

# **RESUMEN EJECUTIVO**

# **ESTUDIO DEL FLUJO DE LLANTAS EN LA REGIÓN FRONTERIZA TEXAS–MÉXICO**

*Producido para*

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Región 6  
&  
Banco de Desarrollo de América del Norte

*Por*

Integrated Environmental Management Services, S.A. de C.V.

**Matamoros No. 1443 Poniente, Colonia María Luisa,  
Monterrey, Nuevo Leon, México. 64040**

**Octubre 2012**

### **Descargo de Responsabilidad**

Integrated Environmental Management Services, S. A. de C.V. (IEMS) fue contratado por el Banco de Desarrollo de América del Norte (*North American Development Bank*) (NADB) para realizar el proyecto titulado “Estudio del Flujo de Llantas en la Región Fronteriza Texas-México” con el soporte financiero de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Región 6 (*United States Environmental Protection Agency, Region 6*) (EPA).

Aunque este documento ha sido revisado por NADB y EPA, las afirmaciones y conclusiones aquí contenidas son de IEMS y no necesariamente representan la política de NADB o EPA; no deben ser citadas como afirmaciones oficiales de NADB o EPA. Los nombres, equipo y productos comerciales presentados en el contenido no constituyen endosos de IEMS, NADB o EPA.

## Tabla de Contenido

---

Introducción	iii
1. Alcance del Proyecto	1
2. Estimación del Flujo de Llantas	9
3. Sitios de Disposición Final de Llantas de Desecho	23
4. Impactos Ambientales y Económicos del Flujo de Llantas de Desecho desde Texas hacia México	27
5. Comparación de Sistemas de Rastreo de Llantas entre Texas y México	49
6. Marco Legal del Manejo de las Llantas de Desecho	55
7. Recomendaciones acerca de los cambios en las Políticas Actuales, Leyes, Reglamentos y Procedimientos de Texas y México sobre Llantas de Desecho	59
8. Recomendaciones de Mercados Potenciales para Productos derivados de Llantas en México	69
9. Alternativas para una Apropiada Disposición Final de Llantas de Desecho	103

## Índice de Anexos

---

Anexos	Título
1	Ubicación de sitios de disposición final de llantas de desecho que son transportadas desde Texas hacia México.
2	Procedimientos de operación y manejo de cada sitio de acumulación de llantas de desecho en el lado mexicano en la Región Fronteriza Texas-México.
3	Mapas de sitios de disposición final de llantas de desecho que son transportadas de Texas a México.
4	Mapas de sitios de llantas de desecho por cada ciudad mexicana.
5	Extracto de “Crackdown on Illegal Dumping - Handbook for Local Government” (en inglés).
6	Mapa de alternativas de disposición de llantas identificadas en Texas.
7	Mapa de alternativas de disposición de llantas identificadas en el lado mexicano de la Región Fronteriza Texas- México.



## Introducción

A lo largo de la región fronteriza Texas-México, existen un número considerable de acumulaciones de llantas usadas que contienen millones de estas. Las pilas de llantas usadas representan un riesgo ambiental y a la salud significativo. Por ejemplo, las pilas de llantas pueden prenderse en llamas que puede quemar durante semanas, y hasta meses, causando serios problemas en la calidad del aire por el humo denso y los vapores tóxicos. También, si esto ocurre, una gran cantidad de residuo líquido es generado, el cual puede contaminar el suelo, así como el agua superficial y subterránea. Además, estos sitios son terreno ideal para la crianza de mosquitos, roedores y otras fuentes de enfermedades, e incrementan el riesgo de malaria, dengue, virus del Nilo y encefalitis. Los riesgos a la salud son de especial interés debido a la proximidad de las pilas de llantas a las comunidades.

Para estudiar este problema, las autoridades de Estados Unidos y México han colaborado en programas como el programa ambiental Frontera 2012, adoptado en el 2007. Este programa bi-nacional se enfoca a proteger la salud pública y el medio ambiente en la región fronteriza de Estados Unidos-México dentro de 100 kilómetros en cada lado de la frontera internacional. Uno de los objetivos del programa es que los dos países reduzcan la contaminación del territorio a lo largo de frontera compartida, incluyendo los tiraderos de llantas. El programa 2012 ha ayudado a las comunidades de ambos lados de la frontera Estados Unidos-México en analizar sus problemas ambientales, tales como las llantas usadas, y evaluar las soluciones potenciales.

El propósito principal del Alcance de Trabajo (*Scope of Work*, o SOW) fue el desarrollar un estudio del flujo de llantas en la región fronteriza Texas-México. El estudio evaluó de manera exhaustiva la situación actual de las llantas usadas en la región fronteriza Texas-México y sugiere acciones para realizar y atenuar el problema. El Banco de Desarrollo de América del Norte (NADB) contrató a Integrated Environmental Management Services S.A. de C.V. (IEMS) para realizar las tareas descritas a continuación para brindar al NADB y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) con información necesaria para entender mejor la naturaleza y logística de cómo y cuando las llantas usadas y de desecho son transportadas y almacenadas a lo largo de la región fronteriza Texas-México.

IEMS desarrolló una metodología para obtener y reportar la información del número de llantas usadas y de desecho que han sido transportadas entre Texas y México de 2005 a la fecha. Los datos también fueron colectados de ubicaciones de las pilas de llantas existentes, y estimados del número de llantas que están siendo vendidas, reusadas, y dispuestas en la región fronteriza Texas-México.

Otro componente de este estudio señala los aspectos económicos y ambientales del flujo de llantas en la región fronteriza Texas-México

Las consideraciones económicas incluyen los costos de transportación de las llantas, la ganancia de la venta de las llantas, costos de disposición de las llantas, costos para la remediación de los sitios de disposición, y los costos resultantes de posibles incendios de pilas de llantas.

Una evaluación de la estructura regulatoria existente usada por Texas y México para manejar las llantas usadas a lo largo de la región fronteriza Texas-México fue necesaria entender los sistemas de manejo de llantas usadas actuales. Esto incluyó una investigación y proporcionó una evaluación de las políticas, leyes, regulaciones y procedimientos actuales de llantas usadas a lo largo de la región fronteriza Texas-México y hacer sugerencias, en lo apropiado, para consideración de los encargados de hacer las políticas.

Este Resumen Ejecutivo incluye la información clave de este estudio. Una descripción más detallada de esta información puede encontrarse en el Reporte Completo de este estudio y sus Anexos, incluyendo copias de documento relevantes, la descripción de las estimaciones realizadas y datos, figuras e imágenes como referencia.



# *Sección 1. Alcance del Proyecto*

---



## 1 Área del alcance del proyecto

---

La frontera entre Texas- México comprende 1,241 millas a lo largo del Río Grande con 31 cruces fronterizos establecidos, 26 de ellos para vehículos y 5 vías del tren. De acuerdo al Acuerdo de La Paz de Agosto de 1983 sobre la Cooperación para la Protección y el Mejoramiento del Ambiente en la Zona Fronteriza, la “frontera” fue definida como el área situada hasta 100 kilómetros (62.5) de ambos lados de las líneas divisorias terrestres y marítimas de ambas partes.

Para este estudio IEMS eligió una definición diferente de área fronteriza, basada en divisiones político/administrativas (condados del lado de E.U.A. y municipios en la parte mexicana) sin tomar en cuenta las distancias, esto para establecer un claro limite y evitar conflictos entre condados y municipios. Solo los condados y municipios que convergen en la frontera fueron elegidos para conformar el área del estudio. Existe un total de 19 condados y 22 municipios en la frontera Texas-México.

Este estudio eligió enfocarse a las áreas urbanas debido a que es uno de los principales punto de flujo de llantas usadas y de desecho, dado que es un mercado grande consumo, además que los impactos que pueden tener las llantas serán mayores en grandes centros de población.

Usando la definición de área urbana de E.U.A. y México, se localizaron un total de cincuenta y dos (52) áreas urbanas en la frontera. De estas treinta (30) están localizadas cercanas a un cruce fronterizo, y estas ciudades fueron las elegidas para el estudio.

En resumen se eligieron un total de 30 ciudades, 13 en el lado americano y 17 en México. Las ciudades elegidas se listan en la **Figura 1.1**.

### 1.1 Metodología

---

La metodología utilizada por IEMS se divide en: 1) trabajo de gabinete y 2) trabajo en campo. Ambos métodos son para adquirir información cualitativa y cuantitativa; no obstante, el trabajo de gabinete incluye además un análisis de la información tal y como fue requerido en los Términos de Referencia (*Terms of Reference*, TOR) del NADB.

Los datos recolectados incluyen información que fue estimada en base a observaciones y entrevistas. Existe una clara distinción entre los tipos de datos utilizados, para que cualquier usuario pueda basar sus consideraciones y proyecciones descritas en este proyecto.



**Figura 1.1.**  
**Ciudades Identificadas para el Estudio de Flujo de Llantas.**  
**Texas**



1. El Paso
2. Fabens
3. Presidio
4. Del Río
5. Eagle Pass
6. Laredo
7. Roma
8. Ciudad Río Grande
9. La Joya
10. McAllen
11. Pharr
12. Progreso
13. Brownsville

**Ciudades mexicanas con frontera con Texas:**

**Chihuahua**



14. Cd. Juárez
15. Guadalupe
16. Ojinaga

**Coahuila**



17. Cd. Acuña
18. Piedras Negras
19. Nava
20. Venustiano Carranza

**Nuevo León**



21. Anáhuac

**Tamaulipas**



22. Nuevo Laredo
23. Nueva Cd. Guerrero
24. Cd. Miguel Alemán
25. Cd. Camargo
26. Cd. Gustavo Díaz Ordaz
27. Reynosa
28. Cd. Río Bravo
29. Nuevo Progreso
30. Matamoros

## 1.2 Trabajo de Gabinete

IEMS considero que el uso del trabajo de gabinete junto con la información de campo resultaría en un estudio que ofreciera al usuario una plataforma solida que reflejara la realidad actual del tema de las llantas en la frontera entre Texas y México.

El trabajo de gabinete consistió en la revisión de la literatura disponible, publicaciones periódicas regionales, correspondencia electrónica y/o conferencias con los interesados clave, así como el diseño de la metodología y procedimientos para el trabajo en campo.

Se utilizo principalmente las llamadas telefónicas con autoridades municipales mexicanas y otros interesados clave, se prepararon y analizaron bases de datos, se consulto material escrito encontrado en las fuentes de información de los gobiernos de E.U.A., asociaciones de industriales, información pública de servicios de información georeferenciada, fuentes de noticias y estudios relacionados en la región, entre otros.

### 1.2.1 Fuentes de Información

La búsqueda de información se baso en datos de las condiciones sociales, económicas y ambientales de la frontera, incluyendo información acerca de llantas nuevas, usadas y de desecho y sus usos. Esta información fue obtenida de las fuentes de información de los gobiernos de E.U.A. y México, asociaciones industriales de ambos países y fue complementada con artículos de noticias, tesis académicas e información obtenida de entrevistas telefónicas con los interesados clave.

#### 1.2.1.1 Datos Históricos

La búsqueda de datos históricos se enfoco en el flujo de llantas de desecho a través de la frontera Texas-México y con otras partes del mundo. Las fuentes de información incluyeron llamadas telefónicas, documentos de asociaciones industriales y estudios previos relacionados, del área de la frontera o de regiones similares al área de estudio.

La frontera entre E.U.A. y México ha sido objeto de varios estudios ambientales en relación al movimiento de llantas a través de la frontera. Estos estudios consideraron de forma cuidadosa el general un método estandarizado y confiable para estimar la generación y uso de las llantas usadas y de desecho.

Los estudios y publicaciones anteriores, sobre el flujo de llantas en la frontera Texas-México, consultados incluyen aquellos generados por Frontera 2012 y otras investigaciones realizadas. La consulta de estudios previos acerca del flujo de llantas en regiones similares a la frontera entre Texas-México cubren:



- ✓ Frontera California-México.
- ✓ California.
- ✓ Nuevo México.
- ✓ México Distrito Federal.
- ✓ Puerto Rico.
- ✓ Estados Unidos de América.
- ✓ Las Américas

### 1.2.1.2 *Diseño de encuestas y análisis*

Se diseñaron las encuestas y su posterior análisis con la finalidad de obtener información cuantitativa y semi-cuantitativa acerca de las llantas usadas y de desecho y su flujo a través de la frontera así como el comportamiento o tendencia que sigue. Las encuestas fueron diseñadas para los siguientes interesados:

#### **Interesados Clave en Texas**

- ✓ Comisión de Calidad Ambiental en Texas
- ✓ Departamento de Salud del Estado de Texas
- ✓ Consejos de Gobierno
- ✓ Autoridades encargadas del manejo de residuos
- ✓ Autoridades encargadas del control de plagas
- ✓ Autoridades encargadas del cumplimiento de los códigos de la Ciudad
- ✓ Departamento de bomberos
- ✓ Distribuidores de llantas nuevas
- ✓ Distribuidores de llantas usadas
- ✓ Transportistas de llantas
- ✓ Estaciones de acopio
- ✓ Bodegas
- ✓ Administradores de rellenos sanitarios
- ✓ Asociaciones de industriales
- ✓ Sitios de reciclaje y procesamiento

#### **Interesados Clave en México**

- ✓ Secretaria de Economía (SE)
- ✓ Instituto Federal de Acceso a la Información (IFAI)
- ✓ Servicio de Administración Tributaria (SAT)
- ✓ Secretaria de Medio Ambiente de Nuevo León
- ✓ Aduanas
- ✓ Autoridades municipales de manejo de residuos
- ✓ Protección Civil
- ✓ Administradores de rellenos sanitarios
- ✓ Asociaciones de industriales
- ✓ Sitios de reciclaje y procesamiento
- ✓ Organizaciones no gubernamentales

Estos cuestionarios fueron enviados vía e-mail a todas las autoridades mexicanas e interesados clave y fueron aplicadas individualmente durante los trabajos de campo en E.U.A.



### *1.2.1.3 Planificación de las entrevistas*

---

El contenido y estilo de las entrevistas (semi-estructuradas) se desarrollo por el equipo líder con el objetivo de obtener toda la información requerida por las encuestas diseñadas y registrar los detalles que salieran durante la conversación.

Este estilo fue útil durante las entrevistas cara a cara, especialmente con las autoridades. Sin embargo un enfoque estructurado de pregunta-respuesta fue usado cuando el tiempo disponible era poco, el cual era el caso de dueños o administradores de negocios o autoridades entrevistadas vía telefónica.

## **1.3 Actividades de Campo**

---

Los trabajos de campo consistieron en visitas a las 13 ciudades de Texas seleccionadas como área de estudio, así como Austin, Houston y el Distrito Federal en México, para entrevistarse con los representantes de las asociaciones industriales. La información obtenida fue cuantitativa y cualitativa y aunque localización de tiraderos era uno de los objetivos, la investigación se enfoco más en la obtención de una estimación del flujo de llantas de Texas a México así como el mercado de llantas en el área de estudio. También se realizaron consultas “cara a cara” de precios en distribuidores de llantas usadas en las ciudades de Ciudad Juárez, Reynosa y Matamoros.

### *1.3.1 Reconocimiento del camino*

---

Se hizo un reconocimiento del camino y del área de las trece ciudades fronterizas seleccionadas en el estado de Texas.

El propósito de los visitas era identificar la ubicación de los tiraderos de llantas, encontrar interesados clave y establecer las relaciones y actividades que estos interesados clave tuvieran con las llantas. Los viajes fueron de utilidad limitada para identificar grandes tiraderos de llantas, y aunque la mayoría de estos sitios están ubicados a las afueras de las ciudades en caminos rurales, y alguna información fue restringida debido a procedimientos legales y administrativos en contra de los dueños de los tiraderos, las metas del trabajo de campo fueron cumplidas con dichas visitas. Debido a las condiciones de seguridad de la frontera en el lado Mexicano, no se realizaron trabajos de campo en esa área.

### *1.3.2 Entrevistas con los interesados clave*

---

En Texas se realizaron 122 (ciento veintidós) entrevistas para obtener la información necesaria así como para obtener información cuantitativa y semi-cuantitativa, tendencias y comportamientos acerca de las manejo de llantas usadas y de desecho a través de la frontera. Se hizo énfasis en distribuidores de llantas usadas pequeñas y medianas quienes representan el 40% de los entrevistados

Los grandes distribuidores de llantas nuevas y usadas en cada ciudad fueron entrevistados para estimar los números de las grandes ventas y así disminuir la incertidumbre creada por no entrevistar al 100% de los vendedores. En cada una de las ciudades de E.U.A. se entrevisto por lo menos a un distribuidor de llantas usadas.

Entrevistas “cara a cara” fueron hechas en México a:

- ✓ Autoridades encargadas del manejo de residuos en Ciudad Juárez y Matamoros
- ✓ Representantes del relleno sanitario en Ciudad Juárez
- ✓ Representantes de ANDELLAC y CNIH

Durante un día de trabajo en campo se preguntaron precios de llantas a los vendedores de llantas usadas en las ciudades de Juárez, Reynosa y Matamoros, sin embargo por cuestiones de seguridad no se buscó esta información en otras ciudades fronterizas en el lado mexicano.

## 1.4 Seguridad

---

La seguridad de todo el personal involucrado en el proyecto fue de gran importancia, especialmente con aquellas personas que realizaron trabajos de campo. Siguiendo la recomendación del Departamento de Estado de E.U.A., se realizó el mínimo trabajo de campo posible en el lado mexicano.

La mayoría de las entrevistas fueron enviadas vía e-mail con una carta explicando el propósito del proyecto y las organizaciones involucradas. Esto debido a que la divulgación de cierta información podría significar un riesgo para las autoridades mexicanas.

Administradores de los rellenos sanitarios requirieron una carta adicional por parte del NADB asegurando que Integrated Environmental Management Services (IEMS) había sido contratado para obtener información y realizar el presente estudio. Esta carta fue entrega a IEMS por NADB el 15 de Septiembre del 2011 tanto en inglés como en español

## 1.5 Interesados Clave

---

Para determinar el flujo actual de las llantas hacia México desde Texas, se entrevisto a una variedad de interesados clave.

Autoridades y asociaciones industriales proporcionaron estimaciones generales del flujo de llantas a México. Vendedores de llantas y transportistas proporcionaron otros detalles del flujo de llantas desde Texas a México.

Todos los interesados clave accedieron a ser mencionados en este proyecto, esto mediante la firma de un permiso, los cuales son resguardados por IEMS en copia dura y están disponibles para su consulta.

Otros interesados clave también incluyeron dueños de deshuesaderos de autos, líderes ambientales comunitarios y compradores de llantas usadas.



# ***Sección 2.***

# ***Estimación del***

# ***Flujo de Llantas***

---



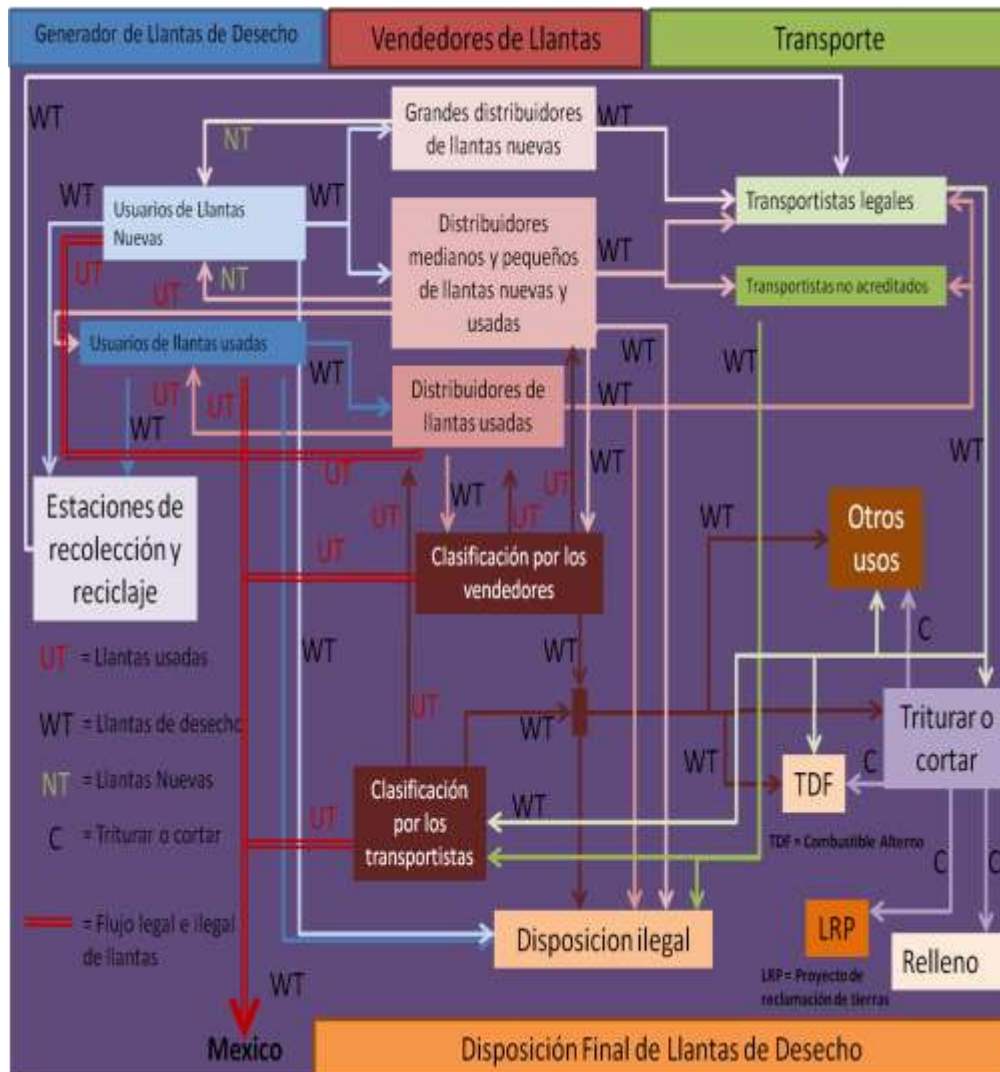


## 2 Estimación del Flujo de Llantas

El movimiento de llantas es presentado usando un simple diagrama localizado como **Figura 2.1.**, mostrando el origen y destino de las llantas usadas en Texas.

Entre 2005 y 2011 en el área de la frontera entre E.U.A. – México o en una parte de la misma, se mapeo el flujo de llantas en dos estudios previos. Ambos estudios muestran flujos similares a los presentados por IEMS con la excepción de la clasificación añadida entre llantas de desecho y llantas usadas. El proceso de clasificación ocurre dentro de los sitios negocios de llantas y transporte (i.e. generadores de llantas de desecho y transportistas)

**Figura 2.1.**  
**Flujo de Llantas en el Estado de Texas**





## 2.1 Metodología para estimar el Flujo de Llantas

Existen principalmente tres distintos flujo o movimientos de llantas:

1. Texas-México.
2. E.U.A. - Frontera Internacional de Texas.
3. Otro País - Frontera Internacional de Texas

El primer flujo requiere diferentes tipos de detalle

- a. Flujo Legal vs. Ilegal
- b. Reúso vs. reciclaje vs. procesamiento
- c. Disposición Adecuada vs. Disposición ilegal

### 2.1.1 Texas-México

#### 2.1.1.1 Flujo legal de llantas usadas

#### Fórmula 1.

$$\begin{array}{l} \text{Flujo Anual} \\ \text{Legal de} \\ \text{llantas usadas} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Flujo de llantas} \\ \text{usadas para ser} \\ \text{comercializadas} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Llantas usadas} \\ \text{en los carros} \\ \text{importados} \\ \text{legalmente} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Llantas comerciales} \\ \text{usadas importadas} \\ \text{de Texas para} \\ \text{recauchutado} \end{array}$$

#### Llantas usadas para Comercialización

La Secretaria de Economía (SE) está a cargo de expedir los permisos de importación para tres regiones de la frontera entre E.U.A. y México. Estos permisos están garantizados anualmente de acuerdo a la cuota global de importación para llantas usadas a personas o compañías dedicadas a la comercialización de llantas usadas en esas áreas. Las regiones donde la importación de llantas ha sido autorizada y controlada por la Secretaria de Economía son:

1. Estado de Baja California.
2. Estado de Sonora
3. Ciudad Juárez, Chihuahua.

Cada año el número llantas usadas autorizadas para importación o la cuota de importación de llantas usadas es establecido por la Secretaría de Economía y dividida entre las tres regiones. Para el propósito de este estudio el número de llantas usadas importadas legalmente se basó en la cuota establecida en los puertos de entrada en la región de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Esto es definido como Cuota Anual de Llantas usadas importadas. Hay que notar que no hay una cuota para importación legal asignado al resto de la frontera Texas-México.

### Fórmula 2.

$$\begin{array}{l} \text{Flujo de llantas} \\ \text{usadas para ser} \\ \text{comercializadas} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Cuota anual de llantas} \\ \text{usadas importadas.} \end{array}$$

*Flujo de llantas usadas en carros importados legalmente*

---

### Fórmula 3.

$$\begin{array}{l} \text{Flujo de llantas usadas} \\ \text{en carros importados} \\ \text{legalmente} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Flujo de carros} \\ \text{importados} \\ \text{anualmente} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Número de} \\ \text{llantas promedio} \\ \text{por carro} \end{array}$$

*Importación de llantas usadas comerciales para recauchutado*

---

Existen diferentes autorizaciones otorgadas por la SE para la importación de llantas comerciales para el solo propósito de ser recauchutadas en una planta Mexicana. Solo los sitios registrados para la renovación de llantas son asignados con una cuota de importación de llantas usadas para propósitos de renovarlas. El recauchutado de llantas de vehículos de pasajeros es posible pero no es económicamente viable (ANDELLAC, 2011). Sin la industria de la renovación de las llantas de camión, los transportistas en México irían a la bancarrota debido al alto costo de las llantas nuevas (CNIH, Rubber Industry National Chamber , 2011).

Las llantas usadas pueden ser importadas para recauchutado a través de cualquier puerto de entrada legal, siguiendo los requerimientos para la importación de llantas usadas para propósitos de recauchutado.

Para propósitos de este estudio se utilizara la siguiente fórmula:

### Fórmula 4.

$$\begin{array}{l} \text{Llantas comerciales importadas} \\ \text{para recauchutado entrando por} \\ \text{Texas} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Llantas usadas importadas bajo los} \\ \text{requerimientos de importación para} \\ \text{propósitos de recauchutado entrando por} \\ \text{cualquier parte de la frontera de Texas-} \\ \text{México.} \end{array}$$

De acuerdo con lo reportado previamente las llantas usadas para ser comercializadas serán importadas solamente por Ciudad Juárez, una porción de la frontera de Sonora y de Baja California. Por lo que, todas las llantas usadas importadas legalmente a través de cualquier punto de entrada de la frontera de Texas-México excepto Ciudad Juárez, se consideraran destinadas a propósitos de recauchutado. Excepto por el año del 2005 cuando la importación de llantas usadas para comercialización no fue permitida, por lo que todas las llantas importadas por la frontera de Texas-México se considerarán que entraron con propósitos de recauchutado.

### 2.1.1.2 Flujo Ilegal de llantas usadas

El flujo ilegal de llantas usadas y de desecho desde Texas es mucho más complejo de estimar. Este flujo consiste en varias corrientes diferentes y cada una deberá ser estimada por separada para determinar el flujo ilegal total de llantas.

Este estudio se basó en la información obtenida de entrevistas en ambos lados de la frontera, datos de la Secretaria de Administración Tributaria (SAT), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Organizaciones no gubernamentales, estudios ambientales e información públicamente disponible, entre otros.

La información obtenida de las entrevistas incluye estimaciones de flujo de llantas por representantes de industrias mexicanas y sitios de disposición final. Se ha asumido que la comercialización con fines de lucro es la fuerza que dirige el flujo de llantas. Sin embargo para estimar el flujo de llantas desde Texas a la frontera de Texas-México se considera que:

#### Fórmula 5.

$$\text{Flujo de llantas usadas} = \text{Flujo legal de llantas usadas} + \text{Flujo ilegal de llantas usadas}$$

#### Fórmula 6.

El flujo de llantas usadas es mayor o igual a la demanda teórica de llantas usadas en el área de la frontera de México.

#### Fórmula 7.

$$\text{Demanda teórica de llantas usadas en la frontera de México} = \frac{\left( \text{Demanda teórica de llantas en la frontera de México} - \text{Estimado de venta de llantas nuevas en la frontera de México} \right)}{\text{Porcentaje de vida útil restante a las llantas usadas Tipo 3}}$$

Las llantas usadas son clasificadas de la siguiente manera:

- **Especial.** Seminueva
- **Número 1.** No están agrietadas o quemadas, muestran gastado uniforme y tienen el 60% de la huella
- **Número 2.** Un lado está más gastado que el otro, tiene de un 20 a un 40% de huella.
- **Número 3.** Está quemada o agrietada, tiene menos del 20% de huella restante;

### Fórmula 8.

$$\begin{array}{c} \text{Estimado de} \\ \text{llantas nuevas} \\ \text{vendidas en la} \\ \text{frontera} \end{array} = \begin{array}{c} \text{Llantas nuevas} \\ \text{vendidas por} \\ \text{vehículo en el} \\ \text{estado} \end{array} \times \begin{array}{c} \text{Vehículos en} \\ \text{cada municipio} \end{array}$$

### Fórmula 9.

$$\begin{array}{c} \text{Nuevas llantas} \\ \text{vendidas por vehículo} \\ \text{en el estado} \end{array} = \frac{\begin{array}{c} \text{Llantas nuevas} \\ \text{vendidas en el estado} \end{array}}{\begin{array}{c} \text{Vehículos en el estado} \end{array}}$$

### Fórmula 10 a.

$$\begin{array}{c} \text{Demanda} \\ \text{teórica de} \\ \text{llantas en la} \\ \text{frontera de} \\ \text{México} \end{array} = \frac{\begin{array}{c} \text{Vehículos} \\ \text{en cada} \\ \text{municipio} \end{array} \times \begin{array}{c} \text{Llantas} \\ \text{por} \\ \text{carro} \end{array} \times \begin{array}{c} \text{Millaje} \\ \text{promedio} \\ \text{anual por} \\ \text{llanta} \end{array}}{\begin{array}{c} \text{Resistencia promedio de una llanta nueva vendida en} \\ \text{México} \end{array}}$$

o también,

### Fórmula 10 b.

$$\begin{array}{c} \text{Demanda} \\ \text{teórica de} \\ \text{llantas en la} \\ \text{frontera de} \\ \text{México} \end{array} = \frac{\begin{array}{c} \text{Vehículos en} \\ \text{cada} \\ \text{municipio} \end{array} \times \begin{array}{c} \text{Llantas por} \\ \text{carro} \end{array}}{5 \text{ años}}$$

La razón por la cual se están aplicando dos formular para estimar la demanda teórica de llantas en la frontera es que las llantas se pueden degradar más por el tiempo y la exposición a los elementos que por el uso de la huella dada la fricción con la superficie del camino. Basando la demanda de llantas solo en la degradación por la exposición al ambiente no se considera que las llantas sean descartadas antes de cumplir 5 años, y aunque tampoco podrían descartarse pasando este tiempo; sin embargo este plazo es un número estimado con el cual los interesados clave pueden trabajar y comparar con otras estimaciones

### Fórmula 11.

$$\begin{array}{c} \text{Flujo ilegal} \\ \text{de llantas} \\ \text{usadas} \end{array} \geq \begin{array}{c} \text{Demanda teórica de} \\ \text{llantas usadas en la} \\ \text{frontera de México} \end{array} - \begin{array}{c} \text{Flujo legal} \\ \text{de llantas} \\ \text{usadas} \end{array}$$



**Fórmula 12.**

$$\text{Vehículos en cada municipio} = \text{Vehículos registrados} + \text{Vehículos sin registro}$$

Para estimar el número de vehículos americanos ilegales en la frontera mexicana se utilizaron dos diferentes fórmulas.

**Fórmula 13.**

$$\text{Vehículos sin registro} = \text{Vehículos ilegales} + \text{Vehículos Americanos}$$

Cada carro importado a México por cualquier punto de entrada en la frontera Texas-México tiene al menos 4 llantas las cuales se puede presumir se dispondrán eventualmente en el lado mexicano de la frontera. Por esta razón cada carro importado a través de los puentes de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas será considerado portador de 4 llantas.

Basados en la información de las entrevistas con las asociaciones mexicanas de industriales, muchas de las llantas no permanecen en la región de la frontera. El mayor mercado son las ciudades más grandes como Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y Puebla entre otros. Una de las asociaciones de industriales entrevistadas estimó que al menos el 50% del flujo de llantas de E.U.A. a México, deja la frontera para ser vendidas en el interior del país.

2.1.1.3 Reúso, reciclado, materia prima y energía

Aparte de su uso inicial, las llantas tienen una variedad de destinos: reusadas en vehículos, reciclaje para usos alternativos, procesadas para su uso como material rima de otros productos, incineradas para generación de energía o dispuestas.

En la literatura se tienen algunas estimaciones de la proporción de llantas que siguen los diferentes caminos, los cálculos se han hecho usando datos de campo. Los datos de Estados Unidos se encuentran controlados por la Comisión de Calidad Ambiental de Texas (*Texas Commission on Environmental Quality TCEQ*) cuyos números fueron usados. Para México, algunos municipios tienen información acerca de las llantas llevadas a rellenos y a compañías de cemento para recuperación de energía.

La proporción de llantas destinadas al reciclaje fue estimada en base a las entrevistas y fuentes de noticias, la fracción reusada para México es reportada por las asociaciones industriales como mínima. Finalmente la fracción de reúso en Texas se requirió a través de entrevistas con los recicladores de llantas y procesadores del Estado.



#### *2.1.1.4 Disposición adecuada e ilegal*

La disposición apropiada en el lado americano está bien documentada por la TCEQ, aunque en la Ciudad de Presidio no existe una opción para disposición adecuada de llantas.

La disposición ilegal fue documentada mediante entrevistas a autoridades y a través de entrevistas con los vendedores de llantas nuevas y usadas.

La información de la disposición legal/apropiada en México fue obtenida de las autoridades ambientales locales de cada municipio. A pesar que no todos los municipios mexicanos poseen sitios adecuados para la disposición y procedimientos de manejo, para propósitos del presente estudio se consideraran la opción más apropiada de disposición para esas regiones en específico.

En los **Anexos 1 y 2** se muestran los sitios de disposición, el número aproximado de llantas de desecho acumuladas, la ubicación y procedimientos de administración en cada municipio mexicano.

#### *2.1.2 Llantas provenientes de otros estados de E.U.A.*

El origen de las llantas usadas en Texas fue obtenido mediante entrevistas con distribuidores locales de llantas usadas. No existen sitios de manufactura de llantas en Texas (entrevista vía mail con RMA) por lo que todas las llantas nuevas vendidas en el estado o que entran en el alcance del área de estudio se asume, fueron originadas en unos de los 49 estados, Canadá u otro país.

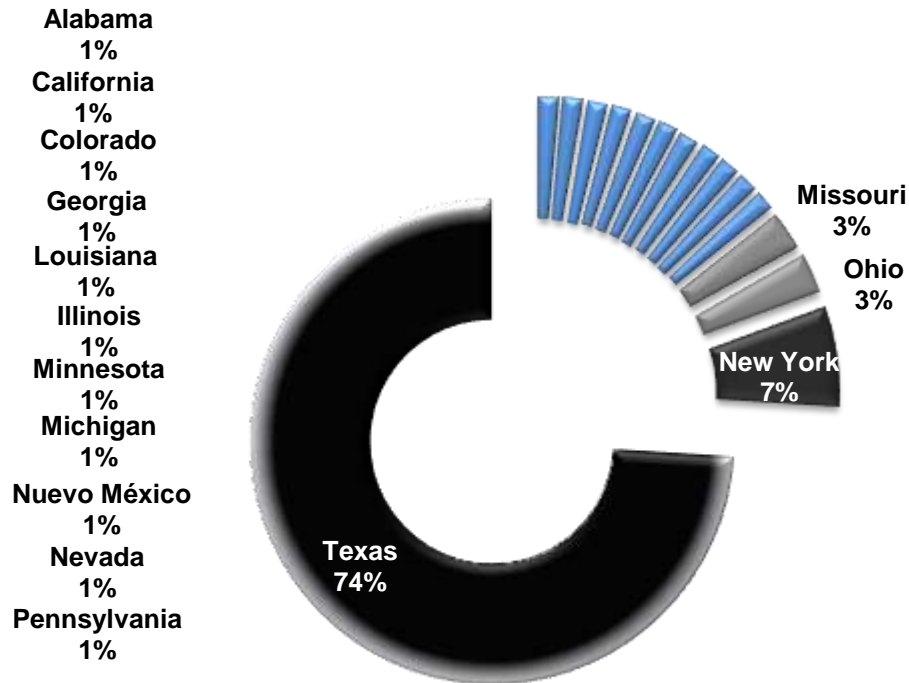
El origen de las llantas usadas que son transportadas a través de Texas desde otros estados, lo cual es considerado que tiene un gran impacto ambiental o económico en la frontera Texas-México basado en información obtenida en trabajos de campo en el área de la frontera de Texas, es:

- ✓ Alabama
- ✓ California
- ✓ Denver, Colorado
- ✓ Atlanta, Georgia
- ✓ Illinois
- ✓ Louisiana
- ✓ Michigan
- ✓ Minnesota
- ✓ Missouri
- ✓ Las Vegas, Nevada
- ✓ Las Cruces, Nuevo México
- ✓ New York
- ✓ Cincinnati y Fostoria, Ohio
- ✓ Pennsylvania



La **Figura 2.2.** representa el estado del cual el distribuidor de llantas usadas obtiene las llantas para comercializarlas en la frontera de Texas-México del lado de E.U.A. Se asume que 74% de los distribuidores de llantas usadas dijeron que obtienen sus llantas en ciudades de Texas.

**Figura 2.2.**  
**Origen de llantas usadas, mencionados por distribuidores de llantas usadas**



Un distribuidor de llantas usadas que obtiene llantas de Texas, también pudiera obtenerlas de otros estados. El número de llantas usadas traídas a Texas desde otras partes de E.U.A. requiere ser calculado.

No se obtuvieron datos acerca del número de llantas usadas que llegan a la frontera de Texas-México desde otros estados americanos, esto durante el trabajo de campo o el trabajo de gabinete y otras actividades por lo que no es posible para IEMS estimar el número de llantas que son transportadas a Texas desde otros estados, lo cual puede tener efecto tanto ambiental como económico en la frontera de Texas-México



### 2.1.3 Otros Países

Información sobre llantas usadas con origen en países fuera de E.U.A. se obtuvo durante las entrevistas en Texas. El único país mencionado por uno de los entrevistados fue Canadá.

No se cuenta con datos acerca del número de llantas usadas que llegan a la frontera Texas-México desde otros países, no se obtuvo durante los trabajos de campo ni durante el trabajo de gabinete. Por lo que no es posible para IEMS estimar el número de llantas que son transportadas a la frontera Texas-México desde otros países fuera de E.U.A.

## 2.2 Estimaciones y Resultados

A continuación se incluyen los resultados utilizando la información obtenida de diferentes interesados claves a lo largo de Texas y México y la aplicación de las fórmulas y los criterios que se describieron previamente.

### 2.2.1 Flujo legal de llantas usadas

#### 2.2.1.1 Cuota anual de llantas usadas importadas en Ciudad Juárez

La siguiente tabla fue creada aplicando la **Fórmula 2**, empleando datos obtenidos de la Secretaria de Economía mediante el IFAI.

Tabla 2.1. Cuota Anual de llantas usadas importadas en Ciudad Juárez	
Año	Llantas usadas importadas legalmente por año
2005	0
2006	340,000
2007	340,000
2008	340,000
2009	340,000
2010	191,100
2011	198,400
<b>Total</b>	<b>1,749,500</b>

#### 2.2.1.2 Flujo anual de llantas en carros importados legalmente

La **Tabla 2.2.** presenta los resultados de aplicar la **Fórmula 3** empleando datos obtenidos del Sistema de Administración Tributaria (SAT) sobre el reporte del balance de importaciones comerciales.



<b>Tabla 2.2.</b>							
<b>Flujo anual de llantas usadas en carros importados</b>							
<b>Vehículos importados por año por estado (Vehículos)</b>					<b>Flujo anual de carros importados (carros)</b>	<b>Número promedio de llantas por vehículo (llantas usadas/carro)</b>	<b>Llantas usadas en el flujo de carros importados (llantas usadas)</b>
<b>Estado/ Año</b>	<b>Chihuahua</b>	<b>Coahuila</b>	<b>Nuevo León</b>	<b>Tamaulipas</b>			
2005	58,482	16,074	26,183	144,701	<u>245,440</u>	4	<b>981,760</b>
2006	202,076	46,702	101,275	521,855	<u>871,908</u>	4	<b>3,487,632</b>
2007	132,624	28,375	14,351	628,889	<u>804,239</u>	4	<b>3,216,956</b>
2008	73,993	15,254	532	422,761	<u>512,540</u>	4	<b>2,050,160</b>
2009	42,805	10,338	1,346	163,496	<u>217,985</u>	4	<b>871,940</b>
2010	91,073	10,665	1,976	205,615	<u>309,329</u>	4	<b>1,237,316</b>
2011*	68,543*	8,965*	9,960*	151,056*	<u>238,524*</u>	4	<b>1,602,692</b>
<b>Total</b>	<b>669,596</b>	<b>136,373</b>	<b>155,623</b>	<b>2,238,373</b>	<b><u>3,199,965</u></b>	<b>4</b>	<b><u>13,448,456</u></b>

\* Información obtenida hasta Agosto 2011. El flujo de llantas usadas en carros importados para el año de 2011 fue linealmente extrapolada de los datos del 2009 y 2010.

