

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Plan de investigación de fin de carrera titulado:

**“UTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS DE LA LÁMINA ASFÁLTICA ATR
TERMOADHERIBLE Y AUTOADHESIVO PARA CONFINAMIENTO DE
CORTOPUNZANTES, PILAS BOTÓN Y DESECHOS DE INCINERACIÓN”**

Realizado por:

CARLA SILVANA JURADO FIALLOS

Director del Proyecto:

ING. KATTY CORAL

Como requisito para la obtención del título de:

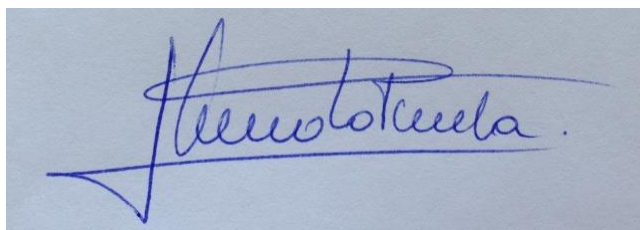
MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

2015

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, CARLA SILVANA JURADO FIALLOS, con cédula de identidad # 171258385-3, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



CARLA SILVANA JURADO FIALLOS

CI: 171258385-3

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“UTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS DE LA LÁMINA ASFÁLTICA ATR
TERMOSDHERIBLE Y AUTOADHESIVO PARA CONFINAMIENTO DE
CORTOPUNZANTES, PILAS BOTÓN Y DESECHOS DE INICNERACIÓN”**

Realizado por:

CARLA SILVANA JURADO FIALLOS

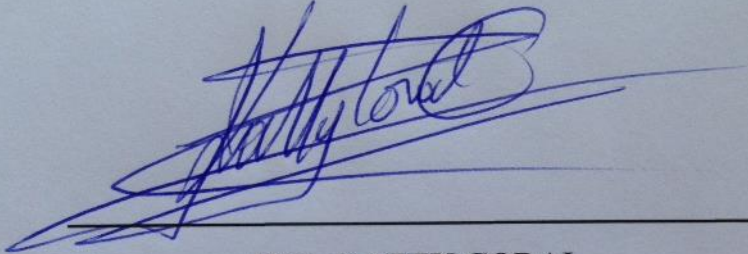
como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

ha sido dirigido por el profesor

ING. KATTY CORAL

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



ING. KATTY CORAL
DIRECTOR

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

KATTY CORAL

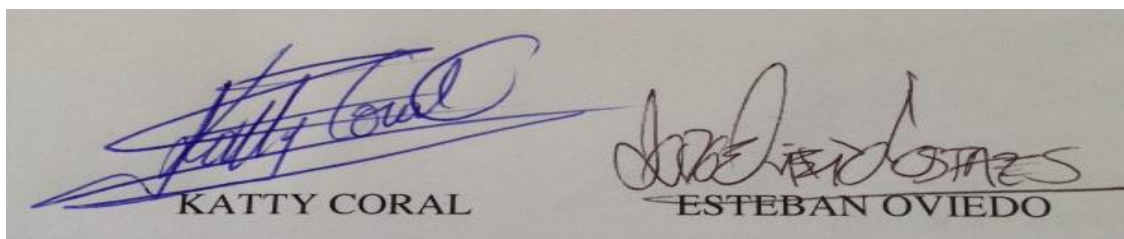
ESTEBAN OVIEDO

CARLOS ORDOÑEZ

Después de revisar el trabajo presentado,

lo han calificado como apto para su defensa oral ante

el tribunal examinador



The image shows two handwritten signatures in blue ink on a light-colored background. The signature on the left is for Katty Coral, and the signature on the right is for Esteban Oviedo. Below each signature, the name is printed in black capital letters.

KATTY CORAL **ESTEBAN OVIEDO**

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación, se lo dedico a mi familia quienes han sido mi guía y portadora de valores en mi vida, y de forma especial se la dedico a Javier mi esposo, quién fue el que me impulsó y me apoyó a seguir estos estudios cumpliendo así mi sueño anhelado de aportar mediante esta carrera al mejoramiento del Medio Ambiente que habitamos para el deleite de las generaciones futuras y principalmente de mi hija que está por venir.

AGRADECIMIENTO

Un sincero agradecimiento a los profesionales que impartieron su conocimiento en las aulas para el beneficio de los que participamos en esta Maestría.

A mi director de tesis, la Ing. Katty Coral por su amplio grado de conocimiento y compromiso con los profesionales que estamos convencidos de la gestión medio ambiental como forma de vida.

Finalmente agradezco a los profesores Esteban Oviedo y Carlos Ordoñez por su tiempo y conocimientos para la revisión y guía del presente trabajo de titulación

RESUMEN

La presente investigación estuvo dirigida y enmarcada en dos grandes objetivos, el primero en probar que los residuos industriales del corte de láminas ATR autoadhesivas y termoadheribles, que contienen base de asfalto y polímero, ofrecen sus propiedades y características para Encapsular/Confinar sustancias sólidas peligrosas como son cortopunzantes, pilas botón y desechos de incineración, obteniéndose como resultado, que por las propiedades del material utilizado, cumplen efectivamente con el Confinamiento de los elementos de ensayo.

El segundo objetivo, fue construir el equipo para confinamiento, el mismo que fue diseñado y estructurado por el Maestrante. Las características que presenta el equipo es que se puede elevar a grandes temperaturas, ya que maneja resistencias que utilizan luz de 220 voltios, la capacidad del equipo es de 10 kg por bloque y se puede producir bloques de 20 cm x 30 cm, por lo que al querer realizar este ensayo en escala industrial, se deberá construir un equipo más grande para obtener bloques de mayor tamaño y mejorar su rendimiento.

El producto final del estudio fueron bloques de láminas de ATR completamente sellados en cuyo interior se colocaron los materiales de ensayo que no fueron destruidos por la manipulación ni el calor a los que fueron sometidos, esto hace que el experimento baje su toxicidad.

Se llegó a concluir que la investigación cumplió con el objetivo de probar el confinamiento de las sustancias sólidas peligrosas, sin embargo, se deja como recomendación el que se realicen pruebas de lixiviados para probar la inertización de los materiales de ensayo en asfalto.

Palabras Clave: Confinamiento, desechos sólidos peligrosos, solidificación, asfalto.

ABSTRACT

The present research was directed and framed in two great goals, the first to prove that industrial waste from cutting ATR self-adhesive films and termoadheribles, which contain base asphalt and polymer, offer their properties and characteristics to encapsulate / confine dangerous solid substances such as sharps, button batteries and waste incineration, obtaining as a result, by the properties of the material used effectively meet the confinement of test elements.

The second objective was to build the team for confinement, which was designed and structured by the maestrante. Characteristics presenting team is that you can raise to great temperatures, since driving resistances using 220-volt light, equipment capacity is 10 kg per block and may result in blocks of 20 cm x 30 cm, so wanting to make this essay at industrial scale, you must build a larger team to obtain larger blocks and improve its performance.

The final product of the study were completely sealed sheets of ATR blocks inside which were placed the trial materials that were not destroyed by manipulation or heat that were submitted, this makes the experiment to lower its toxicity.

It was concluded that research had complied in order to prove the confinement of dangerous solid substances, however, stops as a recommendation which made leachate tests to test the inerting of trial asphalt materials.

Key words: Hazardous solid wastes, solidification, confinement, asphalt.

ÍNDICE

Capítulo I. INTORDUCCIÓN.

- 1.1. Antecedentes.
- 1.2. Importancia del Estudio: Justificación.
- 1.3. Objetivos
 - 1.3.1. Objetivo General.
 - 1.3.2. Objetivo Específico.
- 1.4. Características del Proyecto.

Capítulo II. MARCO TEÓRICO.

- 2.1. Técnica de Confinamiento/Inertización.
 - 2.1.1 Definición de Residuos
 - 2.1.2 Clasificación de los Residuos
 - 2.1.3 Residuos en el Distrito Metropolitano de Quito
 - 2.1.3.1 Cantidad de desechos que maneja el DMQ
 - 2.1.3.2 Clasificación de los desechos según el DMQ
 - 2.1.3.3 Tratamiento y Disposición de los Residuos Peligrosos
 - 2.1.3.3.1 Residuos Hospitalarios Peligrosos
 - 2.1.3.3.2 Residuos Peligrosos Domésticos
 - 2.1.4 Confinamiento/Inertización como alternativa de tratamiento para desechos peligrosos.
 - 2.1.4.1 Técnicas de Confinamiento e Inertización.
 - 2.1.4.2 Encapsulamiento en Asfalto o Bitumen.
- 2.2 Materiales a utilizar
 - 2.2.1 Asfalto Modificado como residuos Industrial

- 2.2.1.1 Asfalto Modificado
- 2.2.1.2 Obtención del Asfalto a partir del petróleo
- 2.2.1.3 Composición Química del Asfalto
- 2.2.1.4 Propiedades Físicas del Asfalto
- 2.2.1.5 Asfalto Modificado para Placas Antiruido ATR y Autoadhesivas.

2.2.2 Característica de los Desechos para el Confinamiento

- 2.2.2.1 Corto Punzantes
- 2.2.2.2 Pilas Botón (Pilas de Óxido de Plata/Mercurio)
- 2.2.2.3 Desechos Proceso de Incineración

Capítulo III. METODOLOGÍA.

3.1. Datos Previos

- 3.1.1 Características Físico- Químicas de los materiales para el proceso de Confinamiento/Inertización.

3.2 Diseño de Equipo de Pruebas

- 3.2.1 Materiales de Construcción del Equipo de Ensayo.

3.3 Procedimiento de Confinamiento/Inertización utilizado.

- 3.3.1 Descripción del Procedimiento General
- 3.3.2 Medidas de Seguridad y Recomendaciones para el Manejo del Equipo.

3.4 Ensayo con Pilas Botón, Cortopunzantes y Cenizas de Incineración.

Capítulo IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Cantidades y Volúmenes

- 4.1.1 Rendimiento Láminas ATR Termoadheribles.
- 4.1.2 Rendimiento Láminas ATR Autoadhesivas

4.1.3 Rendimiento del Equipo

4.2 Resultados del Confinamiento

4.2.1 Resultados Generales.

4.2.2 Disposición de los Morteros Obtenidos.

Capítulo V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

5.2 Recomendaciones

Capítulo VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

6.1 Bibliografía

6.2 Anexos

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

Tabla 1: Resistencia Química del Asfalto

Tabla 2: Especificaciones Técnicas de las Láminas ATR Termoadheribles

Tabla 3: Especificaciones Técnicas de Láminas ATR Autoadhesivas

Tabla 4: Clasificación de las Pilas Botón de acuerdo a su composición, tipo y características.

ÍNDICE DE FIGURAS E ILUSTRACIONES

Figura 1: Clasificación de Residuos Sólidos

Figura 2: Técnicas de Inertización

Ilustración 1: Proceso de Obtención del Asfalto

Ilustración 2: Productos de la Destilación del Petróleo

Ilustración 3: Esquema Coloidal de PFEIFFER

Ilustración 4: Fabricación de Láminas ATR

Ilustración 5: Fabricación de Láminas Autoadhesivas

Ilustración 6: Corte de Láminas ATR Autoadhesivas

Ilustración 7: Láminas ATR Termoadheribles colocadas en el auto y después del proceso del horno de pintura.

Ilustración 8: Diagrama de flujo de la incineración de desechos peligrosos.

Ilustración 9: Desechos de láminas después del corte

Ilustración 10: Cenizas proporcionadas por la Empresa INCINEROX

Ilustración 11: Equipo de Confinamiento

- Ilustración 12: Equipo Armado
- Ilustración 13: Colocación de polvo arcilloso
- Ilustración 14: Colocación de Láminas ATR Termoadheribles
- Ilustración 15: Retiro de polietileno láminas autoadhesivas
- Ilustración 16: Colocación de láminas ATR autoadhesivas
- Ilustración 17: Concentración de calor
- Ilustración 18: Elementos de Ensayo. Hojas de afeitar
- Ilustración 19: Elementos de Ensayo. Jeringas
- Ilustración 20: Elementos de Ensayo. Pilas botón
- Ilustración 21: Elementos de Ensayo. Cenizas de Incineración Empresa ICINEROX
- Ilustración 22: Tapa con presión
- Ilustración 23: Desmolde del bloque de confinamiento. Retiro del contenedor
- Ilustración 24: Desmolde del bloque de confinamiento. Separación de los costados con la ayuda de material arcilloso (Caolín).
- Ilustración 25: Desmolde del bloque de confinamiento. Enfriamiento en un cuerpo de agua.
- Ilustración 26: Desmolde del bloque de confinamiento. Calentamiento de la base con la ayuda de un soplete.
- Ilustración 27: Desmolde del bloque de confinamiento. Bloque terminado de confinamiento.
- Ilustración 28: Corte trasversal de Jeringas.
- Ilustración 29: Estructura de una carretera.
- Figura 3: Relación entre el índice ICP y el tipo de reparación
- Ilustración 30: Simulación del Proceso de Reciclaje.

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Plano del Equipo de Confinamiento

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN.

1.1. ANTECEDENTES.

Los desechos en forma general se los denomina como materiales, sustancias, objetos, cosas, entre otros, que se necesita eliminar porque ya no ostenta utilidad al usuario del mismo.

