

**MODELO PARA LA EVALUACIÓN Y CONTROL DEL MANEJO DE DESECHOS  
Y LA DISPOSICIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES EN CEMEX  
TRANSPORTES S.A**

**JOHN JAIRO ARIAS GUZMÁN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2010**

**MODELO PARA LA EVALUACIÓN Y CONTROL DEL MANEJO DE DESECHOS  
Y LA DISPOSICIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES EN CEMEX  
TRANSPORTES S.A**

**JOHN JAIRO ARIAS GUZMÁN**

**Monografía de Grado  
Presentada como requisito para optar el título de  
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**Director  
DIEGO FERMIN CERQUERA CEBALLOS  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2010**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a:

A Dios por darme la fortaleza, la perseverancia y la paciencia para cumplir este proyecto.

A mi familia por apoyarme e incentivarme a mejorar cada día, como persona y profesional.

A la universidad Industrial de Santander (U.I.S) por permitirme aprender de las experiencias de cada uno de los maestros y compañeros de la especialización.

A Cemex Transportes y con ello a todo el personal que labora allí, por haberme permitido desarrollar este proyecto y así contribuir en algo a las políticas de mejoramiento continuo, del medio ambiente, seguridad industrial y salud.

## DEDICATORIA

A Dios por concederme la gracia de estar vivo,  
darme salud y compartir con mis seres queridos.

A mi esposa Luisa Fernanda quien compartió mis  
preocupaciones y me aconsejó con sus grandes  
palabras motivándome a seguir adelante para  
cumplir el objetivo de esta especialización.

A mis hijos Nicole Valeria y John Camilo  
Quienes son mi motor en esta grandiosa  
vida.

**John J. Arias**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>16</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>18</b>
Objetivo General	18
Objetivos Específicos	18
<b>1. MARCO CONTEXTUAL</b>	<b>19</b>
1.1 LA EMPRESA	19
1.2 POLÍTICA DE MEDIO AMBIENTE, SEGURIDAD Y SALUD	21
1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LAS UNIDADES DE NEGOCIO CEMEX COLOMBIA	22
1.4 UNIDADES DE NEGOCIO DE CEMEX COLOMBIA	24
1.5 PROCESO DE MANTENIMIENTO CEMEX TRANSPORTES	27
1.6 DIAGNOSTICO	31
<b>2. MARCO TEORICO</b>	<b>34</b>
2.1 TEORIA DE LOS DESECHOS GENERADOS EN CEMEX TRANSPORTES	34
2.2 ACEITE USADO	34
2.3 REFRIGERANTES PARA MOTORES	41
2.4 BATERÍAS	44
2.5 DISOLVENTES Y PINTURAS	46
2.6 ASBESTOS	47
2.7 PLÁSTICOS	48
2.8 PAPEL	51
2.9 VIDRIO	54
2.10 CHATARRA	55
2.11 OTRAS SUSTANCIAS O COMPUESTOS	56
2.12 EFECTOS NEGATIVOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE	57
<b>3. AGUAS RESIDUALES</b>	<b>59</b>
3.1 COMPOSICION	59
3.2 GENERACIÓN EN FUENTES NATURALES	60
3.3 GENERACIÓN EN FUENTES HUMANAS	61
3.4 TIPOS DE CONTAMINANTES EN LAS AGUAS RESIDUALES	62
3.5 ENFERMEDADES POR PATOGENOS CONTAMINANTES DEL AGUA	65

3.6. ALTERACIONES DEL AGUA _____	66
3.7 AGUAS SUBTERRANEAS _____	68
3.8 NIVELES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES _____	69
3.9 TIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES _____	70
3.10 DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES _____	72
4. LEGISLACION MEDIOAMBIENTAL COLOMBIANA _____	73
5. DISEÑO DEL MODELO PARA LA EVALUACIÓN Y CONTROL DEL MANEJO DE DESECHOS Y LA DISPOSICIÓN FINAL DE AGUA RESIDUALES EN CEMEX TRANSPORTES S.A _____	82
5.1 SELECCIÓN DE LA FILOSOFÍA ACORDE A LOS REQUERIMIENTOS DE CEMEX TRANSPORTES S.A _____	82
5.2 CÁLCULO DE RESIDUOS, DESECHOS Y MATERIAL RECICLABLE EN CEMEX TRANSPORTES _____	91
5.3 IDENTIFICACIÓN DE CENTROS DE ACOPIO DE RESIDUOS Y SUBSTANCIAS PELIGROSAS _____	96
5.3.2 Centro de acopio residuos comedor _____	98
5.4 EVALUACIÓN AMBIENTAL COMPONENTE AIRE _____	104
5.5 EVALUACIÓN AMBIENTAL COMPONENTE AGUA Y SUELO _____	104
5.6 CONTROL DE LOS VERTIMIENTOS LÍQUIDOS _____	119
5.7 CAMBIO O SUSTITUCIÓN DE PRODUCTO _____	120
5.8 EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO AMBIENTAL _____	120
5.9 AUTOGESTIÓN _____	122
6. CONCLUSIONES _____	124
BIBLIOGRAFÍA _____	126
ANEXOS _____	129

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Cemex en 1900s	19
<b>Figura 2.</b> Cemex en los 2000s	20
<b>Figura 3.</b> Equipo directivo Cemex S.A	22
<b>Figura 4.</b> Organigrama unidades de negocio Cemex Colombia	23
<b>Figura 5.</b> Proceso productivo	34
<b>Figura 6.</b> Estadísticas sustancias generadas en la industria a nivel mundial	36
<b>Figura 7.</b> Destino en el cuerpo humano de contaminantes absorbidos	39
<b>Figura 8.</b> Proceso del papel	52
<b>Figura 9.</b> Estadística material reciclable	53
<b>Figura 10.</b> Diagrama de flujo del reciclado de la chatarra	56
<b>Figura 11.</b> Matriz crecimiento corporativo Cemex transportes	86
<b>Figura 12.</b> Etiqueta roja para Cemex transportes	88
<b>Figura 13.</b> Formato para la evaluación de implementación filosofía 5's	89
<b>Figura 14.</b> Grafico situacional de implementación de la filosofía de las 5's	90
<b>Figura 15.</b> Panorama de residuos sólidos y líquidos en el taller de mantenimiento	95
<b>Figura 16.</b> Plano general planta física cemex transportes	96
<b>Figura 17.</b> Centro de acopio de residuos estación de servicio	97
<b>Figura 18.</b> Centro de acopio de residuos comedor	98
<b>Figura 19.</b> Centro de acopio de residuos oficina y taller de mantenimiento	98

<b>Figura 20.</b> Centro de acopio de residuos edificio administrativo	99
<b>Figura 21.</b> Centro de acopio de residuos edificio administrativo	99
<b>Figura 22.</b> Bancos recolectores de residuos sólidos según el código de colores	100
<b>Figura 23.</b> Centro de acopio aceites, filtros usado y sustancias peligrosas	101
<b>Figura 24.</b> Flujograma de acopio de residuos solidos y liquidos en el taller	103
<b>Figura 25.</b> Planta de tartamiento de aguas residuales domesticas e industriales	105
<b>Figura 26.</b> Área de lavado de componentes	107
<b>Figura 27.</b> Mantenimiento planta de tratamiento de aguas residuales	108
<b>Figura 28.</b> Recuperación y embellecimiento de planta de tratamiento de aguas	109
<b>Figura 29.</b> Puntos de toma de muestras de agua en planta de tratamiento	110

## LISTA DE TABLAS

	pág.
<b>Tabla 1.</b> Tipos de lubricantes	35
<b>Tabla 2.</b> Elementos tóxicos para el hombre y su presencia en el aceite usado.	40
<b>Tabla 3.</b> Aditivos para combatir la corrosión y herrumbre en motores.	43
<b>Tabla 4.</b> Comparativo de los diferentes tipos de baterías y pilas	44
<b>Tabla 5.</b> Ciclo de vida útil de los plásticos según su uso.	49
<b>Tabla 6.</b> Sustancias peligrosas para el hombre y productos que las contienen	57
<b>Tabla 7.</b> Tipo de contaminación generada al agua de acuerdo al sector industrial	61
<b>Tabla 8.</b> Enfermedades por patógenos presentes en el agua	65
<b>Tabla 9.</b> Alteraciones físicas del agua	66
<b>Tabla 10.</b> Alteraciones químicas del agua	67
<b>Tabla 11.</b> Alteraciones biológicas del agua	68
<b>Tabla 12.</b> Clasificación de los residuos por áreas en el taller de mantenimiento	92
<b>Tabla 13.</b> Registro de control de tiempos del taller de Cemex Mayo, junio y Julio	93
<b>Tabla 14.</b> Cambios de aceite mensual toda referencia en el taller de Cemex	94
<b>Tabla 15.</b> Cálculo de residuos por áreas generados en el taller de mantenimiento	94
<b>Tabla 16.</b> Condensado de mantenimiento planta de tratamiento de aguas residuales industriales	114

<b>Tabla 17</b> Condensado de mantenimiento planta de tratamiento de aguas residuales domesticas	114
<b>Tabla 18.</b> Programa de mediciones y determinaciones de parametros del agua	120
<b>Tabla 19.</b> Indicadores de gestión ambiental	122

## ANEXOS

	<b>Pag.</b>
<b>Anexo A.</b> Política de medio ambiente, seguridad y salud	130
<b>Anexo B.</b> Planos planta de tratamiento de aguas residuales	136
<b>Anexo C.</b> Resultado de laboratorio “Caracterización del agua”	138

## RESUMEN

TITULO: MODELO PARA LA EVALUACIÓN Y CONTROL DEL MANEJO DE DESECHOS Y LA DISPOSICIÓN FINAL DE AGUAS RESIDUALES EN CEMEX TRANSPORTES S.A

AUTOR: JOHN JAIRO ARIAS GUZMÁN

PALABRAS CLAVES: Motores, Operación, Residuos, Medio.

En Cemex Transportes S. A ejecutamos prácticas de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo a la flota vehicular de C e m e x Colombia S.A. Por tal razón, nuestra operación y mantenimiento nos lleva a generar residuos sólidos y obviamente aguas r e s i d u a l e s contaminadas; En donde para estos, la empresa tiene un s i s t e m a claro del manejo y la disposición final, asegurando así una correcta y segura entrega de estas descargas contaminantes al medio ambiente.

El proyecto que se desarrollo, se basa en la evaluación y el control de los procedimientos ya establecidos por C e m e x transportes S. A para el manejo y disposición final de los desechos y aguas residuales productos de la operación y el mantenimiento de nuestra eterna dependencia de los motores de combustión interna.

Con lo anterior, se plantea un modelo 100% adecuado para Cemex transportes S.A. En donde se propone un cambio de cultura, se establecen áreas y se demarcan, nombrando responsables, determinando eficiencias, c a r a c t e r i z a n d o y cuantificando los residuos y aguas residuales con el fin de evaluar y controlar sus procesos y procedimientos para le gestión integral de residuos y aguas residuales.

---

\* Monografía

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de

Mantenimiento, Director: Santiago Cardeñosa, Ingeniero Mecánico

## SUMMARY

TITLE: MODEL FOR EVALUATION AND CONTROL OF WASTE MANAGEMENT AND FINAL SEWAGE DISPOSAL IN CEMEX TRANSPORTES S.A.\*

AUTHOR: JOHN JAIRO ARIAS GUZMÁN\*\*

KEY WORDS: electric motors, Operation, Waste, Environment.

C e m e x Transportes S. A. executes corrective, preventive and predictive maintenance practices on C e m e x Colombia' s vehicle fleet. For that r e a s o n, our operation and maintenance practices generate solid wastes and contaminated sewerage; therefore, t h e company has a clear management and final disposal s y s t e m, ensuring a correct and safe delivery of this pollutants to the environment.

The project developed, is focused on de evaluation and control of C e m e x transporter's management and f i n a l disposal e s t a b l i s h e d procedures for w a s t e s and sewerage resulting of the operation and maintenance of our eternal dependence of internal combustion engines.

With the above, a 100% appropriate model for C e m e x Transportes is proposed. Where i t comes up with a culture change, established and demarcated areas, n a m e d perpetrators, identified efficiencies, characterized and q u a n t i f i e d wastes and sewerage in order to evaluate and control it is processes and procedures f o r the comprehensive management of wastes and sewerage.

---

\* Monograph

\*\* School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization. Director:  
Santiago Cardeñosa, Mechanical Engineer.

## INTRODUCCIÓN

En Cemex Transportes S.A ejecutamos prácticas de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo a la flota vehicular de Cemex Colombia S.A. U equipo propio. Por tal razón, nuestro trabajo se basa en la inspección, mantenimiento y reparación de componentes eléctricos, frenos, suspensión, refrigeración, aire acondicionado, motor, transmisión, diferencial, cabina, entre otros.

Nuestra operación y mantenimiento nos lleva a generar residuos químicos, desechos sólidos, madera, papel, vidrio, plástico, metales pesados y obviamente aguas residuales contaminadas, en donde para este tipo de desechos y aguas residuales la empresa tiene un sistema claro del manejo y la disposición final de estos, asegurando así una correcta y segura entrega de estas descargas contaminantes al medio ambiente.

La generación de desechos sólidos y aguas residuales es parte inherente de las actividades que realiza Cemex transportes S.A considerando que dentro de las etapas del ciclo de vida de los residuos (generación, transporte, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final), las empresas constituyen el contenido fundamental en el que se desarrollan y se vinculan las diferentes actividades asociadas al manejo de los mismos, resulta primordial mantener el tratamiento eficiente de este tema y su consideración de forma priorizada en el contexto de las actividades de Gestión integral ambiental, a través de los cuales se fomente y conserve el desarrollo de planes de manejo seguro que garanticen un mayor nivel de protección ambiental y a la salud humana, como parte de las metas y objetivos ambientales de la empresa.

El proyecto que se pone en consideración ante la universidad, se basa en la evaluación y control de los procedimientos ya establecidos por Cemex transportes S.A para el manejo y disposición final de los desechos y aguas residuales, productos de las fuentes de contaminación generados por la operación, mantenimiento, reparación y movilización de nuestra eterna dependencia de los motores de combustión interna.

Pero mantener los procedimientos para el manejo integral de los desechos Sólidos y aguas residuales sin un trabajo educativo de culturización que promueva la selección de residuos y el reciclaje desde la fuente resulta un tanto complejo, por ello se debe desarrollar e implementar un programa educativo de capacitación y entrenamiento que conduzca al manejo integral de los Residuos Sólidos y aguas residuales.

Este trabajo busca también contribuir con la disminución de los graves efectos que sobre la salud pública tiene el inadecuado manejo y disposición final de los desechos y aguas residuales y que como consecuencia generan, en muchos casos, largas incapacidades y/o incluso enfermedades profesionales en individuos, algunas de ellas de alta criticidad o permanentes.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Desarrollar un modelo para la evaluación y control del manejo de desechos y la disposición final de aguas residuales producto de la operación y mantenimiento en Cemex Transportes S.A.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar los diferentes tipos y fuentes de desechos y aguas residuales generadas dentro de las instalaciones de Cemex Transportes S.A.
- Enumerar las diferentes alternativas que existen para la evaluación y control de la disposición final de desechos y aguas residuales.
- Definir el modelo de evaluación y control más acorde a la infraestructura, procesos y procedimientos que desarrolla Cemex Transportes S.A.
- Desarrollar un plan de capacitación y entrenamiento encaminado a cultivar y mantener la política ambiental basada en el orden, la limpieza y la disciplina dentro de la empresa.
- Buscar alternativas para el uso de productos y sustancias no contaminantes o que por su composición tengan un menor impacto en el medio ambiente al momento de ser emitidas, entregadas o eliminadas
- Evaluar, y divulgar las áreas demarcadas para el almacenamiento y disposición final de los desechos de acuerdo a su composición.

## 1. MARCO CONTEXTUAL

### 1.1 LA EMPRESA

Cemex S.A es una multinacional con más de 100 años de experiencia en la producción, distribución y comercialización de cemento; actualmente Cemex S.A cuenta con presencia en más de 50 países en los 5 continentes.

**Figura 1. Cemex en 1900s**



Fuente: Cemex S.A. Obtenido de [www.cemexplaza.com](http://www.cemexplaza.com). 2010

Cemex S.A es fundada en 1906 con la apertura de la planta cemento Hidalgo en el norte de México, y desde allí comenzó su expansión que hoy en día la consolida como la empresa productora de cemento más grande de Norteamérica.

Cemex S.A inició operaciones en Colombia bajo la razón social Cemex Colombia S.A. desde el año de 1994. En el año de 1996 surgió la necesidad de asegurar la entrega de su producto terminado y transportar sus materias primas, por tal razón se creó Cemex transportes S.A.

En la actualidad Cemex S.A tiene una capacidad de producción estimada de 96 millones de toneladas de cemento anual, cuenta con 64 plantas de cemento y más de 2200 plantas de concreto premezclado. Además, por ser una empresa global, CEMEX se enfrenta a mayores retos que nunca antes. En tanto que sus grupos de interés exigen más que simplemente buenos resultados financieros, la tecnología y la comunicación global han producido un escrutinio sin precedentes de sus acciones. Cemex espera que sus colaboradores se ciñan a las más elevadas normas de comportamiento corporativo en donde quiera que opere.

**Figura 2. Cemex en los 2000s**



Fuente: Cemex S.A. Obtenido de [www.cemexplaza.com](http://www.cemexplaza.com). 2010

## **1.2 POLÍTICA DE MEDIO AMBIENTE, SEGURIDAD Y SALUD**

En Cemex, la prevención de accidentes, el cuidado de la salud, la protección del medio ambiente y el compromiso con la comunidad son parte integral de nuestra misión de negocio.

Es política de la compañía que todas sus operaciones sean seguras para el personal, sus comunidades vecinas, las instalaciones y el medio ambiente.

Las unidades de negocio de Cemex, deberán promover el desarrollo sustentable, poniendo en práctica acciones que permitan una mejora continua.

Entendiéndose por desarrollo sustentable como el balance adecuado entre la generación de riqueza producto de la operación del negocio, el cuidado del medio ambiente y la responsabilidad social.

Nuestra estrategia para el desarrollo sustentable se basa en tres acciones fundamentales:

Utilizar la mejor tecnología disponible en nuestros procesos operativos para asegurar la eficiencia energética y el uso óptimo de materias primas.

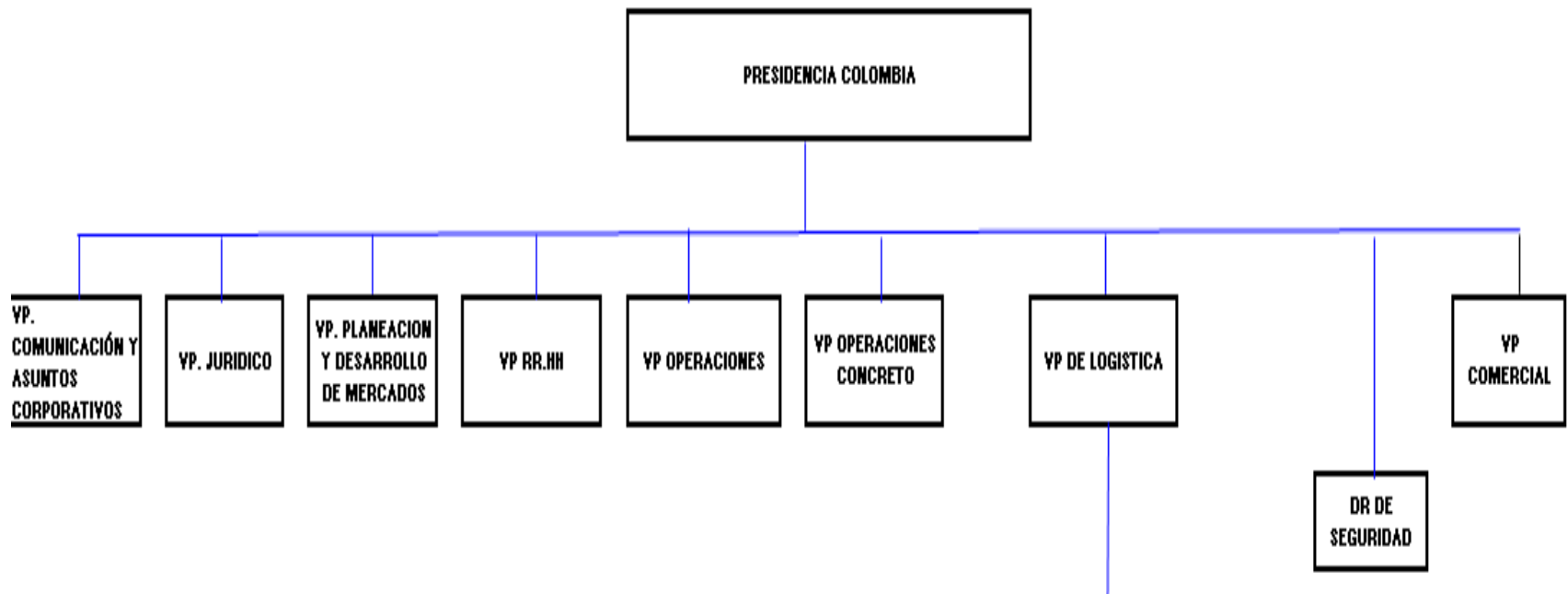
Fomentar una cultura ambiental, seguridad industrial y salud integral dentro de la empresa y la comunidad, bajo el principio “se cuida lo que se conoce”.

Emplear los equipos y sistemas más efectivos para el cuidado de nuestro personal, las instalaciones y el medio ambiente.

Para cumplir con esta política, en Cemex se deberá: Ver anexo A. Política de medio ambiente, seguridad y salud.

### 1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LAS UNIDADES DE NEGOCIO CEMEX COLOMBIA

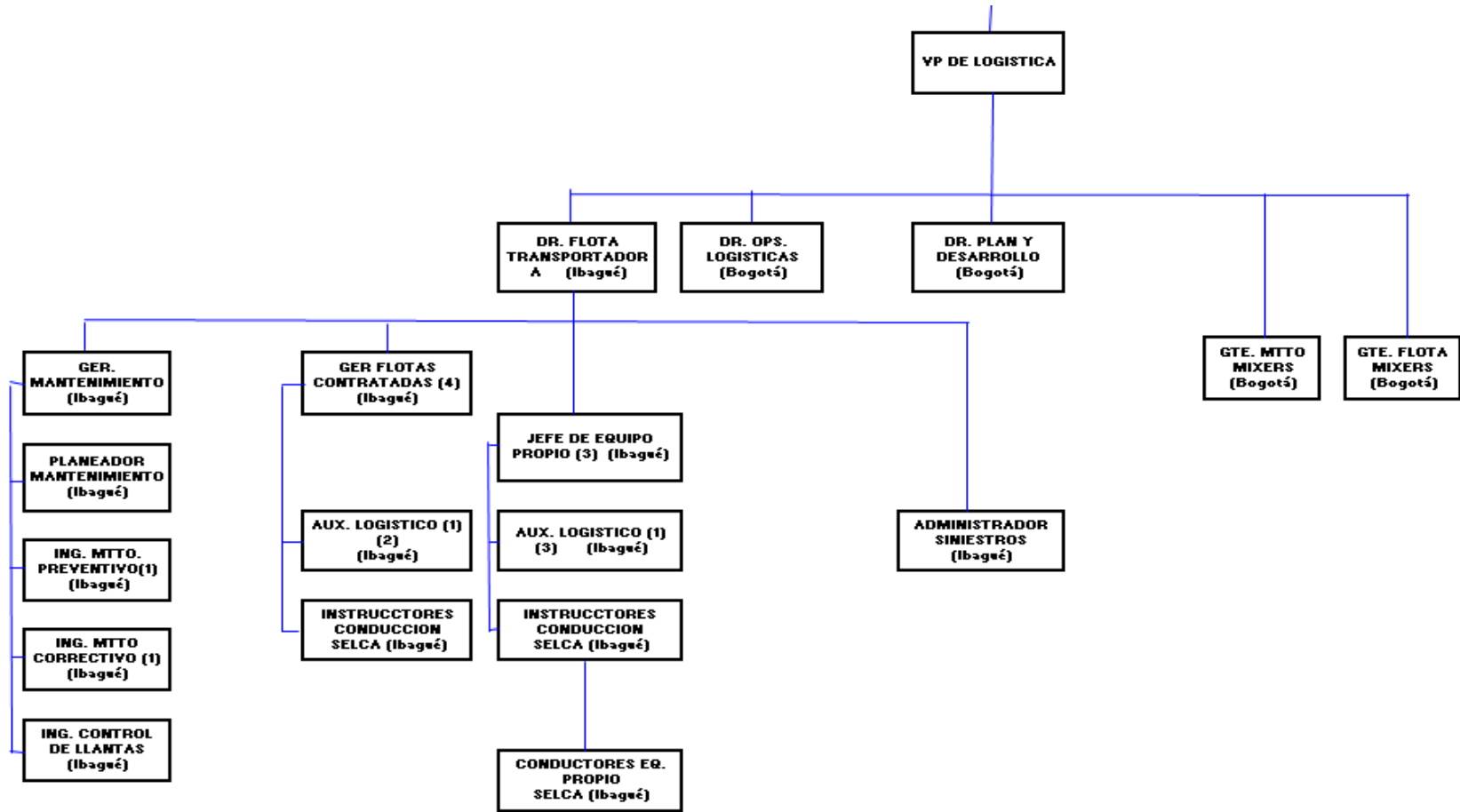
Figura 3. Organigrama unidades de negocio Cemex Colombia



Fuente: Cemex S.A. Obtenido de [www.cemexplaza.com](http://www.cemexplaza.com). 2010

1.3.1 Estructura organizacional unidad de negocio de logística

Figura 4. Organigrama unidades de negocio Cemex Colombia



Fuente: Cemex S.A. Obtenido de [www.cemexplaza.com](http://www.cemexplaza.com). 2010

## 1.4 UNIDADES DE NEGOCIO DE CEMEX COLOMBIA

Cemex S.A tiene como concepto de unidad de negocio, todo lugar aquel en donde hace presencia y tiene operaciones; a lo largo del territorio nacional podemos encontrar las siguientes unidades de negocio:

Unidad de negocio planta caracolito Ibagué.

Unidad de negocio logística Ibagué

Unidad de negocio planta Bucaramanga.

Unidad de negocio planta Santa Rosa municipio de la Calera.

Unidad de negocio planta Cúcuta.

Unidad de negocio bodega Barranquilla.

Unidad de negocio planta Américas Bogotá D.C

El objetivo y función general de estas 7 unidades de negocio a nivel nacional es producir y transportar alrededor de 187.000 ton/día entre cemento empaçado y a granel, concreto, agregado, clínquer, carbón, puzolana y materia primas en general.

Cada unidad de negocios tiene una visión exitosa y sostenible dentro de Cemex, teniendo así un impacto positivo en las personas y el medio ambiente. Su enfoque, se basa en trabajar en estrecha colaboración con los principales interesados para ayudar a resolver la sostenibilidad local, global y los desafíos relevantes para su negocio.

El modelo propuesto que se ha elaborado se centra en la unidad de negocios de logística Ibagué o Cemex transportes, observando y evaluando los diferentes procesos y procedimientos para la gestión integral de los residuos sólidos y aguas residuales que se llevan al interior de sus tres áreas como lo son: Operaciones, flotas y mantenimiento; en donde su principal objetivo es asegurar el despacho y

entrega del producto final al cliente, bien sea cemento a granel o empacado, agregados, o materias primas.