2.2.1.3 Llantas usadas comerciales importadas para recauchutado

La **Tabla 2.3.** presenta los resultados de aplicar la **Fórmula 4** empleando datos obtenidos del Servicio de Administración Tributaria (SAT) y su reporte del balance de las importaciones comerciales.

<b>Tabla 2.3.</b>	
<b>Flujo de importación para recauchutado</b>	
<b>Año</b>	<b>Llantas usadas para recauchutado</b>
2005 <sup>1</sup>	168,457
2006	219,399
2007	274,036
2008	276,619
2009	299,073
2010 <sup>2</sup>	343,052
2011 <sup>2</sup>	374,898
<b>Total<sup>2</sup></b>	<b>1,955,534</b>

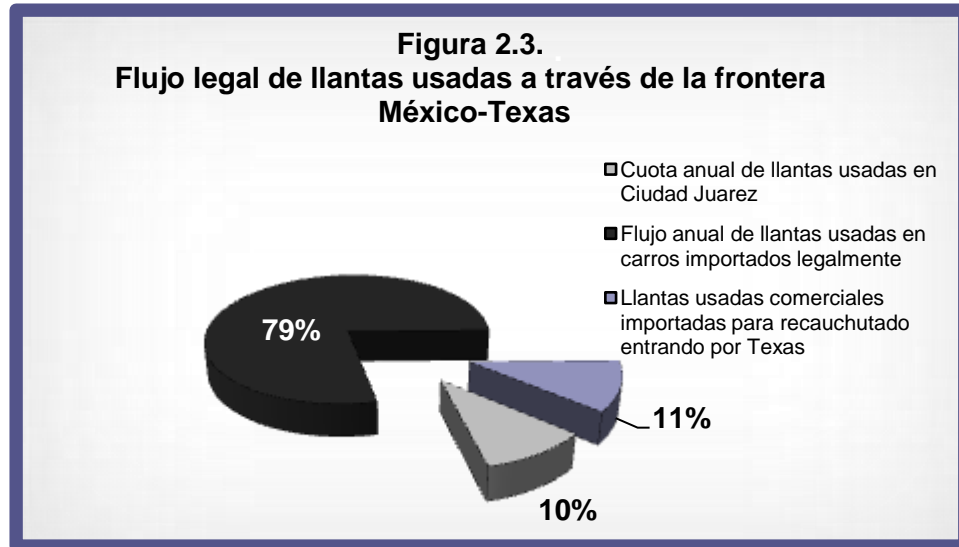
<sup>1</sup> Estimada sumando todas las llantas importadas legalmente por la frontera Texas-México incluyendo la frontera con Ciudad Juárez ya que no existió ninguna cuota en 2005 para esta área.

<sup>2</sup> F De Junio 2010 a Diciembre 2011 los datos de importación fueron obtenidos extrapolando linealmente con R<sup>2</sup> igual a 0.901

De la información presentada en las **Tablas 2.1.** a la **2.3.**, se puede estimar que el flujo legal de llantas usadas de 2005 al 2011 es:

## 17,153,490 llantas

La **Figura 2.3** describe la distribución de este flujo. Las llantas usadas montadas en los vehículos importados representan casi el 80% del flujo de llantas usadas.



### *2.2.2 Flujo ilegal de llantas usadas*

Los resultados de aplicar las fórmulas para estimar el flujo ilegal de llantas usadas resultaron en un valor negativo. Este valor no debe interpretarse como un flujo negativo de llantas usadas hacia Texas; podría interpretarse como una señal de que la importación actual de llantas usadas puede, teóricamente, cubrir la demanda de llantas en la frontera mexicana.

De hecho, el flujo legal de llantas usadas teóricamente podría abastecer más de dos veces la demanda de la región de la frontera Texas-México como se muestra en la tabla anterior.

Determinar la razón del exceso de llantas usadas cruzando la frontera Texas-México no es parte del alcance del estudio y ya no será mencionado. Sin embargo es importante mencionar que la Cámara Nacional de la Industria Hulera, (CNIH) ha detectado cargamentos de llantas usadas en grandes ciudades mexicanas muy al sur de la frontera, tales como Guadalajara y el Distrito Federal.

Basado en el hecho que tanto en los trabajos de campo como en el trabajo de gabinete, las entrevistas con los interesados clave reportaron la existencia de un flujo ilegal de llantas usadas desde Texas hacia México, será mejor asumir que una demanda mayor que la de la del área de la frontera está siendo abastecida por un flujo de llantas tanto legal como ilegal.

Como conclusión general el resultado obtenido de estimar el flujo ilegal de llantas usadas de Texas hacia México basado solamente en la demanda de la región de la frontera de México, subestimaría el flujo ilegal actual.

### 2.2.3 Demanda teórica de llantas usadas en la Frontera

De la aplicación de la **Fórmula 7**, la demanda teórica de llantas usadas en el área fronteriza de México resulta en la información presentada en la **Tabla 2.4**.

<b>Tabla 2.4.</b> <b>Demanda teórica de llantas usadas en la frontera Texas-México</b>	
<b>Año</b>	<b>Demanda teórica de llantas usadas (llantas usadas)</b>
<b>2005</b>	913,904
<b>2006</b>	1,431,049
<b>2007</b>	847,033
<b>2008</b>	997,133
<b>2009</b>	1,227,711
<b>2010</b>	1,396,641
<b>2011</b>	1,576,431
<b>TOTAL</b>	<b>8,389,903</b>

Resultados y estimaciones adicionales realizadas durante el estudio son presentados en el Reporte Completo de este estudio.

### 2.2.4 Reúso, Reciclaje y Procesamiento

No se reportó o proporcionó información relevante sobre llantas vendidas para reúso, reciclaje o para otros productos derivados de las llantas en la región de la frontera Texas-México, por parte de los interesados clave durante las entrevistas realizadas. Por esta razón no se realizaron estimaciones sobre el tema en este reporte

## *2.2.5 Disposición adecuada vs Disposición ilegal*

---

### *2.2.5.1 Disposición adecuada*

---

En los **Anexos 1 y 2** se muestran los sitios de disposición adecuada, el número aproximado de llantas de desecho acumuladas, la ubicación y administración de los procedimientos en cada municipio mexicano del estudio

### *2.2.5.2 Disposición ilegal*

---

No se obtuvo información concluyente sobre la disposición ilegal de llantas de desecho, de las entrevistas a los interesados clave mexicanos entrevistados. El **Anexo 3** presenta un mapa sobre la localización de sitios potenciales de disposición ilegal de llantas en el lado mexicano de la región fronteriza de Texas-México.



# ***Sección 3. Sitios de Disposición Final de Llantas de Desecho***

---



### 3 Sitios de Disposición Final de Llantas de Desecho

IEMS creó un directorio georeferenciado y un mapa de los sitios conocidos de tiraderos de llantas que han sido transportadas de Texas a México; su operación, quienes son los responsables de ellos, sus procedimientos de manejo, número de llantas de desecho acumuladas y mapas individuales.

Además, IEMS presenta una lista de los posibles generadores de llantas de desecho, posibles tiraderos ilegales y un mapa de cada una de las ciudades mexicanas de la región fronteriza.

#### 3.1 Sitios de Disposición

IEMS consideró que el uso del trabajo de gabinete junto con la información de campo resultaría en un estudio que ofreciera al usuario una plataforma sólida que reflejara la realidad actual del tema de las llantas en la frontera entre Texas y México.

El trabajo de gabinete consistió en la revisión de la literatura disponible, publicaciones periódicas regionales, correspondencia electrónica y/o conferencias con los interesados clave.

Se utilizó principalmente las llamadas telefónicas con autoridades municipales mexicanas y otros interesados clave, se prepararon y analizaron bases de datos, se consultó material escrito encontrado en las fuentes de información de los gobiernos de E.U.A., asociaciones de industriales, información pública de servicios de información georeferenciada, fuentes de noticias y estudios relacionados en la región, entre otros.

La ubicación de los tiraderos de llantas fue determinada por las direcciones obtenidas de los interesados entrevistados, la base de datos de la red de pilas de llantas de la frontera y publicaciones en línea de noticias que describen la situación del área y sus alrededores.

Las coordenadas geográficas de las áreas fueron obtenidas utilizando sistemas públicos de Información Georeferenciada (*Geographical Information Systems GIS*), principalmente de Google™ Earth, buscando visualmente los sitios, siguiendo las indicaciones dadas por las fuentes antes mencionadas.

No se realizó trabajo de campo en el lado mexicano debido a razones de seguridad. No se realizaron visitas de confirmación, utilizando sistemas de posicionamiento global (*GPS*), para validar la información obtenida de las fuentes. Sin embargo, solo sitios que fueran visiblemente consistentes con lo descrito por los interesados mexicanos fueron seleccionados como tiraderos de llantas.



En su lugar fue realizada una búsqueda visual de deshuesaderos de autos y otros sitios de venta de carros usados en las ciudades mexicanas a través de GIS públicos con el objetivo de evaluar la posible localización de generadores de llantas de desecho y sitios potenciales de almacenamiento de llantas; esta metodología es explicada más adelante en este documento.

IEMS empleó una búsqueda basada e trabajo de gabinete que consistió en la revisión de la literatura disponible, publicaciones periódicas regionales disponibles en línea y correspondencia electrónica y/o teleconferencias con los interesados clave. La ubicación de los tiraderos de llantas a lo largo de la región Texas-México ha sido el objeto de las siguientes publicaciones:

- *Border 2012: U.S.-Mexico Border Scrap Tire Inventory Summary Report. (United States Environmental Protection Agency (EPA), 2007)*
- *Border Tire Network, Tire Pile Information (Border 2012, 2011)*

Los sitios reportados en los documentos mencionados anteriormente fueron tomados como base para cumplir con el objetivo del reporte.

IEMS realizó una búsqueda visual de deshuesaderos de varios tamaños y lotes de autos usados en las ciudades Mexicanas de la región, para determinar el posible destino final de las llantas usadas y de desecho que vienen con los carros usados importados de Texas a México.

Para presentar toda la información recopilada, los mapas que muestran las ubicaciones identificadas como posibles deshuesaderos de autos y pilas de llantas ilegales, para cada ciudad mexicana dentro del alcance del estudio fue creado el **Anexo 4**.





# ***Sección 4. Impactos Ambientales y Económicos del Flujo de Llantas de Desecho desde Texas hacia México***

---



## 4 Impactos Ambientales y Económicos del Flujo de Llantas de Desecho desde Texas hacia México

Para la estimación de los impactos ambientales y económicos, relacionados con el alcance del estudio, se realizaron varias consideraciones y suposiciones. Dichas consideraciones son descritas ampliamente en el Capítulo 4 del Reporte Completo de este estudio.

### 4.1 Ganancia de la venta de llantas usadas a México

IEMS estimó un rango de ganancia, en lugar de un solo número, dentro del cual pudo haber estado la ganancia por llanta en cualquier periodo de tiempo entre Enero del 2005 y Abril del 2012, como se muestra en la **Figura 4.1**.

**Figura 4.1.**  
Ganancias máxima y mínima por llanta estimada por año desde el 2005



Tamaño de Rin	R 13	R 14	R 15	R 16	Ganancia mayor neta (USD / Llanta usada)
Huella remanente / Año	20%-40%	20%-40%	20%-40%	20%-40%	
<b>2005</b>	\$2.95	\$10.86	\$12.15	\$3.25	\$29.21
<b>2006</b>	\$2.95	\$10.84	\$12.12	\$3.24	\$29.15
<b>2007</b>	\$2.88	\$10.60	\$11.86	\$3.17	\$28.52

**Tabla 4.1.**  
**Ganancia mayor por llanta por año**  
**(USD / por llanta usada)**

Tamaño de Rin	R 13	R 14	R 15	R 16	Ganancia mayor neta (USD / Llanta usada)
Huella remanente / Año	20%-40%	20%-40%	20%-40%	20%-40%	
2008	\$3.10	\$11.40	\$12.75	\$3.41	\$30.66
2009	\$2.44	\$8.98	\$10.04	\$2.69	\$24.14
2010	\$2.53	\$9.30	\$10.40	\$2.78	\$25.01
2011	\$2.67	\$9.83	\$10.99	\$2.94	\$26.44
2012	\$2.43	\$8.95	\$10.01	\$2.68	\$24.08

**Tabla 4.2.**  
**Ganancia menor por llanta por año**  
**(USD / por llanta usada)**

Tamaño del Rin	R 13	R 14	R 15	R 16	Ganancia menor por llanta (USD / por llanta usada)
Huella remanente / Año	0-20%	0-20%	0-20%	0-20%	
2005	\$0.86	\$3.13	\$3.58	\$0.98	\$8.55
2006	\$0.86	\$3.11	\$3.56	\$0.97	\$8.49
2007	\$0.87	\$3.17	\$3.62	\$0.99	\$8.66
2008	\$0.71	\$2.57	\$2.93	\$0.80	\$7.01
2009	\$0.64	\$2.33	\$2.66	\$0.72	\$6.35
2010	\$0.75	\$2.71	\$3.10	\$0.84	\$7.40
2011	\$0.69	\$2.51	\$2.87	\$0.78	\$6.85
2012	\$0.71	\$2.56	\$2.93	\$0.80	\$7.00

**Tabla 4.3.**  
**Tamaño de llanta preferido por los mexicanos al comprar llantas usadas (porcentaje)**

Tamaño del Rin / Municipio	Rin 13	Rin 14	Rin 15	Rin 16
Juárez	17%	44%	33%	6%
Reynosa	10%	30%	40%	20%
Matamoros	8%	42%	42%	8%
<b>Media geométrica</b>	<b>11%</b>	<b>38%</b>	<b>38%</b>	<b>10%</b>
			<b>error</b>	<b>3%</b>

**Tabla 4.4.**  
**Ganancia promedio mayor por tamaño de llanta usada en el periodo 2005-2010 en las ciudades de estudio mexicanas (USD / por llanta usada)**

Tamaño de Rin	R 13	R 14	R 15	R 16
Huella remanente / Año	20%-40%	20%-40%	20%-40%	20%-40%
2005	\$26.45	\$28.47	\$31.84	\$33.34
2006	\$26.40	\$28.41	\$31.77	\$33.28
2007	\$25.82	\$27.79	\$31.08	\$32.55
2008	\$27.76	\$29.88	\$33.41	\$35.00
2009	\$21.86	\$23.53	\$26.31	\$27.55
2010	\$22.65	\$24.38	\$27.26	\$28.55
2011	\$23.94	\$25.77	\$28.81	\$30.18
2012	\$21.80	\$23.46	\$26.24	\$27.48

**Tabla 4.5.**  
**Ganancia promedio menor por tamaño de llanta usada en el periodo 2005-2010 en las ciudades de estudio mexicanas (USD / por llanta usada)**

Tamaño de Rin	R 13	R 14	R 15	R 16
Huella remanente / Año	0-20%	0-20%	0-20%	0-20%
2005	\$7.74	\$8.21	\$9.38	\$10.01
2006	\$ 7.68	\$ 8.16	\$ 9.32	\$ 9.94
2007	\$ 7.83	\$ 8.31	\$ 9.50	\$ 10.13
2008	\$ 6.34	\$ 6.73	\$ 7.69	\$ 8.20
2009	\$ 5.74	\$ 6.09	\$ 6.96	\$ 7.43
2010	\$ 6.69	\$ 7.10	\$ 8.12	\$ 8.66
2011	\$ 6.19	\$ 6.57	\$ 7.51	\$ 8.02
2012	\$ 6.33	\$ 6.72	\$ 7.68	\$ 8.19

**Tabla 4.6.**  
**Ganancia promedio menor por llanta en las ciudades de estudio mexicanas (pesos mexicanos / llanta usada)**

Tamaño de Rin	R 13	R 14	R 15	R 16	R 17
Huella remanente /municipio	0-20%	0-20%	0-20%	0-20%	0-20%
Juárez	\$123	\$130	\$141	\$196	\$205
Reynosa	\$77	\$77	\$85	\$85	\$98
Matamoros	\$72	\$82	\$102	\$89	\$92
<b>Ganancia promedio menor por llanta en las ciudades de estudio mexicanas; (pesos mexicanos / llanta usada)</b>	<b>\$88</b>	<b>\$94</b>	<b>\$107</b>	<b>\$114</b>	<b>\$123</b>

**Tabla 4.7.**  
**Ganancia mayor promedio por llanta en las ciudades de estudio de México (Pesos Mexicanos / llanta usada)**

Tamaño del Rin		Rin 13	Rin 14	Rin 15	Rin 16
Núm.	Huella remanente / Municipio	20%-40%	20%-40%	20%-40%	20%-40%
1	Juárez	\$355	\$346	\$382	\$452
2	Reynosa	\$248	\$265	\$279	\$297
3	Matamoros	\$237	\$284	\$342	\$312
<b>Ganancia mayor promedio por llanta en las ciudades de estudio de México (Pesos Mexicanos / llanta usada)</b>		<b>\$275.33</b>	<b>\$296.36</b>	<b>\$331.40</b>	<b>\$347.10</b>

**Tabla 4.8.**  
**Precio de distribución promedio en las ciudades de estudio mexicanas representativas (Pesos mexicanos / llanta usada)**

Tamaño del Rin		R 13		R 14		R 15		R 16		R 17	
No.	Huella remanente /Municipio	0-20%	20%-40%	0-20%	20%-40%	0-20%	20%-40%	0-20%	20%-40%	0-20%	20%-40%
1	<b>Juárez</b>	\$203	\$355	\$215	\$346	\$233	\$382	\$325	\$452	\$339	\$466
2	<b>Reynosa</b>	\$111	\$248	\$111	\$265	\$122	\$279	\$122	\$297	\$141	\$339
3	<b>Matamoros</b>	\$96	\$237	\$108	\$284	\$135	\$342	\$118	\$312	\$122	\$331
<b>Precio de distribución promedio en las ciudades (Pesos mexicanos / llanta usada)</b>		<b>\$129</b>	<b>\$275</b>	<b>\$137</b>	<b>\$296</b>	<b>\$157</b>	<b>\$331</b>	<b>\$167</b>	<b>\$347</b>	<b>\$180</b>	<b>\$374</b>

## 4.2 Costos de disposición por llanta en la Región Fronteriza de Texas y México

Contrario a lo que ocurre en el lado mexicano de la frontera, en Texas las compañías de disposición privadas así como las autoridades locales son las responsables de recolectar y disponer las llantas de desecho. El precio cobrado al generador de una llanta de desecho depende del acuerdo confidencial entre cada compañía de manejo de llantas de desecho y cada generador. Los precios cobrados por los rellenos sanitarios públicos y los centros de acopio son fijos. Los grandes distribuidores de llantas nuevas tienen acuerdos corporativos con un solo transportista autorizado, el cual provee el servicio de recolección de llantas usadas en todas sus tiendas y la información acerca del costo por llanta queda confidencial entre ambas partes.

Aunque las compañías privadas rara vez se involucran, en el lado mexicano de la frontera las autoridades municipales son las encargadas de los sitios de almacenamiento y disposición de llantas de desecho, específicamente los departamentos de Servicios Municipales o Ecología.

## 4.3 Costos potenciales de limpieza de las pilas de llantas significativas en la región fronteriza Texas-México

Las actividades para la prevención de incendios, fumigación y disminución del volumen de las llantas, deberán ser realizadas por cada interesado dependiendo de su propio criterio.

Los costos de transportación al sitio de disposición apropiado más cercano son presentados en la **Tabla 4.9**, basados en las cotizaciones obtenidas de las compañías de camiones.

Id #	Destino <sup>1</sup>		Llantas de desecho acumuladas	Equipo	Estado de la llanta	Número estimado de viajes	Costo por viaje	Costo total de transportación (USD)
	Sito de disposición	Ciudad						
<b>1</b>	Planta de CEMEX	Monterrey, NL.	<b>2,500,000</b>	Camión	Entera	1667	\$ 829.07	\$ 1'382,067.86
				Tren	Entera	1008	\$1,480.00	\$ 1'491,840.00
				Camión	Cort./Trit.	1042	\$ 829.07	\$ 863,896.05
				Tren	Triturada	323	\$1,480.00	\$ 478,040.00
<b>35</b>	Planta de GCC	Samalayuca Chih	<b>2,500,000</b>	Camión	Entera	---	---	\$ 0.000
				Tren	Entera	---	---	\$ 0.000
				Camión	Cort./Trit.	---	---	\$ 0.000
				Tren	Triturada	---	---	\$ 0.000

**Tabla 4.9.**  
**Costos estimados de transportación hacia el sitio apropiado de disposición más cercano**

Id #	Destino <sup>1</sup>		Llantas de desecho acumuladas	Equipo	Estado de la llanta	Número estimado de viajes	Costo por viaje	Costo total de transportación (USD)
	Sito de disposición	Ciudad						
3	Planta de CEMEX	Monterrey, NL.	550,000	Camión	Entera	367	\$ 350.00	\$ 28,450.00
				Tren	Entera	222	\$1,272.92	\$ 82,587.50
				Camión	Cort./Trit.	230	\$ 350.00	\$ 80,500.00
				Tren	Triturada	71	\$1,272.92	\$ 90,377.08
36	Planta de CEMEX	Monterrey, NL.	400,000	Camión	Entera	267	\$ 829.07	\$ 21,363.00
				Tren	Entera	162	\$1,480.00	\$ 39,760.00
				Camión	Cort./Trit.	167	\$ 829.07	\$ 38,455.51
				Tren	Triturada	52	\$1,480.00	\$ 76,960.00
31	Relleno Sanitario <sup>2</sup>	Acuña, Coah.	200,000	Camión	Entera	---	---	\$ 0.000
				Tren	Entera	---	---	\$ 0.000
				Camión	Cort./Trit.	---	---	\$ 0.000
				Tren	Triturada	---	---	\$ 0.000
32	Relleno Sanitario <sup>2</sup>	Piedras Negras, Coah	115,500	Camión	Entera	---	---	\$ 0.000
				Tren	Entera	---	---	\$ 0.000
				Camión	Cort./Trit.	---	---	\$ 0.000
				Tren	Triturada	---	---	\$ 0.000
8	Planta de CEMEX	Monterrey, NL.	100,000	Camión	Entera	67	\$ 350.00	\$ 3,450.00
				Tren	Entera	41	\$1,272.92	\$ 52,189.58
				Camión	Cort./Trit.	42	\$ 350.00	\$ 14,700.00
				Tren	Triturada	13	\$1,272.92	\$ 16,547.92
4	Planta de CEMEX	Monterrey, NL.	50,000	Camión	Entera	34	\$ 350.00	\$ 11,900.00
				Tren	Entera	21	\$1,272.92	\$ 26,731.25
				Camión	Cort./Trit.	21	\$ 350.00	\$ 7,350.00
				Tren	Triturada	7	\$1,272.92	\$ 8,910.42
34	Planta de APASCO	Ramos Arizpe, Coah.	50,000	Camión	Entera	34	\$1,959.63	\$ 66,627.47
				Camión	Entera	---	---	---
				Truck	Cort./Trit.	21	\$1,959.63	\$ 41,152.26
				Camión	Triturada	---	---	---
2	Planta de CEMEX	Monterrey, NL.	32,000	Camión	Entera	22	---	---
				Tren	Entera	13	\$1,329.33	\$ 17,281.23
				Camión	Cort./Trit.	---	---	---
				Tren	Triturada	5	\$1,329.33	\$ 6,646.63
15	Planta de CEMEX	Monterrey, NL.	13,000	Camión	Entera	9	---	---
				Tren	Entera	6	\$1,160.13	\$ 6,960.80
				Camión	Cort./Trit.	---	---	---
				Tren	Triturada	2	\$1,160.13	\$ 2,320.27





Tabla 4.9. Costos estimados de transportación hacia el sitio apropiado de disposición más cercano								
Id #	Destino <sup>1</sup>		Llantas de desecho acumuladas	Equipo	Estado de la llanta	Número estimado de viajes	Costo por viaje	Costo total de transportación (USD)
	Sito de disposición	Ciudad						
12	Planta de CEMEX	Monterrey, NL.	3,000	Camión	Entera	2	---	---
				Tren	Entera	2	\$1,115.02	\$ 2,230.03
				Camión	Cort./Trit.	2	---	---
				Tren	Triturada	1	\$1,115.02	\$ 1,115.02
7	Planta de CEMEX	Monterrey, NL.	1,000	Camión	Entera	1	\$ 350.00	\$ 350.00
				Tren	Entera	1	\$1,272.92	\$ 1,272.92
				Camión	Cort./Trit.	1	\$ 350.00	\$ 350.00
				Tren	Triturada	1	\$1,272.92	\$ 1,272.92
33	Planta de APASCO	Ramos Arizpe, Coah.	1,000	Camión	Entera	1	\$ 565.28	\$ 565.28
				Tren	Entera	1	\$6,757.26	\$ 6,757.26
				Camión	Cort./Trit.	1	\$ 565.28	\$ 565.28
				Tren	Triturada	1	\$6,757.26	\$ 6,757.26
11	Planta de CEMEX	Monterrey, NL.	800	Camión	Entera	1	---	---
				Tren	Entera	1	\$1,115.02	\$ 1,115.02
				Camión	Cort./Trit.	1	---	---
				Tren	Triturada	1	\$1,115.02	\$ 1,115.02
* Significa que el dato no fue confirmado con el interesado clave y es presentado tal y como se obtuvo de inventarios anteriores								
Cort./Trit. Significa que la llanta puede estar cortada o triturada								
Los sitios de llantas 16 al 30 no se encuentran localizados en el área de estudio seleccionada pero se encuentra a menos de 100 km de la Frontera de Texas-México								
La información presentada en esta Tabla fue obtenida a través de entrevistas remotas con interesados clave								
Las pilas de llantas de Nuevo Laredo fueron limpiadas durante la elaboración de este reporte, de acuerdo con la entrevista remota realizada con el Coordinador de Medio Ambiente y Cambio Climático municipal en 20 de Abril del 2012								
Los precios en rojo indican que pertenecen a rutas de trenes KCSM FSC								
Los precios en azul indican que pertenecen a rutas de trenes Ferromex								
Los precios no incluyen IVA								
<sup>1</sup> Sitio de disposición seleccionado tomando en cuenta el costo de transportación más económico								
<sup>2</sup> Los costos de transportación de Acuña, Juárez y Piedras Negras no son considerados que el sitio de disposición se encuentra en la misma ciudad								



## 4.4 Costo potencial actual para extinguir los incendios y remediar los impactos al ambiente, la salud pública y la economía si alguno de los grandes tiraderos de llantas de la región arde en llamas

### 4.4.1 Costos para extinguir los incendios en el área fronteriza

La **Tabla 4.10.** representa un resumen de las respuestas dadas por Protección Civil de México, el costo de personal fue contenido considerando el salario mínimo mexicano como de \$4.77 (US dólar) por 8 horas, el salario por hora es de \$0.59 USD.

**Tabla 4.10.**  
**Resumen de los recursos utilizados para extinguir incendios en México**

Ciudad	Estado	Número de incendio atendidos desde 2005	Recursos para extinguir incendios			
			Tiempo	Personal	Costo de personal (USD) <sup>+</sup>	Agentes extintores
Ojinaga	Chihuahua	----	1.5 a 2 h	----	----	Agua / Espuma
Nava	Coahuila	90	1 a 3 h	5	\$ 3 - 9	Agua / Espuma
Acuña	Coahuila	210	20 min a 1 h	----	----	Agua / Espuma
Piedras Negras	Coahuila		1 a 2 h	3	\$ 1.8 - 3.6	Agua / Espuma
Anáhuac	Nuevo León	Pocas veces	0.5 a 1 h	3	\$ 1 - 1.8	Agua / Espuma
Nuevo Laredo	Tamaulipas	Pocas veces	----	----	----	Agua / Espuma
Guerrero	Tamaulipas	72	12 a 24 h	6	\$ 43 - 85.8	Agua / Espuma
Gustavo Díaz Ordaz	Tamaulipas	300	----	6	----	Agua / Espuma
Río Bravo	Tamaulipas	Frecuente	20 a 30 min	3	\$1	Agua / Espuma

<sup>+</sup> Los costos de personal fueron estimados de la siguiente forma: Número de personas × salario por hora × Tiempo

De acuerdo con los entrevistados, se estima que en el lado de Texas el costo por personal es de \$35 USD por hora por persona y el costo de los agentes extintores es de \$75 USD por hora; aunque fue proporcionado un costo total.

**Tabla 4.11.**  
**Resumen de los recursos utilizados para extinguir incendios en Texas**

Ciudad	Número de incendio atendidos desde 2005	Recursos para extinguir incendios				
		Tiempo	Personal	Costo de personal (USD)*	Agente extintor	Costo de los agentes extintores (USD)
Brownsville	6	6 a 8 h	18	\$4000 a \$5000	4 máquinas and 3000 gal. de agua	\$450 a 600
Laredo	30	45 min a 1 h	4	\$90 a 140 <sup>+</sup>	Agua / Espuma	\$50 a 75 *
Mc Allen	18	----	---	----	Agua / Espuma	\$2,500 a 6,000
Río Grande	72	----	15	----	90 gal. de espuma y 700 gal. de agua	\$10,000 a 12,000
Del Río	1 en el relleno sanitario	----	----	----	Agua / Espuma	\$6,000 a 7,000
Eagle Pass	120	20 min a 2 h	6	\$70 a 420 <sup>+</sup>	15 gal. de espuma y dos máquinas	\$25 a 150 *

\* Los costos de personal fueron estimados de la siguiente forma: Número de personas × salario por hora × Tiempo

\* El costo de los agente extintores fue estimado como sigue: Costo de agentes extintores por hora × Tiempo

#### 4.4.2 Costos de remediación de impactos a la salud pública

##### 4.4.2.1 Aceite Piroclítico y cenizas

Para poder identificar las mejores técnicas de remediación y estimar sus costos, IEMS consultó la Mesa Redonda de Tecnologías Federales de Remediación (*Federal Remediation Technologies Roundtable, FRTR*) de los E.U.A, Tabla 3-2 Matriz de Selección y Guía de Referencia de Tecnologías de Remediación, y se seleccionaron las siguientes opciones de remediación.

##### Tratamiento biológico *In situ*: Fitoremediación

“La Fitoremediación es un proceso que usa plantas para remover, transferir, estabilizar y destruir contaminantes en el suelo y el sedimento. Los contaminantes pueden ser orgánicos o inorgánicos” (FRTR)

Tabla 4.12. Costos de remediación reportados en la FRTR para la Fitoremediación (USD)				
PARÁMETRO RACER	Sitio pequeño		Sitio Grande	
	Fácil	Difícil	Fácil	Difícil
Costo por pie cúbico	\$18	\$66	\$4	\$14
Costo por metro cúbico	\$626	\$2,322	\$147	\$483

RACER significa Remedial Action Cost Engineering Requirements

### Tratamiento Físicoquímico *Ex-situ*: Oxidación Química

La Reducción/Oxidación química convierte los contaminantes peligrosos en compuestos no peligrosos o menos tóxicos y más estables, con menos movilidad y/o inertes. Los agentes oxidantes más comunes son el ozono, el peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloro y dióxido de cloro.” Este tratamiento supone una excavación.

Los costos estimados se encuentran en un rango de \$190 a \$660 por metro cúbico (\$150 a \$500 por yarda cúbica).

### Excavación, recuperación y disposición fuera del sitio

“El material contaminado es removido y transportado para permitir el tratamiento fuera del sitio y su disposición en instalaciones autorizadas. Se requiere de un pretratamiento”.

El costo estimado por la excavación y disposición se encuentra en un rango de \$300 a \$510 por tonelada métrica (\$270 a \$460 por tonelada americana) dependiendo de la naturaleza de los materiales peligrosos y el método de excavación. Estas estimaciones incluyen la excavación/remoción, transportación y disposición en instalaciones autorizadas. Pueden requerirse costos adicionales por el tratamiento en las instalaciones de disposición. (FRTR)

## ***4.5 Historia de riesgos conocidos a la salud ambiental asociados con pilas de llantas de desecho, presentes o pasadas, localizadas en regiones con ecosistemas similares a la región fronteriza de Texas-México***

Durante la última década la importación de vehículos estadounidenses usados, el crecimiento de la población y una demanda constante llantas usadas estadounidenses en México han contribuido a la proliferación de las llantas de desecho en la frontera Texas-México.

La mayoría de las principales ciudades fronterizas hospedan tiraderos que contienen decenas de miles a millones de llantas, y algunas de las ciudades más grandes son el hogar de tiraderos diez veces más grandes. Los tiraderos de llantas, legales o ilegales, plantean al menos dos amenazas para la salud: las plagas y el fuego.

Las pilas de llantas acumulan fácilmente lluvia y materia orgánica transportada por el viento y, por lo tanto, se convierten en incubadoras ideales para las larvas de mosquitos.

Conforme se desintegra la hojarasca, los microorganismos que crecen en ella sirven de alimento para las larvas de mosquito. Además, las llantas absorben calor, lo que ayuda a acelerar el crecimiento de las larvas.

Los tiraderos de llantas también han sido identificados como criadero de alimañas (roedores y otras plagas) debido a la presencia combinada de agua, calor y sombra (Secretaría de Medio Ambiente, 2002).

Las enfermedades transmitidas por mosquitos incluyen el dengue, la encefalitis, malaria y la fiebre amarilla (Moore & Mitchell, 1997). A nivel mundial, el dengue es actualmente la más importante de todas las enfermedades virales transmitidas por vectores en términos de morbilidad y mortalidad, con *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, el mosquito vector de los virus del dengue, localizadas en más de 100 países tropicales (Cortez Florez, 2001). En las zonas donde *Ae. aegypti* es abundante, puede esperarse que esta especie desempeñe un papel mucho más importante en la transmisión del dengue que *Ae. albopictus* (Moore & Mitchell, 1997).

El dengue puede producir un espectro de enfermedades clínicas, que van desde un síndrome viral inespecífico a enfermedad hemorrágica grave y fatal. Aunque la fiebre del dengue no suele ser mortal, la fiebre del dengue hemorrágico (DH) y el síndrome de shock del dengue pueden serlo. En promedio, el 5% de los casos hospitalizados han resultado en la muerte. La mayoría de las muertes ocurren en niños menores de 15 años (Lloyd, 2003).

En 2002, el Departamento de Servicios de Salud de la Sección de Enfermedades Transmitidas por Vectores identificó cinco llantas descartadas para camiones, una de las cuales dio siete larvas de *Aedes albopictus* después de ser examinada. *Aedes albopictus*, se detectó inicialmente en 2001 en Los Ángeles y Long Beach, de acuerdo con el reporte del Departamento de Servicios de Salud del 2003. Sin embargo, la preocupación más inmediata en California, es el papel potencial de las llantas de desecho en la propagación del Virus del Nilo Occidental. De acuerdo con el Departamento de Servicios de Salud, esta enfermedad transmitida por mosquitos llegó a los Estados Unidos en 1999 y desde entonces se ha extendido a 48 estados.

En el año 2004, se ha detectado en 56 de los 58 condados de California con alrededor de 600 casos identificados de personas afectadas por la enfermedad. En 2008, 35 casos de virus del Nilo Occidental se reportaron en el condado de San Diego solamente. Afortunadamente, las condiciones áridas de California disminuyen el riesgo del hábitat adecuado del mosquito en tiraderos de llantas en la región.

Sin embargo, un año con más precipitación o el desarrollo de tiraderos de llantas en lugares donde podría atraparse el agua de las corrientes pluviales sería un motivo de preocupación (Reyes Tomassini, 2009).



Los tiraderos de llantas son típicamente el objetivo de alta prioridad en los esfuerzos para prevenir o retrasar los brotes de enfermedades transmitidas por mosquitos. Desafortunadamente, tratarlos con insecticidas es problemático. Es difícil penetrar en los tiraderos de llantas a las profundidades donde se crían los mosquitos.

Además, los mosquitos están desarrollando resistencia a muchos insecticidas utilizados. Por último, los insecticidas usados para suprimir los mosquitos adultos son peligrosos para el ambiente, y los que se usan para reprimir las larvas son costosos. Por lo tanto, mitigar enfermedades transmitidas por mosquitos pueden requerir la eliminación total de las pilas de llantas (Blackman & Palma, 2002).

Los tiraderos de llantas también constituyen una grave amenaza medioambiental por el riesgo de incendios. Los tiraderos de llantas se queman intensamente debido a su alta producción de calor por libra. Por ejemplo, el contenido energético de las llantas es de 14.000-15.000 Unidades Térmicas Británicas (*British thermal units, BTU*) por libra, en comparación con 8,000-12,000 por libra de carbón (California Integrated Waste Management Board, 2009),

El impacto ambiental de los incendios de llantas varía de efectos moderados a severos sobre la contaminación del aire, del agua y del suelo. Las llantas no se queman completamente y, como resultado, producen tanto contaminantes atmosféricos convencionales y contaminantes peligrosos; junto con residuos sólidos y líquidos.

El humo de la quema de llantas contiene químicos irritantes, materia particulada y agentes cancerígenos. Un informe de 1997 de la EPA indica que las emisiones de las llantas quemadas son significativamente más tóxicas que las emisiones de carbón de los servicios públicos con controles de contaminación.

Los efectos en la salud identificados por la exposición a estos compuestos incluyen irritación de las membranas mucosas (ojos, nariz y garganta), la exacerbación de los síntomas de asma y condiciones respiratorias y exacerbación potencial de enfermedad cardíaca preexistente (California Integrated Waste Management Board, 2009)

Los incendios de llantas también causan contaminación del agua y la tierra. Una llanta de automóvil estándar genera alrededor de dos galones de aceite cuando se quema y licúa.

La combustión de tiraderos de llantas grandes, podría entonces resultar potencialmente en la filtración de grandes cantidades de aceite tóxico en el suelo y posiblemente en los acuíferos.

Si el suelo se contamina con aceite, su calidad microbiológica se reduce y el crecimiento vegetal es reducido, disminuyendo la salud y la capacidad de producción de la tierra.

La remediación es generalmente difícil, y los sitios de los muchos incendios de llantas han sido designados como sitios de limpieza de desechos peligrosos (Blackman & Palma, 2002)

Un ejemplo de la magnitud potencial de un incendio de llantas es la que envolvió a la Instalación de Eliminación de Llantas de S.F. Royster en Tracy, California, en el condado de San Joaquín. La planta almacenaba un estimado de 7 millones de llantas que se quemaron durante más de dos años.

Las autoridades locales, estatales y federales trabajaron juntos para llevar a cabo las actividades de respuesta a emergencias. Determinaron que el mejor curso de acción era dejar que el fuego se consumiera solo.

La decisión se basó principalmente en las preocupaciones de que el agua regada en el fuego pudiera producir cantidades excesivas de aguas residuales peligrosas. En diciembre de 2001, las agencias estatales y locales extinguieron completamente el fuego y continuaron con los esfuerzos de remediación.

La Junta estimó que el fuego contaminó un área de unos 564,000 pies cuadrados o 13 acres (California Integrated Waste Management Board, 2009).

Para abordar los impactos económicos a largo plazo de un incendio de llantas, se debe tomar en cuenta que las emisiones altamente tóxicas de la columna de humo contribuyen significativamente a la contaminación de ozono en la cuenca atmosférica.

El ozono troposférico u ozono "malo", se forma cuando los compuestos orgánicos volátiles, como benceno y butadieno, que son componentes del humo en un incendio de llantas, reaccionan con la luz solar y el óxido de nitrógeno en la atmósfera inferior de la Tierra. Las altas concentraciones de ozono reduce el rendimiento del cultivo y resultar en pérdidas para los consumidores y bienestar de los productores (California Integrated Waste Management Board, 2009).

En resumen, los riesgos ambientales para la salud asociados con los tiraderos de llantas de desecho, pasados o actuales, ubicados en regiones con ecosistemas similares a la región fronteriza entre Texas y México son los siguientes:

- Mosquitos que transmiten enfermedades como el dengue y el virus del Nilo Occidental.
- Emisiones de compuestos cancerígenos cuando las llantas se queman.
- Aumento de ozono a nivel del suelo cuando las llantas se queman.
- La contaminación del suelo y el agua con el aceite tóxico que se filtra cuando se queman las llantas.





Los efectos identificados en la salud por la exposición a las emisiones de los incendios de llantas son la irritación de las membranas mucosas (ojos, nariz y garganta), la exacerbación de los síntomas de asma y enfermedades respiratorias y exacerbación potencial de enfermedades preexistentes del corazón

#### ***4.6 Costos potenciales para remediar amenazas a la salud asociadas con plagas portadoras de enfermedades ubicadas las pilas de llantas de la Región Fronteriza Texas-México***

---

Para obtener información relacionada con los costos de remediación de las amenazas a la salud asociados con el Dengue y el Virus del Nilo Occidental, los siguientes interesados clave en México fueron consultados:

- Secretaría de Salud de Tamaulipas
- Secretaría de Salud de Nuevo León
- Secretaría de Salud de Coahuila
- Secretaría de Salud de Chihuahua

Se les solicitó a estos departamentos clave proporcionar información sobre los casos reportados de Dengue y Virus del Nilo Occidental desde 2005 a la fecha, en las regiones de estudio, así como los costos de tratamiento para dichas enfermedades.

##### ***4.6.1 Dengue***

---

###### **Estado de Tamaulipas**

El Lic. Juan Francisco Castañón Barrón, Jefe del Departamento estatal de Vectores de la Secretaría de Salud de Tamaulipas proporcionó datos de todos los municipios del estado de Tamaulipas acerca de la Fiebre del Dengue y de la Fiebre del Dengue Hemorrágico desde el año 2005 hasta mediados del 2011, los cuales eran los últimos datos disponibles. No se proporcionó ningún dato sobre el Virus del Nilo Occidental. Las siguientes tablas contienen los casos de Fiebre del Dengue y Fiebre del Dengue Hemorrágico en las ciudades de estudio del estado de Tamaulipas.

