

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE PRODUCCION  
MAS LIMPIA PARA UNA EMPRESA REACONDICIONADORA DE ENVASES  
INDUSTRIALES**

**ANTEPROYECTO TRABAJO DE GRADO**

**CARLOS ANDRES MEJÍA FERNÁNDEZ**

**Código: 200510024004**

**ASESOR**

**YUAN CONSTANTINO KUAN**

**UNIVERSIDAD EAFIT**

**ESCUELA DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PROCESOS**

**MEDELLÍN**

**2013**

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE PRODUCCION  
MAS LIMPIA PARA UNA EMPRESA REACONDICIONADORA DE ENVASES  
INDUSTRIALES**

**ANTEPROYECTO TRABAJO DE GRADO**

**CARLOS ANDRES MEJÍA FERNÁNDEZ**

**Código: 200510024004**

**ASESOR**

**YUAN CONSTANTINO KUAN**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero  
de Procesos**

**UNIVERSIDAD EAFIT**

**ESCUELA DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PROCESOS**

**MEDELLÍN**

**2013**

## TABLA DE CONTENIDO

### Contenido

1. OBJETIVOS.....	9
1.1. OBJETIVO GENERAL:.....	9
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
2. ALCANCE .....	9
3. DESCRIPCION DEL PROBLEMA .....	10
4. JUSTIFICACION.....	12
5. MARCO TEORICO .....	14
5.1. ENTIDADES PROMOTORAS DE LA PML .....	14
5.1.1. UNEP (UNITED NATIONS ENVIROMENTAL PROGRAMM).....	14
5.1.2. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE.....	14
5.1.3. AREA METROPOLITANA.....	15
5.2. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	16
5.3. NORMATIVIDAD APLICADA A EMPRESAS REACONDICIONADORAS DE ENVASES .....	17
CONSUMO DE PRODUCTOS QUÍMICOS.....	17
APROVECHAMIENTO DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL Y DOMÉSTICO Y GENERACIÓN DE VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES .....	18
CONSUMO DE ENERGÍA.....	19
GENERACIÓN DE RESIDUOS ESPECIALES Y PELIGROSOS APROVECHABLES O NO APROVECHABLES, ORDINARIOS.....	20
CONSUMO DE AGUA SUBTERRÁNEA Y PROTECCIÓN DEL RECURSO .....	22
FALTA DE ORDEN Y ASEO .....	22
RIESGOS AMBIENTALES POR EMERGENCIAS .....	22
5.4. TIPOS DE RESIDUOS. ....	23
5.4.1. No peligrosos .....	23
5.4.2. Peligrosos y Químicos .....	23
5.4.3. Residuo Aprovechable.....	25
6. ESTADO DEL ARTE .....	26
7. METODOLOGÍA.....	29
7.1. FASE DE INICIO .....	29
7.1.1. EQUIPO ESTRATEGICO.....	29

7.1.2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....	32
7.2. ANALISIS DEL DIAGNOSTICO Y DEL PROCESO DE REACONDICIONADO DE ENVASES .....	36
7.2.1. INTRODUCCION AL ANALISIS DEL PROCESO .....	36
7.2.2. PROCESO PRODUCTIVO DE REACONDICIONADO Y OGR. ....	37
7.2.3. ESTADO DEL PROCESO Y DE LOS RESIDUOS .....	44
7.2.4. BALANCES DE MASA Y ENERGIA DE LOS PROCESOS DE REACONDICIONADO .....	47
7.2.5 COSTOS DEL PROCESO .....	52
Análisis de las etapas del Proceso y del Diagnostico generado .....	54
7.3. GENERACION DE OPORTUNIDADES DE PML .....	55
7.3.1. INDICADORES AMBIENTALES DEL PROCESO .....	55
7.3.2. APROVECHAMIENTO, CONTROL Y MANEJO DE RESIDUOS .....	55
7.3.3. PROCEDIMIENTOS DE LAVADO SOSTENIBLE .....	55
7.3.4. PROYECTO PINTURA .....	56
7.3.5. ESTANDARIZACION EN LA APLICACIÓN DE PINTURA .....	56
7.3.6. REDISEÑO DE LOS TANQUES DE ENJUAGUE .....	57
ANALISIS ECONOMICO DE LAS OPORTUNIDADES PARA SELECCIÓN DE OPCIONES VIABLES .....	57
7.3.1. INDICADORES AMBIENTALES DEL PROCESO .....	57
7.3.2. APROVECHAMIENTO, CONTROL Y MANEJO DE RESIDUOS .....	57
7.3.3. PROCEDIMIENTOS DE LAVADO SOSTENIBLE .....	58
7.3.4. PROYECTO PINTURA .....	59
7.3.5. ESTANDARIZACION EN LA APLICACIÓN DE PINTURA .....	59
7.3.6. REDISEÑO DE LOS TANQUES DE ENJUAGUE .....	60
Análisis de Selección en Soluciones a las mejores propuestas para realizar un análisis completo de Viabilidad .....	61
7.4. SELECCIONAR SOLUCIONES DE PML .....	62
7.4.1. EVALUACION DE FACTIBILIDAD EN EL DESARROLLO DE INDICADORES AMBIENTALES .....	62
1. Evaluación de Viabilidad Técnica .....	62
2. Evaluación de Viabilidad Ambiental .....	62
3. Evaluación de Viabilidad Financiera .....	63
7.4.2. EVALUACION DE FACTIBILIDAD PARA EL APROVECHAMIENTO, CONTROL Y MANEJO DE RESIDUOS .....	63

1. Evaluación de Viabilidad Técnica.....	63
2. Evaluación de Viabilidad Ambiental .....	64
3. Evaluación de Viabilidad Financiera .....	65
7.3.3. PROCEDIMIENTOS DE LAVADO SOSTENIBLE.....	69
1. Evaluación de Viabilidad Técnica.....	69
2. Evaluación de Viabilidad Ambiental .....	69
3. Evaluación de Viabilidad Financiera .....	70
7.3.5. ESTANDARIZACION EN LA APLICACIÓN DE PINTURA .....	73
1. Evaluación de Viabilidad Técnica.....	73
2. Evaluación de Viabilidad Ambiental .....	74
3. Evaluación de Viabilidad Financiera .....	74
Resumen del Análisis de Factibilidad para las propuestas Preseleccionadas .....	74
7.5. IMPLEMENTAR SOLUCIONES DE PML .....	75
7.5.1. PREPARACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN .....	75
7.5.2. Capacitaciones.....	75
7.5.3. Indicadores Propuestos en la Recopilación de Datos.....	76
7.5.4. Aprovechamiento, Control y Manejo Inicial de los Residuos y Análisis de la Información .....	77
7.5.5. Control Inicial de los Procesos de Lavado Sostenible y Análisis de la Información .....	78
7.5.5. Cronograma de Implementación .....	80
7.5.6. Seguimiento y Monitoreo.....	81
7.6. MANTENER EL PROCESO DE PML.....	85
RESPONSABLES.....	85
MEJORA CONTINUA .....	85
PLAN DE CONTINUIDAD .....	87
CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES .....	90
Bibliografía.....	92

## INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Participación Productiva por Tipo de Envase. ....	31
Tabla 2. Aspectos en OGR, Tambores .....	34
Tabla 3. Aspectos de OGR, Tanques IBC .....	34
Tabla 4. Aspectos de OGR, Garrafas .....	34
Tabla 5. Índice Ambiental por Operación Generadora de Residuo.....	44
Tabla 6. Peso Unitario de Material Directo en el Proceso.....	45
Tabla 7. Estado del Residuo Químico por Tipo de Envase.....	45
Tabla 8. Balance de entradas y salidas, proceso Tambores.....	49
Tabla 9. Tabla de entradas y salidas Proceso Tanques IBC .....	50
Tabla 10. Tabla de entradas y salidas Proceso Garrafas.....	51
Tabla 11. Resumen Balance Tambores .....	51
Tabla 12. Resumen Balance IBC.....	52
Tabla 13. Resumen Balance Garrafas.....	52
Tabla 14. COSTOS DE DISPOSICION AMBIENTAL DEL PROCESO .....	53
Tabla 15. CONSUMO Y GASTO DE SERVICIOS MES.....	53
Tabla 16. Índice Ambiental por Aspecto Contaminante .....	54
Tabla 17. Costo de las Herramientas de Implementación. ....	57
Tabla 18. Ingresos Aprox. por la Implementación .....	58
Tabla 19. Costo de las Herramientas de Implementación .....	58
Tabla 20. Ingresos Aprox. por la Implementación .....	58
Tabla 21. Costo de las Herramientas de Implementación .....	59
Tabla 22. Ingresos Aprox. por la Implementación .....	59
Tabla 23. Costo de las Herramientas de Implementacion .....	60
Tabla 24. Ingresos Aprox. por la Implementación .....	60
Tabla 25. Tabla de Indicadores Actuales.....	62
Tabla 26. Costo de las Herramientas de Implementación .....	65
Tabla 27. Requerimientos de Envases para Recuperación de excedentes químicos.....	65
Tabla 28. Ahorros .....	66
Tabla 29. Pay Back Time Alternativa de Implementación.....	66
Tabla 30. Tasa de Retorno para la Propuesta .....	67
Tabla 31. Costo de las Herramientas de Implementación .....	70
Tabla 32. Solventes para Ensayo .....	70
Tabla 33. Ahorros Generados al mes en el Programa de Lavado Sostenible.....	71
Tabla 34. PayBack Time de la propuesta .....	71
Tabla 35. Rata de Repago.....	71
Tabla 36. Elementos Financieros para el VPN.....	72
Tabla 37. Indicadores propuestos .....	76
Tabla 38. Planilla de control en el Ingreso de Envases Generadores .....	77
Tabla 39. Planillas del diseño de Control y Recuperación de residuos.....	78
Tabla 40. Planilla Para Propuesta de Implementación .....	79
Tabla 41. Tabla de Cronograma Proyectado de Implementación .....	80
Tabla 42. Cronograma Proyectado de Implementación. ....	81

Tabla 43. Nuevos indicadores .....	82
Tabla 44. Responsables de los Indicadores y Seguimiento del Programa.....	85
Tabla 45. Cronograma de Mantenimiento para el Plan de Residuos.....	86
Tabla 46. Cronograma de Mantenimiento para el Plan de Lavado .....	87

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama del Equipo Estratégico para el Programa de PML.....	30
Figura 2: Relación del Equipo Estratégico para el Programa de PML.....	31
Figura 3. Diagrama de Entradas y Salidas del Proceso. ....	32
Figura 4. Residuos Pintura.....	32
Figura 5. Lodos Deshidratados o Peligrosos .....	32
Figura 6. Almacenamiento y Generación de RESPEL.....	33
Figura 7. Almacenamiento y Generación de RESPEL.....	33
Figura 8. Etapas más influyentes en la Generación de RESPEL .....	35
Ilustración 9. Tambor Reacondicionado TC.....	37
Figura 10. Tanque IBC Reacondicionado .....	37
Figura 11. Garrafa Reacondicionada .....	38
Figura 12. Diagrama de Flujo del Proceso, Tambores .....	41
Figura 13. Diagrama de Flujo del Proceso, Tanques IBC .....	42
Figura 14. Diagrama de Flujo del Proceso, Garrafas .....	43
Figura 15. KAESER Compresores, S.L. ....	46
Figura 16. Flujo de caja .....	67
Figura 17. Flujo de caja .....	72
Figura 18. Grafico de flujo de residuos y ventas.....	83
Figura 19. Ejemplo de Flujo de Caja para los Residuos.....	84
Figura 20. Certificado de Disposición Final Excedentes Recatam .....	88

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL:**

Plantear un programa estratégico de Producción más Limpia como sistema de gestión integral para mejorar el proceso ambiental, técnico y económico dentro de una empresa re acondicionadora de envases industriales.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico ambiental para designar las oportunidades de mejora en el proceso.
- Analizar las etapas de generación de residuos para evaluar las opciones viables de su minimización.
- Evaluar la viabilidad de las mejoras para seleccionar las soluciones del Programa de PML.
- Monitorear los procesos de una forma continua para identificar las nuevas soluciones al programa.

## **2. ALCANCE**

Finalizando este proyecto, se esperan obtener como resultados preliminares.

1. Un programa de producción más limpia que cumpla con las siguientes características:

- Estrategias para la alta disminución en la generación de residuos sin valor para su disposición final.
- Procedimientos operativos y técnicos en el aprovechamiento integral de todos los recursos manejados en el proceso productivo dentro de la empresa.
- Disminución del riesgo operativo y ambiental dentro de la empresa.
- Cumplimiento y compromiso normativo en el manejo de residuos involucrados dentro del proceso de reacondicionado de envases.

2. Un informe donde se plasme detalladamente todo el planteamiento del proyecto; donde se entregara de forma impresa y en material electrónico.

### 3. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La industria química mueve millones de toneladas de productos y materias primas día a día debido a la alta demanda y consumo que esta tiene por su versatilidad en productos y soluciones a las industrias; a medida que estas son procesadas o comercializadas sus envases pasan a ser parte de un proceso de logística inversa por medio de empresas re acondicionadoras, donde ISO tanques, tambores, garrafas y hasta baldes son reformados por medio de procesos de rebordeado, re inflados, drenaje del remanente y su posterior lavado con algunos solventes como agua y derivados del petróleo. Luego se reincorporan nuevamente a las industrias como embalaje, generando finalmente toneladas de residuos peligrosos y no peligrosos incrementando el problema ambiental en nuestro entorno.

Aunque la logística inversa como herramienta en los procesos de reciclaje ha llevado en otros países a reducir la generación de los residuos post-industriales, prolongando la vida útil de los rellenos sanitarios; dentro de la disposición de envases industriales, tecnificando los procesos de recuperación, generando empleo en toda la cadena de reciclaje y contribuyendo al desarrollo sostenible del planeta. (AMINI & RETZLAFF-ROBERTS, 1999). También se ha desarrollado gran controversia por la responsabilidad del pos consumo de productos químicos, la alta generación de residuos peligrosos y la falta de regulaciones ambientales y el compromiso gubernamental según el decreto 4741 del 2005, no estrictamente aplicado a las empresas que practican dichos procedimientos.

Estos procedimientos de reacondicionado de envases requieren hoy de estrategias que ayuden a mejorar sus procesos para evitar descargas de contaminantes al ambiente y la acumulación de estas dentro de la misma, aumentando los riesgos de salud y seguridad industrial y así llevar a empresas certificadas por el área metropolitana encargadas de la disposición de este tipo de contaminantes hacer recolecciones mas continuas afectando igualmente el panorama económico por medio de altos volúmenes a incinerar o a disponer en rellenos y celdas de confinamiento.

En Medellín, las empresas generadoras de residuos peligrosos apenas se están viendo involucradas en Sistemas de Gestión Ambiental por parte de regulaciones decretadas por el área metropolitana; donde solo el 13% de los residuos sólidos son aprovechados o reincorporados a los ciclos productivos, la mayor parte van a rellenos sanitarios representados en un 77%, el resto lo constituyen los residuos incinerados y las pérdidas representadas en botaderos, residuos que son lanzados a las quebradas, sus retiros y zonas verdes, (AREA, 2010) acentuando la creciente deforestación, deterioro de los suelos, pérdida de la biodiversidad, y afectación de los recursos hídricos dentro de la región. (ABURRA. A. M., 2007)

Estos residuos que representan el otro 10% son generados en gran parte por estas recuperadoras de envases industriales que por diversos factores dentro del proceso

productivo, resultan desechos de características peligrosas y especiales, llevando a una preocupación tanto gerencial como operacional dentro de estos procesos.

El manejo de residuos peligrosos ha ocasionado diversos problemas ambientales y de salud humana como lo es el vertimiento de aguas con gran contenido de DQO y el pH fuera de rango en el vertimiento del primer lavado para envases con sustancias alcalinas y acidas que corrientemente llegan a estas empresas y que no requieren solventes, además de los problemas de salud y seguridad por la falta de clasificación de los remanentes químicos e incompatibilidad entre ellos, generando explosiones y vapores tóxicos nocivos para los operarios. La tecnología y procesos de control deben ser implementados para cumplir con la normatividad planteada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial.

Los residuos no peligrosos requieren solo de un buen manejo y orden en su recolección, ya que no representan grandes riesgos de salud humana y para el medio ambiente en su disposición final y se encuentran en un buen plan de reciclaje y disposición dentro de los parámetros manejados por el Área Metropolitana.

Como consecuencia de este problema en disposiciones sobre el impacto social y ambiental en el municipio, se comienza a adoptar la aplicación de una estrategia aplicada e integrada a los procesos, productos y a los servicios con el objetivo de incrementar la eficiencia y reducir los riesgos a los seres humanos y al ambiente. (ABURRA. A. M., 2007)

Esta estrategia es la implementación de un programa de Producción Más Limpia que inicia en 1995 con el trabajo concertado entre las autoridades ambientales y el sector productivo, fundamentalmente basada en los procesos de prevención de la contaminación, reducción en la fuente y la minimización de los desechos, (Gómez Gallo, Flórez López, Cardona Pareja, Isaza Cano, Villa Vélez, & Rendón González, 2006) haciendo de esta política encaminada al desarrollo sostenible, una ventaja diferenciadora entre la competitividad empresarial del sector y del país.

Este planteamiento busca direccionar el proceso de reacondicionamiento de envases industriales mejorando los procesos involucrados, llevando a un desempeño eco eficiente que lidere la buena disposición de los residuos peligrosos y no peligrosos que se generan todos los días disminuyendo los riesgos de salud que se exponen los operarios en estos procedimientos de recuperación mediante un respectivo diagnóstico ambiental y buenas prácticas de manejo en todas las sustancias implicadas en él.

#### 4. JUSTIFICACION

La Política de Producción más Limpia es un término basado en el desarrollo sostenible que promueve la elaboración de estrategias y medidas para detener y devolver efectos en la degradación ambiental y asegurar “que el desarrollo que conocen las necesidades en el presente no comprometan las generaciones futuras para conocer sus propias necesidades” –Brundtland, 2006- y así mantener el medio ambiente y sostenerlo como permaneció. (PROGRAMM-UNEP, 2009)

Esta política fue inicialmente presentada y elaborada en Colombia por el ministerio del medio ambiente, para su posterior concertación entre algunas entidades del sector público como ministerios, institutos de investigación, autoridades ambientales, y entidades del sector privado no gubernamentales y asociaciones gremiales del país (Gómez Gallo, Flórez López, Cardona Pareja, Isaza Cano, Villa Vélez, & Rendón González, 2006); basada en el Programa Global de Acción lanzado en 1995 por la UNEP (United Nations Environmental Programm) para proteger el medio acuático desde las fuentes de contaminación terrestre; e iniciar un programa de reforma legal, estructural y organizacional dentro del sector empresarial que eran los grandes generadores de contaminación y de los riesgos de salud relacionados con las industrias. El planteamiento de este programa promueve a un proceso de gestión integral que mejora y mantiene la sostenibilidad y la competitividad dentro de las empresas. Y consisten en reducir y mitigar todos los posibles impactos ambientales que se deriven de toda actividad dentro del proceso con procedimientos técnicos y administrativos, reutilizar y reciclar todo tipo de recurso que pueda ser aprovechado interna o externamente, reduciendo el costo en su consumo, y racionar estos consumos mediante procesos primarios y tecnológicos que controlen los recursos, (ABURRA. A. M., 2007) y así obtener mayor relación del Costo-Beneficio efectuando esta estrategia preventiva mejorando el desempeño económico y ambiental y haciendo de esta una ventaja diferenciadora para la industria nacional.

Actualmente estos programas han sido implementados por las estaciones de servicio que al igual que las empresas re acondicionadoras de envases, son generadoras de residuos peligrosos y han logrado disminuir riesgos dentro de las estaciones certificándose por sus estrategias de mejoramiento en las buenas prácticas y procedimientos ambientales, optimizando el consumo de sus recursos y asegurando las disposiciones dentro del margen normativo actual. (ABURRA. A. M., Manual de Producción Más Limpia y Buenas Prácticas Ambientales en Estaciones De Servicio., 2009)

Los procesos de drenaje y lavado para estos envases de recuperados son los que mayor consumo de recursos y residuos peligrosos generan, obligando a estas empresas y a la parte gerencial un compromiso con los Programas de Producción Más Limpia y las Buenas Prácticas Ambientales y de proceso donde se lleva a cabo un plan de manejo integral de residuos implicando la adopción de todas las medidas necesarias en las actividades de prevención, minimización separación en la fuente, almacenamiento,

transporte, aprovechamiento, valorización, tratamiento y/o disposición final, importación y exportación de residuos peligrosos, no peligrosos y especiales que se realizan de manera individual o interrelacionadas de manera adecuada y en condiciones que propendan por el cuidado de la salud humana y del medio ambiente. (ABURRA. A. M., Manual para el Manejo Integral de Residuos en el Valle de Aburra., 2006)

Este programa de PML lleva igualmente al proceso productivo a tomar medidas estructurales de inversión no muy altas y gran compromiso de la parte gerencial a evaluar cambios en los procedimientos que podrían tardar en mejorar pero que ha medida de la buena capacitación y cultura dentro de sus operarios se vería positivamente como alternativa de cambio, mejorando la credibilidad de los clientes respecto al buen manejo ambiental que se le da a sus residuos dentro de los envases recuperados y abarcar nuevos mercados paralelos al manejo, aprovechamiento y disposición de residuos, aumentando la competitividad y la seguridad dentro de estas empresas.

## **5. MARCO TEORICO**

### **5.1. ENTIDADES PROMOTORAS DE LA PML**

#### **5.1.1. UNEP (UNITED NATIONS ENVIROMENTAL PROGRAMM)**

La UNEP es una entidad creada en 1972 por las Naciones Unidas mediante la resolución 2997, para crear una conciencia ambiental acerca de los problemas ambientales que enfrentaba el mundo hace tres décadas a través de la actividad económica que aumentaba notablemente; promoviendo el liderazgo y fomentando la colaboración del cuidado del ambiente, informando, inspirando y permitiendo a los países y a las personas para mejorar su calidad de vida sin comprometer el medio para las generaciones futuras. Este programa inicio a transformar el medio ambiente positivamente durante las siguientes dos décadas por los asuntos trabajados como direccionando la convención de varios asuntos ambientales incluyendo la conservación de especies en peligro, el control de la generación de residuos peligrosos y la preservación de la capa de ozono. Esto genero el inicio del Comité que se implemento por el Plan de Acción Global generando una síntesis de ámbito económico, social y del medio ambiente, para un mejoramiento integral por medio de la creación de la Política de Producción Más Limpia y el término desarrollo sostenible creado por la UNEP. (PROGRAMM-UNEP, 2009)

#### **5.1.2. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE**

El ministerio del medio ambiente surgió en el contexto del debate internacional generado por las conferencias sobre temas que tuvieron lugar en Estocolmo (1972) con la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Plan de Acción Global en temas del desarrollo sostenible para el cuidado del Medio Ambiente en Rio de Janeiro (1992), llevando al ámbito nacional iniciar con proyectos y con una agenda apoyada por el gobierno para buscar una mejora en el panorama ambiental en el país en 1993. Allí se inicio una capacidad ministerial que alcanzaba con una política ambiental integrada a beneficiarse de todos los costes y beneficios que traería dicha política, dirigiendo las autoridades ambientales, otorgando licencias ambientales y formulando políticas nacionales a favor del desarrollo sostenible como un ente autónomo frente al gobierno. Esta agenda y estructura se fue desvaneciendo cuando las prioridades del gobierno fueron más importantes, acabando con temática ambiental de la agenda inicialmente determinada en 1993, la financiación del Ministerio y la una alta reducción de sus integrantes por su financiación, los nombramientos, la voluntad política y las relaciones con la sociedad civil que se evidencio aun mas en el inicio del gobierno de Uribe al unificar este Ministerio con el de Vivienda y Desarrollo Territorial, acabando con la estructura inicial sin ningún estudio, control, ni consultas por medio de los altos funcionarios, la ANDI, las ONG y las comunidades afrocolombianas e

indígenas que lo respaldaran. Esto es una clara intención del gobierno en promover el desarrollo económico sin pensar a largo plazo tras el deterioro en su estructura por la falta de financiación con la ausencia de institutos que permitan el cobro por deterioro ambiental (AMBIENTE., 1997) y otorgando licencias en obras del sector público sin mayor estudio de validez simplemente explotando los recursos en su máximo nivel. Esto hace que la vulnerabilidad institucional debilite los programas iniciados y que con la creciente fuerza del actual tema ambiental acerca del cambio climático, la ley forestal, las muertes y enfermedades presentadas hoy en Colombia a causa de la contaminación de las fuentes hídricas y de aéreas, la contaminación de los suelos y los desastres naturales lleven al gobierno a retomar estas Políticas de Producción Más Limpia, aprobada por el Consejo Nacional Ambiental desde 1997, y a implementar el Desarrollo Sostenible implementado inicialmente con la Ley 99 de 1993, con mayor apoyo político y económico, y así recuperar su capacidad y nivel financiero y estructural anteriormente proporcionado, (H., 2006) aumentando la competitividad entre el sector público, privado y la industria por medio del control y el buen manejo de los recursos fomentados por el ministerio.