#### **1.4.1 Unidad de negocio logística Ibagué o Cemex transporte.**

*Cemex transportes fue creada en 1996 no como una estrategia de mercado y distribución del cemento producido por nuestro único cliente, si no como una necesidad para asegurar la distribución, comercialización y entrega de este mismo por todo el territorio colombiano.*

Cemex transportes es el encargado de engranar y coordinar la logística de operación, despacho y transporte del cemento empacado, cemento a granel, agregados y materias primas para su producción. Actualmente, Cemex transportes mueve alrededor de las 12.000 ton/día en promedio en todo el territorio colombiano, por medio de vehículos tracto camiones los cuales se distribuyen así:

125 Vehículos tracto camiones de equipo propio o flota propia

279 Vehículos tracto camiones alquilados.

113 Vehículos tracto camiones de terceros.

La aparición de Cemex transportes en la industria colombiana fue planeada ambientalmente bajo las leyes gubernamentales que en su momento se encontraban vigentes; sin embargo, su operación ha ido creciendo sustentablemente y por tal razón se ha visto en la necesidad de fortalecer sus debilidades y hacer de ella misma un negocio sostenible cumpliendo con las exigencias que les impone su cliente y los nuevos lineamientos establecidos por parte de Cortolima, el ministerio de la protección del medio ambiente y las entidades gubernamentales que tienen que ver con el proceso inherente a su operación y negocio.

En Cemex Transportes se ejecutan prácticas de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo a la flota vehicular de Cemex Colombia S.A. U equipo propio. Por tal razón, nuestro trabajo consiste en la inspección, mantenimiento y reparación de componentes eléctricos, frenos, suspensión, refrigeración, aire acondicionado, motor, transmisión, diferencial, cabina, entre otros.

Es por ello que su operación y mantenimiento los lleva a generar residuos químicos peligrosos, desechos sólidos, madera, papel, vidrio, plástico, metales pesados y obviamente aguas residuales, En donde para este tipo de desechos y aguas residuales la empresa tiene un sistema claro del manejo y la disposición final de estos, asegurando una correcta y segura entrega de estas descargas contaminantes al medio ambiente.

#### **1.4.2 Flota vehicular o equipo propio.**

*En la actualidad la flota vehicular o equipo propio para el transporte de cemento, materias primas y agregados se compone de:*

17 Vehículos cabezotes Kenworth de la montaña T800

37 Vehículos cabezotes International Eagle 9400i

47 Vehículos cabezotes Mack CH-613

11 Vehículos doble – troque International 7600

5 Vehículos sencillos Kodiak 3116

5 Vehículos sencillos Freighliner DT 466

3 Vehículos Cabezotes Mack visión

118 Tráileres “carboneros o multipropósito, cisternas, plataformas y volcos”

**TOTAL EQUIPOS: 243**

Todos los vehículos cabezotes están aptos y acondicionados para enganchar cualquiera de los 4 tipos de tráiler dependiendo de las necesidades de nuestro cliente. Es así, que si el cliente necesita carbón los cabezotes tendrán enganchado un tráiler carbonero, si necesita cemento a granel, los cabezotes tendrán enganchado una cisterna; si necesita cemento empacado, los cabezotes tendrán enganchado una plataforma y si lo que el cliente necesita es agregados los cabezotes tendrán enganchado un tráiler volco.

## **1.5 PROCESO DE MANTENIMIENTO CEMEX TRANSPORTES**

Como ya se había dicho anteriormente, en Cemex Transportes se ejecutan prácticas de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo a la flota vehicular de Cemex Colombia S.A u equipo propio. El proceso de mantenimiento está compuesto por la participación de varias áreas como son:

Administrativo

Mecánica general y de patio.

Torno y soldadura.

Reparación de transmisiones y diferenciales.

Reparación de tráiler.

Lavado y lubricación.

Llantas

Lavado de componentes

**1.5.1 Administrativo.** *El área administrativa esta comprendida por 2 sub - áreas que son : Despachos y flotas*

*Despachos*; es el encargado de coordinar la asignación de carga y descarga de cemento en los vehículos, así como también esta pendiente de los niveles de producción de cemento en planta caracolito.

*Flotas*; es el encargado de coordinar toda la logística de los vehículos bien sea equipo propio, alquilados o terceros para el cargue o descargue de cemento en todo el país.

El funcionamiento y operación de esta área dentro de Cemex transportes indiscutiblemente genera residuos sólidos no peligrosos, ordinarios como cartón, papel, madera, vidrio, entre otros y aguas residuales.

**1.5.2 Mecánica general y de patio.** *Básicamente, el área de mecánica general y de patio, es la zona en donde se intervienen de manera correctiva y preventiva los vehículos; allí se reparan componentes mayores y menores de cada equipo como lo son: Motores, compresores, motores de arranque, frenos, muelles, sistema eléctrico, suspensión entre otros. Los vehículos en esta área son intervenidos de dos maneras:*

Mantenimiento preventivo: Se ejecutan las rutinas de mantenimiento preventivo programadas para cada vehículo según su kilometraje recorrido, 15.000, 30.000, 60.000, 120.000, 150,000, 180,000, 250.000 y 300.000 kilómetros.

Mantenimiento correctivo: Se intervienen los vehículos que durante su operación presentan una parada de emergencia o varada a causa del mal funcionamiento de algunos de sus componentes.

La operación y funcionamiento de esta área produce desechos y residuos sólidos peligrosos tales como: Aceite usado, grasa, estopas impregnadas en aceite, refrigerantes, combustibles, baterías, disolventes entre otros. Por otro lado

también es muy normal encontrar residuos ordinarios tales como: carton, papel y vidrio.

**1.5.3 Torno y soldadura.** *Esta área básicamente presta apoyo al área de reparación de trailer, mecánica general y de patio. En esta área, se reparan componentes como campanas de freno, sistemas de suspensión, muelles, chasis, raidadores entre otros.*

La operación y funcionamiento de esta área conduce a generar residuos peligrosos tales como: Refrigerantes, combustibles, estopas impregnadas de combustibles y colillas de soldadura. Así como también es normal encontrar residuos ordinarios tales como: papel, cartón, madera, vidrio entre otros.

**1.5.4 Reparación de transmisiones y diferenciales.** *En esta área se ejecutan las rutinas de mantenimiento preventivo programadas a las cajas de velocidades y diferenciales de los vehículos de EQP. Así como también se realizan intervenciones correctivas a estos componentes mayores. Por otro lado también se inspeccionan y reparan cajas de dirección hidráulicas, las cuales presentan una frecuencia de mantenimiento mas prolongadas.*

La operación y funcionamiento de esta área produce desechos y residuos sólidos peligrosos tales como: Aceite usado, grasa, estopas impregnadas en aceite, refrigerantes, combustibles, disolventes entre otros. Por otro lado también es muy normal encontrar residuos ordinarios tales como: papel, cartón, madera, vidrio entre otros.

**1.5.5 Reparación de trailer.** *En esta área se inspeccionan, y ejecutan rutinas de mantenimiento preventivo programados a los trailer en sus diferentes tipos, así como también se intervienen de manera correctiva.*

Esta área tiene una eterna dependencia con el área de soldadura y mecánica de patio, puesto que estas áreas suministran los recursos necesarios para la intervención correctiva, soldadura de chasis, cambio de frenos, rodamientos, suspensión y muelles.

La operación y funcionamiento de esta área produce desechos y residuos sólidos peligrosos tales como: Grasas, estopas impregnadas de grasa, combustibles, disolventes entre otros. Por otro lado también es muy normal encontrar residuos ordinarios tales como: papel, cartón, madera, vidrio entre otros.

**1.5.6 Lavado y lubricación.** *En el área lubricación antes de ejecutarse cualquier rutina de cambios de aceite y engrases, es obligatorio que los equipos pasen por el área de lavado, con el fin de identificar posibles fugas de lubricante y asegurar el no lavado de la grasa inyectada. Esta área se divide en 2 líneas de servicio: Una línea de servicio normal que está destinada para lavados generales de los vehículos, cambios de aceite de motor, transmisión, diferenciales, engrase general; y, otra línea de servicio rápida que es para enjuagues de vehículos, cambios de aceite de motor y engrases parciales.*

La operación y funcionamiento de esta área produce desechos y residuos sólidos peligrosos tales como: Aceite usado, grasa, estopas impregnadas en aceite, refrigerantes, combustibles, aguas residuales entre otros. Por otro lado, se generan aguas residuales industriales.

**1.5.7 Llantas.** Como su nombre lo indica, el área de llantas es el área donde se reparan las llantas de los vehículos bien sea por causa de una mala operación del vehículo o por fatiga de la misma llanta. Adicional a esto en esta área se coordina y ejecuta las rutinas de mantenimiento preventivo de rotación y control de presiones a cada una de las 22 llantas del vehículo.

La operación y funcionamiento de esta área produce una pila de desechos sólidos peligrosos tales como: Llantas, combustibles, estopas impregnadas en combustibles, entre otros. Por otro lado también es muy normal encontrar residuos ordinarios tales como: papel, carton, madera, vidrio entre otros.

**1.5.8 Lavado de componentes.** Ambientalmente, esta área es quizás la más crítica de toda la operación de Cemex transportes. En esta área y como su nombre lo indica, se lavan todos los componentes mayores y menores productos de las intervenciones de mantenimiento preventivas y correctivas en los vehículos. Una vez los componentes mayores y menores son intervenidos en las áreas anteriormente nombradas pasan al área de lavado de componentes en donde son lavados con una mezcla de diesel con gasolina para retirar cualquier evidencia de grasa.

La operación y funcionamiento de esta área produce desechos y residuos sólidos peligrosos tales como: Aceite usado, grasa, estopas impregnadas en aceite, refrigerantes, combustibles, disoleventes entre otros.

## **1.6 DIAGNOSTICO**

En la actualidad, Cemex Transportes S.A. cuenta con procedimientos previamente establecidos con miras al control de la generación de residuos sólidos y desechos de múltiple naturaleza generada por su operación diaria.

Cemex transportes también cuenta con un control específico para la clasificación, selección y posterior entrega de los residuos al medio ambiente; se tienen identificadas y demarcadas como corresponde las áreas a utilizar para el almacenamiento de dichos residuos y además se tienen establecidos los requisitos mínimos que debe exigirse a aquellos proveedores que manejan la disposición final de los deshechos.

Cemex transportes S.A cuenta con procedimientos al interior de la empresa que establece el qué, cómo y el cuándo se haga la disposición final de los residuos, material sobrante, chatarra, deshechos, aguas residuales, etc.

Actualmente existe un sistema de recolección adecuado destinado a recibir las aguas residuales generadas alrededor del área de lavado de vehículos, taller, llantas y en general las que son producto de la operación diaria de la empresa.

Por otro lado, no se ha diseñado un plan de capacitación constante al interior de la empresa, encaminado a crear conciencia en el personal antiguo y a encaminar el comportamiento del personal nuevo, basado en el respeto por una filosofía ambiental dirigida hacia el control de la contaminación dentro y fuera de esta.

No se hace una eliminación adecuada de disolventes, combustibles, refrigerantes y químicos que no son separados, recolectados y que finalmente terminan en la red de alcantarillado, mezcladas con otros tipos de sustancias y deshechos o disipándose directamente al medio ambiente.

Faltan ductos recolectores y filtros o catalizadores para la recolección y el tratamiento de los gases producto de la combustión generados por los motores diesel dentro de la actividad propia del taller.

Es urgente iniciar en la empresa un proceso de evaluación y control del sistema de generación y manejo de desechos y aguas residuales entre sus colaboradores, así como en su planta física en pro de mantener y en lo posible incrementar el número de procesos productivos más limpios buscando el fortalecimiento de la filosofía y política de mejoramiento continuo, para así poder enfrentar la rigidez de las leyes ambientales que establecen las entidades gubernamentales y que hoy más que nunca vigilan y auditan el cumplimiento de dichas leyes y que simplemente es el reflejo de la lógica y el compromiso que debería existir o que impone el cuidado del medio ambiente.

Con lo anterior, propongo desarrollar un modelo para la evaluación y control de la gestión integral de desechos y aguas residuales con sus respectivos procedimientos, que incida en mantener la cultura ambientalista de las personas, con estrategias para la formación y capacitación, reevaluar las áreas demarcadas, reevaluar proveedores de productos y servicios, impartir instrucciones y nombrar responsables, etc.; todo esto orientado a mantener la filosofía ambiental entre nuestros colaboradores.

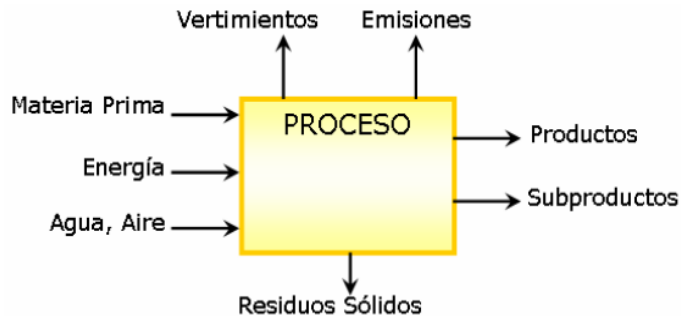
Indiscutiblemente se requiere profundizar y enriquecer el conocimiento que se tiene actualmente acerca de aguas residuales, desechos, material sobrante, etc. En su efecto, sobre los recursos naturales y el medio ambiente, en su composición química, en el desarrollo de mecanismos adecuados para su tratamiento, en la patología que genera a la salud pública y por supuesto en lo que significa su reutilización, degradación o tratamiento y la disposición final.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 TEORIA DE LOS DESECHOS GENERADOS EN CEMEX TRANSPORTES

Debemos recordar la visión clásica del proceso productivo para saber en donde obtenemos vertimientos, sustancias peligrosas, emisiones y residuos sólidos:

**Figura 5.** Proceso productivo



De acuerdo a la labor que se realiza en un taller de mantenimiento debemos centralizar la teoría que vamos a exponer, en el material y sustancias que se generan en Cemex transportes.

### 2.2 ACEITE USADO

El lubricante es prácticamente una pieza más de cualquier maquina. Los lubricantes son sustancias fluidas que dependiendo de las condiciones de fricción, actúan como sustancia intermedia en el punto de fricción. En la tabla 1 podemos observar una clasificación de los diferentes tipos de lubricante.

Una de las propiedades del aceite lubricante es mantener sus cualidades a lo largo del tiempo de servicio sin grandes cambios, siendo síntomas claros de esto último la formación de ácidos y la generación de lodos. Aparte de todo ello debe

ser refractario a cierto tipo de contaminantes, especialmente aire y agua. Por lo tanto, la función a cumplir por parte del aceite lubricante es dar buen servicio y protección a las partes mecánicas, a todas las temperaturas de funcionamiento, por un cierto periodo de tiempo; lo cual con lleva a que el lubricante después de un periodo perderá sus propiedades pasando a ser un aceite usado que dependiendo de su almacenamiento y manejo, puede ser útil en otro proceso.

**Tabla 1.** Tipos de lubricantes

<b>TIPOS DE LUBRICANTE</b>	<b>VEGETAL</b>	ACEITES VEGETALES (ESENCIAS)
	<b>ANIMAL</b>	TEJIDOS GRASOS
	<b>MINERAL</b>	BASICOS PARAFINICOS BASICOS NAFTENICOS BASICOS AROMATICOS
	<b>SINTETICO</b>	POLIGLICOLES HIDROCARBUROS SINTETIZADOS ESTERES ORGANICOS ESTERES FOSFATADOS

El aceite industrial usado en los vehículos o maquinaria industrial, se convierte en un residuo muy contaminante. Es tan nocivo para el medio ambiente que es el primer residuo por el cual la union europea mostro su preocupacion a mediados del siglo XX. El potencial contaminante es enorme si tenemos en cuenta que tan solo 2 litros (lo que se retira en el cambio de aceite en un bus de turismo) son capaces de contaminar toda el agua de una piscina olimpica y un solo litro puede contaminar la superficie de un campo de futbol.

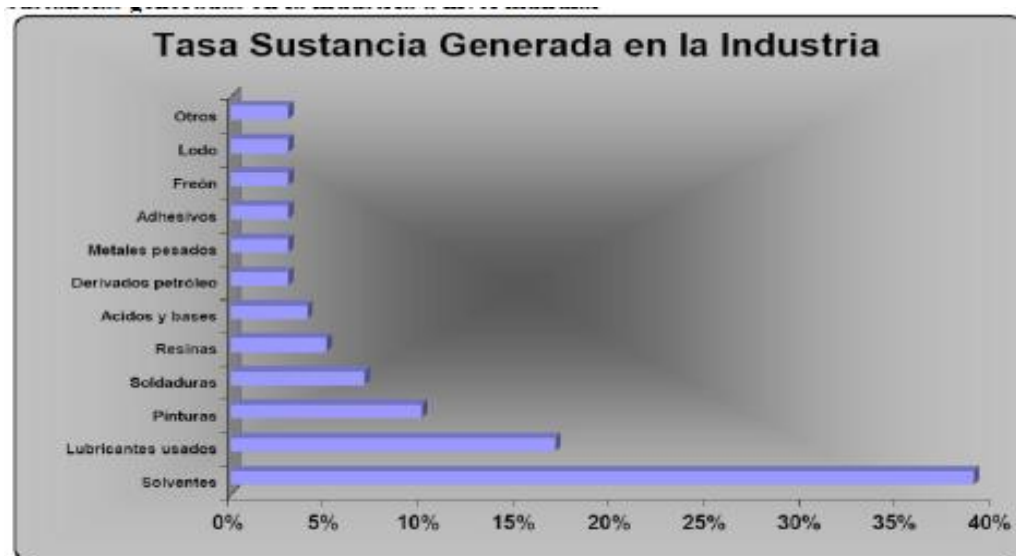
Esta demostrado que es uno de los residuos contaminantes mas peligrosos que existen en el planeta. Principalmente por su elevado contenido en metales pesados y su baja biodegradabilidad. Su vertido es capas de contaminar tanto el suelo como las aguas superficiales y subterranas, afectando gravemente la fertilidad del suelo. Sin embargo, este poder contaminante se puede evitar si el aceite usado es estraído, almacenado y tratado adecuadamente<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Contaminación del aceite usado de los coches. [www.ecologiaverde.com](http://www.ecologiaverde.com). Enero del 2010

**2.2.1 Panorama general del desecho de los lubricantes.** Los aceites usados o aceites de desechos son cualquier aceite sintético o derivado del petróleo que haya sido utilizado. Contienen agua, productos químicos, partículas metálicas y suciedad que se han ido incorporando durante su uso, degradando así sus propiedades y obligando a reemplazarlos por aceite nuevo. La falta de conciencia y cultura ambiental en las personas sumada al desconocimiento de las prácticas usadas en el manejo de aceites usados provoca la contaminación del aire, suelo y agua.

El mal uso o indebido manejo de este tipo de residuos peligrosos podría aumentar el riesgo potencial que tendría el medio ambiente y las especies al tratar, manejar, transportar, almacenar, eliminar y disponer indebidamente este tipo de sustancias. Por otro lado, Genera riesgo a la salud humana con la aparición y propagación de enfermedades graves.

**Figura 6.** Estadísticas sustancias generadas en la industria a nivel mundial



Fuente: RODRIGUEZ ORJUELA, Cristian. Modelo para el manejo de desechos y la disposición final de aguas residuales en NTS National Truck Service S.A. Bogota: Universidad Industrial de Santander, 2009

Este tipo de desechos son básicamente generados por sectores de la industria tales como el de la celulosa y el papel, la química, la farmacéutica, la automotriz, la petroquímica y la refinera. Las características de los productos generados pueden ir desde corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables, hasta las biológicas e infecciosas (CRETIB). La variedad de compuestos generados dificulta un poco su clasificación; sin embargo se ha optado por clasificarlos de acuerdo a sus características físicas y químicas en aguas, breas, bases, lubricantes, colas, solventes, envases, sedimentos, cabezas, carbones activados, catalizadores, lodos, soluciones y tierras entre otras como podemos observar en la anterior figura<sup>2</sup>.

**2.2.2 Impacto ambiental de los aceites.** *En sus orígenes la industria petrolera generaba una contaminación medioambiental considerable. A lo largo de los años, bajo la doble influencia de los avances tecnológicos y el endurecimiento de las normas, se ha ido haciendo mucho más limpia. Los vertidos de las refineras han disminuido mucho y aunque siguen produciéndose explosiones en los pozos son relativamente infrecuentes gracias a las mejoras tecnológicas. Sin embargo, resulta más difícil vigilar la situación en los mares. Los petroleros oceánicos siguen siendo una fuente importante de vertidos de petróleo. En 1990, el Congreso de Estados Unidos aprobó una legislación que exigía que los petroleros contaran con doble casco antes del final de la década.*

El aceite usado actúa en el medio ambiente en forma similar a los productos pesados del petróleo en el agua; tienen la tendencia a crear películas delgadas que interfieren con la oxigenación adecuada de los ríos, lagos y embalses. En el suelo el accionar es ocupar los poros, impidiendo la oxigenación adecuada de este y matando la vida existente en el ecosistema. Además se va percollando a las

---

<sup>2</sup> RODRIGUEZ ORJUELA, Cristian. Modelo para el manejo de desechos y la disposición final de aguas residuales en NTS National Truck Service S.A. Bogotá: Universidad industrial de Santander, 2009

diferentes capas del subsuelo hasta alcanzar los acuíferos, en donde se dispersa causando mayores problemas de salud, debido a los constituyentes ya enumerados.

El problema se agrava por la acción de los aditivos incorporados al lubricante; el contenido de metales en sales orgánicas es alto en los lubricantes usados, creando con mayor probabilidad problemas de salud por este concepto. En las aguas negras el lubricante usado causa problemas a las plantas de tratamiento y purificación del agua.

El uso del lubricante usado como combustible en áreas urbanas tiende a agravar la contaminación atmosférica, debido a la generación de humos por la utilización de quemadores corrientes y la liberación de metales contenidos en solución y en suspensión<sup>3</sup>.

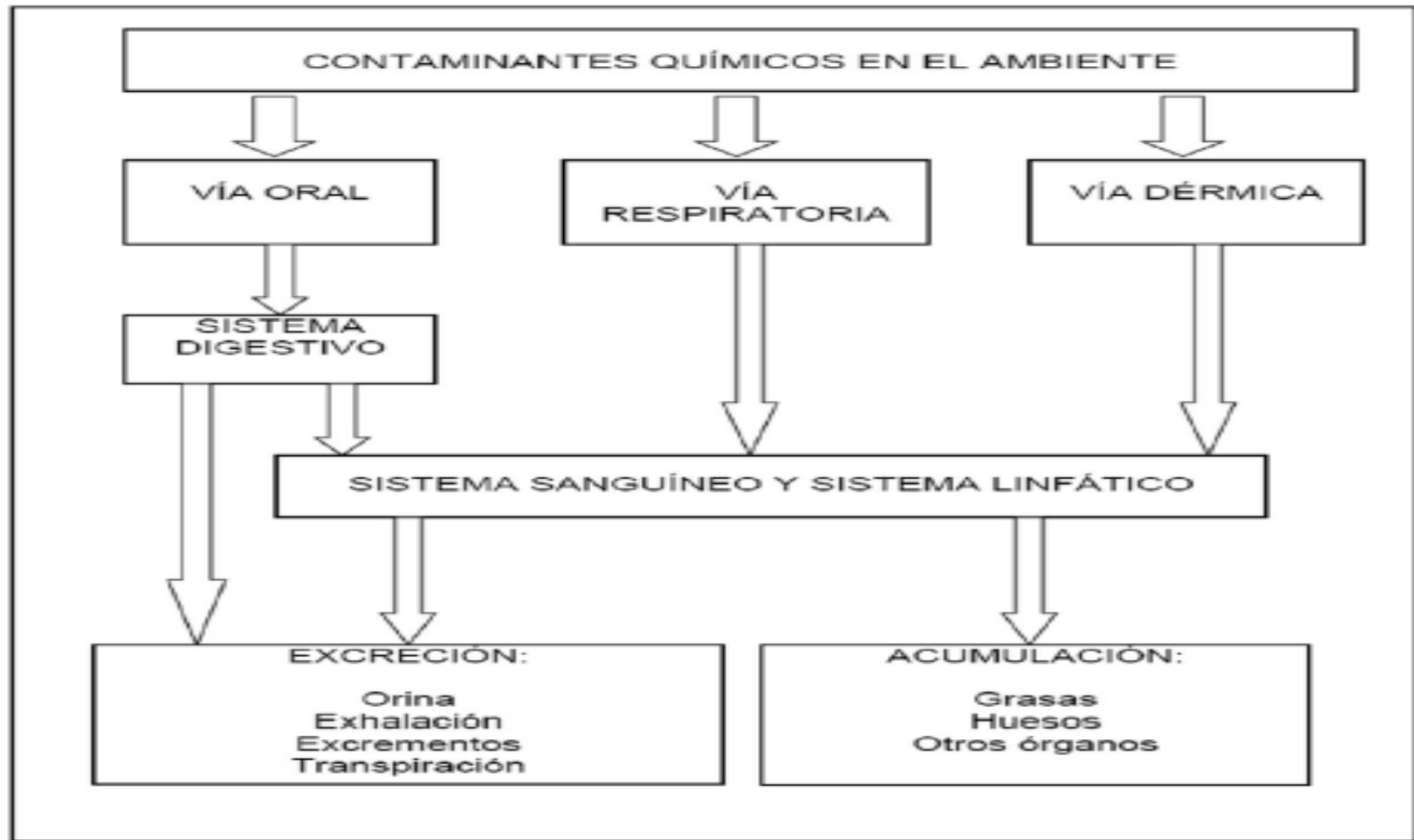
**2.2.3 Efectos toxicológicos.** *Hay poca información disponible acerca de los efectos sobre la salud causados por aceites combustibles. Sin embargo, un punto para empezar es enfatizando que la exposición a este tipo de sustancias toxicológicas (aceites usados) puede darse por contacto directo o contacto indirecto a través del aire, el agua o la ingesta de alimentos.*

Los efectos en la salud debido a la exposición a alguna de estas sustancias ocurren de múltiples maneras, a diferentes órganos, según el tipo de sustancia, la vía de exposición, la dosis recibida, el tiempo al cual se estuvo expuesto entre otros; Una manera para determinar si una sustancia química perjudicará a una persona es averiguar como el cuerpo absorbe, usa y libera la sustancia. La siguiente figura nos muestra el destino de los diferentes contaminantes absorbidos por el cuerpo humano.

