



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS DE  
LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

T E S I S

PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:  
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A N:  
CEÑAL RUIZ BERNARDO  
KORB REACHY DIETRICH PAUL



DIRECTORA DE TESIS:  
M. en I. ALBA BEATRIZ VÁZQUEZ GONZÁLEZ

Ciudad de México, 2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Agradecimientos

En primer lugar queremos dar las gracias a nuestros papás y hermanos que fueron aquellas personas que en todo momento se mantuvieron al tanto de nuestro desarrollo universitario, preocupándose y apoyándonos en todo tipo de decisiones que fuimos tomando durante el camino de esta carrera profesional.

A todos nuestros profesores, pues con todo su conocimiento y dedicación nos encaminaron a la conclusión de estos estudios con el enfoque de hacer a los mejores profesionales fuera de las aulas.

A nuestros amigos, que con todo su apoyo, ayudas, alegrías y compañía, hicieron que esta gran experiencia de vida tuviera momentos más alegres todos los días.

Por último, el uno al otro, porque sin este gran equipo de trabajo que formamos, nada de esto hubiera resultado.

¡GRACIAS!.

ÍNDICE.

Introducción.....	8
I. Los residuos sólidos en México.....	11
I.1. Generalidades.....	11
I.2. Clasificación.....	13
I.2.1. Residuos sólidos urbanos.....	13
I.2.2. Residuos de manejo especial.....	15
I.2.3. Residuos peligrosos.....	18
I.3. Legislación de los residuos.....	19
I.4. Situación nacional.....	21
I.5. Situación internacional.....	23
II. Desarrollo económico de la industria de la construcción y sus residuos.....	27
II.1. Situación histórica.....	28
II.2. Situación actual de la industria de la construcción y demolición.....	30
II.2.1. Situación actual de las empresas de la construcción.....	36
III. Situación actual de la industria de la construcción en la gestión de sus residuos.....	37
III.1. Normatividad en México.....	37
III.2. Valor de los residuos de la construcción y demolición.....	39
III.3. Cantidad de residuos de construcción y demolición.....	39
III.4. Materia prima contenida en los residuos de construcción y demolición.....	40
III.4.1. Volúmenes de residuos.....	42
III.5. Manejo y gestión de los residuos de construcción y demolición.....	44
III.6. Plantas de reciclaje de residuos de la construcción y demolición.....	47

---

III.7. Gestión de residuos en situaciones de desastres.....	51
IV. Análisis de la problemática de los residuos de la construcción y demolición.....	55
IV.1. Impacto ambiental.....	55
IV.2. Problemas de gestión.....	58
IV.2.1. Valorización económica.....	59
IV.2.2. Traslado y transporte de los residuos.....	61
IV.2.3. Disposición final.....	62
V. Alternativas de manejo integral de los residuos de construcción y demolición.....	65
V.1. Ciclo de vida de los residuos de la construcción y demolición.....	66
V.2. Identificación e indicadores de los residuos.....	68
V.2.1. Generación y minimización de los residuos.....	69
V.2.2. Separación de los residuos de obra.....	71
V.2.3. Acopio y transporte.....	72
V.2.4. Reúso y reciclaje.....	73
V.2.5. Sitios destinados a la disposición final.....	75
V.3. Deconstrucción.....	77
VI. Conclusiones y recomendaciones. ....	82
VI.1. Conclusiones.....	82
VI.2. Recomendaciones.....	84
Referencias.....	87

ÍNDICE DE TABLAS.

## Capítulo I

- Tabla 1.1. Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos.....12
- Tabla 1.2. Cantidades de residuos generadas a partir de distintas actividades y número de unidades.....14
- Tabla 1.3. Indicadores de actividades generadoras de residuos.....16
- Tabla 1.4. Cantidades de materiales de construcción usadas anualmente.....18
- Tabla 1.5. Normatividad de SEMARNAT.....20
- Tabla 1.6. Generación de residuos diario por habitante y totales.....25

## Capítulo III

- Tabla 3.1. Materiales que componen los residuos de la construcción y demolición.....41
- Tabla 3.2. Grupos de materiales que componen los residuos de la construcción y demolición.....43
- Tabla 3.3. Regularización de acciones a través de instituciones encargadas.....53

## Capítulo V

- Tabla 5.1. Aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición.....80

ÍNDICE DE FIGURAS.