### **5.1.3. AREA METROPOLITANA**

El Área Metropolitana del Valle de Aburra ha adoptado herramientas propuestas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial tales como los convenios, y la Ventanilla de Servicios Ambientales, siguiendo los lineamientos de la Política Nacional de Producción Más Limpia, con la cual se pretende dar solución a la problemática ambiental de los diferentes sectores productivos. Desde 1998 se inició la ejecución mediante la firma de convenios con los diferentes sectores productivos, facilitando el camino hacia el cumplimiento de la normatividad ambiental y promoviendo la productividad y competitividad. (ABURRA. A. M., Manual de Producción Más Limpia y Buenas Prácticas Ambientales en Estaciones De Servicio., 2009).

Una de las principales estrategias en su implementación ha sido el trabajo concertado del sector productivo, consecuentes con los programas de P+L, basados fundamentalmente en los procesos de prevención de la contaminación, reducción en la fuente, minimización de los desechos y el cuidado de los recursos. El planteamiento del Programa debe hacerse integralmente, pues pueden intervenirse diferentes problemáticas al interior de las empresas y dentro de los procesos productivos (plantas) simultáneamente, pero en forma gradual. Para ello se requiere un sincero compromiso de la “alta gerencia” (Gómez Gallo, Flórez López, Cardona Pareja, Isaza Cano, Villa Vélez, & Rendón González, 2006) y control constante por parte de las auditorías ambientales que regulen y controlen mas los procedimientos en sus procesos de generación y consumo, y sus disposiciones finales, promoviendo la mejora continua en el manejo e innovación de procesos, haciéndolos más auto sostenibles.

## 5.2. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

A través de los procesos productivos el programa direcciona la conservación de la materia y energía, como los servicios, recursos y materias primas implicadas, orientada hacia el desarrollo sostenible tanto en el diseño como en el consumo, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción de la cantidad y peligrosidad de todas las emisiones contaminantes y los desechos. En el caso de los productos se orienta hacia la reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final, mejorando el desempeño y entorno productivo continuamente, cumpliendo con un proceso dinámico y sistemático, buscando un elemento integral como la tecnología más limpia llevando a la sostenibilidad estandarizada para la Gestión Ambiental en los procesos.

Hoy en día frente a las restricciones y la complejidad de la tecnología más limpia se adopta solo las estrategias ambientales preventivas y correctivas mejorando la relación Costo-Beneficio a partir del aumento en la eficiencia de los procesos, los ahorros en los consumos de materias primas y energía, y la disminución de residuos y emisiones ambientales (AMBIENTE., 1997), que al no ser implementadas los costos ambientales, el ahorro y la utilidad no representarían alguna variable con el tiempo e inclusive podría empeorar si son empresas grandes generadoras de residuos, por medio de alguna reacondicionadora como competencia enfocada a estos programas auto sostenibles.

Esta gestión es en gran parte un reto para los gerentes y empresarios a promover la competitividad generando nuevas opciones en los mercados, procesos y crecimiento ocupacional dentro de las empresas.

Las fases para adoptar un programa de PML a través del Área Metropolitana del Valle de Aburrá son:

**Sensibilización y Diagnostico Ambiental:** Proceso de concertación entre el sector económico y las autoridades ambientales para dar paso a la confianza e incorporar el Sistema Integral de Gestión (SIG) direccionado al ambiente dentro del proceso productivo, donde el éxito del Programa depende del compromiso y la parte activa de ambas partes, resultando en el cumplimiento de la normatividad actual.

**Carta de Intención:** Se firma el compromiso de este convenio.

**Capacitación:** Reconocer la importancia de incorporar el factor ambiental en los diferentes sectores económicos y sociales en la región implementando las Buenas Prácticas Ambientales, la cultura y correcta actitud en el sector empresarial conduciendo a la competitividad, reducción de costos y protección de los recursos naturales de una manera sostenible, por medio de los siguientes temas desarrollados:

- Sensibilización Ambiental y Diagnostico Ambiental.
- Legislación y Trámites Ambientales.
- Sistemas de Gestión Ambiental.

- ISO 14000.
- P+L
- Uso eficiente del Agua y de la Energía.
- Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Manejo Seguro de Sustancias Químicas.
- Salud y Seguridad Ocupacional.
- Productividad y Competitividad.
- Tratado de Libre Comercio.
- Incentivos Económicos.
- Cooperación Internacional.
- Líneas de Crédito para la gestión ambiental

(Gómez Gallo, Flórez López, Cardona Pareja, Isaza Cano, Villa Vélez, & Rendón González, 2006)

### **5.3. NORMATIVIDAD APLICADA A EMPRESAS REACONDICIONADORAS DE ENVASES**

#### **CONSUMO DE PRODUCTOS QUÍMICOS**

**Decreto 1973 de 1995:** Por el cual se promulga el Convenio 170 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo, adoptado por la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo el 25 de junio de 1990.

**Ley 55 de 1993:** Aprueba el "Convenio No. 170 y la recomendación número 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra, 1990.

**Ley 30 de 1986:** Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Estupefacientes y se dictan otras disposiciones.

**Decreto 1843 de 1991:** Uso y manejo de plaguicidas.

**Decreto 1609 de 2002:** Cumplir con los requerimientos técnicos para el transporte de mercancías peligrosas.

**Decreto 1443 de 2004:** Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 253 de 1996, y la Ley 430 de 1998 en relación con la prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas y desechos o residuos peligrosos provenientes de los mismos, y se toman otras determinaciones.

**Decreto 4741 de 2005:** Obligaciones y responsabilidades de los generadores y receptores de residuos peligrosos.

**Resolución 1023 de 2005:** Aplicar la guía para el manejo seguro y gestión ambiental de 25 sustancias químicas y las guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos.

(ABURRA. A. M., Manual de Producción Más Limpia y Buenas Prácticas Ambientales en Estaciones De Servicio., 2009)

#### **APROVECHAMIENTO DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL Y DOMÉSTICO Y GENERACIÓN DE VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES**

**Decreto-Ley 2811 de 1974:** Uso de aguas lluvias. Aprovechamiento de aguas subterráneas.

**Decreto 1541 de 1978. Art 208:** Si como consecuencia del aprovechamiento de aguas se han de incorporar sustancias o desechos, se requerirá permiso de vertimiento.

**Decreto 1541 de 1978. Art 211:** Se prohíbe verter, sin tratamiento, residuos sólidos, líquidos o gaseosos, que puedan contaminar o eutroficar las aguas, causar daño o poner en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora o fauna, o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos.

**Decreto 1541 de 1978. Art 211-219 y 231.:** Control de vertimientos.

**Decreto 1575 de 2007:** Calidad del agua de consumo.

**Ley 373 de 1997:** Por la cual se establece el programa del uso eficiente y ahorro del agua.

**Decreto 3102 de 1997:** Ahorro y uso eficiente del agua.

**Decreto 3440 de 2004:** Prevenciones y disposiciones del recurso hídrico.

**Resolución 1433 de 2004:** Planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV), y se adoptan otras disposiciones.

**Decreto 155 de 2004:** Tasas retributivas por vertimientos.

**Ley 9 de 1979:** Código sanitario Nacional.

**Decreto 1594 de 1984 Art 70:** Los sedimentos, lodos y sustancias sólidas provenientes de sistema de tratamiento de agua o equipos de control de contaminación ambiental, no podrán disponerse en sistemas de alcantarillado, y para su disposición deberá cumplirse con las normas legales en materia de residuos.

**Decreto 1594 de 1984 Art 62:** Se prohíbe la utilización de aguas del recurso, del acueducto público o privado y las de almacenamiento de aguas lluvias, con el propósito de diluir los vertimientos, con anterioridad a la descarga al cuerpo receptor.

**Decreto 1594 de 1984. Art 73:** Todo vertimiento a un alcantarillado público deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes normas:

- pH 5 a 9 unidades.
- Temperatura < 40°C.
- Ácidos, bases o soluciones ácidas o básicas que puedan causar contaminación; sustancias explosivas o inflamables, Ausente.
- Sólidos Sedimentables: 10 mg/l.
- Sustancias Solubles en Hexano: 100 mg/l.
- Sólidos suspendidos para desechos domésticos e industriales: Remoción > 50% en carga DBO.
- Para desechos domésticos Remoción > 30% en carga.
- Para desechos industriales Remoción > 20% en carga.
- Caudal máximo 1.5 veces el caudal.

**Decreto 1594 de 1984. Art 80-81:** Realizar el control de los vertimientos para las ampliaciones o modificaciones y disponer de sitios adecuados para la caracterización y aforo de los efluentes.

**Decreto 1594 de 1984. Art 74:** Cumplir límites permisibles para las sustancias de interés sanitario que estén asociados con los vertimientos de las EDS.

**Decreto 1594 de 1984. Art 95:** Se prohíbe el vertimiento de residuos líquidos sin tratar, provenientes del lavado de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.

**Decreto 1594 de 1984. Art. 60:** Se prohíbe todo vertimiento de residuos líquidos a las calles, calzadas y canales o sistemas de alcantarillado para aguas lluvias, cuando quiera que existan en forma separada o tengan esta única destinación.

(ABURRA. A. M., Manual de Producción Más Limpia y Buenas Prácticas Ambientales en Estaciones De Servicio., 2009)

### **CONSUMO DE ENERGÍA**

**Ley 697 de 2001:** Programa de uso racional de la energía.

**Decreto 3683 de 2001:** Reglamenta ley 697 de 2001. Fomenta el uso racional y eficiente de la energía y el uso de energías alternativas.

**Resolución 1023 de 2005:** Aplicar la guía de buenas prácticas en uso racional de la energía en el sector de la pequeña y mediana empresa.

**Resolución 180398 de 2004:** Reglamentación Técnica de Instalaciones Eléctricas (RETIE), para fijar condiciones técnicas que garanticen seguridad.

**Resolución. 180466 de 2007:** Cumplir los requisitos de las instalaciones eléctricas.

(ABURRA. A. M., Manual de Producción Más Limpia y Buenas Prácticas Ambientales en Estaciones De Servicio., 2009)

## **GENERACIÓN DE RESIDUOS ESPECIALES Y PELIGROSOS APROVECHABLES O NO APROVECHABLES, ORDINARIOS**

**Resolución 2309 de 1986:** Residuos especiales.

**Ley 430 de 1998:** Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

**Decreto 2811 de 1974:** Reglas de manejo y prohibiciones generales.

**Resolución 541 de 1994:** Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

**Decreto 4741 de 2005:** Obligaciones y responsabilidades de los generadores y receptores de residuos peligrosos.

**Decreto 1713 de 2002:** Reglamentación de leyes con la prestación del servicio público de aseo y leyes en relación con la gestión integral de residuos sólidos.

**Decreto 1140 de 2003:** Cumplimiento de normas básicas en cuanto a recipientes, transporte interno y sitios de almacenamiento de residuos sólidos no especiales. Contenido del plan de gestión de residuos.

**Resolución 1045 de 2003:** Cumplir con los compromisos mínimos del plan de gestión integral de residuos sólidos.

**Decreto 1594 de 1984. Art 12 y 70:** Los sedimentos, lodos y sustancias sólidos provenientes de sistemas de tratamiento de agua o equipos de control de contaminación ambiental, no podrán disponerse en sistemas de alcantarillado, y para su disposición deberá cumplirse con las normas legales en materia de residuos sólidos.

**Resolución 1402 de 2006. Art 4:** Es obligación y responsabilidad de los generadores identificar las características de peligrosidad de cada uno de los residuos o desechos peligrosos que genere, para lo cual podrá tomar como referencia cualquiera de las alternativas establecidas en el artículo 7° del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005. La autoridad ambiental podrá exigir la caracterización fisicoquímica de los residuos o desechos, cuando lo estime conveniente o necesario.

**Resolución 1362 de 2007, Cap. I y III:** El generador de residuos peligrosos deberán solicitar inscripción mediante comunicación escrita de acuerdo con el formato de carta establecida de la presente resolución, en los siguientes plazos: gran generados 12 meses, mediano generador 18 meses y pequeño 24 meses contados a partir de la publicación de esta resolución. Los generadores deben actualizar anualmente ante la autoridad ambiental, a más tardar hasta el 31 de marzo de cada año, la información reportada en el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos.

**Resolución 1402 de 2006. Art 4:** Es obligación y responsabilidad de los generadores identificar las características de peligrosidad de cada uno de los residuos o desechos peligrosos que genere, para lo cual podrá tomar como referencia cualquiera de las

alternativas establecidas en el artículo 7º del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005. La autoridad ambiental podrá exigir la caracterización fisicoquímica de los residuos o desechos, cuando lo estime conveniente o necesario.

**Resolución 1362 de 2007, Cap. I y III:** El generador de residuos peligrosos deberán solicitar inscripción mediante comunicación escrita de acuerdo con el formato de carta establecida en el anexo No 1 de la presente resolución, en los siguientes plazos: gran generados 12 meses, mediano generador 18 meses y pequeño 24 meses contados a partir de la publicación de esta resolución. Los generadores deben actualizar anualmente ante la autoridad ambiental, a más tardar hasta el 31 de marzo de cada año, la información reportada en el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos.

**Resolución 415 de 1999. Art 6:** Toda persona natural o jurídica que genere aceite usado o los maneje, estará obligado a conocer la destinación última que se le esté dando a los volúmenes generados o manejados del mismo, bien sea que los venda, los ceda, los reprocese o ejecute cualquier otra actividad con ellos, y deberá llevar un registro que deberá contener como mínimo la siguiente información:

- a) Proveedor del aceite usado
- b) Origen del aceite usado
- c) Volumen y proporción de aceite usado empleado en la mezcla
- d) Tipo de combustible que se ha mezclado con el aceite usado.

PAR. 1º—Los registros de los que trata el presente artículo, deben tenerse a disposición de las autoridades ambientales para la verificación respectiva, cuando éstas así lo requieran.

**Decreto 1220/05. Art 2 y 3:** Evaluar que el proveedor del servicio de gestión de aceites residuales para que cumpla con estos requisitos

**Decreto 1446 de 2005. Art 2 y 3:** Modificación de la Resolución 415 y condiciones de combustión para aceites residuales.

**Resolución 415 de 1998. Art. 1-5:** Cumplir con los requerimientos técnicos para utilizar los aceites de desechos como combustible

**Decreto 1220 de 2005:** Licencias Ambientales.

**Resolución 0058 de 2002:** Por lo cual se establecen normas y límites permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos.

**Resolución 0886 de 2004:** Evaluar que el proveedor del servicio de incineración cumpla con estos requisitos.

(ABURRA. A. M., Manual de Producción Más Limpia y Buenas Prácticas Ambientales en Estaciones De Servicio., 2009)

## **CONSUMO DE AGUA SUBTERRÁNEA Y PROTECCIÓN DEL RECURSO**

**Decreto Ley 2811 de 1974:** Protección, aprovechamiento solicitar concesión.

**Decreto 1541 de 1978 artículo 155:** Requiere concesión para aprovechamiento de aguas subterráneas.

**Decreto 1541 de 1978 artículo 171:** Practicar la prueba de bombeo. Dotar al pozo de contador adecuado, conexión a manómetro y de toma para la obtención de muestras de agua.

**Ley 9 de 1979 artículos 58 y 62:** Cumplir las normas sanitarias para adecuado aprovechamiento y protección.

**Decreto - Ley 2811 de 1974 artículo 148:** El dueño, poseedor o tenedor de un predio puede servirse de las aguas lluvias que caigan o se recojan en este mientras por el discurren. Podrán, en consecuencia, construir dentro de su propiedad las obras adecuadas para almacenarlas y conservarlas, siempre que con ellas no cause perjuicios a terceros.

(ABURRA. A. M., Manual de Producción Más Limpia y Buenas Prácticas Ambientales en Estaciones De Servicio., 2009)

### **FALTA DE ORDEN Y ASEO**

**Ley 9 de 1979 Código Sanitario Nacional:** Todos los sitios de trabajo, pasadizos, bodegas y servicios sanitarios deberán mantenerse en buenas condiciones de higiene y limpieza.

**Res 2400 de 1979 Capítulo IV:** Estatuto de seguridad industrial.

(ABURRA. A. M., Manual de Producción Más Limpia y Buenas Prácticas Ambientales en Estaciones De Servicio., 2009)

### **RIESGOS AMBIENTALES POR EMERGENCIAS**

**Decreto, ley 2811 de 1974. Art 31:** En accidentes acaecidos o que previsiblemente puedan sobrevenir, que causen deterioro ambiental, o de otros hechos ambientales que constituyan peligro colectivo, se tomarán las medidas de emergencia para contrarrestar el peligro.

**Decreto 1594 de 1984. Art 96:** Tener un plan de Contingencia contra derrames accidentales de hidrocarburos o cualquier otra sustancia nociva para la salud.  
(ABURRA. A. M., Manual de Producción Más Limpia y Buenas Prácticas Ambientales en Estaciones De Servicio., 2009)

## 5.4. TIPOS DE RESIDUOS.

### 5.4.1. No peligrosos

Aquellos producidos por el generador en cualquier lugar y en desarrollo de su actividad, que no presentan riesgo para la salud humana y/o el medio ambiente. Vale la pena aclarar que cualquier residuo hospitalario no peligroso sobre el que se presume el haber estado en contacto con residuos peligrosos debe ser tratado como tal.

Los residuos no peligrosos se clasifican en:

**Biodegradables:** Son aquellos restos químicos o naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente. En estos restos se encuentran los vegetales, residuos alimenticios no infectados, papel higiénico (el cual debe almacenarse en bolsa verde pero separadamente de los otros residuos ordinarios), papeles no aptos para reciclaje, jabones y detergentes biodegradables, madera y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia orgánica.

**Reciclables:** Son aquellos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser utilizados en procesos productivos como materia prima. Entre estos residuos se encuentran: algunos papeles y plásticos, chatarra, vidrio, telas, radiografías, partes y equipos obsoletos o en desuso, entre otros.

**Inertes:** Son aquellos que no se descomponen ni se transforman en materia prima y su degradación natural requiere grandes períodos de tiempo. Entre estos se encuentran: el icopor, algunos tipos de papel como el papel carbón y algunos plásticos.

**Ordinarios o comunes:** Son aquellos generados en el desempeño normal de las actividades. Estos residuos se generan en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías, salas de espera, auditorios y en general en todos los sitios del establecimiento del generador.

(COLOMBIA, 2010)

### 5.4.2. Peligrosos y Químicos

Son aquellos residuos producidos por el generador y restos de sustancias químicas con alguna de las siguientes características: infecciosos, combustibles, inflamables, explosivos, reactivos, radiactivos, volátiles, corrosivos y/o tóxicos; los cuales pueden causar daño a la salud humana y/o al medio ambiente. Así mismo se consideran peligrosos y químicos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

Clasificación de los residuos peligrosos:

**Residuos Infecciosos o de Riesgo Biológico:** Son aquellos que contienen microorganismos patógenos tales como bacterias, parásitos, virus, hongos, virus oncogénicos y recombinantes como sus toxinas, con el suficiente grado de virulencia y concentración que pueda producir una enfermedad infecciosa en huéspedes susceptibles.

Todo residuo hospitalario y similar que se sospeche haya sido mezclado con residuos infecciosos (incluyendo restos de alimentos parcialmente consumidos o sin consumir que han tenido contacto con pacientes considerados de alto riesgo) o genere dudas en su clasificación, debe ser tratado como tal.

**Metales Pesados:** Son objetos, elementos o restos de estos en desuso, contaminados o que contengan metales pesados como: Plomo, Cromo, Cadmio, Antimonio, Bario, Níquel, Estaño, Vanadio, Zinc, Mercurio. Este último procedente del servicio de odontología en procesos de retiro o preparación de amalgamas, por rompimiento de termómetros y demás accidentes de trabajo en los que esté presente el mercurio.

**Reactivos:** Son aquellos que por sí solos y en condiciones normales, al mezclarse o al entrar en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos, generan gases, vapores, humos tóxicos, explosión o reaccionan térmicamente colocando en riesgo la salud humana o el medio ambiente. Incluyen líquidos de revelado y fijado, de laboratorios, medios de contraste, reactivos de diagnóstico in vitro y de bancos de sangre.

**Contenedores Presurizados:** Son los empaques presurizados de gases anestésicos, medicamentos, óxidos de etileno y otros que tengan esta presentación, llenos o vacíos.

**Aceites usados:** Son aquellos aceites con base mineral o sintética que se han convertido o tornado inadecuados para el uso asignado o previsto inicialmente, tales como: lubricantes de motores y de transformadores, usados en vehículos, grasas, aceites de equipos, residuos de trampas de grasas.

**Residuos Radiactivos:** Son sustancias emisoras de energía predecible y continua (alfa, beta o de fotones), cuya interacción con materia puede dar lugar a rayos X y neutrones. Estos residuos contienen o están contaminados por radionúclidos, en concentraciones o actividades superiores a los niveles de exención establecidos por la autoridad competente para el control del material radiactivo, y para los cuales no se prevé ningún uso. Esos materiales se originan en el uso de fuentes radiactivas adscritas a una práctica y se retienen con la intención de restringir las tasas de emisión a la biosfera, independientemente de su estado físico.

(COLOMBIA, 2010)

**Residuos Inflamables y/o Explosivos:** Se considera que un residuo es inflamable cuando produce fuego bajo las siguientes condiciones:

- Siendo líquido: Si contiene más de 24% de alcohol en volumen, no contiene agua y su punto de ignición está por debajo de los 60°C.
- No siendo líquido: a presión y temperatura normales -1atm, 25°C-, produce flama por fricción, contacto al agua o un cambio químico espontaneo.
- Si es un gas cumpliendo alguna de estas condiciones: su mezcla del 13% o menos con el aire o su rango de inflamación con el aire es mayor al 12% independiente del límite inferior.

Y es un residuo Volátil si tiene una presión de vapor absoluta de 78mmHg a temperatura ambiente. (SALUD., 1986)

**Residuos Corrosivos:** Se establece con referencia al pH. Los desechos con alto o bajo pH pueden reaccionar peligrosamente con otras basuras o producir migraciones de contaminantes tóxicos desde otras desechos como ácidos; y soluciones usadas en la manufactura del acero. La habilidad de corroer el acero es un indicador primario de la presencia de desechos peligrosos. (MEDIO AMBIENTE, 2001)

Una muestra representativa tiene alguna de las siguientes propiedades:

Es acuosa con un pH menor o igual a 2, o mayor o igual a 12.5 o es un líquido que puede corroer acero (SAE 1020) a una velocidad mayor que 6.35 mm/año a una temperatura de 55 °C, según el test standard TM-01-69 de la National Association of Corrosion Engineers (USA). (MEDIO AMBIENTE, 2001)

**Residuos Tóxicos:** El Procedimiento de Lixiviación para la Característica de Toxicidad (Toxicity Characteristic Leaching Procedure, TCLP, de la EPA), que identifica lixiviados con concentraciones peligrosas de constituyentes tóxicos en aguas subterráneas y en la salud humana. (MEDIO AMBIENTE, 2001)

#### **5.4.3. Residuo Aprovechable**

Es cualquier material, objeto, sustancia (química o natural) o elemento solido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo. (ABURRA. A. M., Manual para el Manejo Integral de Residuos en el Valle de Aburra., 2006)

## 6. ESTADO DEL ARTE

La Política Nacional de PML y consumo sostenible está dirigida a terminar con la insostenibilidad de la producción y consumo que se maneja actualmente en los procesos productivos, mediante un concepto de producción cíclica, con criterios ambientales a lo largo del ciclo de vida del producto, para promover un crecimiento económico diferente ayudando a la competitividad empresarial y las oportunidades para innovar. Esta política lleva a procesos eco eficientes y a nuevos mercados verdes donde el desempeño ambiental y el debido control de recursos y residuos ofrecen un beneficio económico que las empresas están descubriendo. (MINISTERIO DE AMBIENTE, 2011)

Hoy en día las empresas han iniciado el desarrollo de actividades para recuperar y aprovechar recursos y residuos, como ventaja competitiva, cambiando el ciclo de vida clásico de los productos, asociado al abastecimiento la producción y consumo, por un nuevo ciclo económico, generando un determinado flujo de materiales y productos recuperados desde el consumidor hasta el productor, como lo propone la logística inversa en la gestión de envases industriales. (Gonzales García, 2008. )

Esta ventaja competitiva tiene tres aspectos importantes como el liderazgo de costes que busca reducir las materias primas y minimizar el costo de disposición de los residuos y aumentar el aprovechamiento mediante su clasificación; la diferenciación donde trata de ser única en su sector por sus actos de innovación en procesos y solución a sus compradores; y el mercado que encuentra crecimiento en el enfoque de nuevos nichos mediante su Gestión Integrada en el proceso, aumentando el liderazgo de estas empresas. (Gonzales García, 2008. )

Algunas Re acondicionadoras de envases Globalmente, son líderes por el buen desempeño y soluciones que han ofrecido en su Gestión ambiental al recuperar y disponer de todo tipo de residuos, como Peligrosos, Especiales, Biológicos, No Peligrosos y Ordinarios, realizando un servicio adecuado y prestando asesorías sobre cómo garantizar la utilización de los recursos y tratamientos de efluentes naturales para la industria como agua, aire, contribuyendo totalmente a esta Política de Producción Más Limpia, al medio ambiente y al desarrollo sostenible del planeta. A diferencia de otras empresas, solo cuentan con la recuperación de los envases continuando con el problema ambiental anteriormente mencionado. Muchas veces la falta de apoyo entre el gobierno en controlar y mejorar la normatividad como se presenta en algunos países donde este tipo de control evita promover continuamente la competitividad y generación de oportunidades por medio de las entidades y el manejo ambiental que esté presente.

