar en el Anexo 9, según lo planteado por Hurtado de Mendoza (2003). La aplicación detallada del procedimiento empleado se expone en el Anexo 10. El equipo de expertos con el cual se trabajará en esta investigación se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 2.1. Equipo de expertos designados para consultar en la investigación

Ocupación	Años de experiencia
Especialista general en procesos tecnológicos de la industria	16
Técnico en normalización	30
Director técnico y desarrollo	12
Especialista C en SST	6
Director R.R.H.H	30
Especialista C en ahorro y uso racional de energía	8
Especialista en abastecimiento técnico material	24
Director UEB Producción	6

Fuente: Elaboración propia

Una vez conformado el equipo de PML, se debe empezar con su organización, de manera que se asegure la comprensión del concepto de PML entre los miembros del equipo y de esta manera también el éxito del programa.

Etapas 2. Listar las etapas del proceso

Para seleccionar los procesos que será objeto de estudio, es necesaria la aplicación de herramientas como: la observación directa, la consulta de registros y documentos de la fábrica, y el trabajo consecuente con los expertos designados como guías para la realización de la investigación. Además, es necesario realizar un recorrido por sus instalaciones, reconociendo al mismo tiempo las áreas prioritarias.

El proceso de fabricación de muebles de madera artificial dentro de la Fábrica Paneles tiene características muy específicas, en la cual intervienen un conjunto de áreas que deben cumplir un grupo de especificaciones acordes a su diseño y función. Entre ellas se pueden citar:

- Área de aparato: donde se procesan las diferentes estructuras que componen los muebles de madera artificial; dígame operaciones de corte, barrenado y bordeado. En tal función intervienen las máquinas Seccionadora, Pantógrafo (2), Bordeadora (2) y Sierra Escuadradora.
- Área de acabado: donde se le imprime la terminación en pintura a los diversos tipos de muebles fabricados en la instalación. En tal función intervienen las máquinas Línea de Pintura Ultravioleta, Capilla Española (dotada de sistemas de extracción de aire) y Compresor (2).
- Área de ensamblaje: donde se procede a dar conformación a las diferentes estructuras semielaboradas para ensamblar el mueble y es embalado para garantizar su preservación. En tal función interviene la máquina Retractiladora.

En estas áreas se consumen diferentes materias primas y materiales como son: Tablero MDF, Tablero Melaminado, Tinte Concentrado, Alcohol de Caña, Fondo TA-693, Catalizador TX, Acabado PU, Diluyente PU-TZ, Lija Respaldo Papel, Rueda Satélite, Borde PVC, Pegamento termofusible, Resbalador c/puntilla, Tornillo, Cola Blanca, Tarugo, Papel Kraft, Cinta Adhesiva, Bobina Nylon y Película Retráctil. Además, se generan diferentes

residuos sólidos durante y al final de los procesos provocado por las propias características de los mismos. Estos fundamentalmente están catalogados en: madera artificial, papel y cartón para uso industrial, aserrín y virutas y desechos de lacas, pinturas y barnices.

Etapa 3. Identificar las operaciones generadoras de residuos

Paralelamente al desarrollo de la etapa anterior, se realiza una identificación de las operaciones o procedimientos que son generadores de residuos, las cuales pueden deberse a causas obvias de desviación.

En la Fábrica Paneles se procesan una gran variedad de productos en tipos y diseños. A fin de centrar el estudio y disminuir las desviaciones se analizará un conjunto de muebles representativos según sus características y la maquinaria empleada. Lo cual se representa en la tabla siguiente:

Tabla 2.2. Secuencia de maquinaria utilizada según tipo de mueble

Equipo/Mueble	Mesa de computación	Gavetero	Buró	Mesa Pupitre	Multimueble
Seccionadora	X	X	X	X	X
Pantógrafo	X	X	X	X	X
Sierra Escuadradora		X			
Bordeadora	X	X	X	X	
Retractiladora	X	X			
Línea de Pintura Ultravioleta					X
Capilla Española					X

Fuente: Elaboración propia

Cada una de las máquinas empleadas en los procesos de fabricación de los distintos muebles realiza una función determinada generando diferentes desechos sólidos. Lo cual se expone en la tabla siguiente:

Tabla 2.3. Generación de tipo de residuo según maquinaria

Máquina	Función	Tipo de desecho
Seccionadora	Aserrado de la madera artificial a las medidas especificadas	Recortería de madera artificial
Pantógrafo	Barrenado de componentes	Aserrín y virutas
Sierra Escuadradora	Ranurado de componentes	Aserrín y virutas
Bordeadora	Colocación de cinta PVC	Recortería de cinta PVC (madera artificial)
Línea de Pintura Ultravioleta	Pintar el mueble para proporcionar acabado	Lacas, pinturas y barnices
Capilla Española	Pintar bordes del mueble para proporcionar acabado	Lacas, pinturas y barnices
Retractiladora	Embalaje de muebles terminados	Papel y cartón para uso industrial

Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Fase II. Análisis de las etapas del proceso

En esta etapa se realiza una descripción de los procesos que serán analizados en la investigación, a partir de la información obtenida por medio de la observación directa, la entrevista a trabajadores de los distintos procesos y la consulta de documentos de cada área de la fábrica objeto de estudio. Esta búsqueda se realiza con el fin de relacionar los procedimientos operativos y los flujos de materiales, tales como: insumos, tipo y cantidad de desechos, entre otros elementos que aportan valor al estudio.

Como fruto de este análisis, se diseñan los diagramas de flujo de los procesos que permiten identificar las etapas de los mismos, interrelacionándolas de manera secuencial.

Etapa 1. Preparar el diagrama de flujo del proceso

Cada uno de los muebles analizados constituye un proceso productivo diferente, en cual intervienen las maquinarias ya citadas de manera indistinta, o sea, según las exigencias de fabricación. Cada una de las etapas de dichos procesos productivos con sus entradas y salidas se muestra en los anexos del 11 al 15.

Etapa 2. Realizar un balance de masa y energía (BME)

El ecobalance es un método estructurado para reportar los flujos hacia el interior y el exterior de: recursos, materias primas, energía, productos, subproductos y desechos que incurrir en un proceso, y tiene como finalidad, cuantificar y detectar las áreas donde hay alguna situación anómala.

A partir de la elaboración de los diagramas de flujo se pudo desarrollar el balance de masa y energía, el cual permite analizar las entradas y salidas del proceso detalladamente. Luego debe cuantificarse, de forma exacta, las entradas y las salidas así como, de ser posible, los costos asociados a éstas. Dependiendo de la complejidad de los procesos se investigará la generación de desechos y su repercusión directa en el medio ambiente.

Es importante presentar gráficamente la información obtenida a través del análisis de los flujos de materiales, de tal manera que se puedan interpretar rápida y fácilmente. A continuación en la figura 2.2 se muestra el balance de masa y energía de los procesos donde se muestran las entradas y salidas.



Figura 2.2. Balance de masa y energía. (Fuente: Elaboración propia)

Una vez obtenido el balance de masa y energía de los procesos unitarios prioritarios, este debe ser utilizado como la herramienta básica para identificar las causas de la generación de desechos o los factores responsables de las ineficiencias en estos procesos. Con esta base, puede determinarse qué variables hay que cambiar y/o modificar para lograr una adecuada actividad productiva.

El análisis detallado de las entradas y salidas permitió obtener un conocimiento preciso de los procesos, y así, identificar con facilidad las posibilidades de optimización, uso más eficiente de materias primas y medidas de reducción del impacto ambiental. Esto deriva en el aumento de la productividad.

Etapa 3. Asignar costos a las corrientes residuales

En la siguiente tabla se resumen los principales costos internos relacionados a cada uno de los materiales empleados en los procesos derivados de la fabricación de muebles de madera artificial.

Tabla 2.4. Costos asociados a la pérdida y tratamiento de residuos

Insumo	Valor del insumo	Costo de pérdida	Costo de recuperación
Tablero MDF	490.70 CUC/m ³	9.32 CUC/m ³	86.85 CUC/m ³
Tablero Melaminado	616.28 CUC/m ³	11.70 CUC/m ³	109.08 CUC/m ³
Tinte Concentrado	26.60 CUC/Ltr	0.27 CUC/Ltr	No puede ser recuperado
Alcohol de Caña	0.37 CUC/Ltr	0.03 CUC/Ltr	No puede ser recuperado
Fondo TA-693	3.27 CUC/Ltr	0.03 CUC/Ltr	No puede ser recuperado

Catalizador TX	5.87 CUC/Ltr	0.06 CUC/Ltr	No puede ser recuperado
Acabado PU	4.93 CUC/Ltr	0.05 CUC/Ltr	No puede ser recuperado
Diluyente PU-TZ	2.70 CUC/Ltr	0.03 CUC/Ltr	No puede ser recuperado
Lija Respaldo Papel	1.80 CUC/Pliego	No emite desecho	No puede ser recuperado
Rueda Satélite	0.4 CUC/U	No emite desecho	No puede ser recuperado
Borde PVC	0.25 CUC/m	No emite desecho	No puede ser recuperado
Pegamento termofusible	4.25 CUC/Kg	0.04 CUC/Kg	No puede ser recuperado
Resbalador c/puntilla	0.02 CUC/U	No emite desecho	No puede ser recuperado
Tornillo	0.02 CUC/U	No emite desecho	No puede ser recuperado
Cola Blanca	1.84 CUC/Kg	0.02 CUC/Kg	No puede ser recuperado
Tarugo	0.02 CUC/U	No emite desecho	No puede ser recuperado
Papel Kraft	803.40 CUC/T	289.22 CUC/T	2.41 CUC/T
Cinta Adhesiva	4.56 CUC/Rollo	1.64 CUC/Rollo	0.14 CUC/Rollo

Bobina Nylon	13.85 CUC/Rollo	4.98 CUC/Rollo	0.42 CUC/Rollo
Película Retráctil	131.6 CUC/Rollo	47.4 CUC/Rollo	3.95 CUC/Rollo

Fuente: Elaboración propia

Etapa 4. Revisar el proceso e identificar el origen de los desechos

Las etapas necesarias para realizar un diagnóstico de residuos sólidos se basará en un análisis detallado de los consumos por actividades en cada uno de los procesos que intervienen en la fabricación de muebles de madera artificial en la Fábrica Paneles. En la secuencia de tablas siguiente se representa las normas de consumo material y la pérdida de materiales por proceso.