Capítulo I

- Figura 1.1. Mapa mundial de generación de residuos por país. Mientras más intenso sea el color rojo, mayor número de residuos genera. Fuente [www. geografíainfinita.com](http://www.geografiainfinita.com).....24

Capítulo II

- Figura 2.1. Variación anual en el sector construcción. Publicada por BBVA Bancomer...31
- Figura 2.2. Gráfica donde se muestra la modificación a la baja de Índice Habita. Publicada por BMV.....33

Capítulo III

- Figura 3.1. Esquema de desarrollo jurídico. Elaboración propia.....38
- Figura 3.2. Figura de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción en la cual se muestra la generación de residuos de la construcción y demolición. Elaboración propia...45
- Figura 3.3. Esquema para el desarrollo de la gestión de residuos tras situaciones de desastre. Elaboración propia.....54

Capítulo V

- Figura 5.1. Gestión de los residuos de excavación. Elaboración propia.....67
- Figura 5.2. Gestión de los residuos de concreto. Elaboración propia.....67
- Figura 5.3. Gestión de los escombros. Elaboración propia.....68
- Figura 5.4. Estrategias de crecimiento para el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición. Elaboración propia.....69

## INTRODUCCIÓN.

Uno de los mayores retos a nivel mundial siempre ha sido la generación de un mundo sustentable. Sustentabilidad hace referencia a la administración racional y eficiente de los recursos ambientales y naturales, generando bienestar a la población actual y cuidando la estabilidad para las generaciones futuras. Para poder hacer eficiente la sustentabilidad es necesario realizar una buena y adecuada gestión de residuos, haciendo que los que se generen, tengan un máximo aprovechamiento, enviando la menor parte a destinos finales donde no tienen ningún tipo de uso.

Se ha demostrado que en México la generación de residuos representa uno de los mayores problemas tanto en la parte de sustentabilidad ambiental, como en la económica y social. En nuestro país se generan al día más de 30,000 toneladas de residuos provenientes de la industria de la construcción y demolición, de los cuales, el porcentaje que es aprovechado, es prácticamente nulo. El ramo de los residuos se compone de una gran cantidad de materiales, lo que hace complicado la separación de los mismos, provocando un desinterés social en la reutilización de estos.

La sustentabilidad en la industria de la construcción y demolición soporta en el desarrollo de la vida útil y reúso de los materiales, ya que a partir de ellos podemos desacelerar la pérdida de materia prima destinada a estas actividades. La “demolición selectiva” o “desconstrucción” debe ser el medio para minimizar la generación de residuos, aprovechando los máximo de elementos que persiste su vida útil.

En México, cada día se trabaja con mayor fuerza y certeza para poder hacer que el reciclaje y la reutilización de los residuos crezca de manera exponencial para que las generaciones futuras tengan una mejor calidad de vida en cuanto a los recursos naturales que nuestro país brinda, además de dejar a un lado la gran afectación al ambiente que se produce día con día, no solo contaminando, si no también explotando las reservas de las que subsistimos. La creación de leyes y normas, además de diferentes iniciativas, hacen que el reciclaje y reutilización vaya por un muy buen camino, creando una cultura social y económica para la mejora y eficiencia de distintos proyectos.

Por la poca y lenta experiencia que tenemos en nuestro país en la cuestión de residuos, principalmente en los de construcción y demolición, es de suma importancia la implementación de nuevas actividades donde se demuestre que el aprovechamiento de este tipo de materiales es esencial para los procedimientos constructivos del futuro. Para poder lograr esta situación, es importante que podamos cambiar la manera de ver estos residuos como “basura” y considerarlos

como material aprovechable, como nuevos insumos, los cuales tienen cualidades para que puedan ser utilizados y reincorporados en nuevas construcciones, garantizando sustentabilidad, eficiencia y seguridad en las mismas.

Observando las necesidades básicas que muestra nuestro país en cuestión de residuos, es importante que sepamos el desarrollo que se muestra desde la creación del residuo hasta su disposición final, por lo que la investigación busca demostrar desde un inicio como es el comportamiento de estos procesos. El proyecto estructurado mostrará las partes por las que se componen los procesos residuales, desde el diagnóstico de la industria de la construcción en la gestión de residuos, hasta las alternativas de recuperación que se pueden implementar en los distintos proyectos de construcción, dando un vistazo a las situaciones en países desarrollados y algunos en desarrollo, pudiendo tomar novedosas y funcionales ideas para el mejoramiento en México.