---

<sup>3</sup> *Ibíd.*

**Figura 7.** Destino en el cuerpo humano de contaminantes absorbidos



Fuente: RODRIGUEZ ORJUELA, Cristian. Modelo para el manejo de desechos y la disposición final de aguas residuales en NTS National Truck Service S.A. Bogota: Universidad industrial de Santander, 2009

Así mismo, la siguiente tabla nos muestra la concentración de los elementos químicos más comunes encontrados en la constitución de los lubricantes usados:

**Tabla 2.** Elementos tóxicos para el hombre y su presencia en el aceite usado.

Elemento lubricante usado	Lubricante y fluido automotor peor caso	Lubricante y fluido automotor promedio	Elemento lubricante Usado	Lubricante y fluido automotor peor caso	Lubricante y fluido automotor promedio
Arsénico	24	12	Tricloro Etileno	100	38
Bario	326	99	Tetracloro Etano	1.700	315
Cadmio	5	16	Tricloro Etano	2.100	330
Cromo	3	33	Tetracloro Metano	100	38
Plomo	264	713	Benzo (A) Pirina	24	16
Benceno	420	83	Bifenilos Policlorados	3,4	No

Fuente: RODRIGUEZ ORJUELA, Critian. Modelo para el manejo de desechos y la disposición final de aguas residuales en NTS National Truck Service S.A. Bogota: Universidad industrial de Santander, 2009

Se han publicado un gran número de estudios sobre casos de envenenamiento de niños que han ingerido aceite usado. Beber Aceite usado puede causar vómitos, diarrea, inflamación del estómago, calambres estomacales, tos, somnolencia, inquietud, irritabilidad y estado de inconsciencia. Además, respirar podría tornarse difícil o doloroso. El hecho de que beber aceite usado puede provocar tos, pulmonía y dificultad y dolor al respirar sugiere que el aceite ha entrado a los pulmones. El ingerir grandes cantidades de aceite usado puede inducir un estado de coma, causar convulsiones y podría causar la muerte. La exposición breve al aceite usado en la piel podría causar picazón, enrojecimiento, dolor de la piel, podría causar ampollas y podría pelarse la piel.

Respirar aceites combustibles usados por períodos tan breves como una hora podría causar náusea, aumento de la presión sanguínea, irritación de los ojos, o ponerle los ojos rojos; puede además afectar su sistema nervioso. Algunos efectos que se han documentado en casos de exposición incluyen dolor de cabeza, mareo, pérdida del apetito, pérdida de coordinación y dificultad para concentrarse. Respirar vapores de aceite usado por un período prolongado puede dañar los riñones, aumentar su presión sanguínea o reducir la capacidad de su cuerpo para coagular sangre.

El contacto repetido con aceites combustibles usados podría causar cáncer del hígado en ratones. Sin embargo, la información no está del todo clara. Tan solo se ha experimentado con ratones expuestos a aceites combustibles usados. No se sabe si los aceites combustibles pueden causar cáncer en seres humanos.

Por otro lado, no se sabe si el aceite combustible usado puede causar defectos de nacimiento, genéticos o si puede afectar la reproducción; sin embargo se sabe que la exposición continua de la gestante a aceites usados, puede influir de la siguiente manera:

Genéticamente: Cambiando los genes mismos.

Como teratógeno: Afectando el embrión durante la gestación.

Como un producto tóxico materno o fetal: Trastornando la función reproductiva o causando crecimiento fetal anormal.

### **2.3 REFRIGERANTES PARA MOTORES**

Al quemar el combustible, también se produce calor. Este calor se combina con el calor generado por fricción de las piezas en movimiento adentro del motor. Para su buen funcionamiento, la temperatura del motor debería ser entre 80 °C y 100 °C. Solamente 30% del calor es aprovechado como energía. Todo lo demás del

calor generado tiene que ser eliminado. 7% de este calor normalmente se disipa al medio ambiente, 33% pasa directo por el escape, y 30% tiene que ser eliminado por el aceite y el sistema de refrigeración. Para eliminar este exceso de calor, hay dos sistemas de refrigeración en el vehículo.

**Aceite:** El aceite circula por el motor, absorbiendo lo que puede del calor de combustión, fricción y el turbo. El aceite tiene que poder absorber y disipar calor fácilmente. Esto requiere un buen aceite y superficies libres de material aislante como barniz y lodo en el motor.

**Agua o Refrigerante:** Agua es un buen líquido para transmitir calor de un punto a otro. Pero el agua tiene tres problemas:

Se congela a 0° C

Hierve a 100 ° C a nivel del mar y 84 °C en el altiplano boliviano.

Causa corrosión y herrumbre

Después de probar muchos productos en los radiadores durante muchos años, se llegó a formular refrigerantes que utilizan Glicol (Etilénglicol o Propilénglicol) que son efectivos para reducir los problemas de congelamiento y ebullición. Todos los anti-congelantes/refrigerantes en el mercado utilizan uno de estos dos glicoles. Normalmente se recomienda una concentración entre 30% y 60% de Glicol para cubrir las temperaturas frías. Una concentración de 33% provee protección anti-congelante hasta -20°C. Al aumentar la concentración hasta 68% se aumenta la protección<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Refrigerante del motor. <http://widman.biz/Seleccion/refrigerante.html>. 2009

**Tabla 3.** Aditivos para combatir la corrosión y herrumbre en motores.

Aditivo	Protección / Propósito	Desventaja
Fosfatos (PO <sub>4</sub> )	Acero, hierro, aluminio	Inestable y se desgasta rápido, depósitos (causados por agua dura)
Boratos (BO <sub>4</sub> )	Hierro	Corrosivo al aluminio a altas temperaturas
Nitratos NO <sub>3</sub>	Aluminio (picaduras), soldaduras	Se salen de suspensión y causan escamas
Nitritos NO <sub>2</sub>	Hierro (cavitación)	Se gastan
Silicatos SiO <sub>3</sub>	Aluminio, Hierro, general, alguna neutralización	Se gastan rápido, forman películas y en exceso produce "pasta verde" (gel)
Ácidos Carboxílicos	Aluminio, general, estables, neutralizadores	No hay

Fuente: Refrigerante del motor. <http://widman.biz/Seleccion/refrigerante.html>. 2009

**2.3.1 Impacto ambiental y efectos toxicológicos de los refrigerantes para motores.** *Por ser un compuesto biodegradable, los refrigerantes para motores mezclados con agua, aire y suelos se degradan aproximadamente en 10 días. Como efectos adversos a la salud podemos encontrar:*

Si hay inhalación de refrigerante por lo general no es un problema a menos que se caliente o nebulice. La exposición a vapores por tiempo prolongado, causa irritación en la garganta, dolor de cabeza, náuseas, vómitos, mareo y somnolencia, Puede ocurrir también edema pulmonar y depresión del sistema nervioso central. Si hay ingestión, los síntomas asemejan a la intoxicación con alcohol, pasando a depresión del SNC, vómitos, dolor de cabeza y frecuencia respiratoria y cardíaca rápida, presión sanguínea disminuida, inconsciencia con convulsiones. Si hay contacto con la piel puede ocurrir una ligera irritación y penetración en la piel. Si hay contacto con los ojos las salpicaduras pueden causar irritación y daño ocular.

## 2.4 BATERÍAS

Batería se le denomina al dispositivo que almacena energía eléctrica, usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve casi en su totalidad; este ciclo puede repetirse por un determinado número de veces. Se trata de un generador eléctrico secundario; es decir, un generador que no puede funcionar sin que se le haya suministrado electricidad previamente mediante lo que se denomina proceso de carga. Los componentes potencialmente peligrosos de las baterías incluyen: mercurio, plomo, cobre, zinc, cadmio, manganeso, níquel y litio. En la siguiente tabla podemos encontrar los diferentes componentes químicos que podemos encontrar dentro de una batería.

**Tabla 4.** Comparativo de los diferentes tipos de baterías y pilas

Tipo	Energía/peso	Tensión por elemento (V)	Duración (número de recargas)	Tiempo de carga	Auto-descarga por mes (% del total)
Plomo	30-50 Wh/kg	2 V	1000	8-16h	5 %
Ni-Cd	48-80 Wh/kg	1,25 V	500	10-14h *	30%
Ni-Mh	60-120 Wh/kg	1,25 V	1000	2h-4h *	20 %
Li-ion	110-160 Wh/kg	3,16 V	4000	2h-4h	25 %
Li-Po	100-130 Wh/kg	3,7 V	5000	1h-1,5h	10%

**2.4.1 Impacto ambiental de las baterías.** Como se ya se dijo, las baterías contienen metales pesados y compuestos químicos, muchos de ellos perjudiciales para el medio ambiente. Es muy importante no tirarlas a la basura y mejor llevarlas a un centro de reciclado. Actualmente, la mayoría de los proveedores de baterías y tiendas especializadas también se hacen cargo de las baterías gastadas.

La liberación del mercurio contenido en pilas ha ocurrido a consecuencia del uso de tres tipos de pilas: las de óxido de mercurio, las de C-Zn y las alcalinas. En el

primer tipo, el contenido de dicho metal es del 33%, y se usaron tanto en su presentación de botón como en otros tamaños, a partir de 1955. Teóricamente, se dejaron de producir en 1995, aunque hay fuentes de información que indican que dicho proceso continúa en Asia y se distribuyen en el mercado internacional.

Para el segundo y tercer tipo de pilas, se sabe que durante varias décadas, antes de 1990, se les agregaba mercurio (entre 0,5 a 1,2%) para optimizar su funcionamiento y rendimiento, siendo las alcalinas las de mayor contenido; también el carbón que contienen algunas veces está contaminado con este metal de manera natural.

***2.4.2 Efectos toxicológicos de las baterías.*** *La toxicidad de las baterías es diferente para cada tipo de componente que se encuentran en los diferentes tipos de baterías. Para el caso de baterías vehiculares tenemos:*

En el caso del plomo, el metal puede acumularse en los huesos, donde su vida media es superior a los 20 años. La osteoporosis, embarazo, o enfermedades crónicas pueden hacer que éste plomo se incorpore más rápidamente a la sangre. Los problemas relacionados con la exposición al plomo en adultos incluyen: Daño en los riñones, daño en el tracto gastrointestinal, daño en el sistema reproductor, daño en los órganos productores de sangre, daños neurológicos y abortos.

El mercurio posee una de las peores reputaciones entre los metales pesados, investigaciones indican claramente que el mercurio puede constituir una amenaza para la salud humana y la vida silvestre. Dentro de algunos efectos nocivos para la salud tenemos: Afecta al sistema inmunológico, altera los sistemas genéticos, enzimáticos, daña el sistema nervioso, coordinación, sentidos del tacto, gusto, visión, induce un desarrollo anormal de los embriones (efectos teratogénicos).

## 2.5 DISOLVENTES Y PINTURAS

Los disolventes tienen como principales objetivos mantener las pinturas (o barnices, ya que un barniz es en definitiva una pintura transparente) en estado líquido y permitir que al aplicar estos productos rellenen los poros de las superficies tratadas.

También permiten regular la viscosidad para dejarla en su punto óptimo según la forma de aplicación y condiciones atmosféricas. Al secarse, el disolvente debe evaporarse totalmente y no modificar la resina depositada. Los disolventes también se utilizan para la limpieza de los utensilios y herramientas de pintar. Dentro de los principales disolventes tenemos:

**Agua:** Se emplea en pinturas llamadas “al agua”. Debe estar exenta de sulfuros que podrían perjudicar los pigmentos.

**Alcohol:** Es el disolvente típico de las resinas. Bajo tres tipos: metílico, etílico y amílico.

**Aguarrás** (esencia de trementina): Se obtiene por destilación por vapor de la resina del pino, el residuo es la colofonia que tiene propiedades disolventes, plastificantes y secantes.

**Acetona** (propanona): Incolora. Disuelve resinas, grasas, gomas, etc.

**Benceno** (bencina): Incoloro. Si es puro es insoluble en agua. Es buen disolvente para aceites y grasas.

**White spirit:** Se obtiene por destilación de una fracción pequeña del petróleo.

**2.5.1 Impacto ambiental y efectos toxicológicos de los refrigerantes para motores.** *En general podemos decir que el riesgo que entraña la manipulación de cualquier producto de este tipo depende de su composición. Debido a la gran variedad de ellos existentes en el mercado, resulta imposible hacer aquí una relación de los compuestos químicos más frecuentes y de los peligros que entraña cada uno.*

Podemos obtener este tipo de información de los fabricantes de los productos. La legislación vigente sobre productos químicos y preparados peligrosos obliga a los fabricantes y/o distribuidores a suministrarnos la misma, mediante el etiquetado correcto y mediante las fichas de seguridad. La etiqueta contiene una gran cantidad de información, que puede ser de gran utilidad si se produce un accidente. Por ello es imprescindible conservarla en buen estado y no trasvasar productos, a menos que podamos reproducir la etiqueta con total fiabilidad. Es importante conocer el significado o la utilidad de la información contenida en la etiqueta.

## **2.6 ASBESTOS**

Es un contaminante atmosférico muy importante, es el nombre de un grupo de minerales de origen natural que se utilizan en varios productos, como el material de construcción y los frenos de automóvil, con el fin de resistir al calor y la corrosión. El asbesto incluye el crisotilo, la mosita, la crocidolita, el asbesto de tremolita, el asbesto de antofilito, el asbesto de tinolita así como cualquiera de estos materiales que hayan sido tratados o modificados químicamente.

**2.6.1 Efectos toxicológicos e impacto ambiental de los asbestos.** Las fibras de amianto son de tamaño microscópico, se desprenden con facilidad, no se

disuelven con agua o se evaporan e incluso se desplazan por el aire, ingresando al pulmón con cada inspiración que se haga en un ambiente contaminado. Las partículas de asbesto no se evaporan al aire ni se disuelven en agua y pueden permanecer suspendidas en el aire por largo tiempo y ser transportadas largas distancias por el viento y el agua antes de depositarse. Las fibras y partículas de mayor tamaño tienden a depositarse más rápido. Las fibras de asbesto no pueden movilizarse a través del suelo.

Una exposición crónica durante varios años, produce una enfermedad caracterizada por dificultades severas al respirar, conocida como asbestosis. Partes de las fibras inhaladas se fijan firmemente en el tejido pulmonar; la reacción natural del organismo consiste en cubrir estas fibras con un complejo hierro proteico, formando cuerpos asbestosos. La inhalación excesiva de las fibras, produce una formación progresiva de tejido fibroso, el que eventualmente cubre gran parte de los pulmones<sup>5</sup>.

## **2.7 PLÁSTICOS**

El término plástico en su significación más general, se aplica a las sustancias de distintas estructuras que carecen de un punto fijo de ebullición y poseen durante un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. Los plásticos son sustancias formadas por macrocélulas orgánicas llamadas polímeros. Estos polímeros son grandes agrupaciones de monómeros unidos mediante un proceso químico llamado polimerización.

---

<sup>5</sup> RODRIGUEZ ORJUELA, Cristian. Modelo para el manejo de desechos y la disposición final de aguas residuales en NTS National Truck Service S.A. Bogotá: Universidad industrial de Santander, 2009

Están compuestos por grandes moléculas que pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas dependiendo del tipo de plástico, las lineales o ramificadas son termoplásticos mientras que las entrecruzadas son termoestables. Los polímeros sintéticos habitualmente llamados plásticos, son en realidad materiales sintéticos que pueden alcanzar el estado plástico, esto es cuando el material se encuentra viscoso o fluido, y no tiene propiedades de resistencia a esfuerzos mecánicos.

**2.7.1 Ciclo útil y degradación de los plásticos.** Dependiendo del tipo, la actividad y el uso para el cual se destine el plástico, este tiene su propio tiempo de vida y ciclo útil. En la siguiente tabla podemos observar el ciclo útil de los plásticos dependiendo el uso que se les da:

**Tabla 5.** Ciclo de vida útil de los plásticos según su uso.

TIPO DE PLASTICO	CICLO DE USO
Policloruro de vinilo (PVC) para construcción	Duración de la vivienda
Policloruro de vinilo (PVC) para infraestructuras	Hasta 50 años
Polipropileno (PP) en cajas de herramientas	De 10 a 15 años
Cajas para botellas en polietileno de alta densidad (PEAD)	De 5 a 7 años
Películas de invernadero en polietileno baja densidad (PEBD)	De 2 a 3 años
Envases de productos de higiene o aseo	De 1 a 2 años
Bolsas en polietileno baja densidad (PEBD) o en polietileno de alta densidad (PEAD)	Menor de 1 año
Envases en polietileno tereftalato (PET)	Menos de 6 meses o más de 1 año si se trata de envases retornables

Fuente: RODRIGUEZ ORJUELA, Cristian. Modelo para el manejo de desechos y la disposición final de aguas residuales en NTS National Truck Service S.A. Bogotá: Universidad industrial de Santander, 2009

Debemos tener en cuenta que estadísticamente el 40 % de los residuos corresponde a materiales utilizados para el embalaje de los productos nuevos<sup>6</sup> y

<sup>6</sup> LLERAS S, Reciclemos. Gestión ambiental de áreas urbanas, Programa Nacional de Reciclaje Escolar. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente. INDERENA, 1.994.

entre más se renueva bienes, productos, materias primas, etc. más se generan residuos tanto por lo que se reemplaza como por el material de empaque que se desecha. De la misma manera estadísticamente el 50 % del material plástico desechado es recuperable; este se subdivide en plásticos flexibles el 75 % y en plásticos rígidos el 25 %<sup>7</sup>.

No es fácil percibir cómo los desechos plásticos, por ejemplo de envases de líquidos como el aceite de cocina, no son susceptibles de asimilarse de nuevo en la naturaleza, porque su material tarda aproximadamente unos 180 años en degradarse. Ante esta realidad, se ha establecido el reciclado de tales productos de plástico, que ha consistido básicamente en colectarlos, limpiarlos, seleccionarlos por tipo de material y fundirlos de nuevo para usarlos como materia prima adicional, alternativa o sustituta para el moldeado de otros productos; De esta forma la humanidad ha encontrado una forma adecuada para evitar la contaminación de estos productos.

**2.7.2 Impacto ambiental de los plásticos.** La problemática ambiental se centra en que, bajo el nombre genérico de "plásticos" se encuentran numerosos tipos que, en ocasiones, no aceptan tratamientos homogéneos y exigen su segregación, con los costos consiguientes. Debido a la complejidad de su estructura, los plásticos son más difíciles de reciclar que otros materiales. La recuperación energética de los plásticos es una vía práctica, y muy utilizada en Europa, pero poco en nuestro país por la falta de infraestructuras de incineración de residuos.

Los plásticos que segregamos selectivamente o aquellos que van al cubo de la basura y que tienen la suerte de ser procesados en centros de recuperación y reciclado, pueden ser reciclados, con las problemáticas antes enunciadas. Tras separar los diversos tipos y llegar a calidades homogéneas, el proceso de

---

<sup>7</sup> PROMAPLAST. Caracterización de Residuos Plásticos

recuperación es sencillo. Lavado, triturado, homogeneizado, extrusión y granceado. Esta solución teórica no está exenta de problemas, según el uso que haya tenido el material plástico, El usado en invernaderos puede llegar a tener niveles de suciedad que hagan inviable o no rentable estos procesos, siendo así, que principal problema para el reciclado, es la contaminación por otros residuos o materiales, ya que para poder someterlos al proceso de reciclado es necesario aplicar fuertes inversiones en tecnologías de lavado y separación, lo cual implica que el proceso sea costoso<sup>8</sup>.

## **2.8 PAPEL**

El papel se compone de fibras vegetales, es decir, de materia orgánica, o lo que es lo mismo, de elementos que están o han estado vivos. A partir del año 1660, la industria de fabricación de papel se desarrolló a ritmo acelerado, los descubrimientos de la ciencia y los avances técnicos (calidades y texturas de papel), así como el desarrollo y expansión de la Cultura, catapultaron el papel como el soporte comunicativo de masas en el ámbito mundial. Esto trajo consigo el consumo generalizado y masivo de papel de fibra vegetal y con ello el abuso y desgaste de los bosques del planeta.

**2.8.1 Impacto medioambiental del uso del papel.** En la figura 8 se puede observar el proceso que sufre el desecho de papel. Una vez incorporado al sistema productivo de papel reciclado; Aunque disfruta de una trayectoria ascendente, en general el mercado del papel reciclado no acaba de asentarse y desarrollarse en nuestro país, y ello es debido fundamentalmente a dos actitudes paralelas pero asociadas:

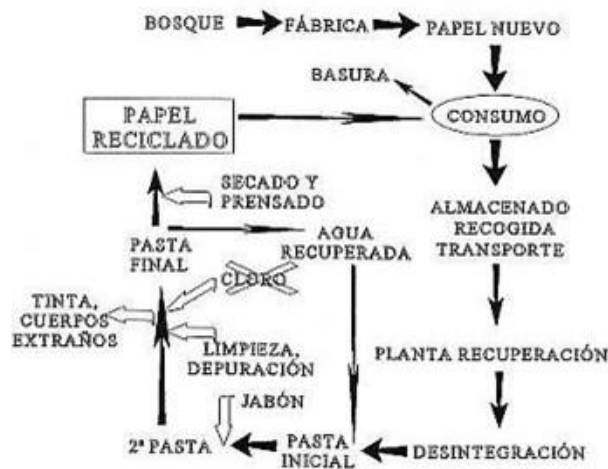
- La falta de hábito recuperador en la sociedad urbana

---

<sup>8</sup> Impacto ambiental de los plásticos. [http://www.ambientum.com/revista/2001\\_24/](http://www.ambientum.com/revista/2001_24/). 2001

- El culto a la falsa apariencia inmaculada. En este sentido, se valora más si la ropa es más blanca, si el pan es más blanco, en lugar de ser más integral en su aporte alimenticio o si el papel es más blanco, en lugar de ser reciclado.

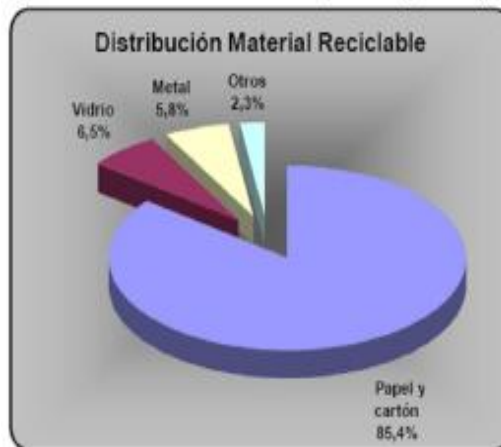
**Figura 8.** Proceso del papel



Fuente: El papel. <http://www.manueljodar.com/pua/pua3.htm>. 1998

A su vez, como podemos observar en la siguiente grafica y siendo que el papel lidera el tema del reciclaje en la época actual; El Papel reciclado, fabricado con métodos correctos, es decir sin la utilización de elementos químicos agresivos, y de acuerdo a políticas medioambientales e industriales coherentes, es la solución a la deforestación.

**Figura 9. Estadística material reciclable**



Fuente: RODRIGUEZ ORJUELA, Cristian. Modelo para el manejo de desechos y la disposición final de aguas residuales en NTS National Truck Service S.A. Bogota: Universidad industrial de Santander, 2009

Por lo anterior, las acciones encaminadas hacia el uso de materias primas recicladas y/o alternativas para un menor consumo de agua y hacia la disminución de la calidad del agua de alimentación a la planta, no son más que distintas etapas para mejorar la gestión del agua hasta llegar al equilibrio entre las necesidades de producción en fábrica y los requisitos medioambientales. Las motivaciones más importantes para la mejora de la gestión del agua en la industria papelera son varias:

- Cada vez más estricta regulación de los vertidos
- La imagen en los mercados y la opinión pública
- La pérdida de fibra
- La escasez y el coste del agua bruta
- El coste del tratamiento de los efluentes

Por otro lado, el impacto de la fabricación del papel sobre el bosque está claro: cada año se cortan en nuestro país veinte millones de árboles sólo para fabricar papel. Sumémosles los que se cortan para leña o carpintería, los que arrasaron los incendios o los que se destruyeron con las grandes infraestructuras (pantanos,

autovías...) y nos podremos hacer una idea de la alarmante deforestación que está afectando al planeta entero.

## **2.9 VIDRIO**

Es una sustancia amorfa fabricada sobre todo a partir de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) fundida a altas temperaturas con boratos o fosfatos. También se encuentra en la naturaleza, por ejemplo en la obsidiana, un material volcánico, o en los enigmáticos objetos conocidos como tectitas. El vidrio es una sustancia amorfa porque no es ni un sólido ni un líquido, sino que se halla en un estado vítreo en el que las unidades moleculares, aunque están dispuestas de forma desordenada, tienen suficiente cohesión para presentar rigidez mecánica. El vidrio se enfría hasta solidificarse sin que se produzca cristalización; el calentamiento puede devolverle su forma líquida. Suele ser transparente, pero también puede ser traslúcido u opaco. Su color varía según los ingredientes empleados en su fabricación.

**2.9.1 Impacto medioambiental del vidrio.** El vidrio es el único material que puede ser recuperado en su totalidad. La cultura y la economía de los residuos tienen su máxima expresión en este tipo de material formado fundamentalmente por sílices y otras bases. Una vez sometidas al proceso de recuperación las pérdidas son mínimas por lo que el uso generalizado de envases reciclados favorecerá la no sobreexplotación de cientos de miles de canteras en todo el mundo. Utilizar los contenedores verdes ubicados en las ciudades es una buena forma de colaborar en la protección del medio ambiente global, ya que:

- De cada kilogramo de envase de vidrio reciclado se obtiene un kilogramo de nuevos envases.
- Una tonelada de envases de vidrio usados ahorra 130 kilogramos de combustible.

Desde que las diferentes administraciones de países comprobaron la necesidad de fomentar la selección de los residuos urbanos y su posterior reciclaje, en Europa se ha experimentado un importante crecimiento en cuanto a las cantidades de vidrio depositadas en los contenedores y servicios de recogida. En los últimos años la media de recogida ha sido de alrededor de 400.000 toneladas más cada año<sup>9</sup>.

## **2.10 CHATARRA**

Usualmente el termino de Chatarra es usado para definir a un conjunto de elementos metálicos que no tienen utilidad, pero realmente en la actualidad este material tiene muchísimas aplicaciones y una de las más importantes tiene que ver con la fabricación del Acero siendo este elemento el más reciclado del mundo ya que de todo el Acero producido en un año aproximadamente el 45 % es obtenido vía reciclaje.

De la producción mundial de acero del año 2003, un 45% provino de acero reciclado, lo que representa más que el papel y cartón, vidrio, plástico y aluminio juntos. Diariamente, la cantidad de ese metal reciclado equivale a la construcción de 189 Torres Eiffel, o a lo que pesa un millón y medio de autos. Evidentemente esto ayuda a reducir los impactos ambientales, solo como ejemplo se puede decir que en los E.U 7 de cada 10 electrodomésticos se reciclan, así como el 97.6 % de los vehículos que están en desuso. En la siguiente grafica podemos observar el diagrama da flujo del proceso de reciclado de la chatarra:

---

<sup>9</sup> El vidrio. <http://www.dforceblog.com/2008/12/06/>. 2008

**Figura 10.** Diagrama de flujo del reciclado de la chatarra



Fuente: RODRIGUEZ ORJUELA, Cristian. Modelo para el manejo de desechos y la disposición final de aguas residuales en NTS National Truck Service S.A. Bogota: Universidad industrial de Santander, 2009

Debido a lo conveniente de este esfuerzo, la técnica ha agregado una característica más al Acero y es la capacidad de ser reciclado, de tal modo que hoy por hoy, se puede aseverar que es un material constructivo completamente reciclable y que podría ser utilizado un número ilimitado de veces sin perder calidad.