Tabla 2.5. Normas de consumo material por proceso

Producto	Cantidad (unidades)	Norma de consumo según tipo de desecho		
		Madera artificial	Lacas, pinturas y barnices	Papel y cartón
Mesa de computación	849	0.037m ³ /u	0.11 Ltr/u	0.08 m ² /u
Gavetero	1141	0.044 m ³ /u	0.15 Ltr/u	0.07 m ² /u
Buró	1980	0.048 m ³ /u	0.22 Ltr/u	0.1 m ² /u
Multimueble	203	0.026 m ³ /u	1.33 Ltr/u	0.25 m ² /u
Mesa Pupitre	1311	0.014 m ³ /u	0.05 Ltr/u	0.01 m ² /u

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.6. Cantidades de desechos sólidos generados por proceso

Producto	% de generación según tipo de desecho				Cantidad de desecho generado			
	Madera artificial	Aserrín y virutas	Lacas, pinturas y barnices	Papel y cartón	Madera artificial	Aserrín y virutas	Lacas, pinturas y barnices	Papel y cartón
Mesa de computación	11	3	2.7	2	3.46 m ³	0.94m ³	2.52 Kg	0.62m ²
Gavetero	22	3	2.7	2	11.04m ³	1.5m ³	4.62 Kg	1.6m ²
Buró	32	3	2.7	2	30.41m ³	2.85m ³	11.76Kg	3.96m ²
Multimueble	13	3	2.7	2	0.68m ³	0.16m ³	7.29 Kg	1.02m ²
Mesa Pupitre	14	3	2.7	2	2.56m ³	0.55m ³	1.77 Kg	0.26m ²

Fuente: Elaboración propia

Como se pudo apreciar la generación de residuos de madera artificial es el que más volumen de desechos genera dentro de los procesos productivos en la Fábrica Paneles. Para lograr reflejar de manera más explícita esta situación se representa la siguiente figura:

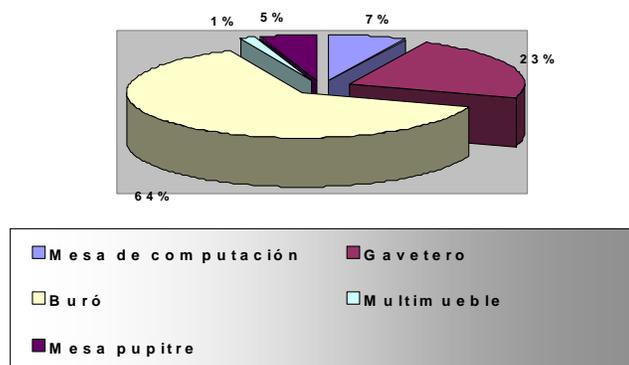


Figura 2.3. Por ciento de pérdidas de madera artificial por producto

(Fuente: Elaboración propia)

A raíz de este análisis se hace evidente que el proceso de fabricación del buró es el responsable de la mayor carga contaminante. Sobre dicho proceso intervienen diferentes equipamientos con capacidades generadoras específicas de acuerdo a la función que realizan, aspecto que se logra reflejar en la siguiente figura:

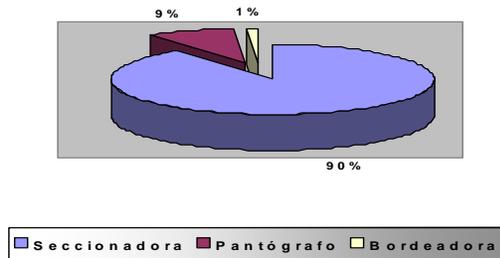


Figura 2.4. Porcentaje de generación de residuos sólidos por equipo en el proceso de fabricación del buró. (Fuente: Elaboración propia)

De una forma más detallada se puede apreciar que en el proceso de fabricación del buró el equipo que genera más desecho sólido es la Seccionadora. Es necesario destacar que en dicho proceso la reducción en el origen o la prevención de la generación es muy escasa, debido a que no existe un seguimiento frecuente de la cantidad real que se desperdicia en el proceso objeto de estudio. Existen deficientes mecanismos de gestión de venta de desechos establecidos por instancias superiores, a nivel de gobierno, que impiden la venta a la Empresa de Recuperación de Materias Primas de algunos desechos como papel y cartón. Además impiden la venta a cuentapropistas de recorterías, aserrín y virutas, siendo enviados estos al vertedero municipal para ser incinerados. Afectando una potencial fuente de ingresos a la empresa a través del reciclaje de desechos y su venta posterior. Es de señalar que algunos de estos desechos, principalmente sobrantes de madera artificial, se reutilizan dentro del proceso en la elaboración de otros muebles con menores dimensiones.

A fin de obtener una relación más detallada de las principales causas que dan origen a la generación de dichos volúmenes de desechos sólidos, se aplicó de manera aleatoria a los trabajadores de la Fábrica Paneles la lista de chequeo que se muestra a continuación. En la cual además se refleja un resumen de las respuestas de los encuestados y su consecuente nivel de impacto.

Tabla 2.7. Lista de chequeo de residuos sólidos

RESIDUOS SÓLIDOS	SI	NO	% de respuesta negativa
¿Se conoce la cantidad y composición de los residuos generados por los procesos de producción?	24	6	20
¿Se monitorean los tipos y cantidades de residuos generados?	8	22	73
¿Se conoce los costos mensuales por la disposición de los residuos generados?	5	25	83
¿Existen programas para minimizar, reducir y reciclar los residuos?	16	14	45
¿Se cuenta con la cantidad suficiente de recipientes para los residuos?	12	18	60
¿Se le informa a los trabajadores del programa de reducción de residuos?	6	24	80
¿Se estimula a los trabajadores a efectuar sugerencias al programa?	2	28	93
¿Se han identificado posibles oportunidades de reducción de los residuos?	7	23	77
¿Se cuenta con un programa de separación de residuos?	14	16	53
¿Los recipientes están señalados según el tipo de residuo?	12	18	60
¿Se hace una separación de papel, plástico y vidrio para luego reciclarlos?	16	14	47
¿Se separan los residuos líquidos de los sólidos?	30	0	0
¿Se tiene predilección por productos que vengan en material reciclado?	8	22	73
¿Se devuelven los empaques al proveedor para utilizarlos nuevamente?	0	30	100
¿Se le ha sugerido a los proveedores que investiguen nuevas alternativas de productos que sean menos contaminantes?	0	30	100

¿Se tienen registros de todas las materias primas usadas?	27	3	10
¿Se hace una clasificación de los residuos en el proceso de producción?	17	13	43
¿Se evitan productos no amigables con el medio ambiente: aerosoles con CFC, pinturas a base de aceite, etc.?	3	27	90

A partir del análisis realizado anteriormente se reveló que el 62% de los encuestados coinciden con la existencia de un gran número de deficiencias dentro del proceso de fabricación de muebles de madera artificial, en la Fábrica Paneles, relacionadas al aspecto organizativo y de gestión de tratamiento a residuales sólidos generados. De dicha manera se plasmaron entre los problemas más frecuentes y de mayor impacto los siguientes:

- No existe un seguimiento frecuente de los distintos residuos sólidos generados en los procesos productivos ni de las cantidades que se derivan de estos.
- No se trabaja con los costos asociados por concepto de generación de desechos y su impacto en el ahorro para obtener mayores ganancias.
- Escasez de contenedores para el almacenamiento de residuos sólidos generados.
- No existe una frecuente divulgación y comunicación con los trabajadores de planes asociados a la reducción de residuos.
- No existe participación activa de los trabajadores ni se tienen en cuenta sus ideas en la elaboración de planes de reducción de residuos.
- Existen pocas acciones encaminadas a detectar oportunidades relacionadas a la minimización de residuos.
- Aunque los residuos se encuentran separados por áreas de trabajo no se cuenta como tal con un programa para su clasificación por grupos.
- No existen recipientes señalados para la acumulación de residuos específicos.
- La empresa compra los productos según su existencia en el mercado sin consideraciones ambientales de reciclaje.
- No existen devoluciones del material de embalaje de las materias primas y materiales empleados hacia los proveedores para una posible reutilización.

- No existen orientaciones dadas por la empresa a sus proveedores para la investigación de mercado relacionada a la adquisición de otros productos menos contaminantes.
- Se trabaja con los productos existentes en el mercado, algunos de ellos como las pinturas empleadas en el área de acabado de la fábrica, catalogados de desechos sólidos peligrosos y altamente contaminantes.

2.3. Conclusiones parciales

1. El diagnóstico del estado actual del proceso de fabricación de muebles de madera artificial, permitió interiorizar y entender los diferentes procesos que lo componen; así como realizar un análisis minucioso de sus principales áreas de trabajo y el equipamiento utilizado.
2. La aplicación del ecobalance permitió analizar las entradas y salidas del proceso, así como la repercusión directa que tienen la generación de desechos sólidos para el medio ambiente.
3. Quedaron definidas las principales deficiencias del proceso y su impacto en cuanto a la generación de desechos sólidos a partir de la aplicación correspondiente de la lista de chequeo a sus trabajadores.

Capítulo III

Capítulo III: Propuesta de opciones de Producciones Más Limpias en la Fábrica Paneles de la Empresa de Muebles LÍDEX en Ciego de Ávila.

Para dar pasó a este capítulo y como respuesta a las conclusiones parciales del anterior, se tomó en cuenta la fase III del Procedimiento de Producciones Más Limpias a aplicar en la Fábrica Paneles, teniendo en cuenta varias herramientas que se describirán en los epígrafes siguientes.

3.1. Fase III. Generación de oportunidades de PML

Etapa 1. Generar opciones de minimización de residuos

A partir de la aplicación y estudio de los resultados obtenidos de la lista de chequeo a los trabajadores de la Fábrica Paneles se pudo hacer constar de una serie de deficiencias en cuanto al control en la generación de residuos sólidos. De las cuales se derivan las siguientes opciones enfocadas fundamentalmente a las buenas prácticas de operación, a la reutilización y el reciclaje en el sitio, la asignación de responsables y en menor medida al cambio de materias primas a fin de lograr una reducción de estos.

1) Minimización de residuos sólidos

El problema ocasionado por los residuos sólidos se soluciona en gran medida con la implementación de un programa integral de manejo de residuos sólidos, pero antes de pensar en su implementación y desarrollo se debe:

REDUCIR los residuos en la fuente, analizando los productos que son innecesarios en el consumo, los cuales generan contaminación y no son reciclables. (A)

REUTILIZAR los residuos que pueden servir de nuevo (B).

De esta manera, los integrantes del equipo de trabajo designados para auxiliar la investigación en la Fábrica Paneles deben examinar su propia corriente de residuos y reunir ideas para obtener su reducción.

Al observar la corriente de residuos, cada integrante se preguntará si existen productos que se puedan reutilizar una y otra vez, así como que sean reparables, recargables o de una mayor vida útil. A partir de estos análisis se puede determinar qué medidas o cambios se deben implementar.

Una vez se ha implementado alguna(s) de las medidas relacionadas con **REDUCIR** y **REUTILIZAR**, se puede comenzar con el programa de manejo de residuos sólidos, para lo cual es necesario poseer una conciencia ambiental, la cual busque un equilibrio entre los recursos naturales y el hombre que los explota para su bienestar. Además se requiere tener un compromiso y apoyo de la alta gerencia, al igual que de los empleados de la fábrica. También se debe contar con una conciencia colectiva tanto de reutilización de los residuos como de la adecuada disposición de los mismos.

2) Determinación de los responsables y sus obligaciones (C)

Son numerosos los factores que intervienen en el manejo de los residuos sólidos en la Fábrica Paneles. Por ello, las responsabilidades deben estar claramente determinadas con el fin de que el manejo sea seguro y no ponga en riesgo a los trabajadores.

La organización de las actividades, la tecnología utilizada y la capacitación del personal, determinan también la cantidad y calidad de los residuos que generará la fábrica objeto de estudio.

El Jefe de Fábrica es quien tiene la máxima responsabilidad en el manejo interno de los residuos sólidos generados en su planta, luego existen diferentes niveles de responsabilidad que recaen en distintas personas, así como:

- a) El departamento de Seguridad y Salud es la máxima instancia que aprueba las actividades que conformarán el plan anual de higiene y seguridad y es también el principal responsable del manejo interno de los residuos sólidos.
- b) El personal técnico especializado que conducen el proceso productivo, es responsables de la generación, segregación o separación, acondicionamiento o tratamiento y almacenamiento de los residuos sólidos mientras éstos permanezcan dentro de la fábrica.
- c) El jefe del servicio de limpieza es responsable de la recolección de los residuos sólidos y su traslado al punto de almacenamiento externo, tratamiento o estación de reciclaje, según sea el caso.
- d) El especialista en Gestión y Desarrollo es responsable de almacenar los residuos en el exterior de la fábrica para proceder a su tratamiento, comercialización y entrega al servicio de recolección externa, según corresponda.

Lo anterior puede adaptarse de acuerdo al tamaño, características y complejidad de la instalación. Lo importante es que se cuente con una unidad responsable que asuma la organización y ejecución del manejo interno de los residuos en coordinación con otros comités.