A continuación se presentaran empresas con las dos características nombradas:

- TRANSPACIFIC INDUSTRIES GROUP es una compañía Australiana dedicada a las soluciones múltiples respecto a la seguridad, manejo, servicios y tratamiento de todo tipo residuos, con el cumplimiento ambiental regulatorio del

manejo de desecho, abarcando mercados como los envases industriales, solventes, trampas y residuos provenientes de pozos sépticos, disposición y destrucción segura de residuos ordinarios, hospitalarios y biológicos, asbestos, baterías, tubos fluorescentes y hasta de tratamiento de aguas y asesorías acerca de cualquier residuo; contribuyendo al desarrollo sostenible y a la competitividad empresarial por medio de la implementación de este programa integral. Para la operación en la recuperación de envases ellos recolectan los tambores metálicos, plásticos y los tanques donde tratan o clasifican el residuo en su interior, y lo disponen para su propio uso como combustible o en algún proceso productivo, se desecha de una manera si es peligroso o llevada a los rellenos sanitarios. Los envases si están en buenas condiciones son comercializados para la industria o son compactados y reincorporados a procesos de fundición o extrusión plástica. (GROUP, 2010)

- EMPRESA A.V. CORP.: Compañía ecuatoriana que realiza la función de reacondicionado de tanques, aunque la estrategia de manejo integral de los residuos no es tan profunda, ya que solo cuentan con una destiladora, que recupera óptimamente los solventes usados en el proceso de lavado de los envases pero no hay clasificación debido a la alta generación de residuos que disponen por maquinas incineradoras resultantes del destilado, este proceso es un inicio para el programa de mejora ambiental aunque falta la integración de muchos factores en el manejo y disposición de residuos por parte de la compañía (Soria & Delgado Acuña, 2010)

- INDYDRUM es una Re acondicionadora ubicada en Indianápolis, U.S.A., que trabaja notablemente en el desarrollo sostenible y en la producción más limpia por medio de su planta de agua de tratamiento controlando sus disposiciones por medio de un equipo y una tecnología calificada, sus ISO tanque y Canecas de polímero son convertidas nuevamente en resina al ser descartada como envase para entrar a otro proceso productivo, haciendo de esta empresa una organización altamente competitiva para cualquier recuperadora de envases dentro de los Estados Unidos. (INDYDRUM, 2012)

- RECATAM es una empresa Colombiana líder en el reacondicionamiento de envases que requiere la implementación de nuevos programas para mejorar sus procesos, ya que no cuenta con ninguna tecnología para la recuperación de solventes u otros efluentes resultantes dentro de la empresa como el recurso hídrico y el tratamiento de residuos orgánicos no peligrosos. La recuperación de solventes y el tratamiento del agua se realiza de manera manual donde los resultados para las entidades de control ambiental son apenas aceptables y son compensadas por la disposición legal de los residuos peligrosos que notablemente es un alto gasto para la empresa y la buena gestión de los envases, alargando la vida útil de los rellenos y evitando el consumo de recursos para su nueva fabricación. (RECATAM) Aunque es una empresa líder la falta de implementación de nuevos programas y tecnologías hace que nuevas empresas del sector como A Reconstruir, Inproquim y Recrac, tomen campo competitivo

dentro de esta industria disminuyendo la capacidad de crecimiento dentro de la misma.

Buenas Prácticas de Manejo y Reacondicionado para estos envases son indispensables para evitar la alta generación de residuos peligrosos y el riesgo para la salud y el medio ambiente. Algunas recomendaciones son necesarias para evitar dichos factores como; el buen cierre de los tambores, sobre todo los de boca ancha ya que si el agua lluvia empieza a llenar el tambor todo el excedente se convertirá en residuo peligroso, el buen drenaje por parte del generador por medio de bombas o aspiradoras que no dejen más de un 3% de remanente dentro, la buena clasificación de residuos por sus incompatibilidades Físicoquímicas, almacenarlos en lugares cubiertos ausentes de calor y puestos en un sitio de concreto o de un suelo firme para evitar la corrosión y descargas al agua subterránea de químicos placentes en el exterior del envase, por ultimo deben estar bien rotulado y a la vista para evitar derrames y tener las precauciones necesarias sobre el residuos peligroso. Al ser descartados para desecho metálico deben estar completamente limpios y sin filos para tener una buena disposición final y cumplir con las especificaciones normativas. (Services, 2011)

Las empresas Re acondicionadoras de envases en Colombia requieren el control y la implementación de Programas que conviertan sus procesos eco eficientes para cumplir con la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible, así crear una estrategia preventiva en su Gestión Ambiental llevándolas a solucionar estos problemas ambientales y de salud, con una dirección Global de la Industria, desarrollando nuevos mercados y mejorar el nivel económico, la competitividad y liderazgo.

## **7. METODOLOGÍA**

### **7.1. FASE DE INICIO**

#### **7.1.1. EQUIPO ESTRATEGICO**

Inicialmente el reacondicionamiento de envases se determina como un proceso de logística inversa dentro del sector industrial, encargado de la recolección, recuperación, disposición, distribución y retorno de material de empaque a la industria y a los centros de reciclaje y de disposición final certificados, desde materiales industriales hasta residuos orgánicos, ordinarios, especiales y peligrosos, llevándolos a un nuevo proceso o ciclo productivo, o dándoles una buena disposición y manejo. A este proyecto se le adjudica como caso de estudio la empresa Recatam S.A.S. líder en el reacondicionado de envases industriales en Colombia susceptible al programa de PML colaborando con la problemática anteriormente mencionada y proponer un programa adecuado en la implementación de la política de PML a esta industria, que no solo busca mejorar el factor económico, cultural y ambiental, sino también el nivel competitivo, innovador, sostenible y eco eficiente; elementos que se requieren hoy en día para encontrar la línea base y las metas dentro del programa. Actualmente en el Valle de Aburra interviene esta política como una propuesta para cambiar los modelos de desarrollo productivo y de consumo actual en un mejor manejo de recursos y residuos, evitando o disminuyendo la cantidad de desechos y emisiones contaminantes generadas en dichas empresas, por medio de un equipo competitivo direccionado por la alta gerencia y según la normatividad a cumplir y la estrategia o estrategias mostradas en la propuesta que se propongan desarrollar durante la implementación del proyecto.

Parte del organigrama de estas empresas forman el equipo estratégico para desarrollar la implementación de esta propuesta la cual se muestra en la Figura 1.

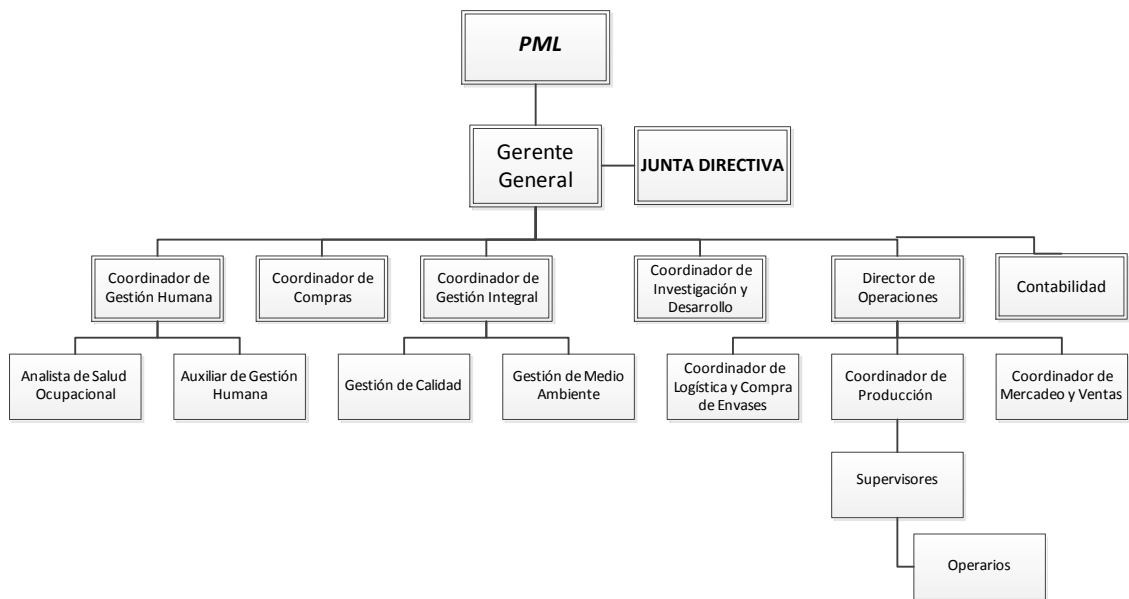


Figura 1: Organigrama del Equipo Estratégico para el Programa de PML.

La interrelación del equipo estratégico en la Figura 2., está encargada de retroalimentar la propuesta por medio de los departamentos directivos y coordinadores comprometidos, hasta los operarios directamente involucrados en el proceso productivo, se presenta de manera sistémica donde el gerente general y el asesor en PML recopilan y relacionan la información para el desarrollo y ejecución del programa. El director de operaciones se encarga de proporcionar todo lo relacionado con el proceso productivo y la recolección y distribución de envases donde se derivan diversos problemas, tanto ambientales como productivos y de consumo, y de seguridad industrial según la cantidad y calidad de remanente químico dentro del envase. Allí la gestión integral y la gestión humana entran a un papel importante para evitar accidentes tanto ambientales como operativos y del personal involucrado en el proceso, determinantes en el cambio estratégico y así desarrollar Ventajas Competitivas que muestren innovación y mejoras en el proceso mediante procedimientos más sostenibles, cultura de Producción más Limpia, Nueva Tecnología, Nuevos Mercados, e Insumos ecológicos y reutilizables que los departamentos de compras e investigación y desarrollo desean integrar al sistema para un mejor desempeño y eficiencia tanto ambiental como económica; creando una Estrategia y Cultura de Consumo y Producción Sostenible dentro la empresa y en el Sector Industrial.

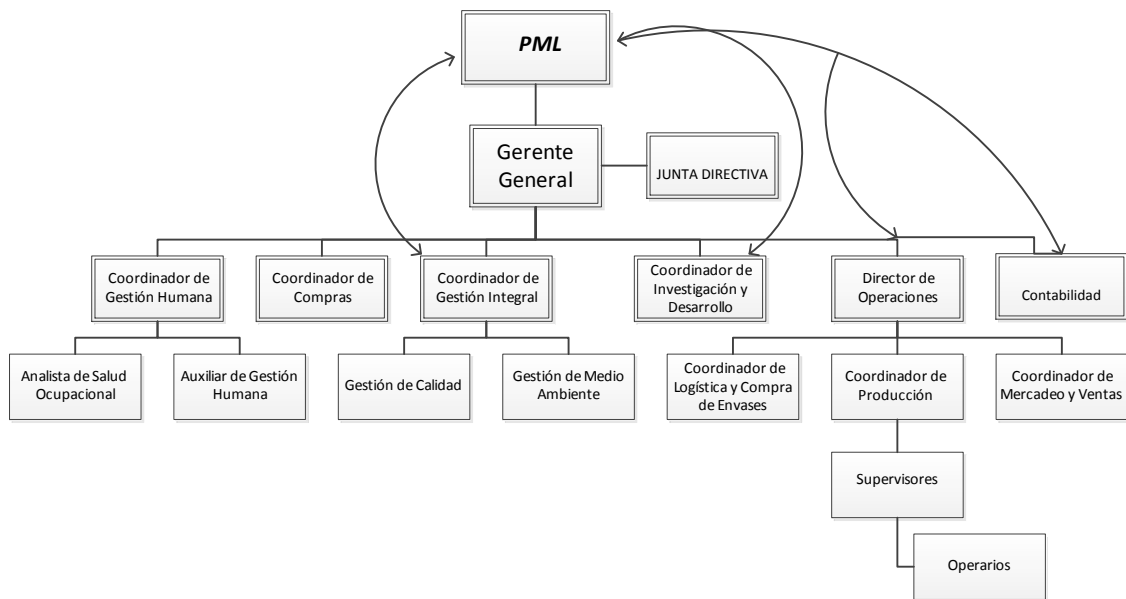


Figura 2: Relación del Equipo Estratégico para el Programa de PML.

Con el apoyo del departamento de Producción se inicia el proceso de recopilación en la información a evaluar respecto a las operaciones que tengan mayor respuesta respecto a los aspectos ambientales a identificar, solucionar o minimizar, en la participación de cada tipo de reacondicionado, esperando la mayor cantidad de residuo, para el tipo de proceso de mayor participación productiva que mas impacte negativamente la operación en general.

La participación en la producción identificada en el programa se muestra en la tabla 1, para los diferentes Envases a Reacondicionar.

PROCESO	PRODUCCION	%PDN
ENVASES	24403	100
TAMBORES		
TTAC	6206	25,4
TTAL	2646	10,8
TC	5670	23,2
TANQUES IBC	2811	11,5
GARRAFAS	7070	29,0

Tabla 1. Participación Productiva por Tipo de Envase.

De acuerdo con el proceso productivo se encuentran los elementos que ingresan y salen para reacondicionar los envases en planta. La participación productiva influye en el volumen consumido o generado en estos elementos que se muestran en la siguiente figura.

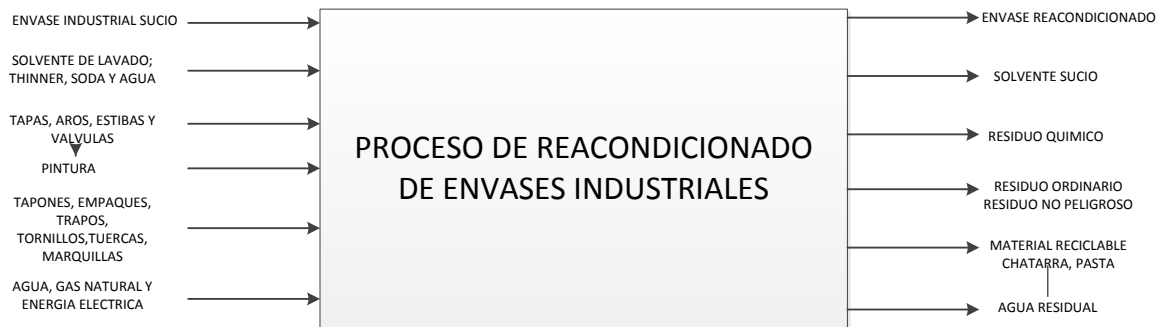


Figura 3. Diagrama de Entradas y Salidas del Proceso.

Estos elementos residuales en la salida de la figura 3 se producen a partir de la transformación del envase y requiere de un estudio o diagnostico para minimizar o controlar su generación que impacta ambiental, social y económicamente a la empresa.

### 7.1.2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Con base a esta estrategia es preciso identificar las operaciones y procedimientos dentro del proceso en planta más relevantes en la generación de residuos y emisiones contaminantes que afectan hoy a la industria de Reacondicionado de Envases Industriales con el fin de desarrollar un diagnostico ambiental enfocado en todos los procesos y operaciones para resolver y mejorar aspectos ambientales ya mencionados dentro de la problemática de la empresa.

El Registro fotográfico muestra la contaminación relevante por la cantidad de residuos generados, ubicando e identificando las operaciones unitarias más influyentes para generar oportunidades en control de recursos y minimización de residuos, riesgos profesionales, soluciones a emisiones y demás aspectos ambientales identificados en planta, para luego recopilar y cuantificar datos de interés, realizando un análisis efectivo de las etapas del Proceso en la retroalimentación dentro del Programa y mantener nuevas opciones de mejora dentro de los procesos productivos del Proceso de Reacondicionado.



Figura 5. Lodos Deshidratados o Peligrosos



Figura 4. Residuos Pintura



Figura 6. Almacenamiento y Generación de RESPEL



Figura 7. Almacenamiento y Generación de RESPEL

Dada la inspección en planta, se determinan varios Aspectos tanto en el consumo de servicios como en la generación de residuos, vertimientos de aguas residuales, y demás emisiones contaminantes como ruido, suelos, Carbono Orgánico Volátil (VOC) y lodos residuales dentro del Diagnostico Ambiental en operaciones específicas identificadas en el Proceso de Reacondicionado, generando un impacto negativo para el sector ubicado según la estrategia que se tenga para minimizar el riesgo, tanto ambiental como social y económico. Los aspectos contaminantes se identifican visualmente en planta mediante las anteriores figuras y se ordenan para el diseño de las tablas de Aspectos Contaminantes en las Operaciones Generadora de Residuos (OGR), e identificar los riesgos e impactos más críticos presentes en cada operación, expuestas a continuación.

ASPECTO	CONTAMINACIÓN						CONSUMOS	
	Vertidos aguas residuales	Generación de residuos no peligrosos	Generación de residuos peligrosos	Emisiones atmosféricas y VOC	Cont. del suelo	Cont. acústica	Energía	Agua
Destapadora		X				X	X	
Drenaje de residuos 1		X	X	X	X			
Horno		X		X		X	X	
Pulido Húmedo	X							X
Lavado Manual		X	X	X	X			
Drenaje de Residuos 2		X	X	X	X			
Cadeneadora			X	X	X	X	X	
Pintura			X	X			X	

Tabla 2. Aspectos en OGR, Tambores

ASPECTO	CONTAMINACIÓN						CONSUMOS	
	Vertidos aguas residuales	Generación de residuos no peligrosos	Generación de residuos peligrosos	Emisiones atmosféricas y VOC	Cont. del suelo	Cont. acústica	Energía	Agua
Drenaje de Residuo		X	X	X	X			
Hidrolavado 1	X	X					X	X
Cadeneadora			X	X	X	X	X	
Hidrolavado 2	X	X					X	X
Válvulado		X						
Estibado		X						
Pintura			X	X			X	

Tabla 3. Aspectos de OGR, Tanques IBC

ASPECTO	CONTAMINACIÓN						CONSUMOS	
	Vertidos aguas residuales	Generación de residuos no peligrosos	Generación de residuos peligrosos	Emisiones atmosféricas y VOC	Cont. del suelo	Cont. acústica	Energía	Agua
Cadeneadora			X	X	X	X	X	
Tanques Soda	X	X	X	X	X			X
Hidrolavado	X	X	X		X		X	X
Producto Terminado		X	X					X

Tabla 4. Aspectos de OGR, Garrafas

El mayor riesgo ambiental presente se da por la cantidad de material líquido contaminante que se trabaja dentro de la empresa, acumulándose y generándose día a

día, aumentando la necesidad de disposición y riesgos en contaminación de suelos, aguas, y Gases tóxicos y VOC que se puedan liberar al ambiente, según el manejo que se dé a estos solventes orgánicos, soda, y remanentes como residuo químico del envase. El riesgo es menor si se tiene en cuenta otros factores como la generación de residuos no peligrosos o inertes y el ruido presente dentro de la planta. Estos elementos no cuentan con igual priorización en desarrollo de oportunidades para el programa de PML ya que los empleados cuentan con protección auditiva, asegurando el riesgo humano dentro del perímetro en planta. A pesar de la cantidad de ruido que la empresa genera, su minimización requiere de nueva infraestructura, equipos y procedimientos técnicos más amigables con el impacto ambiental. Por otro lado la generación de material reciclable como tapas, aros, estibas, envases y válvulas, es comercializada como excedente industrial a modo de soporte en gastos de disposición de los lodos inertes generados por el hidrolavado de algunos tanques que contienen material orgánico no contaminante.

Estos procesos determinan el nivel de contaminación ambiental presente en la etapa del proceso que se lleve a cabo.

Las etapas más influyentes según la Matriz de aspectos ambientales toman referencia a Operaciones Generadoras de Residuos Peligrosos y uso de recursos contaminantes en los procesos identificados, siendo las operaciones en relación al lavado; como El Drenaje de Residuos, El Lavado del envase Manual, por Maquina Cadeneadora o Soda Cautica, y su enjuague posterior, las más contaminantes por el ciclo continuo de generación y acumulación, resultando servicios de Disposición Ambiental por incineración y Celdas de seguridad más constantes, para mantener el orden, control y riesgo tolerado en planta, presentados en la figura 7.

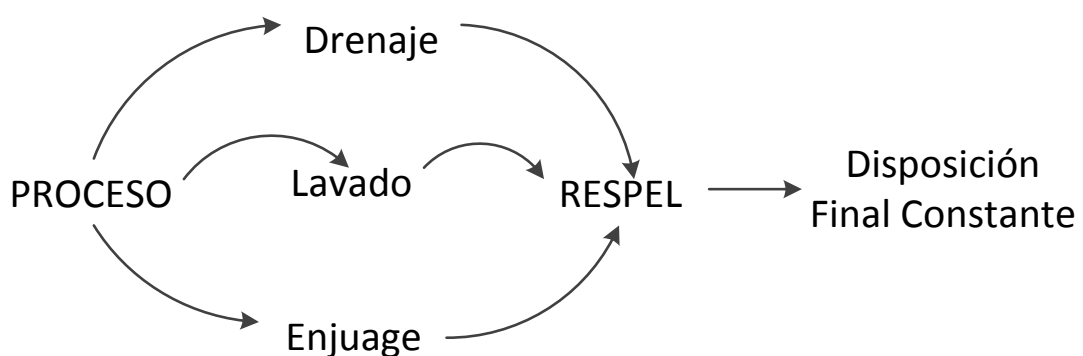


Figura 8. Etapas más influyentes en la Generación de RESPEL

A través de Operaciones como el Hidrolavado, Válvulado y Estibado en Tanques IBC, el Hidrolavado y descartes de Producto Terminado en Garrafas y el destape y la quema

en el horno del tambor, generan la parte del Residuo No Peligroso, Ordinario y/o reciclable. Los vertimientos de agua residual y demás emisiones atmosféricas deben ser bien controladas de acuerdo a entes externos que regulan factores de medición como el pH, el COT Total, los sólidos suspendidos, % de DBO y % de DQO presentes en el agua, y emisiones atmosféricas y carbono orgánico volátil a controlar según la calidad y cantidad del excedente dentro del tambor a quemar y solventes a utilizar, obligando a mantener los valores establecidos de control ambiental estipulados por el gobierno actual dentro de la empresa.

Según lo anterior se clasifican y reconocen las operaciones generadoras de Residuos peligrosos en el drenaje, lavado y enjuague del envase como foco principal de análisis y evaluación por el flujo continuo en su generación y disposición, sabiendo el gasto económico que esto representa. Los demás residuos no representan igual impacto en los aspectos a mejorar aunque pueden ser analizados y evaluados para su minimización, manejo y control.

## **7.2. ANALISIS DEL DIAGNOSTICO Y DEL PROCESO DE REACONDICIONADO DE ENVASES**

### **7.2.1. INTRODUCCION AL ANALISIS DEL PROCESO**

Para un análisis detallado sobre la selección en las oportunidades de minimización de Residuos y Soluciones para el programa de PML se deben realizar los Diagramas de Flujo de Todos los Procesos involucrados en el Reacondicionado de los envases con una explicación concreta e integrar balances de materia y energía, con el fin de recopilar valores de interés, tanto económico como ambiental; y darse cuenta de la importancia en las diversas propuestas de implementación a desarrollar para el Programa de PML.

Al realizar la visita a la planta se encontraron varios factores en la operación para la propuesta donde algunos se hacen más relevantes para la proposición, evaluación y desarrollo dentro de las soluciones del programa.