## 2.11 OTRAS SUSTANCIAS O COMPUESTOS

Como parte integral de los procesos de las empresas, es normal encontrar sustancias peligrosas que son elementos químicos y compuestos que presentan algún riesgo para la salud, seguridad o el medio ambiente. A continuación se presenta un resumen de algunas de ellas y los productos que las puede contener:

**Tabla 6.** Sustancias peligrosas para el hombre y productos que las contienen

Sustancia Química	Posibles productos comerciales que contienen esta sustancia	Sustancia Química	Posibles productos comerciales que contienen esta sustancia
Benceno	Líquidos de limpieza en seco, fumigantes, gasolina, insecticidas, aceite de motor, quita pintura, pegamento, disolventes (diversos), quitamanchas	Tetracloroetileno	Desengrasantes, líquidos de limpieza en seco, agentes de secado, medios de transferencia del calor, quita pinturas, quita manchas
Tetracloruro de carbono	Desengrasantes, líquidos de limpieza en seco, agentes de secado, extintores, fumigantes, lacas, propulsores, refrigerantes, disolventes (diversos)	Tolueno	Adhesivos, líquidos de limpieza en seco, tintes, gasolina, aceite de motor, pintura, quita pintura, perfumes, productos farmacéuticos, disolventes (diversos), quita mancha, masilla
Cloroformo	Anestésicos, fluorocarburo, refrigerantes, fumigantes, insecticidas, lacas, productos de farmacia, disolventes (diversos)	1,1,1-Tricloroetano	Propelente de aerosoles, desengrasantes, desatastadores, cera para muebles, limpia hornos, quita pintura, pesticidas, limpia alfombras, limpiador para fosos sépticos, tinte para zapatos, cera de zapatos, disolventes (varios), quita manchas, limpia tapicerías
1,2-Dicloroetano	Desengrasantes, fumigantes, gasolina, quita pintura, agentes penetrantes, compuestos de desgaste, jabones, disolventes (diversos), agentes humedecedores	Tricloroetileno	Adhesivos, desengrasantes, líquidos de limpieza en seco, tintes, fumigantes, limpia pieles, pintura, productos farmacéuticos, limpia zapatos, cera para zapatos, disolventes (varios)
Di bromuro de etileno	Extintores, fumigantes, gasolina, disolventes (diversos), preparados antihumedad	Cloruro de vinilo	Adhesivos para plásticos, medio en productos de polímeros
Cloruro de metileno	Propelentes en aerosoles, desengrasantes, desecantes, fumigantes, cera para muebles, aerosoles para el pelo, limpiehornos, pintura, quita pintura, limpiadores para fosos sépticos, limpia zapatos, cera para zapatos, disolventes (diversos), quitamanchas, masilla	Xileno	Compuestos de calafateo, tintes, gasolina, insecticidas, aceite de motor, pintura, quita pintura, pegamentos de goma, tinte para zapatos, disolventes (varios)

Fuente: RODRIGUEZ ORJUELA, Cristian. Modelo para el manejo de desechos y la disposición final de aguas residuales en NTS National Truck Service S.A. Bogota. Universidad industrial de santander. 2009

## 2.12 EFECTOS NEGATIVOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

Con los productos químicos como ácidos o álcalis, utilizados en diferentes procesos o procedimientos de empresas, luego de su uso se convierten en aguas residuales de la planta de proceso, si estas son vertidas a ríos, la pérdida de fauna y flora será inevitable.

Considerando que para el consumo humano tan sólo se puede utilizar el 0.35% de agua en el planeta, muchas de estas fuentes de vida no son valoradas por el

hombre al originar tal daño y contaminación al medio. En Colombia existe un caso puntual de contaminación ambiental y es el encontrado en el río Bogotá, que se ha contaminado por arrojar desechos y productos químicos procedentes de industrias

Es importante conocer cuáles son los residuos peligrosos y como repercuten estos en el ambiente, para así evitar la pérdida de recursos naturales y daños en la salud. Una manera de contribuir a la mejora del ambiente es el conocimiento de las normas referentes al uso de residuos peligrosos, por lo que es indispensable capacitar y exigir a las industrias el cumplimiento de esta ley, mediante revisiones periódicas de las sustancias peligrosas que usan y/o producen como residuo de sus procesos industriales.

Adicional a la contaminación que generan dichas sustancias peligrosas al vertirlas y revolverlas con las aguas residuales los efectos son devastadores también en otros espacios del planeta, entre los que podemos encontrar:

Toxicidad sobre suelo

Agotamiento capa de ozono

Toxicidad acuática

Acidificación de aire, suelo y aguas

Calentamiento global (Incremento efecto invernadero)

### 3. AGUAS RESIDUALES

El 59% del consumo total de agua en los países desarrollados se destina a uso industrial, el 30% a consumo agrícola y un 11% a gasto doméstico, según se constata en el primer informe de Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos del mundo, Agua para todos, agua para la vida (marzo 2003). En 2025, el consumo de agua destinada a uso industrial alcanzará los 1.170 km<sup>3</sup> / año, cifra que en 1995 se situaba en 752 km<sup>3</sup> / año. El sector productor no sólo es el que más gasta, también es el que más contamina. Más de un 80% de los desechos peligrosos del mundo se producen en los países industrializados, mientras que en las naciones en vías de desarrollo un 70% de los residuos que se generan en las fábricas se vierten al agua sin ningún tipo de tratamiento previo, contaminando así los recursos hídricos disponibles.

Estos datos aportan una idea de la importancia que tiene el tratamiento y la reutilización de aguas residuales en el sector industrial en el mundo, y más aún en países que saldan su balance de recursos hídricos con números rojos<sup>10</sup>.

#### 3.1 COMPOSICION

La composición de las aguas residuales se analiza con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas. Las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido en sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO), y el ph.

Los residuos sólidos comprenden los sólidos disueltos y en suspensión. Los sólidos disueltos son productos capaces de atravesar un papel de filtro, y los

---

<sup>10</sup> RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ ANTONIO. Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales. Universidad de Alcalá. 2006

suspendidos los que no pueden hacerlo. Los sólidos en suspensión se dividen a su vez en depositables y no depositables, dependiendo del número de miligramos de sólido que se depositan a partir de 1 litro de agua residual en una hora. Todos estos sólidos pueden dividirse en volátiles y fijos, siendo los volátiles, por lo general, productos orgánicos y los fijos materia inorgánica o mineral.

La concentración de materia orgánica se mide con los análisis DBO5 y DQO. La DBO5 es la cantidad de oxígeno empleado por los microorganismos a lo largo de un periodo de cinco días para descomponer la materia orgánica de las aguas residuales a una temperatura de 20 °C. De modo similar, el DQO es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medio de dicromato en una solución ácida y convertirla en dióxido de carbono y agua. El valor de la DQO es siempre superior al de la DBO5 porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente. La DBO5 suele emplearse para comprobar la carga orgánica de las aguas residuales municipales e industriales biodegradables, sin tratar y tratadas. La DQO se usa para comprobar la carga orgánica de aguas residuales que, o no son biodegradables o contienen compuestos que inhiben la actividad de los microorganismos. El pH mide la acidez de una muestra de aguas residuales; el pH puede variar de 6,5 a 8,0.

### **3.2 GENERACIÓN EN FUENTES NATURALES**

Las aguas residuales domésticas son el resultado de actividades cotidianas de las personas, algunas fuentes de contaminación del agua son naturales. Por ejemplo, hidrocarburos que se encuentra naturalmente en la corteza de la Tierra y en los océanos contamina la biosfera mucho más que el procedente de la actividad humana.

### 3.3 GENERACIÓN EN FUENTES HUMANAS

Los focos de generación de aguas residuales de origen humanos se dividen en 4:

Fuentes industriales

Vertidos humanos

Vertidos en la navegación

Agricultura y ganadería.

Para el caso que nos atañe, nos enfocaremos en el estudio y desarrollo de las fuentes industriales.

**3.3.1 Aguas residuales industriales.** Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua.

**Tabla 7.** Tipo de contaminación generada al agua de acuerdo al sector industrial

Sector industrial	Substancias contaminantes principales
Construcción	Sólidos en suspensión, metales, pH.
Minería	Sólidos en suspensión, metales pesados, materia orgánica, pH, cianuros.
Energía	Calor, hidrocarburos y productos químicos.
Textil y piel	Cromo, taninos, tensoactivos, sulfuros, colorantes, grasas, disolventes orgánicos, ácidos acético y fórmico, sólidos en suspensión.
Automoción	Aceites lubricantes, pinturas y aguas residuales.
Navales	Petróleo, productos químicos, disolventes y pigmentos.
Siderurgia	Cascarillas, aceites, metales disueltos, emulsiones, sosas y ácidos.
Química inorgánica	Hg, P, fluoruros, cianuros, amoníaco, nitritos, ácido sulfhídrico, F, Mn, Mo, Pb, Ag, Se, Zn, etc. y los compuestos de todos ellos.
Química orgánica	Organohalogenados, órgano silícicos, compuestos cancerígenos y otros que afectan al balance de oxígeno.
Fertilizantes	Nitratos y fosfatos.
Pasta y papel	Sólidos en suspensión y otros que afectan al balance de oxígeno.
Plaguicidas	Organohalogenados, organofosforados, compuestos cancerígenos, biocidas, etc.
Fibras químicas	Aceites minerales y otros que afectan al balance de oxígeno.
Pintura, barniz y tinta	Compuestos órgano estámicos, compuestos de Zn, Cr, Se, Mo, Ti, Sn, Ba, Co, etc.

Fuente: RODRIGUEZ ORJUELA, Cristian. Modelo para el manejo de desechos y la disposición final de aguas residuales en NTS National Truck Service S.A. Bogota: Universidad industrial de Santander, 2009

Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos no sólo de una industria a otro, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

### **3.4 TIPOS DE CONTAMINANTES EN LAS AGUAS RESIDUALES**

Las sustancias contaminantes que pueden aparecer en un agua residual son muchas y diversas, para su mejor entendimiento las dividiremos en dos grupos: contaminantes orgánicos e inorgánicos.

**3.4.1 Contaminantes orgánicos.** Son compuestos cuya estructura química está compuesta fundamentalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Tienen mayor incidencia y presencia en los vertidos urbanos y generados en la industria agroalimentaria. Los compuestos orgánicos que pueden aparecer en las aguas residuales son:

**Proteínas:** generados fundamentalmente de excretas humanas o de desechos de productos alimentarios. Son biodegradables, bastante inestables y responsables de malos olores.

**Carbohidratos:** Incluimos en este grupo azúcares, almidones y fibras celulósicas. Proceden, al igual que las proteínas, de excretas y desperdicios.

**Aceites y grasas:** Altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades.

**Otros:** incluiremos varios tipos de compuestos, como los tensoactivos, fenoles, organoclorados y organofosforados, etc. Su origen es muy variable y presentan elevada toxicidad.

**3.4.2 Contaminantes inorgánicos.** Son de origen mineral y de naturaleza variada: sales, óxidos, ácidos y bases inorgánicas, metales, etc. Aparecen en cualquier tipo de agua residual, aunque son más abundantes en los vertidos generados por la industrial. Los componentes inorgánicos de las aguas residuales estarán en función del material contaminante así como de la propia naturaleza de la fuente contaminante.

Entre los Contaminantes inorgánicos habituales en las aguas residuales encontramos:

**Arenas:** Entendemos como tales una serie de particular de tamaño apreciable y que en su mayoría son de naturaleza mineral, aunque pueden llevar adherida materia orgánica. Las arenas enturbian las masas de agua cuando están en movimiento, o bien forman depósitos de lodos si encuentran condiciones adecuadas para sedimentar.

**Grasas y aceites:** Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico.

**Residuos con requerimiento de oxígeno:** Son compuestos tanto orgánicos como inorgánicos que sufren fácilmente y de forma natural procesos de oxidación, que se van a llevar a cabo con u con sumo de oxígenos del medio. Estas oxidaciones van a realizarse bien por vía química o bien por vía biológica.

**Nitrógeno y fósforo:** Tienen un papel fundamental en el deterioro de las masas acuáticas. Su presencia en las aguas residuales es debida a los detergentes y fertilizantes, principalmente. El nitrógeno orgánico también es aportado a las aguas residuales a través de las excretas humanas.

**Agentes patógenos:** Son organismos que pueden ir en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que son capaces de producir o transmitir enfermedades.

**Otros contaminantes específicos:** Incluimos sustancias de naturaleza muy diversa que provienen de aportes muy concretos: metales pesados, fenoles, petróleo, pesticidas, etc.

**3.4.3 Sedimentos y materiales suspendidos.** Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de cantidad de sólidos o masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, ríos y puertos.

**3.4.4 Sustancias radiactivas.** Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.

**3.4.5 Contaminación térmica.** El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva, en ocasiones, la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno y afecta a la vida de los organismos.

### 3.5 ENFERMEDADES POR PATOGENOS CONTAMINANTES DEL AGUA

En la siguiente tabla podemos encontrar las diferentes y mas frecuentes enfermedades causadas por aguas residuales contaminadas:

**Tabla 8.** Enfermedades por patogenos presentes en el agua

Tipo de microorganismo	Enfermedad	Síntomas
Bacterias	Cólera	Diarreas y vómitos intensos. Deshidratación. Frecuentemente es mortal si no se trata adecuadamente
Bacterias	Tifus	Fiebres. Diarreas y vómitos. Inflamación del bazo y del intestino.
Bacterias	Disenteria	Diarrea. Raramente es mortal en adultos, pero produce la muerte de muchos niños en países poco desarrollados
Bacterias	Gastroenteritis	Náuseas y vómitos. Dolor en el digestivo. Poco riesgo de muerte
Virus	Hepatitis	Inflamación del hígado e ictericia. Puede causar daños permanentes en el hígado
Virus	Poliomielitis	Dolores musculares intensos. Debilidad. Temblores. Parálisis. Puede ser mortal
Protozoos	Disenteria amebiana	Diarrea severa, escalofrios y fiebre. Puede ser grave si no se trata
Gusanos	Esquistosomiasis	Anemia y fatiga continuas

Fuente: Ciencias de la tierra y el medio ambiente.

[www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia](http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia). 2010

### 3.6. ALTERACIONES DEL AGUA

A continuación se relacionan las diferentes alteraciones que puede sufrir el agua a causa de los diferentes contaminantes en las aguas residuales:

**Tabla 9.** Alteraciones físicas del agua

<b>Alteraciones físicas</b>	<b>Características y contaminación que indica</b>
<b>Color</b>	El agua no contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos debido, principalmente, a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas que contienen. Las aguas contaminadas pueden tener muy diversos colores pero, en general, no se pueden establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación.
<b>Olor y sabor</b>	Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor.
<b>Temperatura</b>	El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 14°C. Las centrales nucleares, térmicas y otras industrias contribuyen a la contaminación térmica de las aguas, a veces de forma importante.
<b>Materiales en suspensión</b>	Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra. Las suspendidas coloidalmente sólo precipitarán después de haber sufrido coagulación o floculación (reunión de varias partículas).
<b>Radiactividad</b>	Las aguas naturales tienen unos valores de radiactividad, debidos sobre todo a isótopos del K. Algunas actividades humanas pueden contaminar el agua con isótopos radiactivos.
<b>Espumas</b>	Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua (eutrofización). Disminuyen mucho el poder auto depurador de los ríos al dificultar la actividad bacteriana. También interfieren en los procesos de floculación y sedimentación en las estaciones depuradoras.

Fuente: Ciencias de la tierra y el medio ambiente

[www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia](http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia). 2010

**Tabla 10.** Alteraciones químicas del agua

Alteraciones químicas	Contaminación que indica
<b>pH</b>	Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO <sub>2</sub> disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo. La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO <sub>2</sub> formando un sistema tampón carbonato/bicarbonato. Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, etc.
<b>Oxígeno disuelto OD</b>	Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.
<b>Materia orgánica biodegradable: Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO<sub>5</sub></b>	DBO <sub>5</sub> es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los micro organismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se mide a los cinco días. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuanto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas e ir comprobando cual está siendo la eficacia del tratamiento depurador en una planta.
<b>Materiales oxidables: Demanda Química de Oxígeno DQO</b>	Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente dicromato potásico en medio ácido). Se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO. Sin embargo la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales.
<b>Nitrógeno total</b>	Varios compuestos de nitrógeno son nutrientes esenciales. Su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización. El nitrógeno se presenta en muy diferentes formas químicas en las aguas naturales y contaminadas. En los análisis habituales se suele determinar el NTK (nitrógeno total Kendahl) que incluye el nitrógeno orgánico y el amoniacal. El contenido en nitratos y nitritos se da por separado.
<b>Fósforo total</b>	El fósforo, como el nitrógeno, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización. El fósforo total incluye distintos compuestos como diversos ortofosfatos, poli fosfatos y fósforo orgánico. La determinación se hace convirtiendo todos ellos en ortofosfatos que son los que se determinan por análisis químico.
<b>aniones: cloruros nitratos nitritos fosfatos sulfuros cianuros fluoruros</b>	Indican salinidad Indican contaminación agrícola Indican actividad bacteriológica Indican detergentes y fertilizantes Indican acción bacteriológica anaerobia (aguas negras, etc.) Indican contaminación de origen industrial En algunos casos se añaden al agua para la prevención de las caries, aunque es una práctica muy discutida.
<b>Cationes: sodio, calcio y magnesio amonio Metales pesados</b>	Indica salinidad Están relacionados con la dureza del agua Contaminación con fertilizantes y heces De efectos muy nocivos; se bio acumulan en la cadena trófica; (se deben estudiar un poco más al detalle debido a su complejidad y efecto)
<b>Compuestos orgánicos</b>	Los aceites y grasas procedentes de alimentos o procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan al ser vivo. Los fenoles pueden estar en el agua como resultado de contaminación industrial y cuando reaccionan con el cloro que se añade como desinfectante forman cloro fenoles que son un serio problema porque dan al agua muy mal olor y sabor. La contaminación con pesticidas, petróleo y otros hidrocarburos se detalla en el capítulo correspondiente.

Fuente: Ciencias de la tierra y el medio ambiente

[www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia](http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia). 2010

**Tabla 11.** Alteraciones biológica del agua

<b>Alteraciones biológicas del agua</b>	<b>Contaminación que indican</b>
Bacterias coliformes	Desechos fecales
Virus	Desechos fecales y restos orgánicos
Animales, plantas, microorganismos diversos	Eutrofización

Fuente: Ciencias de la tierra y el medio ambiente.

[www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia](http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia). 2010

### 3.7 AGUAS SUBTERRANEAS

Las aguas subterráneas son una de las principales fuentes de suministro para uso doméstico y para el riego en muchas partes del mundo. En muchos lugares en los que las precipitaciones son escasas e irregulares pero el clima es muy apto para la agricultura son un recurso vital y una gran fuente de riqueza.

La mala calidad del agua subterránea puede ser debida a causas naturales o a la actividad humana. En muchas ocasiones la distinción no es fácil, pues la actividad humana no contaminantes (en general, los bombeos) altera un equilibrio previo, provocando el deterioro de la calidad del agua subterránea.

Existen grandes diferencias entre la contaminación de aguas superficiales y la contaminación de aguas subterráneas que hacen que esta última sea la más grave:

**En la detección:** En superficie, la contaminación es perceptible de inmediato, con lo que las posibles medidas de corrección pueden ponerse en marcha de inmediato. En las aguas subterráneas cuando se identifica el problema pudieron haber transcurrido meses e incluso años.

**En la solución:** Las aguas de un río se mueven con la rapidez de su flujo, de modo que anulando el origen de la contaminación, en un plazo de tiempo su causa vuelve

a la normalidad. En los acuíferos como su flujo es tan lento y los volúmenes tan grandes, se necesita mucho tiempo para que se remueva todo el agua contenidas en el; incluso entonces el problema persiste por sustancias que fueron absorbidas por el acuífero.

### **3.8 NIVELES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

Las aguas Residuales pueden ser sometidas a diferentes niveles de tratamiento en donde este es seleccionado de acuerdo a los objetivos que se busquen.

**3.8.1 Pretratamiento.** Por ser un nivel de pretratamiento, este busca acondicionar el agua residual para facilitar los tratamientos propiamente dichos, y preservar la instalación de erosiones y taponamientos. Incluye equipos tales como rejas, tamices, desarenadores y desengrasadores.

**3.8.2 Tratamiento primario o tratamiento físico-químico.** Este nivel de tratamiento primario busca reducir la materia suspendida por medio de la precipitación o sedimentación, con o sin reactivos, o por medio de diversos tipos de oxidación química poco utilizada en la práctica, salvo aplicaciones especiales, por su alto coste.

**3.8.3 Tratamiento secundario o tratamiento biológico.** Este nivel se emplea de forma masiva para eliminar la contaminación orgánica disuelta, la cual es costosa de eliminar por tratamientos físico-químicos. Suele aplicarse tras los anteriores. Consisten en la oxidación aerobia de la materia orgánica en sus diversas variantes de fangos activados, lechos de partículas, lagunas de oxidación y otros sistemas o su eliminación anaerobia en digestores cerrados. Ambos sistemas producen

fangos en mayor o menor medida que, a su vez, deben ser tratados para su reducción, acondicionamiento y destino final.

### **3.9 TIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

El tipo de tratamiento de Aguas Residuales es seleccionado de acuerdo a los objetivos que se fijan al buscar la remoción de los contaminantes. Existen diferentes tipos de tratamiento que implican procesos biológicos, procesos fisicoquímicos, y en ocasiones se presentan ambos.<sup>11</sup>

#### **3.9.1 Físicos**

- Sedimentación.
- Flotación natural o provocada con aire.
- Filtración con arena, carbón, cerámicas, etc.
- Evaporación.
- Adsorción con carbón activo, zeolitas, etc.
- Desorción (Stripping): Se transfiere el contaminante al aire.
- Extracción con líquido disolvente que no se mezcla con el agua.

#### **3.9.2. Químicos**

- Coagulación-Floculación: Agregación de pequeñas partículas usando coagulantes y floculantes (sales de hierro, aluminio, poli electrolitos, etc.)

---

<sup>11</sup> DEPURACIÓN DE AGUAS. <http://www.educa.madrid.org/portal/c/portal/layout>. 2010

- Precipitación química: Eliminación de metales pesados haciéndolos insolubles con la adición de lechada de cal, hidróxido sódico u otros que suban el pH.
- Oxidación-Reducción con oxidantes como el peróxido de hidrógeno, ozono, cloro, permanganato potásico o un reductor como el sulfito sódico.
- Reducción electrolítica provocando la deposición en el electrodo del contaminante. Se usa para recuperar elementos valiosos.
- Intercambio iónico con resinas que intercambian iones.
- Osmosis inversa haciendo pasar el agua a través de membranas semipermeables que retienen los contaminantes disueltos.

### **3.9.3. Biológicos**

- Usan microorganismos que se nutren con diversos compuestos de los que contaminan las aguas.
- Lodos activos: Se añade agua con microorganismos a las aguas residuales en condiciones aerobias (burbujeo de aire o agitación de las aguas).
- Filtros bacterianos: Los microorganismos están fijos en un soporte sobre el que fluyen las aguas a depurar. Se introduce en el sistema oxígeno suficiente para asegurar que el proceso es aerobio.
- Biodiscos: Intermedio entre los dos anteriores. Grandes discos dentro de una mezcla de agua residual con microorganismos facilitan la fijación y el trabajo de los micro organismos.
- Lagunas aireadas: Se realiza el proceso biológico utilizando los microorganismos en lagunas de grandes extensiones.
- Degradación anaerobia: Procesos con microorganismos que no necesitan oxígeno para su metabolismo.

### 3.10 DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

Los acuíferos tienen una cierta capacidad de autodepuración, mayor o menor según el tipo de roca y otras características. Las sustancias contaminantes, al ir el agua avanzando entre las partículas del subsuelo se filtran y dispersan y también son neutralizadas, oxidadas, reducidas o sufren otros procesos químicos o biológicos que las degradan. De esta manera el agua va limpiándose.

Cuando la estructura geológica del terreno facilita una zona amplia de aireación, los procesos de depuración son más eficaces. También es muy favorable la abundancia de arcillas y de materia orgánica. En cambio en los depósitos aluviales o las zonas kársticas la purificación del agua es mucho más difícil y este tipo de acuíferos son mucho más sensibles a la contaminación.

Es muy importante, de todas formas, tener en cuenta que las posibilidades de depuración en el acuífero son limitadas y que el mejor método de protección es, por tanto, la prevención. No contaminar, controlar los focos de contaminación para conocer bien sus efectos y evitar que las sustancias contaminantes lleguen al acuífero son los mejores métodos para poder seguir disfrutando de ellos sin problemas. Cuando un acuífero está contaminado y hay que limpiarlo el proceso es muy difícil y muy costoso<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> DEPURACIÓN DE AGUAS. <http://www.educa.madrid.org/portal/c/portal/layout>. 2010

#### 4. LEGISLACION MEDIOAMBIENTAL COLOMBIANA

El medio ambiente y el desarrollo son conceptos que no se miran por separado dentro del contexto actual de la economía. Medio ambiente tiene que ver con el desarrollo económico, y este último ha afectado y afecta el medio ambiente. En Colombia, como en cualquier país existen normas, leyes, artículos y decretos que regulan las emisiones, transporte y disposición final de residuos y aguas residuales. En este capítulo se citaran e interpretara la legislación colombiana que tiene que ver con el tema medioambiental en cuanto residuos sólidos y aguas residuales se refiere:

**Decreto 948 de 1.995 de la República de Colombia:** Define el marco de las acciones y mecanismos, administrativos de las autoridades ambientales para mejorar y preservar la calidad del aire.

**Resolución 556 del 7 de Abril del 2.003 Art 8º del ministerio de transporte:** La SDA o SDM podrá exigir a las entidades oficiales, privadas, empresas de transporte público o propietarios particulares, la presentación de alguno o algunos de sus vehículos, contratados o afiliados, para efectuar una prueba de emisión de gases, en la fecha y lugar que lo disponga. El requerimiento se comunicará por lo menos con una semana de antelación

**Resolución 898 de 1.995 del Ministerio de Minas y Energía:** Por cual se regulan los criterios ambientales de la calidad de los combustibles.

**Resolución 1351 de 1.995 del Ministerio de Minas y Energía:** Se adopta la declaración del informe de emisiones (IE – 1).

**Resolución 1619 de 1.995 de la República de Colombia:** Por la cual se desarrollan parcialmente los Artículos 97 y 98 del Decreto 948 de 1.995.

**Decreto 2150 de Diciembre 5 de 1.995 de la República de Colombia:** Por el cual se suprimen y reforman regulaciones, procedimientos o trámites innecesarios, existentes en la Administración Pública. El Artículo 132 del decreto establece que las licencias ambientales deben llevar implícitos todos los permisos, autorizaciones y concesiones de carácter ambiental, necesario para la construcción, desarrollo y operación de la obra, industria o actividad; de igual forma, instituye que el tiempo del permiso será igual a la vigencia de la licencia ambiental.

**Ley 253 de Enero 9 de 1.996 República de Colombia:** Aprueba para Colombia el Convenio de Basilea para el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y su eliminación.

**Ley 1.083 del 2.006 del ministerio de transporte:** En su artículo 5º esta ley establece que a partir del 1º de enero del 2.010 para conceder la habilitación a empresas para la prestación del servicio de transporte público de pasajeros con radio de acción metropolitana, distrital o municipal, se hará bajo el entendido que la totalidad de vehículos vinculados a la misma funcionarán con combustibles limpios.

**Resolución 655 de Junio 21 de 1.996 Ministerio del Medio Ambiente:** Por la cual se establecen los requisitos y condiciones para la solicitud y obtención de la licencia ambiental establecida por el artículo 132 del Decreto – Ley 2150 de 1.995. Así mismo, especifica los casos en que se debe modificar una licencia ambiental, tales como la falta de especificación del aprovechamiento que se va a dar a los recursos o variación en el uso de éstos.

**Decreto 357 de 1.997 del Ministerio del Medio Ambiente:** Regula el manejo, transporte y disposición final de los escombros y materiales de construcción.