3) Buenas prácticas operativas

- a) Establecer un control constante, al menos mensual, del material residual que se va generando del proceso productivo. (D)
- b) Establecer mecanismos de inserción de costos por concepto de material residual en las órdenes de producción para hacerlo constar en los planes productivos. (E)
- c) Establecer el control de costos considerando el presupuesto estipulado y posteriormente diseñar estrategias para disminuir costos relacionados a la actividad de reducción de residuos así como conocer el requerimiento unitario de materias primas, mano de obra, energía y controlar el costo producto/servicio por equipo utilizado. (F)
- d) Motivar a los empleados para que se involucren en actividades de reducción de desechos. (G)
- e) Establecer incentivos (no necesariamente económicos) para la reducción de desechos y promover en el personal la importancia de aportar ideas y sugerencias para la mejora de los programas de minimización de desechos sólidos. (H)
- f) Crear conciencia a los trabajadores y clientes para el cuidado del medio ambiente. (I)
- g) Establecer jornadas de información y capacitación, ya que del personal involucrado con el manejo de los residuos y demás personas que tengan que ver con la institución depende el éxito del mismo. (J)
- h) Establecer mecanismos para la venta a terceros de todos los desechos generados por la fábrica. (K)
- i) Almacenar los desechos generados en la fuente y emplear para ello contenedores diferentes debidamente identificados. (L)

- j) En función del reciclaje interno/externo se debe clasificar los residuos según su composición, así como destinar lugares dentro de la fábrica para los diferentes tipos de residuos facilitando su recolección. (M)

4) Sustitución de insumos

- a) Exigir que los empaques, cuando sea posible, sean de materiales reciclables, evitando que los productos vengan embalados con elementos de conservación como nylon. (N)
- b) Eliminar gradualmente el uso de sustancias peligrosas donde sea factible y en su lugar emplear las materias primas que den lugar a pocos residuos, que sean aprovechables por la empresa y si no lo son, que su eliminación o disposición resulte sencilla. (Ñ)

Con la elaboración de la propuesta de medidas correctivas que generen oportunidades para la reducción de desechos y recursos naturales en el proceso de fabricación de muebles de madera artificial, de ser aplicadas estas de forma correcta se posibilitará la conservación de estos recursos, indispensables para el buen desempeño de la organización. Su utilización de forma racional, aportará beneficios para la economía y esto dará lugar a la sostenibilidad de las producciones realizadas en la instalación.

Etapas 2. Seleccionar opciones viables.

En general, la evaluación de opciones de PML para optimizar la eco-eficiencia de la fábrica objeto de estudio se basa en 8 principios básicos:

- Mejor control del proceso para mantener condiciones controladas.
- Buen mantenimiento.
- Sustitución de las entradas.
- Rehúso/recuperación en el momento oportuno.
- Modificación de los equipos.
- Cambio de tecnología.
- Cambios en el servicio.

Contando con la lista de opciones generada con anterioridad, se deben analizar con mayor detenimiento las opciones y luego eliminar aquellas que no sean factibles. Además, se debe lograr que:

- Las medidas se organicen por actividad operativa.
- Se evalúen las interferencias mutuas que sean obvias.
- Se implementen las medidas que sean posibles.

Para ello se procedió a la evaluación exhaustiva de estas medidas empleando al equipo de expertos designado en la **Fase I** del procedimiento. A fin de garantizar un mejor resultado se hizo uso de los siguientes criterios de selección:

- Efecto Ecológico.
- Efecto Económico.
- Factibilidad Técnica.
- Esfuerzo Organizacional.
- Costo de Implementación.

En general, los indicadores, escalas y la ponderación de los factores para cada categoría pueden ser determinados de forma individual por la propia fábrica.

Para ello se muestra en la siguiente tabla, como un ejemplo, la evaluación de opciones simplificadas sin ponderación (Tabla de Evaluación de Expertos).

Tabla 3.1. Ejemplo de representación del Método de Expertos

Criterios a evaluar	Opciones de PML														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ
Efecto ecológico	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3
Efecto económico	3	3	1	2	2	3	1	1	2	2	3	2	2	1	1
Factibilidad técnica	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Esfuerzo organizacional	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1
Costo de implementación	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1
Total	11	10	7	7	7	7	7	7	7	7	8	9	8	7	7
Prioridad	1	2	8	9	12	13	10	11	6	7	5	3	4	14	15

(Fuente: Elaboración propia)

En la tabla anterior se registró un orden de prioridad, encabezado por la repercusión de reducir y reutilizar recursos y culminando por la eliminación gradual de productos nocivos y peligrosos empleados en los procesos, en aras de familiarizarlos con la investigación y que de esta forma colaboren con los resultados de la futura implementación.

Los 5 criterios se evaluaron en una escala de 1 a 3. Su nivel de importancia relativa se enuncia a continuación:

- Potencial Ecológico (1 = Ahorros bajos en materiales y/o baja reducción de residuos/emisiones; 3 = Alto potencial de ahorro en materiales y/o reducción de grandes cantidades de residuos/emisiones).
- Beneficio Económico (1 = Bajo potencial de ahorro; 3 = Alto potencial de ahorro).
- Nivel Técnico de Intervención (1 = No hay cambios; 3 = Cambios en el proceso/equipo).
- Nivel Organizacional de Intervención (1 = No hay cambios; 3 = Cambio en el flujo del proceso).
- Costo de Implementación (1 = No hay costo; 3 = Alto costo).

Tanto los criterios, que se encuentran en primera columna de la tabla, como las medidas, que se encuentran verticalmente en la misma, se cruzan para dar un criterio de apreciación por medio de números, dando al traste un orden de prioridades según las sumatorias resultantes.

Para la selección de los mismos, se tuvo en cuenta el conocimiento y la experiencia de cada uno de los expertos. Después de realizado el estudio y obtenido los datos se agruparon las prioridades asignadas, para posteriormente comprobar su validación por medio de la prueba de hipótesis para el análisis de la concordancia entre el juicio de los expertos (Kendall). Para ello se hizo uso del software SPSS, procedimiento que se expone a continuación:

Tabla 3.2. Prioridades asignadas por los expertos

Criterio/Expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ Prioridades	Orden final
A	1	2	2	1	3	1	1	2	13	1
B	2	3	1	3	2	2	1	2	16	2
C	8	10	8	9	8	10	9	8	70	8

D	9	11	10	10	9	9	10	11	79	10
E	12	12	11	12	11	12	12	9	91	11
F	13	13	12	11	12	11	13	12	97	13
G	10	8	9	8	10	8	8	13	74	9
H	11	9	13	13	13	13	11	10	93	12
I	6	7	5	7	6	6	7	7	51	7
J	7	6	7	5	7	5	6	6	49	6
K	5	4	4	4	6	7	5	5	40	5
L	3	1	3	2	1	3	3	3	19	3
M	4	5	6	6	5	4	4	4	38	4
N	14	14	15	14	14	14	15	14	114	14
N̄	15	15	14	15	15	15	14	15	118	15

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 3.3. Salida del software SPSS

Test Statistics			
N		8,000	
Kendall's W^a		,950	
Chi-Square		98,814	
df		13,000	
Asymp. Sig.		,000	
Monte Carlo Sig.	Sig.	,000 ^b	
	95% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
a. Kendall's Coefficient of Concordance			
b. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.			

Empleando la prueba de hipótesis:

H₀: No existe concordancia en el juicio de los expertos

H₁: Si existe concordancia en el juicio de los expertos

Como $k > 7$ se utilizó el estadígrafo X^2

$$X^2 = M * (K - 1) * W$$

RC: X^2 calculado $>$ X^2 tabulado

Para $K = 15$, $\alpha = 0.05$, $X^2_{\alpha; K-1} = 23.685$

$$X^2 = 8 * (15 - 1) * 0.95 = 106.4$$

$106.4 > 23.685$ se rechaza H_0 , el juicio de los expertos es consistente, hay concordancia en el juicio que emiten respecto al nivel de importancia de las propuestas de soluciones analizadas.

Después de comprobada la concordancia de los expertos se ordenaron las siete alternativas más importantes, el orden de las mismas se realiza de acuerdo a la importancia dada por parte de los expertos de mayor a menor, las cuales se enuncian seguidamente con su correspondiente plan de acciones:

1. Reducir los residuos en la fuente.

- Realizar un mayor aprovechamiento de los materiales empleados en los procesos de fabricación de muebles, fundamentalmente de los tableros de madera artificial. (A)
- Potenciar el uso de estos según las medidas de las piezas a cortar, fundamentalmente en la Seccionadora, a través del empleo de programas de optimización. (B)
- Adecuar los tamaños del material de embalaje de acuerdo a las dimensiones del mueble, en lugar de emplear estándares. (C)

- Preparar las cantidades de pintura adecuada según el lote a producir para eliminar sobrantes en el proceso, ya que estas poseen un período corto de utilización. (D)
 - Potenciar el empleo de los operarios más capacitados en el equipo más generador de desechos sólidos en el proceso (Seccionadora) siendo asesorados estos de manera constante por el personal del departamento de Gestión y Desarrollo. (E)
 - Establecer controles estrictos de calidad para eliminar los desperdicios por reproceso y productos defectuosos. (F)
2. Reutilizar los residuos que pueden servir de nuevo.
- Almacenar toda la recortería y sobrante del proceso que pueda ser empleada en la fabricación de muebles y productos semielaborados. (G)
 - Emplear los sobrantes de pintura en las producciones de otros talleres de la propia empresa. (H)
3. Almacenar los desechos generados en la fuente y emplear para ello contenedores diferentes debidamente identificados.
- Realizar la compra o construcción de cestos, cubetas u otros medios de almacenaje para ser dispuestos en las distintas áreas de trabajo, así como en las áreas destinadas para la acumulación de desechos. (I)
 - Clasificar estos según el tipo de material residual generado (papel, cartón, barnices, aserrín, etc.), atendiendo a las propiedades físicas y químicas de los mismos. (J)
4. En función del reciclaje interno/externo se debe clasificar los residuos según su composición, así como destinar lugares dentro de la fábrica para los diferentes tipos de residuos facilitando su recolección.
- Crear un sector determinado dentro de la fábrica, con las condiciones necesarias, cercano al área de recepción y despacho que permita almacenar los residuos; evitando acumulaciones de estos en el proceso que provoquen obstrucciones en el flujo. (K)
 - Definir en grupos los residuos generados por cada área de trabajo atendiendo a las características de las materias primas a fin de facilitar su reciclaje. Dígase madera artificial, aserrín y virutas, lacas, pinturas y barnices o papel y cartón. (L)

5. Establecer mecanismos para la venta a terceros de todos los desechos generados por la fábrica.
 - Facilitar las vías a través del MINIL mediante decretos o regulaciones que permitan a la empresa vender recortería de madera artificial a artesanos y carpinteros; el aserrín y las virutas a otras organizaciones que empleen madera como material combustible para hornos y el papel y cartón a la empresa de recuperación de materias primas. (M)

6. Establecer jornadas de información y capacitación, ya que del personal involucrado con el manejo de los residuos y demás personas que tengan que ver con la institución depende el éxito del mismo.
 - Desarrollar a través del departamento de Gestión y Desarrollo un curso de capacitación fundamentalmente para el personal designado a realizar labores de manejo y tratamiento de residuos. Para posteriormente hacerlo extensivo a los demás trabajadores de la fábrica. (N)
 - Solicitar a empresas especializadas en la aplicación de esta tecnología los servicios de orientación e investigación sobre TL, a través de conferencias, estudios y seminarios, para conocer los beneficios, aportes y ventajas que brinda a la empresa objeto estudio, y en caso de aceptación implementar este tipo de opciones, habilitando al personal requerido y llegar al logro del objetivo trazado. (Ñ)

7. Crear conciencia a los trabajadores y clientes para el cuidado del medio ambiente.
 - Realizar intervenciones en los matutinos, reuniones de afiliados y discusiones del plan de negocio sobre temas relacionados al manejo de residuos y su importancia para el medio ambiente y la economía, a fin de vincularlos a los planes de acción que se ejecuten sobre el tema. (O)
 - Realizar la distribución de folletos, afiches u otros medios de información visual que divulguen la aplicación de medidas y los avances alcanzables con la aplicación de las diferentes opciones de PML. (P)

Algunas de estas acciones necesitan de la intervención de especialista para su implementación, como los responsables de áreas y/o personal del departamento de Gestión y Desarrollo, que permitirán realizar variaciones con el fin de disminuir y optimizar.