**Tabla 4.13.**  
**Casos detectados de Fiebre del Dengue y Fiebre del Dengue Hemorrágico en las regiones de estudio del estado de Tamaulipas (2005-2007)**

Municipio	2005			2006			2007		
	FD	FDH	TOTAL	FD	FDH	TOTAL	FD	FDH	TOTAL
Camargo	0	1	1	0	0	0	9	3	12
Díaz Ordaz	0	0	0	0	0	0	1	4	5
Matamoros	1160	438	1598	14	10	24	46	21	67
Miguel Alemán	0	1	1	0	0	0	8	2	10
Nuevo Laredo	1	2	3	1	0	1	360	142	502
Reynosa	143	62	205	27	9	36	448	198	646
Río Bravo	2	3	5	1	3	4	9	2	11
Guerrero	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>5069</b>	<b>1832</b>	<b>6901</b>	<b>151</b>	<b>46</b>	<b>197</b>	<b>1406</b>	<b>516</b>	<b>1922</b>

**Tabla 4.14.**  
**Casos detectados de Fiebre del Dengue y Fiebre del Dengue Hemorrágico en las regiones de estudio del estado de Tamaulipas (2008-2011)**

Municipio	2008			2009			2010			2011		
	FD	FDH	TOTAL	FD	FDH	TOTAL	FD	FDH	TOTAL	FD	FDH	TOTAL
Camargo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Díaz Ordaz	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Matamoros	257	231	488	46	29	75	23	3	26	2	0	2
Miguel Alemán	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nuevo Laredo	4	3	7	9	0	9	2	1	3	0	0	0
Reynosa	284	105	389	81	35	116	29	14	43	15	0	15
Río Bravo	4	2	6	5	1	6	107	99	206	0	1	1
Guerrero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1014</b>	<b>522</b>	<b>1536</b>	<b>696</b>	<b>215</b>	<b>911</b>	<b>409</b>	<b>168</b>	<b>577</b>	<b>78</b>	<b>15</b>	<b>93</b>

FD = Casos de Fiebre del Dengue  
FDH = Casos de Fiebre del Dengue Hemorrágico

El Lic. Juan Francisco Castañón Barrón también proporcionó información del periodo de hospitalización y sus costos correspondientes. En promedio se sabe que los pacientes necesitan de 4-7 días para recuperarse de la enfermedad, lo cual se traduce en \$5,000 - \$8,000 pesos por costos de hospitalización.

No existen medicamentos antivirales específicos para el tratamiento del dengue, los doctores prescriben medicinas para contrarrestar los síntomas de la enfermedad, como lo son los analgésicos y antipiréticos. El Paracetamol es altamente recomendado ya que cumple con ambas funciones, así como también se recomiendan bebidas electrolíticas.



Para la estimación de costos, un Costo de Tratamiento (CTr) de \$130 pesos y un Costo de Hospitalización (CH) de \$5,000 pesos se usarán por paciente. Los costos pueden ser mayores, de acuerdo a la condición crítica del paciente.

Las siguientes tablas contienen los costos de los casos detectados de Fiebre del dengue y Fiebre del Dengue Hemorrágico en las regiones de estudio en el Estado de Tamaulipas.

**Tabla 4.15.**  
**Costos de la Fiebre del Dengue y de la Fiebre del Dengue Hemorrágico en las regiones de estudio del Estado de Tamaulipas (2005-2006)**

Municipio	2005			2006		
	CTr	CH	CT	CTr	CH	CT
Camargo	\$130	\$5,000	\$5,130	\$0	\$0	\$0
Díaz Ordaz	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Matamoros	\$207,740	\$2,190,000	\$2,397,740	\$3,120	\$50,000	\$53,120
Miguel Alemán	\$130	\$5,000	\$5,130	\$0	\$0	\$0
Nuevo Laredo	\$390	\$10,000	\$10,390	\$130	\$0	\$130
Reynosa	\$26,650	\$310,000	\$336,650	\$4,680	\$45,000	\$49,680
Río Bravo	\$650	\$15,000	\$15,650	\$520	\$15,000	\$15,520
Guerrero	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
<b>Total</b>	<b>\$235,690</b>	<b>\$2,535,000</b>	<b>\$2,770,690</b>	<b>\$8,450</b>	<b>\$110,000</b>	<b>\$118,450</b>

**Tabla 4.16.**  
**Costos de la Fiebre del Dengue y de la Fiebre del Dengue Hemorrágico en las regiones de estudio del Estado de Tamaulipas (2007-2008)**

Municipio	2007			2008		
	CTr	CH	CT	CTr	CH	CT
Camargo	\$1,560	\$15,000	\$16,560	\$0	\$0	\$0
Díaz Ordaz	\$650	\$20,000	\$20,650	\$0	\$0	\$0
Matamoros	\$8,710	\$105,000	\$113,710	\$63,440	\$1,155,000	\$1,218,440
Miguel Alemán	\$1,300	\$10,000	\$11,300	\$0	\$0	\$0
Nuevo Laredo	\$65,260	\$710,000	\$775,260	\$910	\$15,000	\$15,910
Reynosa	\$83,980	\$990,000	\$1,073,980	\$50,570	\$525,000	\$575,570
Río Bravo	\$1,430	\$10,000	\$11,430	\$780	\$10,000	\$10,780
Guerrero	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
<b>Total</b>	<b>\$162,890</b>	<b>\$1,860,000</b>	<b>\$2,022,890</b>	<b>\$115,700</b>	<b>\$1,705,000</b>	<b>\$1,820,700</b>



**Tabla 4.17.**  
**Costos de la Fiebre del Dengue y de la Fiebre del Dengue Hemorrágico en las regiones de estudio del Estado de Tamaulipas (2009-2011)**

Municipio	2009			2010			2011		
	CTr	CH	CT	CTr	CH	CT	CTr	CH	CT
Camargo	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Díaz Ordaz	\$0	\$0	\$0	\$130	\$5,000	\$5,130	\$0	\$0	\$0
Matamoros	\$9,750	\$145,000	\$154,750	\$3,380	\$15,000	\$18,380	\$260	\$0	\$260
Miguel Alemán	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Nuevo Laredo	\$1,170	\$0	\$1,170	\$390	\$5,000	\$5,390	\$0	\$0	\$0
Reynosa	\$15,080	\$175,000	\$190,080	\$5,590	\$70,000	\$75,590	\$1,950	\$0	\$1,950
Río Bravo	\$780	\$5,000	\$5,780	\$26,780	\$495,000	\$521,780	\$130	\$5,000	\$5,130
Guerrero	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
<b>Total</b>	<b>\$26,780</b>	<b>\$325,000</b>	<b>\$351,780</b>	<b>\$36,270</b>	<b>\$590,000</b>	<b>\$626,270</b>	<b>\$2,340</b>	<b>\$5,000</b>	<b>\$7,340</b>

Notes:

CTr = Costo de Tratamiento (\$130 pesos por paciente)

CH = Costo de Hospitalización (\$5,000 por paciente)

CT = Costo Total

Los costos pueden ser mayores de acuerdo a la condición crítica del paciente.

Durante la preparación de este reporte no fueron proporcionados datos escritos o específicos para los Estados de Nuevo León, Coahuila o Chihuahua.

#### 4.6.2 Virus del Nilo Occidental

Los resultados de las estimaciones del número de casos de Virus del Nilo Occidental (VNO) en los municipios fronterizos mexicanos están presentados solo para los condados fronterizos que presentaron al menos un caso de VNO desde el 2005 al 2011

**Tabla 4.18.**  
**Casos estimados del Virus del Nilo Occidental en Matamoros**

Año	Frontera Mexicana Municipio de Matamoros		Frontera Estadounidense Condado de Cameron		
	Población (Habitantes)	Ocurrencia Estimada de VNO	Población (Habitantes)	Casos de VNO	VNO / Habitante
2005	462157	0	370735	0	0
2006	467564	4	376882	3	7.96E-06
2007	472971	5	382703	4	1.05E-05
2008	478379	0	389164	0	0
2010	489193	0	406220	0	0
<b>Ocurrencia de VNO</b>		<b>9</b>	<b>7</b>		

**Tabla 4.19.**  
**Casos estimados del Virus del Nilo Occidental en Río Bravo**

Año	Frontera Mexicana Municipio de Río Bravo		Frontera Estadounidense Condado de Hidalgo		
	Población (Habitantes)	Ocurrencia Estimada de VNO	Población (Habitantes)	Casos de VNO	VNO / Habitante
2005	106842	0	665475	0	0
2006	109125	1	683719	2	2.93E-06
2007	111409	1	701862	3	4.27E-06
2008	113692	0	721275	0	0
2010	118259	0	774769	0	0
<b>Ocurrencia de VNO</b>		<b>2</b>	<b>5</b>		

**Tabla 4.20.**  
**Casos estimados del Virus del Nilo Occidental en Reynosa**

Año	Frontera Mexicana Municipio de Reynosa		Frontera Estadounidense Condado de Hidalgo		
	Población (Habitantes)	Ocurrencia Estimada de VNO	Población (Habitantes)	Casos de VNO	VNO / Habitante
2005	526888	0	665475	0	0
2006	543289	2	683719	2	2.93E-06
2007	559689	3	701862	3	4.27E-06
2008	576090	0	721275	0	0
2010	608891	0	774769	0	0
<b>Ocurrencia de VNO</b>		<b>5</b>	<b>5</b>		

**Tabla 4.21.**  
**Casos estimados del Virus del Nilo Occidental en Gustavo Díaz Ordaz**

Año	Frontera Mexicana Municipio de Gustavo Díaz Ordaz		Frontera Estadounidense Condado de Hidalgo		
	Población (Habitantes)	Ocurrencia Estimada de VNO	Población (Habitantes)	Casos de VNO	VNO / Habitante
2005	15028	0	665475	0	0
2006	15177	1	683719	2	2.93E-06
2007	15327	1	701862	3	4.27E-06
2008	15476	0	721275	0	0
2010	15775	0	774769	0	0
<b>Ocurrencia de VNO</b>		<b>2</b>	<b>5</b>		

**Tabla 4.22.**  
**Casos estimados del Virus del Nilo Occidental en Miguel Alemán**

Año	Frontera Mexicana Municipio de Miguel Alemán		Frontera Estadounidense Condado de Webb		
	Población (Habitantes)	Ocurrencia Estimada de VNO	Población (Habitantes)	Casos de VNO	VNO / Habitante
2005	24020	0	220968	0	0
2006	24619	0	225985	0	0.00E+00
2007	25218	1	230848	1	4.33E-06
2008	25817	1	235937	1	4.23842E-06
2010	27015	1	250304	1	3.99514E-06
<b>Ocurrencia de VNO</b>		<b>3</b>	<b>3</b>		

**Tabla 4.23.**  
**Casos estimados del Virus del Nilo Occidental en Nuevo Laredo**

Año	Frontera Mexicana Municipio de Nuevo Laredo		Frontera Estadounidense Condado de Webb		
	Población (Habitantes)	Ocurrencia Estimada de VNO	Población (Habitantes)	Casos de VNO	VNO / Habitante
2005	355827	0	220968	0	0
2006	361468	0	225985	0	0.00E+00
2007	367109	2	230848	1	4.33E-06
2008	372751	2	235937	1	4.23842E-06
2010	384033	2	250304	1	3.99514E-06
<b>Ocurrencia de VNO</b>		<b>6</b>	<b>3</b>		

**Tabla 4.24.**  
**Casos estimados del Virus del Nilo Occidental en Juárez**

Año	Frontera Mexicana Municipio de Juárez		Frontera Estadounidense Condado de El Paso		
	Población (Habitantes)	Ocurrencia Estimada de VNO	Población (Habitantes)	Casos de VNO	VNO / Habitante
2005	1313338	21	708683	11	1.55217E-05
2006	1317097	28	720756	15	2.08E-05
2007	1320855	68	727828	37	5.08E-05
2008	1324614	0	738416	0	0
2010	1332131	0	800647	0	0
<b>Ocurrencia de VNO</b>		<b>117</b>	<b>63</b>		

A pesar de que los síntomas y tratamientos generales para el Virus del Nilo Occidental están públicamente disponibles, todos los casos requieren diferentes niveles de cuidados médicos y los costos pueden ser muy altos dependiendo de las complicaciones. Además el tiempo de recuperación del VNO varía enormemente de un caso a otro.

Por las razones arriba mencionadas; el costo de tratamiento estándar y su tiempo de recuperación para los casos de Virus del Nilo Occidental no están disponibles en la literatura pública y no fueron proporcionados por los Interesados de salud en ningún lado de la frontera





# ***Sección 5. Comparación de Sistemas de Rastreo de Llantas entre Texas y México***

---



## 5 Comparación de Sistemas de Rastreo de Llantas entre Texas y México

Para obtener la información requerida, IEMS realizó las siguientes actividades:

- ✓ Entrevistas cara a cara con interesados clave de la Industria
- ✓ Entrevistas cara a cara con autoridades ambientales locales de Texas en las ciudades seleccionadas dentro del campo de estudio
- ✓ Entrevistas remotas con autoridades de Ecología municipales de México.
- ✓ Consultas de estudios anteriores relacionados con el rastreo del flujo de llantas de desecho a través de la frontera Texas-México y regiones similares en ambos países y el marco legal descrito por ellos.
- ✓ Revisión de la estructura normativa vigente utilizada por Texas y México para administrar llantas de desecho a lo largo de la frontera de Texas y México.

Esta última incluye una investigación de las políticas actuales de llantas de desecho, leyes, reglamentos y procedimientos a lo largo de la frontera de Texas y México en niveles internacionales, federales, estatales y locales aplicables, los cuales se describe en detalle en el Capítulo 6 del Reporte Completo.

### 5.1 Sistemas de Rastreo

En esta sección se examinarán los sistemas de rastreo ocupados en Texas y México para posteriormente compararlos.

En el área de estudio, las llantas vendidas, importadas o exportadas, pueden clasificarse como:

- Nuevas
- Usadas

Aunque las llantas de desecho son propensas a ser vendidas, importadas o exportadas, si se mezcla con llantas usadas, se requiere de sistemas de rastreo de residuos de manejo especial para ellos, los cuales son presentados en detalle en el Capítulo 6 del Reporte Completo.

#### 5.1.1 Sistemas de Rastreo en Texas

##### 5.1.1.1 Sistemas de rastreo de llantas nuevas vendidas

Los sistemas de rastreo de la venta de llantas están regulados a nivel federal por la *Ley Nacional de Tránsito y Seguridad de Vehículos Motorizados, Sección 30117*.





### 5.1.1.2 *Sistemas de Rastreo de Llantas usadas vendidas*

---

Durante las entrevistas con los vendedores de llantas, no se reportó el uso de algún sistema de rastreo para la venta de llantas usadas en ninguna de las ciudades de Texas dentro del alcance del estudio.

### 5.1.1.3 *Sistemas de rastreo de llantas nuevas y usadas, importadas y exportadas*

---

"El Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías", generalmente conocido como "Sistema Armonizado" o simplemente "HS", es una nomenclatura internacional de productos con múltiples propósitos desarrollado por la Organización Mundial de Aduanas (*World Customs Organization, WCO*). Contiene alrededor de 5,000 grupos de productos, cada uno identificado por un código de seis dígitos, dispuestos en una estructura legal y lógica, y es sustentado en reglas bien definidas para lograr una clasificación uniforme. El sistema es utilizado por más de 200 países y economías como base para sus aranceles aduaneros y para la recolección de estadísticas de comercio internacional. Más del 98% de la mercancía en el comercio internacional se clasifican en función de la HS.

El HS contribuye a la armonización de los procedimientos aduaneros y el comercio no documentado de intercambio de datos en relación con dichos procedimientos, reduciendo así los costos relacionados con el comercio internacional. También es ampliamente utilizado por los gobiernos, las organizaciones internacionales y el sector privado para muchos otros propósitos, tales como los impuestos internos, las políticas comerciales, la vigilancia de los bienes controlados, normas de origen, las tarifas de flete, estadísticas de transporte, seguimiento de los precios, controles de cuotas, la compilación de nacional cuentas, y la investigación económica y análisis. El HS es un lenguaje universal económico y un código para las mercancías, así como una herramienta indispensable para el comercio internacional

Las llantas nuevas y usadas se clasifican en el capítulo 40, "Hule y artículos derivados", y sus aranceles o códigos comienzan con los cuatro números, o título:

**Llantas nuevas → 4011** (United States International Trade Commission, 2012)

**Llantas usadas → 4012** (United States International Trade Commission, 2012)

## 5.1.2 *Sistemas de Rastreo de México*

---

### 5.1.2.1 *Sistemas de rastreo de llantas vendidas*

---

En México no se aplica ningún sistema de rastreo de llantas nuevas o usadas, ni por la industria ni por ningún nivel del gobierno.

### 5.1.2.2 *Sistemas de rastreo de llantas nuevas y usadas, importadas y exportadas*

El mismo Sistema Armonizado, descrito anteriormente y desarrollado por la Organización Mundial de Aduanas es aplicado por el Sistema de Administración Tributaria (SAT) de México para realizar un seguimiento de la importación y exportación de llantas usadas y nuevas.

Adicionalmente, la Secretaría de Economía emplea un sistema de rastreo de llantas usadas para asegurar la eliminación adecuada de las llantas usadas importadas legalmente a través de la frontera de El Paso-Ciudad Juárez.

La Secretaría de Economía (SE) es la encargada de la expedición de permisos de importación para las tres regiones de la frontera E.U.A.-México.

Estos permisos se conceden anualmente de acuerdo con una *cuota global de importación de llantas usadas* para las personas o empresas dedicadas a la comercialización de llantas usadas en estas áreas. La *cuota de importación de llantas usadas* es establecida por la SE y se basa en:

- a) El volumen de llantas usadas importadas el año anterior y
- b) El grado de cumplimiento de la legislación de disposición final.

Las regiones donde la importación de llantas usadas ha sido autorizada y contralada por la SE son:

1. Estado de Baja California.
2. Estado de Sonora.
3. Ciudad Juárez, Chihuahua.

Cada año el número de llantas usadas autorizadas para la importación o *cuota de importación de llantas usadas* es establecida por la SE y dividido entre cada una de las tres regiones. Para los efectos de este estudio, el número de llantas usadas importadas legalmente se basó en la cuota establecida en los puertos de entrada de la región de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Esto se define como *cuota anual de importación de llantas usadas de Ciudad Juárez*.

### 5.1.2.3 *Requerimientos para la importación legal de llantas usadas para propósitos comerciales*

De acuerdo con el administrador del Puente Internacional Colombia, A. Díaz (comunicación personal, junio 28, 2011) hay varias condiciones que deben cumplirse para introducir legalmente llantas usadas a México. Los requisitos legales de importación son:



- I. El importador de llantas usadas debe estar registrado como tal en el registro de importadores de llantas usadas mantenido por la Administración Central de Contabilidad y Glosa (ACCG) de la SAT.
- II. Retener una parte de la cuota autorizada de importación de llantas usadas establecido por la Secretaría de Economía (SE) para el año en que se realiza la importación. La cuota de importación de llantas usadas es el número máximo de llantas usadas que pueden entrar a través de una porción de la frontera México-Estados Unidos en un año determinado. Es específico para el tipo y origen de las llantas usadas y sólo es válido para un año en particular.
- III. Presentación de una solicitud legal de importación a la autoridad aduanera de la puerta de entrada a través del cual las llantas usadas entrarán a México. Esto tiene que ser hecho por un agente aduanal y cumplir con los requisitos establecidos en el Anexo 22 de las Reglas de Carácter General en Materia de Comercio Exterior.  
  
Nota: para que el agente aduanal presente una solicitud de importación deben cumplirse requisitos legales adicionales.
- IV. Pagar la tarifa de importación (fija) por cada llanta usada que entra a México. Esto varía dependiendo del año y es definida en la Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación (LIGIE) vigentes en el momento de la importación.

Cada ítem que cruza legalmente la frontera numérica tiene un código numérico o una tarifa de importación (fija) asignada de acuerdo a su clasificación dentro de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y Exportación (LIGIE).

#### 5.1.2.4 Importación comercial de llantas usadas para recauchutado

Un conjunto diferente de autorizaciones expedidas por la SE para la importación de llantas comerciales con el solo propósito de ser recauchutadas en instalaciones mexicanas. Solo a las instalaciones registradas para la renovación de llantas se les asigna la *cuota de importación de llantas usadas con fines de renovación*. Aunque el recauchutado de llantas de pasajeros es posible, no es económica viable. Sin esta industria de renovación de llantas, los transportistas comerciales en México podrían ir a la quiebra, dado el costo de las llantas nuevas.

Las llantas usadas para recauchutado se pueden importar a México a través de cualquier puerto de entrada legal siguiendo los requisitos legales de importación de llantas usadas con fines de recauchutado.

#### *5.1.2.5 Requerimientos para la Importación legal de Llantas usadas para recauchutado*

Además de los cuatro requerimientos legales de importación descritos anteriormente, la importación de llantas usadas para recauchutado es exclusivamente para las personas/empresas legalmente dedicadas al recauchutado de llantas.

Las autorizaciones son anuales, no modificables, y son definidas de acuerdo a fórmulas



# ***Sección 6. Marco Legal del Manejo de las Llantas de Desecho***

---



## 6 Marco Legal del Manejo de las Llantas de Desecho

IEMS realizó un exhaustiva revisión de las legislaciones, reglamentos y normas de E.U.A. y de México, tanto a nivel Federal, como Estatal y Local, para poder identificar todo lo aplicable al manejo de llantas de desecho. La revisión incluyó Tratados Internacionales. Adicionalmente, fueron identificadas y listadas las agencias de cumplimiento encargadas de hacer aplicar dichos requerimientos.

La siguiente lista resumen todas las leyes y reglamentos relacionados con en manejo y disposición de llantas de desecho en ambos países. Una lista completa de los artículos aplicables se incluye en el Capítulo 6 del Reporte Completo.

### 6.1 Tratados Internacionales

- ✓ TLCAN
- ✓ Acuerdo Norte Americano de Cooperación Ambiental
- ✓ Convenio sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza
- ✓ Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación
- ✓ Convenio Aduanero para la Importación Temporal de Vehículos particulares de Carretera
- ✓ Convención para Combatir el Cohecho de Servidores Públicos Extranjeros en Transacciones Comerciales Internacionales
- ✓ Reglamento Sanitario Internacional
- ✓ Manual Guía para el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Recuperables
- ✓ Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho al Mar

### 6.2 Marco Regulatorio Estadounidense

- ✓ Ley Federal
  - Código de Disposición de Residuos Sólidos de E.U.A.- Sección 6002 - 101
- ✓ Leyes Estales
  - Estado de Texas
    - Código de Salud y Seguridad de Texas 361.112 - Almacenamiento, transporte y disposición de llantas usadas o de desecho
- ✓ Leyes Locales
  - Ciudad de El Paso
    - Capítulo 9.04 – Manejo de Residuos Sólidos
  - Ciudad de Del Rio
    - CAPÍTULO 24 - Residuos Sólidos



- Ciudad de Eagle Pass
  - CAPÍTULO 14 - Residuos Sólidos Municipales [26]
- Ciudad de Laredo
  - ARTÍCULO IV. - Inscripción Programa Negocio de Llantas
  - ARTÍCULO V. - Prevención de Fiebre de Dengue [45]
- Ciudad de McAllen
  - CAPÍTULO 90 – Residuos Sólidos
- Ciudad de Pharr
  - ORDENANZA NO. O-2010-33
- Ciudad de Brownsville
  - CAPÍTULO 82 Residuos Sólidos

### 6.3 Marco de Regulación Mexicana

---

- ✓ Leyes Federales
  - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- ✓ Leyes Estatales y Locales
  - Chihuahua
    - Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua
    - Reglamento Municipal de Ecología y Protección al Ambiente del Municipio de Juárez, Chihuahua.
    - Reglamento de Construcción del Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua
    - Reglamento del Servicio Público de Limpieza para el Municipio de Ojinaga, Chihuahua
  - Coahuila
    - Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza
    - Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Coahuila de Zaragoza
    - Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Coahuila de Zaragoza en Materia de Impacto Ambiental
    - Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Coahuila de Zaragoza en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
    - Reglamento de Ecología Municipal, Cd. Acuña, Coahuila
    - Reglamento de Ecología y Protección al Ambiente del Municipio de Piedras Negras, Coahuila
  - Nuevo León
    - Ley Ambiental del Estado de Nuevo León
    - Ley de la Agencia de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales
    - Reglamento de la Ley Ambiental del Estado de Nuevo León
    - Reglamento de Protección Civil de Anáhuac



- Tamaulipas
  - Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Tamaulipas
  - Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de Tamaulipas
  - Código para el Desarrollo Sustentable del Estado de Tamaulipas
  - Reglamento para el Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente de Nuevo Laredo, Tamaulipas
  - Reglamento del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Municipio de Reynosa, Tamaulipas
  - Reglamento del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de Río Bravo, Tamaulipas
  - Reglamento de Equilibrio y Protección al Ambiente del Municipio de Matamoros, Tamaulipas

#### 6.4 Agencias de Cumplimiento

En el territorio de E.U.A. existen principalmente dos niveles de autoridad involucrados en los requerimientos para el manejo de los desechos de llantas:

- ✓ La Autoridad Federal representada por la Agencia para la Protección Ambiental (EPA).
- ✓ La autoridad Ambiental en el estado de Texas está representada por la Comisión de Calidad Ambiental de Texas (TCEQ).

En el territorio de México existen principalmente tres niveles de autoridad involucrados en los requerimientos para el manejo de los desechos de llantas:

- ✓ La Autoridad Federal en México está representada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) órgano al servicio de la SEMARNAT encargado de supervisar la regulación federal.
- ✓ Cuatro estados son los que conforman la frontera entre Texas y México. A continuación se presenta los estados y las Secretarías que los conforman:
  - Estado de Coahuila *Secretaría del Medio Ambiente de Coahuila* (SEMAC).
  - Estado de Chihuahua *Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología*, (SEDUE).
  - Estado de Nuevo León *Subsecretaría de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales* (SPMARN).
  - Estado de Tamaulipas *Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente* (SEDUMA).
- ✓ A nivel municipal se encuentran conformados por los Departamentos de Ecología y Obras Públicas que se encargan de la gestión de los residuos sólidos municipales incluido el manejo de las llantas de desecho.





# ***Sección 7. Recomendaciones acerca de los cambios en las Políticas Actuales, Leyes, Reglamentos y Procedimientos de Texas y México sobre Llantas de Desecho***

---

## 7 Recomendaciones acerca de los cambios en las Políticas Actuales, Leyes, Reglamentos y Procedimientos de Texas y México sobre Llantas de Desecho

### 7.1 Recomendaciones

La **Tabla 7.1.** muestra las recomendaciones acerca de los cambios en las políticas actuales, leyes, reglamentos y procedimientos con el objetivo de mejorar el manejo de llantas de desecho en la Región Fronteriza de Texas- México.

<b>Tabla 7.1. Recomendaciones acerca de los cambios a las políticas, leyes, reglamentos y procedimientos de Texas y México sobre Llantas de Desecho.</b>			
<b>No.</b>	<b>Impacto</b>	<b>Causa(s)</b>	<b>Recomendaciones</b>
1	Incendios de llantas	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Incendios de basura</li> <li>➤ Quema de llantas para extracción de metales</li> <li>➤ Incendio de maleza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Campaña RCP</li> <li>✓ Medidas de prevención de quema de llantas</li> <li>✓ Hacer cumplir los ordenamientos y entrenamientos del paso de llantas</li> </ul>
2	Mosquitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Acumulación de agua dentro de las llantas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Campaña RCP</li> <li>✓ Hacer cumplir los ordenamientos y entrenamientos del paso de llantas</li> </ul>
3	Bloqueo de paso de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Disposición ilegal de llantas de gran tamaño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Campaña RCP</li> <li>✓ Hacer cumplir los ordenamientos y entrenamientos del paso de llantas</li> <li>✓ Limitar el acceso a puntos sensibles</li> </ul>
4	Mala Imagen, Alergias, Plagas, y animales venenosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tiraderos de llantas o almacenaje inadecuado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Campaña RCP</li> <li>✓ Hacer cumplir los ordenamientos y entrenamientos del paso de llantas</li> </ul>
5	Llantas usadas sin rastreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ No se dio ningún manifiesto cuando fueron reinsertadas al Mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se deberá incluir el número de la reventa de llantas en el reporte anual del TCEQ del programa de desecho de llantas.</li> </ul>
7	Pilas de llantas	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Altos costos de disposición.</li> <li>➤ Mercados de reciclaje no disponibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Campaña RCP</li> <li>✓ Recomendaciones de Mercado en Sección 8.</li> </ul>

## 7.2 Campaña RCP

RCP es por Rajar-Compactar Procesar-Reciclar que son los pasos básicos que IEMS identificó para facilitar el manejo de las llantas de desecho.

“Dead tires” o llantas muertas es el nombre dado a las llantas usadas que ya no pueden ser reusables.

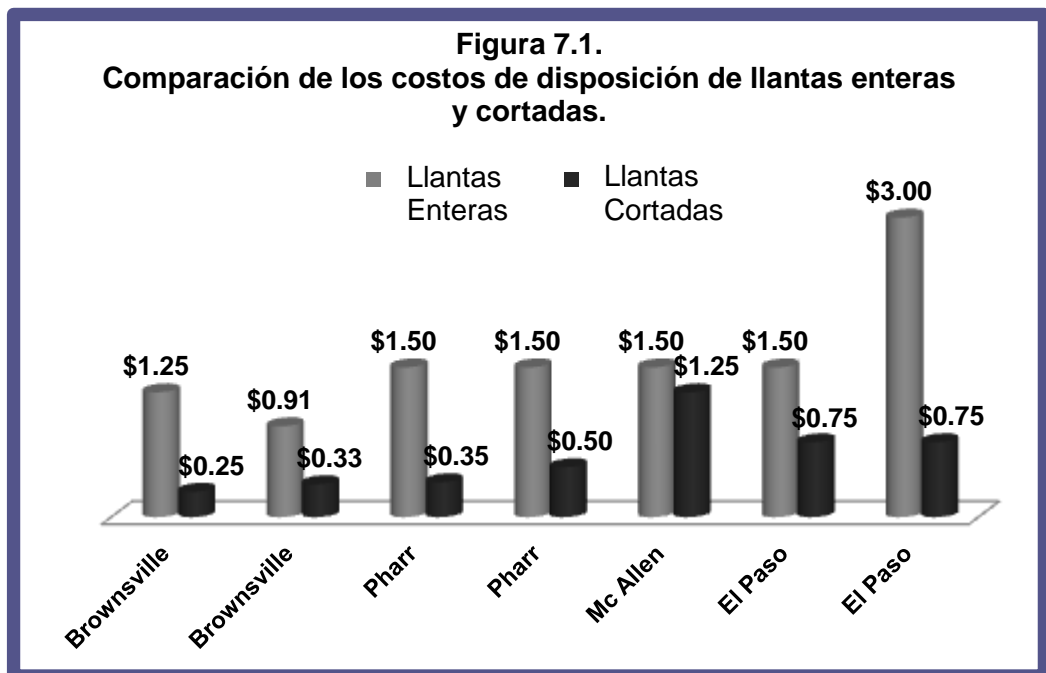
### 7.2.1 Rajar

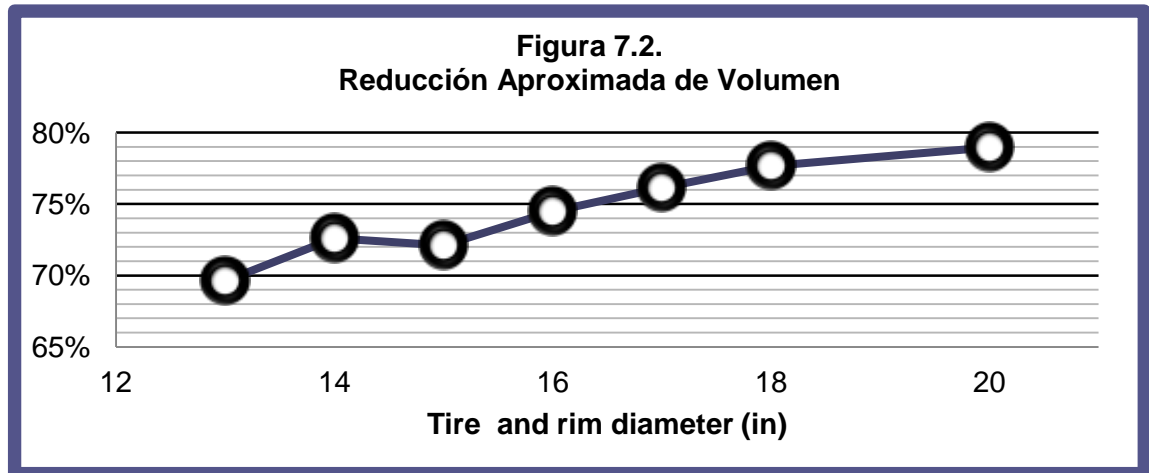
Rajar se refiere al acto de remover los costados de la llanta de desecho.

Se puede hacer manualmente usando un cuchillo de linóleo, navaja o en su caso una maquina especializada en cortar llantas comerciales para camiones.

Cortar las llantas proporciona los siguientes beneficios:

- El agua acumulada dentro de las llantas de desecho es más fácil de remover.
- Reducción de los costos de disposición (En Texas hasta un 80% y en promedio un 55% de ahorro, como se muestra en la **Figura 7.1.**)
- Reducción de volumen de entre 70% al 79% dependiendo del tamaño de la llanta, lo cual resulta en menor necesidad de espacio para almacenar y disminución de los costos de transportación. (**Figura 7.2.**)
- Se incrementan las opciones de Mercado y reciclaje (Refiérase a la Sección 8)





### 7.2.2 Compactar

Compactar se refiere al acto de almacenar ordenadamente las piezas que resultan de cortar las llantas y aprovechar la reducción de volumen

Es fácil notar las ventajas de la reducción de volumen obtenido cuando los costados de la llanta son removidos así como las diferentes formas de empaque.

Empacar las llantas cortadas nos da los siguientes beneficios:

- Disminuye la necesidad de espacio para almacenaje.
- Aumenta el orden en el almacén.
- Disminuye el costo de transporte por llanta.
- Facilita la carga y descarga en los vehículos de carga (Ya sea a mano o apiladas en tarimas)

### 7.2.3 Reciclar

Las llantas de desecho y los costados de las llantas pueden tener diferentes usos alternativos más que la llanta completa, dependiendo de si son llantas de pasajeros o de camión comercial. Reciclar involucra clasificar actividades dependiendo si son para llantas comerciales o de vehículos de pasajeros, calidad de la huella y dimensiones. Se sugiere la siguiente clasificación de huellas:

#### Tipo A

Ningún alambre es visible, si se pasa una bolsa de plástico por la superficie (en cualquier dirección) no presenta cortes o daño. Lo cual significa que una persona puede manipular la llanta sin necesidad de usar guantes sin peligro de daños a la piel.

**Imagen 7.1.**  
**Ejemplo de Huella Tipo A**



**Tipo B**

La llanta muestra alambres visibles y cuando se pasa una bolsa de plástico sobre la superficie (en cualquier dirección) se corta o se daña, por lo cual una persona no puede manipular la llanta sin el uso de guantes.

**Imagen 7.2.**  
**Ejemplo de llantas Tipo B**



Las dimensiones y la clasificación de la llanta por origen solo son relevantes en opciones de reciclaje específicas. En las recomendaciones de mercado de la Sección 8 son enumerados a detalle las propiedades de las partes de la llanta así como opciones de mercado y de reciclaje.

### 7.3 Prevención de incendio de llantas

Las siguientes medidas para la prevención de incendios se deberán implementar en cada sitio de almacenamiento de llanta, además de los requerimientos locales, estatales y federales establecidos.

- Las llantas de desecho deberán estar separadas de vegetación o materiales inflamables por al menos 40 pies (12.2 metros).
- Cada sitio de almacenamiento de llantas deberá tener una reja o paredes de al menos 2 m de altura, con alambre de púas en la parte superior, con puertas de acceso controladas. Esto para impedir la entrada de incendiarios.

### 7.4 Ordenamiento de llantas

Las recomendaciones de ordenanzas se basan en las regulaciones actualmente en vigor de las ciudades de Laredo y Pharr, Texas. Estas ordenanzas comparten algunos puntos los cuales se encuentran marcados con azul en la **Tabla 7.2**.

Tabla 7.2. Comparación de secciones de ordenanzas de llantas	
Laredo	Pharr
	Propósito e intención
Definiciones	Definiciones
	Propiedad residencial
Programa de registro de negocios	Permisos para negocios de llantas
Aplicación para negocios de llantas y servicios de reparación móviles.	
Términos para registro	
Negativa del permiso o renovación, suspensión o revocación del permiso.	Negativa del permiso o renovación, suspensión o revocación del permiso
Cuotas	
	Permiso de transporte de llantas
	Dstrucción de llantas
	Almacenaje de llantas
Disposición de llantas	Disposición de llantas
	Registros de disposición/ Manifiestos
	Administración/Cumplimiento
Penalizaciones por violaciones	Penalizaciones por violaciones
Remediación del daño	Remediación del daño
Severidad	



Las secciones en común son:

1. Definiciones.
2. Negativa del permiso o renovación, suspensión o revocación del permiso.
3. Disposición de llantas.
4. Penalizaciones por violaciones.
5. Remediación del daño.

En resumen la ordenanza de Pharr presenta un enfoque más específico, especialmente en violaciones y penalizaciones, además cubre más asuntos relacionados con llantas que la ordenanza de Laredo

Ambas ciudades reportan un mejor manejo de las llantas de desecho cuando aplican sus propias ordenanzas. IEMS recomienda que cada ciudad, condado o municipio de la frontera de Texas-México que tengan asuntos relacionados con llantas promulgue una ordenanza conteniendo como mínimo las secciones presentadas anteriormente.

Esta sugerencia deberá ser considerada tomando en cuenta que se deberá obtener la opinión de un consejero profesional legal, para la escritura y aprobación de la ordenanza. Esta recomendación no reemplaza la necesidad de asesoría legal cuando se escribe una ordenanza o cualquier documento legal.

Sería deseable que se consideraran incluir todas las recomendaciones presentadas en este reporte en las ordenanzas de llantas. Estas recomendaciones deberán ser revisadas cuidadosamente por un profesional con experiencia en la escritura de leyes para cada condado y consultado con todas las entidades involucradas, públicas o privadas antes de su aprobación.

#### **7.4.1 Aprobación**

La ciudad de Laredo pone el ejemplo de la aprobación de una ordenanza acerca de las llantas en el área de la frontera de Texas-México, seguido por la ciudad de Pharr. Otras ciudades, como El Paso, están en el proceso de aprobación. Los interesados clave entrevistados en dichas ciudades resaltaron los beneficios de poseer un marco legal específico para llantas de desecho en sus áreas, ya que facilita y refuerza la prevención de disposición inadecuada de llantas.

#### **7.4.2 Capacitación**

La persona encargada de la aplicación, dirección y cumplimiento de la ordenanza de llantas deberá realizar las siguientes actividades:

1. Las entidades reguladas tienen que ser notificadas y entrenadas para los propósitos, objetivos y aplicación de la ordenanza. Para esto se sugieren las siguientes actividades

- Convocar a una reunión con los generadores de llantas de desecho, transportistas y procesadores del área. Presentar la ordenanza sobre llantas y proveer una copia de la misma. Finalmente requerir que todos firmen una confirmación de notificación y capacitación, lo cual puede ser en una lista de asistencia. (Sería deseable la presencia y cobertura de la prensa local).
  - Realizar una visita a cada generador de llantas, señalar su ubicación por medio de un GPS, proveer una copia de la ordenanza y tener su firma de recepción, dar un plazo para su cumplimiento (seis meses).
2. Reforzar la capacitación de los agentes. La aprobación de una ordenanza no es efectiva si las agencias encargadas no saben su propósito u objetivo. Las agencias y agentes encargados deberán ser educados en los propósitos de la ordenanza sobre llantas, objetivo y aplicación.
- Personal de las agencias encargadas.
  - Personal de comisiones especiales.
  - Inspectores de cumplimiento.
  - Departamento de Bomberos.
  - Departamento de Policía.
  - Control de plagas y Departamento de Salud.
3. Después de la capacitación a los inspectores sobre el propósito, objetivo y aplicación de la ordenanza de llantas, la capacitación a los jueces municipales es clave.

El éxito o fracaso de la ordenanza de las llantas, se basa en las consecuencias que afronten los infractores. La corte municipal tendrá la última palabra en cuanto si una penalización civil deberá aplicarse o no así como la severidad de la misma.

Un juez sin la capacitación adecuada o sin la voluntad de castigar a los infractores, dejará libres a los violadores de la ordenanza sin castigo alguno, con lo que restará poder a las agencias encargadas de la vigilancia del cumplimiento así como a sus oficiales, enviando el mensaje incorrecto a las entidades reguladas quienes pensarán que el cumplimiento no es necesario.

### 7.4.3 Cumplimiento

Después de pasado el plazo para el cumplimiento con la nueva legislación, los inspectores de cumplimiento deberán visitar todas las entidades reguladas que fueron visitadas y verificar el cumplimiento de la misma, si alguna violación es identificada, la correspondiente multa o consecuencia deberá ser aplicada con cero tolerancia.



Visitas periódicas deberán ser realizadas al menos anualmente para asegurar el cumplimiento y aplicación de la ordenanza.