**Ley 373 de 1.997 del Ministerio del Medio Ambiente:** Por la cual se establece el programa para uso eficiente y ahorro de agua.

**Resolución 619 de 1.997 del Ministerio del Medio Ambiente:** Establece parcialmente los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas.

**Resolución 1074 de 1.997 del Ministerio del Medio Ambiente:** Por la cual el DAMA establece estándares ambientales en materia de vertimientos.

**Decreto 901 de Abril 1 de 1.997 del Ministerio del Medio Ambiente:** Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de éstas. De acuerdo con el decreto, el Ministerio del Medio Ambiente: establecerá anualmente el valor de la tarifa mínima de la tasa retributiva para las diferentes sustancias contaminantes; a la vez que la autoridad ambiental regional competente fijará cada cinco (05) años la meta de reducción de la carga contaminante para dichas sustancias, teniendo en cuenta el medio ambiente, los recursos, la región afectada, entre otras.

**Ley 430 de Enero 16 de 1.998 de la República de Colombia:** Dicta normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos. Establece principios generales para la minimización, sustitución, reducción y manejo de residuos peligrosos.

**Política para la gestión integral de residuos de Julio de 1.998 Ministerio del Medio Ambiente:** Presenta los elementos conceptuales para avanzar hacia una

gestión integral de los residuos sólidos en Colombia, dentro de los cuales se incluyen los residuos peligrosos. El objetivo de esta política es impedir o minimizar los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente, que ocasionan los residuos sólidos y peligrosos, y minimizar la peligrosidad en la disposición final.

**Resolución 339 de 1.999 del Ministerio del Medio Ambiente:** Por la cual se implementan las unidades de contaminación hídrica UCH1 y UCH2 para el Distrito Capital.

**Decreto 321 de Febrero 17 de 1.999 Ministerio del Interior, del Medio Ambiente, de Defensa Nacional, de Desarrollo Económico, de Minas y Energía y de Transporte:** Se adopta el “Plan Nacional de Contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas en las aguas marinas, fluviales y lacustres”, aprobado por el Comité Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y por el Consejo Nacional Ambiental. Los lineamientos, principios, facultades y organización del Plan Nacional de Contingencia deberán ser incorporados en todo plan de contingencia que se elabore para el manejo de sustancias nocivas que puedan afectar las aguas marinas, fluviales o lacustres.

**Resolución 775 del 2.000 Ministerio de Medio Ambiente:** Deroga la Resolución 509 del 8 de Marzo de 2.000 y adopta el sistema de clasificación empresarial por el impacto sobre el componente atmosférico.

**Resolución 832 del 2.000 Ministerio de Medio Ambiente:** Se adopta el sistema de clasificación empresarial por el impacto sonoro sobre el componente atmosférico denominado *unidades de contaminación por ruido*, UCR para la jurisdicción del DAMA.

**Resolución 1096 de Noviembre 17 de 2.000 del Ministerio de Desarrollo Económico:** Tiene por objeto señalar los requisitos técnicos que deben cumplir

los diseños, las obras y los procedimientos correspondientes al sector de agua potable y saneamientos básicos. En su título F presenta los principios para la adecuada gestión de los residuos peligrosos, con miras a la minimización de los riesgos a la salud y al medio ambiente.

**Resolución 391 de 2.001 del Ministerio de Medio Ambiente:** Establece normas técnicas y estándares ambientales para la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire en el parámetro urbano de la ciudad de Bogotá D.C.

**Resolución 1596 de 2.001 del Ministerio de Medio Ambiente:** Modifica la Resolución 1.074 de 1.997, determinando 20 mg/L como máximo permisible para el parámetro tensoactivos (SAAM), como rango óptimo para verter en la red matriz del alcantarillado público y/o cuerpos de agua.

**Decreto 1609 de Julio 31 de 2.002 del Ministerio de Transporte:** Reglamenta los requisitos técnicos y de seguridad para el manejo y transporte de mercancías peligrosas por carretera en vehículos automotores a nivel nacional.

**Decreto 1713 de Agosto 6 de 2.002 del Ministerio de Desarrollo Económico:** Reglamenta lo sancionado con la prestación del servicio público de aseo y la gestión integral de residuos sólidos.

**Ley 1.083 del 2.006 de ministerio del medio ambiente, transporte:** Por medio de la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones. Su fin es dar prelación a movilización en modos alternativos de transporte (desplazamiento peatonal, o en otros medios no contaminantes, así como los sistemas de transporte público que funcionen con combustibles limpios), los municipios y distritos en sus planes de ordenamiento territorial (POT), formularán y adoptarán planes de movilidad...

**Decreto 1180 de Mayo 10 de 2.003 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial:** Reglamenta los aspectos relacionados con la obtención de la licencia ambiental.

**Resolución 1208 de 2.003 del Ministerio de Medio Ambiente:** Por la cual se dictan normas sobre prevención y control de la contaminación atmosféricas por fuentes fijas y protección de la calidad del aire. Para esto ya se relaciona más adelante los límites establecidos para emisión por fuentes fijas.

**Decreto 1713 de Agosto 6 de 2.002 del Ministerio de Desarrollo Económico:** Reglamenta lo sancionado con la prestación del servicio público de aseo y la gestión integral de residuos sólidos.

**Ley 9 de Enero 24 de 1.979 de la República de Colombia:** Código Sanitario Nacional Dicta disposiciones y medidas sanitarias para la protección del medio ambiente. Establece entre los artículos finales regulaciones referentes a sustancias peligrosas.

**Decreto 02 de 1.982 de la República de Colombia:** Por el cual se reglamentan parcialmente el título 1 de la Ley 9 de 1.979 y el Decreto Ley 2811 de 1.974, en cuanto a emisiones atmosféricas. Se establecen algunas definiciones generales para la evaluación del componente atmosférico, se establecen las normas de calidad del aire y los métodos de medición de los contaminantes. Se define también altura de la descarga y parámetros de emisión relacionados con actividades industriales específicas.

**Decreto 2104 de 1.983 de la República de Colombia:** Residuos sólidos y normas sanitarias aplicables al almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición sanitaria de los mismos.

**Resolución 8321 de 1.983 Ministerio de Salud:** Por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la audición, de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.

**Decreto 1594 de Junio 26 de 1.984 del Ministerio de Agricultura:** En él se reglamenta el uso del agua y el manejo de residuos líquidos; para esto se deberá desarrollar un plan de ordenamiento del recurso por parte de las entidades encargadas del manejo y administración del agua (EMAR) o del ministerio de salud en donde aquellas no existan.

**Resolución 2309 de Febrero 24 de 1.986 Ministerio de Salud:** Reglamenta en especial los criterios para identificar los residuos especiales incompatibles y señala parámetros para el almacenamiento, transporte, tratamiento, disposición sanitaria y situación de emergencia de estos residuos.

**Ley 55 de Julio 2 de 1.993 de la República de Colombia:** Por medio de la cual se trata la seguridad en la utilización de productos químicos en el desempeño de la labor. Se fundamenta en la protección de los trabajadores, el público y el medio ambiente contra los efectos nocivos de los productos químicos; también en el acceso a la información sobre los productos químicos que se utilizan como un derecho y una necesidad de los trabajadores.

**Ley 99 de Diciembre 22 de 1.993 de la República de Colombia:** Establece los fundamentos para la política ambiental colombiana, en los cuales busca la protección de los recursos naturales y el medio ambiente. Se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

**Resolución 18 1058 del 2.007:** Por la cual se determinan los combustibles limpios de conformidad con lo consagrado en el parágrafo del artículo 1º de la ley 1.083 del 2.006. MME, MPS, MAVDT. Se consideran combustibles limpios aquellos que al ser usados en sistemas de combustión, como los motores vehiculares, generan emisiones de contaminantes menores a los límites máximos que establezca la autoridad competente

**Resolución 189 de Julio 15 de 1.994 del Ministerio del Medio Ambiente:** En esta resolución se señala un sistema de clasificación de los residuos tóxicos y un listado de sustancias, elementos o compuestos que confieren toxicidad a un residuo. Se establece la prohibición de introducir al país residuos peligrosos.

**Resolución 541 de 1.994 del Ministerio del Medio Ambiente:** En esta resolución se reglamenta el material de escombros y el transporte de materiales de construcción.

**Decreto 1753 de Agosto 3 de 1.994 Ministerio del Medio Ambiente:** Por el cual se reglamenta parcialmente los títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1.993 sobre licencias ambientales. El decreto define una licencia ambiental como la autorización que otorga la autoridad competente para la ejecución de un proyecto o actividad que puede afectar los recursos naturales y/o el medio ambiente. Así mismo, define tres tipos de licencia: ordinaria, que especifica los requisitos que debe cumplir el beneficiario pero no otorga permiso sobre el uso de los recursos; única que incluye permiso sobre los recursos, y global dirigida a la explotación de campos petroleros y de gas. Las licencias pueden ser otorgadas por el Ministerio del Medio Ambiente, las CAR, las entidades delegatarias de las CAR y las autoridades municipales, previa elaboración del estudio de impacto ambiental.

**Ley 142 de 1994 de la Republica de Colombia:** por la cual se dicta el regimen de servicios publicos domiciliarios.

**Documentos compes 2750 de 1994:** Políticas sobre el manejo de residuos sólidos.

**Decreto 605 de 1996 del ministerio del medio ambiente:** Reglamenta la ley 142 de 1994. En cuanto al manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos

**Decreto Reglamentario 2462 de 1989 del ministerio del medio ambiente:** Reglamenta los procedimientos sobre explotación de materiales de construcción.

**Decreto 1554 Del 4 De Agosto De 1998 Del Ministerio De Transporte:** Por el cual se reglamenta el Servicio Público de Transporte Terrestre Automotor de Carga

**Resolución 909 del 2.008 del ministerio del medio ambiente:** Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres... Y se adoptan otras disposiciones” MAVDT.

**Decreto 174 del 2.006 del ministerio del medio ambiente:** Por medio del cual se adoptan medidas para reducir la contaminación y mejorar la calidad del aire en el Distrito Capital. Fue reglamentado en el programa de Autorregulación mediante las Resoluciones 1869 del 2.006 y 2823 del 2.006, en sus Artículos 8º, 10º y 11º.

**Decreto 1299 del 2.008 del ministerio del medio ambiente:** Reglamenta el Departamento de Gestión Ambiental de las empresas a nivel industrial; esta es el área especializada dentro de la estructura de la organización empresarial en todo lo que tiene que ver con el manejo de recursos, el control de la contaminación y el impacto de la labor que desarrolla la compañía en el medio ambiente, de acuerdo al nivel industrial con el cual se clasifica en la clasificación internacional uniforme CIU.

## **5. DISEÑO DEL MODELO PARA LA EVALUACIÓN Y CONTROL DEL MANEJO DE DESECHOS Y LA DISPOSICIÓN FINAL DE AGUA RESIDUALES EN CEMEX TRANSPORTES S.A**

### **5.1 SELECCIÓN DE LA FILOSOFÍA ACORDE A LOS REQUERIMIENTOS DE CEMEX TRANSPORTES S.A**

Como lo que se quiere es llegar a todos los niveles jerárquicos de la empresa: Desde el técnico de lavado de vehículos hasta el director de operaciones, inicialmente se requiere cultivar y divulgar una filosofía enfocada en el trabajo efectivo, la organización del lugar de trabajo; simplificando el ambiente laboral, reduciendo los desperdicios y las actividades que no agregan valor, incrementando la seguridad, la eficiencia y la calidad.

Se trata de la filosofía de las Cinco “S” la cual se fundamenta en un principio muy simple: el Orden, el aseo y la disciplina. El concepto de las 5’s, se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más organizadas, más limpias y más seguras; Su implementación aumentará la motivación y satisfacción de todo el personal que labora dentro de las instalaciones, asegurando una mayor cooperación y verdadero trabajo en equipo; mucho más compromiso con el trabajo; un mejor conocimiento de su puesto de trabajo y de su entorno.

**5.1.1 Teoría de las 5’s.** La filosofía de las 5’s es una excelente base de comienzo para lograr el nivel de culturización al que se quiere llegar, será la introducción, entrenamiento y concientización al cambio de cultura. Es un método muy simple que se fundamenta en el sentido común de las personas y como su aplicación es

totalmente inherente a la persona garantiza el involucramiento y por lo tanto su auto-motivación. Dichas palabras son<sup>13</sup>.

- |           |             |
|-----------|-------------|
| 1. Seiri  | 4. Seiketsu |
| 2. Seiton | 5. Shitsuke |
| 3. Seiso  |             |

Aplicando estas palabras obtendremos beneficios a corto, mediano y largo plazo como lo son:

- Reducir los movimientos innecesarios.
- Señalar fácilmente aquel producto que tiene algún defecto.
- Permitir y contribuir a que el colaborador adquiera autodiciplina.
- Disminuir los tiempos en las reparaciones.
- Evidenciar los excedentes de los inventarios.
- Aumentar el área de trabajo disponible.
- Disminuir los reprocesos.
- Reducir los accidentes de trabajo.
- Aumentar la calidad y control en las intervenciones de vehículos.
- Hacer visible los problemas de calidad antes de entregar algún vehículo.
- Reducir los costos de operación.

**Primera S: Seiri (Ordenamiento u acomodo).** Se refiere a eliminar del área de trabajo todo aquello que no sea necesario. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamada "etiqueta en rojo". En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles

---

<sup>13</sup> LEFCOVICH Mauricio. Las cinco (05) "S. www.gestiopolis.com. 2.004

que serán descartados. Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de "Por Si Acaso".

**Segunda S: Seiton (Cada cosa en su lugar).** Se enfoca a sistemas de guardado eficientes y efectivos.

- ¿Qué necesito para hacer mi trabajo?
- ¿Dónde lo necesito tener?
- ¿Cuántas piezas de ello necesito?

Algunas estrategias para este proceso de "todo en Su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, etc. No nos imaginamos cómo se pierde tiempo buscando una escoba que no está en su lugar Esa simple escoba debe tener su lugar donde todo el que la necesite, la halle. "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar."

**Tercera S: Seiso (Que todo brille).** Una vez que ya hemos eliminado la cantidad de estorbos, basura, y relocalizado lo que sí necesitamos, viene una súper limpieza del área. Cuando se logre por primera vez, habrá que mantener una diaria limpieza a fin de conservar el buen aspecto y comodidad de esta mejora. Se desarrollará en los colaboradores un orgullo por lo limpia y ordenada que tienen su área de trabajo. Este paso de limpieza realmente desarrolla un buen sentido de propiedad en los colaboradores. Inmediatamente comienzan a resultar evidentes problemas que antes eran ocultados por el desorden y suciedad. Así, se dan cuenta de fugas de aceite, aire, refrigerante, partes con excesiva vibración o temperatura, riesgos de contaminación, entre otros. Estos elementos, cuando no

se atienden, pueden llevarnos a una falla del equipo y pérdidas de producción, factores que afectan las utilidades de la empresa.

**Cuarta S: Seiketsu (Estandarizar).** Al implementar las 5's, nos debemos concentrar en estandarizar las mejores prácticas en nuestra área de trabajo. Dejemos que los colaboradores participen en el desarrollo de estos estándares o normas. Ellos son muy valiosas fuentes de información en lo que se refiere a su trabajo, pero con frecuencia no se les toma en cuenta.

**Quinta S: Shitsuke (Sostenerse).** Esta será la "S" más difícil de alcanzar e implementar. La naturaleza humana es resistir el cambio y no pocas organizaciones se han encontrado dentro de un taller sucio y amontonado a solo unos meses de haber intentado la implementación de las 5's. Existe la tendencia de volver a la tranquilidad del "Status Quo" y la "vieja" forma de hacer las cosas. El sostenimiento consiste en establecer un nuevo "estatus quo" y una nueva serie de normas o estándares en la organización del área de trabajo.

Como siempre que se trata de iniciar un cambio de cultura en toda organización se presenta una resistencia al cambio, se debe romper con los paradigmas que nos atañan a nuestras costumbres y estilos de vida. En Cemex transportes tenemos colaboradores de todos los niveles educativos y por ello la ruptura de estos paradigmas se dificulta.

Sin embargo, somos conscientes de que la única manera para romper dicha resistencia al cambio es convencernos a sí mismos de que somos capaces y de la importancia que esto tiene para nuestra empresa. Por ende se ha establecido como parte del plan de cambio de cultura, la realización de 5 charlas educativas de las cuales ya se llevan 3; en donde se pueda dar a conocer de forma simple, didáctica y fácil de comprender la filosofía de las 5's, entregando a su vez material didáctico ilustrativo indicando cuales son los objetivos que busca la Compañía con

su implementación al interior de nuestras instalaciones, en la presentación e imagen ante nuestros cliente y proveedores, una breve reseña en cuanto a su marco teórico, explicando en qué consiste cada uno de sus términos para su mejor comprensión. En la charla numero 5 se pretende mostrar un matriz en donde se plantea a lo que al final del proceso de cambio de cultura queremos llegar, dicha matriz es la siguiente:

**Figura 11.** Matriz crecimiento corporativo Cemex transportes



Igualmente y paralelo al plan de divulgación de la filosofía de las 5's, se debe nombrar algunos líderes responsables en cada una de las áreas de la empresa con el fin de facilitar el desarrollo de la filosofía de Las cinco "S" al interior de Cemex transportes S.A. Estos responsables serán asignados de acuerdo a las diferentes áreas que tiene la empresa en la actualidad así:

AREA	LIDER Y/O RESPONSABLE
Administrativo	
Taller	
Llantas	
Lavado y lubricación	
Almacén	
Cuarto de chatarra	
Cuarto de residuos	
Zona de albercas desarenadoras	

Por otro lado y cumpliendo con el desarrollo de implementación de la filosofía, se diseñó una etiqueta o tarjeta roja con la que se busca cultivar a todo nivel jerárquico, la rotulación de aquellas herramientas, repuestos, documentos inoficiosos que deban ser claramente identificados y así buscar su reubicación, su desecho o incluso divulgar su uso y existencia para reactivar su utilización dentro de la operación, Ante la menor duda, debemos colocar una tarjeta roja, con un espíritu crítico y de acuerdo con estándares preestablecidos; seguramente, al final de la campaña el área estará cubierta con centenares de etiquetas. Dicha etiqueta roja la podemos observar a continuación:

**Figura 12. Etiqueta roja para Cemex transportes**

<b>ETIQUETA ROJA</b>			
<b>Etiqueta N°:</b>			
<b>Area:</b>			
<b>Fecha de emision:</b>			
<b>Nombre del emisor</b>			
<b>Categoria:</b>			
	<b>Equipo</b>		<b>Elementos de oficina</b>
	<b>Herramienta</b>		<b>Documentos</b>
	<b>Repuestos</b>		<b>Otros</b>
<b>Nombre del elemento</b>			
<b>Cantidad:</b>			
<b>Razones:</b>			
	<b>Inecesario</b>		<b>Material de desecho</b>
	<b>Defectuoso</b>		<b>Uso desconocido</b>
	<b>Obsoleto</b>		<b>Otros</b>
	<b>Desecho</b>		
<b>Modo de eliminacion</b>			
	<b>cambio de lugar</b>	<b>Firma</b>	
	<b>Ubicado en almacen</b>		
	<b>Otro</b>		
<b>Fecha de aplicacion</b>		<b>Fecha de eliminacion</b>	

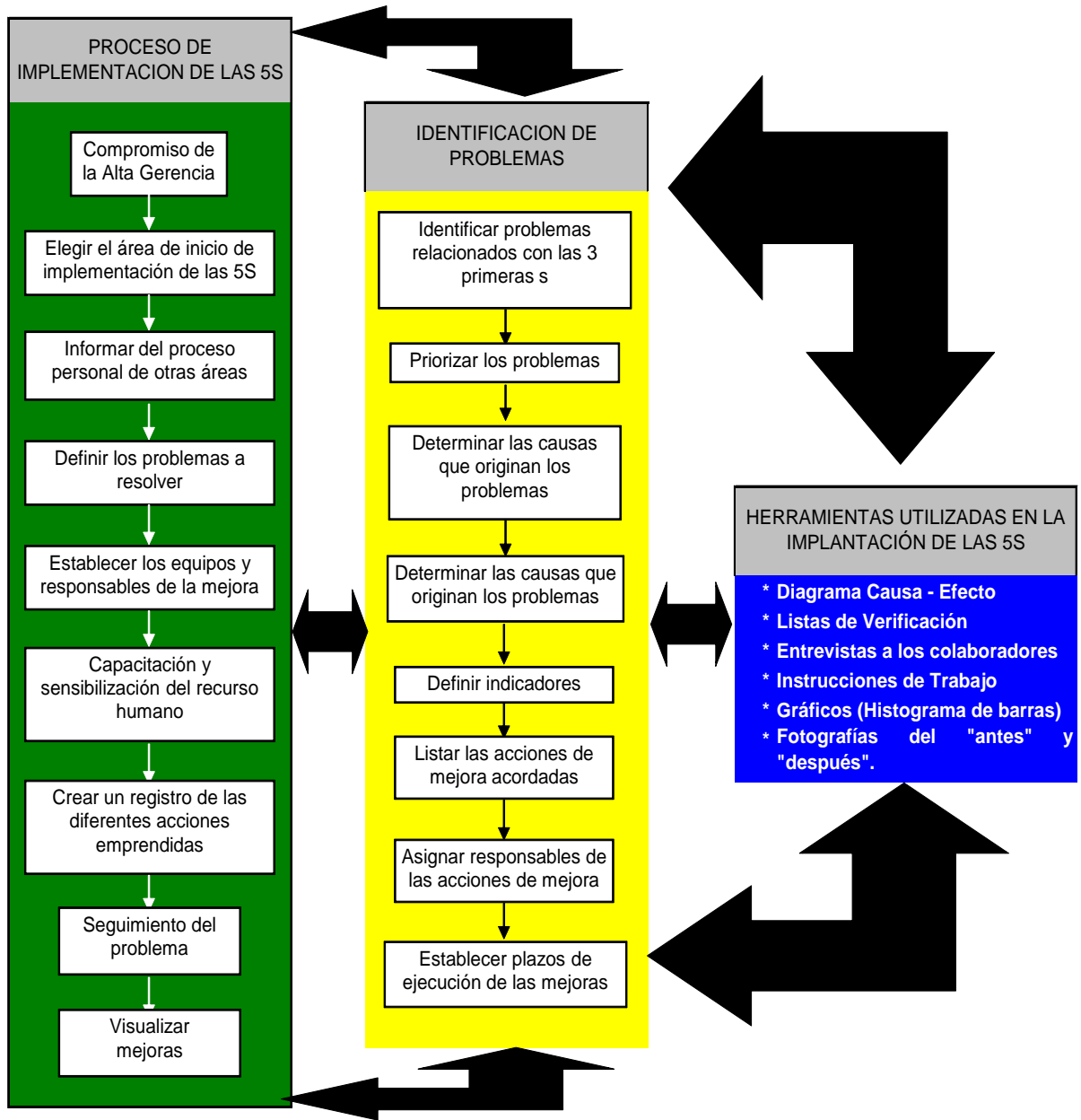
Para evaluar la implementación de la filosofía se desarrollo un formato de verificación e identificación de los avances de implementación de la filosofía con respecto a su inicio a través de inspecciones periódicas las cuales deben ser diligenciadas por los responsables o lideres de áreas. El formato utiliza una calificación muy practica de interpretar: De 0 – 33 “Deficiente”; de 34 – 86 “Hay que mejorar” y de 87 – 100 “Satisfactorio”.

**Figura 13.** Formato para la evaluación de implementación filosofía 5's

INSPECCIONES DE ORDEN Y ASEO		
Area	Responsable	Fecha
ITEM	EVALUACION DE INSPECCION, SELECCIÓN DE LO NECESARIO Y ESTADO	PUNTAJE
1	Se encuentran mezclado los elementos necesario e innecesarios	
2	Es facil ver lo que no es necesario	
3	Los elemento innecesarios se guardan fuera de las bahias del taller	
4	Se puede decir a donde pertenece cada cosa y en que cantidad	
5	Los integrantes del area de trabajo conocen los criterios para asignar etiquetas rojas	
EVALUACION DE INSPECCION Y LIMPIEZA		
6	Pisos limpios	
7	Elementos de seguridad organizados	
8	herramientas en sitios adecuados	
9	Elementos y repuestos de trabajo organizados	
10	puestos y equipos de trabajo organizados y ordenados	
SUGERENCIAS Y/O OBSERVACIONES		PUNTAJE TOTAL
		Firma _____
PELIGROS IDENTIFICADOS POR DESORDEN	ACCIONES	RESPONSABLE
0 - 33 DEFICIENTE	34 - 86 HAY QUE MEJORAR	87 - 100 SATISFACTORIO
<b>CALIFICACION: 10 PUNTOS POR ITEM</b>		

En la figura 14 podemos observar cómo sería el flujo del proceso de implementación de la filosofía de las 5's al interior de un área de trabajo en donde para nuestro caso específico empezaríamos por el área del taller de mantenimiento.

**Figura 14.** Grafico situacional de implementación de la filosofía de las 5's



## 5.2 CÁLCULO DE RESIDUOS, DESECHOS Y MATERIAL RECICLABLE EN CEMEX TRANSPORTES

En el ejercicio de su misión empresarial relacionada con el transporte de cemento a nivel nacional, se generan una serie de impactos ambientales que pueden afectar los recursos: Aire, agua y suelo a causa de los residuos y que pueden trascender a las personas internas y externas de las locaciones desde donde se inicia el proceso de transporte de un producto elaborado como es el cemento.

En las áreas de oficinas, taller y bodega normalmente se producen residuos sólidos, los cuales son recolectados, trasladados y dispuestos en almacenamientos temporales desde donde son retirados luego por la empresa encargada del manejo de este servicio público.

Para los residuos sólidos industriales y sustancias peligrosas, Cemex transportes lleva registros de cada tipo de sustancia que es generada y entregada a los diferentes dispositivos finales entre los que podemos encontrar.

**Aceite usado y refrigerante:** Esta sustancia es almacenada temporalmente y posteriormente entregada a la unidad de negocio planta caracolito con el fin de que sea auto consumida para la combustion del horno.

**Filtros usados y estopas:** Estos residuos y elementos son almacenados temporalmente y posteriormente entregados a la empresa Avantek teknico S.A.

**Baterias:** Las baterias se almacenan temporalmente y el proceso recuperación de los metales pesados esta a cargo de la empresa Pelaez hermanos y CIA.

**Lodos y otros:** Estos residuos son almacenados temporalmente para luego ser entregados a la empresa proyectos ambientales S.A.

Es de resaltar que todos los proveedores de servicios anteriormente nombrados están certificados y autorizados por las autoridades competentes para recoger, transportar y disponer finalmente de los residuos y sustancias peligrosas.