Todas estas acciones van acompañadas de un responsable, una fecha de cumplimiento y los recursos necesarios, además controladas por la dirección de la fábrica y la empresa en general. Un resumen de estas variables se expone en la tabla siguiente:

Tabla 3.4. Parámetros de ejecución del plan de acciones

Acción	Responsable	Fecha de ejecución	Recursos necesarios
A	Director de producción	Permanente	RR.HH y Financiero
B	Director de producción	Permanente	RR.HH y Financiero
C	Jefe Brigada Ensamble y Embalaje	2do semestre	RR.HH
D	Jefe Brigada de Pintura	2do semestre	RR.HH
E	Director RR.HH y Director de Producción	2do semestre	RR.HH
F	Director de Producción	2do semestre	RR.HH
G	Director de Producción, Director Contable Financiero y Director de Almacenes	Permanente	RR.HH, Financiero, Transporte y Capacidad de almacenamiento
H	Jefe Brigada de Pintura	2do semestre	RR.HH
I	Jefe de Servicio	2do semestre	Financiero
J	Director de Producción y Jefe de Servicio	2do semestre	RR.HH
K	Jefe de Fábrica	2do semestre	RR.HH
L	Jefe de Fábrica	2do semestre	RR.HH

M	Director General	2do semestre	RR.HH
N	Director Técnico	2do semestre	RR.HH y Financiero
N	Director Técnico	2do semestre	RR.HH y Financiero
O	Director Técnico	2do semestre	RR.HH y Financiero
P	Director Técnico	2do semestre	RR.HH y Financiero

(Fuente: Elaboración propia)

Algunas medidas de ahorro de residuos sólidos requieren, altos costo de inversión, pero también representan grandes ahorros económicos. Por esta razón, es necesario realizar un plan de inversión ya que generalmente no es posible efectuar todas las inversiones al mismo tiempo.

Es recomendable aplicar la lista de chequeo de residuos sólidos para comprobar el conocimiento y cultura de los trabajadores cada 3 meses aproximadamente.

3.2. Conclusiones parciales

1. A raíz del diagnóstico del estado actual del proceso de fabricación de muebles de madera artificial, realizado en el Capítulo II, se pudo proyectar opciones de PML que contribuyen a atenuar la principal deficiencias asociadas al proceso que es: la gran cantidad de desechos sólido que se genera.
2. La aplicación y validación del método de experto relacionado a la organización jerárquica de las opciones de PML proyectadas permitió determinar las más factibles a aplicar en la fábrica y la elaboración de un plan de acciones más concreto a fin de garantizar una mejor implementación.

Conclusiones

Conclusiones generales

1. La consulta bibliográfica nacional e internacional permitió analizar conceptos, objetivos y procedimientos relacionados a la aplicación de PML, brindando la información necesaria para determinar que metodología resulta más adecuada, sin embargo, se hace necesario perfeccionarlos, a consecuencia del constante movimiento del mercado, la escasez de los recursos naturales y la variabilidad económica brindándole un enfoque proactivo .
2. La detección de oportunidades de PML en instalaciones de la Industria Ligera, se enmarca en la competitividad, la oportunidad económica, el control legislativo estricto y el desarrollo sostenible, para detectar opciones en la organización que contribuyan al crecimiento de la productividad pero aparejado con la conservación ambiental.
3. El procedimiento empleado para detectar oportunidades de PML, provee a la instalación de una herramienta dinámica y de simple aplicación, contribuyendo a la sostenibilidad de las producciones que allí se realizan, garantizando un mejor cuidado del medio ambiente.
4. El diagnóstico del estado actual del proceso de fabricación de muebles de madera artificial, permitió determinar como la principal deficiencia asociada al proceso la gran cantidad de desechos sólidos que se generan.
5. La aplicación del ecobalance permitió analizar las entradas y salidas del proceso, así como la repercusión directa que tienen la generación de desechos sólidos para el medio ambiente.
6. La aplicación de las principales opciones seleccionadas y la ejecución del plan de acciones correspondientes a cada una de ellas permitirá a la Fábrica Paneles atenuar los grandes volúmenes de desechos sólidos generados y por consiguiente, se revertirá en beneficios económicos y ambientales para la misma.

Recomendaciones

Recomendaciones

1. Concluir la aplicación de las etapas restantes del procedimiento, considerando todos los aspectos que se proponen en la metodología, que no se pudieron llevar a cabo por necesitar un plazo de tiempo mayor del que se disponía.
2. Extender el estudio a las demás fábricas de la Empresa Muebles LÍDEX a fin de contribuir con la detección de oportunidades de PML, pues serviría para la mejora del desempeño ambiental y económico de la misma.
3. Realizar un estudio económico de las acciones propuestas e implementar un plan de capacitación para los trabajadores, que incluya a la dirección de la empresa y de las distintas fábricas, para la introducción del concepto y de las prácticas de Producción Más Limpia de manera integral, demostrando la aplicabilidad y el efecto económico y ambiental de las mismas.

Bibliografía

Bibliografía

1. Álvarez, D., Arias, M. (2009). La producción más limpia: una herramienta indispensable. Revista Electrónica Granma Ciencia. Vol.13, No.3. La Habana, Cuba.
2. Arellano, D.M. et. al. (2002). Prácticas de Producción Más Limpia. Módulo de Formación Ambiental Básica, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Ciudad de la Habana. Cuba. 14pp.
3. Ayala Ávila, Isabel; Garcita Fernández, M Julia. (2006). Diagnóstico ambiental, punto de partida hacia el sistema de gestión ambiental. Revista normalización N-1/2006. Cuba.
4. Blanco Miranda, Y. (2012). Más con menos. Juventud Técnica. Consultado el 8 de febrero de 2013 en el sitio www.apen.org.ni/enlaces.
5. Camacho Barreiro, A. & Ariosa Roche, L. (2000). Diccionario de términos ambientales. Publicaciones Acuario. Centro Félix Varela. 45pp.
6. Chang, F. (2009). Alternativas de opciones de Producciones Más Limpias en la Imprenta Alfredo López de Santa Clara. Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.
7. CNP+L. (2005). Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción Más Limpia en el Sector Turístico Hotelero. Centro Nacional de Producción Más Limpia de Costa Rica. Consultado el 8 de febrero de 2013 en el sitio www.cnpml.or.cr.
8. CONAM. (2005). Guía de implementación de Producciones Más Limpias. Lima, Perú: CONAM, Comisión Nacional de Medio Ambiente; CET, Centro de Eficiencia Tecnológica; Centro Nacional de Producción Más Limpia.
9. CPTS. (2003). Guía Técnica General de Producción Más Limpia. Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. Bolivia. .
10. Delgado Palomino, J. A. (2007). Sistemas Integrados de Gestión - ISO 9000 – ISO 14000 – OHSAS 18000. Consultado el 1 de febrero de 2013 en el sitio www.monografias.com/trabajos38/sistemas-integrados-gestión/sistemas-integrados-gestión.html.
11. Díaz, J. L. (1999). Caracterización de entidades de interfaces vinculadas a la gestión ambiental. Proyecto de Innovación Tecnológica.

12. Espinosa, J. U. (2009) Propuesta de un Procedimiento de Producciones Más Limpias en la Unidad Básica de Construcción y Montaje Especializado Villa Clara. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.
13. Gainza, R., López, E., Borges, R., Veitia, E., Montalbán, A., Tablas, Y. (2003). Desarrollo de un SGA ISO 14001 en la empresa de tejas infinitas de Camaguey. V Simposio Intencional de Calidad. La Habana, Cuba.
14. García Abad, Alonso, J. J. (2003) El medio ambiente: concepto, significado y carácter. Consultado el 28 de enero de 2013 en el sitio www.geogra.uah.es.
15. Gonzáles, J, (2008), Un producto amigo del medio ambiente. Consultado el 7 de febrero de 2013 en el sitio www.chrysotile.com.
16. Gutiérrez, O. (2009). Diseño y aplicación de un procedimiento para el diagnóstico Medio Ambiental en la Empresa Azucarera Heriberto Duquesne. Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.
17. Herminia, J. et. al. (2006). Protección ambiental y Producción Más Limpia. Tabloide Parte 1 y 2. Agencia del Medio Ambiente del CITMA.
18. Hurtado de Mendoza, S. (2003). Criterio de expertos, su procesamiento a través del método Delphy. Consultado el 11 de marzo de 2013 en el sitio www.monografia.com
19. Jakeman, A. J., R. A. Letcher, et al. [2006] "Ten iterative steps in development and evaluation of environmental models." *Environmental Modelling & Software* " 21(5): 602-614.
20. Machado Rivera, Misleidi. (2011). Procedimiento para detectar oportunidades de Producciones Más Limpias en el Hotel Royal Hideaway Ensenachos. Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.
21. Machín Hernández, Maria Mercedes (2003). Desafíos y oportunidades de la gestión ambiental en el ámbito empresarial. Departamento de Economía. Universidad de Pinar del Río. Cuba.
22. Mateo, J. [2004]. "Planificación y Gestión Ambiental". Trabajo de Diploma. Universidad de la Habana. MES. Cuba.
23. Novua, O.; M.C. Martínez; J.A. Luis Machín y C. Mosquera [2008] "Diseño de una aplicación SIG. para el análisis ambiental". Agencia de Medio Ambiente, CITMA. Cuba.

24. ONUDI. (1999). Manual de Producción Más Limpia. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. Consultado el 11 de febrero del 2013 en el sitio www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Environmental_Management/CP_ToolKit_spanish/PR-Volume_01/1-Textbook.pdf.
25. PNUMA. (1977). Programa Internacional de Educación Ambiental. Consultado el 4 de febrero de 2013 en el sitio www.unesdoc.unesco.org.
26. Quintero, A. (2010). Opciones de Producciones Más Limpias en la Fábrica de Fusibles y Desconectivos de Villa Clara EPEM. Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.
27. Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala. Acuerdo Gubernativo 23-2003. Consultado el 1 de febrero de 2013 en el sitio www.marnqu.org.
28. Rigola, M. (1998). "Cuadernos de Medio Ambiente". Universidad de Gerona. España.
29. Rodríguez Herrera, Yandy. (2010). Introducción de Opciones de Producción Más Limpia para el Mejoramiento de los Servicios Técnicos en el Hotel "Villa La Granjita". Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.
30. Rodríguez, R. (2010). Gestión Ambiental de Empresas. Universidad Nacional Autónoma de Managua. Nicaragua.
31. s/a. (1998). Elementos Metodológicos para la Introducción de Prácticas de Producción Más Limpia. Alternativas para el Aprovechamiento Económico de Residuales.
32. s/a. (2002). Guía de Producción Más Limpia. Consultado el 8 de febrero de 2013 en el sitio www.estrucplan.com.ar/Producciones.
33. s/a. (2006). Indicadores Ambientales. Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible Indicadores de Seguimiento: República Argentina. Consultado el 6 de febrero de 2013 en el sitio www.estrucplan.com.ar.
34. s/a. (2009). Producción Más Limpia. ¿Qué es PML? Consultado el 7 de febrero de 2013 en el sitio www.galeon.com.
35. s/a. (2010). Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala. Acuerdo Gubernativo 23-2003. Consultado el 6 de febrero de 2013 en el sitio www.marnqu.org.