Aquellas nuevas entidades identificadas, deberán ser entrenadas y posteriormente visitadas

### ***7.5 Dificultar el acceso a puntos sensible***

Aunque el tirar llantas siempre genera impactos negativos, estos se ven exacerbados cuando ocurren en un paso de agua, resultando en reducción del cauce o bloqueo.

En la mayoría de los casos, la disposición ilegal requiere muy poco esfuerzo. Algunas áreas vuelven a presentar problemas de disposición ilegal de llantas aun después de ser limpiadas.

Soluciones efectivas estructuradas incrementaran el riesgo de ser descubiertos por lo que alejara a los infractores. Soluciones estructuradas pueden reducir la accesibilidad sitios populares de disposición ilegal. Además de la limpieza se recomienda:

- Señalamiento.
- Alumbrado.
- Barreras.
- Paisajismo del sitio.
- Aumentar visibilidad.

**Imagen 7.3.**  
**Diagrama de una cerca hecha con huellas de llanta.**



Más información sobre Mercados en la Sección 8.

El **Anexo 5** de este reporte presenta un extracto del Capítulo 4 (*Técnicas de Prevención de la Disposición Ilegal*) del documento:

- ✓ *Crackdown on Illegal Dumping - Handbook for Local Government* (Department of Environment and Climate Change (DECC) New South Wales Government, 2008)

En él se describen experiencias y sugerencias de las técnicas de control de acceso y su eficiencia en la prevención de la disposición ilegal.

## ***7.6 Modificación al programa de desechos de llantas de TCEQ***

---

Transportistas, sitio de desechos de llanta y almacenes deberán ingresar un reporte anual a la Comisión de Calidad Ambiental de Texas (*TCEQ por sus siglas en inglés*). El reporte actual de desecho de llanta no incluye la reventa de llantas usada como opción, significando que llantas que son declaradas que son llevadas a disposición podrían ser en realidad reinsertadas al mercado.

Contando con el número de llantas usadas que son reusadas, se tendrá un número más realista de las llantas procesadas apropiadamente. Así como también se podrá rastrear las llantas usadas y su generación actual en Texas. No se considera que se requieran modificaciones al formato del reporte.



# ***Sección 8. Recomendaciones de Mercados Potenciales para Productos derivados de Llantas en México***

---



## 8 Recomendaciones de Mercados Potenciales para Productos derivados de Llantas en México

Cada parte interesada deberá decidir qué mercado es más atractivo para él basado en sus propias consideraciones. Sin embargo, las recomendaciones de IEMS se basan en el siguiente criterio:

- Los mercados que requieren una menor inversión de equipo y provean un mayor ingreso por llanta (precio de mercado alto) fueron seleccionados como los mercados más recomendables.
- Los ingresos estimados por llantas que resultaron menores que el ingreso teórico obtenido de quemar las llantas para la extracción de metal no fueron considerados recomendables.
- Al hacer esta discriminación el mercado encaminado a la quema de llantas para la extracción del metal se vería teóricamente desalentado debido a un mayor ingreso que se obtendría a través de una alternativa recomendada de mercado.
- Las alternativas que implican una mayor generación de gases de efecto invernadero por llanta procesada son consideradas como menos recomendables.

### 8.1 Consideraciones sociales

Únicamente el marco legal mexicano fue considerado para esta Sección. Para identificar las restricciones y regulaciones, concernientes a los mercados identificados, una búsqueda fue realizada en las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs), tratados internacionales firmados por México, leyes federales, estatales y locales mexicanas.

Todos los mercados de reciclaje identificados, en tanto promuevan el ahorro de energía y materias primas sin afectar la salud, ecosistemas o sus elementos, está permitidos. Aún así es recomendable que cada proyecto realice una Evaluación de Impacto Social (SIA) antes de decidir acerca de un proyecto de procesamiento.

Al identificar los impactos anticipadamente:

- Mejores decisiones pueden hacerse acerca de cuáles intervenciones deben proceder y como deben hacerlo;
- Las medidas de mitigación pueden ser implementadas para minimizar el daño y maximizar los beneficios para una intervención planeada específica o actividad relacionada.



- Para apoyar a las partes interesadas en evaluar los impactos sociales, la SIA es descrita acorde a los principios internacionales de evaluación de impacto social emitidas por la Asociación Internacional de Evaluación de Impactos.

IEMS presentará las bases para la evaluación del impacto social y datos útiles para que cada parte interesada pueda realizar su propia evaluación local de impactos sociales en el área que será impactada por sus proyectos planeados.

## ***8.2 Consideraciones de impacto económico***

Para hacer evidente la cantidad de la inversión económica requerida por cada estado de la materia prima, la inversión necesaria para el equipo para procesar las llantas usadas fue obtenida de estudios previos y cotizaciones de productores.

El equipo necesario fue determinado acorde a las especificaciones de las materias primas del mercado de derivados de llantas tales como:

- Parte de la llanta.
- Tipo de llanta donde se originó la materia prima.
- Tamaño de partícula.
- Contenido de metal.
- Contenido de fibra.

Esta estimación considera la maquinaria requerida para modificar las llantas usadas en orden de obtener las materias primas como el mercado la demanda. Esto no incluye equipo secundario, espacio, vehículos o instalaciones.

## ***8.3 Consideraciones de impacto ambiental***

Ya que las alternativas identificadas son actividades de reciclaje, todas las actividades proveen de impactos y beneficios ambientales positivos de:

- Reducción de los residuos.
- Mitigación de la acumulación de llantas que significa una reducción contaminación del suelo.
- Prevención de contaminación atmosférica, del suelo y potencialmente del agua al eliminar acumulación de llantas que pudieran quemarse.
- Ahorros en tarifas de disposición.
- Reducción de los impactos ambientales por la explotación y transporte de materiales vírgenes.
- Ahorros de espacio en los rellenos sanitarios.

Sin embargo, se han presentado asuntos ambientales y de salud a lo largo del tiempo relacionados con productos derivados de llantas.

IEMS realizó una búsqueda de una serie de publicaciones y estudios y seleccionó la que fue considerada como con mayor rigor científico para evaluar si riesgos ambientales y de salud pudieran presentarse en cualquiera de los mercados identificados.

Con base en el consume de energía eléctrica y la velocidad del proceso, se realizó una comparación del estimado de las emisiones de gases de efecto invernadero por llanta de pasajero equivalente procesada para identificar las alternativas menos contaminantes.

Las emisiones por kilowatt-hora son las reportadas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) estimadas por la Asociación de Técnicos y Profesionistas de Aplicación Energética (ATPAE), la cual es de 0.6539 kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalente por kilowatt-hora.

#### 8.4 Mercados Identificados

Los mercados son identificados como cualquier aplicación de los derivados de llantas donde a las llantas usadas se les puede dar un nuevo uso, diferente al original y el usuario final o procesador compensa económicamente a su proveedor de materias primas derivadas de llantas. Los mercados identificados en el área de la frontera Texas-México son los siguientes:

1. Costados de llanta de pasajero (bulto).
2. Costados desincrustados de llanta de pasajero (bulto).
3. Alambre del costado de una llanta de pasajero (bulto).
4. Huellas de llanta (bulto).
5. Geo-celdas derivadas de llantas (TDGC).
6. Hule con cinturón de acero para muros de tierra aprisionada.
7. Bordes para paisajismo.
8. Cercas de llantas.
9. Agregado derivado de llantas (TDA) (bulto).
10. Caucho pulverizado para asfalto ahulado (RA) (bulto).
11. Caucho pulverizado para superficies atléticas y recreativas (bulto).
12. Acolchado (*mulch*) de caucho (bulto).
13. Caucho pulverizado para productos moldeados y extruidos (bulto).

Durante esta búsqueda un patrón fue identificado y los productos pueden ser catalogados por el estado en que la materia prima se necesita en:

- Hule triturado o pulverizado.
- Una parte específica de la llanta (i.e. huella, costado, huella con un costado, etc.).

#### **8.4.1 Costados de llanta de pasajero**

Los costados de llantas de pasajero en bulto pueden ser considerados como una fuente de hule, metal, fibras sintéticas y energía térmica.

Los costados de llantas de pasajero también son usados para la creación de diversas manualidades y mordederas para mascotas.

Los costados de las llantas de pasajero pueden ser fácilmente obtenidos cortando las llantas en el hombro usando un cuchillo. También están disponibles en el mercado máquinas para remover costados de diferentes modelos y marcas.

Los costados de llantas de camión pueden ser removidos empleando un removedor de llantas de este tipo.

Beneficios de reciclar costados de llantas:

- Los costados son fácilmente removidos.
- Los costados pueden estar disponibles sin ningún costo al implementar la campaña para las llantas muertas de Rájalas-Compáctalas-Procésalas (RCP).
- Reducción de residuos.
- Mitigación de la acumulación de llantas que significa una reducción contaminación del suelo.
- Prevención de incendios en pilas de llantas.
- Ahorros en tarifas de disposición.
- Ahorro de espacio en los rellenos sanitarios.

#### **Imagen 8.1.**

**Costados de llantas de pasajero cortadas en el hombro listas para ser transportadas a un sitio de procesamiento en El Paso, Texas, USA**





Asuntos relacionados con el reciclaje de costados de llantas:

- Necesidad de máquinas trituradoras capaces de triturar hule con contenido metálico.
- El hule obtenido contiene trazas metálicas aún cuando se aplique separación magnética.
- La demanda puede no estar disponible localmente.

Nota: La quema a cielo abierto de llantas o cualquiera de sus partes es ilegal en todos los Estados del lado mexicano de la frontera.

### Imagen 8.2.

#### Jarrones de hule para jardín hechos con huellas y costados de llantas



#### 8.4.2 Costados desincrustados de llanta de pasajero

Los costados desincrustados de llantas de pasajero en bulto pueden ser considerados como una fuente de hule, fibras sintéticas y energía térmica. Los costados de llantas de pasajero son empleados para la creación de diversas manualidades y mordederas para mascotas.

Los costados de las llantas de pasajero pueden ser fácilmente obtenidos cortando las llantas en el hombro usando un cuchillo. También están disponibles en el mercado máquinas para remover costados de diferentes modelos y marcas. Los costados de llantas de camión pueden ser removidos empleando un removedor de llantas de este tipo.

Los beneficios identificados son:

- Los costados son fácilmente removidos del cuerpo de las llantas usando un cuchillo de linóleo o una máquina removedora.

- Costados desincrustados de llantas de pasajero son una fuente de hule sin contenido metálico que tiene un mayor valor de mercado.
- El cable desincrustado puede venderse como chatarra de acero.
- Un equipo de menor capacidad es necesario ya que el hule y las fibras son los únicos constituyentes de los costados de las llantas.
- Los costados pueden estar disponibles sin ningún costo al implementar la campaña para las llantas muertas de Rájalas-Compáctalas-Procésalas (RCP) (*Cut-Pack-Recycle*, o CPR) a implementarse en coordinación con generadores de llantas usadas.
- Reducción de residuos.
- Mitigación de la acumulación de llantas que significa una reducción contaminación del suelo.
- Prevención de contaminación atmosférica, del suelo y potencialmente del agua al eliminar acumulación de llantas que pudieran quemarse.
- Ahorros en tarifas de disposición.
- Reducción de los impactos ambientales por la explotación y transporte de materiales vírgenes.
- Ahorro de espacio en los rellenos sanitarios.

Asuntos relacionados con el reciclaje de los costados desincrustados de llantas:

- La demanda puede no estar disponible localmente.

#### ***8.4.3 Alambre del costado de llanta de pasajero***

La incrustación es un cable de acero cubierto con hule cuya función es asegurarse que la llanta se quede adherida al rin de llanta. El alambre incrustado que se remueve de las llantas de pasajero, camiones ligeros y pesados, es una fuente de metal.

Las máquinas desincrustadoras son comúnmente empleados para este propósito. No se identificaron durante las actividades de desarrollo de este estudio técnicas manuales para ello.

Beneficios de reciclar alambre de llantas:

- Precios atractivos de compra de diversos compradores están disponibles en la mayoría de las grandes ciudades de México.
- Reducción de residuos.
- Mitigación de la acumulación de llantas.
- Prevención de contaminación atmosférica, del suelo y potencialmente del agua al eliminar acumulación de llantas que pudieran quemarse.
- Ahorros en tarifas de disposición.
- Reducción de los impactos ambientales por la explotación y transporte de materiales vírgenes.
- Ahorro de espacio en los rellenos sanitarios.

Los siguientes asuntos relacionados con el reciclaje del alambre del costado de llantas de pasajero fueron detectados:

- Equipo especializado es necesario para remover el alambre incrustado.
- Si el hule fue quemado para obtener el alambre de acero, una gran cantidad de carcinógenos y gases y líquidos tóxicos son liberados, adicionalmente que es una de las causas principales de los incendios de llantas en el lado mexicano del área de interés de la frontera.

#### 8.4.4 Huellas de llanta

Las huellas de llanta en bulto pueden ser consideradas como fuente de geo-celdas derivadas de llanta, moldes para muros de tierra aprisionada, bordes para paisajismo, componentes para cercas, hule, metal, fibras sintéticas y energía térmica.

Beneficios del reciclaje de huellas de llantas:

- Productos de alto valor tales como TDGC, bordes para paisajismo, y rieles para cercas pueden ser localmente obtenidos a bajos costos.
- El uso de huellas como moldes para muros de tierra aprisionada presenta una oportunidad para familias de bajos ingresos sin acceso a materiales de construcción o entusiastas de edificaciones eco-amigables.
- Las huellas de llanta de pasajeros pueden ser fácilmente obtenidas con el uso de un cuchillo para cortar en los hombros de las llantas.
- La transportación de las huellas de llantas es más barato que la transportación de las llantas enteras debido a reducción del volumen.
- Los costados pueden estar disponibles sin ningún costo al implementar la campaña para las llantas muertas de Rájalas-Compáctalas-Procésalas (RCP).
- Reducción de residuos.
- Mitigación de la acumulación de llantas.
- Prevención de contaminación atmosférica, del suelo y potencialmente del agua al eliminar acumulación de llantas que pudieran quemarse.
- Ahorros en tarifas de disposición.
- Reducción de los impactos ambientales por la explotación y transporte de materiales vírgenes.
- Ahorro de espacio en los rellenos sanitarios.

Asuntos relacionados con el reciclaje de huellas de llantas:

- Si el hule fue quemado para obtener el alambre de acero, una gran cantidad de carcinógenos y gases y líquidos tóxicos son liberados, adicionalmente que es una de las causas principales de los incendios de llantas en el lado mexicano del área de interés de la frontera.



- El hule obtenido puede presentar trazas de metales reduciendo su valor de mercado e incrementando el costo de producción del hule si el metal es removido.
- Los mercados pueden no estar disponible localmente.

#### **8.4.5 Geo-celdas derivadas de llantas (TDGC)**

Las geo-celdas son ampliamente reconocidas en la industria de la construcción como una buena práctica para la estabilización permanente del suelo usada en una variedad de aplicaciones, incluyendo la estabilización y soporte de vías ferroviarias, sistemas de revestimientos y canales de lineamiento, estructuras de retención de tierra.

Al remover uno o ambos lados de la llanta, cortados al hombro, el cilindro de la huella remanente puede ser usado como una geo-celda, de ahí su nombre de geo-celda o geo-cilindro derivado de llanta (*Tire Derived Geo-Cell or Tire Derived Geo Cylinder*, TDGC).

Beneficios de las aplicaciones de TDGC:

- El uso de TDGC en el reforzamiento de los caminos en los municipios mexicanos de interés podría completamente remediar todos los tiraderos de llantas.
- Los materiales locales y suelos podrían utilizarse como material de relleno de TDGC eliminando la necesidad de transporta y minar agregados de localidades distantes, y con ello el impacto ambiental económico que conlleva.
- Costos de materiales y construcción reducidos ya que las llantas y los materiales de relleno se pueden reciclar de materiales locales.
- La construcción del sistema es relativamente simple, No requiere trabajadores calificados o maquinaria pesada.
- Un problema que causa residuos puede convertirse en una aplicación de alto valor de ingeniería aumentando la calidad de vida y seguridad de sus usuarios.
- Un gran número de aplicaciones en proyectos de ingeniería civil.
- Certificación de Edificio Verde (*Green Building*). Las empresas ganan más puntos en el programa de certificación del *US Green Building Council's LEED®* o otra cualquier certificación del estándar
- Los costados pueden estar disponibles sin ningún costo al implementar la campaña para las llantas muertas de Rájalas-Compáctalas-Procésalas (RCP) (*Cut-Pack-Recycle*, o CPR).
- Reducción de residuos.
- Mitigación de la acumulación de llantas.
- Prevención de contaminación atmosférica, del suelo y potencialmente del agua al eliminar acumulación de llantas que pudieran quemarse.
- Ahorros en tarifas de disposición.
- Ahorro de espacio en los rellenos sanitarios.



Los siguientes asuntos relacionados con TDGC fueron detectados:

- Algunas aplicaciones de la tecnología de geo-celdas derivadas de llantas están patentadas en los Estados Unidos, tal como la aplicación del Concreto Mecánico®.
- Liberación de Zinc.

#### 8.4.5.1 TDGC Concreto Mecánico ®

El Concreto Mecánico® es construido con bandas de tensión cilíndricas creadas con llantas usadas en los que ambos costados han sido removidos. Cuando el apropiado tamaño de agregado de rocas es vaciado en los cilindros, las rocas se embonan ajustadamente y se comportan como una masa sólida inmóvil: Concreto Mecánico®. Este método de construcción usa menos piedra, no requiere compactación o curado, y está instantáneamente listo para soportar cargas de construcción.

Esta es la manera de unir agregados de roca triturada en una unidad celular para la construcción capaz de resistir carga. Las unidades de Concreto Mecánico® pueden soportar cargas comprimidas y resistir presión lateral del suelo. Es básicamente un material comprimido. Confina la piedra en un TDGC. El TDGC realiza la una función similar a la de la mezcla cemento/agua, las varillas y los moldes en el concreto de cemento hidráulico. De hecho mejora la capacidad de carga del material agregado, sea arena, rocas o arcilla.

**Imagen 8.3.**

#### Imágenes de Cemento Mecánico ® y Concreto Mecánico



El sistema de confinamiento del geo-cilindro de Concreto Mecánico® tiene muchos usos económicos y benéficos según reporta el dueño de la patente. Ha sido actualmente implementado en bases para caminos rurales y de uso pesado, plataformas para pozos de gas, sistemas de muros de contención de Tierra Mecánicamente Estabilizada (*Mechanically Stabilized Earth*, o MSE) y muros de retención.



**Imagen 8.4.**  
**Estacionamiento de Consultora en Ingeniería TRIAD, Morgantown, WV**  
**(REAGCO, 2011)**



Aplicaciones potenciales para TDGC de concreto mecánico incluyen:

#### **Soporte de Carga**

- Bases, sub-bases y acotamientos de caminos con o sin pavimento;
- Intersecciones de caminos de bajo volumen con o sin pavimento;
- Balastras de vías férreas;
- Caminos y vías industriales y mineras;
- Estabilización, reparación y construcción de lechos de vías;
- Cimientos de transportadores;
- Muelles de puentes;
- Cimientos bajo agua.

#### **Muros de Retención de Tierra y de Carga**

- Muros MSE y de retención de gravedad;
- Cimientos y muros de carga de edificios comerciales e industriales;
- Muros de protección y estructuras sólidas de minas;
- Construcción de presas, estanques, diques y terraplenes;
- Muros para seguridad industrial.

#### **Protección de Canals y Pendientes**

- Estructuras de control de drenaje;
- Protección contra socavación de muelles de puentes;
- Estructuras de control de erosión para reducir y absorber la energía de la velocidad del escurrimiento de agua;
- Retención de agua pluvial;
- Estabilización y restauración de canales, pendientes y terraplenes.

### Otros Usos

- Helipuertos;
- Plataformas de perforación de petróleo y gas natural;
- Construcción de campos aéreos;
- Estabilización de sobreflujo de estacionamientos;
- Caminos de acceso de vehículos de emergencia;
- Barreras de choque para carreteras para absorción de energía;
- Protección de fuerzas militares.
- Caminos naturales para carros de golf, caminatas, bicicletas y caminos que soporten drenaje natural;
- Estructuras permeables para la reparación y reconstrucción de carreteras, vías férreas.

### Beneficios de la implementación de Concreto Mecánico®:

- La carga de la base de camino probada es mayor a HS 20 carga de llantas.
- Usar un cilindro de huella de llantas, i.e. cualquier llanta automotriz con ambos costados removidos, en un aplicación de construcción, i.e. donde las cargas verticales anden en el rango de 100 psi y 7 TSF, proporciona un alcance robusto muy conservador de materiales de ingeniería.
- Los geo-cilindros derivados de llantas crean de manera económica una base indestructible, por lo que básicamente elimina la mayoría de los problemas de mantenimiento de los caminos.
- Puede ser usado de manera efectiva y económica en casi todas las aplicaciones de construcción dentro y fuera del camino con una carga máxima de llantas de 50,000 libras.
- Sobrepasa el triple de la máxima capacidad de carga usual de materiales arenosos, granulares y de piedras.
- Se requiere menos mano de obra en general y menos calificada.
- Consume menos energía que los procesos de construcción ya que utiliza equipos más pequeños.
- No requiere compactación, vibración, moldes o varillas.
- Reutiliza cilindros ya hechos a un bajo costo, combinando un molde que se queda en el lugar y los elementos de refuerzo.
- Utiliza la capacidad de carga de compresión de agregados de piedra de bajo costo u otros materiales reciclados o agregados.
- Cuando se compara con los costos de los muros de contención, de retención y cimientos, para la estabilización de caminos y sitios hechos con concreto convencional o piedra compactada, el Concreto Mecánico® puede brindar un mínimo de 25% de ahorro. En muchos casos, estos ahorros pueden ser tan altos como el 50%. En la construcción de caminos los ahorros pueden ser del 25% al 30% o más, dependiendo del agregado que se use.





- Es simple de entender y aplicar lo que aumenta la productividad del trabajador. Agiliza y facilita el proceso de construcción.
- Se eliminan virtualmente problemas comunes de estructura como baches y zanjas.

Se detectaron los siguientes asuntos respecto al Concreto Mecánico®:

- La tecnología de geo-cilindros derivados de llantas esta patentada en los Estados Unidos (U.S. Patent 7,470,092 B2).
- Debe ser implementada usando técnicas de diseño y procesos tradicionales de construcción avaladas por un ingeniero civil.

#### ***8.4.6 Hule con cinturón de acero para muros de tierra aprisionada***

Para construir una estructura con tierra aprisionada, se necesitan moldes temporales en los que el suelo será comprimido. Generalmente, los muros de tierra aprisionada sin simples de construir, requieren únicamente de un molde para dar forma a la tierra dentro de ellos. Las llantas realizan la función de molde que puede resistir presiones generadas por el relleno de tierra siendo incrustado para quedar compactado.

El método más común para construir usando muros de tierra aprisionada con llantas es colocando las llantas usadas en el suelo, llenarlas con tierra y comprimir la tierra con un martillo. Usualmente se coloca cartón debajo de la llanta antes de llenarla con tierra para prevenir que esta se salga mientras es compactada. Este proceso es repetido hasta que la llanta esté completamente llena con tierra.

Una llanta individual es colocada en el eje que corre en la pared, es llenada y compactada en esa posición. Otras llantas son colocadas y llenadas al costado de la primera llanta. Una vez que una fila de llantas se completa, otra fila es colocada encima de la primera, pero escalonada de forma alternada a la primera, como ladrillos. Para lograr esto, se deben usar medias llantas.

Beneficios de estructuras hechas utilizando con muros de tierra aprisionada con llantas:

- No combustibles, térmicamente masivas y casi a prueba de ruido.
- Fuertes y duraderas.
- Las empresas ganan más puntos en el programa de certificación del *US Green Building Council's LEED®* o otra cualquier certificación del estándar.
- Los costados pueden estar disponibles sin ningún costo al implementar la campaña para las llantas muertas de Rájalas-Compáctalas-Procésalas (RCP) (*Cut-Pack-Recycle*, o CPR) a implementarse en coordinación con generadores de llantas usadas.
- Reducción de residuos.



- Mitigación de la acumulación de llantas que significa una reducción contaminación del suelo.
- Prevención de contaminación atmosférica, del suelo y potencialmente del agua al eliminar acumulación de llantas que pudieran quemarse.
- Ahorros en tarifas de disposición.
- Reducción de los impactos ambientales por la explotación y transporte de materiales vírgenes.
- Ahorro de espacio en los rellenos sanitarios.

Asuntos relacionados con estructuras hechas utilizando muros de tierra aprisionada:

- El aprisionado de tierra requiere mucho trabajo.
- Como en cualquier construcción, una técnica apropiada es imperativa por seguridad.
- Paredes gruesas reducen el espacio de la vivienda en predios pequeños.

#### ***8.4.7 Bordes para árboles y paisajismo con huellas***

Paisajismo con llantas usadas es un uso probado actualmente para las llantas usadas, mayormente en su forma de acolchado (*mulch*) de caucho. Los bordes para jardín es una nueva aplicación desarrollada por el equipo de IEMS. No se encontró información acerca de esta aplicación en la frontera Texas-México o algún otro lado. Sin embargo, se presenta como un gran mercado potencial una vez que su viabilidad esté confirmada a través de pruebas piloto de esta aplicación, las cuales son ampliamente recomendadas sin ser parte del alcance de este estudio.

Los beneficios de los bordes para paisajismo son:

- El borde que define el lecho es permanente, lo que elimina la necesidad de darle forma continuamente.
- Ahorros significativos en gastos de mantenimiento, ya que los bordes para paisajismo eliminan el continuo deterioro del borde del lecho por usar cortadoras manuales o desbrozadoras.
- Los bordes aseguran mantener líneas claras y limpias a lo largo del lecho, guardando el diseño original intencionado.
- Los bordes se mezclan con detalles del diseño arquitectónico, haciendo un paisaje apropiadamente diseñado y balanceado.
- El paisaje está verdaderamente definido por la separación de pasto, lecho de flores y agregados; los bordes permiten realizar esto.
- Cuando varios agregados son usados en un área contenida, los bordes son la única manera de asegurar la permanente separación.
- Apropiadamente instalados, la calidad de los bordes de paisajismo brindan claridad e incrementan significativamente el nivel visual de la estética y dan un valor agregado al negocio o residencia.

Beneficios adicionales identificados incluyen:

- Materiales de larga duración, virtualmente indestructibles.
- Uso de productos con baja huella de carbón, ya que la energía requerida para producirlos es mínima comparada con los productos de hule pulverizado extruido y moldeado.
- Con una inversión relativamente baja un residuo casi ubicuo se vuelve un producto de alto valor.
- Ya que requiere una inversión relativamente baja, representa una solución de mercado viable para el problema de las llantas usadas ocurriendo en la frontera Texas-México, especialmente en el lado mexicano donde los presupuestos para el manejo de residuos son significativamente más bajos.
- Los municipios, ciudades y condados puede mejorar el paisajismo de los parques y áreas públicas con una mínima inversión, evitando el costo de disposición que los afecta en estos días.
- Los costados pueden estar disponibles sin ningún costo al implementar la campaña para las llantas muertas de Rájalas-Compáctalas-Procésalas (RCP) (*Cut-Pack-Recycle*, o CPR) a implementarse en coordinación con generadores de llantas usadas.
- Usando pintura 100% acrílica para exteriores, los bordes pueden colorearse como se desee.
- Certificación de Edificio Verde (*Green Building*). Las empresas ganan más puntos en el programa de certificación del *US Green Building Council's LEED®* o otra cualquier certificación del estándar.
- Reducción de residuos.
- Mitigación de la acumulación de llantas que significa una reducción contaminación del suelo.
- Prevención de contaminación atmosférica, del suelo y potencialmente del agua al eliminar acumulación de llantas que pudieran quemarse.
- Ahorros en tarifas de disposición.
- Reducción de los impactos ambientales por la explotación y transporte de materiales vírgenes.
- Ahorro de espacio en los rellenos sanitarios.

Asuntos con estructuras con bordes para llantas cortadas:

- Alambres accidentalmente expuestos pueden dañar personas o animales.
- Posibles riesgos a salud humana.

Ya que el hule reciclado de llantas ha sido estimado como no peligroso para la salud humana o el ambiente en áreas de recreo, localizadas en parques o jardines, es la opinión de IEMS que las huellas de llantas cortadas (con protección instalada en cada extremo para prevenir que se expongan los alambres) será segura para los humanos y el ambiente tal como ambas aplicaciones evaluadas por ChemRisk.

#### 8.4.8 Cercas de llantas

La creación de cercas usando huellas cortadas de llantas es una solución innovadora creada por el equipo de IEMS. No se encontró información acerca de esta aplicación en la frontera Texas-México o algún otro lado. Sin embargo, se presenta como un gran mercado potencial una vez que su viabilidad esté confirmada a través de pruebas piloto de esta aplicación, las cuales son ampliamente recomendadas sin ser parte del alcance de este estudio.

**Imagen 8.5.**  
**Diagrama de una cerca con huellas para puercos**



Beneficios esperados de las cercas con huellas de llantas:

- Las cercas con huellas pueden disminuir los costos de mano de obra y materiales haciéndolas más accesibles que las de madera con desempeño similar excepto en resistencia.
- Para el control de intrusos, las cercas con huellas cortadas tendrían un valor agregado al ser más resistentes a los intentos de vandalismo o entrada para cortarlas como otros tipos de cercas, tales como las de cadenas que pueden ser cortadas fácilmente con herramientas manuales.
- Las cercas con llantas no permiten la vista hacia adentro, proveyendo mayor privacidad al área protegida.
- Materiales más duraderos.
- Uso de productos reciclados que evita el uso de materiales vírgenes tales como la madera.
- Los municipios, ciudades y condados puede mejorar el paisajismo de los parques y áreas públicas con una mínima inversión.
- Los tiraderos de llantas podrían cercarse con esta tecnología para evitar incendios.
- Los costados pueden estar disponibles sin ningún costo al implementar la campaña para las llantas muertas de Rájalas-Compáctalas-Procésalas (RCP) (*Cut-Pack-Recycle*, o CPR) a implementarse en coordinación con generadores de llantas usadas.
- Usando pintura 100% acrílica para exteriores, los bordes pueden colorearse como se desee.
- Requieren un bajo consumo de energía.
- Las empresas ganan más puntos en el programa de certificación del *US Green Building Council's LEED®* o otra cualquier certificación del estándar.
- Reducción de residuos.

- Mitigación de la acumulación de llantas que significa una reducción contaminación del suelo.
- Prevención de contaminación atmosférica, del suelo y potencialmente del agua al eliminar acumulación de llantas que pudieran quemarse.
- Ahorros en tarifas de disposición.
- Reducción de los impactos ambientales por la explotación y transporte de materiales vírgenes.
- Ahorro de espacio en los rellenos sanitarios.

#### ***8.4.9 Agregado derivado de llantas (TDA)***

El Agregado Derivado de Llantas (*Tire Derived Aggregate*, o TDA) es un producto ingenieril hecho de llantas usadas cortadas en piezas de 25 a 300 mm. Dependiendo del tamaño de partícula, el TDA se puede clasificar como Tipo A y B (Gray, 2010).

##### ***8.4.9.1 TDA Tipo A***

TDA Tipo A es apropiado para un rango de aplicaciones de drenajes en capas de hasta 1 m (3.3 pies) de espesor.

Las aplicaciones de drenajes incluyen (Gray, 2010):

- Capas en el drenaje de colección de rellenos sanitarios y sistemas de remoción.
- Agregado permeable para las capas y trincheras de recolección de gas en rellenos sanitarios.
- Agregado gratuito para los drenajes en los extremos de carreteras.
- Relleno permeable para los muros exteriores por debajo de la superficie.
- Drenaje de sistemas sépticos en el campo.
- Sistemas de colección de gas en los rellenos sanitarios.

##### ***8.4.9.2 TDA Tipo B***

TDA Tipo B es utilizado para aplicaciones de relleno ligero en capas de hasta 3 m (10 pies) de espesor.

Las aplicaciones de relleno incluyen:

- Relleno ligero para acotamientos en carreteras.
- TDA y mezclas de TDA con suelo han sido usados como reemplazo del suelo convencional en construcción de terraplenes.
- Capas comprimidas detrás de los pilares y marcos rígidos de puentes.
- Relleno para muros de retención, pilares de puentes y paredes.

- Limita la penetración de las heladas y provee drenaje durante el deshielo en primavera.
- Uso como capas de drenaje en rellenos sanitarios, sistemas de drenaje séptico y drenaje en los extremos de carreteras.
- Una capa de TDA debajo de los lastres de las vías del tren reduce las vibraciones fuera del sitio.

Beneficios de usar TDA en aplicaciones específicas:

- TDA brinda muchas soluciones a los retos geotécnicos ya que es ligero: 50 libras por pie cúbico o 0.8 toneladas por metro cúbico.
- Produce presiones laterales bajas en las paredes (tan bajo como la mitad de la del suelo).
- Es un buen aislante térmico (ocho veces mejor que el suelo).
- Tiene alta permeabilidad (más de 1 centímetro por segundo [cm/s] dependiendo del tamaño de TDA).
- Tiene buena resistencia al corte.
- Absorbe vibraciones.
- Sobre todo, cada metro cúbico de relleno de TDA contiene el equivalente de 100 llantas de pasajero.
- Se usa para mejorar la estabilidad en los terraplenes construidos en arcilla marina débil.
- Reducción de costos.
- Se pueden implementar aplicaciones a pequeña escala por los oficiales municipales tales como los directores de obras públicas.
- Reducción de residuos.
- Mitigación de la acumulación de llantas que significa una reducción contaminación del suelo.
- Prevención de contaminación atmosférica, del suelo y potencialmente del agua al eliminar acumulación de llantas que pudieran quemarse.
- Ahorros en tarifas de disposición.
- Reducción de los impactos ambientales por la explotación y transporte de materiales vírgenes.
- Ahorro de espacio en los rellenos sanitarios.
- Certificación de Edificio Verde (*Green Building*). Las empresas ganan más puntos en el programa de certificación del *US Green Building Council's LEED®* o otra cualquier certificación del estándar.

Asuntos sobresalientes con el uso TDA en aplicaciones específicas:

- Lo económico de usar TDA para aplicaciones de ingeniería civil depende de los costos locales para producir TDA y los costos locales de los materiales alternativos de construcción competentes. TDA no es generalmente un sustituto competitivo en costo-efectivo del relleno de tierra convencional.
- Liberación de Zinc
- Sofisticación.





#### 8.4.10 Caucho pulverizado para asfalto ahulado (RA)

El asfalto modificado con caucho es un producto de mezclar hule pulverizado de llantas usadas u otras fuentes, con asfalto. Es usado como pavimento de asfalto para los caminos.

Beneficios obtenidos de pavimentar usando RA

- Desempeño. Los caminos duran más que el asfalto tradicional, algunas ocasiones, drásticamente más, pero este desempeño no ha sido universal.
- Costo. El uso de capas más delgadas de asfalto modificado con caucho puede convertir el costo en una ventaja donde es aplicable y aceptado.
- La reducción de ruido y aumento de la seguridad se logran con el uso de pavimento con curso de fricción gradualmente abierto (*Open-Graded Friction Course*, o OGFC) usando agregado grande uniformemente graduado.
- Mejora la flexibilidad y la fuerza de tensión en la mezcla asfáltica reduciendo la aparición de grietas debido a la fatiga o cambios de temperatura.
- Reducción de residuos.
- Mitigación de la acumulación de llantas que significa una reducción contaminación del suelo.
- Prevención de contaminación atmosférica, del suelo y potencialmente del agua al eliminar acumulación de llantas que pudieran quemarse.
- Ahorros en tarifas de disposición.
- Reducción de los impactos ambientales por la explotación y transporte de materiales vírgenes.
- Ahorro de espacio en los rellenos sanitarios.
- Las empresas ganan más puntos en el programa de certificación del US Green Building Council's LEED® o otra cualquier certificación del estándar.

Asuntos sobresalientes de pavimentar usando RA:

- Desempeño pobre ha sido atribuido a la instalación inadecuada, condiciones del clima, preparación del lecho, y grado de mezcla.
- Florida encontró que el asfalto modificado con caucho se desempeña bien, pero que los polímeros se desempeñan mejor que la mezcla asfáltica con caucho preparada en la terminal en aplicaciones de tráfico pesado.
- El costo de instalación de una capa equivalente de asfalto modificado con caucho es generalmente del 10 a 100% más alto que una de asfalto sin modificar, como se discutió previamente.



#### 8.4.11 Caucho pulverizado para superficies atléticas y recreativas

La generación actual de césped deportivo artificial usa hebras de 7.6 cm (3 pulgadas) de largo de poliuretano verde incrustado en un fondo poroso para formar una alfombra, como marco estructural en el sistema de césped.

Las hojas de tipo poliuretano adicionan contención al piso de caucho, y el caucho provee acolchonamiento mientras el sistema de césped sintético soporta el esfuerzo físico de las actividades atléticas (Gray, 2010).

El césped deportivo sintético es mayormente usado en estadios de futbol pero ahora puede ser usado en un amplio rango de campos deportivos a todos los niveles de juego, como hockey sobre pasto, beisbol, etc.

Beneficios obtenidos de usar caucho pulverizado para superficies atléticas y recreativas:

- Lesión/Salud. Estudios indican que la severidad de las lesiones es peor en superficies con pasto natural. Hay más lesiones de cabeza, neurales y de ligamentos en pasto natural, mientras que en sintético hay más lesiones de trauma muscular, epidurales, y relacionadas con temperatura.
- Economía. El alto costo inicial del césped sintético se compensa con su reducido mantenimiento asociado con agua, fertilizantes, pesticidas, poda, reemplazo y mano de obra.
- el césped sintético drena rápidamente, permitiendo se usado pronto después de lluvias fuertes. Adicionalmente, el pasto sintético se reporta puede tolerar hasta 3,000 horas de uso por año, casi cuatro veces más uso que el pasto natural, permitiendo que los campos sean usado más intensivamente para diferentes deportes.
- Abatimiento de los tiraderos de llantas.
- Reducción de residuos.
- Mitigación de la acumulación de llantas que significa una reducción contaminación del suelo.
- Prevención de contaminación atmosférica, del suelo y potencialmente del agua al eliminar acumulación de llantas que pudieran quemarse.
- Ahorros en tarifas de disposición.
- Reducción de los impactos ambientales por la explotación y transporte de materiales vírgenes.
- Ahorro de espacio en los rellenos sanitarios.
- Las empresas ganan más puntos en el programa de certificación del *US Green Building Council's LEED®* o otra cualquier certificación del estándar.



Asuntos sobresalientes de usar caucho pulverizado en superficies atléticas y recreativas:

- Temperatura elevada del césped.
- Las piezas de caucho negro o las capas de césped sintético coloreado absorben energía luminosa y hacen la temperatura ambiente más cálida.
- Liberación de Zinc.

#### 8.4.11.1 Superficies para seguridad de patios de recreo

Para evitar lesiones derivadas de caídas de los equipos en los patios de recreo, las áreas debajo y alrededor de estos son cubiertas con materiales con propiedades de absorción del impacto.

Beneficios obtenidos de aplicar caucho para seguridad en los patios de recreo:

- Mayor protección contra caídas.
- Durabilidad. El caucho es flexible, resistente y durable, propiedades que lo hace un material de acolchonamiento bueno para exteriores.
- La accesibilidad a los equipos por niños en sillas de ruedas o muletas puede ser de importante consideración.
- Reducción de residuos.
- Mitigación de la acumulación de llantas que significa una reducción contaminación del suelo.
- Prevención de contaminación atmosférica, del suelo y potencialmente del agua al eliminar acumulación de llantas que pudieran quemarse.
- Ahorros en tarifas de disposición.
- Reducción de los impactos ambientales por la explotación y transporte de materiales vírgenes.
- Ahorro de espacio en los rellenos sanitarios.
- Las empresas ganan más puntos en el programa de certificación del *US Green Building Council's LEED®* o otra cualquier certificación del estándar.

Asuntos que pueden surgir de aplicar caucho para seguridad de los patios de recreo:

- Inflamabilidad.
- Sensibilidad al látex.
- Toxicidad. Los cuestionamientos de toxicidad y ambientales asociado con el caucho pulverizado han surgido para las aplicaciones en patios de recreo así como con el césped sintético.
- Liberación de Zinc.

#### 8.4.12 Acolchado (*mulch*) de caucho

El acolchado (*mulch*) es cualquier material aplicado a un jardín con el fin de retener la humedad del suelo y suprimir la maleza. También tiene propósitos estéticos. Puede ser hecho de hojas, grava, virutas de madera y hule, entre otros muchos materiales, los cuales normalmente están disponibles.

Beneficios del mulch de caucho:

- Controla malas hierbas.
- Resiste moho.
- Retiene humedad.
- Requiere adiciones infrecuentes.
- No alberga insectos o atrae animales de la zona.
- Reducción de residuos.
- Mitigación de la acumulación de llantas que significa una reducción contaminación del suelo.
- Prevención de contaminación atmosférica, del suelo y potencialmente del agua al eliminar acumulación de llantas que pudieran quemarse.
- Ahorros en tarifas de disposición.
- Reducción de los impactos ambientales por la explotación y transporte de materiales vírgenes.
- Ahorro de espacio en los rellenos sanitarios.
- Las empresas ganan más puntos en el programa de certificación del *US Green Building Council's LEED®* o otra cualquier certificación del estándar.

Asuntos sobresalientes del uso de mulch de caucho:

- Inflamabilidad
- Temperatura. Las piezas de hule negro absorben luz y pueden calentarse.
- Liberación de Zinc.