Para el cálculo de los residuos industriales y sustancias peligrosas se tuvo en cuenta la operación mensual del taller y el número de intervenciones que se realizan dentro de este. Para lo anterior, se clasificó en primera instancia el tipo de desecho y residuo que se pueden llegar a generar en las diferentes áreas del taller, quedando así:

**Tabla 12.** Clasificación de los residuos por áreas en el taller de mantenimiento

AREA	INTERVENCION	RESIDUO GENERADO
Lavado y lubricación	Cambio de aceite de motor, transmisión y diferencial; cambio de filtros; cambio de refrigerante para motor.	Aceite usado; Líquido refrigerante para motor; estopas impregnadas;
Mecánica general y de patio	Reparaciones generales y parciales de motor, caja y diferenciales, turbos, compresores, bomba de agua, motores de arranque, alternadores entre otros.	Aceite usado, líquido refrigerante, grasa, estopas impregnadas, chatarra
Torno y soldadura	Reparaciones de rines, campanas y todo lo relacionado con la ornamentación.	Chatarra
Reparación de trailers	Reparaciones de trailers, soldadura de chasis, reparación de quinta rueda y tornamesa, reparación de lámina y pintura.	Chatarra, grasa, estopas impregnadas de grasa, asbestos
Llantas	Reparación y montaje de llantas	Llantas de desecho
Lavado de componentes	lavado de todos los componentes mayores y menores de las reparaciones	Aceite usado, diesel, gasolina, desengrasante, estopas impregnadas

La cantidad de cada residuo sólido generado en las intervenciones depende del número de vehículos que pasen mensualmente por las instalaciones del taller. Para nuestro caso, nos basaremos en los registros mensuales de los últimos 3

(tres) meses que se llevan en el archivo “control de tiempos” del taller y que se muestra a continuacion:

**Tabla 13.** Records control de tiempos del taller de Cemex Mayo, junio y Julio

Mes	7	
Año	2010	
H - Hábil		
Tipo de Mto	Horas	
PR - Preventivo Rutinas	707	
PP - Preventivo Programado	2468	
PD - Preventivo Predictivo	46	
CV - Correctivo Varadas	689	
CG - Retornos por Garantías	274	
CD - Retorno por Mal Diagnóstico	0	
Tiempos Preventivo	10132	
Tiempos Correctivo	1279	
Tiempo Total Mto	11411	
Control de error	0	
Resumen de Eventos <span>Actualizar</span>		
Tipo mto	Eventos	
PR - Preventivo Rutinas	34	
PP - Preventivo Programado	450	
PD - Preventivo Predictivo	1	
CV - Correctivo Varadas	23	
CG - Retornos por Garantías	15	
CD - Retorno por Mal Diagnóstico	0	
	Eventos	%Eventos
Correctivo	38	7,3%
Preventivo	485	92,7%
Total Actividades	523	100,0%

Mes	6	
Año	2010	
H - Hábil		
Tipo de Mto	Horas	
PR - Preventivo Rutinas	463	
PP - Preventivo Programado	1947	
PD - Preventivo Predictivo	0	
CV - Correctivo Varadas	460	
CG - Retornos por Garantías	78	
CD - Retorno por Mal Diagnóstico	0	
Tiempos Preventivo	8694	
Tiempos Correctivo	907	
Tiempo Total Mto	9601	
Control de error	0	
Resumen de Eventos <span>Actualizar</span>		
Tipo mto	Eventos	
PR - Preventivo Rutinas	35	
PP - Preventivo Programado	398	
PD - Preventivo Predictivo	0	
CV - Correctivo Varadas	20	
CG - Retornos por Garantías	4	
CD - Retorno por Mal Diagnóstico	0	
	Eventos	%Eventos
Correctivo	24	5,3%
Preventivo	433	94,7%
Total Actividades	457	100,0%

Mes	5	
Año	2010	
H - Hábil		
Tipo de Mto	Horas	
PR - Preventivo Rutinas	60	
PP - Preventivo Programado	2356	
PD - Preventivo Predictivo	0	
CV - Correctivo Varadas	974	
CG - Retornos por Garantías	113	
CD - Retorno por Mal Diagnóstico	0	
Tiempos Preventivo	8928	
Tiempos Correctivo	1707	
Tiempo Total Mto	10634	
Control de error	2	
Resumen de Eventos <span>Actualizar</span>		
Tipo mto	Eventos	
PR - Preventivo Rutinas	33	
PP - Preventivo Programado	469	
PD - Preventivo Predictivo	0	
CV - Correctivo Varadas	30	
CG - Retornos por Garantías	7	
CD - Retorno por Mal Diagnóstico	0	
	Eventos	%Eventos
Correctivo	37	6,9%
Preventivo	502	93,1%
Total Actividades	539	100,0%

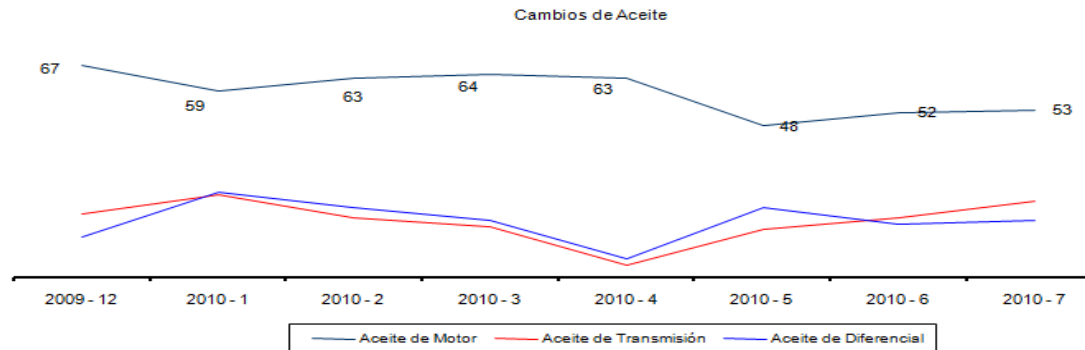
Con lo anterior tenemos que en promedio en los ultimos tres meses el flujo de equipos que realizaron intervenciones en el taller es de 506 eventos mensuales.

Para el calculo del galonaje de aceite usado total nos basaremos en la tabla 14; promediando los ultimos 3 (tres) meses en cambios de aceite de toda referencia debido a que desde el mes de Abril, la gerencia de mantenimiento tomo la decisión de cambiar el tipo de aceite de motor e incrementar a su vez los periodos de cambio de aceite en los equipos.

Con base en el anterior promedio procedemos a calcular la cantidad de residuos que se generan el taller:

**Tabla 14.** Cambios de aceite mensual toda referencia en el taller de Cemex

No Cambios	Mes							
TIPO DE CAMBIO	2009 - 12	2010 - 1	2010 - 2	2010 - 3	2010 - 4	2010 - 5	2010 - 6	2010 - 7
Aceite de Motor	67	59	63	64	63	48	52	53
Aceite de Transmisión	20	26	19	16	4	15	19	24
Aceite de Diferencial	13	27	22	18	6	22	17	18
Grand Total	100	112	104	98	73	85	88	95

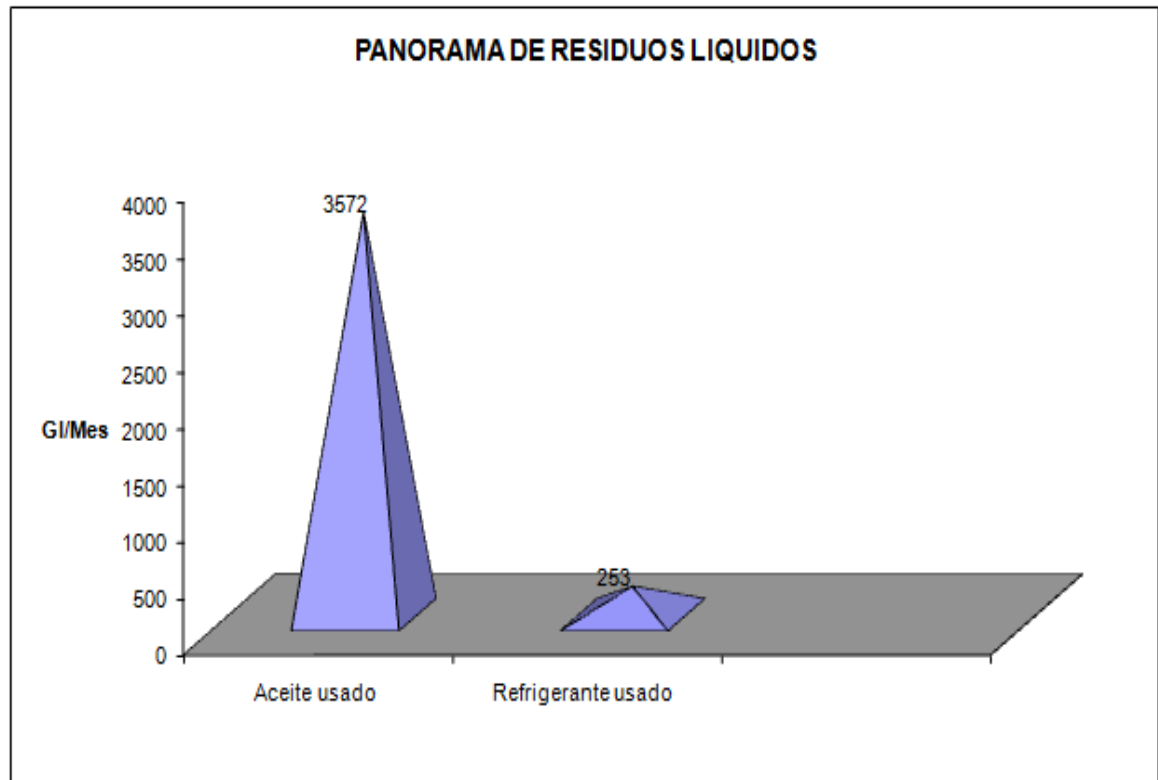
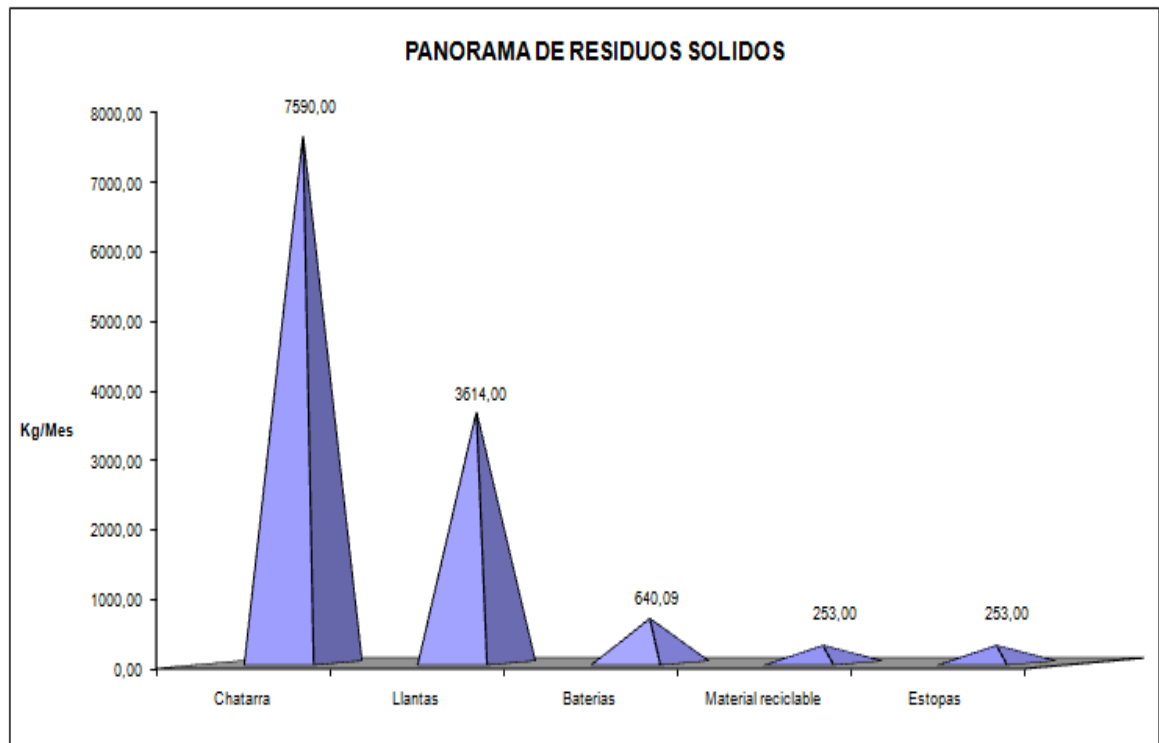


Por lo tanto tenemos:

**Tabla 15.** Calculo de residuos por áreas generados en el taller de mantenimiento

AREA	RESIDUO GENERADO / EQUIPO	CANTIDAD TOTAL GENERADA
Lubricacion, mecanica general y mecanica de patio	Refrigerante usado (0.5 Gls / Equipo)	253 Gls / Mes
Reparacion de trailer, torno y soldadura, mecanica general, mecanica de patio y lubricacion	Chatarra ( 15 Kg / Equipo)	7590 Kg / Mes
Llantas	Pila de desecho llantas (0.11 / Equipo); Cada llanta pesa aproximadamente 65 Kg	3614 Kg / Mes
Reparacion de trailer, torno y soldadura, mecanica general, mecanica de patio y lubricacion	Estopas ( 0.5 kg / Equipo)	253 Kg / mes
Reparacion de trailer, torno y soldadura, mecanica general y mecanica de patio.	Desengrasante (0.3 Gls / Equipo)	151.8 Gls / mes
Mecanica de patio	Baterias (0.05 Baterias / Equipo); Cada bateria pesa aproximadamente 25.3 Kg	640.09 Kg / mes
Lubricacion	Aceite usado (40 Gls / Equipo)	3572 Gls / Mes
Reparacion de trailer, torno y soldadura, mecanica general, mecanica de patio y lubricacion	Material reciclable, papel, carton, vidrio (0.5 Kg / Equipo)	253 Kg / Mes

**Figura 15.** Panorama de residuos sólidos y líquidos en el taller de mantenimiento



### 5.3 IDENTIFICACIÓN DE CENTROS DE ACOPIO DE RESIDUOS Y SUBSTANCIAS PELIGROSAS

Como lo que se pretende es identificar, evaluar y delimitar las posibles y potenciales fuentes de generación de residuos dentro de las instalaciones de la empresa, se procedio a realizar un levantamiento grafico de la planta fisica y posteriormente ubicar dichas fuentes quedando así:

**Figura 16.** Plano general planta fisica cemex transportes



- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1. Entrada principal         | 7. Taller de mantenimiento                 |
| 2. Estacion de servicio      | 8. Parqueadero empleados y clientes        |
| 3. Parqueadero equipo propio | 9. Edificio administrativo                 |
| 4. Edificio administrativo   | 10. Parqueadero equipo alquilados          |
| 5. Comedor                   | 11. Centro de acopio aceite usado          |
| 6. Edificio de mantenimiento | 12. Planta de tratamiento de aguas residua |

Del anterior grafico, claramente se identifican 5 puntos o fuentes potenciales de generación de residuos que son:

- Estacion de servicio.
- Comedor
- Edificio de mantenimiento y taller
- Edificio administrativo
- Parqueaderos de equipos alquilados

Una vez identificadas la fuentes de generación, se procedio a demarcar las áreas, organizarlas, codificarlas y caracterizarlas; pero sobre todo, a divulgar su ubicación y la convencion de colores de acuerdo al tipo de residuo ante todos los colaboradores con el fin de culturizar el personal de la empresa.

Para la ubicación y demarcación de los centros de acopios se procedio así:

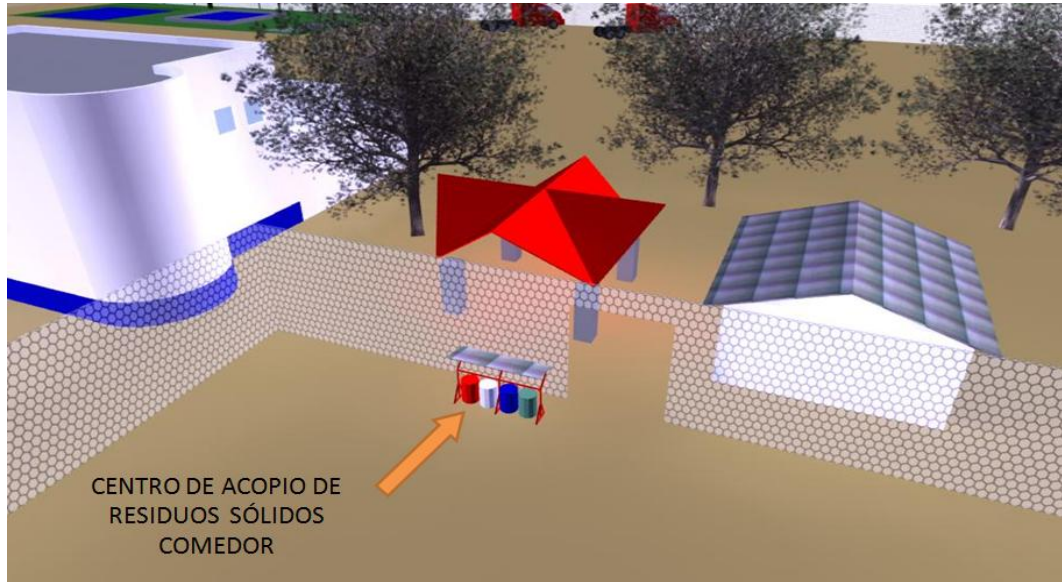
### ***5.3.1 Centro de acopio residuos estacion de servicio***

**Figura 17.** Centro de acopio de residuos estacion de servicio



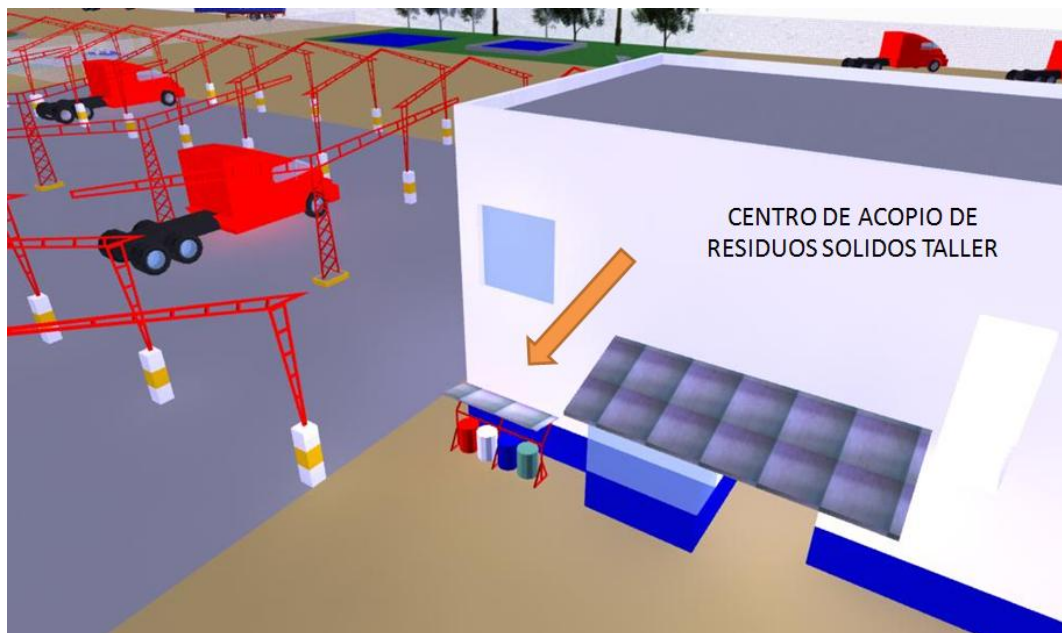
### 5.3.2 Centro de acopio residuos comedor

**Figura 18.** Centro de acopio de residuos comedor



### 5.3.3 Centro de acopio residuos oficina y taller de mantenimiento

**Figura 19.** Centro de acopio de residuos oficina y taller de mantenimiento



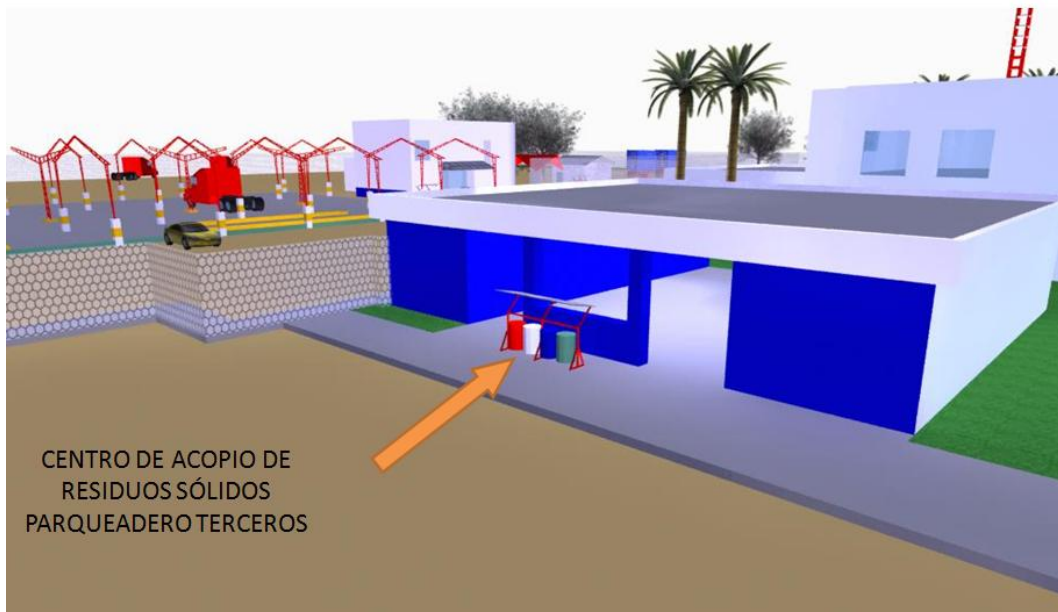
### 5.3.4 Centro de acopio residuos edificio administrativo

**Figura 20.** Centro de acopio de residuos edificio administrativo



### 5.3.5 Centro de acopio residuos parqueadero de equipos alquilados

**Figura 21.** Centro de acopio de residuos eparqueadero de equipos alquilados



Para la codificación y caracterización del código de colores en los 5 centros de acopios, se tomó como base el código de colores convencional a nivel mundial y se fabricaron 5 bancos recolectores de residuos sólidos, quedando así:

**Figura 22.** Bancos recolectores de residuos sólidos según el código de colores

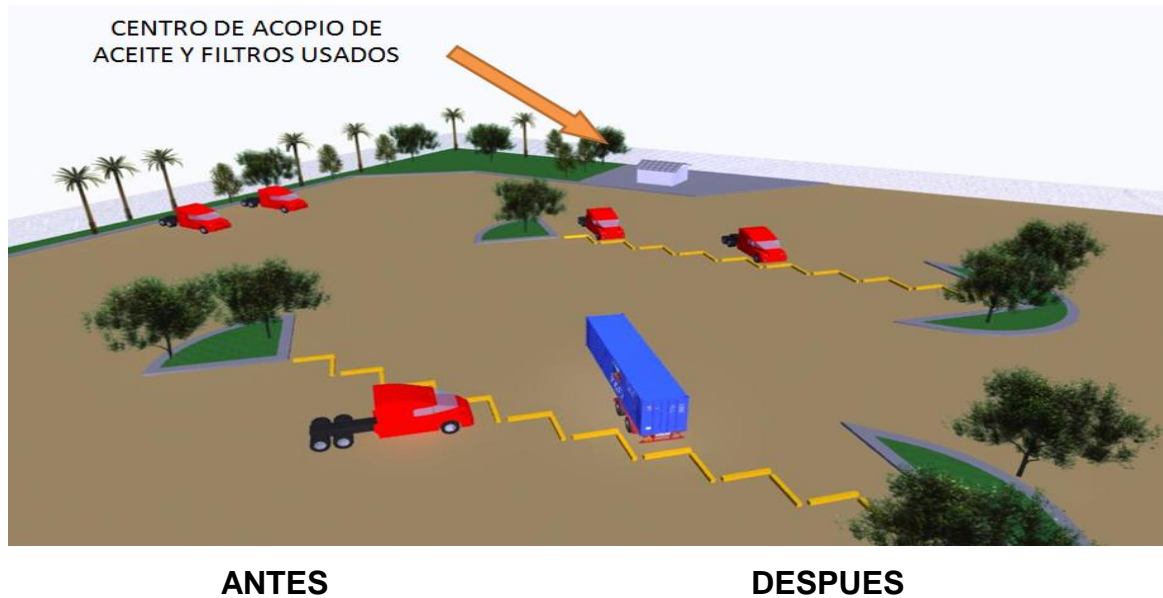


**5.3.6 Centro de acopio de aceites y filtros usados.** Paralelo a lo anterior, se evaluó y rediseño el centro de acopio de aceites usados y material contaminado, debido a que presentaba deficiencias en cuanto a su funcionalidad, seguridad y mantenibilidad. Este centro de acopio no cumplía con ninguna de las normas que la ley exige para contener un potencial derrame de aceite usado, además no presentaba la rotulación informativa ni preventiva de las sustancias que hay allí dentro. Se procedió entonces a ejecutar una obra civil para adecuar las instalaciones del centro de acopio de aceites usados con base en los siguientes alcances:

- Replano de área "piso"
- Compactación con piedra caliza
- Fabricación placa de concreto impermeabilizada de 5 x 5 x 0.25 mts
- Construcción cuneta perimetral de 0.20 X 0.10 m Profundidad - ancho.
- Construcción de deposito de 0.50 X 0.50 X 0.40 m
- Fabricación de regilla para deposito y pintura

El centro de acopio de aceites y filtros usados lo podemos observar a continuación:

**Figura 23.** Centro de acopio aceites, filtros usado y sustancias peligrosas

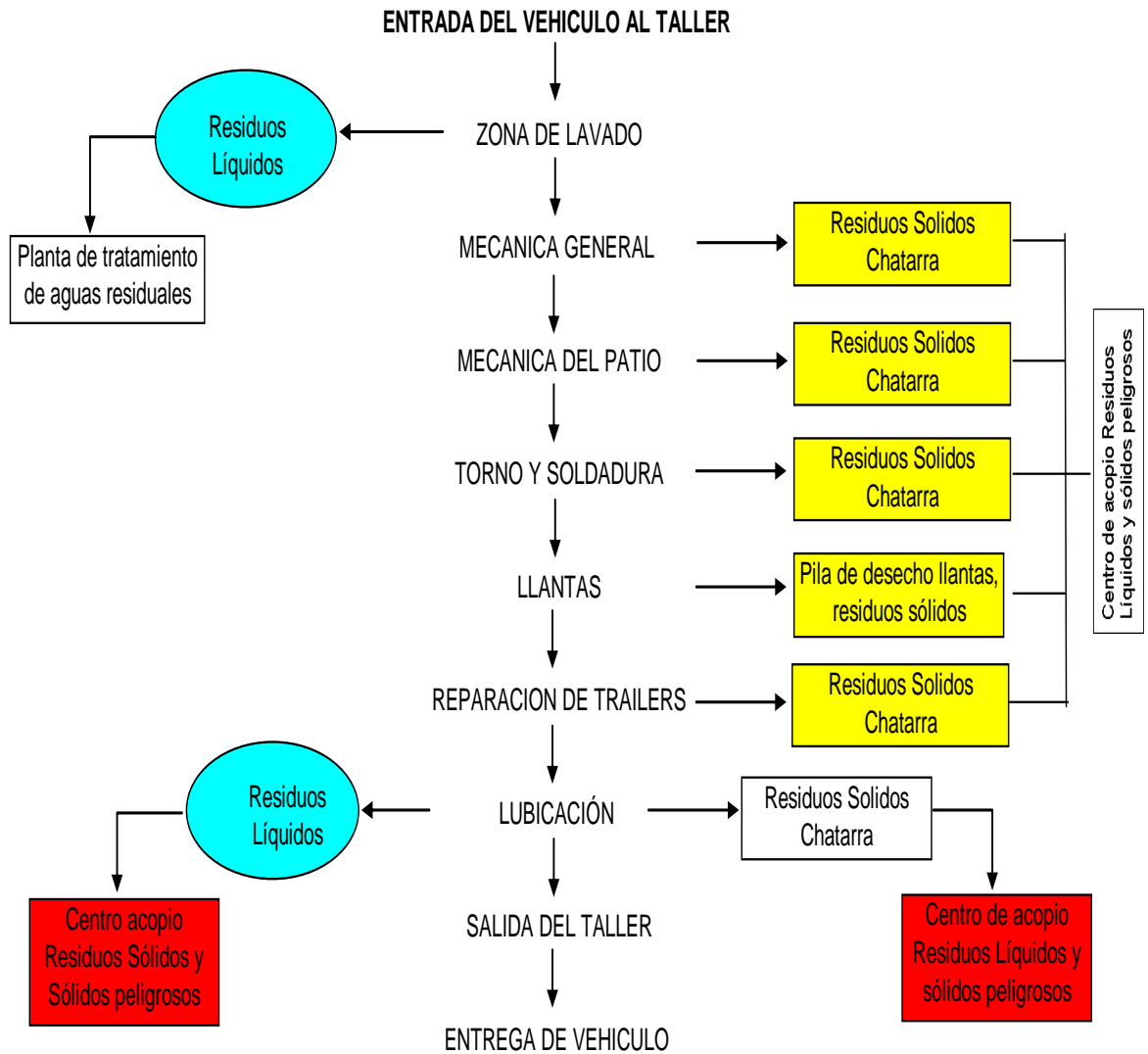




La obra tuvo un costo total de \$ 4'500.00 pesos; Con esta obra se garantiza que ante un eventual derrame de aceite usado u alguna otra substancia peligrosa, esta substancia quede contenida y a su vez sea transportada por la cuneta perimetral hacia el deposito. A su vez, se esta dando cumplimiento a la norma.