Los desechos son un mal que aqueja a la humanidad, ya que todo lo que se desprende de un proceso, ya sea este productivo, doméstico, hospitalario, e inclusive desechos orgánicos de los seres vivos, son generados y se les debe dar por obligación una disposición final, y es aquí donde radica el problema, ya que al haber en el mundo alrededor de 7 mil millones de habitantes con un crecimiento anual medio del 1.18%, cada país, ciudad, región, etc. debe crear nuevas alternativas para la recolección y disposición de los desechos que a través del tiempo, se van acortando los espacios para la transformación de los mismos.(Banco Mundial, 2014).

Para dicha problemática, a través del tiempo, se han dispuesto varias alternativas de manejo de los desechos, ya que una vez producido el desecho no se lo puede eliminar si no transformarlo o degradarlo, pero nunca eliminarlo por completo, tal es así y cabe destacar, que como indicáramos, los desechos son eliminados por su inutilidad, aunque, es recurrente que aquello que para uno es un desecho y como tal debe ser eliminado, otro individuo puede considerarlo todavía útil para su vida. Por ejemplo, una oficina, una empresa, o una industria, desechan aquellos documentos de papel que ya no necesitan, en tanto, hay gente que rescata de la basura dicho papel para revenderlo a quienes lo reciclan para obtener subproductos a partir de los mismos.

Cabe hacer una distinción de los tipos de desechos, porque no todos los desechos que se arrojan en el basurero son iguales, por un lado, se encuentran los desechos orgánicos, que son aquellos que ostentan un origen biológico, porque en algún momento estuvieron en vinculación con un ser vivo, tal es el caso de las ramas, hojas de los árboles y cáscaras de algunas frutas. Por otro lado, se hallan los desechos inorgánicos, que no presentan el mencionado origen biológico y son los que generalmente producen las empresas e industrias como plásticos y pinturas. También se tienen los desechos Hospitalarios que son desechos peligrosos para otros

seres vivos ya que en esta categoría se encuentran las jeringas, corto punzantes, y todos los desechos de la actividad misma del sistema médico. Y finalmente los desechos tóxicos, son aquellos que resultan altamente nocivos para la salud, como venenos, insecticidas, entre otros.

Entonces, el tratamiento de los desechos resulta ser una cuestión sumamente importante, especialmente en las grandes ciudades, que son aquellas que más desechos producen. Si no se mantiene una estricta política sanitaria alrededor de la recolección de los desechos, los mismos, podrán afectar severamente la calidad de vida de las personas.

En el Ecuador, se indica que apenas un 24% de los Gobiernos Autónomos Descentralizados ha iniciado procesos de separación en la fuente, 26% procesos de recuperación de materia orgánica y 32% de recolección diferenciada de desechos hospitalarios. El 73,4% de los vehículos de recolección del país son compactadores y se tiende a no utilizar equipos abiertos. El 70% de los equipos supera la vida útil de 10 años. (Ministerio del Ambiente, 2014).

Además se indica en la misma fuente que solo el 28% de los residuos son dispuestos en rellenos sanitarios, sitios inicialmente controlados que con el tiempo y por falta de estabilidad administrativa y financiera, por lo general, terminan convirtiéndose en botaderos a cielo abierto.

El 72% de los residuos restante es dispuesto en botaderos a cielo abierto (quebradas, ríos, terrenos baldíos, etc.), que provocan inconvenientes e impactos de diferente índole como taponamiento de cauces de agua y alcantarillados, generación de deslaves, proliferación de insectos y roedores; que traen consigo problemas ambientales y de salud a la población. (Ministerio del Ambiente, 2014).

Actualmente la generación de residuos en el país es de 4,06 millones de toneladas métricas al año y una generación per cápita de 0,74 kg. Se estima que para el año 2017 el país generará 5,4 millones de toneladas métricas anuales, por lo que se requiere de un manejo integral planificado de los residuos. (Ministerio del Ambiente, 2014).

Como búsqueda de los diferentes métodos para tener una disposición eficaz de los desechos, en el presente trabajo de titulación, se va a manejar el método de Confinamiento/Solidificación/Encapsulamiento de corto punzantes, pilas botón y desechos de incineración, en residuos de asfalto modificado.

Según Jesús Rosario en su Estudio de la estabilización y solidificación de metales pesados mediante la técnica de cementación - el proceso de Solidificación / Encapsulamiento, 2004 hoy en día representan una muy buena opción como técnica intermedia de tratamiento de

residuos tanto sólidos, líquidos y lodos. Estas técnicas surgen como una etapa intermedia dentro del sistema de tratamiento de corrientes concentradas de desechos industriales o no industriales, pero que puedan representar un peligro para la salud o el ambiente, estas técnicas basan su funcionamiento en el encapsulamiento de los materiales de forma tanto física como química, solidificación y estabilización.

Las técnicas de solidificación-estabilización utilizadas hoy en día, involucran el uso de distintos materiales que pueden proporcionar una matriz sólida y confiable de no lixiviar para evitar la contaminación del suelo y mantos freáticos.

Para aplicar esta técnica se utilizaron los residuos generados del procesamiento de las Láminas ATR de la Empresa JIREH cuyo proveedor o fabricante es la Empresa IMPTEK-CHOVA DEL ECUADOR.

La Empresa IMPTEK-CHOVA DEL ECUADOR, entre sus productos fabrica láminas de asfalto modificado insonorizantes para el sector automotriz, las mismas que se las denomina “ATR” en dos adaptaciones, termo adheribles y auto adhesivas. Las láminas fabricadas son procesadas cortando en diferentes formas de acuerdo a lo solicitado por las ensambladoras en la Empresa JIREH, este proceso, genera importantes desechos, los mismos que son eliminados en el mejor de los casos mediante la recolección común del Municipio.

1.2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO: JUSTIFICACIÓN

La Problemática de la eliminación de los desechos ha sido una preocupación a nivel mundial, ya que crece la población y la generación de desechos aumenta a la par, por lo que se han investigado una infinidad de métodos para poder tratar los desechos ya sean estos domésticos, industriales, peligrosos, hospitalarios, etc. con el fin de tratar de transformarlos, reutilizarlos, reciclarlos, etc. lamentablemente no se puede llegar a una eliminación total, porque un desecho generado ya no se lo puede eliminar en su totalidad.

Por lo que la presente investigación servirá para mitigar un problema presente en la sociedad, ya que un alto porcentaje de desechos peligrosos, no son gestionados y representan un peligro para la sociedad, tal es así que la utilización de agujas, cuchillas, jeringuillas,

infectadas de compuestos orgánicos, son enviadas a los botaderos municipales y/o en el mejor de los casos a los rellenos sanitarios sin ningún tipo de tratamiento.

Por otro lado tenemos los residuos industriales que sufren el mismo tratamiento, en algunas empresas se trata de reciclar, reusar, pero no en todos los casos les resulta rentable y optan por eliminarlos como un desecho común. Si se puede dar una alternativa de utilización de los residuos, el empresario será socialmente responsable y a la vez se generará una alternativa para un método adecuado de manejo de los desechos sólidos peligrosos.

Tanto para el sustrato como los elementos de estudio, son desechos que de no aplicar las técnicas establecidas serían entregadas a la basura común. Con el resultado de dicho estudio, se va a plantear posibles manejos de los bloques de confinamiento como última disposición.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

- Utilizar los residuos de las Láminas Asfálticas ATR, termo adheribles para el confinamiento de desechos cortos punzantes, pilas botón y desechos de incineración.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Construir un equipo para el confinamiento de desechos corto punzantes, pilas botón y desechos de incineración utilizando desechos de láminas asfálticas.
- Verificar la efectividad de confinamiento en asfalto de pilas botón y desechos de incineración.
- Plantear métodos de disposición final del resultado del Confinamiento.

1.4. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

El proyecto se desarrolló mediante el diseño y construcción de un equipo de confinamiento que por medio de calentamiento se podrá utilizar un tipo de lámina de Asfalto modificado denominada por el fabricante como ATR; se ensayaron los materiales escogidos

como corto punzantes, pilas botón y desechos de incineración y se elaboraron bloques de ATR confinando los materiales de ensayo.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO.

2.1. TÉCNICA DE CONFINAMIENTO/INERTIZACIÓN.

2.1.1 DEFINICIÓN DE RESIDUOS

Se puede definir los residuos como todo material que no tiene un valor directo y que es desechado por su generador. Pero esta definición no toma en cuenta el potencial de reciclaje, ya que el residuo al mismo tiempo también es materia prima (Benavides, 1993).

En La EMGIRS-EP del Distrito Metropolitano de Quito (2013), indica que residuo es cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o del que tenga intención o la obligación de desprenderse y desecho sólido es todo objeto, sustancia o elemento en estado sólido, generado y considerado sin utilidad por el ser humano, que se abandona, bota o rechaza y al que no puede reciclarse o reutilizarse.

Asimismo Benavides (1993), define que los residuos pueden convertirse en materias primas para otros productos, no necesariamente deben ser desechados si no que lo ideal sería que la tendencia mundial vea en los residuos la forma de reutilizarlos y reciclarlos, ya que se debe tomar en cuenta que una vez generado el residuo no se lo podría eliminar.

La mayor cantidad de residuos que se generan en una ciudad son los residuos sólidos urbanos, y los Municipios se ven obligados a invertir cantidades importantes en la recolección, manejo y disposición de los mismos.

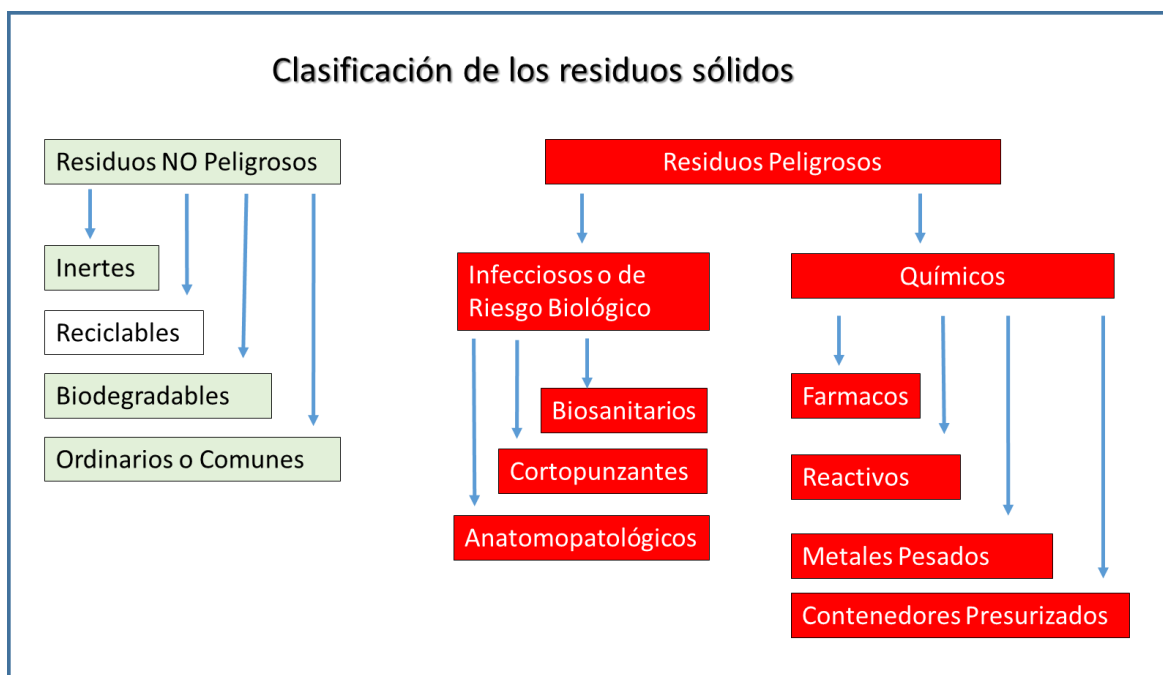
Los residuos sólidos urbanos incluyen todos los residuos que provienen de actividades animales y humanas. Son generados en las casas particulares, comercios y oficinas, es decir por cualquier actividad en los centros urbanos o en su zona de influencia. Normalmente se encuentran en estado sólido y no son calificados como peligrosos, pero tienen un alto poder

contaminante y pueden contener diversos agentes patógenos. Son formados por residuos sólidos orgánicos e inorgánicos (Colomer y Gallardo, 2007; De la Morena et al., 2003).

2.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

A los residuos, para su tratamiento se los ha clasificado de acuerdo a su peligrosidad, en el cuadro siguiente se presenta la clasificación de los residuos sólidos.

Figura 1. CLASIFICACIÓN DE REIDUOS SÓLIDOS



Fuente: Susana Quintero. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. 2010

www.slindeshare.net/yelipse/clasificacion-de-residuos-solidos

La clasificación que propone (De la Morena et,al, 2003) de acuerdo a su tratamiento final, lugar de producción y de los sectores del que proceden, es la siguiente.

En función del Tratamiento final tenemos los siguientes tipos:

- Inertes
Metales, vidrio, tierras, escorias, cenizas, cerámicas, etc.
- Fermentables

Productos Orgánicos putrescibles como pan, restos de pescado carnes, restos vegetales, etc.

- Combustibles

Papel, cartón, plásticos, cueros, textiles, etc.