#### 8.4.13 Caucho pulverizado para productos moldeados y extruidos

Los productos moldeados son creados cuando el caucho calentado es presionado en un molde o inyectado en un molde para formarlo en un nuevo producto. La extrusión normalmente involucra un sistema de tornillo para mezclar, calentar y forzar al producto a un moldeo de inyección para producir continuamente un forma. Este mercado es versátil y puede crear una amplia variedad de productos.

El moldeo de caucho molido por ejemplo, puede transformarlo en artículos tales como adoquines, baldosas, salpicaderas, anillos de árboles, frenos, tapetes, ruedas de contenedores de basura, conos de tráfico, parachoques de vehículos, ruedas, guardafangos, etc.

Artículos largos, tales como mangueras, molduras, tubos, cintas, juguetes para mascotas, parachoques, juntas, componentes complejos para equipos médicos y eléctricos, madera sintética, tejas y otros materiales estructurales son fabricados por procesos de extrusión.

Beneficios de los productos de caucho pulverizado a través de moldeo o extrusión:

- Materia prima de bajo costo. El caucho pulverizado puede ser una materia prima de bajo costo con muchas de las propiedades intrínsecas de desempeño del hule.
- Este mercado es muy versátil y puede crear una variedad de productos.
- Reducción de residuos.
- Mitigación de la acumulación de llantas que significa una reducción de contaminación del suelo.
- Prevención de contaminación atmosférica, del suelo y potencialmente del agua al eliminar la acumulación de llantas que pudieran quemarse.
- Ahorros en tarifas de disposición.
- Reducción de los impactos ambientales por la explotación y transporte de materiales vírgenes.
- Ahorro de espacio en los rellenos sanitarios.
- Las empresas ganan más puntos en el programa de certificación del *US Green Building Council's LEED®* o otra cualquier certificación del estándar.

Asuntos relacionados con los productos de caucho pulverizado por moldeo o extrusión:

- Retos de desplazamiento. Hacer un nuevo producto puede involucrar inversiones sustanciales en tecnología del proceso, optimización del equipo, prueba del producto, distribución y mercadeo.
- Cualquier alambre o fibra residual puede acelerar el desgaste, o dañar los cabezales de extrusión y el equipo.
- Esta tecnología puede ser compleja en su forma básica.
- Mezclas. El caucho generalmente funciona como un relleno en mezclas plásticas. El hule térmico y los termoplásticos no se unen naturalmente, resultando en retos significativos en las características de desempeño cuando se les agrega caucho.

Las nuevas llantas contienen entre 5 y 10% de caucho reciclado, si más fuera agregado la llanta fallaría (información proporcionada por Francisco Martha Hernández, director general de la Cámara Nacional de la Industria del Hule en México en una entrevista). El polvo del hule de la llanta puede ser des-vulcanizado a un alto costo, sería 3 veces más caro que los materiales vírgenes.

El caucho pulverizado para productos de extrusión puede también ser presentado como un mercado separado ya que se requiere equipo adicional para alcanzar la malla fina requerida para estas aplicaciones (30-200 mesh).



## ***8.5 Recomendaciones de Mercado para productos derivados de llantas en México***

Cada parte interesada debe seleccionar el mercado que mejor les ajuste a sus necesidades, el propósito de esta sección es presentar una evaluación de los resultados en orden de asistir en el proceso de selección de mercado.

### ***8.5.1 Precios de mercado de los productos derivados***

Los siguientes anexos del Reporte Completo presentan información de los precios de mercado de los productos derivados de llantas identificados:

- **Anexo 27.** Precios de mercado estimados y consultados de productos derivados de llantas actualmente en los mercados identificados.
- **Anexo 28.** Precios diarios de los productos y partes derivados de llantas durante Mayo 2012.
- **Anexo 29.** Ingreso potencial por equivalente de llanta de pasajero (PTE) para cada mercado y fórmulas aplicadas para su obtención.
- **Anexo 32.** Precios de compra de alambre de llantas en el lado mexicano de la región fronteriza Texas-México.

### ***8.5.2 Inversión requerida en equipo***

Los siguientes anexos del Reporte Completo presentan información de los equipos necesarios para cada producto derivado de llanta identificado. Es relevante notar que las cantidades presentadas son solamente para los equipos, y no incluyen el sitio, las instalaciones, equipo secundario, costos de producción, etc.:

- **Anexo 30.** Matriz de equipo requerido por tipo de producto.
- **Anexo 31.** Cotizaciones de equipos y Fuentes de los precios.

De los mercados potenciales y existentes identificados, los de más caro acceso, basado únicamente en la inversión requerida en equipo, son los siguientes:

- Agregado derivado de llantas (TDA) Tipo B (bulto).
- Agregado derivado de llantas (TDA) Tipo A (bulto).
- Caucho pulverizado para asfalto ahulado (RA) (bulto).
- Caucho pulverizado para superficies atléticas y recreativas (bulto).
- Acolchado (*mulch*) de caucho (bulto).
- Caucho pulverizado para productos moldeados y extruidos (bulto).

De los mercados potenciales y existentes identificados, los más accesibles, basado únicamente en la inversión requerida en equipo, son los siguientes:

- Costados de llanta de pasajero (bulto).
- Geo-celdas derivadas de llantas (TDGC).
- Hule con cinturón de acero para muros de tierra aprisionada.
- Huellas de llanta (bulto).
- Costados desincrustados de llanta de pasajero (bulto).
- Alambre del costado de una llanta de pasajero (bulto).
- Bordes para paisajismo.
- Cercas de llantas.

### 8.5.3 Recomendaciones

**A) El ingreso por llanta de cualquier mercado promovido debe ser mayor que lo pagado por el acero en las llantas para desalentar la quema de llantas con fines de extracción del metal.** Una de las principales causas de incendio de llantas es la quema de llantas para la extracción de metal. Esto es ocasionado por la necesidad de obtener recursos a través de la venta del alambre de acero incrustado dentro de las llantas.

Por ejemplo, la pedacería de cable de acero de las llantas en Reynosa, Tamaulipas, México se compra a un precio promedio de \$2.92 pesos mexicanos por kg (\$0.096 dólares americanos por libra). Por lo que el ingreso por llanta pasajero al quemarla para la extracción de metal es de \$4.38 pesos por llanta pasajero (\$0.316 dólares) en Reynosa.

**B) La liberación de zinc debe ser considerada como un Asunto Ambiental de Interés (Environmental Issue of Concern, o EIC) en algunos productos derivados de llantas.** Debido a que las siguientes aplicaciones derivadas de llantas estarán en contacto directo con la lluvia y suelo, se consideró relevante tomar en cuenta el EIC para ellos: TDGC, bordes para paisajismo, TDA, RA, Caucho pulverizado para superficies atléticas y el mulch de caucho.

**C) Implementar la campaña de RCP a llantas muertas, o similar, en las áreas de interés de la frontera Texas-México**

La campaña de RCP a llantas muertas promueve a los generadores de llantas usadas a:

- RÁJALAS.** Cortar las llantas de pasajero usadas en el hombre para remover ambos costados.
- COMPÁCTALAS.** Ordenar y empaclar las huellas resultantes y los costados en una manera que el volumen que ocupan se minimice.
- PROCÉSALAS.** Reciclar por si mismos o enviar las partes empacadas de las llantas a una instalación para su reciclaje.



**Imagen 8.6.**  
Ejemplo de la versión en Inglés de la campaña publicitaria de CPR



**Imagen 8.7.**  
Ejemplo de la versión en Español de la campaña publicitaria de RCP



Al implementar la campaña de RCP a llantas muertas los siguientes beneficios se pueden obtener:

- Eliminar las áreas de cría de mosquitos.
- Beneficios de salud. Al eliminar los sitios de crianza de mosquitos, las enfermedades relacionadas, como el dengue y el virus del Nilo también son combatidas.
- El espacio requerido para las llantas usadas es significativamente reducido.
- Los costos de transporte son reducidos.
- Promover la campaña de RCP entre los generadores de llantas usadas haría disponibles los cilindros derivados de llantas (huellas) y los costados cortados para los recicladores, autoridades y procesadores sin necesidad de invertir en recursos tales como tiempo, mano de obra y dinero en las actividades de remoción de costados de las llantas.



También al implementar la campaña de RCP a llantas muertas, los recicladores, autoridades y procesadores tendrían acceso directo y económico a:

- Geo-celdas derivadas de llantas para procesos de ingeniería civil.
- Cinturones de acero y hule para aprisionamiento de suelo en muros.
- Costados cortados listos para desincrustarse.
- Huellas de llanta empacadas listas para transportación a los sitios de procesamiento o disposición a más bajos costos que las llantas enteras.

### Imagen 8.8.

#### Distribuidor de llantas usadas cortando costados en Brownsville, Texas



## 8.6 Evaluación de mercados

### 8.6.1 Evaluación legal

Mientras que ninguna de las alternativas de los mercados propuestos es ilegal en México, algunas alternativas están más reguladas y/o restringidas que otras. Una prohibición general a lo largo de lado mexicano de la frontera es la quema de llantas a cielo abierto.

Solamente el asfalto ahulado está específicamente regulado en el marco legal mexicano. Estas regulaciones están enfocadas en asegurar el control de la calidad en el asfalto modificado creado en parte por hule pulverizado de llantas.

Se debe notar que aún cuando no se encontraron regulaciones específicas, no significa que las regulaciones y leyes generales no apliquen. El propósito de esta búsqueda fue identificar las regulaciones que aplican específicamente a los productos derivados, aparte de las regulaciones generales que aplican a una aplicación tradicional.

## 8.6.2 Evaluación económica

### 8.6.2.1 Precios de mercado por llanta

Los precios actualmente pagados por los productos derivados de llantas identificados se encuentran descritos en el Reporte Completo. Ya que algunos de estos productos aún no están disponibles en el mercado, los precios presentados por estos son aquellos pagados por productos similares con los que estos competirían.

La **Figura 8.1.** muestra el ingreso potencial por llanta de pasajero equivalente (PTE) recibido cuando se abastecen cada uno de los mercados identificados. Es relevante notar que los siguientes están considerados usar costados de llantas desincrustados como fuente de caucho:

- Caucho pulverizado para superficies atléticas y recreativas.
- Productos moldeados y extruidos.

Esto significa que un ingreso alternativo por la venta de las huellas de llantas puede ser obtenido dependiendo del mercado abastecido con ellas. También en la figura, las barras de color violeta representan precios actuales consultados de los productos derivados de llantas en mercados existentes. Las barras grises representan precios estimados basados en el valor de productos similares actualmente en el mercado.

### 8.6.2.2 Inversión requerida de equipo por mercado

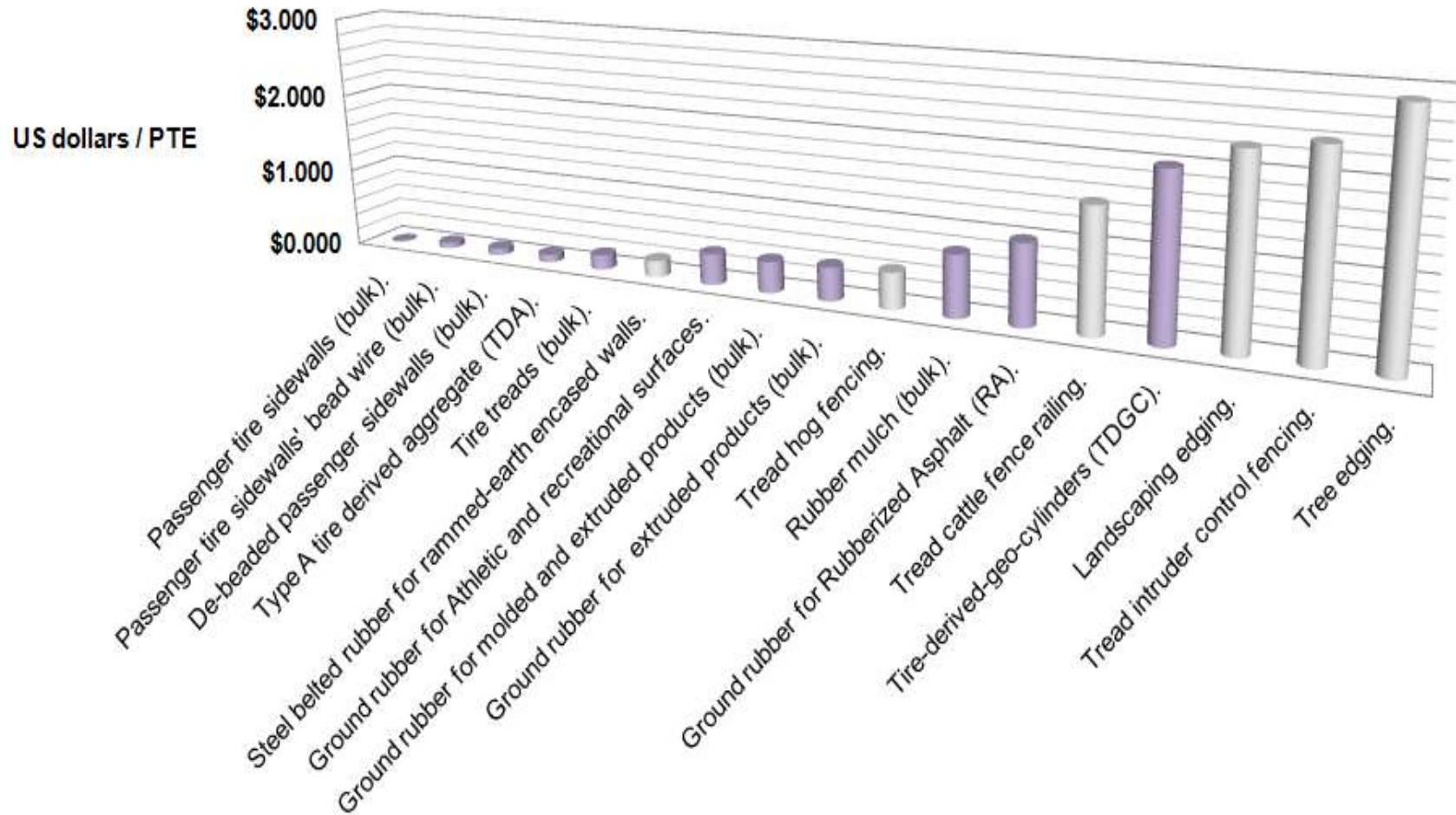
Para abastecer los mercados identificados, las llantas usadas requieren modificaciones para cumplir con las necesidades específicas de la demanda. El equipo necesario para realizar estas modificaciones, varía grandemente en tamaño, complejidad, requerimiento de energía, inversión requerida, necesidad de mano de obra, etc.

La inversión económica estimada en equipos para modificar las llantas usadas de acuerdo con las demandas del mercado actual y potencial se presentan en la **Figura 8.2.**

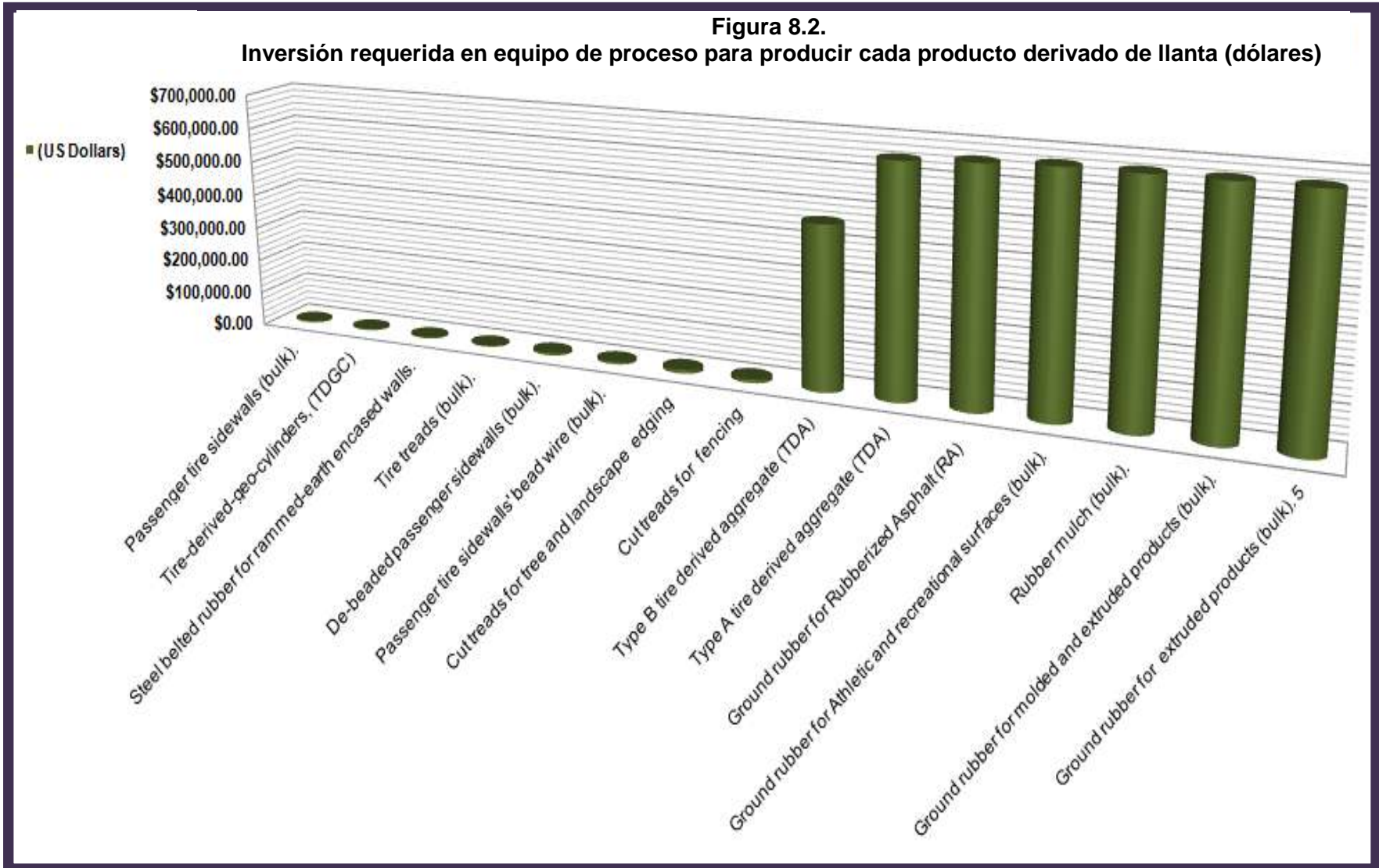
Esta figura muestra la inversión requerida en equipo, sin incluir el sitio, mano de obra, energía requerida, equipo secundario, etc.

El caucho para los productos de extrusión son presentados en una columna aparte en la **Figura 8.2** debido a que el tamaño de malla requerido puede ser tan bajo como 200 mesh; para obtener este tamaño se requiere equipo adicional que podría elevar la inversión requerida. Ya que no se obtuvieron cotizaciones para este equipo específico, únicamente se resalta que el mercado que requiere una inversión en equipo mayor es el de productos de llantas pulverizadas por extrusión. La sección siguiente evalúa a detalle cuales mercados requieren inversiones más grandes en equipo para procesar las llantas.

**Figura 8.1.**  
**Ingreso potencial por llanta de pasajero equivalente en cada mercado**



**Figura 8.2.**  
**Inversión requerida en equipo de proceso para producir cada producto derivado de llanta (dólares)**





### 8.6.2.3 Mercados más caros a entrar basado en la inversión requerida en equipo

Con base en la información presentada en la **Figura 8.2**, se puede observar que algunos mercados requieren una mayor inversión inicial en equipo de procesamiento que otros.

De los mercados existentes y potenciales con más caro acceso, basado únicamente en la inversión en equipo, son los siguientes:

- Agregado derivado de llantas (TDA) Tipo B (bulto).
- Agregado derivado de llantas (TDA) Tipo B (bulto).
- Caucho pulverizado para asfalto ahulado (RA) (bulto).
- Caucho pulverizado para superficies atléticas y recreativas (bulto).
- Acolchado (*mulch*) de caucho (bulto).
- Caucho pulverizado para productos moldeados y extruidos (bulto).

### 8.6.2.4 Mercados más accesibles basado en inversión requerida en equipo

De los mercados existentes y potenciales, los más accesibles basado únicamente en la inversión requerida en equipo, son los siguientes:

- Costados de llanta de pasajero (bulto).
- Geo-celdas derivadas de llantas (TDGC).
- Hule con cinturón de acero para muros de tierra aprisionada.
- Huellas de llanta (bulto).
- Costados desincrustados de llanta de pasajero (bulto).
- Alambre del costado de una llanta de pasajero (bulto).
- Bordes para paisajismo.
- Cercas de llantas.

Es evidente que algunos mercados requieren el mismo equipo para producir productos derivados de llanta. Por ejemplo, para vender costados de llantas de pasajero, huellas, TDGC y hule con cinturón de acero para muros de tierra aprisionada, la inversión es la misma. Lo mismo sucede con el equipo requerido para producir costados desincrustados y alambre del costado, y de igual manera con las cercas de llantas y bordes para paisajismo.

Las inversiones más accesibles en equipo cuestan alrededor de \$3,900 dólares (\$54,011 pesos) para fabricar:

- Costados de llanta de pasajero (bulto).
- Geo-celdas derivadas de llantas (TDGC).
- Hule con cinturón de acero para muros de tierra aprisionada.
- Huellas de llanta (bulto).

Estos mercados requieren únicamente la remoción de los costados de las llantas usadas. La inversión en equipo para remover los costados de las llantas se puede reducir a \$15.2 dólares (\$210.5 pesos) para la compra de cuchillos de linóleo o aún menor. Esto hace a estos mercados que únicamente requieren remover uno o ambos costados de las llantas de pasajero, los más accesibles basados en la inversión requerida en equipo. Se requiere una inversión en equipo de \$10,950 dólares (\$151,646.55 pesos) para fabricar las huellas cortadas de llanta para cercas.

### 8.6.3 Evaluación ambiental

Realizar una evaluación de los impactos ambientales para la aplicación en cada ubicación del área mexicana de interés no es posible ya que muchas variables son desconocidas. Tales como cuerpos de agua, biodiversidad en el área, tipo de suelo y sus características, clima, procesos, etc.

Sin embargo, durante las actividades del trabajo de campo y gabinete, IEMS identificó asuntos ambientales de interés (*Environmental Issues of Concern*, o EIC) que se presentan a continuación:

#### 8.6.3.1 Asuntos Ambientales de Interés

##### Liberación de Zinc

El hule de las llantas contiene cerca de 1.5 por ciento de zinc como un acelerador de la vulcanización dentro de la matriz del polímero del hule. El agua puede gradualmente liberar pequeñas cantidades de zinc de los pedazos hacia el suelo debajo. Las trazas de zinc sirven como micronutrientes para muchas especies, pero en cantidades excesivas puede tener un impacto negativo en algunas plantas y pastizales. La liberación es lenta y controlada con agua fluyendo a través de los pedazos en un lecho en la superficie, pero puede ser acelerada en una inmersión continua en agua o suelo (Gray, 2010).

La siguiente información fue obtenida del documento de Kanematsua, Masakazu et al. (2010) "*Characterization and potential environmental risks of leachate from shredded rubber mulches*. Davis: National Institutes of Health", y es presentada textualmente para ilustrar el por qué la liberación de zinc es un asunto ambiental de interés en algunos de los mercados identificados.

*"Para determinar si el acochado de hule (rubber mulches, o RM) triturado presenta riesgos a la calidad de agua cuando son usados en mejores prácticas (best management practices, o BMPs) para el agua de lluvia, tales como cuencas de bio-retención, pruebas de liberación por lotes fueron realizadas para identificar y cuantificar los constituyentes que se liberan del RM tales como iones metálicos*

*Los resultados indican que los extractos acuosos del RM contienen altas concentraciones de zinc (Zn) comparada con acolchados de madera (wood mulches, o WM), y su concentración incrementa a pH bajos y alta temperatura.*

*La liberación de Zn del RM parece ser un asunto potencial de la calidad de grandes cantidades de agua para el RM (Kanematsua, 2010)".*

### *Análisis del EIC*

Las concentraciones de zinc en un acolchado de caucho puede ser mayor de 20 mg/L, el cual es el promedio mensual máximo permisible establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 para concentraciones de zinc en las descargas de agua residual en cuerpos de aguas nacionales o suelo. Aunque esta regulación no aplica directamente en la liberación del acolchado, provee un referencia de cuan relevantes son estas concentraciones.

En medios con pH de 5 la liberación de zinc en el acolchado de caucho, a cualquier temperatura entre los 10°C y 40°C, sobrepasa los 10mg/L, la concentración promedio máxima diaria autorizada de zinc en la descarga de agua residual conforme a la norma mencionada.

Aunque el estudio de la NHS abarca al acolchado de caucho en un alcance muy conservador, ya que las siguientes aplicaciones de derivados de llantas van a estar en contacto con lluvia y suelo, se considera relevante considerar este EIC también para ellas.

Aplicaciones de llantas donde puede ocurrir liberación de Zinc:

- Geo-celdas derivadas de llantas (TDGC).
- Bordes para paisajismo.
- Agregado derivado de llantas (TDA) (bulto).
- Caucho pulverizado para asfalto ahulado (RA) (bulto).
- Caucho pulverizado para superficies atléticas y recreativas (bulto).
- Acolchado (*mulch*) de caucho (bulto).

IEMS recomienda ampliamente que la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) realizada para la aplicación de cualquiera de los mercados mencionados antes considere el impacto causado por la liberación de zinc del hule de las llantas cuando entra en contacto con el agua, y proponga alternativas de mitigación para prevenir la contaminación del suelo y los cuerpos de agua superficiales y subterráneos.





# ***Sección 9. Alternativas para una Apropiada Disposición Final de Llantas de Desecho***

---



## 9 Alternativas para una Apropiada Disposición Final de Llantas de Desecho

### 9.1 Metodología

La siguiente metodología fue seguida para la determinación de alternativas adecuadas de disposición final para llantas de desecho.

#### 9.1.1 Identificación

En este estudio las alternativas de disposición apropiadas son aquellas que, como mínimo, cumplan con los requerimientos legales aplicables del lugar donde el sitio de disposición se encuentre ubicado. Para obtener información para esta Sección fueron entrevistados en ambos lados de la frontera interesados en la disposición de llantas de desecho.

Una descripción breve basada en publicaciones previas, estudios, reglamentos, leyes y bases de datos gubernamentales, publicaciones, datos de campo y de gabinete, asociaciones, etc., es presentado para instruir al lector.

#### 9.1.2 Recomendaciones

Basados en los resultados de las evaluaciones, se presentan recomendaciones específicas sobre el manejo adecuado y disposición de llantas.

#### 9.1.3 Evaluación

Alternativas de disposición de llantas evaluadas en la región fronteriza de Texas:

- Proyectos de rehabilitación de tierras usando llantas (*Land reclamation projects using tires o LRPOT*).
- Rellenos sanitarios.

Alternativas de disposición de llantas evaluadas en la región fronteriza de México:

- Rellenos sanitarios
- Combustible derivado de llantas en hornos de cementos (*Tire derived fuel in cement kilns o TDF*).

Cada parte interesada local se debe de basar los lineamientos locales en:

- ✓ Evaluación social:
  - Estilo de vida de las personas;
  - Cultura;
  - Comunidad;
  - Sistema político;



- Medioambiente;
  - Bienestar y salud;
  - Derechos personales y de propiedad;
  - Temores y aspiraciones;
- ✓ Impactos ambientales:
    - Medio físico inerte;
    - Medio físico vivo;
  - ✓ Evaluación económica:
    - Costos de transportación;
    - Cuotas por disposición.

## ***9.2 Alternativas de disposición identificadas***

Las alternativas para la disposición apropiada de llantas identificadas en la región fronteriza de Texas-México y aquellas desarrolladas por IEMS son las siguientes:

1. Relleno sanitario, llantas cortadas o trituradas;
2. Entierro de llantas enteras, cortadas o trituradas en proyectos de rehabilitación de tierras usando llantas (LRPUT);
3. Incineración de llantas trituradas, cortadas o enteras en hornos de cementos como combustible derivado de llantas.(TDF);
4. Rehabilitación de minas de carbón a cielo abierto ya agotadas.

Las opciones 1 y 2 son aplicadas en lado estadounidense de la frontera mientras que las opciones 1 y 3 son aplicadas en lado mexicano. La opción 4 fue desarrollada por el equipo de ingenieros de IEMS y aún no es aplicada en ninguno de los lados de la frontera.

## ***9.3 Llantas cortadas o trituradas en rellenos sanitarios***

Los rellenos sanitarios son áreas diseñadas para que los residuos puedan ser colocados en la tierra. Éstos suelen tener sistemas de revestimiento y otras medidas preventivas para evitar la contaminación del agua subterránea.

Los rellenos sanitarios modernos son instalaciones bien planeadas que son ubicadas, diseñadas, operadas y monitoreadas para asegurar el cumplimiento con los reglamentos federales. Los rellenos sanitarios de residuos sólidos deben estar diseñados para proteger el medio ambiente de los contaminantes que podrían estar presentes en las corrientes de residuos sólidos.

Las llantas solo pueden ser dispuestas en un relleno sanitario si están divididas, partidas o trituradas. Las actividades de almacenamiento y procesamiento deben estar especificadas en el permiso del relleno sanitario y se requiere un registro del manejo de los desechos.

De acuerdo con las entrevistas remotas realizadas a rellenos sanitarios privados en México, ellos también reciben llantas de desecho. Las llantas son previamente trituradas para prevenir que floten hacia la superficie.

Los rellenos sanitarios en Texas son clasificados, de acuerdo al tipo de residuos que reciben de la siguiente manera:

- ✓ Rellenos sanitarios Tipo I: son aquellos autorizados para recibir residuos sólidos municipales.
- ✓ Rellenos sanitarios Tipo IV: normalmente están limitados a aceptar maleza, escombros de construcción y demolición, y otros residuos que no se pudran.

Una designación adicional “AE” en el relleno indica una “excepción por aridez” del sitio. Los rellenos sanitarios AE normalmente están limitados en la cantidad de residuos que están autorizados a aceptar.

**Imagen 9.1.**  
**Trituradora Hogzilla®**



Las llantas de desechos son consideradas por la legislación mexicana como un residuo de manejo especial. La Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 establece las Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Dicha norma clasifica los sitios de disposición final (rellenos sanitarios) basado en la cantidad diaria de residuos entrando en ellos, medido en toneladas métricas, de acuerdo a lo que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9.1. Categorías de los sitios de disposición final	
Tipo	Toneladas/Día
A	Más de 100
B	Entre 50 y100
C	Más de 10 pero menos de 50
D	Menos de 10

### 9.3.1 Disposición de llantas cortadas o trituradas en rellenos sanitarios

Las llantas presentan problemas de disposición únicos y desafiantes debido a su tamaño, forma y propiedades físicas y químicas. La disposición de llantas enteras consume un gran volumen del espacio del relleno porque las llantas son prácticamente incompresibles y el 75 por ciento del espacio que ocupan está vacío. Además, tienden a contener gases provocando que suba hasta la parte superior del relleno después de haber sido enterradas. Como resultado, las leyes tanto de México como de Estados Unidos prohíben la disposición de llantas junto con otros tipos de residuos.

En Estados Unidos de América las leyes para el manejo de llantas de la mayoría de los estados no prohíben por completo su disposición. En total 38 Estados tienen prohibiciones, sin embargo, en algunos de ellos se permite su disposición si la llanta ha sido triturada, rebanada o reducida a la mitad. Para poder tener un rastro de quien esta colectando y transportando llantas, algunos Estados han implementado requisitos de registro o de permisos en sus reglamentos. A lo largo de la frontera mexicana, los sitios de disposición de residuos sólidos han comenzado a admitir llantas de desecho cuyos costados han sido removidos. Ahí, las llantas son enterradas en el relleno sanitario. Las llantas de desecho que han sido trituradas o cortadas en tres partes también son aceptadas para ser dispuestas en el relleno sanitario.

Los rellenos sanitarios privados en el lado mexicano de la frontera, tal como las instalaciones de PASA en Piedras Negras, poseen una celda exclusiva para la disposición final de llantas cortadas. En teoría, todos los rellenos sanitarios que estén en cumplimiento con la legislación federal en México, son capaces de recibir llantas cortadas o molidas.



### Descripción del proceso de cortado

El proceso de cortar los costados de las llantas de pasajeros de desecho, y realizar al menos un corte a través de la huella de las llantas más grandes, son los pasos por los cuales una llanta debe ser procesada antes de ser dispuesta en un relleno sanitario dado que estos métodos de procesamiento reduce el volumen de la llanta en al menos 50% y previene que la llanta retenga agua.

### 9.4 Proyectos de rehabilitación de tierras usando llantas

Los Proyectos de rehabilitación de Tierras Usando Llantas (*Land Reclamation Projects Using Tires* o LRP/UT) son proyectos para rellenar, rehabilitar, mejorar o restaurar una tierra ya escavada, deteriorada o perturbada, rellenando no más del 50% del volumen con partes de llantas junto con otros materiales inertes de relleno, para restaurar la tierra a un estado aproximado a su estado natural y prepararla o rehabilitarla para su reúso. En Texas, todas llantas utilizadas para rellenar tierras deben estar separadas, cuarteadas o molidas. Las llantas enteras no pueden ser colocadas bajo el suelo. El proyecto terminado debe ser cubierto con 0.46 metros (18 pulgadas) de tierra limpia.

En el Estado de Nuevo México, E.U.A., los proyectos de rehabilitación de tierras no requieren que las llantas estén cortadas o molidas para poder enterrarlas, tal como lo indica el Código Administrativo de Nuevo México 20.9.20 y específicamente en 20.9.20.43.

La legislación mexicana no contempla el uso de residuos de manejo especial tales como llantas como materiales de relleno en minas a cielo abierto abandonadas. La única alternativa de disposición permitida son los sitios que cumplan con la Norma NOM-083-SEMARNAT-2003.

#### Imagen 9.2. Proyecto de Rehabilitación de Tierras usando Llantas en El Paso, Texas





## ***9.5 Combustible derivado de llantas en hornos de cemento***

La incineración de materias primas para la manufactura de clinker (un elemento fundamental en la producción de cemento), la cual se lleva a cabo en los hornos, es el núcleo del proceso de las plantas de cemento; en donde se requiere de grandes cantidades de energía, la cual es proporcionada por combustible inyectado en los hornos, y representa el mayor costo dentro de la producción del cemento.

Las altas temperaturas en los hornos y los tiempos de residencia largos, asociados con el proceso de producción del cemento, representan una gran oportunidad para la destrucción de compuestos orgánicos, que permite el uso de una gran variedad de combustibles, subproductos de otros procesos industriales o derivados de los residuos, tanto sólidos (llantas de desecho, madera, papel, cartón, plástico, lodos urbanos e industriales, etc.) y líquidos (solventes, aceites usados, residuos de destilación, etc.). Por esta razón, las plantas de cemento cumplen con las condiciones necesarias para llevar a cabo una combustión limpia de las llantas y aprovechar su alto contenido calorífico en lugar de usar petróleo o carbón.

No hay hornos de cemento instalados en el lado fronterizo de Texas y solo hay una cementera en el lado mexicano, ubicada en Ciudad Juárez, Chihuahua; la cual no cuenta con las instalaciones necesarias para el uso de llantas como TDF.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) promueve la valorización de los residuos, lo cual abarca el principio y grupo de acciones asociadas cuyo objetivo es la recuperación del valor remanente o el poder calorífico de los materiales de desecho, mediante su incorporación a los procesos productivos, bajo los criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica.

## ***9.6 Rehabilitación de minas de carbón a cielo abierto ya agotadas***

La minería a cielo abierto es una actividad industrial de alto impacto ambiental, social y cultural. Se trata de una actividad industrial inherentemente insostenible.

Las innovaciones técnicas que ha experimentado la minería a partir de la segunda mitad del siglo XX han modificado radicalmente la actividad, de modo que se ha pasado de la explotación de minas subterráneas de gran calidad a la explotación de minas a cielo abierto de minerales de menor calidad en áreas de depósito más grandes.

La minería a cielo abierto remueve la capa superficial para hacer accesibles los depósitos extensos y los minerales de baja calidad. Esta actividad es rentable porque es menos costoso que una mina subterránea.

El carbón, como todas las otras fuentes de energía, tiene una serie de impactos ambientales, tanto por su extracción como por su uso. De acuerdo con la Asociación Mundial del Carbón, la minería del carbón plantea una serie de problemas ambientales, tales como la erosión del suelo, el polvo, el ruido y la contaminación del agua así como impactos en la biodiversidad local.

**Imagen 9.3.**  
**Mina de carbón a cielo abierto activa en Coahuila, México**



**Imagen 9.4.**  
**Mina de carbón inactiva sin rehabilitar en Coahuila, México.**

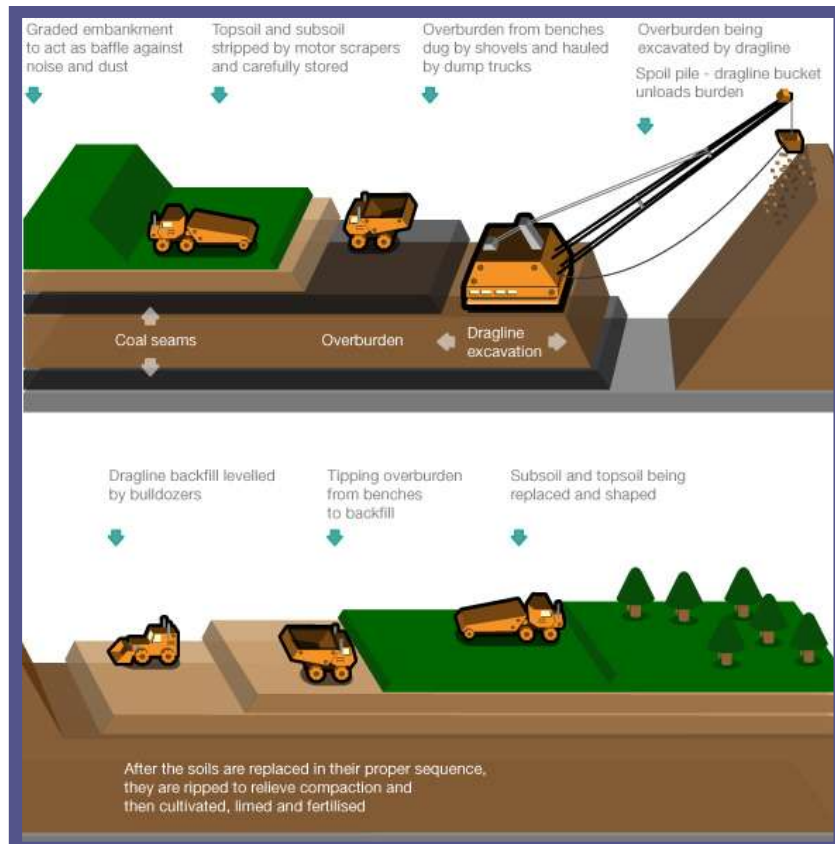


#### **9.6.1 Propuesta de IEMS para la rehabilitación de tierras en minas a cielo abierto**

En los LRPOT las llantas son utilizadas como material de relleno en la tierra que ha sido extraída o sometida a una erosión significativa y está en el proceso de restauración (rehabilitación). Las llantas son utilizadas para nivelar el contorno de la tierra antes de que ésta se cubra con suelo y se resiembre en ellas. En el 2007, alrededor de 70,800 toneladas de llantas de desecho se utilizaron en proyectos de rehabilitación en los Estados Unidos. Cuatro estados reportaron dichos proyectos: Arkansas, Nebraska, Nuevo México y Texas, siendo este último el que tiene el mayor uso relativo de llantas de desecho en proyectos de rehabilitación de tierras (87.8%).

La rehabilitación de tierras es utilizada comúnmente en los Estados Unidos; el segundo mayor categoría de uso de llantas de desecho en Texas son los LRPOT. Los desechos triturados de llantas han sido utilizados de forma rutinaria como material de relleno en obras civiles y proyectos de rehabilitación por varios años.

**Figura 9.1.**  
**Diagramas de operaciones de una mina a cielo abierto y de las actividades para la rehabilitación de la mina**

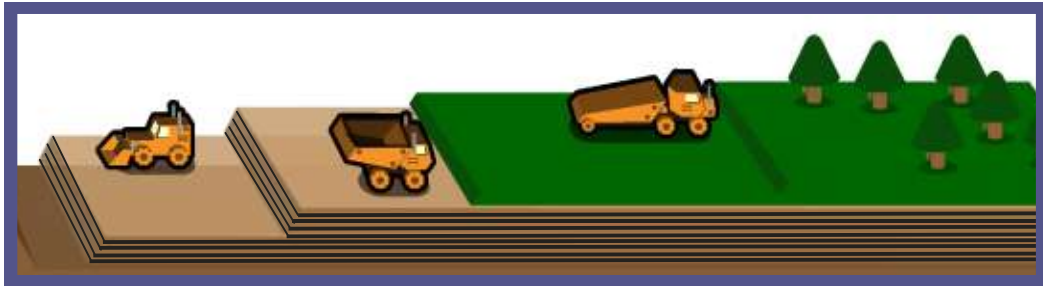


Como referencia: en las zonas que han sido minadas para obtener arena y grava, se utiliza normalmente una mezcla 50:50 de pedazos de llantas y suelo como material de relleno para recuperar la zona minada.

El proceso de rehabilitación de minas propuesto por IEMS consiste en el uso de una capa de llantas cortadas de menos de 1 metro de espesor seguida de una capa de suelo con 1 metro de espesor y repetir hasta terminar. Puesto que el carbón mineral extraído en Coahuila contiene 69-86% de carbono, es factible rellenar minas a cielo abierto con llantas de desecho, cuya composición contiene un 85% de carbono total aproximadamente, prácticamente reemplazando el carbón extraído con fuente una similar de carbono.