36. s/a. (2010). Políticas Ambientales en Desarrollo. Consultado el 8 de febrero de 2013 en el sitio www.geoscopio.or/medioambiente/temas.
37. s/a. (2010). Producción limpia en plantas vitivinícolas. Consultado el 8 de febrero de 2013 en el sitio www.slideshare.net/carlaseguel/produccion-limpia-en-plantas-vitivincolas.
38. s/a. Perspectivas del Medio Ambiente para América Latina y el Caribe. Consultado el 6 de febrero de 2013 en el sitio www.unep.org.
39. Socarras, P. & García. S. (1988). El aprovechamiento de los residuales como una respuesta económica a la protección del medio ambiente. Tesis presentada en opción al título de Licenciado en Economía. Instituto Superior de Dirección de la Economía.
40. Stanziola, I. M. (s/f). Producción Más Limpia: concepto y beneficios. Consultado el 11 de febrero de 2013 en el sitio www.mirahonduras.org.
41. Tortosa, B. I. (2006). Relación de la Producción Más Limpia con algunas herramientas de Gestión Tecnológica. Cuba: Medio ambiente y Desarrollo; Revista de la Agencia de Medio Ambiente. Año 6, No. 10, 2006 ISSN: 1683-8904.
42. Tortosa Ferrer, Bárbara,. MENA Ulecia, K & Orúe Valdés, S. (2008). Análisis de las potencialidades para la implementación de la Producción Más Limpia y la adopción de un consumo sustentable en el sistema empresarial cubano. La Habana. Cuba.
43. Vanderputten, H. (s/f). La implementación de programas de PML para una industria competitiva. Consultado el 11 de febrero de 2013 en el sitio www.bvsde.paho.org.
44. Vincent, A. (2001). ¿Que es Producción Más Limpia? Consultado el 4 de febrero de 2013 en el sitio www.conep.org.pa/prodlimpia/templates.html.

Graxos

Anexos

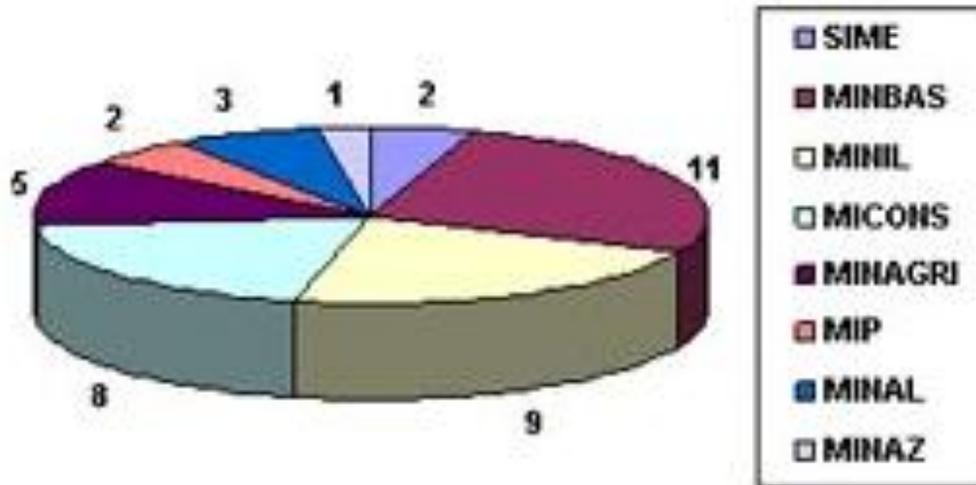
Anexo 1: Prácticas de Producciones Más Limpias. (Fuente: Chang, F. 2009)

<p>1. Buenas prácticas operativas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos de Organización y Métodos • Prácticas de gestión • Segregación de residuos • Mejor manejo de materiales • Cronograma de producción • Control de inventario • Capacitación
<p>2. Substitución de insumos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Insumos menos tóxicos • Materiales renovables • Materiales auxiliares que aporten un tiempo de vida más largo en producción
<p>3. Mejor control de los procesos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos operativos e instrucciones de los equipos disponibles y redactados en forma clara de manera que los procesos se ejecuten más eficientemente y produzcan menos residuos y emisiones • Registro de las operaciones para verificar cumplimientos de especificaciones de procesos
<p>4. Modificación del equipo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor equipo • Mejores condiciones de operación • Equipo de producción e instalaciones de manera que los procesos se hagan con mayor eficiencia y se generen menores residuos y emisiones
<p>5. Cambio de tecnología</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en la planta • Mayor automatización • Mejores condiciones de operación • Tecnología nueva
<p>6. Reutilización, recuperación y reciclaje in situ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilización de materiales residuales dentro del mismo proceso para otra aplicación en beneficio de la empresa
<p>7. Producción de subproductos útiles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Transformación del residuo en un subproducto que puede ser vendido como insumo para empresas en diferentes sectores del negocio
<p>8. Reformulación/ rediseño del producto</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño con menor impacto ambiental durante o después de su uso • Diseño con menor impacto ambiental durante su producción • Incremento de la vida útil del producto

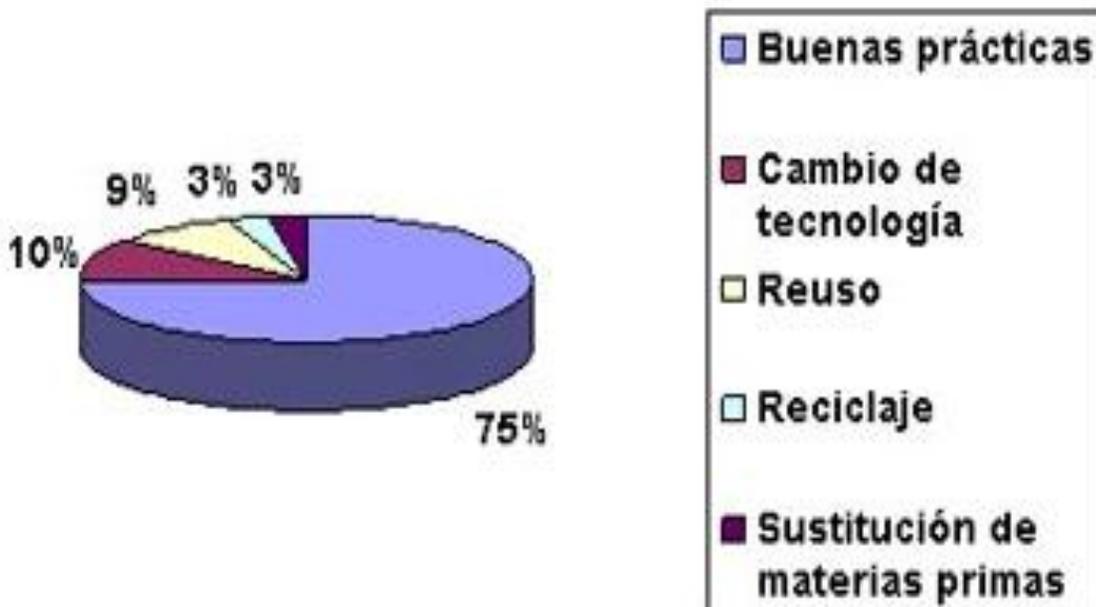
Anexo 2: Causalidades. (Fuente: Guía de Producción Más Limpia - Perú)

Siempre	<ul style="list-style-type: none"> • Reducen las responsabilidades a largo plazo que las empresas pudiesen enfrentar luego de muchos años de estar generando contaminación.
Usualmente	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementan la rentabilidad. • Reducen los costos de producción. • Aumentan la productividad. • Generan una rápida recuperación de capital sobre cualquier inversión que haya sido necesaria. • Aumentan la competitividad y por ende el mercado de un producto. • Conllevan un uso más eficiente de la energía y la materia prima. • Mejoran la calidad del producto. • Aumentan la motivación del personal. • Motivan la participación activa del trabajador, quien aporta ideas y contribuye en su implementación. • Reducen los riesgos del consumidor. • Reducen el riesgo de accidentes ambientales. • Son apoyadas por los empleados, las comunidades locales, clientes y el público en general.
A menudo	<ul style="list-style-type: none"> • Evitan los costos por incumplimiento de las leyes. • Disminuyen el costo de los seguros. • Hacen más factible recibir financiamiento de instituciones financieras y otros prestamistas. • Son rápidas y fáciles de implementar. • Requieren una mínima inversión de capital.

Anexo 3^a: Distribución de la evaluación rápida en planta por sector productivo.
(Fuente: www.ama.redciencia.cu/articulos/12.05.pdf)



Anexo 3^b: Tipos de medidas de Producción Más Limpia y Consumo Sustentable.
(Fuente: www.ama.redciencia.cu/articulos/12.05.pdf)

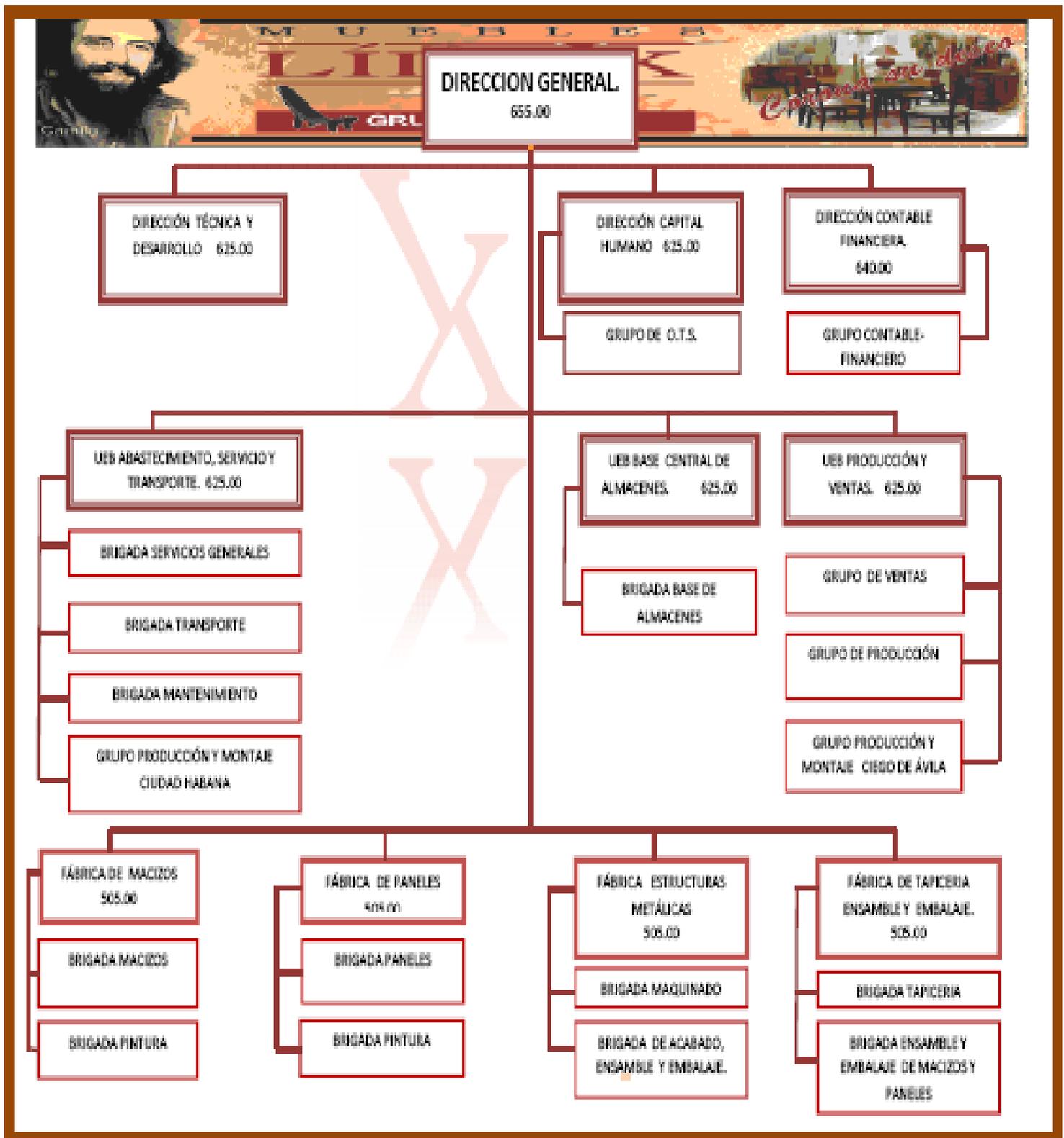


Anexo 4: Procedimientos para desarrollar oportunidades de PML. (Fuente: Elaboración propia)