En estos factores regularmente intervienen materias primas, maquinaria, servicios utilizados, disposiciones adecuadas, procedimientos y técnicas empleadas, los cuales se analizan y se trabajan dentro de la propuesta según su importancia. De allí se desprecia insumos como empaques, tapones, trapos, tuercas, tornillos, trapos de limpieza, marquillas, y demás factores o repuestos de bajo peso másico y volumen, que no aglomeran valores significativos de disposición ambiental, riesgo profesional y de interés económico y financiero. Por otro lado el uso de solventes de lavado, pintura aplicada, residuo químico remanente del envase, residuos no peligrosos y ordinarios, servicios industriales como el agua, el gas natural y la energía eléctrica, y procedimientos inadecuados, son factores que muestran respuestas significativas dentro

de las opciones y soluciones en la propuesta del Programa y crean un enfoque de cambio estratégico para el Proceso de Reacondicionado de Envases Industriales.

### **7.2.2. PROCESO PRODUCTIVO DE REACONDICIONADO Y OGR.**

El proceso productivo de Reacondicionado cuenta con tres tipos de envase las cuales difieren en una serie de operaciones por su tamaño, forma y material. Los envases procesados son en su mayoría tambores metálicos de 55 galones, garrafas plásticas de 5 a 55 galones de capacidad e Isotanques o tanques IBC de 1 tonelada respectivamente, donde entran a planta y son clasificados y almacenados según sus características.

Las características Físicas de los Tipos de Envase Reacondicionados en el proceso productivo, se muestran en las siguientes figuras.



Ilustración 9. Tambor Reacondicionado TC



Figura 10. Tanque IBC Reacondicionado



Figura 11. Garrafa Reacondicionada

Para los tres tipos de envase el proceso de reacondicionado es el siguiente:

#### TAMBORES

- Grafado: Se rectifica la grafa o borde soldado en la parte superior-inferior.

Luego del Grafado se clasifica el tambor según su interior o estado. Si se encuentra destapado o presenta oxido se clasifica como Tambor Tapa de Aro (TTA) de lo contrario se clasifica como Tambor Cerrado (TC) y se divide la línea de proceso.

#### TAMBOR CERRADO (TC)

- Inflado: Se verifica el sello hermético del tambor y se quitan abolladuras por medio de aire comprimido.
- Drenaje de Residuos: Se drena el remanente químico del envase. Se identifica como una operación generadora de residuo (OGR).
- Cadeneo: Se introducen cadenas y solvente recirculado de los tanques de enjuague para realizar el lavado interior del envase por medio de la maquina cadeneadora (OGR).
- Enjuague: Se hacen dos enjuagues con solvente limpio para la remoción total del químico remanente.
- Secado: Proceso que evapora el solvente resultante del enjuague dando el acabado interior del tambor.
- Pulido Exterior: Se remueven las etiquetas, suciedades y rotulos, en el exterior del tambor.

#### TAMBOR TAPA DE ARO (TTA)

- Destapado: Se destapa el tambor cerrado oxidado o que no cumple especificaciones para que sea un TC (OGR).
- Bordeado: Se realiza un borde redondo de seguridad para completar el cierre del tambor.
- Drenaje de Residuos: Se drena el remanente químico del envase (OGR).

Este tipo de envases tiene dos líneas de proceso donde el Tambor destapado o comprado que pueda mantener su interior en el estado original sin óxido es procesado como Tambor Tapa de Aro Lavado (TTAL)

#### TTAL

- Lavado Manual: Se lava el interior y el exterior del tambor con solvente recirculado del enjuague. (OGR)
- Enjuague: Se enjuaga el tambor con solvente limpio para la remoción total del remanente químico.

#### TTAC

- Horno: Se quema las tapas y el tambor oxidado o de difícil limpieza.
- Cilindrado: Operación que corrige las venas del tambor requeridas por el cliente.
- Pulido: Se remueven los residuos quemados y se prepara la superficie (OGR).
- Masillado: Se masilla la tapa en sus lados irregulares.

Se unen las líneas de los procesos de TC y TTA para las últimas dos etapas del proceso del reacondicionado de Tambores Metálicos.

- Pintura: Se pinta el tambor por medio de aspersores, según las especificaciones del cliente (OGR).
- Terminado: Se cierra, se etiqueta y se rotula el tambor según las especificaciones del tambor y del Cliente. aquí va la explicación breve de los procesos y las problemáticas en las operaciones como la de los desechos, el agua, la energía,

El proceso productivo para los Isotankes o tanques IBC es el siguiente:

#### IBC

- Desencanastado: Se retira la canasta del tanque para ser Reacondicionada, el tanque pasa a otra línea de proceso.
- Soldadura: La canasta y estiba metálica es reacondicionada por medio de soldadura.
- Estibado: Se montan estibas de madera por las estibas descartadas (OGR).
- Pintura: Se pinta la canasta por aspersión para dar su acabado (OGR).
- Drenaje de Residuo: Se drena el remanente químico del envase (OGR).
- Hidrolavado: Se lava el envase con agua a presión para mejorar el lavado químico. Solo aplica a productos diluibles en agua (OGR).
- Cadeneo: Se introducen cadenas y solvente recirculado de los tanques para realizar el lavado interior del envase por medio de la máquina cadeneadora (OGR).
- Enjuague: Se enjuaga el tambor con solvente limpio para la remoción total del remanente químico.

- Hidrolavado: Se lava el envase con agua a presión interior y exteriormente para acabar el parte de lavado.
- Secado: Se seca el interior del envase para dar acabado al interior.
- Válvulado: Se montan y se aseguran las válvulas del envase (OGR).
- Terminado: Se cierra, se etiqueta y se rotula el Isotanke según las especificaciones del Cliente.

El proceso de reacondicionado para las garrafas es el siguiente:

## GARRAFAS

Se clasifica el envase según el contenido químico y se divide la línea de proceso.

- Hidrolavado: Se lava el envase con contenido químico a base de agua con agua presurizada (OGR).
- Tanque de Soda Caustica: Se emergen los envases en tanques con Soda Caustica Diluida en Agua para la remoción de Contenido químico Cristalizado o de difícil remoción. (OGR)
- Cadeneo: Se introducen cadenas y solvente recirculado del producto terminado para realizar el lavado interior del envase por medio de la maquina cadeneadora (OGR).
- Secado: Se seca el interior del envase para dar acabado al interior.
- Terminado: Se cierra, se etiqueta y se rotula la garrafa según las especificaciones y del Cliente.

Con respecto a la descripción y reconocimiento de las operaciones del proceso de reacondicionado se desarrollan los correspondientes Diagramas de Flujo, con las operaciones unitarias, cuadro de equipos, corrientes de proceso y operaciones generadoras de Residuos, para los tipos de envase final como sistema de identificación y análisis de las etapas del Proceso. Respecto a lo anterior se proponen oportunidades como solución a la problemática del programa de PML. Los diagramas y cuadros de equipos descritos para todos los procesos de Reacondicionado se muestran en la Figura 9, Figura 10 y Figura 11, respectivamente.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL  
PROCESO TAMBORES

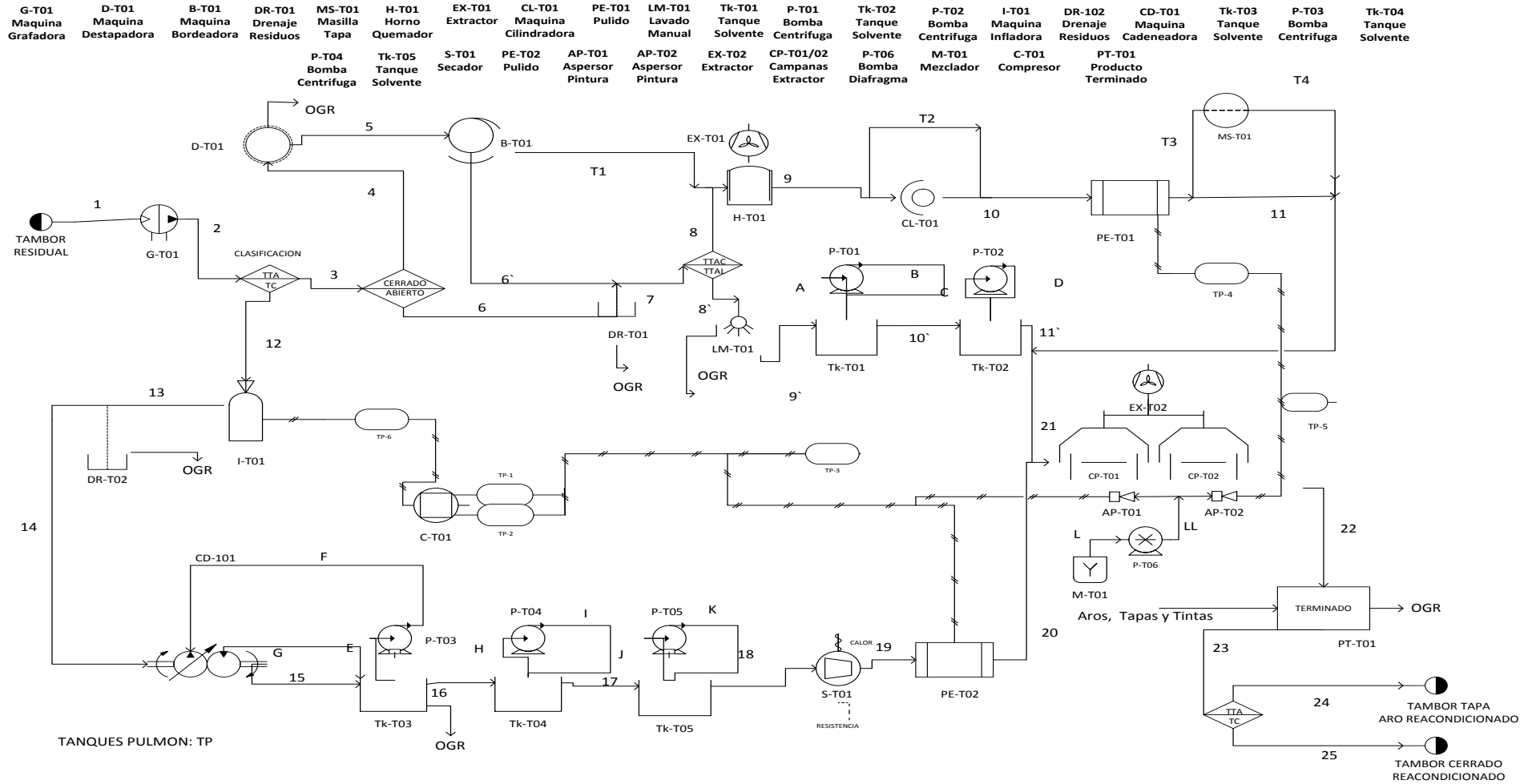


Figura 12. Diagrama de Flujo del Proceso, Tambores

DIAGRAMA DEL PROCESO  
TANQUES IBC

DC-TK01 Desen Canastadora	DR-TK03 Drenaje Residuos	HL-TK01 Hidrolavado	CD-TK02 Maquina Cadeneadora	Tk-TK06 Tanque Solvente	P-TK07 Bomba Centrifuga	HL-TK02 Hidrolavado	S-TK02 Secado	V-TK01 Valvulado	SD-TK01 Soldadura	E-TK01 Estibado	M-TK02 Mezclador	P-TK08 Bomba Diafragma	AS-TK03 Aspersor Pintura	EX-TK03 Extractor	PT-TK02 Producto Terminado
---------------------------------	--------------------------------	------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	------------------------	------------------	---------------------	----------------------	--------------------	---------------------	------------------------------	--------------------------------	----------------------	----------------------------------

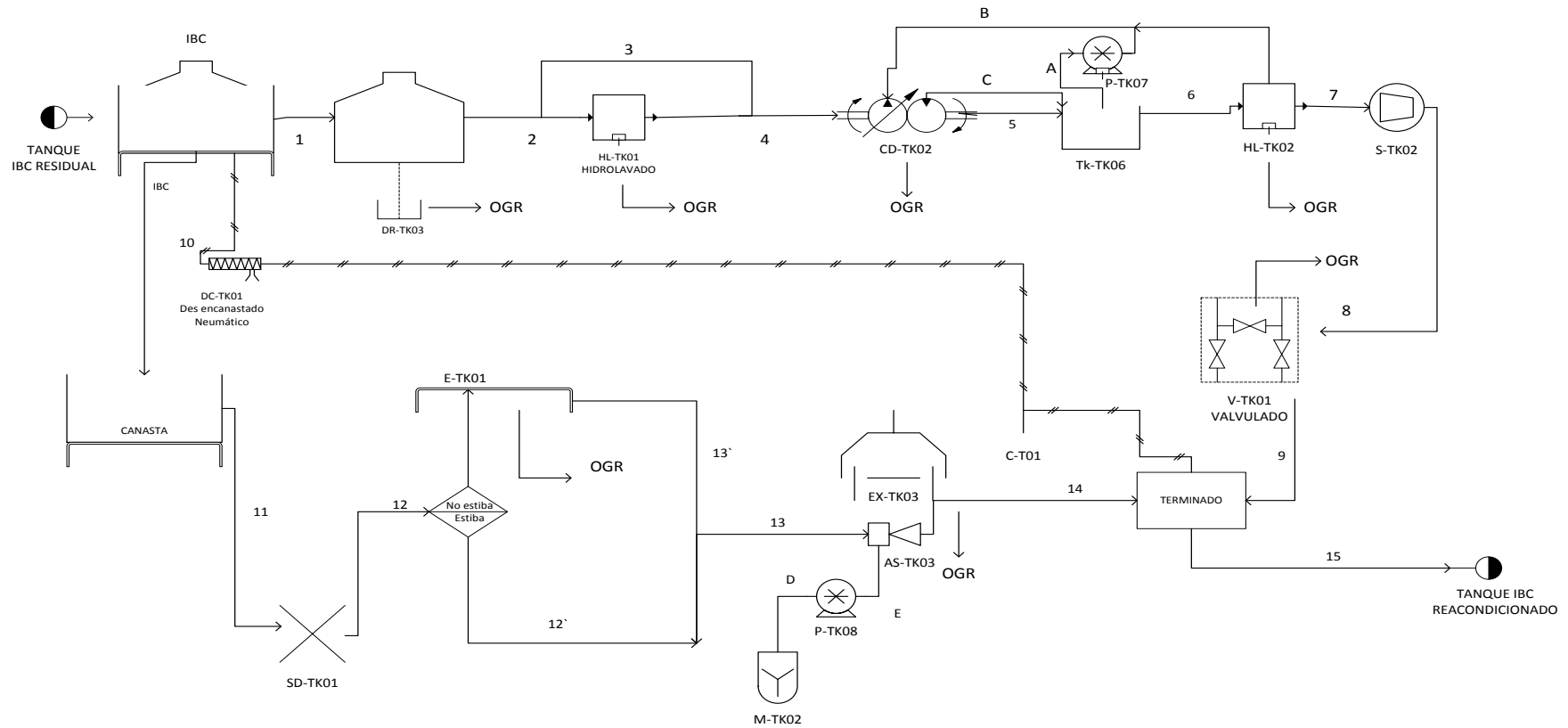


Figura 13. Diagrama de Flujo del Proceso, Tanques IBC

DIAGRAMA DE FLUJO  
PROCESO GARRAFAS

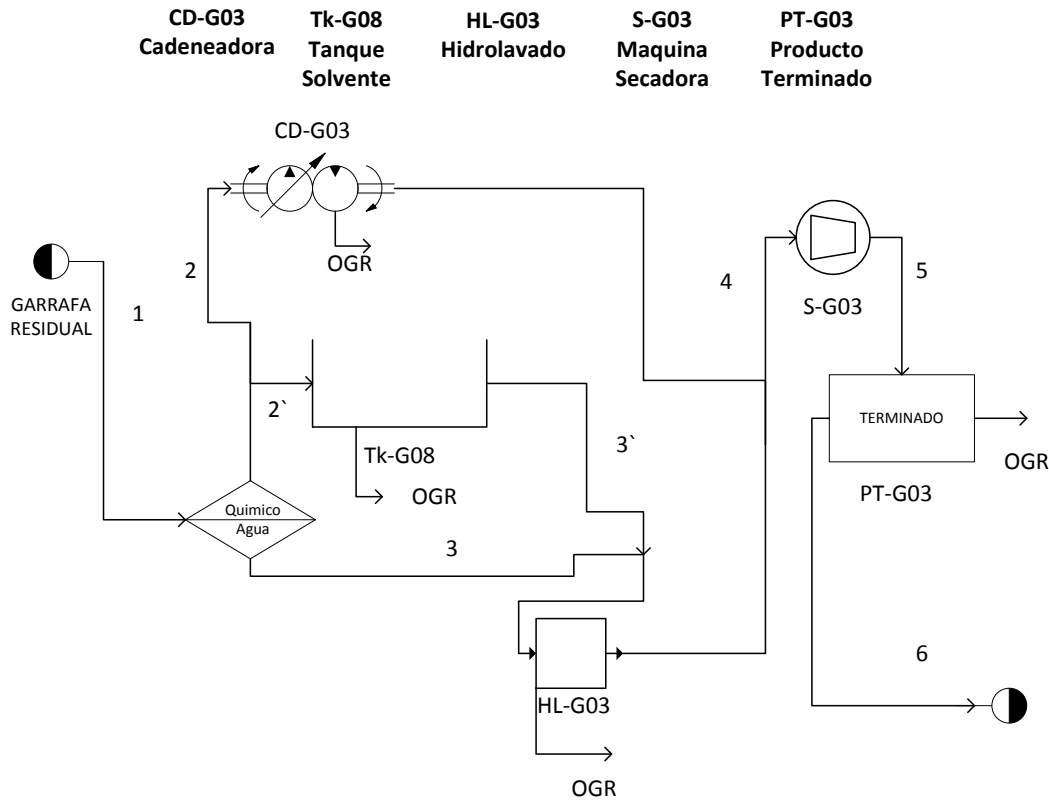


Figura 14. Diagrama de Flujo del Proceso, Garrafas

Técnicamente estos diagramas son presentados como factibles del análisis necesario para el programa de PML aunque pueden ser optimizados bajo otras medidas que involucren la totalidad de elementos dentro del proceso. Los lineamientos para su desarrollo siguen como base elementos bibliográficos de la Ingeniería de Procesos como lo propone Richard Turton en el libro, Análisis, Síntesis y Diseño de los Procesos Químicos.

Estos diagramas recopilan información global del proceso, reconociendo todas las operaciones y corrientes, y obtener datos de importancia en la cuantificación de las entradas y salidas del proceso productivo. Aquí se encuentran diferentes aspectos críticos a analizar y evaluar según la viabilidad de las soluciones en la propuesta de implementación.

Las operaciones dentro de los diagramas mencionadas como OGR's se evalúan según el Índice Ambiental presente. Este índice se mide según el criterio de frecuencia, Peligrosidad, y cantidad/volumen, en los aspectos de contaminación ambiental presentes en las Tablas 2, 3 y 4, para llevarlos a la tabla 5 como resumen general del proceso. Esta tabla se construye como medida de análisis para el Diagnostico Ambiental en las operaciones que mayor impacto ambiental tienen sobre el proceso.

PROCESO	VALOR
D-101	20
DR-101	29
H-101	21
LM-101	30
DR-102	29
CD-101;T-103	45
PINTURA TAMBOR	22
DR-103	28
HL-101	31
CD-102;T-106	45
HL-102	30
V-101	4
PINTURA IBC	22
CD-103	38
T-108	41
HL-103	17
PT-103	4

Tabla 5. Índice Ambiental por Operación Generadora de Residuo

Estos valores determinan en orden aleatorio las operaciones generadoras que más afectan ambientalmente al proceso productivo y a las políticas de consumo en PML. Las operaciones con un índice mayor a 25 son las que más impactan negativamente al ambiente. Así mismo se espera encontrar un mayor impacto económico dentro de estas operaciones identificadas para generar propuestas tanto económica como ambientalmente factibles en el desarrollo de oportunidades para la propuesta de implementación.

### 7.2.3. ESTADO DEL PROCESO Y DE LOS RESIDUOS

Para llevar a cabo los balances de materia y energía es necesario cuantificar los valores de mayor interés ambiental y económico para analizar oportunidades y soluciones VIABLES dentro del proceso de Reacondicionado; también se deben realizar suposiciones que simplifiquen medidas de cuantificación en operaciones generadoras de residuos y de emisiones contaminantes, debido que la empresa no ha desarrollado ni diseñado un sistema de registro y manejo integrado de residuos que proporcione la información real requerida para la propuesta de implementación y para la Legislación Ambiental aplicada en dicho sector Industrial.

De acuerdo a la participación de cada tipo de envase, presentado en la Tabla 1, se especifica una carga de material sólido a transformar como material directo para los balances del proceso presentados en la Tabla 6.

Material Sólido	Peso Unitario (Kg)
Tambor	20
Tapa	1
Aro	0,5
Tanque IBC	58
Canasta	17
Estiba	25
Contenedor Plástico	16
Válvula Metálica	0,5
Válvula PVC	0,3
Garrafas	7

Tabla 6. Peso Unitario de Material Directo en el Proceso

Respecto al material indirecto involucrado y resultante en el proceso, se encuentran nuevamente los factores o aspectos contaminantes para cuantificar y evaluar factibilidad técnica, ambiental y financiera en las oportunidades de mejora, teniendo en cuenta las siguientes especificaciones y suposiciones presentadas a continuación.

$$\text{Galon Pintura Esmalte} = 3,78\text{kg}$$

$$\text{Galón Solvente} = 3\text{kg}; \text{Densidad Solvente } 0,8 \text{ g/ml}$$

$$\text{Densidad Lodo} = 1750\text{kg/m}^3$$

Además de esto, el asesor de PML supone una cantidad en la generación de residuos descrita en la tabla 7, respecto a ensayos en planta del peso antes y después de la operación de drenado y lavado, determinando el peso promedio del excedente químico durante estas operaciones determinando la cantidad a cuantificar para los respectivos balances del proceso.

TIPO DE ENVASE	Producción con Residuo Químico	% de Residuo x Envase	Peso x envase Correspondiente
TC	80%	1,3%	2,6 kg
TTAC	50%	1%	2 kg
TTAL	100%	1%	2 kg
TANQUES IBC	100%	0,35%	3,5 kg
GARRAFAS	-	-	-

Tabla 7. Estado del Residuo Químico por Tipo de Envase.

Adicional, se identifica en planta que parte del residuo remanente en el tipo de envase, queda adherido en las paredes, iniciando la saturación de los solventes de lavado según una cantidad aproximada de 100 a 200 gramos a remover o a incinerar si se requiere algún proceso de incineración en los tambores y para los ISO tanques, un kilo como cantidad trasferida a los solventes en curso.

Por otro lado los servicios involucrados en el proceso de reacondicionado son: el agua, el gas natural y la energía eléctrica. Estos recursos son tomados de la red de servicios de Empresas Públicas de Medellín y se emplean como valor de referencia para las especificaciones de consumo en los balances planteados. Técnicamente el consumo

eléctrico dentro de la empresa está representado en la maquinaria dentro del proceso, las cuales cuentan en su mayoría con un sistema de conexión Trifásico y moto reductores de frecuencia. Los motores que no cuentan con moto reductores son utilizados para procesos de bombeo, extracción y otros procesos eléctricos como parte del secado, resistencias generadoras de calor y la compresión de aire, por medio de un motor eléctrico de inducción. Para representar el consumo eléctrico promedio en planta se requieren datos técnicos de los motores trifásicos como Potencias, factor de potencia, y amperaje como intensidad eléctrica del consumo determinando la medición para las resistencias y el compresor si se tuviera registro de encendido por maquina.

$$KW \text{ Trifasico} = 1,73 * \frac{208v}{1000kw} * \text{Amperaje} * \text{Factor de Potencia}$$

$$\text{Factor de Potencia Motor} = 0,76$$

$$\text{Tiempo Encendido/mes} = 24\text{Dia} * \frac{(10 - 16)\text{horas}}{\text{Dia}}$$

$$KW \text{ Resistencias} = \frac{208v}{1000kw} * A * \text{Tiempo Encendido/mes}$$

$$\text{Consumo Compresor} = \text{Potencia Nominal} * \text{Tiempo}$$

COMPRESOR KAESER versión SFC con Velocidad Variable				
Modelo	Sobrepr. De Servicio	Caudal m3/min	Sobrepr. Máx.	Potencia
ASK 32 SFC	7,5	0,78-2,91	8	18,5
	10	0,59-2,38	11	18,5
	13	0,67-1,84	15	18,5

Figura 15. KAESER Compresores, S.L.

De acuerdo al tiempo de encendido de las maquinas en el turno se logra la medición real presente por maquina en el mes. La empresa no cuenta con esta medición evadiendo el control y estudio eléctrico que se podría aplicar como propuesta de implementación. Por esto se toman datos directos de los servicios públicos al igual que para el agua y el gas natural, en su consumo mensual.

Debido a las especificaciones planteadas en el estado del proceso y de los residuos y la información recopilada por el área contable, en cuanto a los materiales directos e indirectos y consumo de servicios; se reúnen medidas de cuantificación necesarias para desarrollar el Balance de Materia y Energía expuesto en el análisis para las propuestas a implementar.