Dado que las minas de carbón deben ser rehabilitadas al final de su vida útil, los equipos de rehabilitación y maquinaria podrían muy bien ser utilizados para el entierro de las llantas ya cortadas o trituradas. Esto suponiendo que las llantas de desecho fueron cortadas o trituradas por los generadores antes de ser enviados para su disposición. La **Figura 9.2.** muestra un esquema de la técnica de rehabilitación propuesta usando llantas.

**Figura 9.2.**  
**Rehabilitación de minas incluyendo capas de llantas de desecho cortadas**



Para estimar el espesor de las capas, IEMS propone aplicar las *Instrucciones de Diseño para Minimizar el Calentamiento Interno de los Rellenos con Llantas Trituradas (Design Guidelines to Minimize Internal Heating of Tire Shred Fills)* publicado por la EPA en el libro *Scrap Tires: Handbook on Recycling Applications and Management for U.S. and Mexico* (EPA, 2010) .

De acuerdo con este informe, aunque no se han presentado efectos catastróficos por el calentamiento de las llantas en proyectos con capas de menos de 4 metros (13.1 pies), por ser conservadores, no se recomiendan las capas de llantas de más de 3 metros (9.8 pies) de espesor. Adicionalmente, no se requiere de ninguna consideración de diseño para minimizar el calentamiento de las capas de llantas con menos de 1 metro de espesor.

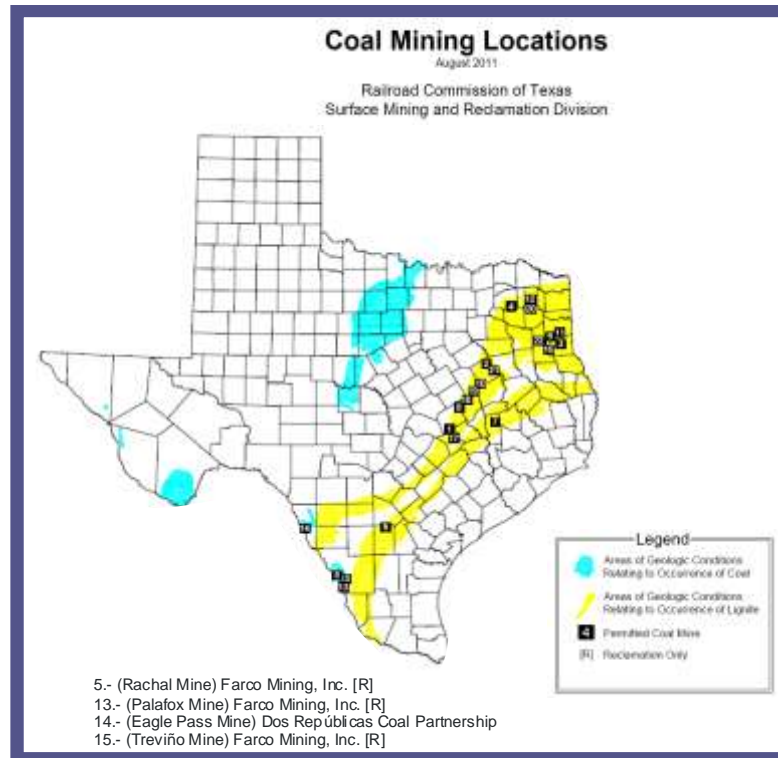
Este informe también recomienda que las llantas estén libres de contaminantes tales como aceite, grasa, gasolina, combustible diesel, etc., que pudieran crear un riesgo de incendio o lixiviado. En cualquier caso, las llantas cortadas no deberá contener restos de llantas que hayan sido afectados por un incendio, ya que el calor de un incendio puede liberar productos líquidos derivados del petróleo de la llanta, los cuales podrían crear un riesgo de incendio o lixiviado cuando los neumáticos estén colocados como relleno.

Por cada metro cúbico de volumen para ser rehabilitado 28 llantas de pasajeros podrían ser eliminadas. Considerando los millones de metros cúbicos de carbón que se extraen de las minas, un gran volumen potencial de eliminación se encuentra disponible.

9.6.1.1 Minería de carbón en la frontera de Texas con México

Actualmente se encuentran cuatro minas de carbón en el lado texano del área de estudio. Tres de ellas, situadas en el condado de Webb, estaban aún en proceso de rehabilitación en agosto de 2011, lo cual representa una oportunidad de disposición de llantas de desecho para las ciudades cercanas a la frontera de Texas. La **Figura 9.3.** muestra los yacimientos mineros de carbón en Texas.

**Figura 9.3.**  
**Minas de carbón autorizadas en Texas**



La mina de Eagle Pass que se encuentra actualmente activa podría ser un sitio apropiado de disposición de llantas una vez que comiencen los trabajos de rehabilitación de las ciudades de Del Rio y Eagle Pass, las cuales solo poseen un relleno sanitario Tipo I para la disposición de llantas de desecho locales.

9.6.1.2 Minería de carbón en el Estado de Coahuila, México

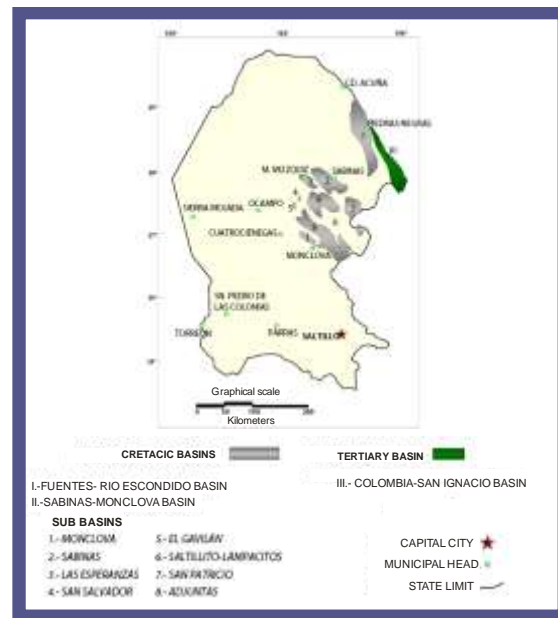
La industria de la minería del carbón y la variabilidad de su actividad han jugado un papel decisivo en la estructuración y evolución regional de las zonas centro-este y noreste del estado de Coahuila. La dependencia de esta región en la explotación minera, en la ausencia de otras actividades económicas que constituyen alternativas reales de desarrollo, han hecho de esta área sea vulnerable a causa de su impacto geográfico debido a la sobre explotación de carbón en minas a cielo abierto.



En el año 2010 el Estado de Coahuila participó con el 5.86% de la producción nacional minera, ocupando el primer lugar en la producción de carbón, hierro y sulfato de magnesio. Coahuila es el estado mexicano con mayor producción de carbón.

La minería en Coahuila inició en 1828 mediante la extracción de carbón en las minas. La sobreexplotación de los yacimientos de carbón en Coahuila inició en la cuenca de Sabinas para servir a la industria siderúrgica de Piedras Negras, Monclova y Monterrey. La explotación del carbón se amplió posteriormente a la cuenca de Fuentes-Río Escondido como consecuencia de la necesidad de abastecer de combustible a las plantas de energía Río Escondido y Carbón II.

**Figura 9.4.**  
**Cuencas de carbón en el Estado de Coahuila, México**



El carbón extraído de las minas a cielo abierto de Coahuila es bituminoso y tiene un rango de concentración de carbono total de 69-86%, así como un alto contenido de azufre y cenizas, por lo que, de acuerdo a los estándares internacionales, se considera de mala calidad, debido a que tiene un alto potencial contaminante, antes y después de ser extraído, así como durante su uso.

Como se mencionó anteriormente en la descripción de los LRPUT, actual la legislación mexicana no permite la disposición final de residuos de manejo especial en sitios que no cumplan con la norma NOM-083-SEMARNAT-2003.

## 9.7 Recomendaciones

Dado que la región fronteriza de Texas-México es un área extensa, no se presenta una única alternativa de disposición para toda su población. Cada ciudad debe evaluar independientemente que alternativas concuerdan con sus necesidades económicas y sociales, basados en la estimación de costos y los impactos ambientales estimados. Sin embargo, todas las alternativas recomendadas cumple teóricamente con los reglamentos locales, estatales y federales y están autorizadas por sus correspondientes autoridades ambientales.

Mediante la identificación de impactos sociales, ambientales y económicos por adelantado, el interesado podrá:

1. Tomar mejores decisiones sobre qué alternativa de disposición debe seleccionar y cómo se debe proceder, y,
2. Seleccionar que medidas de mitigación puede implementar para minimizar los daños y maximizar los beneficios sociales, ambientales y económicos.

En la opinión de IEMS, cada comunidad, basada en la información que se presenta en este documento y en otras fuentes que consideren apropiadas, debe realizar lo siguiente:

- Las decisiones requieren ser deducidas a partir de principios, y los principios necesitan ser derivados de los valores fundamentales. Sólo cuando se establezcan los valores fundamentales practicados por la comunidad, entonces se derivarán los principios, y sólo entonces, el desarrollo de reglamentos, podrá verdaderamente establecer directrices apropiadas.
- Los reglamentos y los principios deben ser desarrollados en procesos participativos, incluyendo a las personas a quienes van dirigidos. Son éstas personas las que en última instancia deben desarrollar el sentido de "propiedad" de los reglamentos para que puedan ser adoptadas y ser utilizados (Vanclay, SIA principles, 2003).

### 9.7.1 Alternativas apropiadas de disposición de llantas

Las alternativas de disposición disponibles actualmente en el área de la frontera internacional de Texas son:

- A. Proyectos de Rehabilitación de Tierras Usando Llantas;
- B. Rellenos sanitarios Tipo 1.



Los LRPOT son una opción que no ocupa espacio en los rellenos sanitarios y su uso en un proceso de rehabilitación es una alternativa de disposición de llantas más social y ambientalmente deseable que la de los rellenos sanitarios. Aunque ambos se consideran apropiados en este estudio.

La Comisión de Calidad Ambiental de Texas (TCEQ) es quien autoriza a los transportadores y procesadores de llantas, quienes son encargados de la disposición final de las llantas de desecho en alguna de estos sitios. La TCEQ autoriza alternativas de disposición ubicadas hacia el norte de la frontera, que también se deben considerar apropiadas. Este estudio está enfocado a las alternativas de disposición final, sin incluir intermediarios.

Las alternativas disponibles en el lado mexicano de la frontera son las siguientes:

- A. Uso como combustible derivado de llantas en los hornos de cemento;
- B. Disposición en Rellenos Sanitarios que cumplan con lo establecido en la Norma NOM-089-SEMARNAT-2003.

Los siguientes Anexos presentan información acerca de los LRPTU y de los rellenos sanitarios Tipo 1:

- **Anexo 6.** Muestra un mapa de las alternativas de disposición adecuada identificadas en el lado fronterizo de Texas.
- **Anexo 7.** Muestra un mapa de las alternativas de disposición adecuada identificadas en el lado fronterizo de México.

Información adicional que incluye:

- ✓ Lista de las alternativas de disposición adecuada identificadas en el lado fronterizo de Texas y sus cuotas al momento en que se realizó este estudio.
- ✓ Evaluación ambiental referente a los proyectos de rehabilitación de tierras usando llantas.
- ✓ Evaluación ambiental referente a la disposición de llantas en rellenos sanitarios.
- ✓ Distancia aproximada de transporte desde las ciudades texanas dentro de área de estudio en el lado el lado texano de la frontera Texas-México.
- ✓ Lista de las alternativas de disposición adecuada identificadas en el lado fronterizo de México y sus cuotas al momento en que se realizó este estudio.
- ✓ Desempeño Ambiental reportado para el uso de llantas como combustibles en los hornos de cemento de México y E.U.A.
- ✓ Distancia aproximada de transporte desde las ciudades mexicanas dentro de área de estudio en el lado mexicano de la frontera Texas-México.



- ✓ Costos de transportación a las cementeras disponibles en el lado mexicano de la frontera Texas-México.

es presentada en los anexos del Reporte Completo del estudio para mayor referencia.

### 9.7.2 Recomendaciones para el manejo de llantas

Las llantas de desecho deberán ser cortadas o trituradas por los generados antes de ser transportadas. Mediante estas acciones se pueden obtener beneficios a la hora de transportarlas y disponerlas.

La **Tabla 9.2.** presenta los ahorros estimados obtenidos al transportar llantas cortadas en lugar de llantas enteras.

<b>Tabla 9.2. Ahorros estimados en el transporte de llantas cortadas en lugar de llantas enteras</b>			
<b>Vehículo</b>	<b>Costo/llanta/milla</b>		<b>Ahorros*</b>
	<b>entera</b>	<b>cortada</b>	
Camionetas	\$0.017	\$0.010	<b>41%</b>
Camionetas con remolque	\$0.004	\$0.003	<b>29%</b>
Camiones con caja	\$0.003	\$0.002	<b>27%</b>
Tráiler de 48 pies	\$0.002	\$0.001	<b>38%</b>

\* Al aumentar el peso neto al cual el vehículo opera se incrementará el consumo de combustible (Coyle, 2007). Este incremento no es considerado en el cálculo de los ahorros.

Como puede observar en la **Tabla 9.2.**, es posible obtener ahorros importantes mediante estas acciones. Este ahorro será más relevante a medida que aumenta la distancia de transportación, gracias al aumento en el número de llantas que se pueden transportar. Como un ejemplo, en un tráiler de 48 pies se pueden transportar aproximadamente 60% más llantas si éstas son cortadas.

Adicionalmente, las cuotas de disposición con **75%** menores cuando se dispone de llantas de desecho cortadas o trituradas en un sitio de disposición final adecuado en comparación con las cuotas de disposición de llantas enteras en los mismos sitios. Esto ocurre porque los encargados de la disposición no necesitan procesar las llantas para poder disponer de ellas en el relleno sanitario o enterrarlas.

## 9.8 Evaluación económica de las alternativas

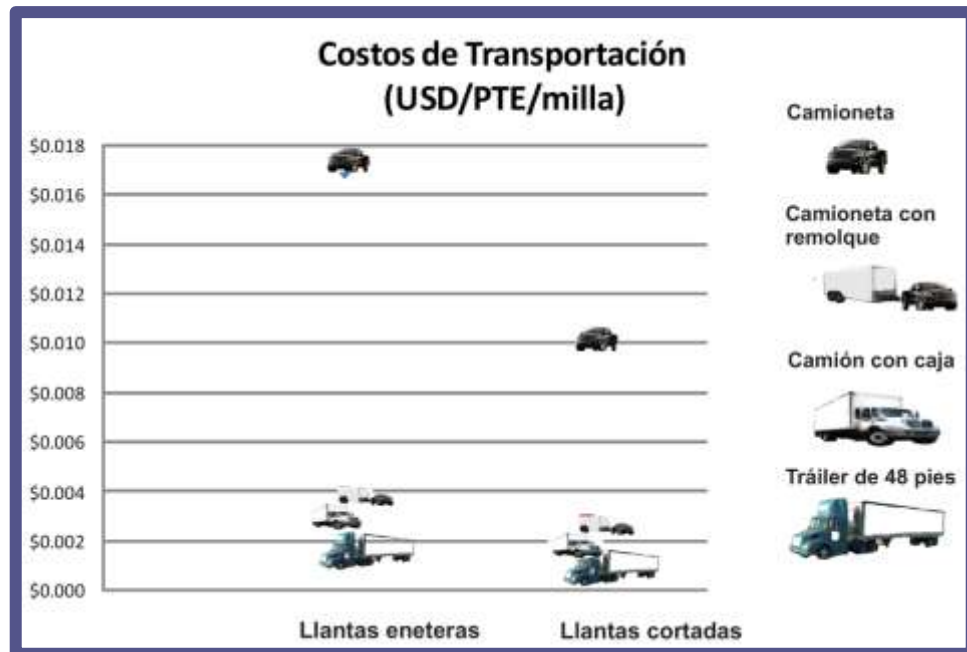
Como fue mencionado previamente, las dos principales variables afectando el costo de disposición por llanta son:

1. Costos de transportación
2. Cuotas de disposición

### 9.8.1 Opciones comunes de transportación

El propósito de evaluar las diferentes opciones de transportación en esta sección es ayudar al lector a seleccionar aquella que se ajuste mejor a sus necesidades. La **Figura 9.5.** presenta los costos por llanta (entera y cortada) por milla, empleando cada tipo de medio de transporte considerado para Texas.

**Figure 9.5.**  
**Costos de trasportación estimados por llanta por milla**



Basados en los resultados presentados en la **Figura 9.5.**, se puede observar que los tráileres son el medio con mayor eficiencia de costos para transportar llantas cortadas y llantas enteras, especialmente en trayectos largos. Las camionetas son el medio menos eficiente de igual forma.

Como se mencionó anteriormente en la **Tabla 9.2.**, se pueden obtener beneficios importantes cuando se transportan llantas cortadas en vez de llantas enteras. Este ahorro será más relevante a medida que aumenta la distancia de transportación, gracias al aumento en el número de llantas que se pueden transportar. Este incremento en el número de llantas que se pueden transportar por viaje se resume en la **Tabla 9.3.**

<b>Tabla 9.3. Incremento estimado de llantas por capacidad de carga transportando llantas cortadas en lugar de llantas enteras</b>			
<b>Vehículo</b>	<b>PTE / carga</b>		<b>Incremento estimado de la capacidad de carga</b>
	<b>entera</b>	<b>cortada</b>	
Camionetas	50	85	70%
Camionetas con remolque	250	350	40%
Camiones con caja	400	550	38%
Tráiler de 48 pies	1400	2250	61%

Vale la pena mencionar que la eficiencia en los costos de transportación de llantas trituradas en los vehículos y equipos mencionados no aumentaría debido a que la capacidad máxima de carga es alcanzada cuando se transportan llantas cortadas.

## **9.9 Cuotas de disposición por llanta**

Los costos de disposición por llanta son presentados de manera separada para el lado de la frontera de Texas y el de México.

### **9.9.1 Lado fronterizo de Texas**

Se presenta una lista de las alternativas identificadas para una disposición adecuada de llantas de desecho en Texas así como de las cuotas que cobran por la disposición de ellas al momento del estudio en el **Anexo 44** del Reporte Completo del estudio.

Dado que la alternativa de disposición de llantas en minas de carbón a cielo abierto agotadas para su rehabilitación no es utilizada actualmente, no se cuenta con datos relacionados con las cuotas de disposición que pudieran ser cobradas por el propietario. Se podría suponer que las cuotas son similares a aquellas cobradas durante un LRPOT que esté operando actualmente en la zona fronteriza.

### **9.9.2 Lado fronterizo de México**

Se presenta una lista de las alternativas de disposición de llantas identificadas en el lado mexicano de la frontera Texas-México Texas así como de las cuotas que cobran por la disposición de ellas al momento del estudio en el **Anexo 49** del Reporte Completo.



# ANEXO 1

## Ubicación de sitios de disposición final de llantas de desecho que son transportadas desde Texas hacia México



Tabla 1. Ubicación de sitios de disposición final de llantas de desecho que son transportadas desde Texas hacia México en la región fronteriza Texas-México									
General Data			Llantas de desecho acumuladas	Direcciones hacia el sitio	Coordenadas del Sitio (UTM)			Elevación	
Id #	Municipio	Estado			Zona	X	Y	(PSNM)	(MSNM)
1	Matamoros	Tamaulipas	2,250,000	"Ejido de Guadalupe". Carretera a Reynosa Km 11.5 (7.15 millas)	14	642436	2866898	33	10
2	Río Bravo	Tamaulipas	32,000	Tomando la Carretera Federal 2 (Reynosa-Matamoros) da vuelta a la derecha 4.17 km (2.59 millas) después de la calle "Camioneta Tahoe". Cruza un arroyo y continua por 3.45km (2.14 millas), da vuelta a la derecha y continua 400 m (0.25 millas)	14	598665	2868165	89	27
3	Reynosa	Tamaulipas	200,000	Tiradero a cielo abierto "Las Anacuas". Tomando la carretera Reynosa-San Fernando, da vuelta a la derecha en "Beatriz Velazco" (o "Puerto Escondido"), da vuelta a la izquierda en "Prolongación Boulevard Loma Bonita", sigue 1.42Km (0.89 millas), el camino dará vuelta a la derecha, sigue 1.17Km (0.72 millas) and el sitio de disposición está localizado en el lado derecho del camino.	14	568689	2876212	194	59
4	Reynosa*	Tamaulipas*	50,000*	Tiradero a cielo abierto "Las Calabazas"	14*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*
5	Reynosa*	Tamaulipas*	50,000*	Tiradero a cielo abierto "Corrales"* Coordenadas UTM indican una ubicación aproximada	14*	575974.53*	2882372.51*	0*	0*





**Tabla 1.**  
Ubicación de sitios de disposición final de llantas de desecho que son transportadas desde Texas hacia México en la región fronteriza Texas-México

General Data			Llantas de desecho acumuladas	Direcciones hacia el sitio	Coordenadas del Sitio (UTM)			Elevación	
Id #	Municipio	Estado			Zona	X	Y	(PSNM)	(MSNM)
6	Reynosa*	Tamaulipas*	50,000*	Tiradero a cielo abierto "Cumbres"	14*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*
7	Reynosa*	Tamaulipas*	50,000*	Relleno Sanitario "Las Colmenas"	14*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*
8	Reynosa*	Tamaulipas*	50,000*	Relleno Sanitario "Alto Bonito"	14*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*
9	Reynosa	Tamaulipas	200	Km 187.5 (116.5 millas) Carretera Monterrey-Reynosa. Coordenadas UTM indican una ubicación aproximada.	14	558979	2880564	263	80
10	Gustavo Díaz Ordaz	Tamaulipas	Desconocido	4 Km (2.48 millas) tomando la carretera a Monterrey desde la ciudad de Gustavo Díaz Ordaz.	14	541240	2897625	125	38
11	Camargo	Tamaulipas	800	Terreno municipal de la Colonia "Las Flores". Entrando a ciudad Camargo desde Reynosa da vuelta a la derecha en "Acceso No. 4" conduce 750 metros (0.465 millas) entonces da vuelta a la izquierda. Continúa 1 cuadra para llegar a los terrenos municipales. Coordenadas UTM indican una ubicación aproximada.	14	518635	2910553	164	50
12	Miguel Alemán	Tamaulipas	3,000	Localizado en el Libramiento "5 de Junio" en la colonia "Rodríguez". Coordenadas UTM indican una ubicación aproximada.	14	496410	2920211	0	0

Tabla 1. Ubicación de sitios de disposición final de llantas de desecho que son transportadas desde Texas hacia México en la región fronteriza Texas-México									
General Data			Llantas de desecho acumuladas	Direcciones hacia el sitio	Coordenadas del Sitio (UTM)			Elevación	
Id #	Municipio	Estado			Zona	X	Y	(PSNM)	(MSNM)
13	Guerrero	Tamaulipas	200	Calle "General Lázaro Cárdenas" esquina con "Adrián González González". Toma la "Avenida Hermanos Gutiérrez de Lara" hacia el centro de la ciudad, da vuelta a la izquierda en Calle "Sexta", y continúa 3 cuadras hacia el oeste. Detrás del cementerio de la ciudad.	14	475931	2938002	325	99
14	Nuevo Laredo	Tamaulipas	Desconocido, el sitio fue remediado en el año 2012	Centro Integral para el manejo de llantas usadas. Localizado en Km 18 (11.2 millas) de la Carretera Nacional México 85. Toma la carretera Nuevo Laredo-Sabinas Hidalgo (México 85) continua 11.88 km (7.38 millas) iniciando desde la esquina con Boulevard "Luis Donald Colosio", entonces da vuelta a la izquierda y continua 1.5 km (0.96 millas) hacia el este.	14	443827	3022773	446	136
15	Anáhuac	Nuevo León	13,000	6.5 Km (4 millas) desde el centro de la ciudad en la carretera Anáhuac-Nuevo Laredo, en el lado izquierdo.	14	392412.45	3016770	686	209
16	Cerralvo*	Nuevo León*	200*	No disponible*	14*	445886*	2888049*	Desconocido*	Desconocido*
17	Cerralvo*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	14*	442743*	2888198*	Desconocido*	Desconocido*

Tabla 1. Ubicación de sitios de disposición final de llantas de desecho que son transportadas desde Texas hacia México en la región fronteriza Texas-México									
General Data			Llantas de desecho acumuladas	Direcciones hacia el sitio	Coordenadas del Sitio (UTM)			Elevación	
Id #	Municipio	Estado			Zona	X	Y	(PSNM)	(MSNM)
18	Cerralvo*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	14*	442709*	2888207*	Desconocido*	Desconocido*
19	Cerralvo*	Nuevo León*	1,500*	No disponible*	14*	442706*	2888060*	Desconocido*	Desconocido*
20	Sabinas Hidalgo*	Nuevo León*	8,000*	No disponible*	14*	384468*	2926343*	Desconocido*	Desconocido*
21	Los Aldamas*	Nuevo León*	230*	No disponible*	14*	480135*	2881301*	Desconocido*	Desconocido*
22	Los Aldamas*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	14*	480115*	2881384*	Desconocido*	Desconocido*
23	Los Aldamas*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	14*	480099*	2881301*	Desconocido*	Desconocido*
24	General Bravo*	Nuevo León*	450*	No disponible*	14*	481032*	2846332*	Desconocido*	Desconocido*
25	General Bravo*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	14*	480653*	2846462*	Desconocido*	Desconocido*
26	General Bravo*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	14*	481099*	2846526*	Desconocido*	Desconocido*
27	General Bravo*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	14*	480626*	2846671*	Desconocido*	Desconocido*
28	Vallecillo*	Nuevo León*	65*	No disponible*	14*	402210*	2948724*	Desconocido*	Desconocido*
29	Vallecillo*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	14*	402182*	2948764*	Desconocido*	Desconocido*

**Tabla 1.**  
Ubicación de sitios de disposición final de llantas de desecho que son transportadas desde Texas hacia México en la región fronteriza Texas-México

General Data			Llantas de desecho acumuladas	Direcciones hacia el sitio	Coordenadas del Sitio (UTM)			Elevación	
Id #	Municipio	Estado			Zona	X	Y	(PSNM)	(MSNM)
30	Vallecillo*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	14*	402393*	2948827*	Desconocido*	Desconocido*
31	Acuña	Coahuila	200,000	Carretera Acuña-Santa Eulalia 7.18 km (4.46 millas) desde el Libramiento "Emilio Mendoza Cisneros".	14	299864	3245347	1085	330
32	Piedras Negras	Coahuila	115,500	Tomando la carretera Piedras Negras-Acuña (Federal 2), da vuelta a la derecha 7.5km (4.64 millas) después del Libramiento "Manuel Pérez Treviño" and conduce hacia el norte 800 m (0.5millas).	14	345497	3182226	833	254
33	Nava	Coahuila	1,000	Calle Progreso, 2 km (1.24 millas) al oeste del centro de la ciudad de Nava.	14	328493	3143850	1049	321
34	Ojinaga	Chihuahua	50,000	Tomando la Autopista Chihuahua da vuelta a la derecha 8.4 km (5.23 millas) después de cruzar el libramiento con la calle hacia Camargo (Avenida de la Juventud). El sitio está ubicado 100 metros (328 pies) desde la autopista.	13	548717	3269389	2684	818

<b>Tabla 1.</b> <b>Ubicación de sitios de disposición final de llantas de desecho que son transportadas desde Texas hacia México en la región fronteriza Texas-México</b>									
General Data			Llantas de desecho acumuladas	Direcciones hacia el sitio	Coordenadas del Sitio (UTM)			Elevación	
Id #	Municipio	Estado			Zona	X	Y	(PSNM)	(MSNM)
35	Juárez	Chihuahua	2,500,000	Localizado a 27.5 km (17 millas) de la carretera Panamericana (México 45). Tomando la carretera México 45 hacia el sur da vuelta a la derecha 6 Km (3.72 millas) después de cruzar la Carretera Federal 2, por último continua 1.5 km (0.93 millas) hacia el oeste.	13	358959	3492229	4065	1239
36	Matamoros	Tamaulipas	400,000	Carretera Federal 101, Km. 21 (75.2 millas) S/N, da vuelta a la derecha y sigue el camino 1.54 Km (0.96 millas)	14	641485	2843741	23	7
* Significa que los datos no fueron confirmados con un Interesado clave, está presentado como fue obtenido del inventario previo de llantas mencionado en el Capítulo 3 y Sistemas de Información Geográfica.									
Los sitios de llantas 16 a 30 no están localizados dentro del área de búsqueda del estudio pero están localizados dentro de 100 km desde la región fronteriza Texas-México.									
PSNM = Pies sobre el nivel del mar.					MSNM =Metros sobre el nivel del mar.				



# **ANEXO 2**

## **Procedimientos de operación y manejo de cada sitio de acumulación de llantas de desecho en el lado mexicano en la Región Fronteriza Texas- México**



Tabla 1. Procedimientos de operación y manejo de cada sitio de acumulación de llantas de desecho en el lado mexicano en la Región Fronteriza Texas-México								
General Data			Número de llantas de desecho acumuladas	Procedimientos de Operación y de Manejo				
Id #	Municipio	Estado		Responsable del manejo del sitio	Tipo de sitio	Fuente de entrada de llantas de desecho	Destino de salida de llantas de desecho	Situación
1	Matamoros	Tamaulipas	2,250,000	Gobierno Municipal	Centro de Acopio Municipal de llantas de desecho	Todas las llantas de desecho recolectadas en la limpieza de canales de drenaje, programas de recolección de basura, incidentalmente recolectadas por camiones de basura, desechadas por fábricas, entre otras fuentes solían ser llevadas a este centro de acopio y almacenamiento por las autoridades municipales. Actualmente el sitio no está recibiendo llantas de desecho, estas son llevadas al centro de almacenamiento de llantas del relleno sanitario.	Las llantas son llevadas a las cementeras para ser usadas como combustible en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México. 32,000 llantas usadas fueron llevadas en el año 2011.	Activo
2	Río Bravo	Tamaulipas	32,000	Gobierno Municipal	Relleno sanitario municipal y centro de almacenamiento para llantas de desecho	Las llantas de desecho son recolectadas por los empleados del gobierno municipal de los hogares de las personas y llevadas al centro de almacenamiento.	No.	Activo
3	Reynosa	Tamaulipas	200,000	Gobierno Municipal	Tiradero a cielo abierto de la ciudad	Empleados del municipio recolectan las llantas de desecho de la ciudad y las llevan al tiradero a cielo abierto.	En el 2010 cerca de 800,000 llantas de desecho fueron quemadas en un incendio.	Activo





**Tabla 1.**  
**Procedimientos de operación y manejo de cada sitio de acumulación de llantas de desecho en el lado mexicano en la Región Fronteriza Texas-México**

General Data			Número de llantas de desecho acumuladas	Procedimientos de Operación y de Manejo				
Id #	Municipio	Estado		Responsable del manejo del sitio	Tipo de sitio	Fuente de entrada de llantas de desecho	Destino de salida de llantas de desecho	Situación
4	Reynosa *	Tamaulipas*	50,000*	Desconocido*	Tiradero a cielo abierto "Las Calabazas"**	Desconocido*	Desconocido*	Activo*
5	Reynosa *	Tamaulipas*	50,000*	Desconocido *	Tiradero a cielo abierto "Corrales"**	Desconocido*	Desconocido*	Activo*
6	Reynosa *	Tamaulipas*	50,000*	Desconocido *	Tiradero a cielo abierto "Cumbres"**	Desconocido*	Desconocido*	Activo*
7	Reynosa *	Tamaulipas*	50,000*	Desconocido *	Relleno sanitario "Las Colmenas"**	Desconocido*	Desconocido*	Activo*
8	Reynosa *	Tamaulipas*	50,000*	Desconocido *	Relleno sanitario "Alto Bonito"**	Desconocido*	Desconocido*	Activo*
9	Reynosa	Tamaulipas	200	Compañía Privada: RECO de Reynosa S.A. de C.V.	Relleno sanitario privado	Llantas de desecho generadas por sus propios vehículos o accidentalmente introducidos en los camiones recolectores de basura.	Las llantas de desecho son usadas dentro del relleno sanitario para delimitar caminos, para crear macetas y cuando 100 llantas se acumulan son usadas como base para las celdas.	Inactivo
10	Gustavo Díaz Ordaz	Tamaulipas	Desconocido	Gobierno Municipal	Tiradero a cielo abierto	Las llantas de desecho son llevadas al tiradero municipal a cielo abierto.	Las llantas de desecho son quemadas en cuanto llegan al tiradero a cielo abierto municipal.	Activo



Tabla 1. Procedimientos de operación y manejo de cada sitio de acumulación de llantas de desecho en el lado mexicano en la Región Fronteriza Texas-México								
General Data			Número de llantas de desecho acumuladas	Procedimientos de Operación y de Manejo				
Id #	Municipio	Estado		Responsable del manejo del sitio	Tipo de sitio	Fuente de entrada de llantas de desecho	Destino de salida de llantas de desecho	Situación
11	Camargo	Tamaulipas	800	Gobierno Municipal	Centro de acopio municipal de llantas de desecho	Las llantas son recolectadas y almacenadas donde el basurero municipal estaba localizado, esperando a ser procesadas.	No	Activo
12	Miguel Alemán	Tamaulipas	3,000	Gobierno Municipal	Centro municipal provisional de acopio de llantas de desecho	Las llantas son recolectadas y almacenadas en los terrenos municipales.	Durante cierto periodo de tiempo, las llantas de desecho fueron llevadas a Nuevo Laredo para su manejo. Actualmente son almacenadas, esperando para su disposición debido a la falta de presupuesto.	Activo
13	Guerrero	Tamaulipas	200	Gobierno Municipal	Tiradero municipal a cielo abierto	Las llantas son recolectadas y enviadas al tiradero a cielo abierto municipal.	Las Fuerzas Armadas de México las usan como barricadas. Además 400 llantas de desecho se perdieron durante un incendio.	Activo
14	Nuevo Laredo	Tamaulipas	Desconocido, el sitio fue remediado en el año 2012	Gobierno Municipal	Centro de almacenamiento	Las llantas de desecho son recolectadas en 5 centros de colección móviles por la autoridad ambiental municipal, llevados a un centro de almacenamiento donde son contadas.	Las llantas de desecho son trituradas y enviadas a Ramos Arizpe, Coahuila para ser usadas como combustible alterno (TDF) en un horno de cemento. 300,000 llantas fueron quemadas en un incendio en Agosto del 2011.	Activo

Tabla 1. Procedimientos de operación y manejo de cada sitio de acumulación de llantas de desecho en el lado mexicano en la Región Fronteriza Texas-México								
General Data			Número de llantas de desecho acumuladas	Procedimientos de Operación y de Manejo				
Id #	Municipio	Estado		Responsable del manejo del sitio	Tipo de sitio	Fuente de entrada de llantas de desecho	Destino de salida de llantas de desecho	Situación
15	Anáhuac	Nuevo León	13,000	Gobierno Municipal	Relleno sanitario municipal	Las llantas son recolectadas por las autoridades ambientales municipales de las vulcanizadoras y guardadas en un centro de almacenamiento adyacente al relleno sanitario de la ciudad. Además los habitantes de la ciudad disponen de sus llantas en dicha ubicación.	Las llantas de desecho son enviadas a la ciudad de Monterrey, Nuevo León donde son trituradas y usadas como Combustible Derivado de Llantas (TDF) en los hornos de cemento o enviados a un Relleno sanitario manejado por el estado.	Activo
16	Cerralvo*	Nuevo León*	200*	No disponible*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Inactivo*
17	Cerralvo*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*
18	Cerralvo*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*
19	Cerralvo*	Nuevo León*	1,500*	No disponible*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Inactivo*
20	Sabinas Hidalgo*	Nuevo León*	8,000*	No disponible*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Activo*
21	Los Aldamas*	Nuevo León*	230*	No disponible*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Inactivo*
22	Los Aldamas*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*
23	Los Aldamas*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*

**Tabla 1.**  
**Procedimientos de operación y manejo de cada sitio de acumulación de llantas de desecho en el lado mexicano en la Región Fronteriza Texas-México**

General Data			Número de llantas de desecho acumuladas	Procedimientos de Operación y de Manejo				
Id #	Municipio	Estado		Responsable del manejo del sitio	Tipo de sitio	Fuente de entrada de llantas de desecho	Destino de salida de llantas de desecho	Situación
24	Gral. Bravo*	Nuevo León*	450*	No disponible*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Activo*
25	Gral. Bravo*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*
26	Gral. Bravo*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*
27	Gral. Bravo*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*
28	Vallecillo*	Nuevo León*	65*	No disponible*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Inactivo*
29	Vallecillo*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*
30	Vallecillo*	Nuevo León*	Desconocido*	No disponible*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*	Desconocido*
31	Acuña	Coahuila	200,000	Gobierno Municipal	Relleno sanitario municipal	Las llantas de desecho son llevadas a centros de recolección por personal de las vulcanizadoras y por personas motivadas por campañas educativas. Entonces son llevadas a un centro de almacenamiento por las autoridades ecológicas municipales.	No	Activo

Tabla 1. Procedimientos de operación y manejo de cada sitio de acumulación de llantas de desecho en el lado mexicano en la Región Fronteriza Texas-México								
General Data			Número de llantas de desecho acumuladas	Procedimientos de Operación y de Manejo				
Id #	Municipio	Estado		Responsable del manejo del sitio	Tipo de sitio	Fuente de entrada de llantas de desecho	Destino de salida de llantas de desecho	Situación
32	Piedras Negras	Coahuila	115,500	Promotora Ambiental S.A. De C.V.	Relleno sanitario privado	El departamento de Ecología e Imagen Urbana recoge las llantas de la ciudad y las lleva al relleno sanitario privado.	Las llantas son trituradas y enterradas en una celda exclusiva. También las llantas son transportadas por tren a la ciudad de Torreón, Coahuila para su manejo.	Activo
33	Nava	Coahuila	1,000	Gobierno Municipal	Centro de almacenamiento	Las llantas son recolectadas de las vulcanizadoras por trabajadores del Municipio y acumuladas en un centro de almacenamiento adyacente al relleno sanitario municipal, en espera de una adecuada disposición. Los habitantes también llevan aquí sus llantas.	No	Activo
34	Ojinaga	Chihuahua	50,000	Gobierno Municipal	Centro de almacenamiento	Las llantas son recolectadas de las vulcanizadoras por trabajadores del servicio público municipal y acumuladas en un centro de almacenamiento adyacente al relleno sanitario municipal en espera de una adecuada disposición.	No	Activo

**Tabla 1.**  
**Procedimientos de operación y manejo de cada sitio de acumulación de llantas de desecho en el lado mexicano en la Región Fronteriza Texas-México**

General Data			Número de llantas de desecho acumuladas	Procedimientos de Operación y de Manejo				
Id #	Municipio	Estado		Responsable del manejo del sitio	Tipo de sitio	Fuente de entrada de llantas de desecho	Destino de salida de llantas de desecho	Situación
35	Juárez	Chihuahua	2,500,000	Gobierno Municipal	Centro de almacenamiento	Las llantas son acumuladas en un centro de almacenamiento adyacente al relleno sanitario municipal.	Las llantas son llevadas a una cementera para ser usada como Combustible Derivado de Llantas (TDF) en los hornos de cemento.	Activo
36	Matamoros	Tamaulipas	400,000	Gobierno Municipal	Relleno sanitario municipal y centro de almacenamiento para llantas de desecho	Las llantas de desecho recolectadas en la limpieza de canales de drenaje, programas de recolección de basura, incidentalmente recolectadas por camiones de basura, desechadas por fábricas son llevadas al centro de acopio y almacenamiento por las autoridades municipales.	Las llantas son cortadas en 4 partes por una máquina. Entonces las piezas son acumuladas.	Activo

\*Significa que los datos no fueron confirmados con Interesado clave, está presentado como fue obtenido del inventario previo de llantas mencionado en el Capítulo 3

Los sitios de llantas 16 a 30 no están localizados dentro del área de búsqueda del estudio pero están localizados dentro de 100 km desde la región fronteriza Texas-México.

La información presentada en este Anexo fue obtenida a través de entrevistas remotas con Interesados Clave mencionadas en el Anexo 4.