Tras el desarrollo de la información plasmada en el texto, se buscará la explicación y generación de recomendaciones para una buena gestión y tratamiento de los residuos de la construcción y demolición, las cuales se cree que deberían ser expuestas en la industria de la construcción buscando un mayor ahorro económico, social y ambiental de la materia prima utilizada para la creación de nuevas obras civiles, las cuales son necesarias para el ser humano y busquen tener armonía con el medio ambiente creando edificaciones y obras sustentables.

En el Capítulo I “Los residuos sólidos en México” se podrá encontrar un enfoque globalizado sobre todos los residuos que se presentan en México, como están clasificados y como se debe llevar a cabo la gestión de los mismos; además de tener una visión mundial sobre la generación de los mismos.

En el Capítulo II “Desarrollo económico de la industria de la construcción y sus residuos” se presenta la situación que existe actualmente en términos económicos basados en las actividades que refieren a la rama de la construcción.

En el Capítulo III “Situación actual de la industria de la construcción en la gestión de sus residuos” podemos ver qué tipo de residuos se generan tras las actividades de construcción y demolición, como se deben y pueden aprovechar, además de aprender a identificarlos dependiendo sus características y usos.

En el Capítulo IV “Análisis de la problemática de los residuos de la construcción y demolición” se muestran los principales problemas que se crean a través de la generación de los residuos de la construcción y el porqué de estos problemas en la sociedad actual.

En el Capítulo V “Alternativas de manejo integral de los residuos de construcción y demolición” se exponen algunas de las actividades convenientes para que estos residuos puedan ser aprovechados de la manera más eficiente. Se encuentran distintos puntos que resultan importantes para el correcto manejo de los residuos.

En el Capítulo VI “Conclusiones y recomendaciones” se dará una visión global sobre toda la información obtenida a lo largo del estudio para llegar a una opinión final a través de la cual daremos distintas recomendaciones las cuales sería prudente seguir para poder mitigar el impacto ambiental por residuos de la construcción.

## I. LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN MÉXICO.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, define los residuos como “los materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentran en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso y que se contiene en recipientes o depósitos; pueden ser susceptibles de ser valorizados o requieren sujetarse a tratamiento o disposición final conforme lo dispuesto en la citada ley”.

La gran diversidad y combinaciones de los residuos sólidos dificulta de sobre manera el establecimiento de criterios de clasificación y de manejo de los mismos. En La Ley General para la Prevención y Gestión Integral se establece una clasificación para que los residuos puedan ser catalogados a partir de sus características. Esta clasificación es la que regula a nivel nacional cualquier tipo de residuo y a partir de su separación se establecen los procedimientos de gestión adecuados. Por la importancia que estos representan, el correcto cumplimiento de la ley citada es primordial dentro de nuestra población, ya que el aprovechamiento que se les puede dar puede impactar positivamente el desarrollo social y económico en México.

### I.1. Generalidades.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en colaboración con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, exponen en el documento “Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos 2012” que el 79% de los residuos se generan en las ciudades, y de ellos el 47% provienen de grandes centros urbanos, 35% de centros urbanos medianos y 18% de centros urbanos pequeños, siendo estos últimos los más afectados por la falta de infraestructura y servicios necesarios para su correcta atención. Hablando de residuos podemos encontrar cifras catastróficas que están repuntando conforme el tiempo avanza, por lo que es importante poder generar alternativas de solución a este gran problema ambiental y social que se tiene actualmente.

La generación de los residuos se ha ido incrementando durante las últimas décadas debido a los cambios en el patrón de consumo, la cantidad de residuos generados además se ha incrementado por el crecimiento poblacional y si esta tendencia se mantiene, antes de diez años el índice de generación per cápita habrá incrementado a más de 1 kg/hab-día y el volumen de residuos superará 45 millones de toneladas anuales. Esta tendencia se puede ver en la Tabla 1.1.