#### **7.2.4. BALANCES DE MASA Y ENERGIA DE LOS PROCESOS DE REACONDICIONADO**

Con respecto a los Diagramas de Flujo, las Operaciones Generadoras de Residuo y al estado del proceso de reacondicionado y de los residuos, se realiza un balance de materia y energía por línea de envase, detallando consumos y factores contables importantes para el análisis cuantitativo de las etapas de cada proceso.

El departamento administrativo y contable de la empresa Reacondicionadora de envases Industriales Recatam proporciona la información autorizada para desarrollar un estimativo en el mes de los consumos, disposiciones, costos y gastos, involucrados para tener elementos financieros que soporten las propuestas a implementar según el ahorro, presupuesto y efectos ambientalmente positivos que se quiera con su desarrollo.

CODIGO	G-T01	D-T01	B-T01	DR-T01	MS-T01	H-T01	EX-T01	CL-T01	PE-T01
EQUIPO/PROCESO	Grafadora	Destapadora	Bordeadora	Drenaje Residuos	Masilla tapa	Horno	Extractor	Cilindrado	Pulido Externo
CORRIENTES	1-2	2-3	5-6	6-6`-7	T3-T4	8-T1	8-T1	9-10	10-T2
Material líquido (kg)	0	0	0	9992,4	4	620,6	0	0	0
Material Sólido (kg)	290440	88520	81881	163762	6206	121017	0	114811	121017
Desecho líquido (kg)	0	0	0	9992,4	0	0	0	0	0
Desecho Sólido (kg)	0	2367	0	0	0	-620,6	CENIZA	0	0
Flujo Eléctrico (kw.h)	2100,31	735,11	1102,66	0,00	0,00	492,26	984,52	1890,28	0,00
Flujo Gas (m3)	0	0	0	0	0	4000	0	0	1695
Presion Aire (psi)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo Agua (m3)	0	0	0	0	0	0	0	0	42

LM-T01	Tk-T01	P-T01	Tk-T02	P-T02	I-T01	DR-T02	CD-T01	Tk-T03	P-T03
Lavado Manual	Tanque Solvente	Bomba	Tanque Solvente	Bomba	Infladora	Drenaje Residuos	Cadeneadora	Tanque Solvente	Bomba
8`-9`	9`-10`	A-B	10`-11`	C-D	12-13	13-14	14-15-G	15-16	E-F
264,6	0	0	1137	0	0	11203,92	0	737,1	0
51597	51597	51597	51597	51597	113400	113400	113400	113400	113400
1401,6	0	0	0	0	0	11203,92	0	3095,1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,00	0,00	525,08	0,00	525,08	0,00	0,00	2205,33	0,00	945,14
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	55	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tk-T04	P-T04	T-T05	P-T05	S-T01	PE-T02	AP-T01	AP-T02	EX-T02	CP-T01	CP-T02
Tanque Solvente	Bomba	Tanque Solvente	Bomba	Secador	Pulido Externo	Pintura TTA	Pintura TC	Extractor	Campana	Campana
16-17	H-I	17-18	J-K	18-19	19-20	20-21-22-LL	20-21-22-LL	20-21-22	20-21-22	20-21-22
0	0	2358	0	0	78	3182,25	1206	0	0	0
113400	113400	113400	113400	113400	113400	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,00	945,14	0,00	945,14	3816,09	0,00	0,00	0,00	945,14	0,00	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	180	55	55	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

P-T06	M-T01	C-T01	PT-T01/02
Bomba Diafragma	Mezclador	Compresor	Producto Terminado
LL-L	L		23-24
4398,25	0	0	44
0	0	0	292807
10	0	0	0
0	0	0	0
0,00	0,00	5184,00	0,00
0	0	0	0
110	55	0	55
0	0	0	0

Tabla 8. Balance de entradas y salidas, proceso Tambores

CODIGO	DC-TK01	DR-TK03	HL-TK01	CD-TK02	Tk-TK06	P-TK07	HL-TK02	S-TK02
EQUIPO/PROCESO	Desencanastado	Drenaje Residuo	HIDROLAVADO	CADENEO	Tanque Solvente	BOMBA	HIDROLAVADO	SECADO
CORRIENTES	1-10	1-2	2-4	4-5-C	5-6	A-B-8	6-7	7-8
Material líquido (kg)	0	9838,5	0	0	6345	0	0	0
Material Sólido (kg)	163038	44976	44976	44976		0	44976	44976
Desecho líquido (kg)	0	7027,5		0	9156	0	0	0
Desecho Sólido (kg)	0	0	30747,5	0	0	0	17500	0
Flujo Eléctrico (kw.h)	0,00	0,00	840,13	1263,47	0,00	551,33	1890,28	3816,09
Flujo Gas (m3)	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo Aire (psia)	55	0	0	0	0	0		0
Flujo Agua (m3)	0	0	168	0	0	0	210	0

V-TK01	SD-TK01	E-TK01	M-TK02	P-TK08	AS-TK03	EX-TK03	PT-TK03
VALVULADO	SOLDADURA	ESTIBADO	Mezclador	Bomba diafragma	Pintura IBC	Extractor	Producto Terminado
8-9	11-12	12`-13`	D	D-E	13-14	13-14	9-14
0		0	570,66	570,66	558,66	0	45
45030,4	65367,75	49938	0		0	0	163038
0		0	0	15	3	0	0
54,4		29725	0	0	0	0	0
0,00	599,04		0,00	0,00		630,09	0,00
0	0	0	0	0	0	0	0
0			55	55	0	0	55
0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 9. Tabla de entradas y salidas Proceso Tanques IBC

CODIGO	CD-G03	T-G08	HL-G03	S-G03	PT-G04
EQUIPO/PROCESO	Cadeneadora	Tanque Solvente	HIDROLAVADO	Secado	Producto Terminado
CORRIENTES	2-4	2'-3'	3-4	4-5	5-6
Material líquido (kg)	600	303	0	0	171
Material Sólido (kg)	7070	7070	7070	7070	7070
Desecho líquido (kg)	600		0	0	0
Desecho Sólido (kg)	0	3000	3074,25	0	210
Flujo Eléctrico (Kw.h)	945,14	0,00	551,33	2122,52	0,00
Flujo Gas (m3)	0	0	0	0	0
Flujo Agua (m3)	0	0	350	0	0

Tabla 10. Tabla de entradas y salidas Proceso Garrafas.

Dentro de las operaciones del proceso existen algunos factores que se cuantificaron dentro de la propuesta. Estos toman valor según el peso y característica tanto económica como ambiental para el desarrollo de oportunidades y soluciones en el programa de PML. Hay factores de poco interés o valor cuantificables entre ellos tornillos, tuercas, arandelas, trapos, gratas, guantes, delantales, espumas, tapones, recortes, que entran y salen sin su cuantificación económica o preocupación ambiental, simplemente como residuo ordinario reciclable o inerte. Entre el material a cuantificar encontramos el metal, plástico, como envase a reacondicionar o residuo reciclable a vender o disponer como tapas, aros, válvulas, estibas y lodos inertes provenientes de los pozos. Además se tiene en cuenta el material líquido como solventes de lavado, pintura, residuo químico dentro del envase y servicio utilizados para el reacondicionado del envase.

En síntesis se identifican, recopilan y cuantifican los elementos más relevantes en el mes, sensible a la implementación del programa de PML. En las Tablas 11, 12 y 13, se muestra el resumen de entradas y salidas en el material de interés, respectivamente para cada proceso.

RESUMEN BALANCE MASA Y ENERGIA TAMBORES		
Material Líquido	ENTRADAS	SALIDAS
Residuo Químico (Kg)	22818,62	22198,02
Pintura (Kg)	4388,25	14522Uds Pintad
Solvente (Kg)	3595	3517
Material Sólido		
Tambores (Kg)	292807	292807
Tapas (Kg)	0	400
Aros (Kg)	6147	1967
SERVICIOS		TRABAJO
Energía (Kw.h)	23341,30	14522 UdsReacon
Agua (m3)	42	6206 UdsReacond
GAS (m3)	5695	6206 UdsReacond

Tabla 11. Resumen Balance Tambores

RESUMEN BALANCE MASA Y ENERGIA IBC		
Material Líquido	ENTRADAS	SALIDAS
Residuo químico (Kg)	9838,5	9838,5
Pintura (Kg)	555,76	2811 Uds Pintada
Solvente (Kg)	6408	6363
Material Sólido		
Tanques IBC (Kg)	163038	163038
Válvulas (Kg)	0	54,4
Estibas (Kg)	0	29725
Lodos (kg)		48247,5
SERVICIOS		TRABAJO
ENÉRGIA (Kw/h)	9590,4	2811 UdsReacond
AGUA (m3)	378	2811 UdsReacond

Tabla 12. Resumen Balance IBC

RESUMEN BALANCE MASA Y ENERGIA GARRAFAS		
Material Líquido	ENTRADAS	SALIDAS
Residuo químico (Kg)		600
Soda Caustica (Kg)	0	X
Solvente (Kg)	600	600
Material Sólido		
Garrafas (Kg)	7070	7070
Plástico-Pasta (Kg)	0	210
Soda Caustica (Kg)	300	
Lodos (Kg)		6074,25
SERVICIOS		TRABAJO
ENÉRGIA (Kw/h)	3619	7070 UdsReacond
AGUA (m3)	350	7070 UdsReacond

Tabla 13. Resumen Balance Garrafas

Por medio de los balances evidenciamos que 462.915 kilogramos de material sólido se reacondiciona, evitando ir a rellenos o nuevos ciclos productivos como fundición y reciclaje de materiales e involucrándose en nuevos procesos y productos. También la salida de residuo químico y solvente residual, muestra el poco control de pasivo químico dentro de los envases, y el bajo rendimiento del solvente de lavado. Además se registra un alto consumo de servicios por la demanda de envases a reacondicionar dentro de la planta.

#### 7.2.5 COSTOS DEL PROCESO

Los costos del proceso de reacondicionado más relevantes en relación al programa como evaluación y análisis en las opciones viables de minimización de residuos y emisiones contaminantes son análogos al diagnóstico Ambiental realizado en planta y determinan la generación y disposición legal de los subproductos y residuos, los cuales arrojan resultados económica y ambientalmente negativos para la rentabilidad y

sostenibilidad en la empresa, arrojando una reducción del 1,9% del sobrecosto de disposición ambiental en la venta de chatarra como material reciclable del proceso.

COSTOS DE DISPOSICION AMBIENTAL DEL PROCESO			
GENERACION/DISPOSICION	Costo/Ud		TOTAL
MATERIAL LIQUIDO			
Residuo Químico (Kg)	32636,52	\$1100/kg incinerado	\$ (35.900.172,00)
Solvente Residual (Kg)	10480	\$1100/kg incinerado	\$ (11.528.000,00)
MATERIAL SOLIDO			
Tapas (Kg)	400	\$400/kgChatarra	\$ 160.000,00
Aros (Kg)	1967	\$400/kgChatarra	\$ 786.800,00
Válvulas Metálicas (Kg)	20,5	\$400/kgChatarra	\$ 8.200,00
Válvulas Plásticas (Kg)	33,9	\$400/kgChatarra	\$ 13.560,00
Plástico Residual (Kg)	210	\$400/kgChatarra	\$ 84.000,00
Lodos (m3)	31,041	\$27127/m3TasaAseo	\$ (842.049,21)
Estibas (kg)			
Gastos Disposición			\$ (55.295.521,2)
Ganancias Disposición			\$ 1.052.560,00
TOTAL DISPOSICION			\$ (54.242.961,2)

Tabla 14. COSTOS DE DISPOSICION AMBIENTAL DEL PROCESO

Por otro lado los servicios como recurso de transformación y reacondicionado del envase son prestados por las Empresas Públicas de Medellín, que presentan altos costos por el consumo continuo de agua, gas natural y energía eléctrica que requiere la planta para su funcionamiento.

CONSUMO Y GASTO DE SERVICIOS MES					
PROCESO/SERVICIO	ENERGIA kw	GAS m3	AGUA m3	SANEAMIENTO m3	GASTO PROCESO
TAMBORES	23341,3	5695	42	42	\$15.094.341
TANQUES IBC	9590,4		378	378	\$5.056.128
GARRAFAS	3619		350	350	\$2.471.980
CONSUMO TOTAL	36550,7	5695	770	770	\$22.622.449
PRECIO/UD	\$ 420	\$ 909	\$ 1.090	\$1.630	TOTAL
GASTO SERVICIO	\$ 15.351.294	\$ 5.176.755	\$839.300	\$1.255.100	\$22.622.449

Tabla 15. CONSUMO Y GASTO DE SERVICIOS MES

Según el consumo y gastos en servicios es indispensable el consumo de agua y energía para los tres tipos de envase a reacondicionar, siendo el gas natural único servicio prestado para la operación de los tambores. El consumo de servicios para la operación de tambores representa mayor que en las otras operaciones como se esperaba según la participación productiva.

Hay valores que se trabajan en la propuesta de PML como promedios en el consumo de energía, agua y gas natural, incluyendo gastos de contribución, tasas de cobro, ajustes y componentes del costo de la energía y del agua como referencia en el precio de consumo para el servicio a costear.

### **Análisis de las etapas del Proceso y del Diagnostico generado**

Respecto a la visita en planta y a los costos proporcionados por la empresa Recatam S.A.S. se identificaron aspectos de contaminación respecto a los suelos, el aire, los vertimientos, la generación de residuos y los servicios, que requieren de un gasto económico constante en el transcurso de la operación, generando una menor rentabilidad si no se tiene control y buen manejo de esto. Por lo tanto se debe proyectar buenas ideas como oportunidad de mejora para solucionar o minimizar el aspecto más crítico y que afecta hoy a la industria de reacondicionado de envases.

Según el índice ambiental por operación generadora de residuo, se agrupan valores para encontrar y analizar los aspectos ambientales más críticos dentro del proceso, mostrados en la Tabla 16, para focalizar la cuantificación y cualificación del tipo de residuo que mas impacta a la empresa. Estos valores se toman desde criterios de frecuencia y probabilidad de generación, peligrosidad del efluente y cantidad/volumen sobre los aspectos, arrojando un diagnostico primario sobre el análisis de soluciones al programa.

<b>ITEM AMBIENTAL</b>	<b>VALOR</b>
Contaminación del suelo	73
Contaminación acústica	34
Generación de residuos no peligrosos	34
Energía	40
Vertido Aguas Residuales	38
Emisiones atmosféricas	69
Generación de residuos peligrosos	133
Agua	15

**Tabla 16. Índice Ambiental por Aspecto Contaminante**

Respecto al desarrollo en el análisis de las etapas del proceso y del diagnostico ambiental se identifica la generación de RESPEL como una oportunidad para generar cambios estratégicos en la propuesta a implementar. Debido al carácter ambiental y económico que tiene la propuesta se podría esperar cambios significativos en la mejora del proceso según el planteamiento y la evaluación del proyecto. Aspectos Ambientales como la generación de Lodos no Peligrosos, servicio de agua y saneamiento, y el consumo de energía eléctrica, son otros factores importantes a evaluar como minimización y/o manejo de los recursos.

### **7.3. GENERACION DE OPORTUNIDADES DE PML**

#### **7.3.1. INDICADORES AMBIENTALES DEL PROCESO**

Durante la revisión en planta y documentación ambiental se identificó la ausencia de indicadores ambientales del proceso como medición en cuanto a algunos aspectos críticos respecto a la contaminación generada, ocasionando falta de control, orden y mejora continua dentro del proceso.

Para esto se propone diseñar indicadores de gestión para obtener más información del proceso por medio de elementos como tiempo, maquina, material, residuo y servicio; y así mejorar las etapas del proceso. Además será una herramienta clave en la implementación de las soluciones al programa de PML como seguimiento continuo y evaluativo de los procesos

#### **7.3.2. APROVECHAMIENTO, CONTROL Y MANEJO DE RESIDUOS**

Al revisar detalladamente las operaciones de reacondicionado se verifica que ninguna tiene control en la generación de residuos donde los operarios almacenan y llevan el residuo según el lugar asignado para su almacenamiento. En operaciones generadoras de residuos peligrosos, no peligrosos y ordinarios hay sectores en planta apropiados para su almacenaje, aglomerando la cantidad residual sin ningún registro específico ni control en planta. Luego los residuos son dispuestos por entes externos al proceso, como ASEI en la disposición de residuos peligrosos, INTERASEO en la disposición de residuo no peligroso y ordinario, y chatarrerías en la disposición de material reciclable. Con esto la empresa cuenta con una tarea tanto organizacional como ambiental en disponer adecuadamente los residuos generados, incurriendo en altos gastos de disposición ambiental generando baja rentabilidad en la operación de reacondicionado.

Se propone un control en la generación de residuos para las operaciones del proceso desde que se recibe el envase en planta hasta la terminación del proceso como medición en la generación y acumulación de residuo, y cumplimiento de la norma de pos consumo de productos químicos o residuos peligrosos según el **Decreto 4741 del 2005**, además se realiza una evaluación y caracterización de todos los residuos para definir el manejo y disposición posterior al proceso. El sistema de aprovechamiento, control y manejo de residuos cuenta con planillas que registran la calidad y cantidad del residuo generado por turno, evaluando y analizando el carácter de disposición para algunos de los residuos en planta, y así estructurar un Plan de Aprovechamiento, Valoración y Disposición Sostenible que además de disminuir los costos de disposición Ambiental en la empresa, crea la necesidad de iniciar nuevos mercados paralelos al proceso de reacondicionado por medio de la separación, valoración y comercialización de los excedentes químicos y del material reciclable.

#### **7.3.3. PROCEDIMIENTOS DE LAVADO SOSTENIBLE**

El lavado de envases en la empresa presenta como medio de lavado los solventes orgánicos, la soda caustica y el agua, según el tipo de envase a reacondicionar. El medio de lavado retira la cantidad de remanente químico dentro del envase, transfiriendo el

pasivo químico del envase. Algunos envases en planta contienen productos químicos biodegradables a base de agua que son lavados con solventes orgánicos, convirtiendo la característica del residuo de no peligroso a peligroso, y aumentando la contaminación ambiental en las etapas de lavado del proceso.

Con estrategias de lavado sostenible se reduce la cantidad de remanente químico a disponer clasificando los envases según el solvente adecuado para su remoción llevando al proceso de lavado a reducir la generación de residuos peligrosos que son los que más afectan la rentabilidad de la empresa. Se estudian, evalúan y analizan solventes más apropiados para los tipos de excedentes químico a remover, aumentando el rendimiento de estos y mejorando la productividad en el sistema.

#### **7.3.4. PROYECTO PINTURA**

Al observar la aplicación de pintura en planta se identificó un alto consumo de diluyente para una aplicación adecuada con el aerógrafo. Los operarios del área utilizan el diluyente sin regulación alguna, aumentando el consumo de solventes y el costo de aplicación sobre el envase.

Se requiere un Proyecto estructurado para la fabricación de pinturas con viscosidad de aplicación dentro de la empresa o simplemente realizar la dilución del lote de pintura para estandarizar la materia prima y evitar la manipulación no regulada de solventes por los operarios. Inicialmente se necesita encontrar la viscosidad más apropiada de aplicación y realizar la mezcla óptima por el operario de pintura antes de utilizar el lote por primera vez.

#### **7.3.5. ESTANDARIZACION EN LA APLICACIÓN DE PINTURA**

En el área de pintura se evidenció que el proceso arroja consumos de pintura diferentes y reproceso del envase según el operario. Esto se debe al manejo variable o inadecuado de los equipos por parte de los operarios donde la regulación del aire inducido al aerógrafo y de la salida en su aplicación no está definida ni controlada en el proceso productivo. Con respecto a los re procesos hay factores muy importantes como el proceso de pulido y la cantidad de pintura aplicada afectan la aplicación mostrando fenómenos en la pintura aplicada como la piel de naranja debido a la contaminación en la superficie y el chorreo de la pintura por excesos en la aplicación. Además los re procesos de aplicación aumentan el consumo de pintura y disminuyen la productividad sobre el proceso.

Como estrategia en la estandarización de la aplicación de pintura se desarrollan y evalúan medidas en el flujo de aire y en el paso de pintura por el aerógrafo para lograr una calibración adecuada, un estudio para la preparación de la superficie y para evaluar la contaminación presente en la superficie, reuniendo aspectos importantes y generar un procedimiento en la aplicación de pintura estandarizado para el proceso de reacondicionado de envases.

### 7.3.6. REDISEÑO DE LOS TANQUES DE ENJUAGUE

Con respecto al enjuague de los tambores se identifica el uso de tanques abiertos para la fácil recirculación del solvente, bombeando solvente dentro del envase y dejándolo caer entre una reja metálica y nuevamente al tanque. El solvente utilizado es altamente volátil el cual tiende a evaporarse a temperatura ambiente, disminuyendo el volumen del solvente, perdiendo rendimiento en la operación de lavado y aumentando los consumos del mismo.

## ANÁLISIS ECONOMICO DE LAS OPORTUNIDADES PARA SELECCIÓN DE OPCIONES VIABLES

### 7.3.1. INDICADORES AMBIENTALES DEL PROCESO

Los nuevos Indicadores Ambientales son necesarios como solución del programa de PML como herramienta de información y análisis para las demás soluciones y proyectos a largo plazo. Su implementación no incurre en gastos o inversión alguna ya que son propuestos por el asesor de PML y ejecutados por la empresa.

### 7.3.2. APROVECHAMIENTO, CONTROL Y MANEJO DE RESIDUOS

Hacia la implementación de esta mejora, la contratación de un Ingeniero de Procesos es indispensable para llevar a cabo la investigación y análisis de los residuos dentro y fuera de planta. Además se cuenta con una persona de Apoyo para acompañar la implementación respecto a la recolección, separación, disposición de los residuos en planta. El tiempo estimado para su total ejecución y acompañamiento es de 2 años y representa un costo de inversión que se muestra en la Tabla 17.

<b>Salario Contratación Ingeniero de Procesos</b>	\$ 2.200.000
<b>Seguridad Social</b>	\$ 200.000
<b>Meses Contrato</b>	24
<b>Salario Operario de Apoyo</b>	\$ 600.000
<b>Seguridad Social</b>	\$ 200.000
<b>Meses Contrato</b>	24
<b>Consumo de Envases/24 meses</b>	\$ 28.000.000
<b>COSTO TOTAL</b>	\$ 104.800.000

Tabla 17. Costo de las Herramientas de Implementación.

Se puede proyectar una recuperación en la mitad de los residuos peligrosos generados, los cuales representan un gran ahorro en los gastos de Disposición como Incineraciones y Almacenamiento en Celdas de Seguridad, sin tener en cuenta la reducción de residuos ordinarios, como Lodos provenientes de pozos y del Hidrolavado, cuya reducción o mejora se obtendría mediante grandes proyectos de diseño como la Biodigestión. Los solventes contaminados son recuperados en su totalidad por decantación del residuo y se tendría que implementar un sistema de evaporación-condensación o una torre de destilación para la recuperación óptima del solvente, en otro proyecto de diseño a evaluar. Por otro lado todo el material reciclable no genera gastos de disposición y se puede continuar disponiendo en chatarrerías.

<b>Disposición de Residuo Peligroso</b>	\$ 35.900.172
<b>% Reducción en la Disposición RESPEL</b>	50%
<b>Ahorro Esperado en Recuperación de Residuos RESPEL</b>	\$ 17.950.075
<b>Ventas de los Excedentes/mes</b>	X
<b>Ahorro Mensual Total</b>	\$ 17.950.075
<b>Ingreso Total Esperado a los 2 años</b>	\$ 323.101.350

Tabla 18. Ingresos Aprox. por la Implementación

De acuerdo a este plan y su implementación, el inicio de la recuperación proyectada empieza a partir del quinto mes generando un ahorro en los próximos 18 meses del proyecto. El ahorro mínimo esperado en los dos años de acompañamiento es de \$218.301.350 sin tener en cuenta la comercialización de los excedentes recuperados los cuales podrían aumentar aun mas los ingresos esperados dentro del proyecto, conduciendo a una disposición de los residuos financieramente auto sostenible.

### 7.3.3. PROCEDIMIENTOS DE LAVADO SOSTENIBLE

El desarrollo de esta mejora se lleva a cabo por un Ingeniero de Procesos, donde se requiere información del Plan de Aprovechamiento, Control y Manejo de Residuos para clasificar los envases que contengan material soluble en agua y en solvente orgánico. Se utilizarán diferentes solventes como ensayo para mejorar tiempos de lavado y agua. Los costos asignados dentro de esta mejora se muestran en la Tabla 19.