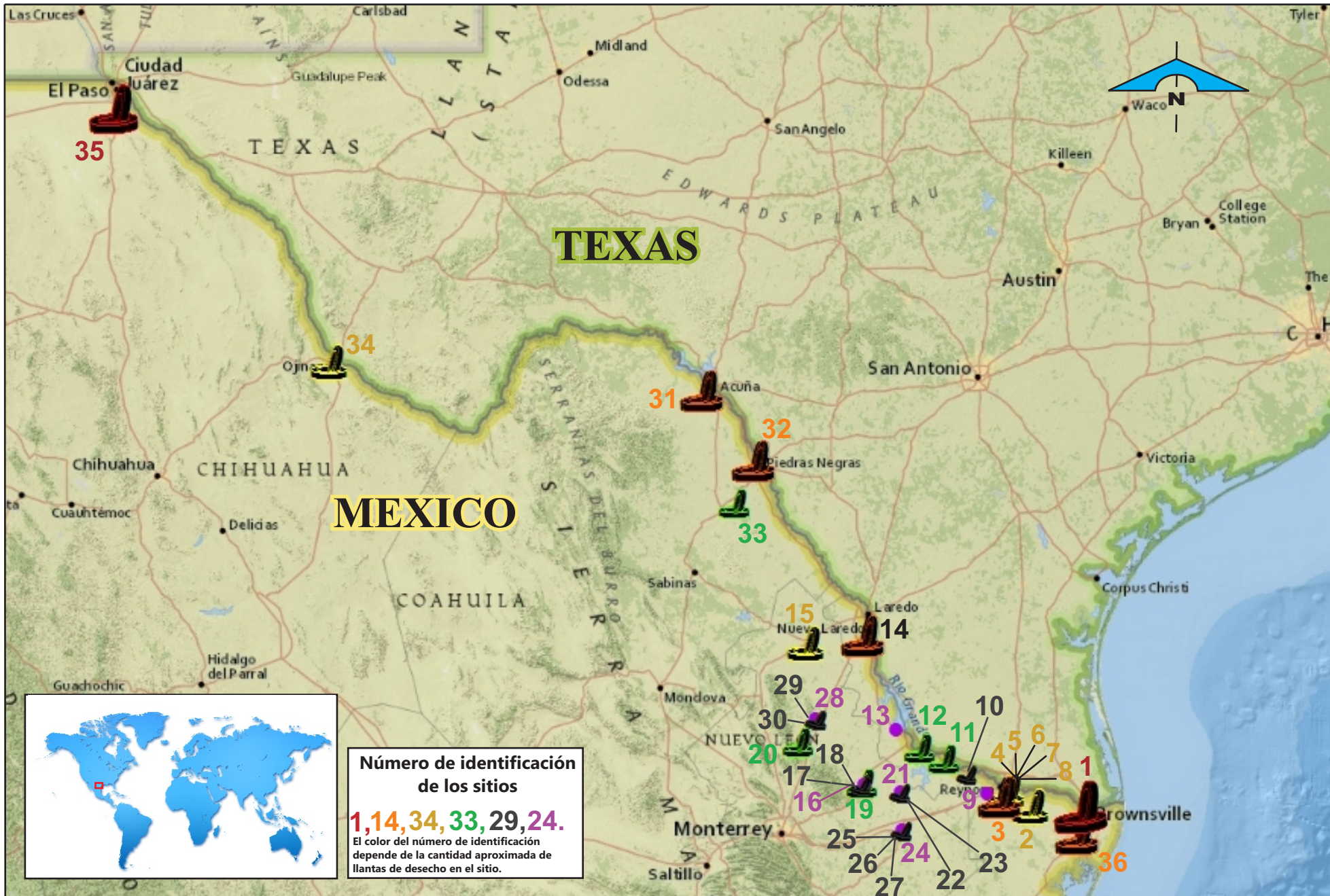


# ANEXO 3

## Mapas de sitios de disposición final de llantas de desecho que son transportadas de Texas a México












**Número de identificación de los sitios**  
**1,14,34,33,29,24.**  
 El color del número de identificación depende de la cantidad aproximada de llantas de desecho en el sitio.

**Cantidad aproximada de llantas por sitio:**

-  **>1'000,000**
-  **10,000 - 99,999**
-  **500 - 9,999**
-  **Cantidad desconocida**
-  **<500 No significativo**



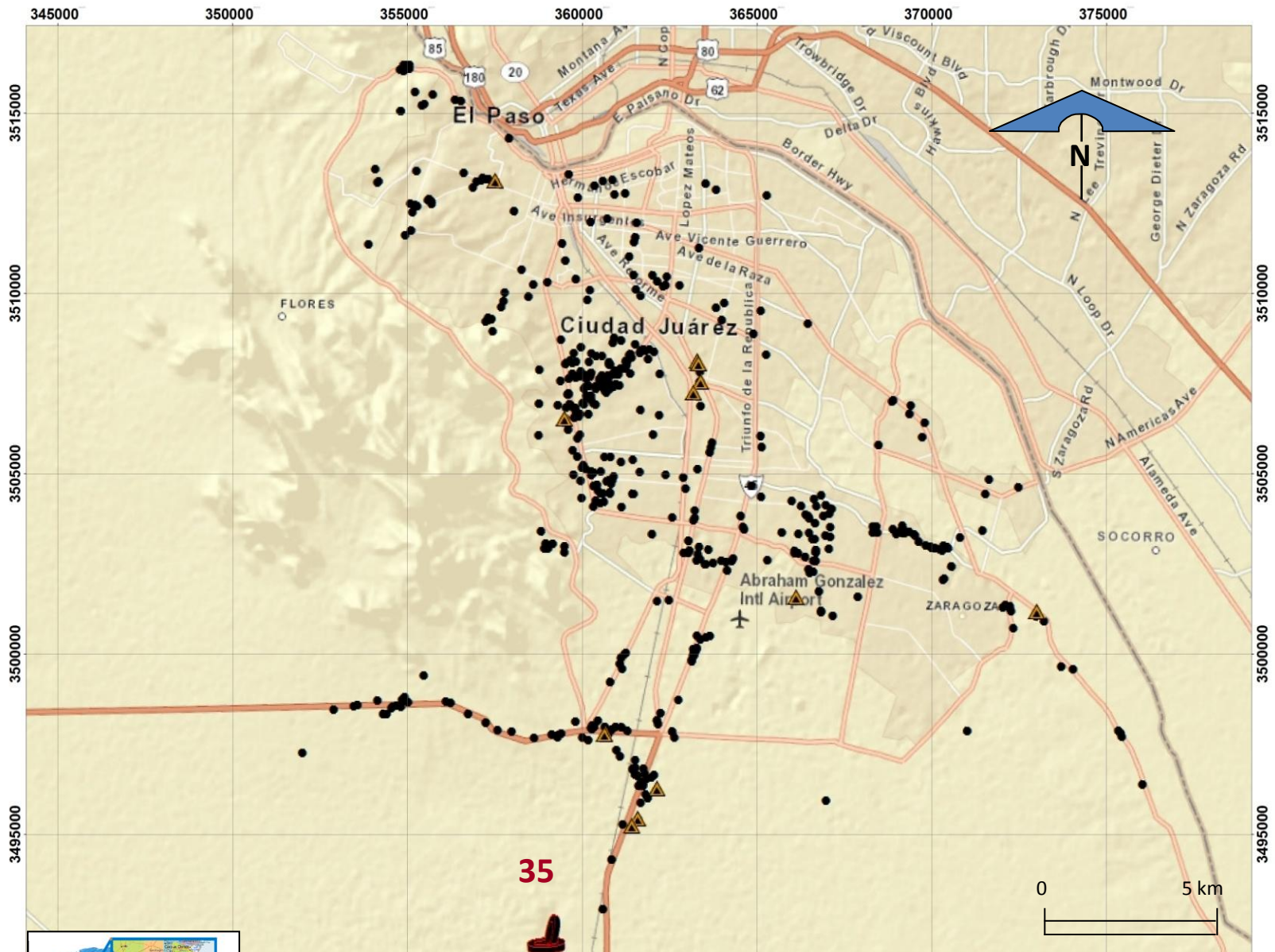
TÍTULO. Ubicación de sitios de Disposición Final	PROYECTO. 432.01	FECHA. 1 / 02 / 2012	ESCALA. 1:5'900,000
CLIENTE. NADB	UBICACIÓN. Región Fronteriza Texas-Mexico	DIBUJANTE. Esteban Ibarra	CHECK. MK
			AUT. RV

# ANEXO 4

## Mapas de sitios de llantas de desecho por cada ciudad mexicana







**Número de identificación de los sitios**  
**1,14,34,33,29,24.**  
 El color del número de identificación depende de la cantidad aproximada de llantas de desecho en el sitio.

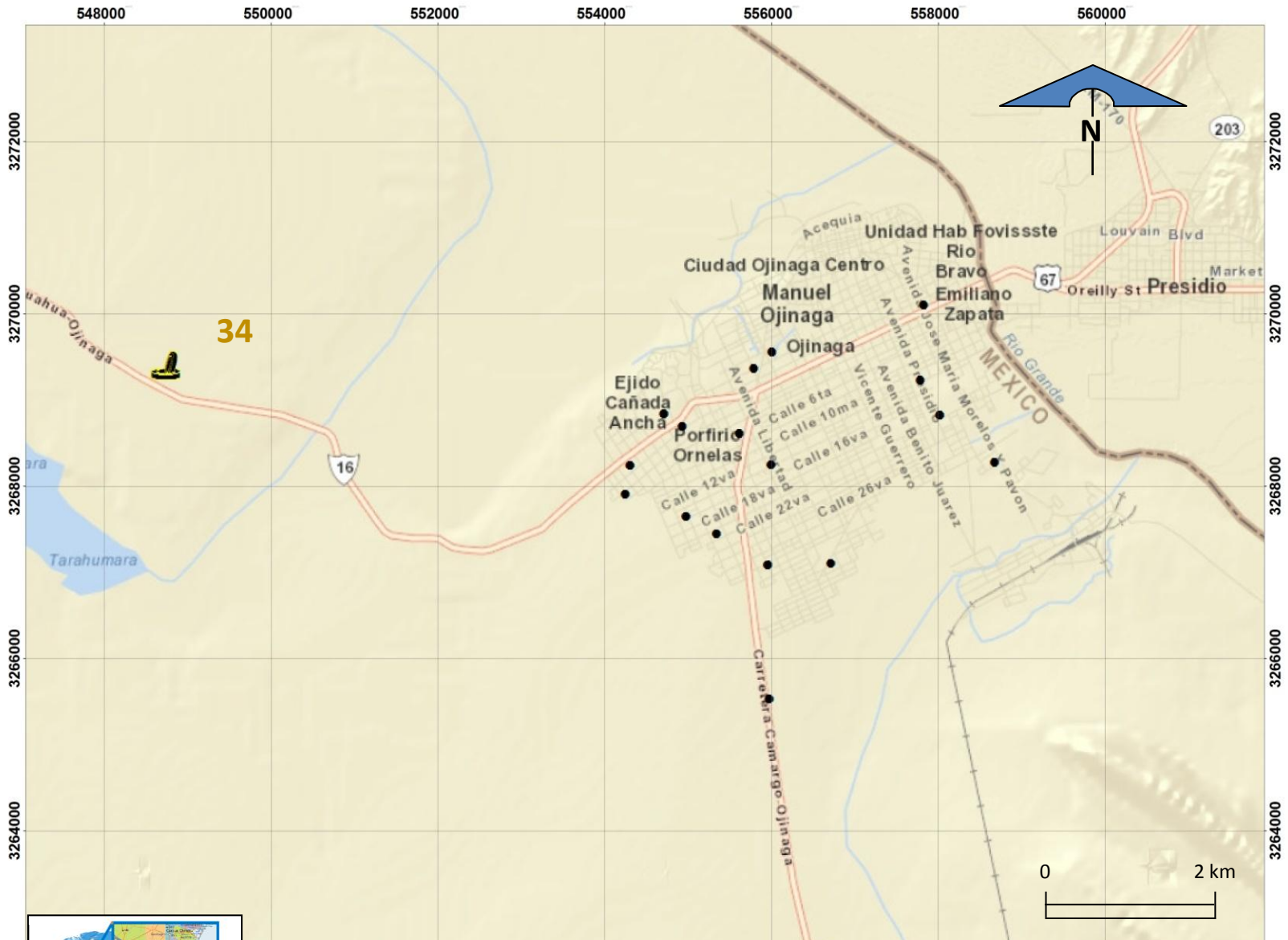
- Frontera internacional.
- Vía principal
- Vía secundaria.
- Calles.
- Pueblo.
- Lago perenne.
- Vías de tren.
- Curso del agua. (no implica presencia de agua)
- Corriente no perenne
- Aeropuerto
- Área urbana
- Posible pila de llantas ilegal.
- Posible deshuesadero de autos
- Frontera municipal

**Cantidad aproximada de llantas por sitio:**

>1'000,000	10,000 - 99,999	Cantidad desconocida
100,000 - 1'000,000	500 - 9,999	<500 No significativo



TÍTULO Mapa de sitios de Ciudad Juárez	PROYECTO <b>432.01</b>	FECHA 23/08/2012	ESCALA Gráfica	
	CLIENTE N A D B	UBICACIÓN Ciudad Juárez Chihuahua, Mexico.	DIBUJANTE Marcel Lopez	REV.   EI APR.   RV



**Número de identificación de los sitios**  
**1,14,34,33,29,24.**  
 El color del número de identificación depende de la cantidad aproximada de llantas de desecho en el sitio.

- Frontera internacional.
- Vía principal
- Vía secundaria.
- Calles.
- Pueblo.
- Lago perenne.
- Vías de tren.
- Curso del agua. (no implica presencia de agua)
- Corriente no perenne
- Aeropuerto
- Área urbana
- Posible deshuesadero de autos
- Frontera municipal
- Posible pila de llantas ilegal.

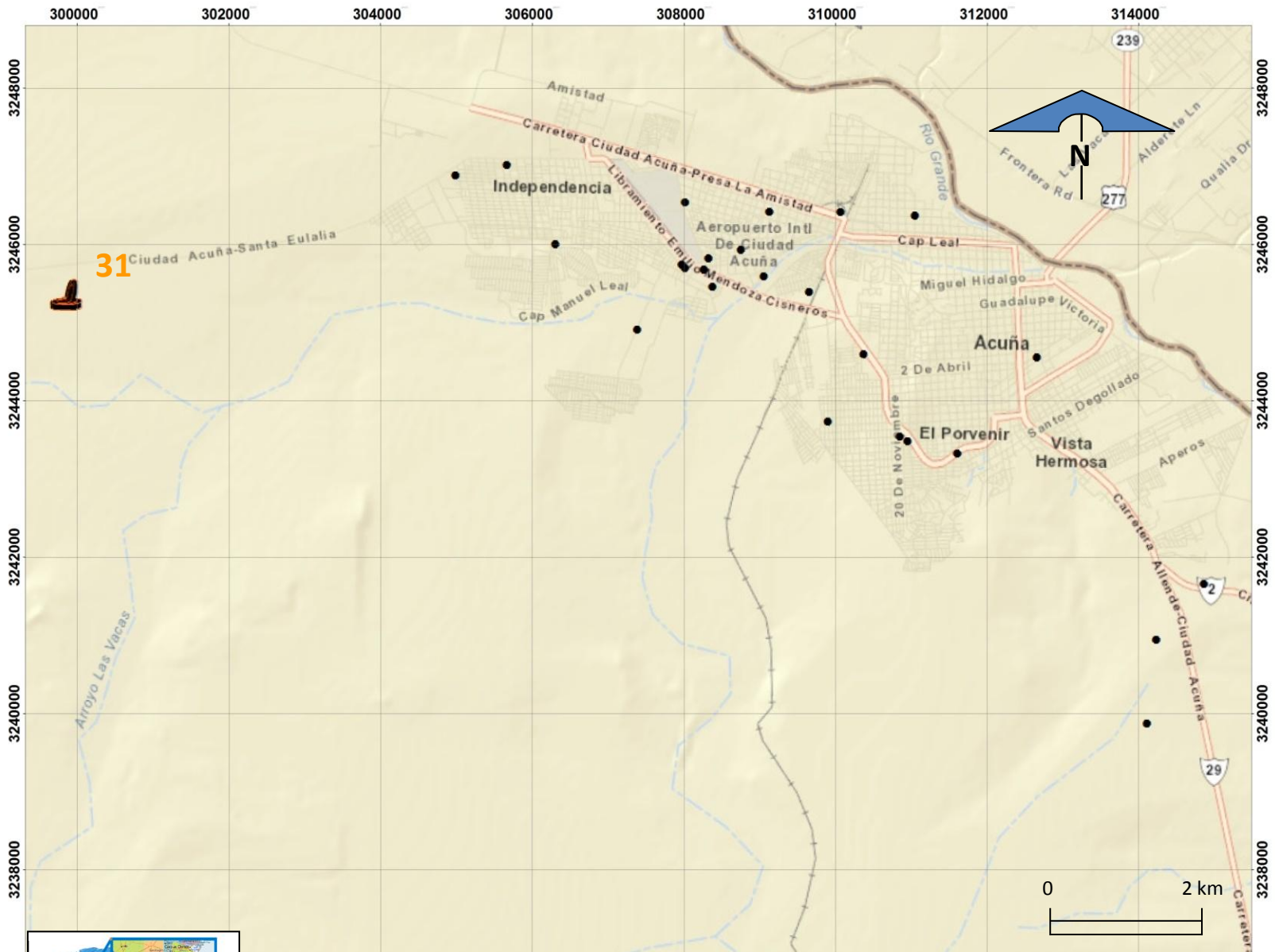
**Cantidad aproximada de llantas por sitio:**

>1'000,000	10,000 - 99,999	Cantidad desconocida
100,000 - 1'000,000	500 - 9,999	<500 No significativo



TÍTULO Mapa de sitios de Ojinaga	PROYECTO <b>432.01</b>	FECHA 23/08/2012	ESCALA Gráfica	
CLIENTE N A D B	UBICACIÓN Ojinaga Chihuahua, Mexico.	DIBUJANTE Marcel Lopez	REV. APR.	EI RV





**Número de identificación de los sitios**  
**1,14,34,33,29,24.**  
 El color del número de identificación depende de la cantidad aproximada de llantas de desecho en el sitio.

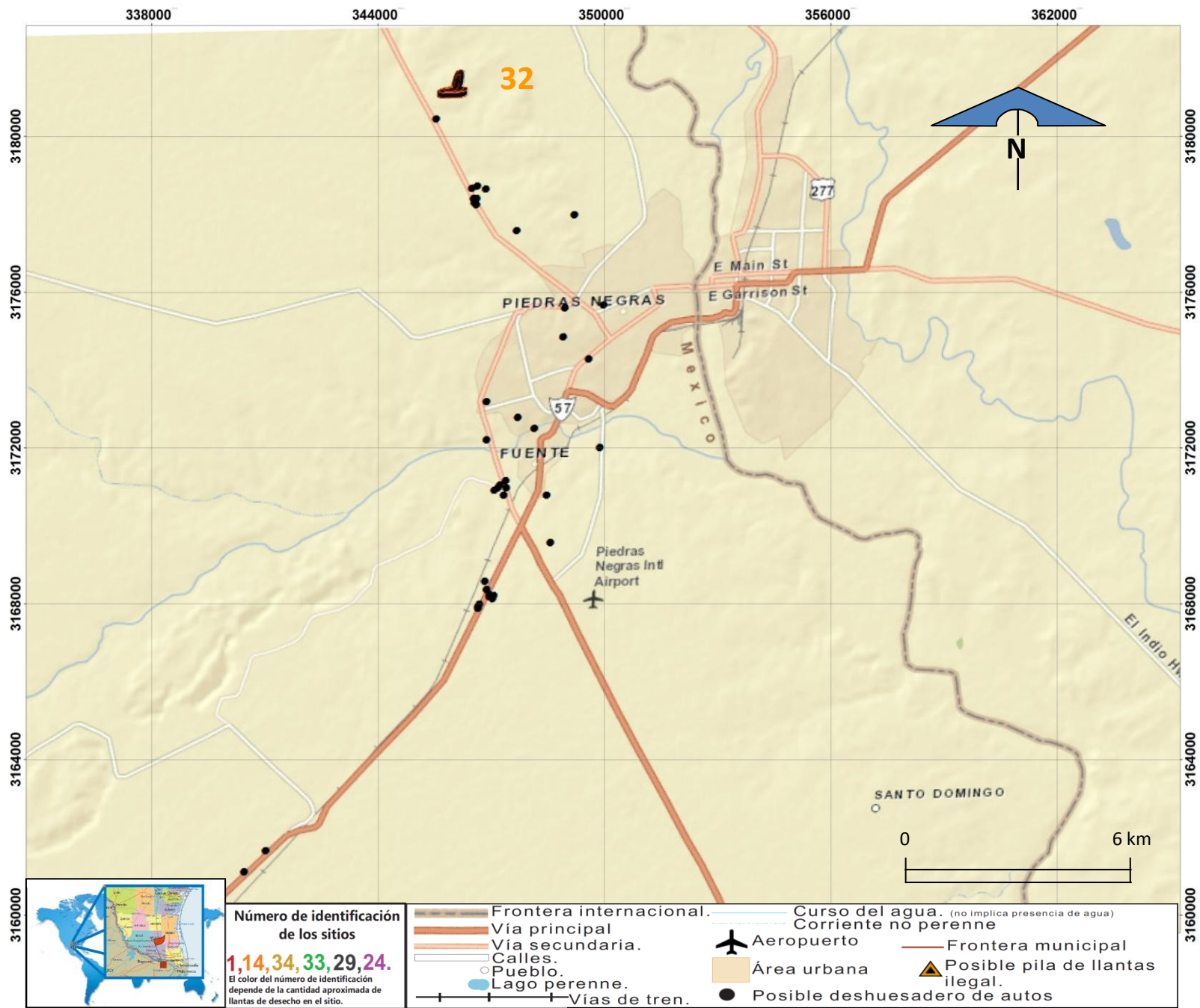
- Frontera internacional.
- Vía principal
- Vía secundaria.
- Calles.
- Pueblo.
- Lago perenne.
- Vías de tren.
- Curso del agua. (no implica presencia de agua)
- Corriente no perenne
- Aeropuerto
- Área urbana
- Frontera municipal
- Posible pila de llantas ilegal.
- Posible deshuesadero de autos

**Cantidad aproximada de llantas por sitio:**

>1'000,000	10,000 - 99,999	Cantidad desconocida
100,000 - 1'000,000	500 - 9,999	<500 No significativo



TÍTULO Mapa de sitios de Acuña	PROYECTO <b>432.01</b>	FECHA 23/08/2012	ESCALA Gráfica	
CLIENTE N A D B	UBICACIÓN Acuña Coahuila, Mexico.	DIBUJANTE Marcel Lopez	REV. APR.	EI RV



**Número de identificación de los sitios**  
**1,14,34,33,29,24.**  
 El color del número de identificación depende de la cantidad aproximada de llantas de desecho en el sitio.

- Frontera internacional.
- Vía principal
- Vía secundaria.
- Calles.
- Pueblo.
- Lago perenne.
- Vías de tren.
- Curso del agua. (no implica presencia de agua)
- Corriente no perenne
- Aeropuerto
- Área urbana
- Posible deshuesadero de autos
- Frontera municipal
- Posible pila de llantas ilegal.

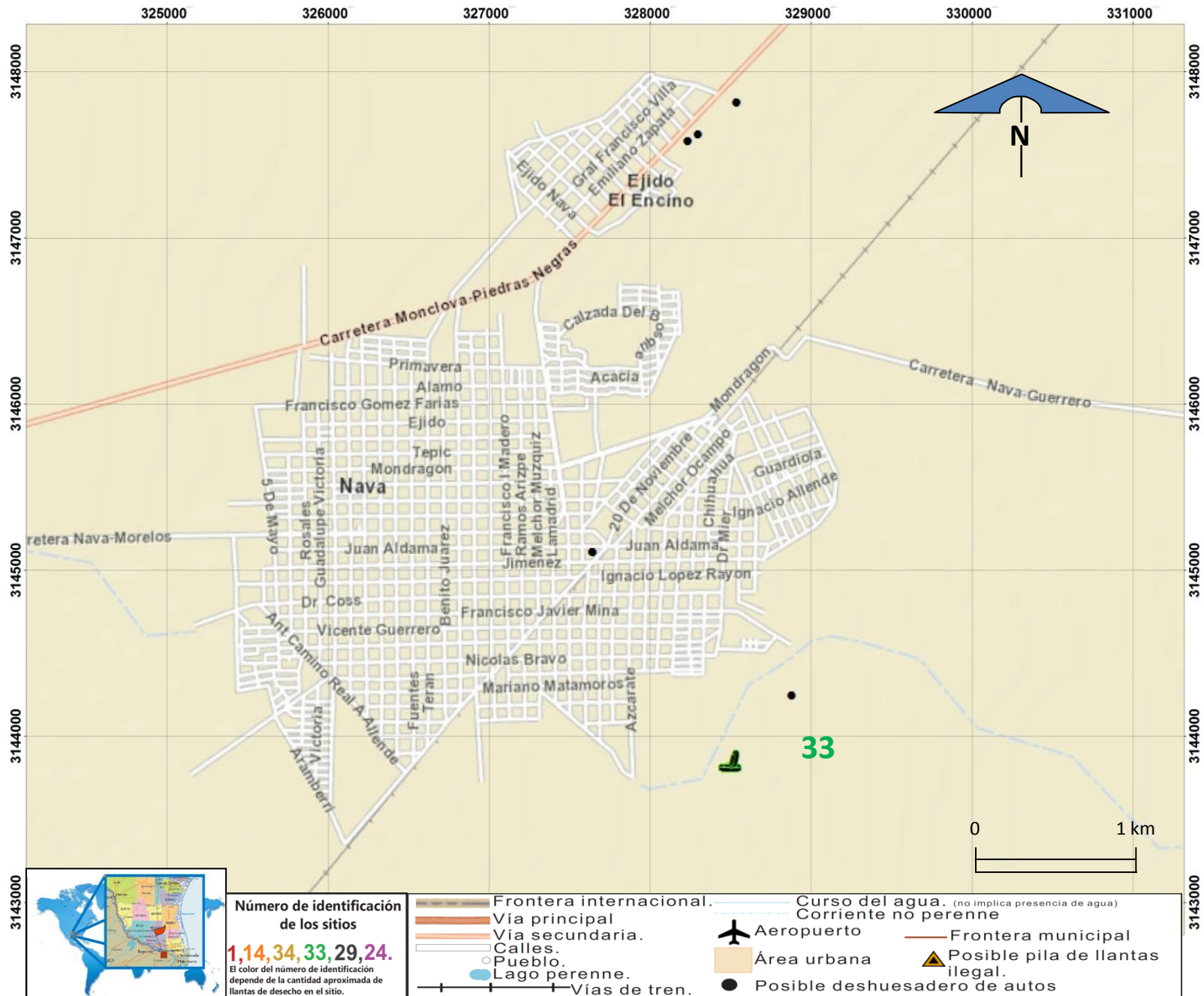
**Cantidad aproximada de llantas por sitio:**

>1'000,000	10,000 - 99,999	Cantidad desconocida
100,000 - 1'000,000	500 - 9,999	<500 No significativo



TÍTULO Mapa de sitios de Piedras Negras	PROYECTO <b>432.01</b>	FECHA 23/08/2012	ESCALA Gráfica	
CLIENTE N A D B	UBICACIÓN Piedras Negras Coahuila, Mexico.	DIBUJANTE Marcel Lopez	REV. APR.	EI RV





**Número de identificación de los sitios**  
**1,14,34,33,29,24.**  
 El color del número de identificación depende de la cantidad aproximada de llantas de desecho en el sitio.

- Frontera internacional.
- Vía principal
- Vía secundaria.
- Calles.
- Pueblo.
- Lago perenne.
- Vías de tren.
- Curso del agua. (no implica presencia de agua)
- Corriente no perenne
- Aeropuerto
- Área urbana
- Posible deshuesadero de autos
- Frontera municipal
- Posible pila de llantas ilegal.

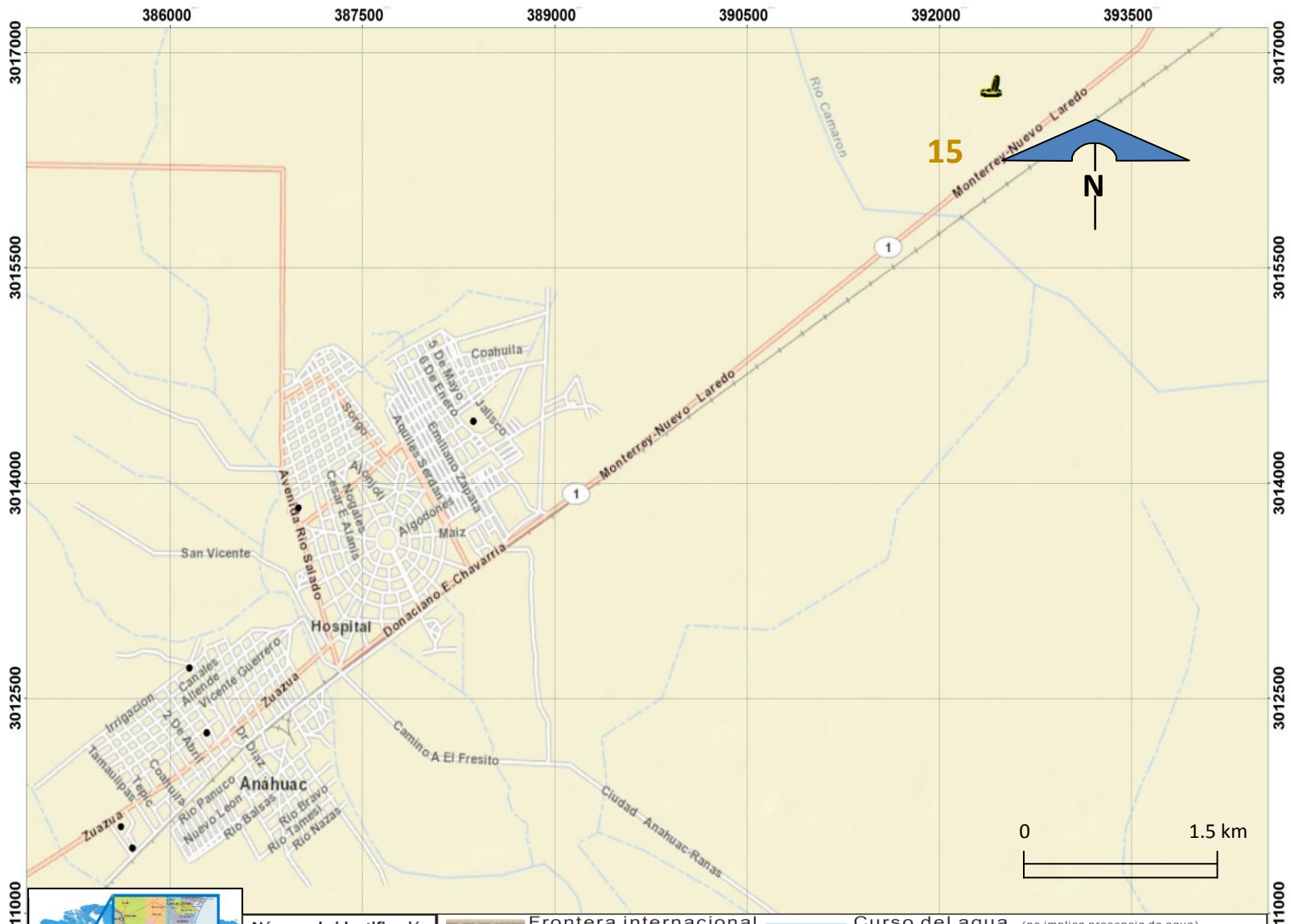
**Cantidad aproximada de llantas por sitio:**

>1'000,000	10,000 - 99,999	Cantidad desconocida
100,000 - 1'000,000	500 - 9,999	<500 No significativo



TÍTULO Mapa de sitios de Nava	PROYECTO <b>432.01</b>	FECHA 23/08/2012	ESCALA Gráfica	
CLIENTE N A D B	UBICACIÓN Nava Coahuila, Mexico.	DIBUJANTE Marcel Lopez	REV. E I	APR. R V





**Número de identificación de los sitios**  
**1,14,34,33,29,24.**  
 El color del número de identificación depende de la cantidad aproximada de llantas de desecho en el sitio.

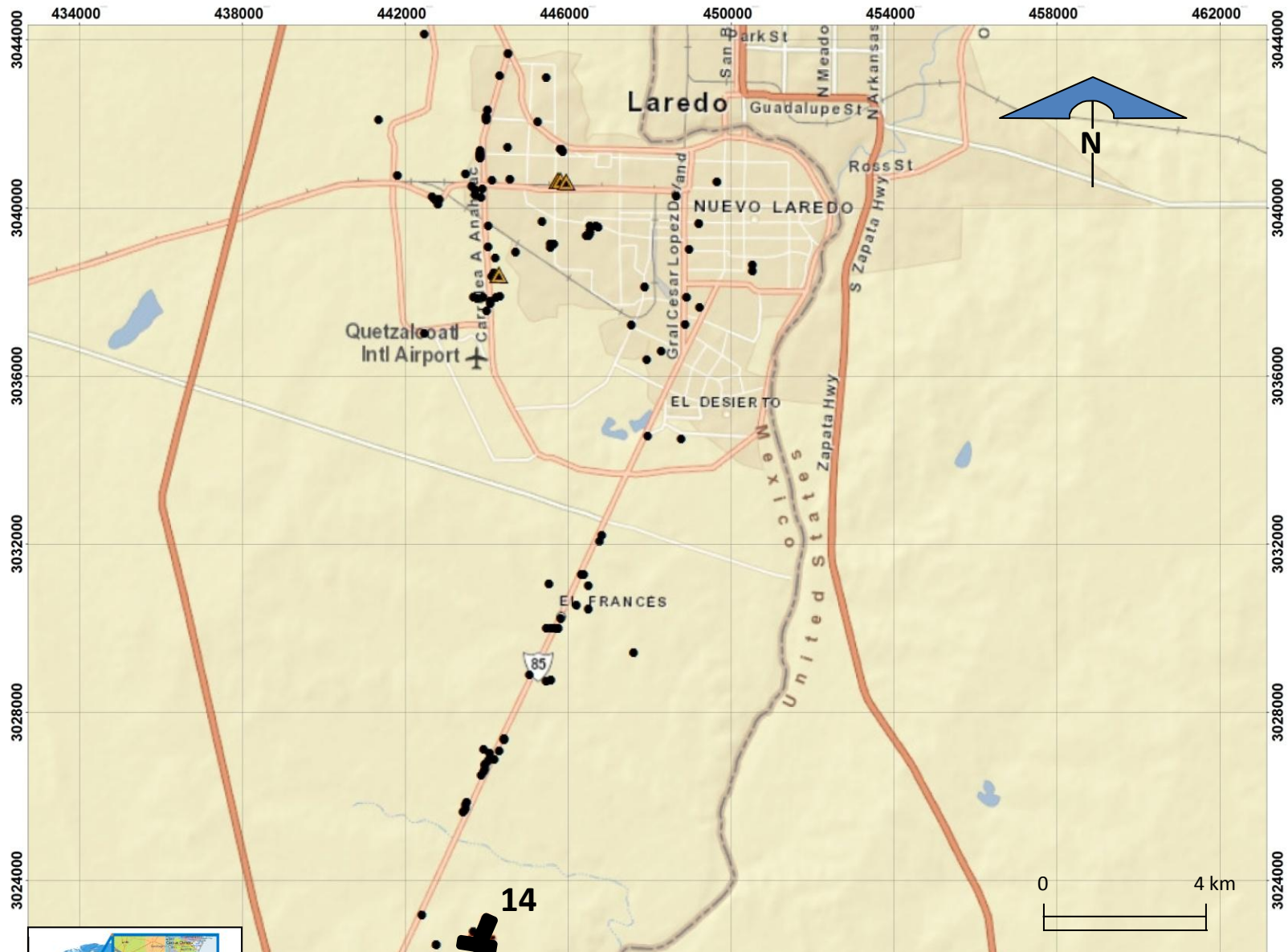
- Frontera internacional.
- Vía principal
- Vía secundaria.
- Calles.
- Pueblo.
- Lago perenne.
- Curso del agua. (no implica presencia de agua)
- Corriente no perenne
- Aeropuerto
- Área urbana
- Posible deshuesadero de autos
- Frontera municipal
- Posible pila de llantas ilegal.

**Cantidad aproximada de llantas por sitio:**

>1'000,000	10,000 - 99,999	Cantidad desconocida
100,000 - 1'000,000	500 - 9,999	<500 No significativo



TÍTULO Mapa de sitios de Anahuac	PROYECTO <b>432.01</b>	FECHA 23/08/2012	ESCALA Gráfica	
CLIENTE N A D B	UBICACIÓN Anahuac Nuevo León, Mexico.	DIBUJANTE Marcel Lopez	REV. APR.	EI RV



**Número de identificación de los sitios**  
**1,14,34,33,29,24.**  
 El color del número de identificación depende de la cantidad aproximada de llantas de desecho en el sitio.

- Frontera internacional.
- Vía principal
- Vía secundaria.
- Calles.
- Pueblo.
- Lago perenne.
- Vías de tren.
- Curso del agua. (no implica presencia de agua)
- Corriente no perenne
- Aeropuerto
- Área urbana
- Posible pila de llantas ilegal.
- Posible deshuesadero de autos
- Frontera municipal

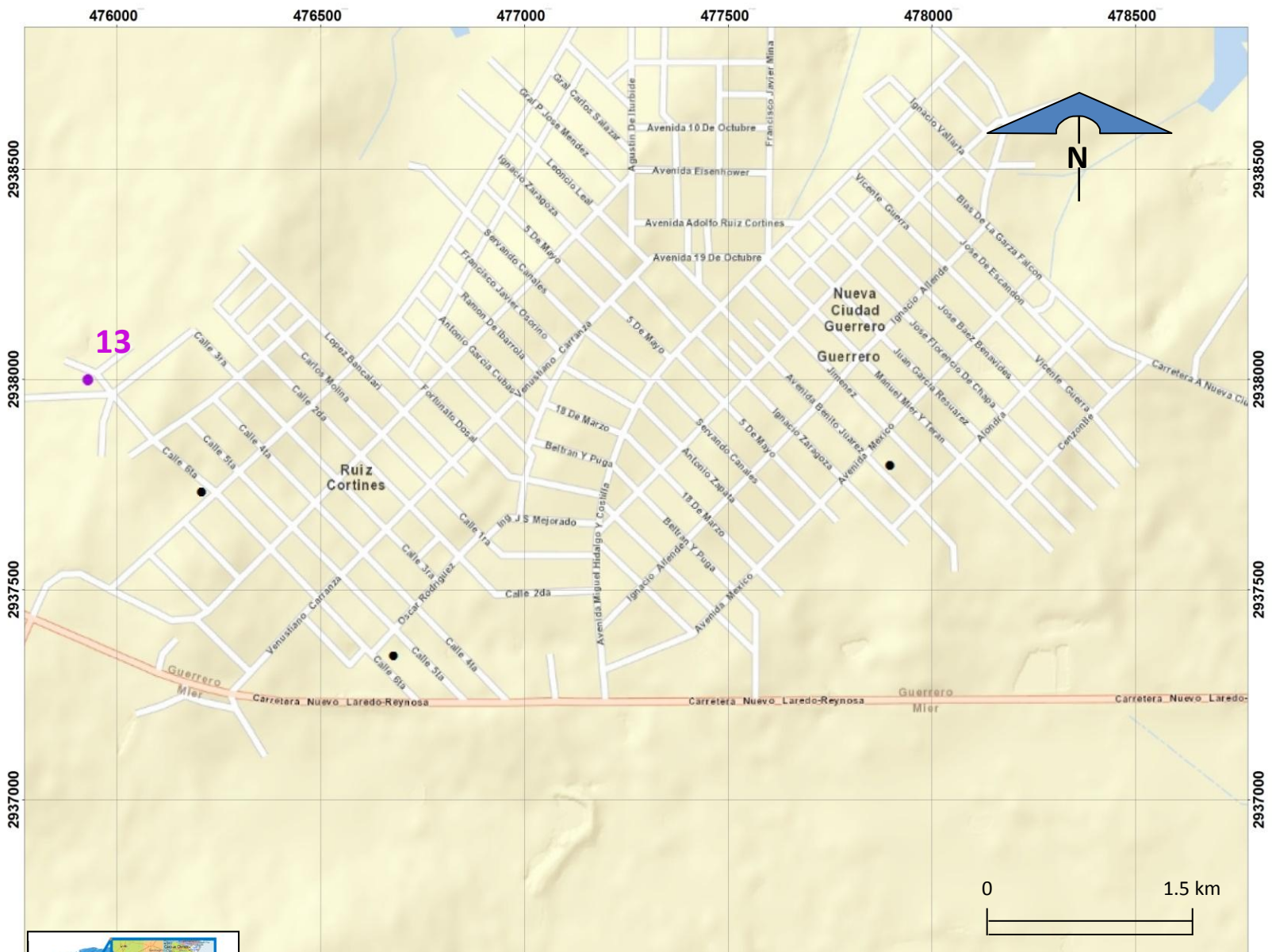
**Cantidad aproximada de llantas por sitio:**

>1'000,000	10,000 - 99,999	Cantidad desconocida
100,000 - 1'000,000	500 - 9,999	<500 No significativo



TÍTULO Mapa de sitios de Nuevo Laredo	PROYECTO <b>432.01</b>	FECHA 23/08/2012	ESCALA Gráfica	
CLIENTE N A D B	UBICACIÓN Nuevo Laredo Tamaulipas, Mexico.	DIBUJANTE Marcel Lopez	REV. APR.	EI RV





**Número de identificación de los sitios**  
**1,14,34,33,29,24.**  
 El color del número de identificación depende de la cantidad aproximada de llantas de desecho en el sitio.