En función de su lugar de producción

- Residencial
- Comercial
- Limpieza Vial
- Construcción y demolición
- Industriales
- Centros Sanitarios

En función de los sectores del que proceden

- Sector primario (agrícolas, ganaderos, forestales y mineros)
- Sector secundario (industriales)
- Sector terciario (distribución, servicios, consumo)

De acuerdo al Convenio de Basilea PNUMA (1989), las operaciones de eliminación de los residuos sólidos no pueden conducir a la recuperación de recursos, el reciclado, la regeneración, la reutilización directa u otros usos.

La sección A del Convenio de Basilea PNUMA (1989), abarca todas las operaciones de eliminación que se realizan en la práctica.

1. Depósito dentro o sobre la tierra (por ejemplo, rellenos, etc.)
2. Tratamiento de la tierra (por ejemplo, biodegradación de desperdicios líquidos o fangosos en suelos, etc.)
3. Inyección profunda (por ejemplo, inyección de desperdicios bombeables en pozos, domos de sal, fallas geológicas naturales, etc.)

4. Embalse superficial (por ejemplo, vertido de desperdicios líquidos o fangosos en pozos, estanques, lagunas, etc.)
5. Rellenos especialmente diseñados (por ejemplo, vertido en compartimientos estancos separados, recubiertos y aislados unos de otros y del ambiente, etc.)
6. Vertidos en una extensión de agua, con excepción de mares y océanos
7. Vertido en mares y océanos, inclusive la inserción en el lecho marino
8. Tratamiento biológico no especificado en otra parte de este anexo que dé lugar a compuestos o mezclas finales que se eliminen mediante cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A
9. Tratamiento fisicoquímico no especificado en otra parte de este anexo que dé lugar a compuestos o mezclas finales que se eliminen mediante cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A (por ejemplo, evaporación, secado, calcinación, neutralización, precipitación, etc.)
10. Incineración en la tierra
11. Incineración en el mar
12. Depósito permanente (por ejemplo, colocación de contenedores en una mina, etc.)
13. Combinación o mezcla con anterioridad a cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A
14. Reempaque con anterioridad a cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A
15. Almacenamiento previo a cualquiera de las operaciones indicadas en la sección A

2.1.3 RESIDUOS EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.

2.1.3.1 CANTIDAD DE DESECHOS QUE MANEJA EL DMQ

Según la Empresa Pública Metropolitana de Aseo, (Agencia Pública de Noticias de Quito, Prensa QUITO, 2014) se recogen alrededor de 1500 toneladas al día y 2000 en promedio, los lunes y martes que son los días en los cuales hay, por diversos motivos, un mayor volumen de desperdicios.

Para recoger la cantidad de basura mencionada, EMASEO cubre Quito con 232 rutas, divididas en diaria, en diurnas y nocturnas, es decir, los vehículos de recolección recorren 2200 km aproximadamente al día, para atender a más de 750000 viviendas y negocios ubicados en 18400 manzanas de la ciudad. (EMASEO, 2014)

La EMGIRS-EP (2014), establece que Según la “Evaluación integral del sistema de gestión de residuos hospitalarios en Distrito Metropolitano de Quito. Pozo, 2011”, el índice de generación de desechos peligrosos hospitalarios se encuentra entre 1,2 kg/paciente/día en los establecimientos de hospitalización con más de 50 camas y de 0.15 kg/paciente/día en las clínicas o consultorios veterinarios

2.1.3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS SEGÚN EL DMQ

Para motivos de este estudio, nos enfocamos en los residuos Infecciosos o de Riesgo Biológico, para lo cual la “Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos” EMPGIRS-EP (2013), indica que conforme lo establece el Reglamento para el “Manejo de los Desechos Infecciosos para la Red de Servicios de Salud en el Ecuador”, publicado en el Registro Oficial No. 338 (2010), la clasificación de los Desechos Infecciosos es la siguiente:

- b.1. Cultivos de agentes infecciosos y desechos de producción biológica, vacunas vencidas o inutilizadas, cajas de Petri, placas de frotis y todos los instrumentos usados para manipular, mezclar o inocular microorganismos.
- b.2. Desechos anatomo-patológicos: órganos, tejidos, partes corporales que han sido extraídos mediante cirugía, necropsia u otro procedimiento médico.

- b.3. Sangre, sus derivados e insumos usados para procedimientos de análisis y administración de los mismos.
- b.4. Fluidos corporales.
- b.5. Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos o animales; en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos.
- b.6. Cadáveres o partes anatómicas de animales provenientes de clínicas veterinarias o que han estado expuestos a agentes infecciosos en laboratorios de experimentación.
- b.7. Todo material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales.

La EMGIRS- EP (2014) del Distrito Metropolitano de Quito establece en el Glosario que “Residuos Domésticos Peligrosos, (RDPs)”, son aquellos que por su característica física o química como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad o inflamabilidad, o de riesgo biológico, puedan causar daños al ser humano o al medio ambiente, como, y sin exclusión, pilas, baterías, residuos de aceite de motor, residuos de combustibles, latas de barnices y pinturas, residuos y envases de insecticidas, destapa caños, desinfectantes, lámparas fluorescentes, entre otros.

En la Sección II de la Ordenanza Municipal 213 (2013) “De los servicios Ordinarios y especiales de Aseo”, Art II.346, indica que SERVICIO ESPECIAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS.- Es el manejo de residuos especiales que comprenden los objetos, elementos o sustancias que se abandonan, botan, desechan, descartan o rechazan y que sean patógenos, tóxicos, corto punzantes, explosivos, reactivos, radioactivos o volátiles, corrosivos, e inflamables, así como los empaques o envases que los hayan contenido, como también los lodos, cenizas y similares, directamente afectados por estos. No se cita a la ordenanza 404, ya que no contempla glosario de términos y no da un concepto de residuo sólido peligroso.

Por lo tanto y de acuerdo a la clasificación del Distrito Metropolitano de Quito, se establece que los elementos de estudio de este trabajo son residuos peligrosos diferenciados para su tratamiento de la siguiente forma:

- Pilas Botón: Residuos Domésticos Peligrosos
- Cortopunzantes: Residuos Hospitalarios Peligrosos
- Cenizas (desechos de incineración): Residuos Peligrosos.

El Distrito Metropolitano de Quito, realiza la recolección de los residuos industriales, los cuales son clasificados de acuerdo al tipo de residuo, en la Ordenanza Municipal 100 (2003), en el Artículo II.346. Se define como servicio ordinario el que presta EMASEO o las empresas contratadas a los domicilios. Son servicios especiales los siguientes:

Servicio especial industrial: es el manejo de los residuos, lodos y demás elementos generados en las actividades propias del sector industrial, como resultado de los procesos de producción.

En la sección V de los Servicios Especiales de Desechos Hospitalarios Industriales y Peligrosos, de la misma ordenanza, en el Artículo II LODOS INDUSTRIALES, indica “que el productor de cualquier residuo considerado como lodo industrial tiene la obligación de neutralizarlo...”. DISPOSICIÓN DE LOS LODOS INDUSTRIALES, una vez que el lodo esté estabilizado, será responsabilidad de cada industria su transporte hasta el sitio de disposición final establecido por EMASEO.

Con respecto a residuos Industriales que no pertenezcan a lo anteriormente descrito, EMASEO realiza campañas de reciclado, re uso y reducción, desde la fuente, por lo que al hablar de los residuos de ATR, por la composición de este desecho, no se lo considera como peligroso, ya que el asfalto que es el % mayor de composición de la lámina, es orgánico y no tiene afectación en el suelo.

La Empresa JIREH, desaloja de sus instalaciones una vez al mes los desechos de ATR autoadhesivo y termoadherible, y los lleva a depositar en los botaderos públicos, actualmente se está haciendo la gestión para que EMASEO utilice los residuos de este proceso como impermeabilizante para los rellenos sanitarios.

2.1.3.3 TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

2.1.3.3.1 RESIDUOS HOSPITALARIOS PELIGROSOS

Para los residuos Hospitalarios Peligrosos como los cortopunzantes, el Distrito Metropolitano de Quito ha dispuesto mediante Registro Oficial No. 338 (2010), en el Capítulo IV “De la Generación y Separación” Art 8, que los objetos cortopunzantes deberán ser colocados en recipientes desechables a prueba de perforaciones y fugas accidentales.

Como indica el Registro Oficial antes mencionado, todo hospital, clínica, centro de salud, veterinarias, etc. están en la obligación de separar los desechos peligrosos de tal forma

que no pueda existir riesgo para la salud humana, una vez recolectados dichos elementos, son entregados a los Gestores Ambientales aprobados por el Municipio de Quito o a su vez, deben entregar los desechos hospitalarios de riesgo biológico infecciosos a la recolección y transporte desde los establecimientos de salud del Distrito Metropolitano de Quito hacia la planta de tratamiento en el Relleno Sanitario El Inga, la EMGIRS-EP (2014) ha contratado los servicios de AV CORP, empresa que a partir del 5 de diciembre del 2014 se encuentra en operación dentro del DMQ y que se encarga de la recolección de los desechos sólidos peligrosos desde la fuente.

Según los datos proporcionados por La EMGIRS-EP (2014), los desechos son conducidos a la Planta de Tratamiento de El INGA y el tratamiento se basa en la eliminación del riesgo a través de un proceso de esterilización de los desechos hospitalarios infecciosos mediante la aplicación de alta temperatura y presión por un determinado tiempo. Para este efecto, se cuenta actualmente con tres equipos, denominados autoclaves MWTS 1500 BAUMER, con una capacidad operativa de 130 a 150 kg/ciclo, lo cuales utilizan vapor para alcanzar elevadas temperaturas, que permiten la eliminación de los medios de vida de bacterias, gérmenes, virus, entre otros agentes infecciosos.

Una vez esterilizados los desechos, los residuos hospitalarios inactivos son depositados en celdas asignadas en el mismo relleno sanitario de EL INGA.

2.1.3.3.2 RESIDUOS PELIGROSOS DOMÉSTICOS

La EMGIRS -EP (2014) indica que, siendo la encargada de la ejecución de la gestión integral de los residuos sólidos producidos en el Distrito Metropolitano de Quito; garantiza la continuidad de los servicios de Recolección, Transporte y Confinamiento de pilas y baterías de botón de uso doméstico en desuso de una manera técnica y controlada, para lo cual se han realizado campañas de concientización a la ciudadanía principalmente en lo que tiene que ver con la recolección diferenciada de las pilas y baterías para que sean entregadas en sitios específicos dispuestos por la DMQ para este fin.

2.1.4 CONFINAMIENTO/ INERTIZACIÓN COMO ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO PARA DESECHOS PELIGROSOS

Según (Ortiz Jesús, 2004), las tecnologías de Solidificación/Estabilización (S/E), aplicadas inicialmente al tratamiento de los residuos radiactivos y posteriormente aplicadas a los residuos tóxicos y peligrosos, así como a suelos y sedimentos contaminados, se basan en la obtención, mediante la mezcla de residuo o residuos a tratar con aglomerantes más aditivos adecuados, de un producto final, que tras un tiempo de fraguado y curado, se convierte en un residuo inerte de fácil deposición en vertederos controlados.

Los residuos especiales sólidos deben ser transformados en inertes antes de su deposición en vertedero. La inertización los somete a un tratamiento físico-químico que elimina o disminuye la movilidad de sus componentes tóxicos. (Ortiz Jesús, 2004).

Según los estudios realizados, se dice que el encapsulado es la forma más económica para disponer de los residuos corto punzantes, estos se disponen en un envase hasta ocupar tres cuartos de capacidad y se vierten sustancias tales como cemento líquido, arena bituminosa, hasta rellenar el recipiente. Cuando la sustancia se seca el envase puede ser dispuesto en un relleno específico para este fin y controlado. (Ortiz Jesús, 2004),

Según (Abburrá, et ál, 2009) la solidificación es un método de tratamiento configurado para modificar y mejorar las características físicas de manipulación y seguridad de cualquier residuo peligroso, o modificar las características físicas, químicas o biológicas de modo de transformar un tóxico a no peligroso o menos peligroso. Además transforma un residuo peligroso para que sea más fácil su manipulación, transporte y disposición final y hacerlo más seguro para el ambiente o incluso encontrar una nueva utilización.

La estabilización e inertización es una técnica aplicada para reducir el peligro potencial de un residuo, transformando el contaminante en una forma menos soluble, menos móvil y disminuir su interacción con el medio. Mientras que la encapsulación es un proceso que incluye el recubrimiento total de un residuo tóxico con un aglomerante (aditivos generales o aglutinantes específicos con agregados finos y gruesos) (Baldo y García. 2005).

2.1.4.1 TÉCNICAS DE CONFINAMIENTO E INERTIZACIÓN

(Rodríguez J.J e Irabien.A (1999) proponen la siguiente clasificación para las diferentes técnicas de inertización que pueden ser utilizadas para el tratamiento de residuos peligrosos.

Figura 2. TÉCNICAS DE INERTIZACIÓN

Procesos de Separación			Térmicos	Proceso de Estabilización/Solidificación		
Métodos				Aglomerante		
Químicos	Físicos	Biológicos	Encapsulación termoplástica	SIN	CON	
Neutralización	Separación membranas	Biorremediación	Microencapsulación	Autocementación	Inorgánico	Orgánico
Precipitación	Adsorción	Biorreactores	Vitrificación		Cemento Puzzolánico	Asfaltos/Bitumen
Oxidación /Reducción	Evaporación		Cal-puzolanas		Poliesteres	
Coagulación/ Floculación	Sedimentación		Yeso		Resinas epoxi	
Extracción	Centrifugación		Silicato		Resinas epoxi	
Electroquímicos			cenizas		Urea-formaldehido	
		Volantes	Poliolefinas			
		Escorias de Carbón	Geles Poliméricos			
			Poliuretano			

Fuente: Rodriguez J.J e Irabien 1999. Los residuos peligrosos. Caracterización tratamiento y gestión.