<b>Salario Contratación Ingeniero de Procesos</b>	\$ 2.200.000
<b>Seguridad Social</b>	\$ 200.000
<b>Meses Contrato</b>	4
<b>Solventes para Ensayo</b>	\$ 4.000.000
<b>COSTO TOTAL</b>	\$ 13.600.000

Tabla 19. Costo de las Herramientas de Implementación

Inicialmente se estima una reducción del 15% del remanente adherido al envase, obteniendo un ahorro de \$731.495 en disposición Ambiental. También se espera una reducción en el uso de solvente de lavado evitando involucrar aproximadamente 37 envases por mes en la operación.

<b>Remanente antes de Lavado (kg)</b>	4.433
<b>Sobrecostos Incineración Residuo adherido</b>	\$ 4.876.630
<b>% Reducción Remanente Transferido al Solvente</b>	15%
<b>Ventas de los Excedentes/mes</b>	X
<b>Reducción de Envases a Lavar con Solvente</b>	36,7
<b>Rendimiento x Kg Solvente por Lavado</b>	2,33
<b>Consumo Solvente en 36,7 Envases (kg)</b>	15,75
<b>Ahorro Esperado en la Disposición</b>	\$ 731.495
<b>Ahorro Esperado en el Consumo</b>	\$ 47.250
<b>Ingreso Total Esperado a los 2 años</b>	\$ 17.132.379

Tabla 20. Ingresos Aprox. por la Implementación

El ahorro aproximado en este planteamiento es de \$3.532.379 a dos años, donde la mejora se pone en marcha a partir del segundo mes para su ejecución. Siendo una propuesta muy atractiva respecto a las Políticas de Producción y Consumo Sostenible como solución a la disminución en la disposición por incineración de RESPEL y en el rendimiento de la operación de lavado.

#### 7.3.4. PROYECTO PINTURA

La asesoría en pintura se realiza mediante técnicos en pintura y solvente requerido como ensayo de viscosidad optima de aplicación en las pinturas utilizadas por la empresa.

<b>Asesoría Pintura</b>	\$ 300.000
<b>Solvente Ensayo</b>	\$ 81.000
<b>COSTO TOTAL</b>	\$ 381.000

Tabla 21. Costo de las Herramientas de Implementación

La reducción por el mal manejo de los operarios en la dilución de pinturas sobre el proceso de aplicación es del 30% del solvente proporcionado para dilución.

<b>Solvente para Pintura (Gln)</b>	30
<b>Sobrecosto</b>	\$ 270.000
<b>% Reducción</b>	30%
<b>Ahorro Esperado</b>	\$ 81.000
<b>Ingreso Esperado en 2 años</b>	\$ 1.593.000

Tabla 22. Ingresos Aprox. por la Implementación

El Ahorro esperado en dos años de la implementación es de \$1.212.000, siendo una propuesta buena para su ejecución sin necesidad de un mayor análisis económico ya que la empresa cuenta con el mezclador en la parte de preparación inicial del lote sin involucrar inversión de equipos para el proyecto.

#### 7.3.5. ESTANDARIZACION EN LA APLICACIÓN DE PINTURA

Respecto al criterio económico en la solución a este Aspecto Ambiental en un mejor manejo de los recursos de la empresa como la pintura anticorrosiva utilizada en el recubrimiento de los envases Reacondicionados se debe estandarizar este proceso culturizando y capacitando a los operarios encargados del área y realizando un Procedimiento documentado en la Aplicación y Manejo Adecuados en el Área de Pintura dentro de la empresa.

Este Procedimiento tendrá un programa de estudio en planta donde se harán mediciones para el Aerógrafo como paso del aire inducido y de la pintura, definiendo distancia de aplicación y grados de apertura en el paso de estos dos factores identificados como elemento reductor, logrando una calibración apropiada de aplicación sin derrames e incluyendo identificación de elementos volátiles y no volátiles contaminantes para la superficie como siliconas, grasas y pegas remanentes en el envase, disminuyendo estos factores claves para reducir estos re procesos. Se llevara a cabo un seguimiento de los Indicadores presentes y propuestos por el programa según el consumo de pintura y de

reproceso registrado en el área, representando un ahorro constante en el consumo de este recurso.

### 7.3.6. REDISEÑO DE LOS TANQUES DE ENJUAGUE

En la diseño de los tanques se obtienen datos reales de un Ingeniero Mecánico para la cotización en el diseño, materiales e instalación. Se requiere implementar un diseño Cubierto que no afecte el retorno de solvente a la bomba y favorezca la sedimentación de contaminantes para el sistema de enjuague. La cotización estimada por el Ingeniero se presenta en la Tabla 23.

<b>Diseño del Tanque</b>	\$ 200.000
<b>Materiales (Soldadura-Laminas-Alquiler Equipos)</b>	\$ 2.500.000
<b>Instalación</b>	\$ 1.000.000
<b>COSTO TOTAL</b>	\$ 3.700.000

Tabla 23. Costo de las Herramientas de Implementación

La reducción proyectada es del 1 % en el solvente como insumo y como residuo a disponer, estimando una ahorro total relativamente bajo con respecto a la mejora e instalación en estos equipos y al rendimiento de la operación.

<b>Sobrecosto Presupuestado Disposición</b>	\$ 3.868.700
<b>Solvente Residual (kg)</b>	3517
<b>Sobrecosto Presupuestado Consumo</b>	\$ 10.959.000
<b>Consumo de Solvente (kg)</b>	3653
<b>% Reducción Total</b>	1%
<b>Ahorro Mensual Disposición</b>	\$ 38.687
<b>Ahorro Mensual Insumo</b>	\$ 109.590
<b>Ingreso a los 2 años de Ejecución</b>	\$ 3.262.094

Tabla 24. Ingresos Aprox. por la Implementación

Económicamente, el ahorro obtenido no alcanza a recuperar económicamente el cambio estructural y técnico por la implementación de la propuesta en el tiempo determinado. Su recuperación es negativa en \$437.906 a dos años donde su viabilidad económica no cumple con las prioridades de la empresa en cuanto a su ejecución.

### **Análisis de Selección en Soluciones a las mejores propuestas para realizar un análisis completo de Viabilidad**

Analizando las oportunidades propuestas dentro del Programa de PML, la empresa prioriza las que tengan mayor criterio económico y auto sostenible como el Plan de Aprovechamiento, Control y Manejo de Residuos y El Lavado auto sostenible cumpliendo con la norma de responsabilidad ambiental en el pos consumo de productos químicos y/o generación residuos peligrosos según el **Decreto 4741 del 2005**; y demás oportunidades de cambio estratégico que no les incurran gastos de inversión como la Estandarización en la aplicación de Pintura y el diseño de nuevos indicadores dentro del proceso.

El rediseño de los tanques de lavado requiere de una temporada laboral baja en la producción como el mes de diciembre para que todos los tanques estén disponibles para su rediseño ecológico, además el ahorro obtenido a mediano plazo no se recupera según los costos para las herramientas en su proyección. Por otro lado el proyecto de dilución de pinturas no es tan significativo económicamente dentro del marco económico que maneja la empresa como elección actual en la implementación.

Todas las oportunidades dentro del programa tiene la necesidad de ser implementadas, ya que esta industria ha sido cuestionada por el alto impacto dentro del sector industrial y social que genera, minimizando y demostrando la importancia que tienen estas políticas para lograr una ventaja diferenciadora basada en el compromiso ambiental, credibilidad de su gestión tanto en la recuperación de envases como el manejo de recursos y residuos, buscando innovar dentro de la industria y cumplir con los lineamientos de control propuestos por el gobierno.

## 7.4. SELECCIONAR SOLUCIONES DE PML

### 7.4.1. EVALUACION DE FACTIBILIDAD EN EL DESARROLLO DE INDICADORES AMBIENTALES

#### 1. Evaluación de Viabilidad Técnica

Para el diseño de Indicadores Ambientales del proceso, es necesario identificar los Indicadores Ambientales ya presentes en el sistema de la empresa mostrados en la Tabla 25, y proporcionados por la persona encargada en Gestión Ambiental dentro de la empresa. Técnicamente los indicadores se proponen por medio de la información proporcionada en los Diagramas de Flujo del Proceso y en los Balances de Materia y Energía, ubicando corrientes residuales, vertimientos y emisiones contaminantes. Con esto la información se evalúa con respecto a la minimización en estos aspectos ambientales y se proyectan metas para su disminución. Esta información se evalúa y analiza por medio de programas manejados dentro de la empresa como Microsoft Excel mediante gráficos y tablas según su comportamiento en el tiempo determinando la gravedad o mejora según los problemas o metas proyectadas.

INDICADORES ACTUALES		
MEDICION	INDICADOR	META
Consumo de Agua	m3/mes	Propuestas de Implementación
Consumo de Gas	m3/mes	Optimización
Consumo Eléctrico	kw.h	Optimización
Tasa de Aseo	m3/mes	Nuevos Proyectos de Implementación Ej.: Planta de Tratamiento de Aguas
Material Reciclable	kg/mes	Rentabilidad del Ingreso por Chatarrerías, Disminución de Material de Reproceso
Disposición Residuo Peligroso	kg/mes	Plan de Aprovechamiento, Control y Manejo de Residuos
Consumo Pintura	Galones/mes	Mejorar al máximo su rendimiento
Rendimiento Pintura (mes)	No. Envases/Galón	Mejorar el desempeño técnico de aplicación
Consumo Solventes	Galones/mes	Programa de Lavado Sostenible
Rendimiento Solventes (mes)	No. Envases/Galón	Programa de Lavado Sostenible

Tabla 25. Tabla de Indicadores Actuales

#### 2. Evaluación de Viabilidad Ambiental

Respecto a la viabilidad Ambiental el diseño y uso de nuevos indicadores, implica un gran compromiso por parte de los operarios para recopilar la información en planta; y luego determinar el comportamiento de los aspectos evaluados dentro de cada indicador por parte del Área de Gestión Ambiental y proponer mejoras en Procedimientos Técnicos, Materias Primas, Tiempos de operación, Maquinaria evitando así el incremento de impactos Ambientales presentados en el proceso. El uso de estos indicadores ayuda a mostrar valores reales de manejo, generación y disposición de los

residuos en planta, cumpliendo con lo estipulado por las normas ambientales que aplica y llevar registro de ellas para cuando la autoridad lo requiera.

### **3. Evaluación de Viabilidad Financiera**

Para la implementación de los nuevos Indicadores Ambientales no se incursiona en análisis y gastos económicos, ya que la actividad no genera ingresos o egresos a partir de estos. Esta implementación genera un importante flujo de información donde su análisis conduce a la proyección de mejoras en el proceso que involucren actividad económica y poder realizar un estudio financiero estimado en futuros proyectos.

## **7.4.2. EVALUACION DE FACTIBILIDAD PARA EL APROVECHAMIENTO, CONTROL Y MANEJO DE RESIDUOS**

### **1. Evaluación de Viabilidad Técnica**

Hacia la implementación Técnica de un sistema para el Aprovechamiento, Control y Manejo de Residuos se involucran las siguientes operaciones:

- a) Capacitación para los operarios responsables de las planillas de control y generación de residuos en planta.
- b) Firme compromiso de las personas involucradas en la recopilación y análisis de datos en planta.
- c) Utilizar todos los Indicadores Ambientales en relación a los residuos de la empresa como herramienta de análisis.
- d) Acompañamiento inicial por parte del Ingeniero encargado de la propuesta para evitar retrasos en el proceso de reacondicionado y resolver dudas en los operarios.
- e) Investigar el carácter físico químico de todos los residuos, para saber cuales tienen potencial valorizable o aprovechable e involucrarlos en nuevos ciclos productivos.
- f) Determinar lugares apropiados para el almacenamiento de residuos y rotulación según su carácter y disponer según la frecuencia de recolección o generación presente en las operaciones.
- g) Realizar un estudio de interés industrial y comercial para la industria o industrias interesadas en los materiales reciclables y excedentes químicos para su ciclo productivo.
- h) Definir envases y parámetros de recolección para los residuos.
- i) Presentar el plan ante el gerente general y la junta directiva para su ejecución.
- j) Capacitaciones

Según las operaciones para llevar a cabo esta propuesta se debe coordinar con el departamento de producción los operarios más experimentados que tengan definido los tiempos de la etapa del proceso para no retrasar la producción y llenar correctamente la información dentro de las planillas a diseñar.

Nuevamente definir con el departamento de Producción los lugares de almacenamiento según las etapas de generación y el carácter de sus residuos para reordenar la planta buscando cercanía entre las etapas con el mismo carácter residual y su lugar de almacenamiento. Los lugares de almacenamiento deberán cumplir con las normas exigidas por el gobierno para evitar accidentes tanto ambientales como del personal.

Los envases de recolección para los excedentes químicos deberán cumplir con las especificaciones del Plan para garantizar el valor del producto recuperado y evitar su contaminación. Los operarios deberán seguir parámetros de recolección para evitar accidentes y pérdidas del material recuperado.

El ingeniero deberá estructurar un Plan mediante el cronograma de implementación donde tendrá que estar en planta con el personal de apoyo identificando todos los residuos y el contenido químico en las operaciones involucradas, para encontrar una estrategia de recuperación y manejo adecuada en el aprovechamiento de los residuos químicos. Este plan contará con temas específicos enfocados en la minimización y valorización de los RESPEL generados en la empresa, que se muestran a continuación:

- Reconocimiento de Sustancias Químicas y sus propiedades
- Clasificación de Envases según su contenido (Viscosidad)
- Separación de Sustancias Contaminantes y No Contaminantes
- Preparación de Envases Recolección y Registro
- Disposición Ambiental, Industrial y Comercial
- Compromiso Social, Ambiental y Económico
- Auto sostenibilidad Ambiental y Financiera

Respecto al cumplimiento del Plan de Aprovechamiento, Control y Manejo de Residuos se llevará a cabo un cronograma de Mantenimiento que busca mantener las operaciones dentro del programa y un flujo de disposición final sincronizado con la generación y acumulación de material peligroso y no peligroso dentro de la empresa.

## **2. Evaluación de Viabilidad Ambiental**

El cuidado ambiental es clave, donde la clasificación, recolección y registro de los excedentes debe ser adecuada para evitar mezcla de sustancias no compatibles y drenajes en lugares y envases inadecuados cumpliendo con el **Decreto 4741 de 2005** y **la Resolución 1045 de 2003** según la normatividad aplicada a este tipo de residuos y procedimientos.

Ambientalmente la propuesta posee un gran potencial como solución a este problema masivo de disposición final de los RESPEL en la industria de Reacondicionamiento de envases Industriales, no solo evitando la acumulación de estos residuos en celdas de seguridad autorizadas o el uso de energía en la incineración, si no también ofreciendo una solución adecuada y confiable para los proveedores de envases, dándoles credibilidad en el manejo y disposición de estas sustancias.

Se espera una recuperación del 50% sobre la generación de los Excedentes Químicos deben cumplir con especificaciones y características de uso industrial para su disposición o reutilización en otro ciclo productivo.

### 3. Evaluación de Viabilidad Financiera

En la Tabla 26, se muestra los costos que involucra realizar la implementación elegida respecto a la minimización de RESPEL, su recuperación y aprovechamiento como estrategia diferenciadora en el proceso.

<b>Salario Contratación Ingeniero de Procesos</b>	\$ 2.200.000
<b>Seguridad Social</b>	\$ 200.000
<b>Meses Contrato</b>	24
<b>Salario Operario de Apoyo</b>	\$ 600.000
<b>Seguridad Social</b>	\$ 200.000
<b>Meses Contrato</b>	24
<b>Consumo de Envases/24 meses</b>	\$ 28.000.000
<b>COSTO TOTAL</b>	\$ 104.800.000

Tabla 26. Costo de las Herramientas de Implementación

Se estima el requerimiento de solo dos personas externas para la implementación de la propuesta estructurada conformada por el Ingeniero, encargado de dirigir el Proyecto, y un apoyo en planta que acompañe el aprovechamiento, control y manejo de los residuos. Ellos contarán con contratos definidos a dos años, con sus respectivos Salarios y Seguridad Social respectivamente para su cargo y un acompañamiento extra proporcionado por el Área Ambiental de la empresa en su disposición final

Según la cantidad asociada en el consumo y requerimiento de envases de recolección correspondientes a la capacidad de recuperación de los excedentes químicos en planta, se propone un costo por envase, entre \$15000 y \$2000 pesos según la frecuencia de generación, el almacenamiento y cantidad drenada de residuo por el operario encargado.

	<b>Tambor</b>	<b>Balde</b>
<b>Consumo/mes</b>	76	18
<b>Costo Total Envases/mes</b>	\$ 1.140.000	\$ 26.667
<b>Costo Total Envases Inversión</b>	\$ 27.360.000	\$ 640.000

Tabla 27. Requerimientos de Envases para Recuperación de excedentes químicos

### PayBack Time, PBT

Se proyecta una recuperación en al menos la mitad de la totalidad generada actual de RESPEL, en operaciones identificadas como generadoras de estos residuos. El potencial de Ahorro en esta propuesta puede ser aún mayor si se tiene en cuenta la disposición final de esta mitad generada y recuperada en planta, devolviendo a la inversión realizada su flujo de caja en un tiempo menor al estipulado.

	Recuperación RESPEL kg	Costo/Precio Asignado	Ahorro Mensual
Ahorro Esperado en Recuperación de Residuos	16318,2	\$1.100kg/Incinerado	\$ 17.950.075
Disposición Final x Aprovechamiento	16318,2	\$xxxxkg/Venta	X

Tabla 28. Ahorros

Financieramente se calcula el PayBack Time como herramienta de cálculo sobre el tiempo que recupera el proyecto su dinero invertido. Para su cálculo se tiene en cuenta la siguiente ecuación:

$$PBT = \frac{I}{Q}$$

En donde,

PBT es el Periodo de Tiempo de Retorno de la Inversión

I es la Inversión o Costos Involucrados en la Implementación

Q es el Flujo de Caja en la Inversión o Ahorros Mensuales Proyectados

Respecto al cálculo del PBT, los costos asociados a la inversión inicial del proyecto se recuperan a finales del quinto mes en su ejecución.

Inversión	\$ 104.800.000
Ahorros	\$ 17.950.075
PBT (Meses)	5,8

Tabla 29. Pay Back Time Alternativa de Implementación

Durante el periodo de PayBack time la operación empieza a cumplir con la demanda de recuperación determinada en el proyecto iniciando la búsqueda industrial y comercial en la disposición final de estos excedentes químicos Peligrosos. También cabe aclarar que alrededor del 17% de la inversión inicial corresponde al ahorro mensual proyectado, lo que concluye un PBT tan bajo en el cálculo financiero del proyecto.

### Rata de Repago

Otro factor importante en el análisis financiero es la Rata de Repago, donde su cálculo determina el cubrimiento de esta inversión en el tiempo de vida estipulado para el funcionamiento de la empresa.

$$RPR = \frac{t}{PBT}$$

Donde,

RPR es la Rata de Repago

t es el Tiempo de Vida de la Inversión

PBT es el PayBack Time del Proyecto

<b>PBT (Años)</b>	0,48
<b>Tiempo de Vida de Inversión (Años)</b>	7
<b>RPR</b>	14,5

Tabla 30. Tasa de Retorno para la Propuesta

## Flujo de Caja

Los costos de las herramientas de implementación y los ahorros proyectados se toman como un flujo de caja dentro de la evaluación financiera sin presentar gastos adicionales como impuestos y otros pagos legales, y contando con liquidez Económica para su ejecución. La vida útil del proyecto contara con una vigencia aproximada del proyecto de 7 años debido a la creciente demanda de envases por el crecimiento industrial que se viene presentando años atrás, obligando a la empresa reestructurar su proceso eficiente y/o eficazmente como respuesta de la demanda o trasladar la empresa a una bodega de mayor capacidad técnica, productiva, Innovadora y comercial.

El comportamiento del Flujo de Caja respecto a los costos en herramientas para la ejecución de la propuesta es negativo hasta el sexto mes representando gastos aun mayores para la empresa sin beneficio económico. Después el sistema de mejora responde al cambio estratégico y comienza a generar ahorro representado en la siguiente figura.

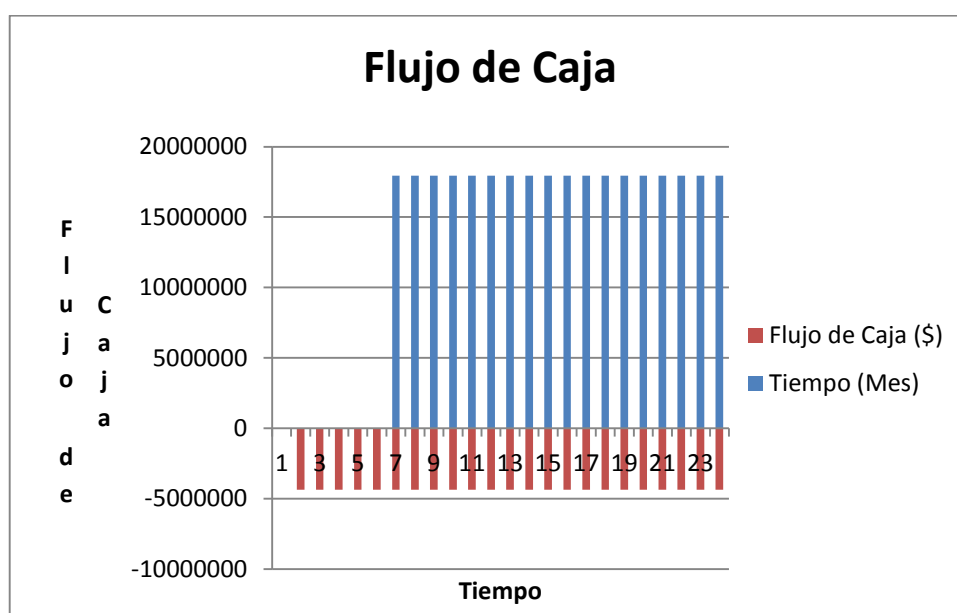


Figura 16. Flujo de caja

La evaluación financiera genera costo financiero en las etapas de pre-operación y operación en el flujo de caja negativo donde se empieza a recuperar la inversión y el costo financiero a partir del ahorro generado en la ejecución del proyecto.

### **Valor Presente Neto**

Este valor mide la rentabilidad de la propuesta respondiendo económicamente al capital invertido, calculado por la siguiente ecuación para el análisis evaluativo:

$$NPV = I + \frac{F}{(1+r)^i}$$

$$NPV = \$176.157.696$$

Donde,

I es la Inversión Inicial del proyecto

F es el Flujo de Caja en el tiempo proyectado mensual

r es la Tasa de Actualización o descuentos futuros

i es el numero de periodos en el tiempo proyectado

Según el comportamiento en el flujo de caja de la propuesta a implementar, se encuentra el valor actual de la inversión mostrando un comportamiento positivo en la recuperación de la inversión en menor tiempo de lo proyectado. La tasa de actualización estimada es del 15%, herramienta que nos muestra la tasa mínima de interés bancario en caso de Ilquidez económica para el proyecto, ofreciendo un resultado muy favorable por el VPN calculado.

### **Factor Beneficio/Costo**

Esta relación es un complemento financiero para identificar mejor relación en diferentes proyectos como los planteados según el mayor beneficio respecto a los costos de ejecución mostrando una mayor rentabilidad.

$$Factor = \frac{Ingresos}{Costos}$$

$$Factor = 3,08$$

Si el factor es menor a uno la propuesta de implementación se rechaza por lo que representa una muy buena relación en el beneficio económico del proyecto a ejecutar.

### **7.3.3. PROCEDIMIENTOS DE LAVADO SOSTENIBLE**

#### **1. Evaluación de Viabilidad Técnica**

Técnicamente la minimización de los residuos mediante esta propuesta e implementación, se realiza con la clasificación y reconocimiento de las sustancias químicas que impactan o no al medio ambiente remanentes en el envase y sus métodos ecológicos de lavado. Entre los métodos ecológicos de lavado se encuentran los siguientes pasos para lograr una reducción del solvente de lavado aumentando el rendimiento actual de consumo cumpliendo con los objetivos del Programa de PML.

- Preparación de la Propuesta de Implementación
- Capacitación Inicial
- Revisión del Plan de Control, Aprovechamiento y manejo de residuos.
- Identificación de envases y sustancias químicas no contaminantes
- Análisis y Ensayo de Incurrir en Nuevos Solventes de Lavado
- Lavado con Agua y/o Solvente + Beneficios
- Lavado Sostenible
- Presentación ante Junta Directiva y Gerente General
- Capacitaciones

Los Ensayos con nuevos solventes se harán en la planta con ayuda de los operarios en turno, y se llevara a cabo un estudio para determinar los solventes más apropiados para el Lavado Sostenible propuesto. El beneficio posee más características ambientales y financieras que técnicas, por lo que los procedimientos de lavado se pueden volver más dispendiosos, aunque con la implementación de nuevos elementos técnicos en planta se podría dar solución a tiempos perdidos que afecten la productividad en la empresa

El ingeniero deberá cumplir con el tiempo estipulado de proyección-ejecución, teniendo en cuenta todos los factores propuestos en su contrato, donde luego de la puesta en marcha se llevaran a cabo visitas de mantenimiento del programa no estipuladas trayendo nuevas mejoras factibles de implementación.