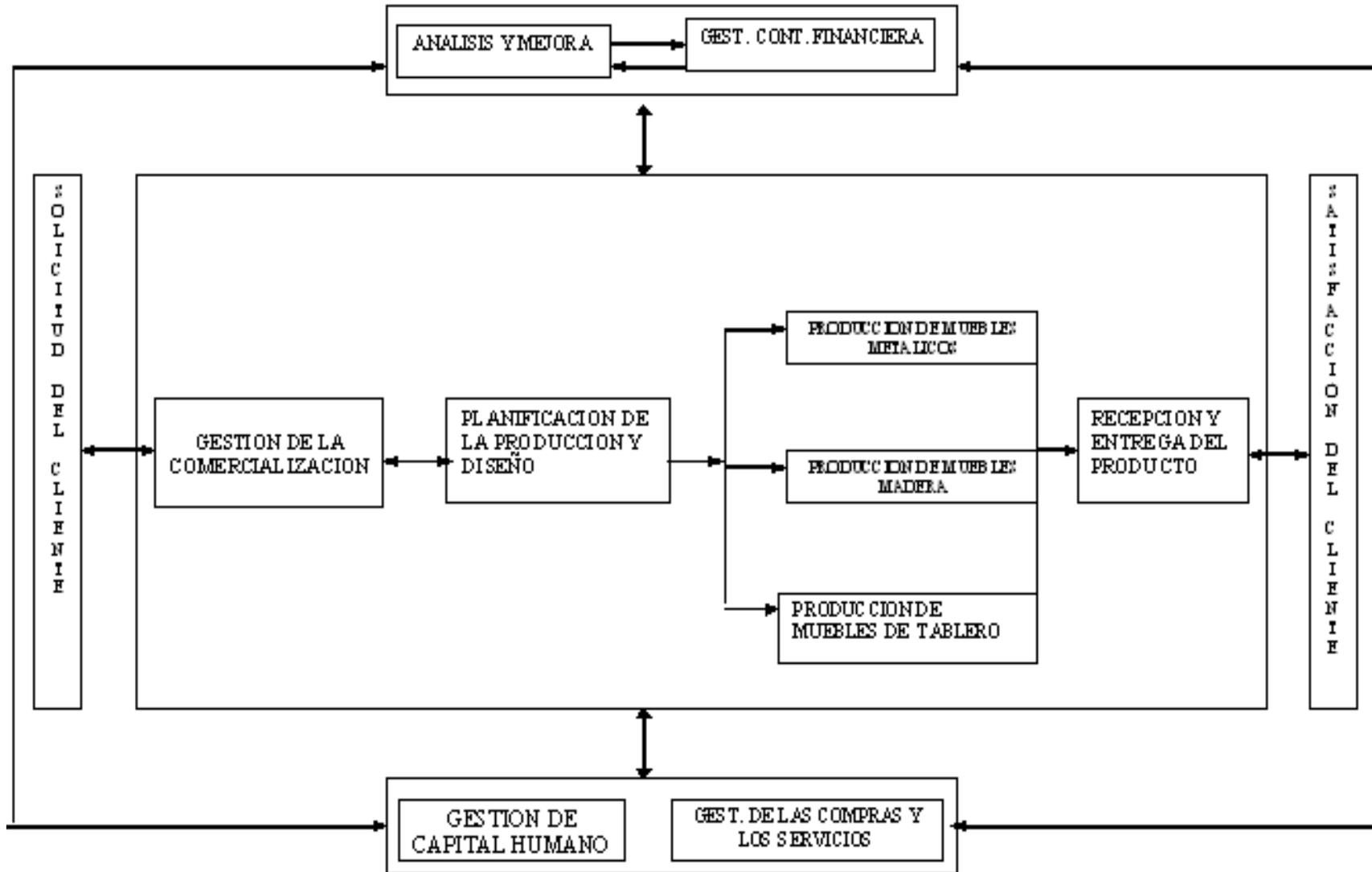
Fuente bibliográfica	Etapas del procedimiento					
	1	2	3	4	5	6
Proyecto DESIRE (1993)	Planeación y organización	Evaluación previa	Evaluación	Estudio de factibilidad	Implantación	
PNUMA (1995)	Iniciar	Análisis de las etapas del proceso	Generación de oportunidades de minimización de residuos	Implementación de las soluciones de minimización	Mantenimiento de la minimización de residuos	
Ministerio de Ciencia, Tecnología Y Medio Ambiente (1998)	Estudiar información sobre las operaciones e identificación de las áreas	Descripción de las descargas o emisiones y evaluar los niveles actuales de reutilización	Identificación de las ineficiencias del proceso y las áreas	Idoneidad, funcionamiento y estado técnico-constructivo de los sistemas de tratamiento de residuales.	Evaluación de oportunidades para lograr mejoras ambientales	Establecimiento de planes de acción con las metas a alcanzar.
ONUDI (1999)	Coleccionar de datos	Reflexionar en ¿dónde y por qué generamos desechos?	Generar opciones	Viabilidad	Implementación	Control y continuación del SGA
Dpto. Técnico Administrativo del Medio Ambiente de Bogotá - DAMA.	Seiri (clasificación)	Seiton (organización)	Seiso (limpieza)	Seiketsu (uniformar)	Shitsuke (entrenamiento y disciplina)	

(2004)							
CPTS. Bolivia (2005)		Creación de la base del programa de PML	Preparación del diagnóstico de PML	Diagnóstico	Diagnóstico. Evaluación técnica y económica	Implementación seguimiento y evaluación final	
CONAM. Perú (2005)		Planeamiento y organización	Auditoria de PML	Estudio de factibilidad	Implementación y seguimiento	Mantenimiento	
CNP+L. Costa Rica (2005)		Reconocer la necesidad de aumentar la competitividad con PML	Planificación y organización	Evaluación en planta	Estudio de factibilidad	Implementación	
Espinosa (2009)		Inicio	Análisis de las etapas del proceso	Generación de oportunidades de PML	Estudio de factibilidad	Implementación de soluciones de PML	Mantenimiento
Vanderputten (s/f)		Preliminar	Balance de masa y energía	Síntesis			
Stanziola (s/f)		Evaluación inicial	Balance de materiales	Acciones de intervención			
Modelo de expertos cubanos		Disponibilidad y recogida de datos de la organización.	Determinar en cuánto, a dónde y por qué se generan los residuos	Generar opciones de PML.	Evaluación de la factibilidad técnica - económica y ambiental	Implementación	Control, seguimiento, mejoramiento continuo

Anexo 5: Organigrama de la Empresa de Muebles LIDEX



Anexo 6: Mapa de procesos. (Fuente: Elaboración propia)

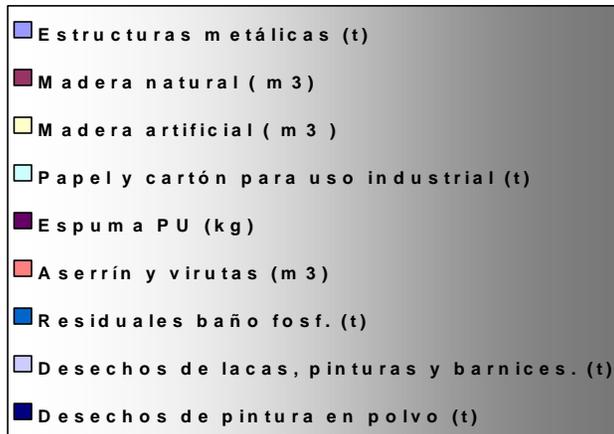
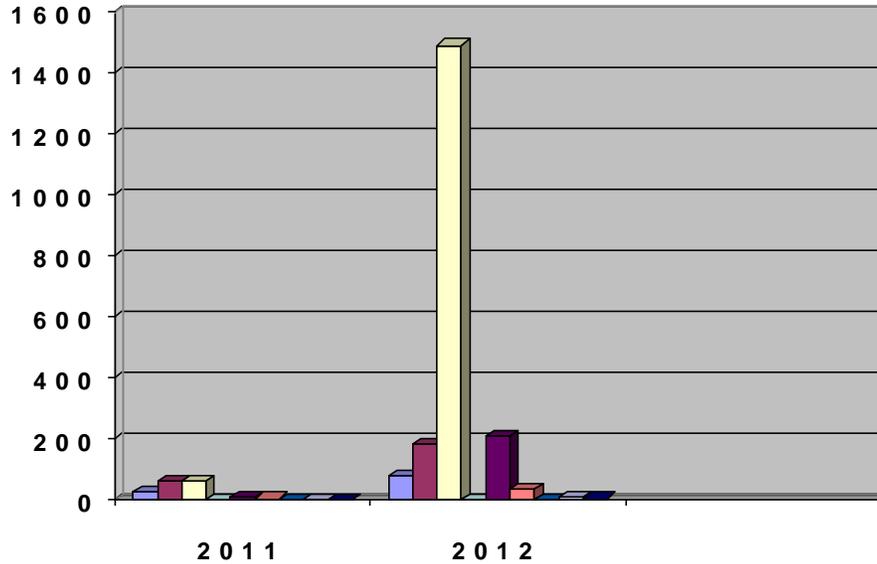


Anexo 7: Plantilla laboral de la empresa de Muebles LIDEX

ÁREA	OBREROS					ADMINIST			SERVICIOS			TECNICOS			DIRIGENTES			TOTAL		
	FIS	VAC	MUJ	CAL	NO C	FIS	VAC	MUJ	FIS	VAC	MUJ	FIS	VAC	MUJ	FIS	VAC	MUJ	FIS	VAC	MUJ
Dirección	2					1		1				25	4	17	4		1	32	4	19
Dirección Ventas	1											4		4	1			6		4
UEB Almacenes	11	1							4	1		3		3	1			19	2	3
UEB Abast.Servic, Transp.	17	7	4						6	2	3	7	4	2		1		30	14	9
U.E.B. Producción	17	17										10	2	5	1		1	28	19	6
Taller Macizos	86	32	17									3	1	2	1			90	33	19
Taller Paneles	49	34	7									3	1	1	1			53	35	8
Taller Metales	83	25	9									2			1			86	25	9
TOTAL	266	116	37			1		1	10	3	3	57	12	34	10	1	2	344	132	77

Anexo 8: Comportamiento en la generación de desechos sólidos.

(Fuente: Elaboración propia)



Anexo 9. Método de expertos [Fuente: Hurtado de Mendoza, 2003]

En este método la selección de los expertos se realiza mediante la aplicación de un procedimiento cuyas etapas se describen a continuación:

1. Elaboración de una lista de candidatos a expertos que cumplan con los requisitos necesarios para el estudio.

Teniendo en consideración estos requisitos se reúnen un conjunto de candidatos que se ubican en una tabla como la que se muestra a continuación.

Nº	Nombre	Ocupación	Años de experiencia	Especialidad
...

2. Determinación del coeficiente de competencia de cada candidato.

Es un método de autoevaluación totalmente anónimo. Se aplica un instrumento, en el cual el candidato expresa el grado de conocimiento sobre el tema y las fuentes de dicho conocimiento, que se explica a continuación.

Encuesta

1-Marque con una (x), en una escala creciente del 1 al 10, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento o información que tiene sobre el tema.

Nombre del experto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2- Marque con una (x), en nivel que Usted cree que corresponde a cada uno de los aspectos reflejados en la tabla siguiente:

Anexo 9. Continuación...

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted			
2	Experiencia práctica			
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales			
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros			
5	Conocimiento del estado del conocimiento en el extranjero			
6	Intuición			

Con la primera pregunta de la encuesta se determina K_a y con la segunda K_c , ya con el valor de estos coeficientes se pasa a calcular K_{comp} . En el procesamiento se calcula el coeficiente de competencia de la siguiente forma:

$$K_{comp} = \frac{1}{2} \times (K_c + K_a)$$

Donde:

K_{comp} : Coeficiente de competencia.