Elaborado por: Carla Jurado (2015).

Entre las diferentes técnicas de Inertización, tenemos las que utilizan aglomerante, con compuestos orgánicos en específico con Asfaltos/Bitumen, que es la técnica utilizada para el presente trabajo.

2.1.4.2 ENCAPSULAMIENTO EN ASFALTO O BITUMEN

El desecho utilizado de láminas ATR que son base asfalto, se considera como un termoplástico, ya que sus características tanto como lámina como del asfalto o bitumen, hacen que encapsulen los residuos peligrosos, a través del calentamiento y secado de betunes asfálticos, parafinas o polietileno. El intervalo de calentamiento que se emplea para el ensayo se encuentra entre las temperaturas de 170 A 200 °C. Posteriormente se produce un enfriamiento, obteniéndose una mezcla sólida rígida.

El Ministerio del Ambiente, ha realizado estudios sobre la técnica de Encapsulamiento de Desechos Peligros y es así que en el “Estudio para conocer los potenciales impactos

ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador” (2013), propone un flujo del proceso compuesto por las siguientes etapas:

- a. Recepción: los desechos peligrosos que se planean encapsular en el proceso son ingresados a la planta. La descarga de los desechos peligrosos deberá sujetarse a lo establecido en el ítem 6.1.7 de la NTE INEN 2266:2010 “Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos”.
- b. Almacenamiento Temporal: Todos los desechos peligrosos que han sido receptados pasan al área de acopio temporal, la cual cuenta con las condiciones requeridas para su almacenamiento, según lo establecido en el ítem 6.1.7.10 de la NTE INEN 2010, aquí los desechos deberán permanecer el menor tiempo posible para evitar posibles accidentes.
- c. Clasificación: Los desechos son clasificados de acuerdo a su nivel de peligrosidad y compatibilidad, ya que no se deben encapsular desechos incompatibles, debido a que pueden causar potenciales reacciones no deseadas. En esta etapa se pueden rechazar desechos peligrosos que no se pueden encapsular.
- d. Encapsulamiento: Es la técnica utilizada para aislar una masa de desechos peligrosos a través de un revestimiento completo utilizando sustancias que lo permitan. El encapsulamiento le proporciona a los desechos peligrosos una consistencia sólida y dura, impidiendo que el ambiente llegue a tener inferencia directa en el agente contaminante.
- e. Disposición final: En esta etapa del proceso las cápsulas generadas son situadas ya sea en depósitos de seguridad de los rellenos sanitarios o se realizan otras actividades, dependiendo del tipo de encapsulamiento, como por ejemplo: bloques para construcciones, estructura de carreteras de hormigón, material para asfalto, etc.

El Objetivo del producto final es:

- Mínima producción de lixiviados. Es uno de los objetivos más importantes a tener en cuenta en los procedimientos S/E. Aunque se pretende que la permeabilidad sea lo más pequeña posible, es muy difícil conseguir que sea nula, por lo tanto se produce una cantidad de lixiviados, que debe intentarse que sea lo mínima posible.

- Permeabilidad reducida, para que el agua no penetre en el mortero y evite contaminación de aguas subterráneas.
- El producto final no debe ser inflamable, biodegradable, combustible, ni poseer reactividad química, ni producir olores.
- Resistencia elevada a la compresión, con el objeto de que se pueda disponer de una forma segura e incluso sirva para fines más diversos, como zonas de recreo, construcción de edificios, aglomerados para carreteras, etc.
- Que contengan una amplia gama de residuos, de esta forma disminuyen las complicaciones en el proceso y por lo tanto los costes.
- Un objetivo secundario de este tipo de procesos, es una posible recuperación de ciertos elementos, como por ejemplo ciertos metales.

2.2. MATERIALES A UTILIZAR

2.2.1. ASFALTO MODIFICADO COMO RESIDUO INDUSTRIAL.

2.2.1.1. ASFALTO MODIFICADO

Para poder comprender la composición de las placas antirruído, debemos estudiar al asfalto como tal y el asfalto modificado que es la parte fundamental de los ATR.

2.2.1.2 OBTENCIÓN DEL ASFALTO A PARTIR DEL PETRÓLEO.

El petróleo se extrae de los yacimientos detectados por varios métodos. Se ha definido por medio de estudios específicos que no todos los petróleos crudos contienen asfaltos, y, en los que los contienen, las proporciones obtenidas son muy variables. Los crudos de petróleo se dividen fundamentalmente en dos grupos: crudos parafínicos y crudos asfálticos. (Manual de Asfaltos CHOVA del ECUADOR, 2005)

Los crudos parafínicos no contienen en cantidades apreciables asfalto y la cantidad del que contienen no suele permitir su aprovechamiento directamente. A veces cuando no se dispone de otro crudo para la obtención del asfalto se recurre al tratamiento de crudos parafínicos o semi parafínicos mediante procesos de soplado que permiten la obtención de asfaltos de calidad escasamente satisfactoria, cuyo costo resulta forzosamente mucho más

elevado que el de los asfaltos obtenidos por destilación directa de crudos adecuados. (Manual de Asfaltos CHOVA del ECUADOR, 2005).

Los crudos asfálticos son, como su propio nombre indica, los más adecuados para la obtención del asfalto. La proporción de este material obtenida de estos crudos puede variar según su origen, pero la calidad del asfalto obtenido es siempre suficientemente satisfactoria.

Hay que observar que la calidad de un asfalto depende en gran manera del crudo de que se ha extraído, de tal forma que existe una verdadera producción especializada de crudos de petróleo para la obtención de asfaltos para aplicaciones determinadas.

La obtención del asfalto se realiza por medio de destilación de los diferentes tipos de petróleo que ya hemos descrito. El petróleo crudo se hace circular a gran presión y velocidad por una tubería situada en el interior de un horno que alcanza temperaturas elevadas. El petróleo así calentado, se introduce en la torre de destilación en la que se prepara en sus distintos componentes, que se clasifican, de abajo arriba, en orden de densidad decreciente, de forma que mientras por la parte superior de la torre se extrae gasolina, keroseno, gas oil, etc. en la parte inferior de la torre se acumula el asfalto, que es el residuo pesado de la destilación. (REPSOL, 2000).

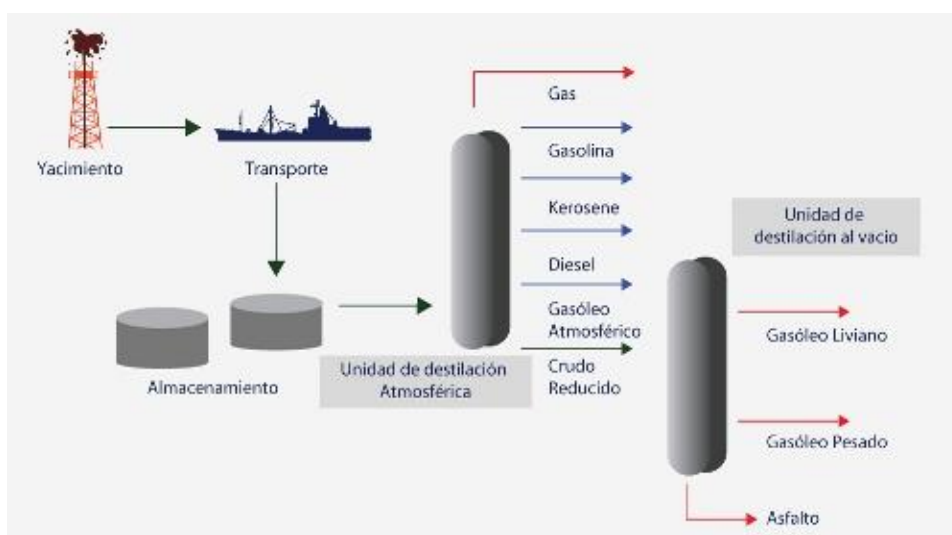


Ilustración 1. PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ASFALTO

Fuente: REPSOL (2000) www.repsol.com

DESTILACIÓN DE PETRÓLEO



Ilustración 2. PRODUCTOS DE LA DESTILACIÓN DEL PETRÓLEO

Fuente: REPSOL (2000) www.repsol.com

En el caso de la destilación del petróleo Ecuatoriano, se hace una destilación agresiva ya que es de interés extraer la mayor cantidad de productos como la gasolina, keroseno, etc, y el residuo es un asfalto envejecido.

2.2.1.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ASFALTO.

Como indica Arenas Hugo, (2000), al igual que el petróleo crudo, el asfalto, es una mezcla de numerosos hidrocarburos, mezclados en proporciones muy diferentes.

La mayoría de estos hidrocarburos están presentes en el petróleo crudo, pero el proceso de refinación da también lugar a cambios en su estructura molecular. Como los hidrocarburos livianos se eliminan durante ese proceso, la gran mayoría de los hidrocarburos son pesados y de molécula complicada.

Los hidrocarburos constituyentes de los asfaltos, pueden pertenecer a uno o varios de los siguientes grupos: Arenas Hugo, (2000).

- Alifáticos saturados o parafínicos
- Nafténicos o cicloparafínicos
- Aromáticos
- Alifáticos no Saturados.

Además del carbono e hidrógeno, constituyentes principales de los hidrocarburos, se encuentran presentes, azufre, nitrógeno, vanadio, níquel, entre otros. Estos minerales desempeñan un papel muy importante dentro del comportamiento del asfalto.

La estructura molecular del asfalto se ha considerado tradicionalmente como un coloide dado sus características de flujo no newtoniano, elasticidad retardada, exudación de aceites, floculación de asfaltenos bajo la acción de solventes no polares, etc. Estas características inducen a pensar que el asfalto es líquido micelar compuesto por dos fases, una continua o maltenos y otra discontinua o asfaltenos. (Arenas Hugo, 2000).

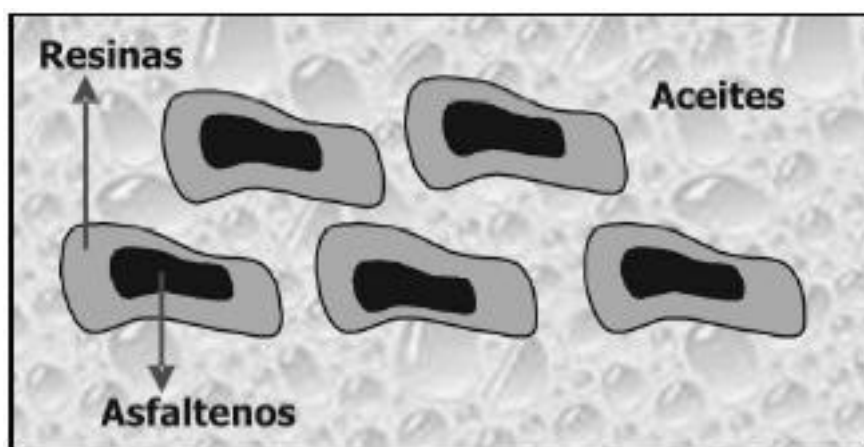


Ilustración 3. ESQUEMA COLOIDAL DE PFEIFFER

Fuente: Arenas Hugo, 2000. Tecnología del Cemento Asfáltico

Se llaman asfaltenos a los cuerpos que precipitan, y maltenos a los cuerpos que quedan disueltos. Los maltenos suelen dividirse en aceites y resinas. Se llaman resinas los componentes de los maltenos con mayor poder de adsorción, y aceites a los de menor poder. Arenas Hugo, (2000).

Los asfaltenos son los principales componentes del núcleo de las miscelas, los aceites predominan en el líquido intermicelar y las resinas constituyen una fase intermedia entre núcleo y líquido intermicelar. [Ver ilustración 3.](#)

De acuerdo a su composición química del asfalto, para poder modificar el asfalto y su posterior aplicación en forma que ha bien tuviere, a continuación (Arenas, Hugo 2000) presenta una tabla de la resistencia química del Asfalto, en la misma que se presente diversos agentes químicos a 25 y 50 ° C y para calificar el comportamiento del asfalto se ha empleado los símbolos “E” Excelente; “B” bueno; “A” Aceptable; “R” regular y “N” no recomendable.