#### **2. Evaluación de Viabilidad Ambiental**

Mediante esta propuesta de implementación se conserva la política del Programa de PML a través del mejoramiento en el consumo de recursos lavado y disposición final en el Lavado Sostenible propuesto para los envases a reacondicionar.

Este mejoramiento se logra teniendo pautas por la empresa respecto al cumplimiento en vertimientos de aguas industriales según el **Decreto 4741 y, Decretos 1591 y 1594** expuestos en el proyecto. Esto regula el vertimiento y cantidad aceptada de sustancias químicas no peligrosas lavadas con agua para evitar problemas de contaminación y el vertimiento accidental de sustancias contaminantes propuestas en la Revisión del Plan de Aprovechamiento, Control y Manejo de Residuos e Identificación de envases y sustancias químicas no contaminantes según el compromiso del operario y seguimiento que se le dé a la propuesta en su rodaje. Se espera una reducción del 15% en la

generación de residuos peligroso a causa del remanente adherido al envase luego de la operación de drenado, cumpliendo con la minimización planteada por el programa.

### 3. Evaluación de Viabilidad Financiera

Inicialmente la empresa cuenta con unos Costos de Inversión que corresponden al contrato y lo estipulado con el Ingeniero director del proyecto. Además se tiene en cuenta el costo de solventes propuestos en el método de Lavado Sostenible presentado ante los directivos y el gerente de la empresa en la Tabla 31.

<b>Salario Contratación Ingeniero de Procesos</b>	\$ 2.200.000
<b>Seguridad Social</b>	\$ 200.000
<b>Meses Contrato</b>	4
<b>Solventes para Ensayo</b>	\$ 4.000.000
<b>COSTO TOTAL</b>	\$ 13.600.000

Tabla 31. Costo de las Herramientas de Implementación

Según el presupuesto de requerimientos en los solventes de Lavado Sostenible, se compensara respecto al uso de Thinner (Mezcla de Solventes Orgánicos) de consumo para el Proceso Productivo en la empresa. Los Solventes ideales según el programa de Lavado Sostenible se muestran en la Tabla 32.

<b>Solventes de Lavado</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio x Unidad</b>	<b>Total</b>
<b>Xileno</b>	104 Galones	\$ 10.500	\$ 1.092.000
<b>Varsol</b>	50 Galones	\$ 6.700	\$ 335.000
<b>Metanol</b>	40 Kg	\$ 3.600	\$ 144.000
<b>Isopropanol</b>	20 Kg	\$ 5.600	\$ 112.000
<b>Etanol</b>	40 Kg	\$ 3.200	\$ 128.000
<b>Acetato de Isobutilo</b>	70 Kg	\$ 5.300	\$ 371.000
<b>ACPM</b>	10 Galones	\$ 7.900	\$ 79.000
<b>Gasolina</b>	10 Galones	\$ 8.500	\$ 85.000
<b>Cloruro de Metileno</b>	40 Kg	\$ 5.900	\$ 236.000
<b>Estireno Monómero</b>	200 Kg	\$ 5.300	\$ 1.060.000
<b>Desengrasantes Biodegradables</b>	30 Galones	\$ 12.000	\$ 360.000

Tabla 32. Solventes para Ensayo

El criterio de elección se evalúa luego de revisar los 3 primeros pasos de la metodología ecológica planteada en la evaluación técnica de la propuesta de Lavado Sostenible, analizando nuevamente la elección de la Tabla 32, según la frecuencia de recolección para cada residuo.

## PayBack Time, Tasa de Retorno y Rata de Repago

Para determinar el PBT de la Cantidad Ahorrada esperada en la implementación del programa respecto a disposición por incineración y consumo de solventes de la Lavado se muestra en la siguiente tabla:

Ahorros al Mes	Cantidad Ahorrada	Precio x Unidad	Ahorro Económico
Disposición de RESPEL	665 kg	\$1.100/Incinerado	\$ 731.500
Consumo de Solvente Orgánicos	5,3 Galones	\$9000/Galón	\$ 47.250
Venta de los Excedentes de Lavado	X	X	X

Tabla 33. Ahorros Generados al mes en el Programa de Lavado Sostenible

El ahorro económico de la propuesta puede aumentar según la estrategia en recuperación de remanentes químicos presentada por el ingeniero en la ejecución y cumplimiento del programa, llevando un propuesta de disposición Industrial y Comercial aumentando el atractivo económico y ambiental de la propuesta auto sostenible.

Para saber el PayBack Time de la propuesta se identifico el Ahorro económico total y los Costos de inversión para esta mejora, presentada en la Tabla 34.

Costo de Inversión	\$ 13.600.000
Ahorro Económico Total	\$ 778.745
PBT (Meses)	17,5

Tabla 34. PayBack Time de la propuesta

Para la Rata de repago el Valor es mayor debido a que el Payback Time en la propuesta de Aprovechamiento, Control y Manejo de Residuos se recupera los costos de inversión en un menor tiempo al de la propuesta de Lavado Sostenible. Este cálculo se realizo según el mismo tiempo de vida de inversión sobre la propuesta llevada a cabo dentro de la empresa Recatam para saber cual propuesta tiene menor tiempo en el retorno de la inversión.

PBT (Años)	1,46
Tiempo de Vida de Inversión (Años)	7
RPR	4,8

Tabla 35. Rata de Repago

## Flujo de Caja

Se proponen los costos fijos del proyecto en parte del proceso financiero y análisis económico como un flujo de caja sin tener en cuenta gastos tributarios y otros gastos involucrados en una evaluación financiera más detallada.

El ahorro aproximado en este planteamiento es de \$3.532.379 a 2 años, donde la mejora se pone en marcha desde el segundo mes de ejecución donde sus gastos de incineración son aportados por el ahorro del proyecto

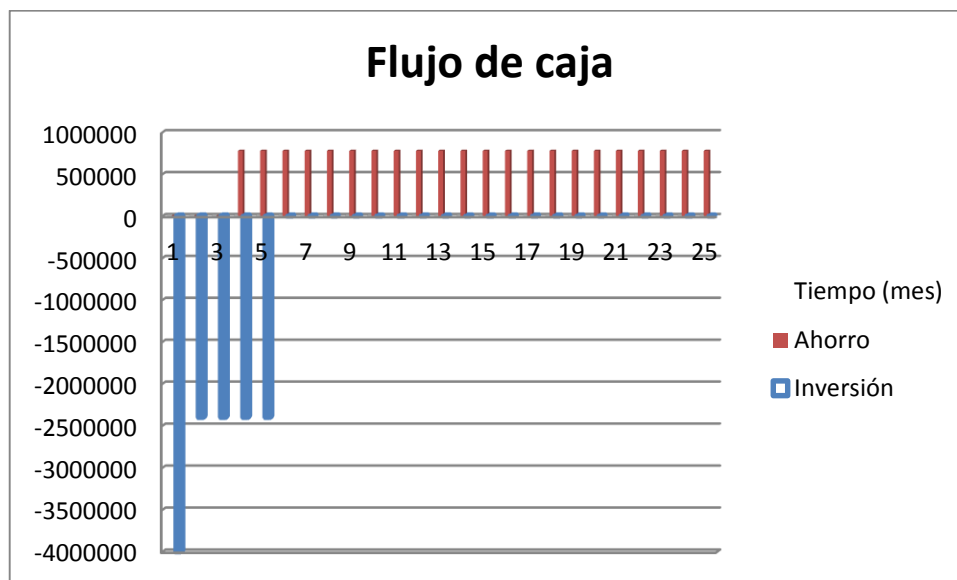


Figura 17. Flujo de caja

### Valor Presente Neto

A continuación se muestran los elementos Financieros para encontrar el VPN, como herramienta de análisis financiero para la propuesta.

<b>Inversión Inicial</b>	\$	13.600.000
<b>Tasa de Actualización</b>		15%
<b>Flujo de Caja (mes)</b>	\$	778.745

Tabla 36. Elementos Financieros para el VPN

Con respecto a los elementos financieros se calcula el Valor Presente de la mejora de PML, dando una factibilidad financiera positiva en su ejecución.

$$NPV = \$1.297.721$$

### Factor Beneficio/Costo

La relación de Beneficio/Costo para esta propuesta es,

$$Factor = 1,26$$

Siendo este proyecto menos atractivo que el Plan de Manejo Integrado de Residuos (PMIR) y Aprovechamiento de estos por el gran beneficio económico presentado en su evaluación financiera.

### **7.3.5. ESTANDARIZACION EN LA APLICACIÓN DE PINTURA**

#### **1. Evaluación de Viabilidad Técnica**

Los factores técnicos empleados en esta propuesta, básicamente son procedimientos apropiados en la aplicación y preparación de superficies para pintura, que serán evaluados y ejecutados desde el departamento de Gestión Ambiental y Compras. La propuesta de nuevos proyectos financieros a largo plazo como nuevas tecnologías deberá ser planteada como un nuevo proyecto de eficiencia y productividad según el presupuesto estudiado. El procedimiento de aplicación en la pintura logra culturizar el manejo de los recursos mediante las buenas prácticas de manejo y tiene como pasos en su propuesta de implementación donde,

Se evalúan mediciones de rendimiento por galón de cada lote, respecto a la medida de calibración de las variables utilizadas en todos los operarios de pintura.

Se escoge la calibración más adecuada y se preparan variaciones mínimas para ver el comportamiento de las variables de aplicación.

Se registra la mejor calibración del equipo

Evaluación de los mejores solventes en la preparación de superficies y casos de identificación y aplicación en la operación de Pulido

Beneficios por Corrección en la Contaminación de la Superficie del Envase y Excesos de Pintura

Procedimiento: Estandarización en la Aplicación de Pintura

Capacitación y seguimiento por parte de la empresa

Mejoramiento Técnico de la Aspersión y Nuevas Tecnologías.

El sistema de funcionamiento y análisis será entregado al departamento de compras para que presente periódicamente ante el gerente general el rendimiento en la pintura y la cuantificación de reproceso total mensual en el Área de Pintura y Pulido reportado en la ejecución de la propuesta a implementar. Nuevas planillas se diseñarán para el inicio de su implementación como herramienta de identificación y análisis del Proceso de Aspersión de la pintura sobre el envase reciclado.

Se lleva un seguimiento periódico por parte de las aéreas involucradas como producción en la parte operativa, cumpliendo con la información requerida en las planillas para que compras se haga responsable del análisis de consumo y mejoramiento en el sistema.

## **2. Evaluación de Viabilidad Ambiental**

La ejecución de la propuesta proporciona un procedimiento estandarizado de aplicación con base a las políticas de consumo y producción sostenible ya que el sistema arrojará información para alimentar e investigar sobre propuestas de implementación técnicas que reduzcan aun más el consumo de las materias primas y emisiones contaminantes en la operación. Además se debe cumplir con la normatividad ambiental respecto a la seguridad y manejo de productos químicos y residuos generados dentro de los **Decreto 1973 de 1995, Ley 55 de 1993, Decreto 4741 de 2005**, y otras normas respecto a la clasificación y registro de los residuos. esta normatividad

## **3. Evaluación de Viabilidad Financiera**

Esta propuesta de implementación no requiere de un estudio económico por la simple ejecución y compromiso por parte de las Áreas Involucradas y el buen manejo y dinámica de los operarios durante la operación de Pintura. La mejora se evaluara mediante diseño de indicadores de re proceso para lograr un análisis económico en sobre la aplicación.

## **Resumen del Análisis de Factibilidad para las propuestas Preseleccionadas**

Se determina que la propuesta de implementación acerca del Plan de Aprovechamiento, Control y Manejo de Residuos es la propuesta con una proyección mas enfocada al programa de PML regulando las emisiones contaminantes más representativas en cuanto a los costos de disposición y riesgo del personal dentro de la planta de Producción. Como resultado de esta regulación en los aspectos ambientales la empresa genera ahorros muy significativos en cuanto a los gastos de disposición por incineración y la posible comercialización y potencial de sus Excedentes Químicos Industriales en aumentar los ingresos en el proyecto a mediano plazo.

El análisis de factibilidad evaluado para las propuestas elegidas entre las oportunidades para las selecciones viables a implementación puede ser aplicado nuevamente a los proyectos preseleccionados y evaluarlos mediante este tipo de análisis de factibilidad Económico, Técnico y Ambiental.

De acuerdo a la propuesta en la estandarización de la pintura se hará un seguimiento periódico según los Indicadores de reproceso y consumos de pintura arrojados por el sistema.

## **7.5. IMPLEMENTAR SOLUCIONES DE PML**

### **7.5.1. PREPARACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN**

Las propuestas inicialmente se preparan y se analizan de manera sistémica en el proyecto, por la relación que tienen las cuatro propuestas evaluadas en la Factibilidad presentada. El diseño de nuevos indicadores direcciona las demás propuestas evaluadas marcando una necesidad en su implementación, y así tener herramientas de análisis posteriores al comportamiento del seguimiento y monitoreo. Con esto se busca mostrar la importancia en la implementación de este tipo de metodología, para la reducción de impactos ambientales y retorno de inversión, frente al ahorro e ingresos estipulados por el Programa de Producción y Consumo Sostenible.

Respecto a la implementación técnica no hay muchos factores que representen altos costos de inversión inicial, como lo son las capacitaciones iniciales del proyecto, el diseño, control y recopilación de datos en Planillas desarrolladas para las propuestas y su análisis, y nombrar responsables para reunir la información, analizarla y presentar informes de seguimiento y monitoreo según los indicadores presentados en el desarrollo de la propuesta. Estos factores reúnen lo necesario para la preparación de la implementación y el inicio de la mejora teniendo en cuenta la presentación, diagnóstico y evaluación inicial del programa desarrollado y descrito en este trabajo. También se requiere de un trabajo de seguimiento en planta y fuera de ella según el cronograma de actividades para su ejecución total.

### **7.5.2. Capacitaciones**

Las capacitaciones se llevarán a cabo periódicamente por medio de la programación en el cronograma de Actividades de las propuestas, donde se estudiarán temas como el diagnóstico, la preparación de la propuesta, información recopilada, análisis, repuesta a la implementación, ejecución y mejoras a replantear como presentación e implementación total del proyecto.

La propuesta de implementación aplicada en este proyecto de grado cuenta con el diagnóstico del proceso y sus residuos, y propuestas evaluadas para su preparación como parte inicial en la implementación del programa proyectado. De aquí el programa deberá continuar el cronograma de actividades para su finalización y ejecución total.

Respecto a las propuestas, la capacitación inicial para la preparación en cualquier programa debe tener en cuenta los temas propuestos así:

- Planteamiento y evaluación del problema
- Presentación, Objetivos y Alcance de la propuesta a implementar
- Herramientas de Trabajo
- Indicadores
- Planillas
- Recopilación y Estudio de datos
- Seguimiento y Monitoreo

- Análisis y Feed back de la Información
- Cronograma y Cumplimiento de Actividades
- Responsables

De acuerdo a esta capacitación todos los responsables dentro de la propuesta inician la Preparación de la Implementación y seguimiento según el Cronograma de Actividades y las reuniones programadas para su cumplimiento.

### 7.5.3. Indicadores Propuestos en la Recopilación de Datos

La Implementación de las ideas seleccionadas inicia respecto al suministro de la información, y análisis evaluativo durante la realización de esta Propuesta aplicada a la Industria de Reacondicionado. Para la ejecución de los proyectos más interesantes como mejora se requiere el diseño de nuevos Indicadores que juegan un papel importante para la presente proyección. Con esta nueva herramienta se muestran las metas para cumplir en el tiempo estipulado del proyecto o bien generando nuevas ideas para proyectos de implementación a futuro. Los indicadores propuestos se muestran en la Tabla 37, como fácil identificación de metas propuestas y mejoras.

INDICADORES PROPUESTOS		
MEDICION	INDICADOR	META
Generación de Residuo	kg Generado/mes	Identificación de nuevos Residuos a recuperar
Acumulación de Residuo	kg Acumulado/mes	Disposición Auto sostenible propuesta en el programa
Recuperación de Residuo	kg Recuperado/mes	Disposición Industrial y Comercial
Disposición por Envase	Costos Residuos/Producción	Reducción del costo Disposición/Envase y Asignación de Costo Competitivos para compra y venta de envases
Indicador de Reproceso en Pintura	Reprocesos/Turno	Cero Reproceso
Tiempo de Trabajo de Maquina	Tiempo Encendido/Turno	Oportunidad en Disminución de Tiempos en Producción

Tabla 37. Indicadores propuestos

Los indicadores inicialmente a seguir dentro del programa de elección evaluativo presenta los residuos como gestión administrativa dentro del proceso, señalando la generación, acumulación y disposición final como factor organizacional y diferenciador buscando reducir el costo total de disposición en los residuos por envase reacondicionado.



La información requerida para los indicadores ambientales propuestos, como la generación, recuperación y acumulación de residuos muestra en la Tabla 40, el estado del residuo, siendo un residuo recuperable, un residuo que cumpla con mínimos de contaminación según su carácter físico-químico y pueda ser inventariado como recuperado y aprovechable o un residuo contaminado o desecho peligroso, como sobre costo de la operación. Cada operario debe entregar al próximo turno todos los residuos generados como seguimiento de la información

GENERACION DE EXCEDENTES O RESIDUOS						
FECHA	SECCION	PRODUCTO	PESO/ALTURA	INVENTARIO/DESECHO	RECIBIDO X:	OBSERVACIONES

Tabla 39. Planillas del diseño de Control y Recuperación de residuos

Esta planilla de generación de residuos puede ser utilizada tanto para operaciones Generadoras de RESPEL como de Materiales Reciclables, Ordinarios y no peligrosos en la recopilación de datos futuros de interés, en propuestas futuras de minimización.

El tema de recopilación de datos de interés, para cuantificar Técnica, Ambiental y Financieramente las propuestas Proyectadas se deben recopilar en las planillas implementadas y analizando los indicadores propuestos en ellas para el cumplimiento de objetivos y reducción en el aspecto a minimizar o mejorar.

Con la información recopilada en las planillas, el Ingeniero Director de la Propuesta/s a implementar deberá estudiar, investigar y analizar resultados por medio de herramientas técnicas y financieras proporcionadas en Microsoft Excel, programa utilizado como elemento de uso administrativo dentro de la empresa, y realizar el Plan de Aprovechamiento y el Procedimiento de Lavado, como soluciones positivas tanto ambiental como económicamente.

**7.5.5. Control Inicial de los Procesos de Lavado Sostenible y Análisis de la Información**

Para los procesos de Lavado Sostenible la implementación inicia recíprocamente con el registro inicial de los residuos que ingresan a través de los envases como proceso de logística inversa. Allí los operarios deben clasificar según el Plan Inicial de la propuesta anterior, los envases según su viscosidad y Peligrosidad, separando los envases con contenido no contaminante, para su primer enjuague con agua y analizar el procedimiento. Para esto se requiere del uso e implementación de la Tabla 39, como reconocimiento de los residuos no peligrosos a remover del envase.



operación. Aquí se detiene la aplicación de pintura para reportar la contaminación externa del tambor. Envase que normalmente sufre este fenómeno en planta. Al detener la operación el coordinador tiene la orden de redirigir el proceso de Pulido, realizando variaciones del solvente y del medio de limpieza (trapo) utilizado para identificar la razón del fenómeno.

### 7.5.5. Cronograma de Implementación

Se tiene un cronograma de actividades proyectadas para la propuesta del Aprovechamiento, Control y Manejo de Residuos que se muestra en la siguiente tabla en el tiempo proyectado de su implementación:

<b>CRONOGRAMA PROYECTADO DE IMPLEMENTACION</b>		
<b>Seguimiento de Actividades</b>	<b>Responsable</b>	<b>Tiempo Proyectado</b>
Presentación y evaluación del Proceso y sus residuos; y Presentación, Objetivos y Alcance de la propuesta a Implementar.	Asesor de PML (Presentado ante gerente general y La Junta Directiva)	1 mes
Capacitación Inicial, Preparación para la Implementación y Control Inicial en Planta	Operarios, Área Ambiental y Asesor PML	1 meses
Acompañamiento Inicial en Planta	Asesor de PML	5 meses
Investigación y análisis del Proyecto	Asesor de PML y Recatam	5 meses
Aprovechamiento y Manejo Seguro	Asesor de PML y Recatam	6 meses
Estudio en la Disposición Final, Industrial y Comercial de los Residuos	Asesor de PML y Recatam	de 6-24 meses
Retroalimentación de Información y Nuevas Mejoras	Asesor de PML y Recatam	24 meses
Plan Completo para la minimización de residuos en Recatam	Asesor de PML	24 meses
Actualización, Capacitaciones	Asesor de PML	24 meses

Tabla 41. Tabla de Cronograma Proyectado de Implementación

La realización del segundo proyecto de ahorro se hace con apoyo de la Información registrada y documentada en el Plan de Aprovechamiento, Control y manejo de residuos como reconocimiento de las sustancias no peligrosas a evitar la generación de RESPEL y pueda tener un lavado con agua o analizar los ensayos con solventes propuestos en el programa de PML. El cronograma de actividades para esta implementación se muestra en la Tabla 42.

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION DE LAVADO SOSTENIBLE		
Seguimiento de Actividades	Responsable	Tiempo Proyectado
Presentación de la Propuesta de Implementación	Asesor PML y Gestión Ambiental	semana 1
Capacitación Inicial, Preparación para la Implementación y Control Inicial en Planta	Producción, Operarios, Gestión Ambiental y Asesor PML	semana 1
Revisión del Plan de minimización de Residuos y alcance de Lavado	Producción, Gestión Ambiental y Asesor PML	semana 2-Indefinido
Capacitaciones de Lavado con Agua y Reconocimiento de envases	Producción, Gestión Ambiental y Asesor PML	semana 2
Introducción, Investigación y Seguimiento de Lavado Sostenible	Producción, Gestión Ambiental y Asesor PML	semana 7-Indefinido
Procedimiento Documentado y Presentado	Asesor PML	semana 8
Capacitaciones, Actualización	Asesor PML	semana 9
Retro Alimento de Información y Reuniones	Asesor PML y Gerente General	semana 12

Tabla 42. Cronograma Proyectado de Implementación.

Los Ensayos con nuevos solventes se harán en la planta como Control inicial con ayuda de los operarios en turno y se llevara a cabo un estudio para determinar los solventes más apropiados para el Lavado Sostenible propuesto. El beneficio posee más características ambientales y financieras que técnicas, por lo que los procedimientos de lavado se pueden volver más dispendiosos, aunque implementando nuevos elementos técnicos en planta se podría dar solución a tiempos que afecten la productividad en la empresa

El ingeniero deberá cumplir con el tiempo estipulado de proyección-ejecución, teniendo en cuenta todos los factores propuestos en su contrato. Luego de la puesta en marcha se llevaran a cabo visitas de mantenimiento del programa no estipuladas trayendo nuevas mejoras factibles de implementación.

Las estrategias dentro de la documentación completa entregada, se deberá realizar en el tiempo contratado y se entregaran según el cronograma de la propuesta.

#### 7.5.6. Seguimiento y Monitoreo

El seguimiento y operaciones de monitoreo para las mejoras, son recopiladas en planta por medio de las planillas implementadas en el control inicial, para luego identificar responsables en su mantenimiento para el periodo propuesto. Estos datos proporcionan información inicial para el seguimiento del programa de PML por medio de Indicadores Ambientales Actuales y Propuestos, mostrados en la Tabla 25 y Tabla 40, respectivamente; y evaluar el comportamiento de mejora como propuesta de implementación.

## Nuevos Indicadores

Aparece el requerimiento de nuevos indicadores como herramienta de análisis a través que se concluye el proceso de reconocimiento en la industria y comercio de los químicos industriales que ingresan a la empresa como residuo. Los nuevos indicadores generan ingresos como ventas mensuales y apoyo económico sostenible en la disposición final de todos los residuos generados en la empresa, presentados en la Tabla.43.

NUEVOS INDICADORES		
MEDICION	INDICADOR	META
Relación de Material Recuperado	$\text{Ventas} + \text{Inventario Kg} / \text{Generado kg}$	Aprovechamiento Total de los Residuos
Utilidad en el Plan de Residuos	$\$ \text{Venta} - \$ \text{Gasto}$	Rentabilidad de la Disposición Auto Sostenible
% Utilidad en Planta	$\text{Venta} - \text{Gasto} / \text{Venta} * 100$	Rentabilidad de la Disposición Auto Sostenible

Tabla 43. Nuevos indicadores

Esta venta se realiza en busca de una disposición económica y ambientalmente sostenible para la empresa, involucrando este excedente químico industrial como materia prima en otro proceso productivo y así llegar a conocer toda la industria química que maneja este tipo de envases y sus productos.