K_c : Coeficiente de conocimiento: resulta del promedio de los valores que cada candidato le otorga a cada una de las preguntas, según el conocimiento que considere tenga al respecto.

K_a : Coeficiente de argumentación: es el resultado de la suma de los valores del grado de influencia de cada una de las fuentes de argumentación. [$K_a = \sum n$]

Para determinar los valores de K_a se tiene en cuenta la tabla que utiliza Hurtado de Mendoza, la que se presenta a continuación:

Anexo 9. Continuación...

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
2	Experiencia práctica	0.5	0.4	0.2
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros	0.05	0.05	0.05
5	Conocimiento del estado del conocimiento en el extranjero	0.05	0.05	0.05
6	Intuición	0.05	0.05	0.05

3- Selección de los expertos

Para seleccionar los expertos se toman los siguientes criterios:

Competencia del experto Alta (A): si $K_{comp.} > 0.8$

Competencia del experto Media (M): si $0.5 < K_{comp.} \leq 0.8$

Competencia del experto Baja (B): si $K_{comp.} \leq 0.5$

Lo anterior se combina con el cálculo del número de expertos necesarios para el análisis, a través de la expresión siguiente:

$$M = \frac{p * (1 - p) * K}{i^2}$$

De acuerdo con el número de expertos resultante del cálculo, se seleccionan aquellos de mayor competencia según el K_{comp} determinado en el paso 2, con la encuesta.

Anexo 10. Selección del equipo de expertos

1. Elaboración de una lista de candidatos a expertos que cumplan con los requisitos necesarios para el estudio.

No.	Ocupación	Años de experiencia
1	Jefe de Taller Paneles	15
2	Tecnólogo en ebanistería	20
3	Especialista general en procesos tecnológicos de la industria	16
4	Técnico en normalización	30
5	Carpintero A	8
6	Ayudante	5
7	Director técnico y desarrollo	12
8	Especialista C en SST	6
9	Director RR.HH	30
10	Especialista C en ahorro y uso racional de energía	8
11	Especialista en abastecimiento técnico material	6
12	Director UEB Producción	24
13	Técnico de producción	18

Anexo 10. Continuación...

2. Determinación del coeficiente de competencia de cada candidato.

Para la determinación de este coeficiente se emplea un método de autoevaluación totalmente anónimo. Se aplica una encuesta a cada uno de los candidatos, en la que expresa el grado de conocimiento sobre el tema y las fuentes de dicho conocimiento, los resultados obtenidos se detallan a continuación.

Encuestas

1-Marque con una (x), en una escala creciente del 1 al 10, el valor que se corresponde con el grado de conocimiento o información que tiene sobre el tema.

No.	Ocupación del candidato	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Jefe de Taller Paneles							x			
2	Tecnólogo en ebanistería						x				
3	Especialista general en procesos tecnológicos de la industria								x		
4	Técnico en normalización										x
5	Carpintero A				x						
6	Ayudante				x						
7	Director técnico y desarrollo										x
8	Especialista C en SST									x	
9	Director RR.HH								x		
10	Especialista C en ahorro y uso racional de energía										x
11	Especialista en abastecimiento técnico material								x		
12	Director UEB Producción								x		
13	Técnico de producción							x			

Anexo 10. Continuación...

2- Marque con una (x), en nivel que Usted cree que corresponde a cada uno de los aspectos reflejados en la tabla siguiente:

Jefe de Taller Paneles

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted		x	
2	Experiencia práctica		x	
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales		x	
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros		x	
5	Conocimiento del estado del conocimiento en el extranjero		x	
6	Intuición		x	

Tecnólogo en ebanistería

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted		x	
2	Experiencia práctica	x		
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales		x	
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros		x	
5	Conocimiento del estado del conocimiento en el extranjero		x	
6	Intuición		x	

Anexo 10. Continuación...

Especialista general en procesos tecnológicos de la industria

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted	x		
2	Experiencia práctica	x		
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales		x	
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros		x	
5	Conocimiento del estado del conocimiento en el extranjero	x		
6	Intuición		x	

Técnico en normalización

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted	x		
2	Experiencia práctica	x		
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales		x	
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros		x	
5	Conocimiento del estado del conocimiento en el extranjero	x		
6	Intuición	x		

Carpintero A

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted			x
2	Experiencia práctica		x	
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales			x
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros			x
5	Conocimiento del estado del conocimiento en el extranjero			x
6	Intuición		x	

Ayudante

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted			x
2	Experiencia práctica			x
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales			x
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros			x
5	Conocimiento del estado del conocimiento en el extranjero			x
6	Intuición			x

Director técnico y desarrollo

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted	x		
2	Experiencia práctica	x		
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales	x		
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros	x		
5	Conocimiento del estado del conocimiento en el extranjero	x		
6	Intuición		x	

Especialista C en SST

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted		x	
2	Experiencia práctica	x		
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales		x	
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros		x	
5	Conocimiento del estado del conocimiento en el extranjero		x	
6	Intuición	x		

Anexo 10. Continuación...

Director RR.HH

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted	x		
2	Experiencia práctica		x	
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales		x	
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros		x	
5	Conocimiento del estado del conocimiento en el extranjero		x	
6	Intuición		x	

Especialista C en ahorro y uso racional de la energía

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted	x		
2	Experiencia práctica	x		
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales		x	
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros		x	
5	Conocimiento del estado del conocimiento en el extranjero		x	
6	Intuición	x		

Anexo 10. Continuación...

Especialista abastecimiento técnico material

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted		x	
2	Experiencia práctica		x	
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales		x	
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros		x	
5	Conocimiento del estado del conocimiento en el extranjero			x
6	Intuición		x	

Director UEB Producción

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted		x	
2	Experiencia práctica	x		
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales		x	
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros		x	
5	Conocimiento del estado del conocimiento en el extranjero		x	
6	Intuición	x		

Anexo 10. Continuación...

Técnico de producción

No.	Fuentes de argumentación	Escala por niveles		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis teóricos realizados por usted		x	
2	Experiencia práctica		x	
3	Estudio de investigaciones de autores nacionales			x
4	Estudio de investigaciones de autores extranjeros			x
5	Conocimiento del estado del conocimiento en el extranjero			x
6	Intuición		x	

Resumen de los coeficientes de competencia para la selección de los expertos

No.	Coefficiente de conocimiento	Coefficiente de argumentación	Coefficiente de competencia	Nivel de competencia
1	0.7	0.8	0.75	Medio
2	0.6	0.9	0.75	Medio
3	0.8	1	0.9	Alto
4	1	1	1	Alto
5	0.4	0.7	0.55	Medio
6	0.4	0.5	0.45	Bajo
7	1	1	1	Alto
8	0.9	0.9	0.9	Alto
9	0.8	0.9	0.85	Alto
10	1	1	1	Alto
11	0.8	0.8	0.8	Medio
12	0.8	0.9	0.85	Alto
13	0.7	0.8	0.75	Medio

Anexo 10. Continuación...

3- Selección de los expertos

Para esto se efectúa el cálculo correspondiente a través de la fórmula siguiente:

K – Constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza elegido, los valores se ofrecen a continuación:

Nivel de confianza (%)	Valor de <i>K</i>
99	6.6564
95	3.8416
90	2.6896

$K = 3.8416$ para $\infty = 0.05\%$ (Nivel de significación)

i – nivel de precisión deseado, varía de (0.005 – 0.1)

$i = 0.1$

$P = 0.02$ (proporción estimada de errores de los expertos)

$$M = \frac{P * (1 - P) * K}{i^2}$$

$$M = \frac{0.02 * (1 - 0.02) * 3.8416}{0.1^2}$$

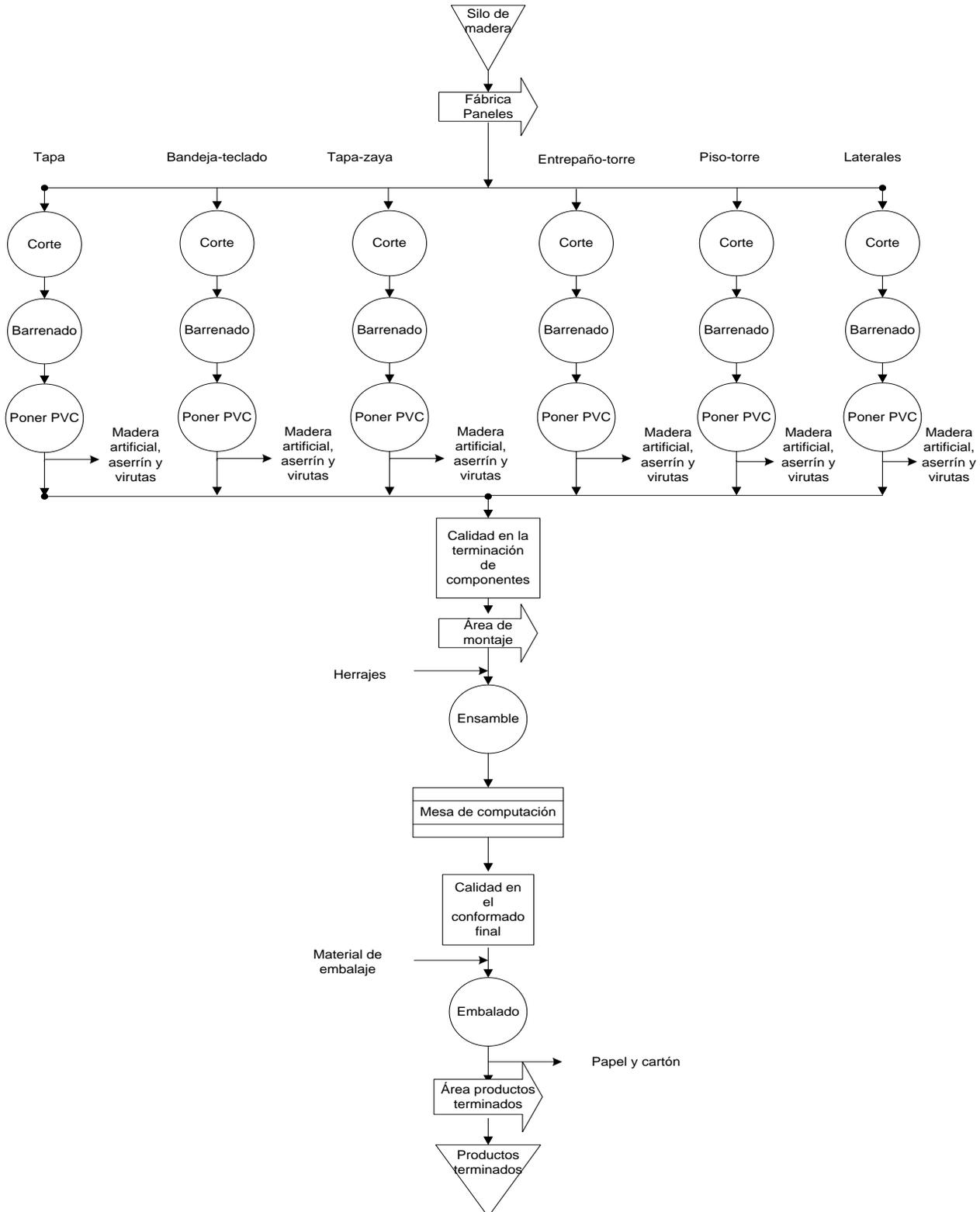
$$M = 7.529 \approx 8 \text{ expertos}$$

Para el equipo de trabajo se debe contar con ocho expertos. Tomando en consideración estos requisitos y las personas que tienen mayor coeficiente de competencia, se seleccionan los candidatos que se muestran en la tabla siguiente:

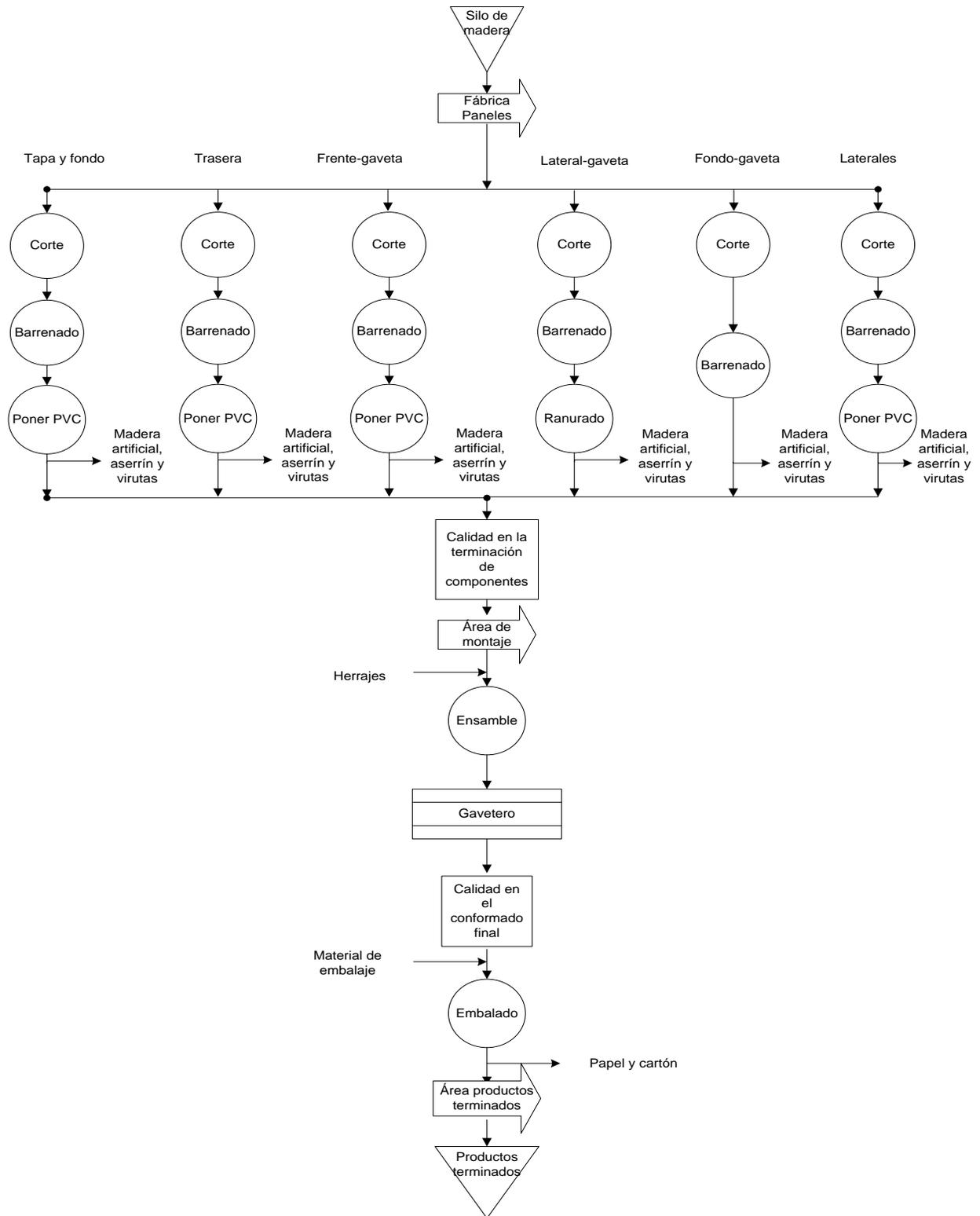
Anexo 10. Continuación...

Ocupación	Años de experiencia
Especialista general en procesos tecnológicos de la industria	6
Técnico en normalización	16
Director técnico y desarrollo	10
Especialista C en SST	13
Director RR.HH	9
Especialista C en ahorro y uso racional de energía	3
Especialista en abastecimiento técnico material	4
Director UEB Producción	5

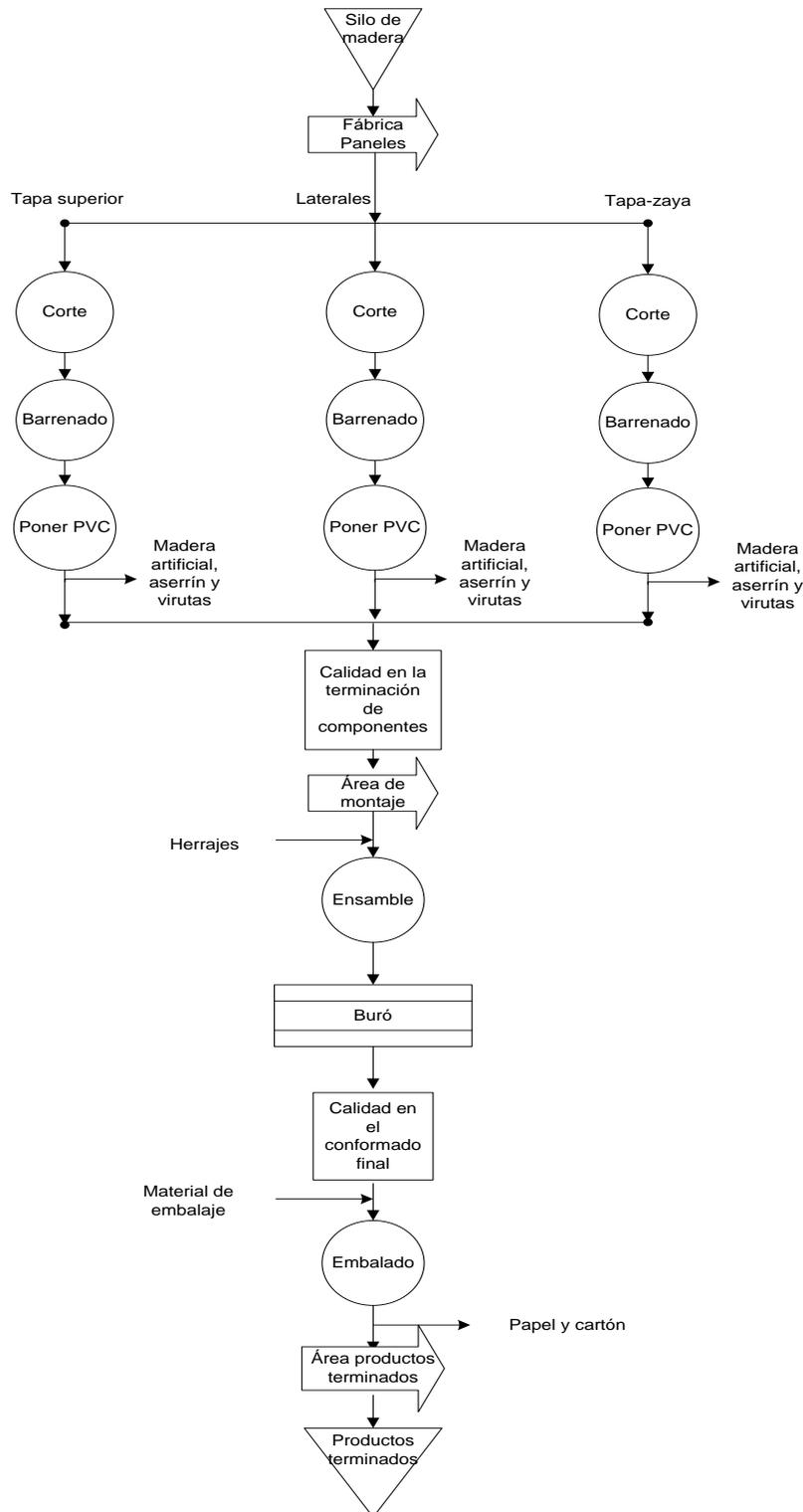
Anexo 11: Diagrama de flujo del proceso de fabricación de la mesa de computación



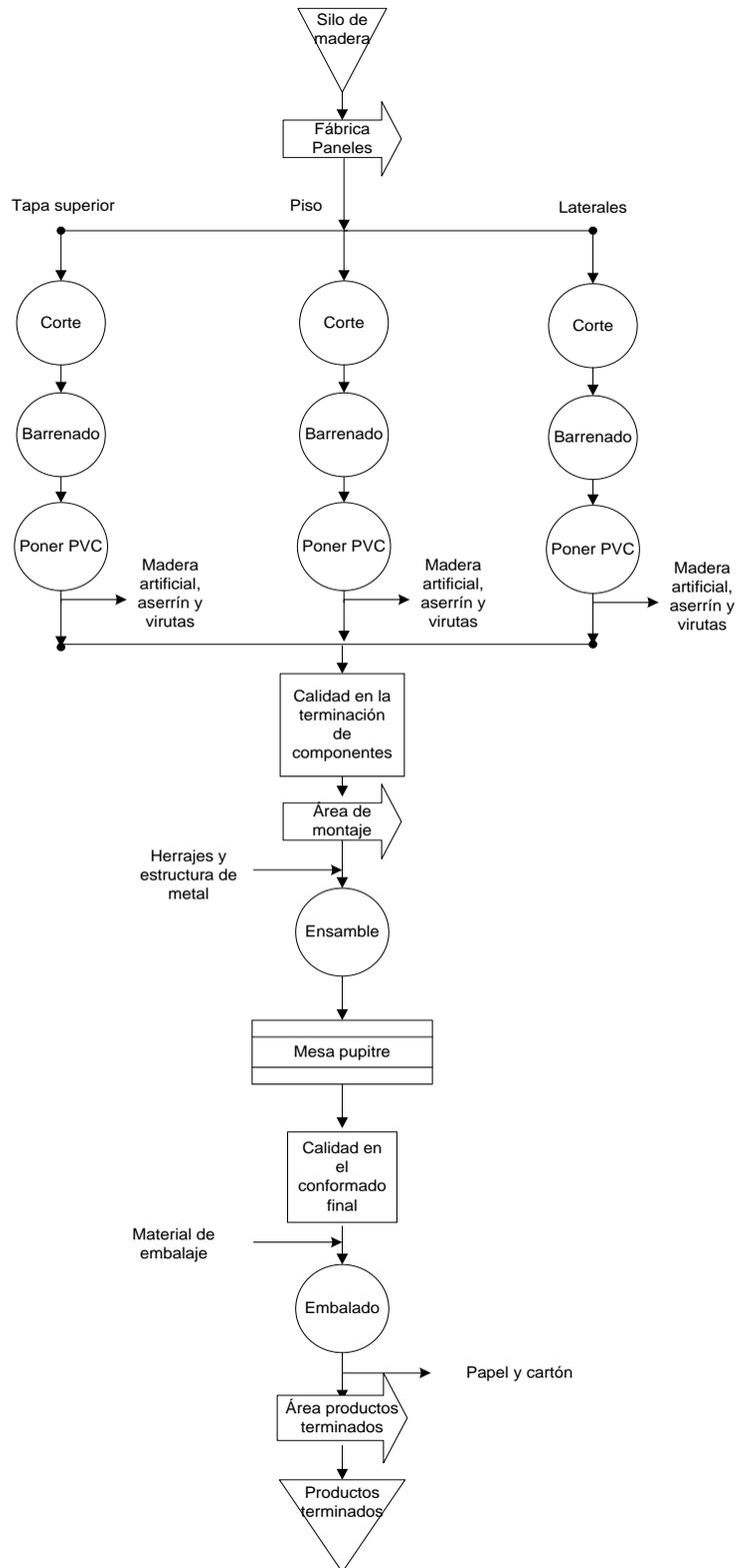
Anexo 12: Diagrama de flujo del proceso de fabricación del gavetero



Anexo 13: Diagrama de flujo del proceso de fabricación del buró



Anexo 14: Diagrama de flujo del proceso de fabricación de la mesa pupitre



Anexo 15: Diagrama de flujo del proceso de fabricación del multimueble