Tabla 1. Resistencia Química del Asfalto

ÁCIDOS		
	25°C	50°C
Acético 10%	N	N
Benceno Sulfónico 10%	E	E
Benzoico	E	E
Bórico	E	E
Butírico 100%	N	N
Crómico 10%	A	R
Cítrico 10%	E	E
Fórmico 90%	E	E
Ácidos Grasos 100%	A	N
Clorhídrico 37%	E	E
Cianhídrico 25%	E	E
Nítrico 5%	A	R
Nítrico 40%	N	N
Fosfórico 85%	E	E
Sulfúrico 50%	E	A
Sulfúrico 93%	N	N
BASES		
Hidróxido Amónico 28%	B	A
Hidróxido Cálcico saturado	B	A
Potasa	A	R
Sosa	A	R
SALES ACIDAS		
Cloruro, sulfato, nitrato de amonio	E	E
Cloruro, sulfato, nitrato de cobre	E	E
Cloruro, sulfato, nitrato de hierro	E	E
Cloruro, sulfato, nitrato de níquel	E	B
SALES BÁSICAS		
Bicarbonato Sódico 10%	E	E
Carbonato Sódico 10%	B	A
Fosfato trisódico 10%	A	N

MATERIALES ORGÁNICOS		
Acetona 100%	N	N
Anilina	N	N
Benceno	N	N
Gasolina	E	B
Industria de Fertilizantes	N	N
Industria del Acero	E	E
Industria Textil uso general	E	E
Industrias Varias. Aguas potables y residuales	E	E
Industria de la Alimentación	E	E
Blanqueo con hipoclorito /clorito	N	N

Fuente: Asfaltos Chova España 1995

2.2.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS DEL ASFALTO

De acuerdo a la composición química del asfalto, se derivan las propiedades físicas.

Las propiedades físicas se las define según, Asfaltos Chova España (1995) como aceites, líquidos poco viscosos, no adherentes y de color claro. Son los componentes más estables del asfalto y muy semejantes a aceites lubricantes. El asfalto debe su deformabilidad fundamentalmente a los aceites que permiten el desplazamiento de unas micelas respecto a las otras.

Las resinas son cuerpos semisólidos, translúcidos, muy adherentes. Su adhesividad se debe principalmente a su contenido en aromáticos y en cuerpos polares, como los ácidos nafténicos. (Asfaltos Chova España 1995)

Los asfaltenos son muy aromáticos e intrínsecamente muy adherentes pero esto mismo hace que, rodeados de una armadura de resinas fuertemente adsorbidas, no intervengan directamente en adherencia a los otros cuerpos. Sin embargo, su presencia es fundamental en el comportamiento del asfalto, pues su actividad como centro de adsorción de las resinas a los núcleos la rigidez a que el asfalto debe sus propiedades mecánicas. Asfaltos Chova España (1995).

Las propiedades físicas de un asfalto dependen, fundamentalmente, de las proporciones de asfaltenos, resinas y aceites que contiene.

Los aceites no son solamente los principales responsables de la deformidad del asfalto, sino que, por su gran estabilidad química, protegen de la oxidación y de otros agentes agresivos

a los restantes componentes, que son algo menos estables. Esto hace que los asfaltos sean más resistentes al envejecimiento cuanto mayor proporción de aceites contienen.

En las aplicaciones prácticas hay que elegir el tipo de asfalto a emplear mediante un compromiso entre dos tendencias emplear un asfalto con muy pocos aceites, muy poco deformable a temperatura ordinaria y emplear un asfalto con muchos aceites, poco sensible al envejecimiento. (Asfaltos Chova España 1995)

2.2.1.5. ASFALTO MODIFICADO PARA PLACAS ANTIRUIDO ATR Y AUTOADHESIVAS

La Empresa Imptek- Chova del Ecuador, ha especializado su tecnología para producir asfaltos modificados con polímeros para aprovechar todas las propiedades químicas y físicas del asfalto revisadas en el acápite anterior. Como ya se dijo, el asfalto debe contener la mayor cantidad de maltenos/aceites en su composición para que sea maleable y poco susceptible al envejecimiento y de esa manera poder aprovechar sus propiedades en la construcción, ya sean de caminos o arquitectónicos y para la industria automotriz principales áreas de comercialización de la Empresa.

Es así, que según el Manual de Asfaltos CHOVA del ECUADOR (2005) un asfalto modificado es el producto de la disolución o incorporación en el asfalto de un polímero, que son sustancias estables en el tipo y a cambios de temperatura, que se le añaden al material asfáltico para modificar sus propiedades físicas y reológicas, y disminuir su susceptibilidad a la temperatura y a la humedad, así como a las oxidación.

La misma fuente indica que los modificadores producen una actividad superficial iónica, que incrementa la adherencia en la interfase entre el material pétreo o sustrato y el material asfáltico, conservándola aún en presencia del agua. También aumentan la resistencia de las mezclas asfálticas a la deformación y a los esfuerzos de tensión repetidos y por lo tanto a la fatiga y reducen el agrietamiento, así como la susceptibilidad de las capas asfálticas a las variaciones de temperatura.

Es usual que la modificación en los asfaltos se lo haga con polímeros, (Arenas Hugo, 2000) define a los polímeros como sustancias macromoleculares naturales o sintéticas obtenidas a partir de moléculas más sencillas por reacciones poliméricas, de allí su denominación de polímeros.

El asfalto modificado que se utiliza en las láminas de ATR y Autoadhesivas son con polímeros elastómeros o cauchos estireno butadieno estireno (SBS).

Los elastómeros o cauchos según (Arenas Hugo, 2000), son polímeros lineales amorfos, generalmente insaturados. Sometidos a un proceso de vulcanización adquieren una estructura parcialmente reticulada, lo cual le confiere las propiedades elásticas.

Los cauchos de uso más generalizado son: el caucho natural, los cauchos de etileno-propileno, los elastómeros termoplásticos de butadieno estireno (SBS).

Propiedades que adquiere el asfalto con la aditivación de los polímeros. Arenas Hugo (2000)

Entre las características principales que adquiere un asfalto polimerizado y que se aprovechan para la fabricación de las láminas ATR y Autoadhesivas.

1. El asfalto adquiere propiedades mecánicas de flexibilidad y elasticidad como de una goma.
2. En los polímeros termoestables las propiedades mecánicas se mantienen en un mayor rango de temperatura.
3. Aumenta la durabilidad a lo largo del tiempo ante agentes atmosféricos como el agua, ozono, oxígeno, humedad, radiación solar calor, agentes químicos, etc.
4. Resistencia a la tracción.
5. Crea una película que hace que las láminas no presenten porosidad, por eso se lo utiliza en impermeabilización.

Composición de las láminas ATR Termoadheribles y ATR autoadhesivas

Las láminas ATR, (Imptek- Chova, Manual del Laboratorio de Control de Calidad 2008) indican que las láminas están compuestas por Asfalto, polímero SBS, cargas minerales (carbonato de calcio y caolín) y aceites minerales, es una lámina con revestimiento en sus dos superficies de polietileno de alta densidad termoadherible que no se degrada a altas temperaturas.



Láminas ATR Ter.

Ilustración # 4 FABRICACIÓN LÁMINAS ATR

Fuente: Carla Jurado. Empresa Imptek - Chova del Ecuador



Láminas ATR Autoad.

Ilustración # 5 Fabricación Láminas Autoadhesivas

Fuente: Carla Jurado. Empresa Imptek - Chova del Ecuador

En el (Manual del Laboratorio de Control de Calidad 2008) se puede encontrar la tabla de especificaciones de las láminas que se presentan a continuación:

Tabla 2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS LÁMINAS ATR TERMOADHERIBLES

Nombre: ATR 3/5 mm

Descripción: Lámina de Superficie no Protegida de alta densidad.

Designación: LBM - SBS

Norma de referencia: UNE 104-242/1:1998;UNE104 – 281:1995 y Norma Interna NI 028

Uso: Placas Termoadheribles para aislar el ruido en los vehículos.

Item	Característica a Inspeccionar	Unid	Especificación		Norma de Ensayo UNE	Método	Insumo/ Equipo	Plan de Muestreo
			Mín.	Máx.				
1	Ancho	cm	99	101	104-281/6.2	Físico	Flexómetro	UNE 104-281-85/6.1
2	Longitud	m	5.6	5.7	104-281/6.2	Físico	Cinta métrica	
3	Espesor	mm	2.8 4.8	3.2 5.2	104-281/6.2	Físico	Calibrador	
4	Peso por rollo	kg	Presentación en láminas planas		104-281/6.2	Físico	Balanza	
5	Peso por área	kg/m ²	3.75	4.30	104-281/6.2	Físico	Balanza	
6	Fluencia (170°C/30min) §	cm	-	1.0	NI – 10 - 028	Físico	Estufa	
7	Resistencia ala Tracción							
7.1	Longitudinal	N/5cm	50	-	104-281/6.3	Físico	Dinamómetro	

7.2	Transversal	N/5cm	50	-		Físico	Dinamómetro	
8	Gravedad Específica	---	1.30	1.60	104-281/1.2	Físico	Balanza	

Fuente: Imptek-Chova Manual de Calidad del Laboratorio de Control de Calidad (2008)

Tabla 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LÁMINAS ATR AUTOADHESIVAS.

Nombre: ATR 3/5 mm

Descripción: Lámina de Superficie no Protegida de alta densidad.

Designación: LBM - SBS

Norma de referencia: UNE 104-242/1:1998; UNE104– 281:1995 y Norma Interna NI 028

Uso: Placas Autoadhesivas para aislar el ruido en los vehículos.

Ítem	Característica a Inspeccionar	Unid	Especificación		Norma de Ensayo UNE	Método	Insumo/ Equipo	Plan de Muestreo
			Mín.	Máx.				
1	Ancho	cm	99	101	104-281/6.2	Físico	Flexómetro	UNE 104-281-85/6.1
2	Longitud	m	4.8	5.2	104-281/6.2	Físico	Cinta métrica	
3	Espesor	mm	2.8 4.8	3.2 5.2	104-281/6.2	Físico	Calibrador	
4	Peso por rollo	kg	21	24	104-281/6.2	Físico	Balanza	
5	Peso por área	kg/m ²	3.75	4.30	104-281/6.2	Físico	Balanza	
6	Punto de Reblandecimiento	° C	99	101	NI – 10 - 028	Físico	Estufa	
7	Resistencia ala Tracción							

7.1	Longitudinal	N/5cm	50	-	104-281/6.3	Físico	Dinamómetro	
7.2	Transversal	N/5cm	50	-		Físico	Dinamómetro	
8	Gravedad Específica	---	1.30	1.60	104-281/1.2	Físico	Balanza	

Fuente: Imptek-Chova Manual de Calidad del Laboratorio de Control de Calidad (2008)

Se escogió estos productos, ya que el asfalto presenta características como es la impermeabilidad, requisito indispensable para esta técnica de manejo de desechos, la lámina en cuestión llamada ATR, entre sus componentes posee Asfalto, cargas minerales, polímero y en un 0.1% aceites minerales, en la cara anterior y posterior se encuentra recubierta por plástico de alta densidad, que no se funde con el asfalto a altas temperaturas y no elimina dioxinas ni furanos, lo que hace que este material sea confiable para el presente estudio. (Imptek- Chova, Manual del Laboratorio de Control de Calidad 2008)

Las láminas después de su fabricación, son entregadas a la Empresa JIREH, quién se encarga del corte de las láminas en las diferentes formas según la marca del vehículo que se vaya a ensamblar, de este corte se genera los desperdicios de la láminas.

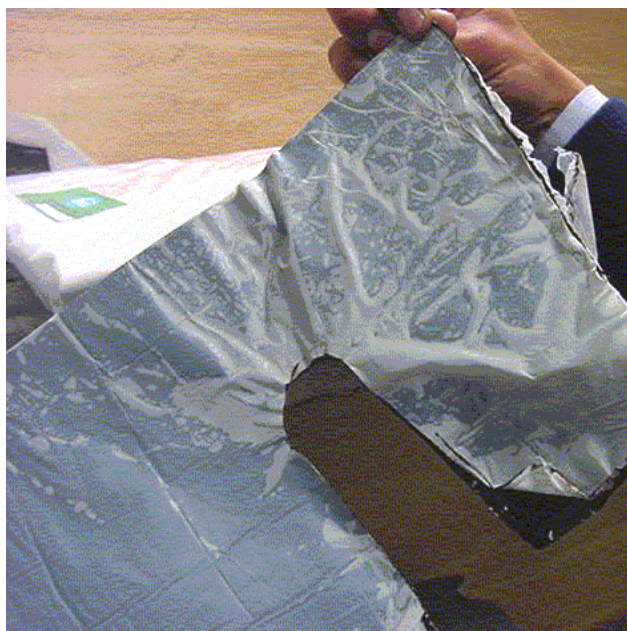


Ilustración # 6. CORTE DE LÁMINAS ATR AUTOADHESIVAS

Fuente: Carla Jurado. Empresa Imptek - Chova del Ecuador



Ilustración # 7. LÁMINAS ATR TERMOADHERIBLES COLOCADAS EN EL AUTO Y DESPUÉS DEL PROCESO DEL HORNO DE PINTURA

Fuente: Carla Jurado. Empresa Imptek - Chova del Ecuador

2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS DESECHOS PARA EL CONFINAMIENTO.

2.2.2.1 CORTO PUNZANTES

Los cortopunzantes utilizados para el presente trabajo, son jeringas con sus respectivas agujas y hojas de afeitar. Según los fabricantes, indican que el metal utilizado para la fabricación de los cortos punzantes, es el acero inoxidable, que pasa por un tratamiento de fundición para su posterior moldeado, después se hace una esterilización para el caso de las agujas y hojas de afeitar ya que son utilizadas en y por seres vivos.

2.2.2.2 PILAS BOTÓN (PILAS DE ÓXIDO DE PLATA/MERCURIO)

Las pilas sinónimos de baterías, hacen referencia a una fuente de energía utilizable para ciertos objetos de carácter portátil. Es decir que estas permiten el funcionamiento de todos aquellos elementos que necesitan de la electricidad para cumplir con sus objetivos.