En la siguiente figura se puede observar el panorama general de acopio para los residuos solidos y liquidos generados en el taller de mantenimiento.

**Figura 24.** Flujo de acopio de residuos sólidos y líquidos en el taller



## **5.4 EVALUACIÓN AMBIENTAL COMPONENTE AIRE**

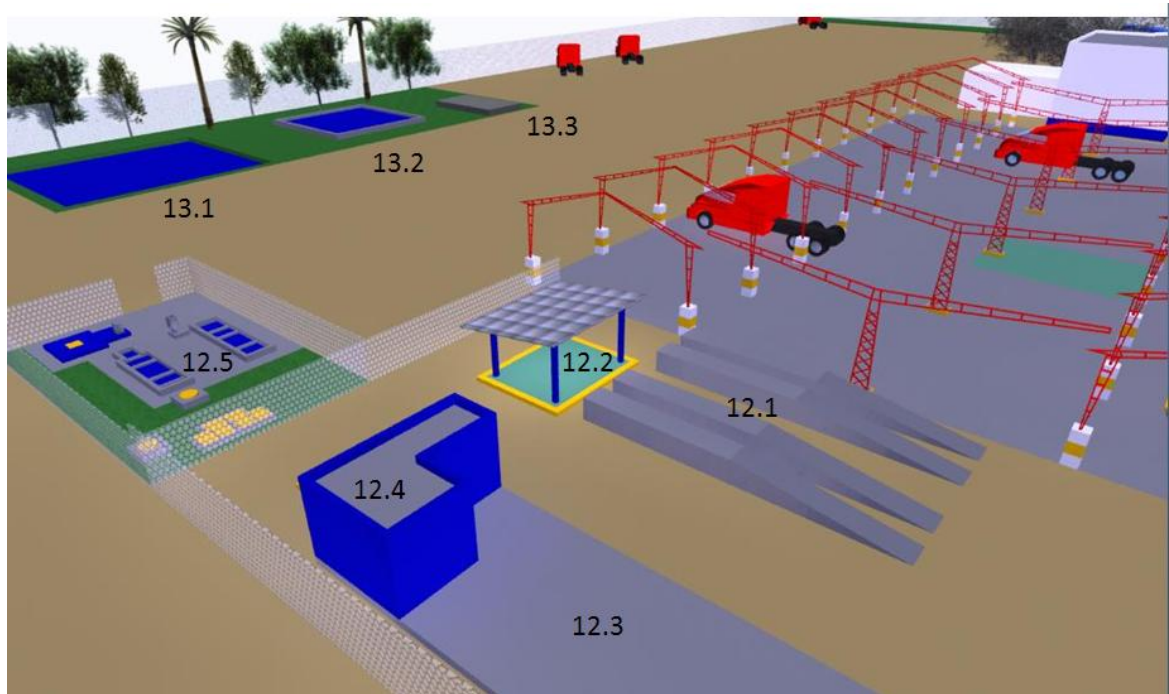
Al observarse las áreas aferentes de las oficinas administrativas, de mantenimiento y bodegas, se aprecia en el entorno depósitos de material con características cementosas provenientes de sobrantes y/o desperdicios que por su acumulación y bajo el efecto del alto flujo vehicular en la mayoría de los casos y en otros por la simple acción de los vientos, se podría originar resuspensión de partículas que al incorporarse a la dinámica del aire pueden llegar a contaminar este recurso por material particulado, el cual debe ser evaluado con alguna frecuencia para establecer su nivel, compararlo con la Norma y definir el grado de contaminación, para ello se sugiere planificar actividades de monitoreo mediante la instalación temporal de tres (3) estaciones tipo HI-VOL con las que se miden las concentraciones de partículas con diámetros menores a 10 micras, en rutinas de una muestra cada tercer día completando así 10 muestras por estación. Para un total de 30 muestras por evento evaluatorio.

## **5.5 EVALUACIÓN AMBIENTAL COMPONENTE AGUA Y SUELO**

**5.5.1 Aguas residuales domésticas e industriales en Cemex transportes.** Por la permanencia de personas internas y externas en las oficinas y demás áreas sociales, se generan residuos líquidos domésticos que deben ser recolectados y transportados a un sistema de tratamiento particular por cuanto por este sector no se cuenta con redes públicas de alcantarillado; para este caso en particular, Cemex transportes implementó una serie de mejoras a la infraestructura existente y para ello desarrolló un sistema de tratamiento para dos tipos de residuos líquidos (ver figura 25). Una proveniente de las baterías sanitarias como vertimiento doméstico y conformado por tres (3) sistemas sépticos con filtración anaeróbica ascendente, tuberías embebidas en lechos de grava para su incorporación al subsuelo, filtros anaeróbicos descendentes y humedal artificial como colchón

receptor del efluente final para incorporarlo al ambiente por vía de infiltración al subsuelo, complementariamente por procesos de evapotranspiración parte del agua recibida se entregaría al aire y en su conjunto generar un balance de masa hídrica equilibrada (Cantidad de agua entrante = Cantidad de agua saliente).

**Figura 25.** Planta de tratamiento de aguas residuales domesticas e industriales



- |                                      |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| 12.1 Carcamos de lavado              | 12.5 Albercas desarenadoras   |
| 12.2 Cuarto de lavado de componentes | 13.1 Humedal artificial       |
| 12.3 Tanque principal                | 13.2 Lecho de secado de lodos |
| 12.4 Cuarto de maquinas              | 13.3 Poso septico             |

El otro vertimiento originado es el producido en el proceso de lavado de vehículos pesados usados en el transporte; este tipo de residuo tiene características grasosas y material particulado disuelto y/o suspendido, tanto las grasas como las demás partículas serán removidas mediante un sistema de desarenador trampa grasas y el líquido efluente libre de estos contaminantes es reinyectado

nuevamente al proceso de lavado mediante bombeo al tanque de almacenamiento principal.

Empezaremos el modelo de evaluación y control con las aguas residuales industriales.

**5.5.2 Evaluación y control de aguas residuales industriales.** Como lo que se pretende es evaluar y controlar la funcionalidad, eficiencia y mantenibilidad de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales, debemos empezar por entender el funcionamiento de esta misma planta. En vista de que no se encontro informacion documentada precisa y confiable a cerca del funcionamiento de la planta de tartamientos de aguas residuales industrilaes se opto por empezar de "0". Por lo tanto se procedio a realizar un levantamiento de planos de la planta fisica para así mismo lograr determinar el funcionamiento de esta misma. Los planos los podemos observar en en anexo B.

Ya con los planos y una vez entendido el funcionamiento en su totalidad de la planta de tratamiento de aguas residuales se procedio a evaluar si esta planta era funcional, eficiente y si estaba siendo bien mantenida.

**Figura 26. Área de lavado de componentes**

**ANTES**



**DESPUES**



Los resultados obtenidos no fueron satisfactorios en vista de que se encontro que las trampas de grasa y el sistema en general estaba saturado y colapsado de grasas a causa de una continua fuente de vertimiento de aceite, grasas y disolventes que funcionaba sin ningun control dentro del taller. Dicha fuente era el área de lavado de componenetes la cual se presenta en la figura 26.

Para eliminar la fuente de generación de contaminación de las aguas se ejecuto una obra civil (ver figura 26) con una inversion de \$ 3'400.000 para la contruccion del cuarto de lavado de componentes, para lo cual se establecieron los siguientes alcances:

- Cerramiento en ladrillo y concreto muro de 30 cm de alto.
- Construcción de placa de concreto de 10 cm de espesor, 5 x 4 m.
- Cuneta perimetral en U de 18 X 10 cm en concreto.
- Techo en dos aguas de 6 X 5 m en lámina de zinc.
- Deposito de recolección de disolventes, aceite y grasa de 60 X 60 X 40 cm
- Pintura

Una vez contruido el cuarto de lavado de componentes y eliminada la fuente de generación de contaminación se procedio a realizarle mantenimiento a toda la red ductos, trampas de grasa y albercas desarenadoras de la planta de tratamiento de aguas residuales. El mantenimiento se dividió en 3 etapas: Suspender la operación de lavado de vehiculos y así asegurar de que no hubiesen vertimientos de aguas temporalmente, retirar en su totalidad el agua de la planta de tratamiento y una vez evacuada el agua, se lavo el interior de la planta de tratamiento, incluyendo la red de ductos, alcantarillado y cajas de inspeccion con desengrasante y vapor de agua con el fin de retirar la mugre y el aceite adherido a las paredes y los lodos. A continuación se registran algunas fotografías de dicho mantenimiento a la planta:

**Figura 27.** Mantenimiento planta de tratamiento de aguas residuales



Una vez realizado el mantenimiento a toda la planta de tratamiento de aguas residuales, se inicio una obra para la recuperación y el embellecimiento del aspecto e imagen de la planta de tratamiento de aguas residuales, con una inversion de \$ 2'840.000 pesos y los siguientes alcances:

- Alistamiento de terreno (picar y adicionar tierra abonada o remover piedra).
- Suministro de 70 m cuadrados de Grama.
- Siembra de 70 m cuadrados de grama.
- Aplanar entrada frontal (Remover piedras).
- Construcción canal de aguas lluvias (20 x 10 m todo el perímetro de albercas desarenadoras) en cemento.
- Pintura general a reja perimetral.
- Mantenimiento de bomba sumergible
- Mantenimiento bomba exterior.

A continuación se muestran las imágenes del proceso de recuperación y embellecimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales:

**Figura 28.** Recuperación y embellecimiento de planta de tratamiento de aguas

**ANTES**



**DESPUÉS**

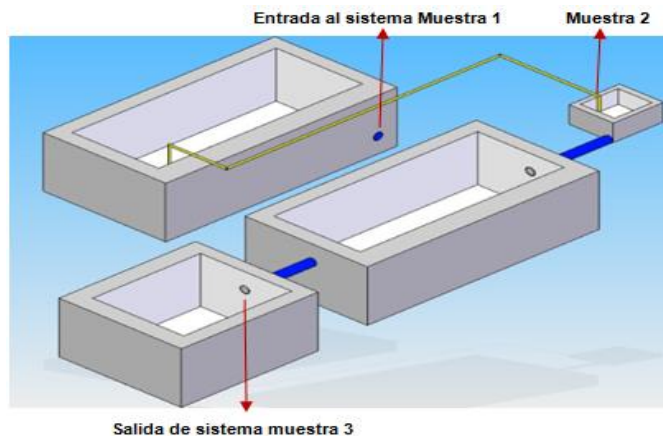


Paralelo a lo anterior, se reanudaron los lavados industriales a vehículos y con estos también se reanudo el funcionamiento de la planta de tratamiento en su totalidad, para así mismo proceder con las mediciones y toma de muestras correspondientes y así determinar la cuantificación y caracterización del agua que dentro de esta planta se esta tratando con el fin de determinar la eficiencia de la planta de tratamiento.

**5.5.2.1 Calculos de eficiencia y mantenibilidad de la planta de tratamiento.**

Para poder determinar la eficiencia y mantenibilidad de planta, se debe determinar antes que nada el caudal del agua a la entrada del sistema “cuantificación del agua”; para lo cual, se tomo una muestra del agua en un recipiente de 20 Lt el cual se lleno en un tiempo de 116 seg, como se ilustra en la siguiente figura:

**Figura 29.** Puntos de toma de muestras de agua en planta de tratamiento



$$Q = \frac{V}{T} \quad \text{Por lo tanto;}$$

$$Q = \frac{20}{116}$$

$$Q = 0.172 \frac{Lt}{s} \quad \text{Caudal de entrada a la planta.}$$

Luego, con base en los resultados de laboratorio de sólidos totales, se procede a determinar las eficiencias de la planta de tratamiento. Para esto, se tomaron tres (3) muestras del agua a la entrada de cada subsistema y se analizaron en el laboratorio; los resultados los podemos observar en el anexo C.

$$\text{Eficiencia alberca 1} = \frac{St(1) - St(2)}{St(1)} * 100 = \frac{2700 - 908}{2700} * 100 = 66.3\%$$

$$\text{Eficiencia alberca 2} = \frac{St(2) - St(3)}{St(2)} * 100 = \frac{908 - 120}{908} * 100 = 86.7\%$$

$$\text{Eficiencia Global} = \frac{St(1) - St(3)}{St(1)} * 100 = \frac{2700 - 120}{2700} * 100 = 95.5\%$$

La eficiencia global de la planta es **95.5%**. Esto se debe básicamente a los tiempos de asentamiento de sólidos totales como se demuestra a continuación:

$$\text{Volumen de diseño alberca 1} = 12.24 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de operación alberca 1} = 7.19 \text{ m}^3$$

El volumen de diseño de la planta fue tomado del plano de record en el anexo B; así como también el volumen de operación de la planta fue tomado del plano de recor Anexo B. Con una altura de operación de 1.54 mt. Por lo tanto:

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$T = \frac{7190}{0.172} = 41802.32 \text{ Seg} = 11.61 \text{ h} \quad \text{Tiempo de asentamiento del agua}$$

Ahora bien, para determinar el porcentaje (%) de remoción de lodos o frecuencia de remoción de lodos, se hace un supuesto: Que la planta de tratamiento requiera mantenimiento y remoción de lodos cuando estos últimos alcancen un 10 % del volumen total de operación de la planta, por lo tanto.

$$\% \text{ de remosion} = \frac{\text{Volumen de operacion}}{\text{Volumen requerido}} = \frac{\text{Volumen de operacion}}{(L * h) * P}$$

$$10 \% = \frac{7.19}{(4.675) * P}$$

$$P = 0.153 \text{ mt}$$

Como se sabe que para alcanzar el volumen de operación, las aguas tienen que lograr una altura de 1.54 mts en la alberca 1, El calculo anterior nos indica que el 10% del volumen total de operación en la alberca se cumplira cuando las aguas alcancen una altura minima de 1.693 mts dentro de la misma.

**5.5.2.2 Programa de operación y mantenimiento planta de tratamiento de aguas residuales industriales.** Al observar el estado actual de las estructuras de la planta de tratamiento se detectan fallas en ellas provenientes de un casi inexistente plan de operación y mantenimiento, atribuidas todas ellas a factores humanos por desconocimiento de las funciones que se deben desarrollar en la operación y mantenimiento de la infraestructura que conforma el sistema de evacuación, transporte y tratamiento de los residuos líquidos.

Para remediar esta situación, se consignarán a manera de guía una serie de recomendaciones que se deben llevar a cabo para garantizar un adecuado manejo de los residuos líquidos, como una actividad previa, es importante mencionar que a ningún aparato sanitario (Lavamanos, lavaplatos, duchas, sanitarios, pocetas, etc.) se le debe depositar materiales extraños como bolsas plásticas, recipientes plásticos de cualquier tamaño, toallas higiénicas, pues tienden a atascar sus componentes internos y además estos elementos deben ser manejados como un residuo sólido. Adicionalmente, es imprescindible que las personas encargadas de las actividades de mantenimiento de la infraestructura sanitaria cuenten con las herramientas y dotación personal mínima, la cual constará de lo siguiente:

## **HERRAMIENTAS**

Palustre y pala de construcción  
Rastrillo  
Nasa.  
Carretilla con llanta neumática.  
Manguera con boquilla.

## **DOTACIÓN PERSONAL:**

Guantes de mano  
Botas de caucho antideslizante  
Tapa bocas.  
Overol.

**5.5.2.3 Mantenimiento a cajas de inspección y tuberías.** Las cajas de inspección, deben ser destapadas por lo menos una vez por semana para detectar la existencia de objetos extraños los cuales deben ser retirados con palas y disponerlos a un lado para que posteriormente sean manejados como residuos sólidos, acto seguido se procederá a limpiarlas con agua a presión cuando se detecte que los depósitos son producidos por sedimentos como limos, arcillas o lodos.

En las tuberías, se deben retirar los objetos extraños que en un momento dado se puedan presentar, ya sea manualmente o mediante el uso de palas cuando el material depositado sean arenas, gravas finas o limos; cuando esto no sea posible especialmente en las tuberías, se puede recurrir al uso de agua a presión para que el material depositado llegue a la caja de inspección más próxima aguas abajo, esta rutina debe realizarse semanalmente. Las cajas de inspección, estructuras de aforo, deben permanecer tapadas, evitándose con esto accidentes o riesgos de incorporación de elementos extraños.

## **5.5.2.4 Mantenimiento de albercas desarenadoras y trampas de grasas.**

Las trampas grasas deben operarse y limpiarse regularmente para evitar el escape de cantidades apreciables de grasas y demás material flotante impidiéndose la generación de malos olores, la colmatación y rebose del líquido almacenado en la superficie del desarenador. La frecuencia de limpieza debe

determinarse con base en la observación. Los pasos a seguir son los siguientes: Como en estas estructuras la tendencia es generar material con contenido grasoso y natas que por su simple composición física tienden a flotar, se debe observar su presencia y proceder a su retiro y depositario en recipientes que posteriormente se entregarán para su reuso, esta rutina debe realizarse semanalmente.

Por ser previsible la formación de sedimentos, se requiere la medición de los niveles de estos sedimentos en el desarenador por lo menos una vez cada semana y cuando esta sea de 1.00 metros, deben retirarse estos lodos para recuperar la capacidad hidráulica del tanque su retiro se hará manualmente mediante palas y se dispondrán en las áreas conexas al desarenador. Si se detectan materiales extraños flotantes como bolsas plásticas, vasos, etc. Estos deben ser retirados manualmente y manejados posteriormente como un residuo sólido; para ello se debe inspeccionar esta estructura por lo menos una vez a la semana.

**Tabla 16.** Condensado de mantenimiento planta de tratamiento de aguas

ITEM	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	TIPO
1	Medicion de profundidad de lodos desarenador trampa de grasas	Semanal	Preventivo
2	Verificacion formacion de natas y material flotante	Diario	Preventivo
3	Retiro de grasas y aceite sobrenadantes desarenador tampa de grasas	Semanal Mensual	Preventivo
4	Achique lodos desarenador	Eventual, según capacidad	Preventivo
5	Monitoreo aguas residuales para verificar eficiencias globales	Trimestral Semestral	Preventivo
6	Limpieza de cajas de inspeccion	Diario	Correctivo
7	Consignacion de datos y novedades en libros de registro	Semanal	Preventivo correctivo

### ***5.5.3 Programa de operación y mantenimiento planta de tratamiento de aguas residuales domesticas***

**5.5.3.1 Tanques sépticos.** La construcción de estos tanques se realizó con el fin de que los vertimientos domésticos tuvieran una mejor característica evitando con ello la generación de malos olores y la contaminación de las fuentes superficiales receptoras. Por consiguiente se recomienda lo siguiente:

- Chequear mensualmente el nivel de lodo de tal forma que cuando este sea del orden de 1.00 mts, indica que debe ser eliminado, para ello se recomienda el uso de bombas y tanques cisternas para transportar el lodo al lecho de secado, esta actividad deberá ser realizada por personal idóneo.
- Apertura de las tapas sanitarias existentes una vez cada quince días para observar la existencia de natas y espumas que se formen en el espejo de agua y proceder inmediatamente a su retiro, para ello se debe recurrir a cedazos tipo nasa con su correspondiente mango, depositando este residuo al lado del tanque para su deshidratación y posterior manejo como residuo sólido.
- Es normal que el lecho filtrante tienda a colmatarse por la formación de capas biológicas alrededor de las gravas, para ello, se debe observar el incremento del nivel del agua en cada tanque y cuando este suba hasta la mitad del borde libre (15 centímetros), se debe proceder al revolcamiento del lecho con un rastrillo, complementada esta labor con la aplicación de un chorro de agua a presión, la duración de esta rutina será hasta cuando se observe la recuperación del nivel original del agua en cada tanque.
- En los eventos de que sea necesario achicar los lodos de los tanques, se debe aprovechar para que el lecho sea lavado en contra flujo hasta cuando quede completamente limpio.

- No debe ser objeto de uso productos como ácidos o bases para el lavado de pisos y accesorios puesto que estos tienden a generar ph o muy bajos o muy altos y en ambos casos esto puede matar los microorganismos que normalmente existen en el tanque, eliminando con ello el proceso biológico de tratamiento que motivó su construcción.
- Queda terminantemente prohibida la descarga de los lodos a cuerpos de agua o simplemente a cielo abierto.
- El personal encargado de estas labores no debe fumar.

**5.5.3.2 Lecho de secado de lodos.** En esta estructura se depositarán los lodos que se produzcan en los momentos de limpieza y mantenimiento de los sistemas sépticos existentes, estos residuos tienen un alto contenido de sólidos suspendidos, las actividades rutinarias son las siguientes:

- Descargar el lodo mediante equipo de bombeo en el lecho de secado procurando que este llegue primero al salpicadero, teniendo presente que el volumen máximo a bombear sea del orden de 1.00 M3.
- Una vez el lodo es dispuesto, se inicia el proceso de deshidratación de este por simple percolación del agua a través de los lechos y a continuación se debe permitir su secado por un tiempo aproximado de una semana.
- Cuando el lodo se haya secado, se procederá a su retiro manual, para lo cual se harán raspados mediante pala, amontonándolos y retirándolos por apaleo hacia las áreas aledañas a la estructura.
- Este material después deberá ser retirado y dispuesto en áreas de relleno.

- No se debe almacenar lodo con más de una frecuencia de lavado, pues se pueden producir malos olores, además de la posible colmatación del lecho.

**5.5.3.3 Cárcamo de bombeo.** Las rutinas de operación y mantenimiento están relacionadas con el funcionamiento del equipo de bombeo con bomba sumergible de accionamiento automático por control de niveles, en este sentido es importante la revisión semanal de los sensores de nivel, verificando su correcto funcionamiento con el fin de impedir que la bomba continúe encendida sin la cantidad de agua en el cárcamo o el caso contrario en el que los niveles de agua sean tan altos que inunden las estructuras antecedentes.

**5.5.3.4 Filtros anaeróbicos.** Esta estructura tiene un área superficial grande en comparación con las obras de mampostería y en él se genera un ambiente húmedo, se recomienda lo siguiente:

- Retiro manual de las plantas que normalmente tienden a crecer en la superficie.
- Reposición de la capa de grava que eventualmente sea retirada en el paso anterior para evitar que la tubería que conforma el múltiple distribuidor quede destapada.
- Dependiendo del funcionamiento y operación de los tanques sépticos y por el paso normal de partículas provenientes del efluente de estos, es previsible que en un tiempo normalmente largo se requiera retirar el lecho filtrante para su lavado y reposición o eventualmente el cambio total por un nuevo lecho, todo dependiendo de las facilidades de lavado que existan en las áreas conexas.

**5.5.3.5 Humedal artificial.** Se espera que en este ambiente por su característica húmeda prolifere el crecimiento de vegetación, se recomienda controlar su crecimiento mediante el retiro manual planificado de la vegetación de más edad o la que se observe muerta o marchita ya que se corre el riesgo de desestabilizar el sistema por la degradación de esta materia orgánica y llegar a la producción de malos olores, la vegetación retirada será depositada en áreas conexas para su deshidratación y secado y cuando esto suceda serán manejadas como residuo sólido por la empresa encargada de este servicio.

En el evento en que se observe que el nivel hidráulico del agua en este llegue al nivel de la batea de la tubería proveniente del tanque de compensación o del filtro anaeróbico, se debe activar el equipo de bombeo receptor de los residuos de los sistemas sépticos para que las aguas depositadas en este cárcamo sean conducidas a la línea de alimentación de los aspersores, tantas veces como sea necesario.

En algún momento del funcionamiento del humedal, es previsible que la acumulación de sedimentos sea tal (+1- 0.70 mts) que deba planificarse el achique de estos en su totalidad para recuperar su capacidad inicial, las actividades serán las siguientes:

- Reubicación de las plantas en un sector hasta dejar por lo menos la tercera parte del espejo de agua descubierto.
- Mediante el empleo equipo mecánico retirar los lodos de este sector, los cuales se dispondrán en áreas aferentes al humedal y allí permanecerán hasta cuando se sequen en su totalidad; las mismas actividades anteriores deben realizarse para los otros dos sectores, uno a continuación del otro hasta garantizar su limpieza total.

**Tabla 17.** Condensado de mantenimiento planta de tratamiento de aguas residuales domesticas

ITEM	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	TIPO
1	Medicion de profundidad de lodos de los tanques septicos	Semanal	Preventivo
2	Medicion de profundidad de lodos de los tanques de compensacion	Semanal	Preventivo
3	Verificación formación de natas “ material flotante tanques sépticos	Diario	Preventivo
4	Verificación de incremento nivel de agua tanques sépticos	Semanal	Preventivo
5	Retiro vegetación marchita y muerta humedal	Depende de observaciones	Preventivo
6	Achique lodos tanques sépticos	Eventual según capacidad	Correctivo
7	Achique lodos tanque de compensacion	Eventual según capacidad	Preventivo correctivo
8	Mediciones rutinarias de parámetros físicos: Temperatura y PH	Mensual	Preventivo
9	Consignación de datos y novedades en libro de registro	Semanal	Preventivo

## 5.6 CONTROL DE LOS VERTIMIENTOS LÍQUIDOS

Con el fin de tener un conocimiento de las características tanto de las aguas afluentes (Crudas) como efluentes (Tratadas), es prudente que por lo menos una vez cada año se lleve a cabo una rutina de monitoreo de los residuos líquidos tanto a la entrada como a la salida de cada sistema para determinar los siguientes parámetros: ph, temperatura, oxígeno disuelto, DBO, DQO, SST, nitrógeno, grasas y aceites y caudal, con la información anterior se pueden chequear eficiencias de remoción y valoración de cargas contaminantes. A continuación se presenta en la tabla 20 el listado de los principales parámetros físicos, químicos y microbiológicos que deberán verificarse en un sistema de tratamiento de residuos no industriales.