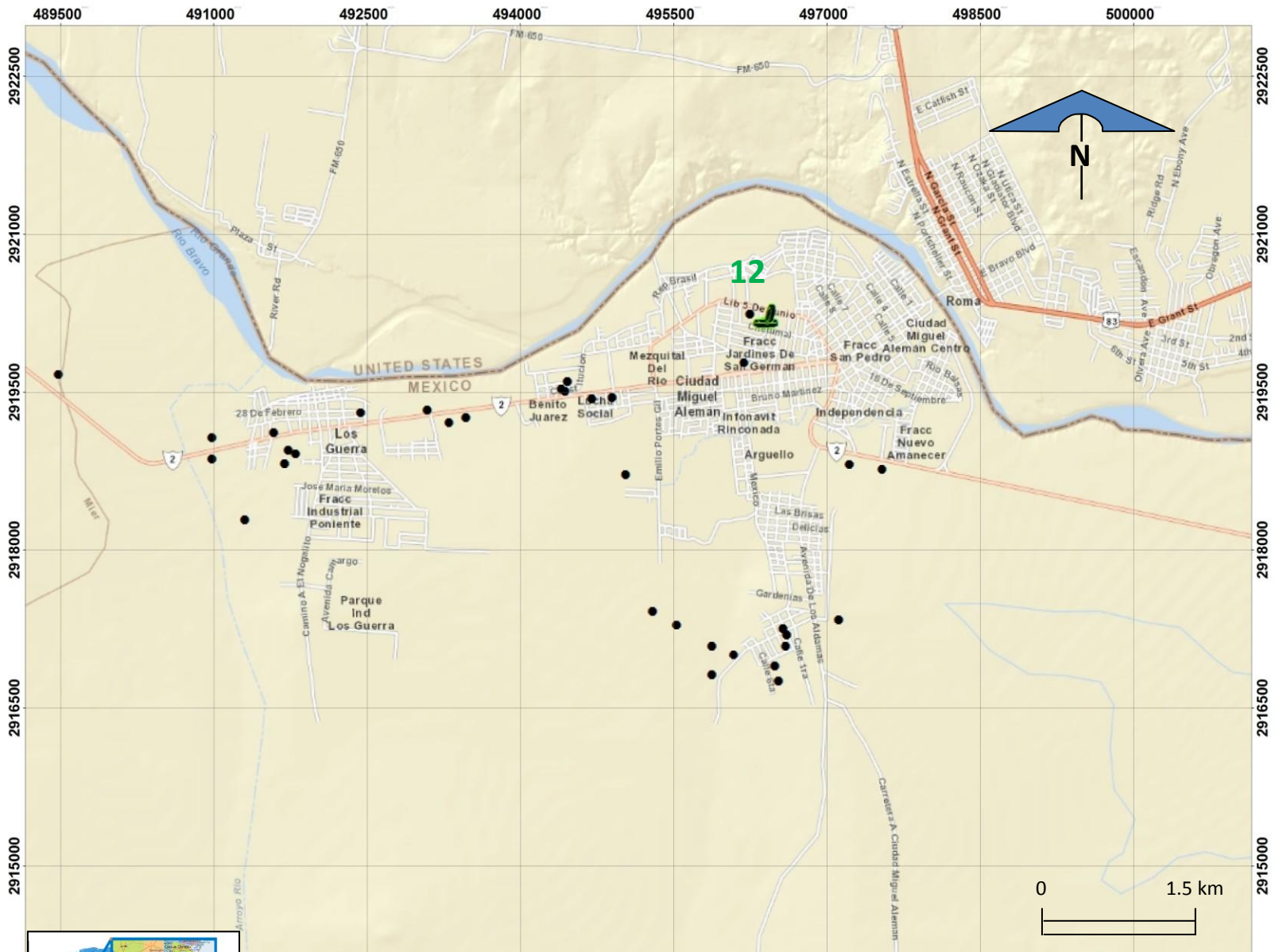
- Frontera internacional.
- Vía principal
- Vía secundaria.
- Calles.
- Pueblo.
- Lago perenne.
- Vías de tren.
- Curso del agua. (no implica presencia de agua)
- Corriente no perenne
- Aeropuerto
- Área urbana
- Posible deshuesadero de autos
- Frontera municipal
- Posible pila de llantas ilegal.

**Cantidad aproximada de llantas por sitio:**

>1'000,000	10,000 - 99,999	Cantidad desconocida
100,000 - 1'000,000	500 - 9,999	



TÍTULO Mapa de sitios de Cd. Guerrero	PROYECTO <b>432.01</b>	FECHA 23/08/2012	ESCALA Gráfica	
CLIENTE N A D B	UBICACIÓN Nueva Cd. Guerrero Tamaulipas, Mexico.	DIBUJANTE Marcel Lopez	REV. APR.	EI RV



**Número de identificación de los sitios**  
**1,14,34,33,29,24.**  
 El color del número de identificación depende de la cantidad aproximada de llantas de desecho en el sitio.

- Frontera internacional.
- Vía principal
- Vía secundaria.
- Calles.
- Pueblo.
- Lago perenne.
- Vías de tren.
- Curso del agua. (no implica presencia de agua)
- Corriente no perenne
- Aeropuerto
- Área urbana
- Posible deshuesadero de autos
- Frontera municipal
- Posible pila de llantas ilegal.

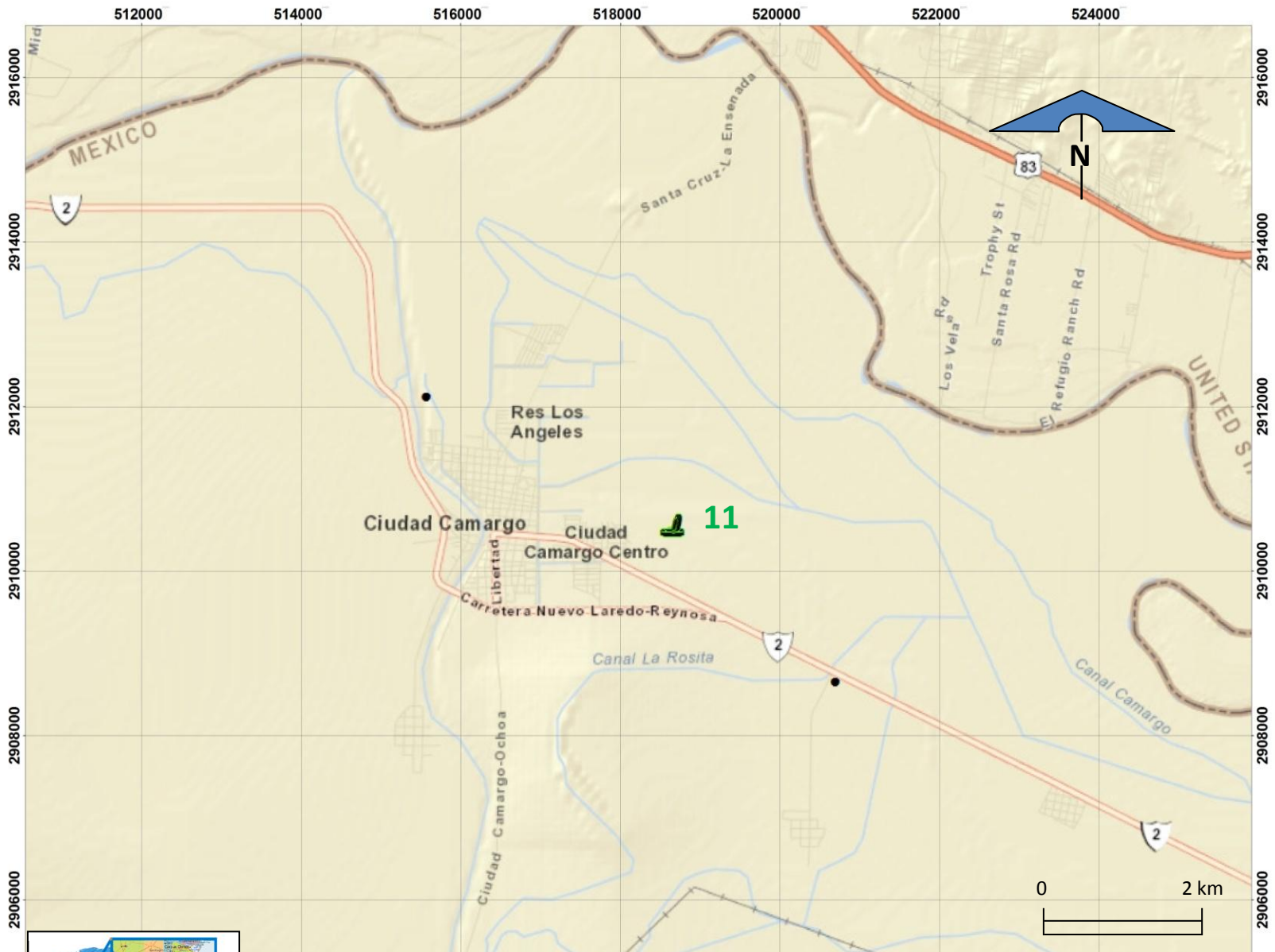
**Cantidad aproximada de llantas por sitio:**

>1'000,000	10,000 - 99,999	Cantidad desconocida
100,000 - 1'000,000	500 - 9,999	<500 No significativo



TÍTULO Mapa de sitios de Miguel Alemán	PROYECTO <b>432.01</b>	FECHA 23/08/2012	ESCALA Gráfica	
CLIENTE N A D B	UBICACIÓN Miguel Alemán Tamaulipas, Mexico.	DIBUJANTE Marcel Lopez	REV. APR.	EI RV





**Número de identificación de los sitios**  
**1,14,34,33,29,24.**  
 El color del número de identificación depende de la cantidad aproximada de llantas de desecho en el sitio.

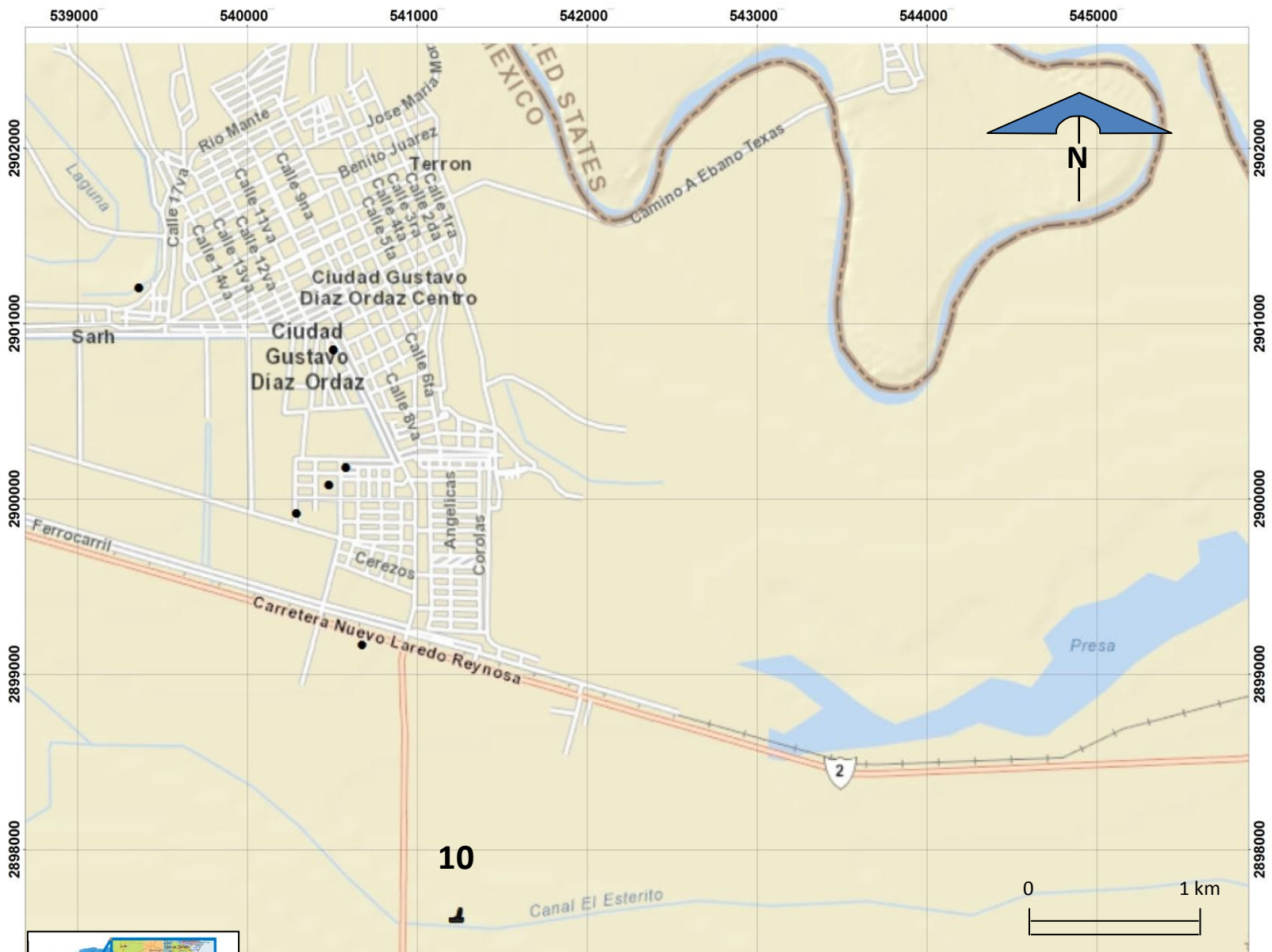
- Frontera internacional.
- Vía principal
- Vía secundaria.
- Calles.
- Pueblo.
- Lago perenne.
- Vías de tren.
- Curso del agua. (no implica presencia de agua)
- Corriente no perenne
- Aeropuerto
- Área urbana
- Posible deshuesadero de autos
- Frontera municipal
- Posible pila de llantas ilegal.

**Cantidad aproximada de llantas por sitio:**

>1'000,000	10,000 - 99,999	Cantidad desconocida
100,000 - 1'000,000	500 - 9,999	



<b>TÍTULO</b> Mapa de sitios de Camargo	<b>PROYECTO</b> <b>432.01</b>	<b>FECHA</b> 23/08/2012	<b>ESCALA</b> Gráfica	
<b>CLIENTE</b> N A D B	<b>UBICACIÓN</b> Camargo Tamaulipas, Mexico.	<b>DIBUJANTE</b> Marcel Lopez	<b>REV.</b> E I	<b>APR.</b> R V



**Número de identificación de los sitios**  
**1,14,34,33,29,24.**  
 El color del número de identificación depende de la cantidad aproximada de llantas de desecho en el sitio.

- Frontera internacional.
- Vía principal
- Vía secundaria.
- Calles.
- Pueblo.
- Lago perenne.
- Vías de tren.
- Curso del agua. (no implica presencia de agua)
- Corriente no perenne
- Aeropuerto
- Área urbana
- Posible deshuesadero de autos
- Frontera municipal
- Posible pila de llantas ilegal.

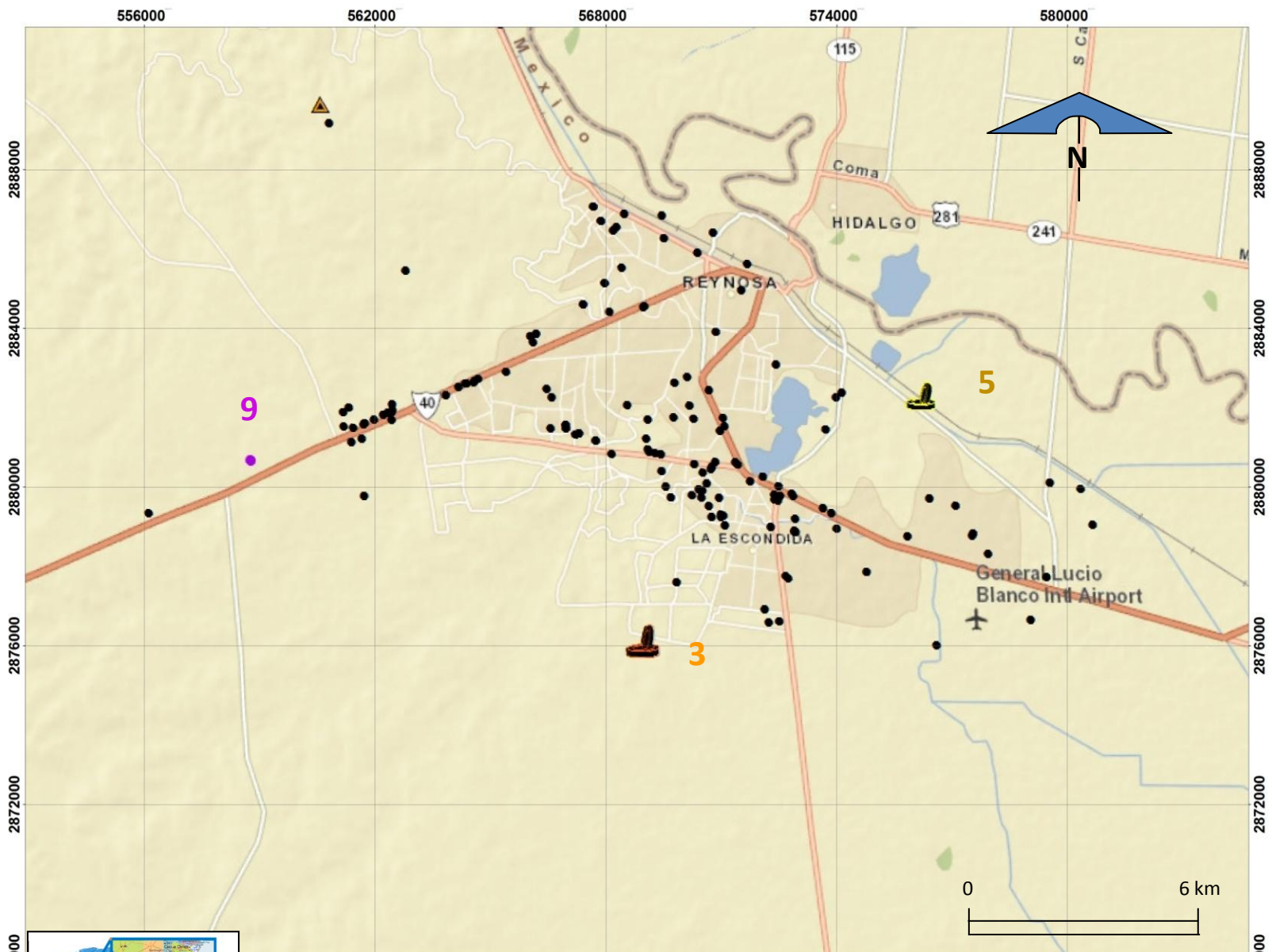
**Cantidad aproximada de llantas por sitio:**

>1'000,000	10,000 - 99,999	Cantidad desconocida
100,000 - 1'000,000	500 - 9,999	<500 No significativo



TÍTULO Mapa de sitios de Gustavo Díaz Ordaz	PROYECTO <b>432.01</b>	FECHA 23/08/2012	ESCALA Gráfica
CLIENTE N A D B	UBICACIÓN Gustavo Díaz Ordaz Tamaulipas, Mexico.	DIBUJANTE Marcel Lopez	REV.   EI APR.   RV





**Número de identificación de los sitios**  
**1,14,34,33,29,24.**  
 El color del número de identificación depende de la cantidad aproximada de llantas de desecho en el sitio.

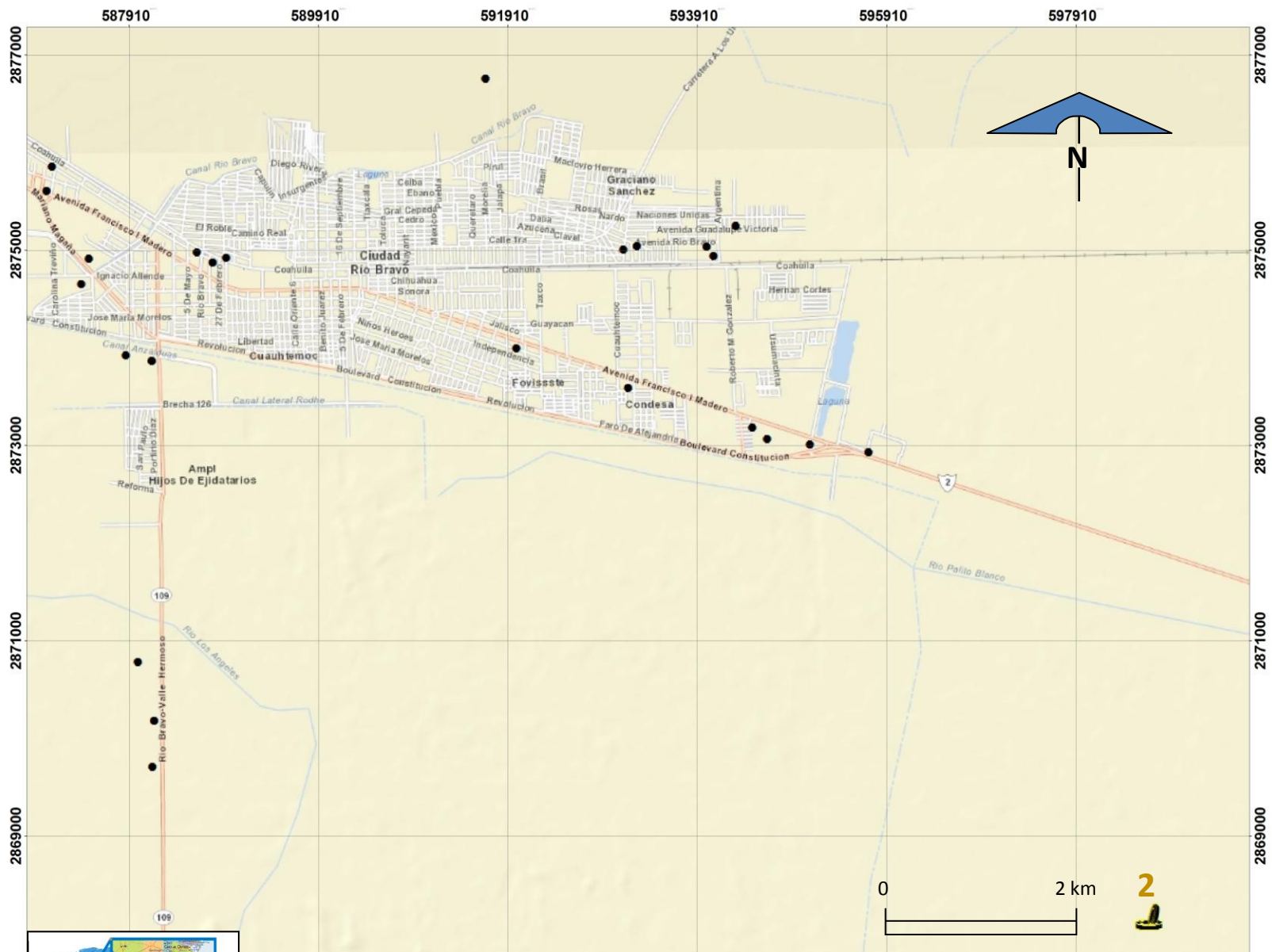
- Frontera internacional.
- Vía principal
- Vía secundaria.
- Calles.
- Pueblo.
- Lago perenne.
- Vías de tren.
- Curso del agua. (no implica presencia de agua)
- Corriente no perenne
- Aeropuerto
- Área urbana
- Frontera municipal
- Posible pila de llantas ilegal.
- Posible deshuesadero de autos

**Cantidad aproximada de llantas por sitio:**

>1'000,000	10,000 - 99,999	Cantidad desconocida
100,000 - 1'000,000	500 - 9,999	<500 No significativo



TÍTULO Mapa de sitios de Reynosa	PROYECTO <b>432.01</b>	FECHA 23/08/2012	ESCALA Gráfica	
CLIENTE N A D B	UBICACIÓN Reynosa Tamaulipas, Mexico.	DIBUJANTE Marcel Lopez	REV. APR.	EI RV



**Número de identificación de los sitios**  
**1,14,34,33,29,24.**  
 El color del número de identificación depende de la cantidad aproximada de llantas de desecho en el sitio.

- Frontera internacional.
- Vía principal
- Vía secundaria.
- Calles.
- Pueblo.
- Lago perenne.
- Vías de tren.
- Curso del agua. (no implica presencia de agua)
- Corriente no perenne
- Aeropuerto
- Área urbana
- Posible deshuesadero de autos
- Frontera municipal
- Posible pila de llantas ilegal.

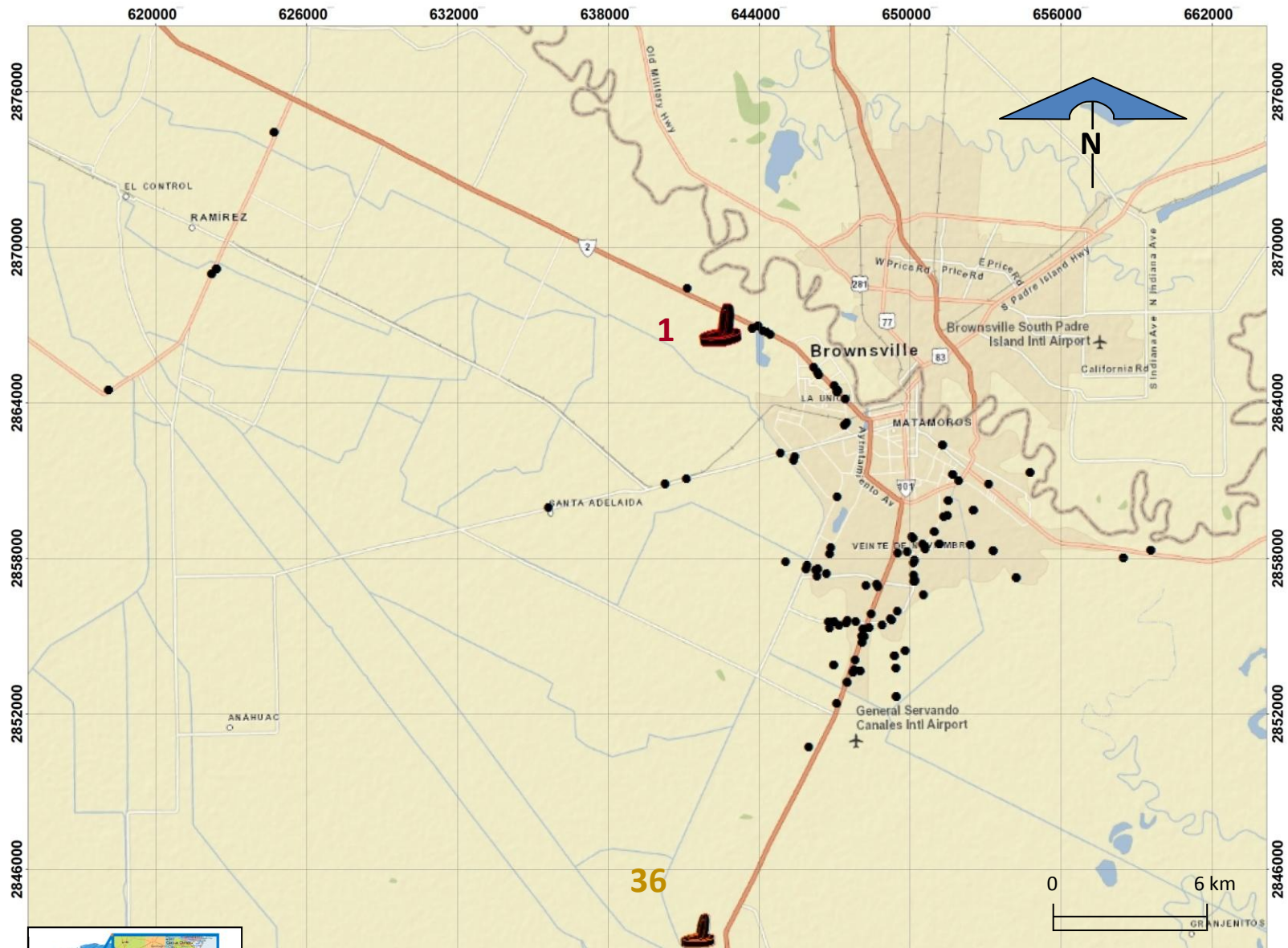
**Cantidad aproximada de llantas por sitio:**

>1'000,000	10,000 - 99,999	Cantidad desconocida
100,000 - 1'000,000	500 - 9,999	<500 No significativo



TÍTULO Mapa de sitios de Río Bravo	PROYECTO <b>432.01</b>	FECHA 23/08/2012	ESCALA Gráfica	
CLIENTE N A D B	UBICACIÓN Río Bravo Tamaulipas, Mexico.	DIBUJANTE Marcel Lopez	REV. APR.	EI RV





**Número de identificación de los sitios**  
**1,14,34,33,29,24.**  
 El color del número de identificación depende de la cantidad aproximada de llantas de desecho en el sitio.

- Frontera internacional.
- Vía principal
- Vía secundaria.
- Calles.
- Pueblo.
- Lago perenne.
- Vías de tren.
- Curso del agua. (no implica presencia de agua)
- Corriente no perenne
- Aeropuerto
- Área urbana
- Frontera municipal
- Posible pila de llantas ilegal.
- Posible deshuesadero de autos

**Cantidad aproximada de llantas por sitio:**

>1'000,000	10,000 - 99,999	Cantidad desconocida
100,000 - 1'000,000	500 - 9,999	<500 No significativo



TÍTULO Mapa de sitios de Matamoros	PROYECTO <b>432.01</b>	FECHA 23/08/2012	ESCALA Gráfica	
CLIENTE N A D B	UBICACIÓN Matamoros Tamaulipas, Mexico.	DIBUJANTE Marcel Lopez	REV. APR.	EI RV

# ANEXO 5

## Extracto de “Crackdown on Illegal Dumping - Handbook for Local Government” (en inglés)



# 4.0 ILLEGAL DUMPING PREVENTION TECHNIQUES

When researchers at University College London studied the opportunities that give rise to illegal dumping they found that conventional enforcement tactics can sometimes reduce the activity quickly but the effects soon fade without additional preventive measures. Whereas well-designed and well-focused illegal dumping prevention programs can have a substantial and long-term impact on illegal dumping.<sup>12</sup>

Which techniques councils choose to adopt will depend on the analysis of existing data and information. Importantly, the decision must focus on the mechanism most suited to the problem, for example, increase the effort or reduce the rewards, before going on to select the particular technique that's most likely to trigger it. Too often practitioners jump to the technique before thinking through how it is supposed to work and whether this is likely in the circumstances of the particular problem.

You will then need to monitor how it is done and the outcome to identify the need for any further intervention. This may involve refining the initial response, or if necessary trying something completely different. It may also be necessary to keep an eye on newly emerging problems so that they can be dealt with as quickly as possible. Where appropriate, a combination of mechanisms, if used strategically, can often be more effective.<sup>12</sup>

Figure 17 summarises the techniques you can use to tackle illegal dumping.

## 4.1 Increase the effort: make access difficult

In most cases illegal dumping takes very little effort. It can take more effort to dispose of waste legally than to dump it illegally. Councils can change the balance to make it easier to comply with the law and make it harder to not do so. Many areas continue to experience illegal dumping problems after being cleaned up. Effective structural solutions will increase the effort and risk of being caught thereby deterring offenders. Structural solutions can reduce accessibility to popular sites for illegal dumping.<sup>12</sup> A clean up plus introducing signs, lighting, barriers, landscaping or increasing the visibility of a site can contribute to reducing or eliminating continued dumping.

### Structural approaches

Councils across NSW have used the following structural approaches, usually combined with a mix of education and regulation.

#### Lighting

When lighting is used in other crime prevention strategies it can be an effective deterrent in poorly lit or remote areas. This may be useful where dumping occurs under the cover of darkness. Additional lighting increases the visibility of the offender and increases the risk of being caught. The impact of sensor lights has yet to be evaluated.



#### Solar lights in hotspots

City of Canada Bay Council installed solar lights and signs in a dumping hot spot.

#### Outcome

The enhanced lighting has deterred dumping in the area and resulted in fewer complaints to the council. Anecdotal opinion is that other known dumping areas near this hot spot are also experiencing less illegal dumping.

Figure 17: The five main illegal dumping prevention mechanisms

### 1. Increase the effort: make access difficult (see Section 4.1)

- Make access difficult to hot spots using **structural approaches**, such as:
  - lighting
  - landscaping, revegetation or beautification
  - barriers, such as fences and locked gates, concrete blocks, logs and boulders and earth mounds.

### 2. Increase the risk of getting caught (see Section 4.2)

- Strengthen **surveillance**:
  - use surveillance cameras and signs to indicate the area is being watched
  - increase patrols in hot spots
  - assist community surveillance and reporting of suspect activities
  - use aerial surveillance in rural and remote areas.
- Carry out periodic, high-profile **compliance campaigns**.
- Use **partnerships** with other councils, agencies and stakeholders.
- **Publicise successes** as widely as possible.

### 3. Reduce the rewards: deny financial benefits (see Section 4.3)

- Provide and/or promote **free or subsidised waste services**.
- Issue **finances** to offenders.
- **Require offenders to clean up**.

### 4. Reduce provocations: don't give them a reason to dump (see Section 4.4)

- Provide **efficient and well communicated waste services**.
- Ensure **reasonable waste service costs** where possible.
- Foster **community pride** by enhancing the area's aesthetic appeal.
- **Keep areas free of illegally dumped material**.

### 5. Remove excuses: educate and inform the community (see Section 4.5)

- **Publicise waste services**.
- Carry out **education programs** outlining responsibilities.
- **Keep areas free of illegally dumped material**.
- Install **signs** at hot spots with illegal dumping prevention messages.

It is crucial to alter the perceived as well as the actual degree of effort, risk and reward involved.<sup>12</sup>



## Landscaping, revegetation and beautification

Landscaping and revegetating a site can indicate it is valued, monitored and used. Simple landscape activities, such as grass cutting and weed removal, can be enough in some areas to suggest that a site is cared for and maintained, which will deter some of the nuisance dumping offenders.

Beautification, such as benches, pathways, picnic tables, murals or flowerbeds, can change a community's perception of a site. Many communities will get involved in and take part in projects that build community pride and can lead to changed perceptions and increased community surveillance, which all contribute to increasing the risk for people illegally dumping.

## Barriers

Physical barricades that restrict access are very effective for reducing dumping in areas with a single point of entry, such as lanes, fire trails and private roads. Fences, posts, earth mounds, bollards and rocks have all been used to prevent vehicle access. Each site is unique and therefore deterrents need to be carefully managed and planned. On some sites a single barrier blocking access is all that is required. In some cases offenders may be able to continue to dump over a barrier, but this increases the risk of being caught and may deter the majority of offenders.

Councils used funding from the 2002-2004 Illegal Dumping Clean-up and Deterrence Grants to build a range of physical barriers with varying success. They reported that some sites were difficult to enclose.



### Beautification: Woollahra Municipal Council's 'Liveable Lanes' project

Woollahra Municipal Council's 'Liveable Lanes' project was designed to change its community's perception of back lanes as a dumping ground. The council was committed to beautify and improve the look and feel of the area to increase community pride and, therefore, reduce the incidence of illegal dumping. It used a 2002-2004 Illegal Dumping Clean-up and Deterrence grant to clean up dumping hot spots, landscape them and carry out an education campaign to deter future dumping. Minor capital works in the area complemented the educational component.

The council developed its project in an attempt to keep sites clean long after the campaign had finished. A second part of the project focused on a reserve that experienced persistent dumping. It used landscaping works, including new plants for garden beds, to improve the aesthetics of the area and detract dumpers. The new plants were selected to make it difficult to hide bags and other dumped rubbish, as was previously the case. Plants were widely dispersed so that the garden is more open to deter other anti-social behaviours. The council also built a retaining wall to stop bins being dragged through, presented and stored in the garden area.

Woollahra Municipal Council attributes the success of its project to a multidisciplinary team of council staff, including team members from communications, waste section, compliance, outdoor works and management, who collaborated and brought together areas of the project according to their expertise. A broader, more strategic prevention program can bring in representation from much wider sections of council asking for comments on program design, use and evaluation. The project is also a good example of community participation where the council values the community as a partner.

#### Outcome

The enhancement of the Oswald Street Reserve has provided the most positive results in improved environment. Dumps in this area have decreased and been maintained over a five-month period.

## Fences and locked gates

Many councils used illegal dumping clean up and deterrence grants of 2002-2004 to install fences and locked gates.

Some councils indicated that new gates and locks were vandalised almost immediately after installation. Locks were tampered with or gates and fences broken down. For some dumpers, locked gates “just seem to be an invitation to become a vandal as well”. Often there was no real alternative to fences and gates and so many councils need to consider vandalism in project planning as either programmed maintenance scheduled for a period of time or as the additional cost of vandal-resistant materials.

At a number of sites vandal-resistant locks, locking bollards and almost indestructible fence materials have been carefully selected.

## Concrete blocks

A number of councils reported using concrete blocks to barricade entry to a site. This was described as a ‘relatively cheap, inexpensive and effective option’. For many residents though the blocks are unsightly, do not fit in with the natural environment and may incur complaints to council. Some sites had experienced graffiti soon after installing the blocks.



## Indestructible fencing materials

Tharawal Local Aboriginal Land Council (LALC) and DECC Parks and Wildlife Division used almost indestructible fence materials at a remote site in Wedderburn to prevent 4WD and commercial vehicles dumping materials. The adjoining landholder (industry) donated railway track and steel rope, which was used to erect a 500-metre fence line.

### Outcome

The fence has remained intact and unauthorised vehicles have been kept out.



## Fences to protect rural hotspots

Maitland City Council selected a rural style fence to restrict vehicle access at some rural sites.

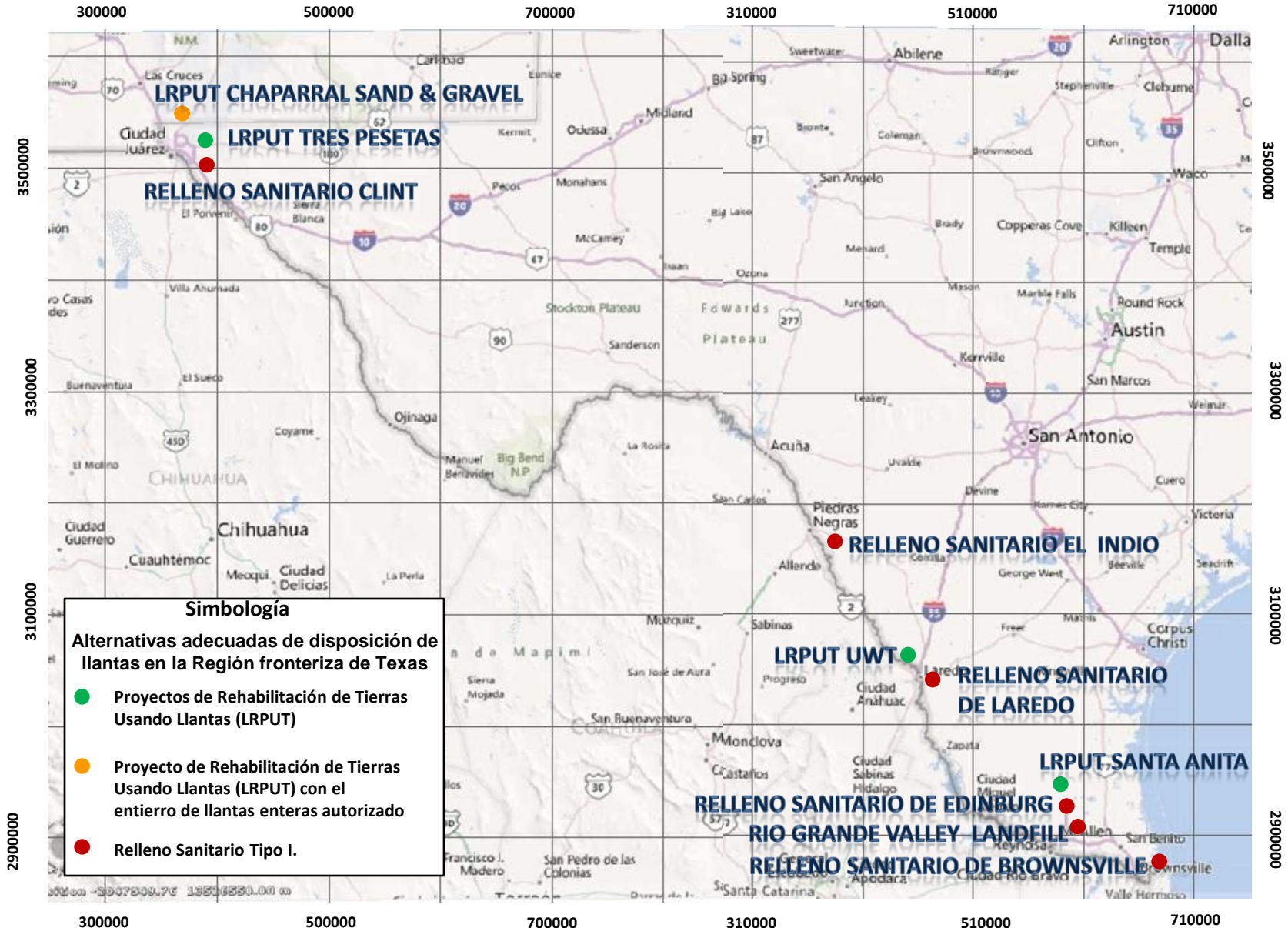
### Outcome

It helped reduce illegal dumping on the sites and restricted access to a small stockpile area for local road reconstruction works. Four of the five fenced sites continued to show little signs of illegal dumping activity 12 months after the project.

# ANEXO 6

## Mapa de alternativas de disposición de llantas identificadas en Texas





**Simbología**

**Alternativas adecuadas de disposición de llantas en la Región fronteriza de Texas**

- Proyectos de Rehabilitación de Tierras Usando Llantas (LRPUT)
- Proyecto de Rehabilitación de Tierras Usando Llantas (LRPUT) con el entierro de llantas enteras autorizado
- Relleno Sanitario Tipo I.

**Nota:** Los sitios están coloreados de acuerdo al desempeño social y/o ambiental, siendo el verde el más recomendado y el rojo la alternativa menos recomendada. A pesar de que todas están consideradas como alternativas adecuadas por este estudio.

# ANEXO 7

## Mapa de alternativas de disposición de llantas identificadas en el lado mexicano de la Región Fronteriza Texas- México