Técnicamente hablando, es un dispositivo cuya estructura permite la transformación de la energía química contenida en sus componentes, energía eléctrica.

A continuación se presenta una clasificación de las diferentes pilas botón que se utilizan en el mercado.

Tabla 4. CLASIFICACIÓN DE LAS PILAS BOTÓN DE ACUERDO A SU COMPOSICIÓN, TIPO Y CARACTERÍSTICAS.

Nombre	Tipo	Descripción	Principales Componentes	Rango de peso Típico (g)	Mercado	Aplicaciones/uso
Pilas de Botón de Mercurio	Primaria	Tienen hasta un 30% de mercurio. Gradualmente están quedando desfasadas y la tendencia será hacia otras con menor contenido de mercurio	Oxido de Mercurio Zinc y hierro	1-50	Venta al por menor	Aparatos para sordos, marcapasos y fotografías
Pilas botón de Zinc-aire	Primaria	Alternativa a las pilas de óxido de mercurio, alta densidad de energía.	Agua, Zinc y Hierro	0,3-40	Venta al por menor	Aparatos para sordos, marcapasos y fotografías
Pilas botón de óxido de plata	Primaria	Alternativa a las pilas de óxido de mercurio, larga duración.	Oxido de Plata, zinc y Hierro	0,4-15	Ventas al por menor	Calculadoras y relojes
Pilas de botón alcalinas de magnesio	Primaria	Mismas características que tienen las estándar	Dióxido de Manganeso, zinc, agua y hierro	1-15	Venta al por menor	Equipos pequeños portátiles
Pilas botón de litio y dióxido de manganeso	Primaria	Tienen dos a cuatro veces más potencia que las alcalinas de manganeso	Litio, dióxido de manganeso y hierro	1-7	Venta al por menor	Equipos de control remoto ligeros

Fuente:

www.mma.es/secciones/calidad_contaminacion/residuos/planificacion_residuos/pdf/borrador_pnr_anexo8.pdf, Plan Nacional Integrado de Residuos (2007-2015), Actualización del Programa Nacional de Pilas y Baterías Usadas. España, Ministerio de Medio Ambiente.
ANEXO 8

2.2.2.3 DESECHOS PROCESO DE INCINERACIÓN

Según el MAE en el Estudio del tratamiento de desechos peligrosos (2013) define las técnicas de tratamiento térmico de residuos que se dividen en dos grandes categorías:

- a) Aquellas en las que los residuos son sometidos a temperatura de 1200-1400 °C en presencia de oxígeno, conocido como incineración.
- b) Aquellas en las que el residuo se somete a alta temperatura con poco oxígeno o en ausencia total del mismo, evitándose la combustión completa del residuo (pirolisis o termólisis) y obteniéndose una mayor cantidad de gases de combustión.

Dentro de la misma fuente MAE (2013), se indica que el proceso de incineración es una actividad que permite oxidar la materia orgánica a través de la inyección de aire y calor, generando emisiones gaseosas que contienen mayoritariamente dióxido de carbono, vapor de agua, nitrógeno y oxígeno (dependiendo de la composición de los residuos tratados y las condiciones de operación de los incineradores). Adicionalmente se pueden generar cantidades menores de monóxido de carbono, ácidos (clorhídrico, yodhídrico y bromhídrico), dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles (COV's), policloruros de bifenilo (PCB's), furanos, metales, entre otros.

El proceso también genera residuos sólidos, compuestos por cenizas y escorias del material no combustible de los residuos tratados.

El proceso propuesto para la incineración de desechos peligrosos es el siguiente:

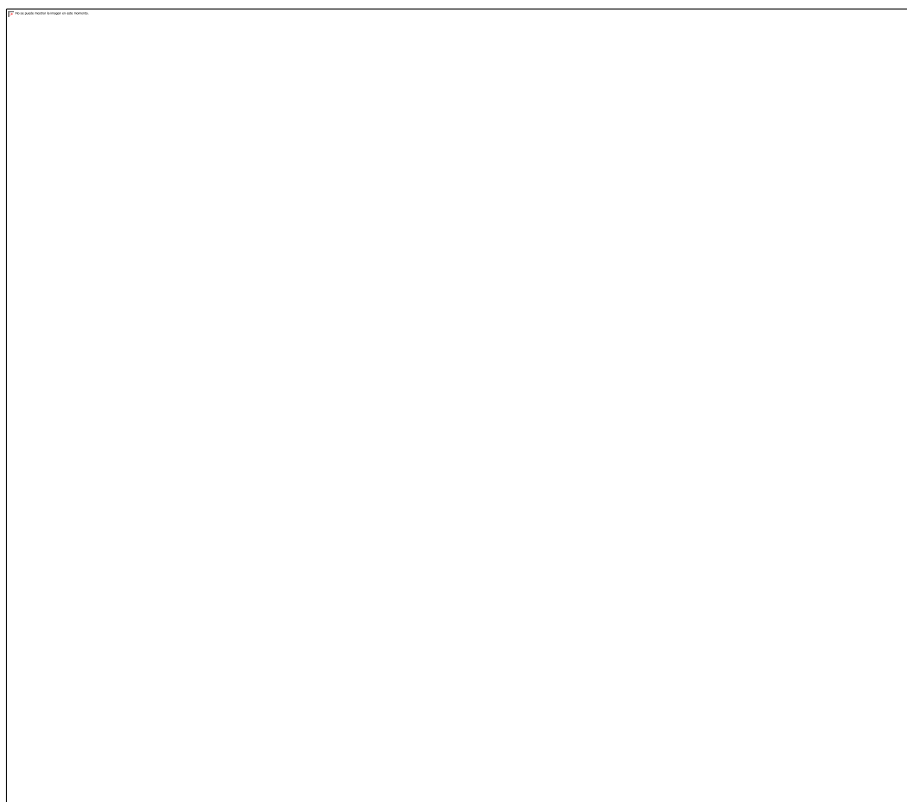


Ilustración # 8. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA INCINERACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS

Fuente: Ministerio del Ambiente (2013). Estudio para conocer los potenciales impactos y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador.

DISPOSICIÓN FINAL

Serviambiental (2005) propone que las cenizas generadas del proceso de incineración de los residuos hospitalarios son estériles, por las altas temperaturas del horno, por lo tanto no provocan contaminación alguna; sin embargo son pesadas, depositadas y embaladas adecuadamente para su posterior disposición en el relleno sanitario labor que se debe realizar diariamente.

Algunas características que deben presentar las cenizas para su disposición son: Serviambiental (2005):

- Las cenizas deben presentar un contenido de material carbonáceo superior al 5% y el material orgánico no quemado debe ser no detectable

- En caso de que las cenizas contengan metales pesados, dioxinas y furanos, deberán ser dispuestas finalmente en rellenos de seguridad que cumplan con las normas para dicho efecto o encapsuladas de tal forma que no lixivien sus contenidos lo cual se asegurará mediante el análisis o procedimiento lixiviación característica de toxicidad (TCLP).

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA.

3.1. DATOS PREVIOS

3.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DE LOS MATERIALES PARA EL PROCESO DE CONFINAMIENTO/INERTIZACIÓN.

ATR termoadherible y autoadhesivo

Para el diseño del equipo que servirá para el ensayo de Confinamiento/Inertización, con láminas asfálticas ATR termoadheribles o autoadhesivas, se debe conocer la temperatura de fluencia, que de acuerdo a la Tabla # 2 de Características para láminas Termoadheribles y la Tabla # 3 para autoadhesivas, se observa como característica principal la fluencia y es aquella característica que se controla para la correcta aplicación del producto en las ensambladoras ya que son sometidas a altas temperaturas en los hornos.

Por lo tanto las temperaturas que se manejaron como base para el experimento son:

- Para láminas ATR Termoadherible: 170 °C
- Para láminas ATR Autoadhesivas: 100 °C

Las láminas están cubiertas por una combinación de polietileno de alta densidad con otros polímeros, que por sus características superan los 400 °C de fusión, según indica el Manual de Laboratorio Impetk – Chova (2008).

El equipo se diseñó para elevadas temperaturas, sin embargo las temperaturas de manejo del material serán hasta 180°C como máximo ya que se requiere que se integren los retazos de lámina, mas no que se fundan en su totalidad.



Ilustración # 9. DESECHOS DE LÁMINA DESPUÉS DEL CORTE

Fuente: Carla Jurado. Empresa JIREH (2015)

Cortopunzantes (Jeringas y Hojas de Afeitar)

El material utilizado como Cortopunzantes, son jeringas normales de uso hospitalario las mismas que están compuestas por una aguja de acero y su contenedor de polietileno de alta densidad termoplástico, en cuanto a las Hojas de Afeitar, son las utilizadas en el uso diario doméstico, compuestas por las láminas de acero cortantes y el mango de polipropileno que se presenta rígido.

Según los estudios realizados en el área de los polímeros, se ha determinado que la temperatura de fusión del polietileno de alta densidad es de hasta 135°C, y del polipropileno Copolímero es entre 130 a 168°C.

En cuanto a los metales que constituyen las Jeringas y las Hojas de Afeitar, son metales que no tendrán cambios significativos a las temperaturas del experimento.

Las temperaturas anteriormente indicadas servirán para determinar la temperatura de ensayo.

Cenizas de Incineración

Las cenizas de incineración con las que se trabajó el ensayo, son residuos obtenidos de la Fábrica Incinerox, de las mismas, se conoce que son producto de la incineración de varios materiales y que no se lleva un registro de lo que se incinera en el día.

La ceniza al ser partículas reducidas en su mínima expresión, se trató como cargas minerales que se incorporó en el asfalto caliente. Para su tratamiento no fue necesario controlar la temperatura de confinamiento, más si se debe controlar la temperatura del ATR.



Ilustración # 10. CENIZAS PROPORCIONADAS POR LA EMPRESA INCINEROX

Fuente: Carla Jurado (2015)

Pilas Botón

Las pilas botón utilizadas para el ensayo fueron obtenidas de varias relojerías, por lo que se presume que en su mayoría son pilas compuestas de Óxido de Plata, Zinc y Hierro con temperaturas de fusión elevados.

3.2. DISEÑO DE EQUIPO DE PRUEBAS.

3.2.1. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE EQUIPO DE ENSAYO.

Con los datos físico-químicos de los materiales utilizados, luego del diseño se procedió a realizar la construcción del equipo de pruebas de encapsulado y confinamiento, constituido de los siguientes componentes:

- Una caja horizontal externa de tool de 6 mm, en cuyo interior se colocaron resistencias eléctricas para generar calentamiento conectado a una corriente de 220V.
- Para reducir la transferencia de calor hacia el exterior de modo que se pueda manipular el equipo, se colocó internamente fibra de vidrio como aislante térmico.
- Una caja interna metálica fabricada en tool de 6 mm de espesor, donde se colocará el material asfáltico denominado ATR, esta caja sirve para fundir el material.
- Una tapa de tol de 6 mm de espesor, sirve para mantener el calor y además se la utiliza como elemento de compresión a través de un tornillo y tuerca para lograr el moldeo de los bloques de confinamiento.



Ilustración # 11 EQUIPO DE CONFINAMIENTO

Fuente: Carla Jurado (2015)

Las dimensiones del equipo y sus partes se encuentran en el Plano del Equipo de Confinamiento. **Ver ANEXO 1.**

3.3. PROCEDIMIENTO DE CONFINAMIENTO/INERTIZACIÓN UTILIZADO.

3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO GENERAL.

El equipo utiliza corriente 220 Vol, por lo que se debe prever un sitio en donde se disponga de este voltaje.

Para la utilización del equipo seguir los siguientes pasos:

1. Armar el equipo con su contendor interno



Ilustración # 12. EQUIPO ARMADO

Fuente: Carla Jurado (2015)

2. Colocar con la ayuda de una espátula polvo de caolín, ladrillo molido o cualquier aislante arcilloso en el fondo y en las paredes para evitar que se pegue el material en el momento del calentamiento.



Ilustración # 13 COLOCACIÓN POLVO ARCILLOSO

Fuente: Carla Jurado (2015)

3. Conectar el equipo en corriente 220 Vol. Si se trabaja con láminas ATR termoadheribles, dejarlo calentar 10 minutos. En el caso de las láminas Autoadhesivas, dejar calentar el equipo por 8 minutos.
4. Colocar los retazos o desechos de láminas hasta una altura de 5 cm aproximadamente. En el caso de las láminas termoadheribles, colocar con las dos caras del polietileno que posee el material. Para las láminas autoadhesivas, desprender el polietileno de la cara adhesiva y colocar esta superficie en dirección al fondo del equipo con el objeto que se adhiera a la superficie de la otra lámina que contiene el polietileno.



Ilustración # 14 COLOCACIÓN LÁMINAS ATR TERMOADEHERIBLES

Fuente: Carla Jurado (2015)

COLOCACIÓN LÁMINAS ATR AUTODHESIVAS



Ilustración # 15. Retiro de Polietileno



**Ilustración # 16. Colocación
láminas ATR Autoadhesivas**

Fuente: Carla Jurado (2015)

5. Tapar y dejar en calentamiento por 5 minutos para el caso de las láminas autoadhesivas y en el caso de las termoadheribles, dejarlo por 8 minutos.