**Tabla 18.** Programa de mediciones y determinaciones de parametros del agua

PARAMETRO	UNIDAD	AFLUENTE	EFLUENTE	FRECUENCIA
Temperatura	0C	X	X	D
DBO	miligramos/htro	X	X	S
DQO	miligramos/litro	X	X	S
OD	mligramos/htro	X	X	M
<b>pH</b>		x	x	D
Sólidos Suspendidos	miligramos/litro	X	X	S
Sólidos Sedimentables	miligramos/litro	X	X	S
Sólidos Totales	miligramos/litro	X	X	M
Nitrógeno Total	miligramos/litro	X	X	O
Coliformes Fecales	U.F.C/100 cc	X	X	O

**D = Diario; S = Semestral; M = Mensual; O = Ocasional**

## 5.7 CAMBIO O SUSTITUCIÓN DE PRODUCTO

Los cambios o sustitución de producto se proponen y realizan con la intención de reducir los residuos que resultan del uso de un producto y posterior a ello, el impacto ambiental que estos mismos generan. Puede incluir la sustitución del producto, conservación o cambios en la constitución del producto. Esto puede aplicarse fácilmente en Cemex transportes S.A en cualquiera de sus áreas o servicios, con el reemplazo de ciertos productos e insumos, como lo son el shampoo, desengrasante y desincrustante que se utiliza en el área de lavado de vehículos 100 % biodegradable.

## 5.8 EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO AMBIENTAL

Los indicadores de desempeño ambiental brindan a la alta gerencia la información requerida para una gran variedad de datos ambientales. Ellos permiten a quienes toman decisiones tener una rápida visión del progreso y de los problemas de protección ambiental que todavía deben ser resueltos. Sobre estas bases,

objetivos realistas de mejora de desempeño ambiental pueden ser identificados y cuantificados, lo cual es necesario para controlar los logros actuales.

Según lo establece la ISO 14031, Norma para el Desempeño Ambiental se pueden dividir en tres categorías. Los aspectos ambientales de las actividades de las compañías mediante las entradas salidas del balance de flujo de materiales; Las actividades de gestión ambiental; O la condición del ambiente fuera de la compañía. De ello se analizan las categorías:

**Indicadores de desempeño operacional:** Proveen información acerca del desempeño ambiental de las operaciones en organización. Evalúan los materiales, la energía, el consumo de agua, los desechos y las emisiones en cantidades totales y en relación con los volúmenes de producción.

**Indicadores de desempeño de gestión:** Miden los esfuerzos de protección ambiental llevados a cabo por el ente, la empresa y los resultados logrados respecto de la influencia en sus aspectos ambientales. A través de ellos se puede conocer el número de auditorías ambientales, el entrenamiento del personal de conducción, los proveedores de auditorías, los casos de no cumplimiento, etc.

**Indicadores de la condición o calidad ambiental:** Miden la calidad del medio ambiente. Ellos se usan para evaluar el impacto de las emisiones en la calidad del aire o en la calidad del agua. Las condiciones ambientales alrededor de una compañía, tales como la calidad de la agua y del aire, se monitorean generalmente por las autoridades gubernamentales.

A continuación se presenta un cuadro genérico de Indicadores que pueden servir como una guía orientadora para el diseño de Indicadores de Desempeño Ambiental en Cemex transportes S.A.

**Tabla 19.** Indicadores de gestión ambiental

INDICADORES DE GESTION AMBIENTAL	
INDICADOR	CANTIDAD ABSOLUTA
Energia electrica	Kwh/ton
Consumo de aire	Mcn/ton
Consumo de agua	M3/ton
Oxidos de nitrogeno	kg/ton
Oxidos de azufre	kg/ton
Dioxido de carbono	kg/ton
Demanda biologiica de oxigeno 5	kg/ton
Demanda quimica de oxigeno	kg/ton
Solidos suspendidos totales	kg/ton
Residuos de biomasa	kg/ton
Residuos inorganicos	kg/ton

## 5.9 AUTOGESTIÓN

El concepto de autogestión implica asumir, por parte de los colaboradores de la empresa, la responsabilidad por la planificación y ejecución de los diversos aspectos y procesos que caracterizan la gestión de su ambiente. Por lo tanto, la autogestión ambiental, requiere alcanzar una clara visión de la situación ambiental, así como de los requerimientos para una administración y aprovechamiento racionales de los recursos a fin de lograr el bienestar de los colaboradores en un marco de desarrollo sustentable, por acción directa y con el compromiso voluntario de los empleados.

La autogestión tiende a cerrar el ciclo del producto. Dentro de su estructura posee factores de importancia tales como los que a continuación enumeramos<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> RODRIGUEZ ORJUELA, Cristian. Modelo para el manejo de desechos y la disposición final de aguas residuales en NTS National Truck Service S.A. Bogotá: Universidad industrial de Santander, 2009

- Autoevaluación interna: Se realiza con el propósito final de mejorar continuamente en cada uno de los siguientes aspectos: el cumplimiento normativo legal vigente aplicable; las relaciones de esta con su entorno social y natural; la distancia a la que se encuentra la actividad productiva actual frente a las mejores prácticas ecológicas, administrativas y operativas en aspectos de salud, seguridad y protección ambiental.
- Autorregulación: Es el instrumento que garantiza la credibilidad del programa o proceso ante el público y las autoridades. Se refiere a la definición grupal de unas reglas de juego que contienen obligaciones en torno a los compromisos adquiridos por las empresas y que constituyen la presión para forzar su cumplimiento.
- Autocontrol o verificación: Verificación de las autoevaluaciones, la cual puede hacerse mediante auditorías por terceros, tal como lo establece la norma ISO 14.001 y en otros casos a través de grupos conformados por las partes interesadas. El autocontrol también puede darse a nivel grupal, por medio de la verificación de metas de progreso del programa en el que se encuentren las empresas y por medio de indicadores del mismo.

Todo lo anterior debe hacer parte del sistema global de gestión de nuestra organización (de carácter voluntario), cuyo objetivo es desarrollar, implementar, lograr, revisar y mantener la política ambiental de Cemex transportes S.A.

Por otro lado, Estas son normas de tipo administrativo. No son reglamentos que fijan límites para vertimientos o emisiones, ni restringen el uso de los recursos naturales dentro de la Compañía

## 6. CONCLUSIONES

- Se identificaron los diferentes tipos y fuentes de desechos sólidos dentro de los cuales tenemos: Chatarra, llantas, baterías, material reciclable y estopas. Por otro lado, se identificaron los diferentes tipos y fuentes de generación de aguas residuales y desechos líquidos, entre los cuales encontramos agua, aceite usado, refrigerante y disolvente.
- Se identificaron las diferentes alternativas para la evaluación, control y disposición final de desechos y aguas residuales teniendo en cuenta su naturaleza, características y fuente de generación. Para el caso de la planta de tratamientos de aguas residuales se recuperó la funcionalidad y eficiencia de remoción de sólidos suspendidos.
- Se diseñó un modelo 100% aplicable a Cemex transportes S.A con mecanismos de control y evaluación para la gestión integral de residuos, así como también se propuso un programa de sensibilización y cambio cultural que perdure en el tiempo basado en el orden, el aseo y la disciplina con miras a la autogestión del control y la generación de residuos líquidos y sólidos.
- Se propone reevaluar proveedores de servicios y buscar alternativas en productos que sean biodegradables de tal manera que al ser utilizados en los procedimientos del taller generen un menor impacto al ser entregados al ambiente. Por ejemplo se propone la utilización de shampoo 100% biodegradable en el área de lavado de vehículos.
- Se propone la caracterización de las aguas residuales en la planta de tratamientos, con el fin de poder cuantificar exactamente el tiempo que

tarda el agua en degradarse química y biológicamente, y así poder determinar con mayor exactitud la mantenibilidad de la misma.

- Se propone un diagrama de proceso para la sensibilización, capacitación y culturización del recurso humano con miras al trabajo con base en el aseo, el orden y la limpieza.
- Se evaluaron la áreas de acopio de residuos, a su vez se demarcaron y se divulgo al interior de la empresa la ubicación de estos mismos centros de acopio de residuos de acuerdo a sus características.
- Se realizo un mantenimiento correctivo a la planta de tratamientos de aguas residuales recuperándose así su funcionalidad, se calcularon las eficiencias de dicha planta y se encontró que está en el orden del 95.5% de eficiencia, básicamente debido al tiempo de acertamiento que tiene el agua dentro de la misma.

## BIBLIOGRAFÍA

Cemex S.A. Obtenido de [www.cemexplaza.com](http://www.cemexplaza.com). 2010.

CHAPARRO, Rafael. Normatividad ambiental vigente relacionada con el sector transporte. Simposio Colfecar Bogotá: Colombia. 2009.

Contaminación del aceite usado de los coches. [www.ecologiaverde.com](http://www.ecologiaverde.com). Enero del 2010.

Ciencias de la tierra y el medio ambiente. [www.tecnun.es/asignaturas/](http://www.tecnun.es/asignaturas/) Ecologia. 2010.

DAMA. Departamento Administrativo del Medio Ambiente. Programa de reciclaje del DAMA. Bogotá: Colombia. 2.005.

DEPURACIÓN DE AGUAS. <http://www.educa.madrid.org/portal/c/portal/> layout. 2010.

El papel. <http://www.manueljodar.com/pua/pua3.htm>. 1998.

El vidrio. <http://www.dforceblog.com/2008/12/06/>. 2008.

Franklyn Associates Ltda. Agencia de protección ambiental de E.E.U.U. 1.996.

Gestión Integral de Residuos. México: 1994.

Guía Gestión para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2002.

Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización, Madrid: Mc Graw Hill. 1.995.

Impacto ambiental de los plásticos. [http://www.ambientum.Com/revista/2001\\_24/](http://www.ambientum.Com/revista/2001_24/). 2001.

LEFCOVICH, Mauricio. Las cinco (05) "S", [www.gestiopolis.com](http://www.gestiopolis.com), 2.004.

LLERAS S. Reciclemos. Gestión ambiental de áreas urbanas. Programa Nacional de Reciclaje Escolar. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente. INDERENA: 1994.

LOMBANA COY, Angie. Monografía Procesos de utilización de residuos sólidos plásticos para generar su disminución en la disposición final, Especialización Ingeniería ambiental. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Química. Bucaramanga: 2006.

LUND, Herbert F. Manual McGraw Hill del Reciclaje. Madrid. McGraw–Hill / Interamericana de España S.A: 1996. V1.

LUND, Herbert F. Manual McGraw Hill del Reciclaje. Madrid. McGraw–Hill / Interamericana de España S.A: 1996. V2.

Manual del reciclador. Bogotá. 1.999.

METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales. Madrid. McGraw Hill. 1996. T1.

Microsoft Corporation Encarta. Biblioteca de consulta. Microsoft 2002.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Lineamientos técnicos requeridos para la gestión ambientalmente adecuada de los aceites usados en motores. Bogotá: 2.008.

Plásticos en Colombia. Acoplásticos. 2001 – 2002.

PROMAPLAST. Caracterización de Residuos Plásticos. Botellas de vidrio para bebidas. 1996.

Refrigerante del motor. <http://widman.biz/Seleccion/refrigerante.html>. 2009

RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, Antonio. Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales. Universidad de Alcalá: 2006.

RODRIGUEZ ORJUELA, Cristian. Modelo para el manejo de desechos y las disposición final de aguas residuales en NTS National Truck Service S.A. Bogota: Universidad Industrial de Santander. 2009

ZAROR ZAROR Claudio, Introducción a la Ingeniería Ambiental para la Industria de Procesos. Cátedra Ingeniería Ambiental. Universidad de Concepción. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química. Concepción Chile: 2000.

## **ANEXOS**

Anexo A. Política de medio ambiente, seguridad y salud



Vicepresidencia Ejecutiva de Desarrollo

POLITICA

SOBRE

**MEDIO AMBIENTE, SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD**

AUTORIZA: Dirección General

APRUEBA: Vicepresidencia Ejecutiva de Desarrollo

REVISAR: Comité de Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud

Presidencia de la Región Norteamérica y Comercio Internacional

Presidencia de la Región Sudamérica y el Caribe

Presidencia de la Región Europea

Presidencia de la Región Iberia, Medio Oriente, Africa y Asia

Vicepresidencia Ejecutiva de Planeación y Finanzas

Vicepresidencia Ejecutiva de Administración

Vicepresidencia de Tecnología

Vicepresidencia de Organización y Rec. Humanos

Vicepresidencia de Comunicación Corporativa y Asuntos Públicos

ELABORA: Dirección de Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud

FECHA DE AUTORIZACION:

10 ABR 2006

REVISION: 04

## **I. PROPOSITO**

Definir y establecer lineamientos en materia de Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud (EHS).

## **II. ALCANCE**

A todas las unidades de negocio, áreas administrativas, empresas e instalaciones de CEMEX.

## **III. POLITICA**

En CEMEX, la prevención de accidentes, el cuidado de la salud, la protección del medio ambiente y el compromiso con la comunidad son parte integral de nuestra misión de negocio.

Es política de la compañía que todas sus operaciones sean seguras para el personal, las comunidades vecinas, las instalaciones y el medio ambiente.

Las unidades de negocio de CEMEX deberán de promover el Desarrollo Sustentable, poniendo en práctica acciones que permitan una mejora continua.

Entendiéndose por Desarrollo Sustentable como el balance adecuado entre la generación de riqueza producto de la operación del negocio, el cuidado del medio ambiente y la responsabilidad social.

Nuestra estrategia para el Desarrollo Sustentable se basa en tres acciones fundamentales:

- Utilizar la mejor Tecnología disponible en nuestros procesos operativos para asegurar la eficiencia energética y el uso óptimo de materias primas.
- Fomentar una Cultura Ambiental, de Seguridad Industrial y Salud Integral dentro de la empresa y en la comunidad, bajo el principio "Se cuida lo que se conoce".
- Emplear los equipos y sistemas más efectivos para el cuidado de nuestro personal, las instalaciones y el medio ambiente.

Para cumplir esta política, en CEMEX se deberá:

- Proporcionar un lugar de trabajo sano y seguro para nuestros trabajadores y contratistas, poniendo en práctica acciones que promuevan la prevención de accidentes y el cuidado de la salud integral.
- Cumplir con las leyes y regulaciones ambientales, de seguridad industrial y salud aplicables en cada unidad de negocio, así como los compromisos que se asuman voluntariamente en estas materias.

Hoja 2 de 6

- Ser un vecino ambiental y socialmente responsable, buscando trabajar “En Armonía con la Naturaleza” y manteniendo buenas relaciones con las comunidades donde operamos.
- Mantener una actitud proactiva, mediante acciones que trasciendan la actividad industrial para fomentar la conservación de los recursos naturales y la responsabilidad hacia el Medio Ambiente, la Seguridad Industrial y la Salud Integral.
- Adoptar y aplicar estándares internos que aseguren una mejora continua en aquellos países o lugares donde las leyes y regulaciones aplicables estén en proceso de desarrollo.
- Mantener canales de comunicación efectivos con nuestro personal y las comunidades vecinas.
- Proveer los recursos necesarios para la inducción y capacitación adecuada en estos temas a todo el personal.
- Fomentar la cultura de la Salud Integral en todo el personal, a través de programas de medicina preventiva y capacitación.

#### IV. APLICACION Y RESPONSABILIDADES

1. Cumplir y hacer cumplir esta política es responsabilidad de todos los que laboramos en CEMEX, así como el velar por la propia salud integral, nuestra seguridad y de las instalaciones, respetando todos los procedimientos de operación y señalando al superior inmediato, con oportunidad, la detección de condiciones o actos inseguros en el trabajo.
2. La Dirección de Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud (EHS Central), dependiente de la Vicepresidencia de Tecnología, tiene la responsabilidad de establecer y difundir los criterios generales y estándares de cumplimiento interno en las materias relacionadas con esta política, y de asesorar a las unidades de negocio en su implementación.
3. La Presidencia de cada país tiene la responsabilidad de designar a un Coordinador o Coordinadores de Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud (Coordinador País), y asegurarles recursos para el desarrollo adecuado de los programas y proyectos que permitan, como mínimo, el cumplimiento de esta política. Así mismo, en cada unidad de negocio se deberá contar, al menos, con una persona responsable para dirigir estas disciplinas.

4. EHS Central tendrá supervisión funcional mediante auditorías periódicas, para asegurar el cumplimiento de lo establecido en esta política, y los criterios generales y/o manuales respectivos.
5. Es responsabilidad de los Coordinadores País supervisar el cumplimiento de esta política y mantenerse actualizados sobre las leyes y reglamentos vigentes, así como en los que estén en proceso de desarrollo ó revisión, participando en forma proactiva con las autoridades. Deberán mantenerse en contacto con EHS Central para comunicar eventos relevantes y la información necesaria para los reportes consolidados centrales, manteniendo los archivos adecuados de Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud.
6. Es responsabilidad de EHS Central producir los reportes consolidados de Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud, hacer la distribución interna de los mismos y atender los requerimientos centrales de esta información.
7. En las negociaciones con proveedores se tomará en cuenta que cumplan con las leyes y regulaciones aplicables en materia de Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud, y se dará preferencia a la compra o contratación de materiales, productos y servicios acreditados como ambientalmente amigables.
8. Es responsabilidad de los Coordinadores País participar activamente en los estudios y/o proyectos para nuevas instalaciones, ampliaciones o reconversiones de equipos que sean de su competencia, para evaluar el impacto ambiental y el posible riesgo generado para la salud, la integridad del personal y las instalaciones, así como las implicaciones legales que se puedan presentar en materia de Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud, para asegurar el cumplimiento de esta política.
9. Es responsabilidad de los Coordinadores País establecer indicadores particulares de desempeño en materia de Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud Integral, e informarlos oportuna y periódicamente a los Presidentes País y EHS Central.
10. Es responsabilidad de EHS Central generar y facilitar la comunicación de experiencias e información sobre temas EHS entre los países y áreas de CEMEX para aprovechar sinergias.

11. Es responsabilidad de los Coordinadores País apoyar a las unidades de negocio en la formulación de sus planes, programas y objetivos, a fin de que contemple lo señalado en esta política.
12. Es responsabilidad de cada unidad de negocio realizar autoauditorías periódicamente para detectar y corregir las áreas de oportunidad encontradas, asegurando un proceso de mejora continua.
13. EHS Central debe presentar trimestralmente al Comité de Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud, los indicadores consolidados en esta materia, así como los programas y proyectos centrales en forma anual o cuando el Comité lo requiera.
14. En la producción de materiales referentes a temas de Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud, a difundirse interna o externamente a nivel local, los Coordinadores País deben involucrar a las áreas de Comunicación locales, quienes asegurarán el cumplimiento de las políticas establecidas a este respecto. Si se trata de material destinado a audiencias no locales (nivel internacional), los Coordinadores País deben comunicarlo a EHS y Comunicación Central, quienes validarán la información. Cada unidad de negocio es responsable de establecer un programa de comunicación dirigido a las audiencias de interés locales. Este programa debe ser desarrollado en coordinación con el departamento de Comunicación local, para asegurar que sea consistente con la estrategia de comunicación de la Compañía.
15. EHS Central debe coordinarse con el área de Comunicación Central para la producción y revisión del material institucional Ambiental, de Seguridad Industrial y Salud de CEMEX.
16. Es responsabilidad del Director de cada unidad de negocio el involucrarse en los aspectos de Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud, conduciéndose de acuerdo a lo establecido en esta política y sus manuales respectivos.
17. Cada Jefe de departamento es responsable de la detección y corrección de actos y condiciones inseguras, así como de que se realice la investigación de todos los accidentes e incidentes que ocurran en su área. En colaboración con el Coordinador de Seguridad Industrial de la unidad de negocio debe registrar en el SISTER y circular oportunamente los reportes resultantes de éstas investigaciones.
18. Cada unidad de negocio debe contar con un Programa de Salud en el Trabajo adecuado para las necesidades específicas de su personal, el cual debe desarrollarse con base en los lineamientos establecidos en el Manual de Salud CEMEX.

19. Cada unidad de negocio debe tener y cumplir un Programa para la Gestión de la Seguridad Industrial, atendiendo lo establecido en el Manual de Seguridad Industrial CEMEX.

20. Cada operación país deberá contar con un Sistema de Administración Ambiental (SGA), considerando como mínimo requerimiento lo establecido en el Modelo EHS Corporativo CEMEX. La acreditación de estos sistemas a estándares internacionales, será bajo la conveniencia y decisión de cada país, siempre y cuando esto no afecte los intereses de CEMEX.

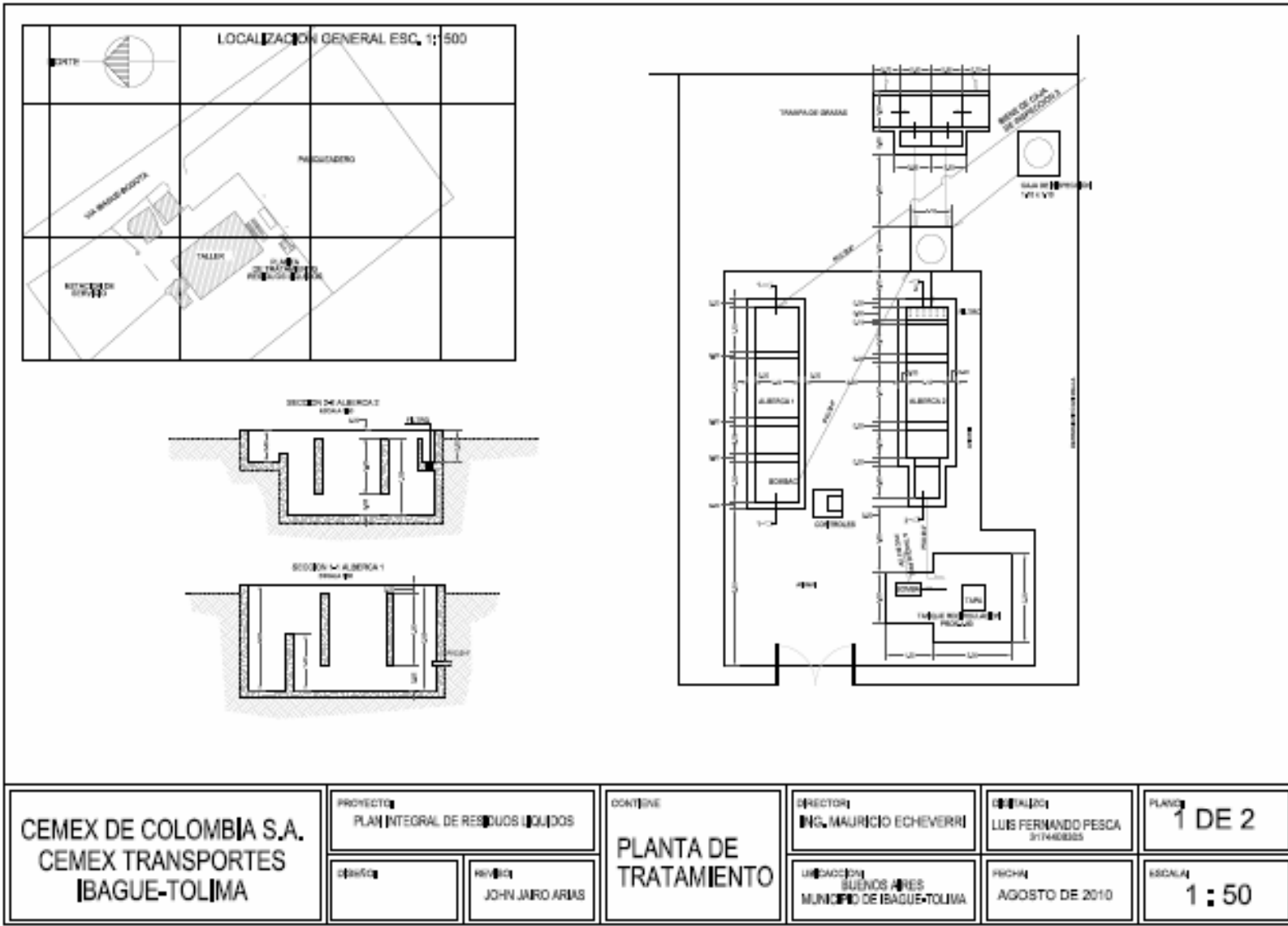
21. Con respecto a las materias primas y combustibles alternos:

Todas las unidades de negocio que utilicen o cuenten con planes de utilizar en el proceso de producción de cemento, materiales de origen no fósil o residuos como combustible alternativo, así como subproductos industriales o residuos como materia prima alternativa, deben desarrollar y poner en práctica un plan estratégico para cada proyecto. Este plan estratégico debe incluir:

- Programa de Comunicación interna/externa que destaque las ventajas del proyecto, para reforzar una imagen pública favorable y una buena reputación entre todos los grupos de interés. Este programa debe ser desarrollado y puesto en práctica en coordinación con el departamento de Comunicación local, para asegurar que sea consistente con la estrategia de comunicación de la Compañía, y para garantizar la correcta aplicación de las normas editoriales y de identidad corporativas.
- Reporte detallado de todos los factores técnicos, operacionales, legales, ambientales y de salud relacionados con el mismo.

El proyecto debe cumplir con las regulaciones aplicables y con la "Guía corporativa para la introducción y manejo de materias primas y combustibles alternos" de CEMEX.





<b>CEMEX DE COLOMBIA S.A.</b> <b>CEMEX TRANSPORTES</b> <b>IBAGUE-TOLIMA</b>	<b>PROYECTO</b> PLAN INTEGRAL DE RESIDUOS LIQUIDOS	<b>CONTIENE</b> <b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	<b>DIRECTOR</b> ING. MAURICIO ECHEVERRI	<b>CLIENTE</b> LUIS FERNANDO PESCA 317468325	<b>PLANO</b> 1 DE 2
	<b>INGENIERO</b> JOHN Jairo ARIAS		<b>UBICACION</b> SUENOS AERES MUNICIPIO DE IBAGUE-TOLIMA	<b>FECHA</b> AGOSTO DE 2010	<b>ESCALA</b> 1 : 50

## Anexo C. Resultado de laboratorio “Caracterización del agua”



Ibagué, Agosto 25 de 2010

REF 1198

Señores:  
Jhon Jairo Arias  
Ibagué – Tolima

Ref. Resultados Análisis de Aguas

Fecha de Toma de Las Muestras 496-497-498 13/08/2010  
499 18/08/2010


Análisis a Realizar: Físicoquímicos

### Datos del Muestreo

No Muestra	Sitio	Muestreo	Hora Toma de Muestras	Volumen Total
496	Entrada primera alberca desarenadora	Simple	11:00am	2000ml
497	Entrada primera alberca desarenadora	Simple	11:00am	2500ml
498	Salida primera alberca desarenadora	Simple	10:30am	2000ml
499	Salida tercera alberca (recircular)	Simple	7:00am	1500ml

### Resultados de análisis físicoquímicos

PARAMETRO/ Muestra	Unidad	496	497	498	499
Sólidos Suspendidos	mg/l	368	185.2	108.0	22
Sólidos Totales	mg/l	254	2700	908	120



Ing. Mauricio Hernández Sarabia  
Laboratorio de Química  
Universidad de Ibagué