## Gráficos

Para simplificar la información proporcionada por todos los indicadores es necesario, otra herramienta de seguimiento y monitoreo para las propuestas de implementación. La construcción de gráficos en Microsoft Excel forma parte del análisis para los Indicadores a evaluar, comparar y concluir según el comportamiento respecto al periodo estipulado o mediante su ejecución.

Para tener idea del seguimiento y análisis mediante gráficos se muestra en la Figura 18, un ejemplo del comportamiento en la línea base sobre los indicadores propuestos para la preparación del programa con respecto a la generación, disposición y ventas, de los residuos a evaluar dentro del programa

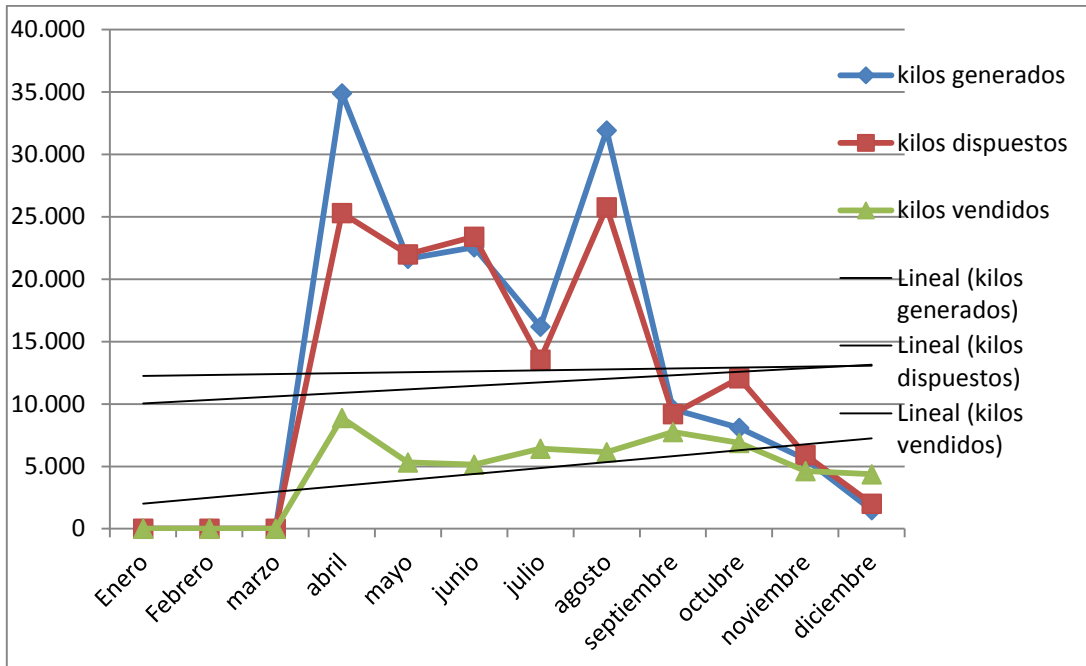


Figura18. Grafico de flujo de residuos y ventas.

Esto representa la gestión administrativa de los residuos, respecto a la cantidad en un tiempo proyectado, como rendimiento de disposición ambiental, evitando acumulaciones de residuos en planta y tener un flujo de residuos bien administrado respecto al manejo, orden y disposición, disminuyendo los riesgos en planta. Lo ideal es que la línea de generación tenga relación en el comportamiento y rango de valores con la línea de disposición, para evitar grandes acumulaciones o inventario de residuo en planta. La disposición Comercial se presenta según la cantidad vendida o entregada a otro proceso, mostrando el inicio de la Valorización de los Residuos respecto a la mejor propuesta planteada dentro del programa.

Respecto al análisis financiero de la Figura 18, se supone un flujo de Caja para mostrar un ejemplo grafico mediante la Figura 19, donde la recuperación y venta de excedentes como disposición auto sostenible puede llegar a soportar los gastos ambientales dentro de toda la operación, hasta generar utilidad como se presenta en los meses de abril, julio y noviembre.

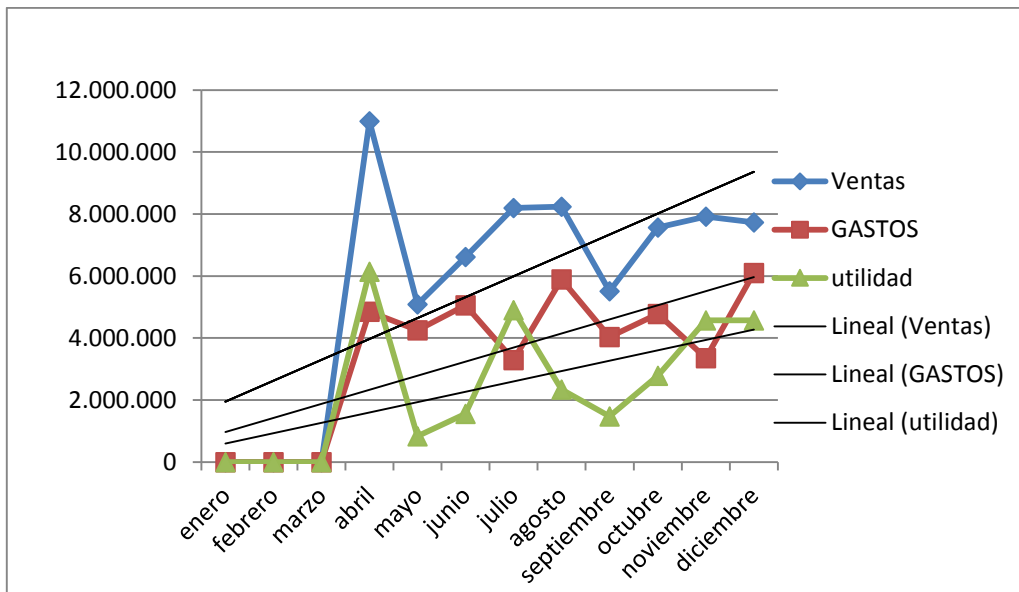


Figura 19. Ejemplo de Flujo de Caja para los Residuos

Mediante estos análisis gráficos sobre los indicadores dentro del proyecto, se logra iniciar la administración de los residuos, con la que anteriormente no se contaba dentro de la empresa. Esta gestión administrativa se logra con los datos recopilados y evaluados en la Fase Inicial, Fase de Análisis y Fase de Preparación del Proyecto, contabilizando entradas y salidas de los residuos, e indicadores, evaluando la implementación del proyecto en su tiempo de vida.

## 7.6. MANTENER EL PROCESO DE PML

### RESPONSABLES

Los responsables directos en la recopilación y análisis como seguimiento y monitoreo dentro del programa son los departamentos que más contacto tienen con el recurso a medir presentados en la Tabla 44.

MEDICION	Indicador del Programa	Responsable
Generación de Residuo	kg Generado/mes	Producción
Acumulación de Residuo	kg Acumulado/mes	Producción
Recuperación de Residuo	kg Recuperado/mes	Producción
Disposición por Envase	Costos Residuos/Producción	Gestión Ambiental
Indicador del Reproceso en Pintura	Reprocesos/Turno	Compras
Tiempo de Trabajo en Máquina	Tiempo Encendido/Turno	Producción
Relación de Material Recuperado	Venta+Inventario (Kg)/Generado (Kg)	Gestión Ambiental
Utilidad en el Plan de Residuos	\$Venta-\$Gasto	Gestión Ambiental
% Utilidad en Plan	$\frac{\$Venta-\$Gasto}{\$Venta} \times 100$	Gestión Ambiental

Tabla 44. Responsables de los Indicadores y Seguimiento del Programa

Respecto a las mediciones y análisis, de todos los Indicadores planteados en la propuesta de implementación serán evaluados y presentados por los responsables para nuevas mejoras y proyecciones de soluciones que participen en las políticas de PML como estrategia diferenciadora en este tipo de empresas.

### MEJORA CONTINUA

El compromiso de todas las personas involucradas en el proceso es vital en el mantenimiento del programa a implementar en la empresa, por lo que culturizar a los empleados responsables de todo el proceso de reconocimiento, preparación y análisis debe fomentarse correctamente para no estropear la implementación proyectada. Los operarios durante la preparación e implementación cuentan con el papel más importante, por lo que el registro, control, recuperación y manejo de los residuos y envases a clasificar en el Lavado Sostenible debe ser acertado para no desarrollar problemas en los tiempos de producción, lavados y vertimientos inadecuados o contaminación del material recuperado. El seguimiento de esta preparación debe ser llevado por el personal administrativo fuera de planta, reuniendo la información de los procesos llevados en planta y llevando una evaluación del comportamiento y mantenimiento de la propuesta mediante cronogramas, metas y Nuevas Ideas a Implementar y evaluar

Además las capacitaciones deben ser precisas, breves y concretas para fácil entendimiento abarcando temas técnicos, ambientales, económicos e inconsistencias, para retroalimentar y mejorar el proceso continuamente.

Este proceso de mantenimiento es crucial para implementar y mantener el programa proyectado en el tiempo de vida de la empresa donde se direcciona por medio de un Cronograma de mantenimiento según el Plan o Propuesta a Implementar.

El cronograma de mantenimiento para la propuesta proyectada debe contar con una serie de reuniones para evaluar y retroalimentar periódicamente la implementación. Aquí se cuenta con el apoyo de los responsables de mantener el proyecto, y evolucionar para alcanzar metas proyectadas. La Tabla 45 y la Tabla 46, muestra la estructura y demás datos importantes en el Cronograma de Mantenimiento a reunir mediante las personas participantes del cronograma, en este caso para el Plan de Residuos y el Plan de Lavado Sostenible.

<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EL PLAN DE RESIDUOS</b>				
<b>Tema en Reuniones</b>	<b>Alcance</b>	<b>Responsables</b>	<b>Interesados</b>	<b>No. Reunión</b>
<b>Indicadores</b>	Revisar y analizar los indicadores propuestos para la mejora en los residuos y evaluar su comportamiento	Gestión Ambiental	Junta Directiva, Gerente General	Semestral
<b>Residuos</b>	Base de Datos Y MSDS de los Residuos	Producción	Gerente General, Gestión Ambiental y Operarios	Mensual
<b>Análisis del Mantenimiento</b>	Mirar herramientas de Análisis en Excel e Interés Ambiental, Industrial y Comercial para los Excedentes Recatam.	Gestión Ambiental	Gerente General	Trimestral
<b>Aprovechamiento</b>	Tema Generación, Recolección y Disposición de Nuevo Residuo Aprovechable	Producción y Gestión Ambiental	Gerente General y Operarios	Mensual
<b>FeedBack</b>	Critica Económica, Ambiental y Operacional de la Implementación	Gestión Ambiental, Producción y Operarios	Asesor de PML	Trimestral
<b>Evaluación y Cumplimiento</b>	Análisis y Cumplimiento de Metas Proyectadas en el año	Gerente General	Junta Directiva	Anual

Tabla 45. Cronograma de Mantenimiento para el Plan de Residuos

<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EL PLAN DE LAVADO</b>				
<b>Tema en Reuniones</b>	<b>Alcance</b>	<b>Responsables</b>	<b>Interesados</b>	<b>No. Reunión</b>
<b>Indicadores</b>	Revisar y analizar los indicadores propuestos para la mejoras y evaluar su comportamiento	Gestión Ambiental	Junta Directiva, Gerente General	Semestral
<b>Envases</b>	Registro y clasificación de los Envases según su Residuo	Producción	Gerente General, Gestión Ambiental y Operarios	Mensual
<b>Análisis</b>	Mirar herramientas de Análisis en Excel e Interés Ambiental y Comercial del Lavado Sostenible	Gestión Ambiental	Gerente General	Trimestral
<b>Lavado</b>	Tema Lavado Sostenible y Generación de Residuo Aprovechable	Producción y Gestión Ambiental	Gerente General y Operarios	Mensual
<b>FeedBack</b>	Critica Económica, Ambiental y Operacional	Gestión Ambiental, Producción y Operarios	Asesor de PML	Trimestral
<b>Evaluación y Cumplimiento</b>	Análisis y Cumplimiento de Metas Proyectadas en el año	Gerente General	Junta Directiva	Anual

Tabla 46. Cronograma de Mantenimiento para el Plan de Lavado

Debido al análisis conceptual y grafico se inicia dentro de este proyecto un seguimiento administrativo de los residuos. Estos buscan sostenibilidad financiera y eficiencia en su análisis comercial y administrativo para lograr el cumplimiento y rodaje continuo de la implementación. Esta gestión administrativa deberá contar con una serie de documentación para registrar la disposición final del residuo y su posterior venta. Esta documentación deberá tener la información presentada en la figura ..... y requerida por el Área Metropolitana como gestión ambiental y llevada como registro y soporte del Buen Sistema de Gestión Ambiental y disposición Final de los residuos trabajados en la empresa.

#### **PLAN DE CONTINUIDAD**

Esta actividad se lleva a cabo de acuerdo a los lineamientos del Cronograma de Mantenimiento del Programa de PML, revisando la ejecución de los proyectos en relación al programa. También se deben evaluar la creación de nuevos indicadores y elementos a medir para ejercer control sobre más variables negativas dentro de la empresa y generar nuevas oportunidades de mejora como las planteadas y evaluadas en este papel. Las capacitaciones deben cumplir con los temas esperados para retroalimentar y mantener el programa dentro de las metas establecidas o proyectadas.

La mejor propuesta de implementación dentro del Plan de Aprovechamiento, Control y Manejo de Residuos deberá seguir un registro continuo en la nueva disposición Industrial/Comercial según lo estipulado en la propuesta de implementación y en la **Resolución 415 de 1999**, cumpliendo con los lineamientos ambientales de esta nueva disposición.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de 201 \_\_\_\_

¶

Señores ¶

RECATAM S.A.S ¶

Ciudad ¶

¶

Asunto: Uso de Excedentes RECATAM ¶

Yo \_\_\_\_\_, identificado con Cedula de Ciudadanía ¶

\_\_\_\_\_ domiciliado en la dirección: \_\_\_\_\_ ¶

con número telefónico \_\_\_\_\_, certifico el uso dado por los excedentes comprados a la empresa RECATAM S.A.S, resultantes del proceso de clasificación y drenado de los envases, están siendo empleados de buena forma para el proceso \_\_\_\_\_ ¶

\_\_\_\_\_ ¶

\_\_\_\_\_ ¶

asumiendo la responsabilidad en su uso y manejo dentro de mi proceso productivo, excluyendo de toda responsabilidad a la empresa RECATAM S.A.S, siendo consciente de la naturaleza del producto como recuperado resultante del proceso productivo de RECATAM S.A.S, es un material de segunda, no certifica la calidad de este ni su marca comercial. ¶

¶

Producto(s) y Cantidad(es): ¶

¶

FIRMA Y SELLO: \_\_\_\_\_ ¶

Anexar a este Certificado RUT y/o Cámara de Comercio una sola vez. ¶

Figura 20. Certificado de Disposición Final Excedentes Recatam

## CONCLUSIONES

Mediante la ejecución de estas oportunidades auto sostenibles la empresa tendrá cambios positivos en la distribución, control, manejo y acumulación de residuos, mejor manejo de sus recursos, nuevos mercados, imagen social y competitiva dentro de la industria, mayor seguridad operacional y gran solidez para disponer adecuadamente de sus residuos.

Con este programa la empresa comienza a crear una cultura ambiental dentro, promoviendo una Producción Más Limpia y un consumo sostenible, acabando con el ciclo de consumo y despreocupación actual manejada dentro de planta. Este tipo de cambios crean una ventaja estratégica, promoviendo innovación, competitividad dentro y fuera de la empresa, imagen y compromiso socio-ambiental, ahorro y nuevos mercados, estableciendo una ventaja diferenciadora dentro del sector competitivo.

Se realizó un diagnóstico ambiental apropiado para determinar oportunidades de implementación basadas en las políticas de PML, siguiendo parámetros y aproximaciones conceptuales proporcionadas por el diagnóstico en planta e índices de los aspectos ambientales y un diagnóstico detallado, de acuerdo a la fase de análisis, obteniendo valores reales aproximados a los impactos, aspectos y vertimientos contaminantes dentro de la operación de reacondicionado.

A través de la información proporcionada por la re acondicionadora RECATAM y del análisis cualitativo y cuantitativo de los procesos y sus residuos, se determina que la propuesta de Aprovechamiento, Control y Manejo de los Residuos es la más influyente en todos los aspectos a mejorar. Su factibilidad impulsa la necesidad de ejecución para la industria de reacondicionado de envases fomentando competitividad y factor de innovación logrando así nuevas estrategias diferenciadoras que estructuren aun más esta industria.

De acuerdo con la viabilidad técnica de nuestras propuestas de implementación, el seguimiento y mantenimiento del programa se lleva a cabo mediante el diseño de los indicadores, las herramientas de registro en planta y el análisis por parte de los responsables, proyectando propuestas con beneficios económicos, ambientales y organizacionales sin requerir de grandes inversiones, incrementando el atractivo en la implementación de estos programas en otras industrias.

Según las oportunidades desarrolladas, se escogieron cuatro de ellas, donde solo dos requirieron de factibilidad financiera debido a los elementos de inversión que tenían proyectado. Las demás propuestas presentan buenos resultados aunque no tan significativos para los periodos de recuperación en cuanto a la inversión.

Con este trabajo se implementan nuevos sistemas de disposición ambiental para los residuos peligrosos, como lo es la Disposición Industrial/Comercial, la cual genera beneficio de ahorro y de ganancia según su comercialización a nuevas industrias. Aquí

se puede llegar a una disposición económicamente auto sostenible, según la gestión comercial que se obtenga durante el periodo de implementación, haciendo de esta aun más interesante para la industria de reacondicionado.

Al igual se contarán con beneficios en la disminución de riesgos dentro de la empresa, en cuanto al personal y al ambiente, reduciendo accidentes y mejorando el flujo de disposición de los residuos.

La industria de reacondicionado de envases requiere de proyectos de inversión e investigación que ayuden a estas empresas a disminuir el impacto en nuestro país. No necesariamente se debe anular la recuperación de estos envases, ya que hay empresas recuperadoras globalmente realizando una gestión adecuada sobre el impacto que esta industria genera, manteniendo este tipo de empresas a lo largo del sector industrial del planeta.

## **RECOMENDACIONES**

Ambientalmente se deberían desarrollar todas las propuestas de mejora dentro del trabajo, ya que el reacondicionado de envases genera un impacto muy negativo respecto al ambiente, desarrollando una imagen empresarial innovadora y comprometida con el medio ambiente y el manejo de sus recursos.

Se tendrá expectativas de nuevas mejoras sobre el vertimiento y tratamiento de agua residual y su recirculación, para proyectos de diseño en Bio Digestión de lodos para reducir la generación de residuo no peligroso, entre otros procesos de diseño como la destilación del lodo-solvente residual que requieren mayor capital para su ejecución.

Se recomienda realizar un análisis de ciclo de vida del envase, detallando todos los impactos y costos que su reacondicionado contribuye, para determinar si realmente es conveniente recuperar el envase y bajo qué condiciones o circunstancias se encuentre para su reacondicionado o si definitivamente la compra de envases nuevos y su manufactura es el requisito de uso más adecuado respecto al embalaje de la industria química.

Se recomienda crear un espacio de investigación y desarrollo, respecto a los recursos y remanentes que son manejados dentro de la empresa, por la importancia económica, ambiental, ocupacional y de desarrollo o innovación, que estos materiales puedan ofrecer en ventaja para la empresa.

De acuerdo al compromiso y cultura ambiental que se fomente según el programa por parte de gerencia y entes relacionados por el programa, éste se mantendrá y generará

nuevas opciones de mejora en la disminución de impactos generados dentro del proceso y retribuyendo la buena labor por parte de los empleados.

Ambientalmente la empresa debe ser más estricta en el control y generación de residuos según la responsabilidad de pos consumo en el Decreto 4741 del 2005, que tiene los proveedores de envases, responsables iniciales en el impacto resultante, evitando la entrada de gran cantidad de residuo a la empresa o devolviendo el residuo generado en el cumplimiento de la norma.

## Bibliografía

(s.f.).

ABURRA., A. M. (2009). Manual de Producción Más Limpia y Buenas Prácticas Ambientales en Estaciones De Servicio. *Manual de Producción Más Limpia y Buenas Prácticas Ambientales en Estaciones De Servicio*. Santa fe de Bogotá., Santa fe de Bogotá., Colombia: Ed 1.

ABURRA., A. M. (2006). *Manual para el Manejo Integral de Residuos en el Valle de Aburra*. Santa fe de Bogotá.: Ed 1.

ABURRA., A. M. (2007). [www.aredigital.gov.co](http://www.aredigital.gov.co). Recuperado el Noviembre de 2012, de [www.aredigital.gov.co](http://www.aredigital.gov.co):

<http://www.aredigital.gov.co/ProduccionLimpia/Documents/Catilla%20PL%20Pymes>

ALCALDÍA, D. M. (29 de Septiembre de 2009). <http://aredigital.gov.co>. Recuperado el 24 de Agosto de 2012, de <http://aredigital.gov.co>: [www.aredigital.gov.co/Residuos/Documents/Legislacion%20No%20peligrosos&Decreto\\_440\\_2009\\_MunicipioMedellin.pdf](http://www.aredigital.gov.co/Residuos/Documents/Legislacion%20No%20peligrosos&Decreto_440_2009_MunicipioMedellin.pdf)

AMBIENTE., M. D. (1997). *Política de Producción Mas Limpia*. Santa fe de Bogotá.

AMINI, M., & RETZLAFF-ROBERTS, D. (1999). *Reverse Logistics process reengineering: Improving costumers service quality*. University of Memphis.: Working Paper.

AREA, M. (2010). Gestión ambiental. *Gestión ambiental, residuos sólidos, área sostenible*. Santa fe de Bogotá., Santa fe de Bogotá., Colombia.

COLOMBIA, U. N. (2010). [www.unalmed.edu.co](http://www.unalmed.edu.co). Recuperado el 25 de Octubre de 2012, de [www.unalmed.edu.co](http://www.unalmed.edu.co): [www.unalmed.edu.co/dir\\_laboratorios/Clasificacion\\_Residuos.doc](http://www.unalmed.edu.co/dir_laboratorios/Clasificacion_Residuos.doc)

Gómez Gallo, M., Flórez López, L., Cardona Pareja, R., Isaza Cano, C., Villa Vélez, D., & González, M. A. (2006). *M.A. (2006, enero-junio) Producción Mas Limpia en el Área Metropolitana del Valle del Aburra*. Santa fe de Bogotá.: Ed 1.

Gonzales García, J. (2008. ). Gestión de Residuos. La Logística Inversa en la Gestión de Residuos. En J. Gonzales García, *INGENIERIA QUIMICA* (págs. 102-109. ).

GROUP, T. I. (2010). <http://www.transpacific.com.au>. Recuperado el 25 de Octubre de 2012, de <http://www.transpacific.com.au>: <http://www.transpacific.com.au/content/drum-collection,-processing-and-recovery.aspx>

H., M. (2006). *FORO NACIONAL AMBIENTAL, El Ascenso y el Declive del Ministerio del Medio Ambiente*. Ed 11 .

INDYDRUM. (2012). [www.indydrum.com](http://www.indydrum.com). Recuperado el 25 de Octubre de 2012, de <http://www.indydrum.com/environment>

KAESER. (22 de Marzo de 2013). Manual técnico de compresores KAESER. Zaragoza, Malpica, España.

MEDIO AMBIENTE, E. Y. (2001). *Gestión Ambiental para Desechos Peligrosos y Tóxicos, Chile*. Santiago de Chile.

MINISTERIO DE AMBIENTE, V. Y.-M. (2011). *Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible*. Santa fe de Bogotá. .

PROGRAMM-UNEP, U. N. (2009). <http://www.unep.org>. Recuperado el 25 de Octubre de 2012, de <http://www.unep.org>: <http://www.unep.org/PDF/UNEPOrganizationProfile.pdf>

RECATAM, R. d. (s.f.). <http://www.recatam.com/index.html>. Recuperado el 01 de Noviembre de 2012, de <http://www.recatam.com/index.html>: <http://www.recatam.com/index.html>

SALUD., M. D. (1986). *Resolución 2309*. Santa fe de Bogotá. .

Services, N. H. (2011). <http://des.nh.gov>. Recuperado el 21 de Septiembre de 2012, de <http://des.nh.gov>:

<http://des.nh.gov/organization/commissioner/pip/factsheets/sw/documents/sw-29.pdf>

Soria, E., & Delgado Acuña, D. (2010). *Diseño y construcción de un equipo de destilación con capacidad de 110 galones diarios para la recuperación de hidrocarburos volátiles presentes en efluentes líquidos contaminados producto del proceso de lavado de tanques contenedores*. Guayaquil.