Ilustración # 17. CONCENTRACIÓN DE CALOR

Fuente: Carla Jurado (2015)

6. Verificar que el material se encuentra expandido (suave), esta verificación se lo realiza manualmente, lo que se requiere es que en el momento de ejercer presión con los dedos se vea que se hunde el ATR.
7. Colocar los elementos a confinar, en el caso del presente trabajo, se depositaron corto punzantes, pilas botón, polvo de incineración.

ELEMENTOS DE ENSAYO



Ilustración # 18 Hojas de Afeitar



Ilustración # 19 Jeringas



Ilustración # 20 Pilas botón



Ilustración # 21 Cenizas de Incineración Empresa ICINEROX

Fuente: Carla Jurado (2015)

8. Inmediatamente colocar sobre los elementos de confinación otros 5 cm aproximadamente de retazos de ATR de la misma forma que se colocaron los primeros trozos (VER punto 4).
9. Tapar el equipo de confinamiento ajustando el tornillo de rosca apretando la contratuerca para que haga presión hasta ejercer presión para que el bloque de Confinamiento se compacte con el calor y no deje vacíos en su interior.



Ilustración # 22 TAPA CON PRESIÓN

Fuente: Carla Jurado. Ensayo de Confinamiento. (2015)

10. Mantener el calentamiento en esta forma por 6 minutos en el caso de las Autoadhesivas y por 8 minutos en el caso de las Termoadheribles.
11. Terminado el tiempo de calentamiento, apagar el equipo y dejar enfriar, ya sea al ambiente o en un cuerpo de agua. Cuando el equipo se encuentre a temperatura ambiente, se procede a desmoldar con la ayuda de una espátula colocando más material arcilloso en sus paredes, y de un soplete como lo indica la ilustración siguiente:

DESMOLDE DEL BLOQUE DE CONFINAMIENTO.



Ilustración # 23 Retiro del contenedor



Ilustración # 24 Separación de los costados con la ayuda de material arcilloso (Caolín)



Ilustración # 25 Enfriamiento en un cuerpo de agua



Ilustración # 26 Calentamiento de lavase con la ayuda de un soplete



Ilustración # 27 Bloque terminado de confinamiento

Fuente: Carla Jurado (2015)

3.3.2 MEDIDAS DE SEGURIDAD Y RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DEL EQUIPO

El equipo, como ya se indicó anteriormente, utiliza Voltaje 220, ya que se requieren temperaturas elevadas para el manejo de los desechos de ATR, por lo que se debe tomar en cuenta las siguientes medidas de seguridad:

1. Todo el equipo está constituido por tool, por lo tanto se calienta la base, el contenedor y las agarraderas, para poder manipular el equipo y evitar quemaduras utilizar guantes que soporten el calor, gafas de seguridad, mascarilla y/o protección facial.
2. El ATR es un material base asfalto con polímero y cargas minerales, por lo que puede alcanzar temperaturas elevadas, por ningún motivo se debe tratar de manipular los trozos de ATR caliente con los dedos sin protección, ya que este se adhiere a la piel y la única forma de retirarlo es con agua fría, o con algún disolvente como gasolina o aceite mineral. Si se quiere desprender directamente lo que se conseguirá es retirarlo con la piel.
3. Para verificar el ablandamiento de las láminas con el calor hacer una presión sobre el material pero siempre con protección.
4. Para el desmolde del bloque confinado, se recomienda sacar el contenedor y colocarlo en agua, en este paso se debe tener mucho cuidado ya que el equipo alcanzará una temperatura superior a los 250°C por lo que si se va a colocar directamente en agua esta se expulsará con fuerza y puede llegar a brazos y rostro, por lo que es mejor dejar reposar el contenedor algunos minutos fuera de la base a temperatura ambiente y colocarlo dentro de un recipiente con agua. No existirá ningún problema si el agua rebosa y tapa el bloque de confinamiento, ya que el ATR por sus características al enfriarse es un impermeabilizante y no permitirá el paso del agua hacia su interior, es decir que con este método no existe porosidad en las superficie del bloque de confinamiento.
5. En el caso de las láminas autoadhesivas, en el momento que se requiera desmoldar, se debe tener precaución con el calor del soplete, ya que estas tienen un punto de ablandamiento menor y si se excede la temperatura se puede llegar a pegar en las paredes dificultando el desmolde.
6. Para la limpieza del equipo se debe utilizar un solvente como la gasolina, aceite mineral, etc. que disuelve los restos de asfalto.

3.4 ENSAYO CON PILAS BOTÓN, CORTOPUNZANTES Y CENIZAS DE INCINERACIÓN.

Se realizó el ensayo con los materiales propuestos para confinamiento, siguiendo los pasos y métodos expuestos en el punto anterior, los mismos que como se puede observar en la ilustraciones siguientes, se confinaron completos, no sufrieron destrucción alguna por el calor, lo que hace que el método sea seguro y confiable para el confinamiento, sin embargo se recomienda hacer pruebas de laboratorio de lixiviación para comprobar si el método es adecuado para la inertización de dichos materiales.



Ilustración # 28 CORTE TRANSVERSAL DE JERINGAS

Fuente: Carla Jurado (2015)

El corte para el caso de las pilas botón, no se realizó, ya que contienen sustancias tóxicas tipo mercurio que afectan a la salud humana.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CANTIDADES Y VOLÚMENES.

4.1.1 RENDIMIENTO LÁMINAS ATR TERMOADHERIBLES

Las láminas ATR Termoadheribles se fabrican en planchas de 1 m de ancho por 5 m de largo con un costo aproximado de \$ 3 por m². Como se indicó anteriormente, son cortadas en diferentes formas de acuerdo al modelo del auto que será armado en las diferentes fábricas ensambladoras.

El desperdicio promedio generado en el corte de una lámina de ATR **TERMOADHERIBLE**, es del 5% aproximadamente

El desperdicio generado al mes en láminas ATR Termoadheribles es de 12000 kg.

Con estos datos la Empresa Imptek-CHOVA, tiene un desperdicio que finalmente se le cobra al cliente, sin embargo la disposición final de este residuo resulta costoso por el manejo, carga, transporte y además se necesita autorizaciones municipales y del medio ambiente para botar en rellenos sanitarios o basureros.

4.1.2 RENDIMIENTO LÁMINAS ATR AUTOADHESIVAS

Las láminas ATR autoadhesivas, son fabricadas en rollos de 5 m de largo por 1m de ancho, estas son cortadas de acuerdo al modelo del auto que se vaya a ensamblar.

El desperdicio promedio generado de una lámina de ATR **AUTOADHESIVO**, es de 8% autoadhesivas

El desperdicio generado al mes en láminas ATR autoadhesivo es de aproximadamente 500 kg.

4.1.3 RENDIMIENTO DEL EQUIPO

El equipo tiene una capacidad de 10 kg/bloque, se pueden producir bloques de 20cm x 30 cm, al ser un equipo de prueba el rendimiento es relativamente bajo por lo cual se recomienda que para un proceso industrial se haga con medidas de al menos el doble.

El equipo actual puede producir hasta 20 bloques en 8 horas por día, es decir un consumo estimado de 200 kg/día. Al mes resulta un consumo de 4000 kg.

El volumen de los desperdicios encapsulados puede alcanzar hasta el 20% del volumen de bloque para asegurar una pared de confinamiento adecuado, es decir 0,012 m³ por cada bloque o 0,24 m³ por día de material.

4.2. RESULTADOS DEL CONFINAMIENTO

4.2.1 RESULTADOS GENERALES

Los resultados obtenidos del Encapsulamiento/Confinamiento en asfalto, tanto el equipo como los desechos de las láminas ATR, funcionan de acuerdo al objetivo previsto, ya que encapsula los materiales de prueba sin ningún tipo de reacción, y por la composición del sustrato, crea una película que impermeabiliza por lo que los bloques obtenidos no presentan porosidades para que exista ingreso de agua, aire que llegaría a descomponer el material que se encuentra confinado.

El equipo fue diseñado para el confinamiento de sustancias sólidas peligrosas en material base asfalto, el mismo que fue probado obteniendo resultados satisfactorios.

4.2.2 DISPOSICIÓN DE LOS MORTEROS OBTENIDOS.

Se plantea dos alternativas de disposición para los bloques obtenidos del resultado del ensayo:

1. Establecer rellenos sanitarios controlados:

Según Ortiz Jesús (2004), se cava una zanja de un metro de ancho, dos metros de largo y 1,5 metros de profundidad, de preferencia en un suelo impermeable no rocoso. El fondo de la zanja debe ser de 1,5 metros más alto que el nivel del acuífero no confinado. Los residuos se colocan hasta alcanzar un metro y luego se llena con tierra. El proceso es adecuado para residuos corto punzantes, residuos infecciosos y eventualmente residuos químicos y farmacéuticos.

Con las medidas propuestas, se plantea hacer un relleno controlado, que contenga los bloques confinados, dispuestos de tal forma que representen una base de suelo firme para que en la superficie se pueda disponer del terreno y hacer parques o jardines.

Esta técnica sería muy sencilla o fácil de realizar si se comprueba que el material en efecto no produzca lixiviados.

2. Base para carreteras:

Para poder determinar el uso de los bloques de confinamiento en las carreteras, se debe conocer la estructura de la vía, y determinar si los bloques de confinamiento no tienen o forman lixiviados de acuerdo al material que se vaya a confinar.

De acuerdo a (Moreno Juan, 2002) la metodología para la elaboración y evaluación de proyectos viales obedece a una sucesión de etapas igualmente importantes, comienza con la descripción de la alternativa, la cual debe ser completa y detallada, se debe identificar las características técnicas que aproximen un diseño a los aspectos topográficos, geológicos y geométricos.

Los aspectos topográficos se refieren a poblaciones, centros de producción industrial, agrícolas, etc. y también se verifica ríos, puentes, formaciones geográficas como valles, montañas, etc.

Las características geométricas en condiciones de tráfico, medidas y volúmenes así como su clasificación.

Las característica geológicas, del corredor de una ruta, resultan muy importantes para la construcción de una obra en sus movimientos de tierra, ya que en los deslizamientos de corteza

terrestre, elevarían considerablemente los costos o lo que es peor no permitirían la materialización del proyecto. (Moreno Juan, 2002).

Una vez realizados los estudios previos, el ASPHALT INSTITUTE, 1982, establece que la estructura de una carretera se compone de las siguientes fases:

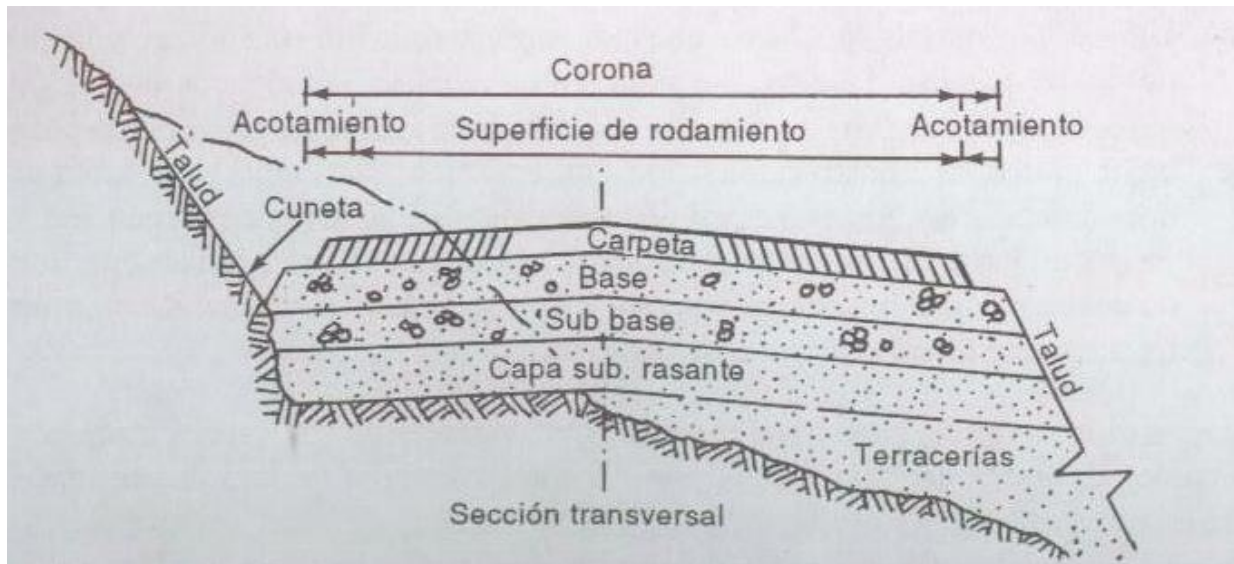


Ilustración # 29 ESTRUCTURA DE UNA CARRETERA.

Fuente: Puig JB, 1970 Asphalt Institute, 1982.

El ancho y grosor de cada uno de ellos depende del terreno y del estudio de suelo del proyecto a realizar.

La función de la sub_Base y la Base es estabilizar el terreno para que pueda soportar el peso de los vehículos que transiten por el mismo.

Pavimento o Carpeta

Su función primordial será proteger la base impermeabilizando la superficie, para evitar así posibles infiltraciones del agua de lluvia que podría saturar total o parcialmente las capas inferiores. Además evita que se desgaste o se desintegre la base a causa del tránsito de los vehículos.

Base

Esta capa tiene por finalidad la de absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y, además, repartir uniformemente estos esfuerzos a la sub – base y por medio de esta al terreno de fundación.

Las bases pueden ser granulares, o bien estar constituidas por mezclas bituminosas o mezclas estabilizadas con cemento u otro ligante.

El material pétreo que se emplea en la base, debe llenar los siguientes requisitos:

- a) Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura.
- b) No presentar cambios de volumen que sean perjudiciales. Por lo general la capa base se emplea piedra triturada o chancada, grava o mezclas estabilizadas, etc.

Sub-Base

- a) Servir de drenaje al pavimento.
- b) Controlar o eliminar en lo posible, los cambios de volumen de elasticidad y plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material de la sub – rasante. El material de la sub base debe ser seleccionado y tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación compactado. Este material puede ser arena, grava, escoria de altos hornos o residuos de material de cantera.

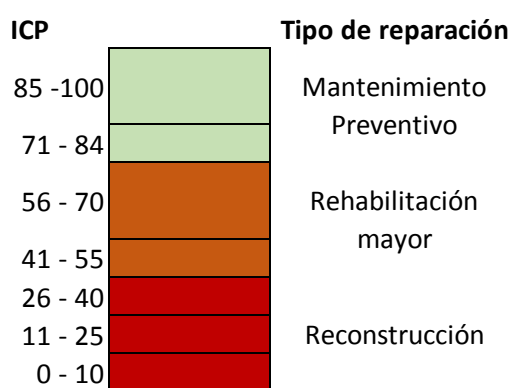
Si la función principal de la sub – base es de servir de capa de drenaje, el material a emplearse debe ser granular, y la cantidad de material fino (limo y arcilla).

Subrasante

- a) Si el terreno de fundación es pésimo, debe desecharse el material que lo compone siempre que sea posible, y sustituirse este por un suelo de mejor calidad.
- b) Si el terreno de fundación es malo, habrá que colocar una sub – base de material seleccionado antes de colocar la base.
- c) Si el terreno de fundación es regular o bueno, podría prescindirse de la sub – base.

Dentro de los tratamientos propuestos para la preservación y mantenimiento de los pavimentos, y según el tipo de daño, ASPHALT INSTITUTE MS 16, (2009), indica que se debe hacer una relación del Índice de condición del Pavimento (ICP) con el tipo de reparación, las mismas que pueden ser: mantenimiento preventivo, rehabilitación mayor y reconstrucción; en la ilustración siguiente, se indica la relación del ICP con el tipo de reparación.

Figura # 3 RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE ICP Y EL TIPO DE REPARACIÓN



Fuente: Asphalt Institute Ms-16 (2009)

Entonces, la interpretación de la gráfica consiste en que si tenemos un ICP de 70 a 100 podría representar una carretera en buen estado; un ICP de 40 a 70 podría representar una carretera en estado aceptable, y un ICP inferior a 40 podría representar una carretera en mal estado.

De acuerdo a lo establecido, se recomienda que los bloques de confinamiento se pueden colocar en la Sub base, ya que de darse una rehabilitación mayor, que es ya ha nivel de la base del pavimento, una de las técnicas de reparación o mantenimiento de las vías, es el Reciclaje del material, esto consiste en el tratamiento de las capas hasta 10 cm de profundidad, el reciclado con emulsión asfáltica suele ser una magnífica opción. En estos casos el deterioro se suele producir por envejecimiento de la capa superior que se ha degradado, fisurado, descarnado, etc. En estas situaciones, la nueva capa reciclada se comporta como una buena capa de base asimilable a una grava-emulsión. Dependiendo del tráfico, se podría plantear cubrirla con un simple tratamiento superficial o lechada bituminosa o un refuerzo convencional.

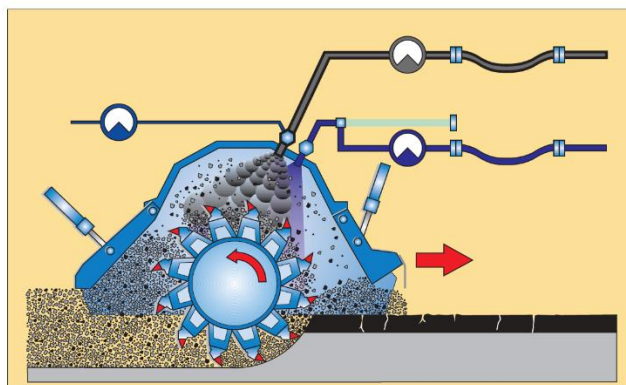


Ilustración # 30 SIMULACIÓN DEL PROCESO DE RECICLAJE.

Fuente: Manual de Reciclaje de Pavimentos 2000

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los objetivos planteados, se puede concluir que los desechos de las láminas ATR termoadheribles y autoadhesivas, por estar constituidas de asfalto modificado, cumplen los requisitos de sellador para el confinamiento de sólidos peligrosos, ya que no presenta porosidades en su superficie por donde pueda ingresar agentes externos para la degradación de los materiales confinados.
2. El equipo diseñado y construido para este trabajo, permite formar bloques para el confinamiento de sólidos peligrosos, en específico: pilas botón, corto punzantes y desechos de incineración en las láminas ATR.
3. El equipo calienta todas las superficies, eso significa que se calienta en mayor grado el fondo, los costados y la superficie de la lámina, lo que hace que se selle el bloque adecuadamente y no existe porosidad que permita el paso de aire o agua hacia el interior.
4. Debido al número de capas de lámina que se colocan para elaborar el bloque, se producen en el interior temperaturas menores lo que hace que no se deteriore o degrade el material de ensayo, por lo que, se reduce la toxicidad y es de fácil manipulación.
5. El procedimiento empleado funciona mejor con las láminas ATR termoadheribles, porque son de fácil manipulación, no son adherentes, se funden a mayor temperatura y se puede controlar mejor los tiempos y temperaturas del ensayo, no así las láminas ATR autoadhesivas que se funden a bajas temperaturas y en el momento que se colocan retazos más pequeños, no se ablandan si no que se disuelven y eso hace que en el momento del desmolde se torne más complicado desprender del contenedor del equipo.

6. El equipo actual puede producir hasta 20 bloques durante 8 horas diarias, es decir un consumo estimado de 200 kg/día. Al mes resulta un consumo de 4000 kg al mes, es decir se consume un 33% del residuo total de ATR.
7. El volumen de los desperdicios encapsulados puede alcanzar hasta el 20% del volumen de bloque para asegurar un espesor de confinamiento adecuado, es decir 0,012 m³ por cada bloque o 0,24 m³ por día de material.
8. El equipo está constituido por materiales como tool, resistencias eléctricas especiales para voltaje de 220, aislamiento térmico y fue construido manualmente. El costo del equipo ascendió a 500 dólares americanos.

5.2 RECOMENDACIONES

9. Por la naturaleza de los materiales utilizados para la construcción del equipo, este no sufre daños al someterlo a fuentes de agua directa, sin embargo como ya se indicó, alcanza temperaturas altas y no se lo debe colocar en agua directamente cuando está todavía caliente para precautelar la salud y bienestar de la persona que esté realizando el ensayo. Los principales riesgos se enfocan en la parte física por las elevadas temperaturas que se maneja y en la parte mecánica por el peso del equipo. Se recomienda poner especial cuidado en hacer uso del equipo de protección personal que esté constituido principalmente de guantes para calor, gafas, mascarilla y/o protección facial.
10. El equipo tiene una capacidad de 10 kg/bloque, se pueden producir bloques de 20cm x 30 cm, al ser un equipo de prueba el rendimiento es relativamente bajo por lo cual se recomienda que para un proceso industrial se haga con medidas de al menos el doble
11. En el tiempo que se ensayaron las muestras no registraron la presencia de lixiviados en especial el ensayo que se realizó con desechos de incineración y pilas botón, sin embargo se recomienda que se realice al menos una prueba de lixiviados como el

ensayo TCLP en el laboratorio para comprobar si la técnica empleada inertiza los materiales de prueba.

12. Para la disposición de los bloques de confinamiento, se plantea dos alternativas, la primera es disponerlos como indica la literatura en un relleno sanitario controlado, y como segunda opción, y después de realizar pruebas de resistencia de materiales, colocar los bloques como parte de la sub base para la estabilización de los suelos en el proceso de pavimentación.
13. Los pavimentos necesitan mantenimiento, el trabajo más agresivo en materia de sostenimiento de las vías es el reciclaje, consiste en triturar el material de la capa de rodadura y la base con puntas de diamante de un equipo llamado Escarificador y según la teoría, solo llega a 10 cm en el peor de los casos, eso se recomienda que los bloques que se coloquen en la sub base, ya que sufrirán deterioro.
14. Otra razón para recomendar colocar los bloques en la sub base, es que las láminas de ATR al poseer en su constitución Asfalto y cargas minerales, hace que los bloques sean impermeables y que no se oxiden con los ácidos de los suelos, también impide la penetración de agua, por lo tanto no existe daño en el interior pudiendo permanecer en el tiempo sin degradarse, especialmente bajo tierra porque no existe la influencia del sol.
15. Para la utilización del equipo se recomienda hacerlo al aire libre, ya que las láminas ATR al calentamiento desprende gases propios del asfalto.
16. Se sugiere hacer ensayos en el equipo con otros sustratos que requieran de calentamiento, sin embargo, se deberá realizar estudios previos de temperaturas de calentamiento, fusión, descomposición para estimar su comportamiento dentro del equipo.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

6.1 BIBLIOGRAFÍA

1. Abburrá, R, Sbarto, R. (2009). El manejo de los residuos convencionales y no convencionales. Editorial Brujas. República de Argentina
2. Agencia Pública de Noticias de Quito. PRENSA Quito.
www.noticiasquito.gob.ec/Noticias/news_user_view
3. Baldo, M., García, J (2005), impacto ambiental en áreas afectadas por minería antigua de mercurio en el concejo de Mieres (Asturias) Editorial: Ediuno, Universidad de Oviedo España
4. Banco Mundial 2014 <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL>
5. Benavides, L. (1993). Guía para la Definición y Clasificación de Residuos Peligrosos (Ed.) Lima: CEPIS
6. Chova del Ecuador. Manual de Asfaltos CHOVA del ECUADOR (2005)
7. Colomer, F., Gallardo, A. (2007). Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos (Ed.) México: Universidad Politécnica de Valencia
8. De la Morena, J., Alonso, C. Martínez, E. (2003). Manual para la Gestión de los Residuos Urbanos (Ed.) Madrid: La Ley
9. del Ecuador. Manual del Laboratorio de Control de Calidad (2008).
10. Empresa Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos EMGIRS-EP.
www.emgirs.gob.ec

11. Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos. EMGIRS –EP 2013. <http://www.emgirs.gob.ec/>
12. Repsol (2000) [www.repsol .com](http://www.repsol.com)
13. Ministerio del Ambiente (2013) “Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador”. <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART5.pdf>
14. Ministerio del Ambiente, programa PNGIDS, (2014) <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
15. Moreno Bayona Juan Nicolás. MANUAL PARA DISEÑO DE CARRETERAS, Editorial SIC, Bucaramanga. 2002
16. Ordenanza del Distrito Metropolitano de Quito (2013) (Ordenanza Sustitutiva del Título V “Del Medio Ambiente”, Libro Segundo del Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito) Capítulo 1 De la Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos, Domésticos, Comerciales Industriales y Biológicos Potencialmente Infecciosos.
17. Ordenanza Municipal 100 (2002), sustitutiva de la Ordenanza N° 68 que reforma el título V, Capítulo I del libro II del Código Municipal, relacionado con el barrido, entrega recolección, transporte transferencia y disposición final de los residuos sólidos urbanos domésticos, comerciales, industriales y biológicos.
18. Ortiz Jesús Rosario (2004) Estudio de la estabilización solidificación de metales pesados mediante la técnica de cementación [http://www.researchgate.net/publication/40739735_Estudio_de_la_estabilizacin_y_sol idificacin_de_metales_pesados_mediante_la_tcnica_de_cementacion](http://www.researchgate.net/publication/40739735_Estudio_de_la_estabilizacin_y_sol_idificacin_de_metales_pesados_mediante_la_tcnica_de_cementacion)
19. Ortiz Mejía Jesús Rosario Artículo Estudios de la estabilización y solidificación de metales pesados según la técnica de cementación (2004). [http://www.researchgate.net/publication/40739735_Estudio_de_la_estabilizacin_y_sol idificacin_de_metales_pesados_mediante_la_tcnica_de_cementacion](http://www.researchgate.net/publication/40739735_Estudio_de_la_estabilizacin_y_sol_idificacin_de_metales_pesados_mediante_la_tcnica_de_cementacion)
20. PNUMA (1989). Convenio de Basilea Sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, Acta Final. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1989. pp. 62-68.
21. Registro Oficial N° 338. Administración del Señor Ec. Rafael Correa Delgado, 10 de Diciembre del 2010 R.O.N° 338 SEGUNDO SUPLEMENTO. Ministerio de Salud

Pública “Manejo de Desechos Infecciosos Generados en las Instituciones de Salud en el Ecuador”.

22. Rodriguez J.J e Irabien. A. (1999). “Los residuos peligrosos. Caracterización tratamiento y gestión”. Editorial Síntesis S.A, Madrid.
23. Serviambiental (2005). Plan de manejo de recolección, transporte, incineración y disposición final de los residuos hospitalarios, patológicos, industriales y especiales de la empresa de servicios públicos.

6.2 ANEXOS

1. Plano del Diseño del Equipo de Confinamiento

ANEXO No. 1