**Tabla 1.1. Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos.**

<b>AÑO</b>	<b>Miles de habitantes</b>	<b>Generación [kg/hab-día]</b>	<b>Toneladas diarias</b>	<b>Miles de toneladas anuales</b>
<b>2005</b>	106,452	0.91	96,900	35,370
<b>2010</b>	111,614	0.96	107,100	39,100
<b>2015</b>	116,345	1.01	117,500	42,890
<b>2020</b>	120,639	1.06	128,000	46,700

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales *Residuos*. México, 2011.

El manejo de los residuos sólidos, involucra la generación y flujo de residuos, métodos de recolección, transporte, transferencia, sistemas de separación, valorización, aprovechamiento y disposición final, de los que se pueden obtener distintos tipos de beneficios a partir de estos materiales residuales, influyendo distintas áreas, tales como ambientales, sociales y económicas.

En nuestro país la opción más recurrida de la disposición de residuos es el relleno sanitario, ya que su relación beneficio-costos es la alternativa más flexible para este tipo de productos pues el valor económico termina siendo el que se le da más importancia en los procesos de gestión.

A pesar de que México no es un país con el auge de los métodos de reutilización y reciclaje, puede demostrarse que poco a poco se avanza en este tipo de sistemas en la búsqueda de sustentabilidad tan ansiada. La reutilización y el reciclaje no solo reducen los volúmenes para la disposición final aumentando la vida útil de los rellenos sanitarios, si no, además, se busca un mejor aprovechamiento para generar un menor desperdicio y dar continuidad a los ciclos de vida de los materiales que se consideran inservibles.

Es de suma importancia recalcar que la tendencia debe ser reciclar la gran mayoría de residuos posibles y poco a poco ir disminuyendo los materiales destinados a disposición final.

No siempre se deben generar los mismos procedimientos para la reutilización y reúso de materiales, ya que cada uno de los residuos se debe evaluar por sus características físicas y químicas pues esto crea variaciones en las cualidades de los productos. Para poder desarrollar de manera correcta este tipo de selección, en nuestro país se ha sugerido una clasificación que otorga cierto grado de manejo para la recolección, gestión y reciclaje o disposición final de los residuos generados.

## I.2. Clasificación.

A partir de las características y orígenes que cada uno de los residuos presenta, estos se clasifican en 3 grandes grupos: residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.

### I.2.1. Residuos sólidos urbanos.

Los residuos sólidos urbanos son aquellos que se generan en las casas o lugares destinados a la vivienda de personas, como resultado del uso de los materiales que se requieren en las actividades domésticas. También son considerados aquellos que provienen de establecimientos o de la vía pública, además de aquellos que provienen de la limpieza de vías o lugares públicos con características parecidas a las domésticas.

La gestión de este tipo de residuos recae directamente en las autoridades municipales y delegacionales, haciendo sectores de recolección y brindando el destino más adecuado para todo este volumen generado.

De acuerdo con datos publicados en “Diagnostico Básico para la Gestión Integral de los Residuos 2012”, publicado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales se determinó un peso volumétrico de 153.12 kg/m<sup>3</sup> para este tipo de residuos, mostrando que las tasas de crecimiento de la generación de residuos se encontraron dentro de las líneas estimadas en los últimos años, sabiendo que el aumento de residuos está en crecimiento exponencial lo que no nos permite saber que esta tendencia seguirá cumpliéndose.

Los residuos sólidos urbanos se engloban dentro de 3 grupos generales, lo cuales están compuesto por distintos materiales que se muestran a continuación:

- Susceptibles de aprovechamiento (40%): Son los residuos que su reúso o reciclaje necesitan menos procedimientos para ser aprovechados. Dentro de este grupo se encuentran materiales como: cartón, papel, material ferroso, material no ferroso, plástico rígido y de película, envase de cartón encerado, fibras sintéticas, hule, latas, vidrios, etc.
- Orgánicos (38%): Aquellos materiales que son procedentes directamente de la naturaleza y que no tienen ningún tipo de procedimientos para su reúso o reciclaje. Algunos son: cuero, fibra vegetal, huesos, alimentos, madera, etc.

- Otros (22%): En este grupo se encuentran los residuos que tienen más dificultades de tratamiento y que su aprovechamiento no es directo. Se realizan con materiales más desarrollados y tienen una mayor complejidad. Se pueden presentar residuos, como: pañales, algodón, trapos, etc.

El Tabla 1.2. muestra la cantidad de residuos generados en diversas actividades, mostrando los porcentajes que representan cada una de ellas. También se puede ver los valores de residuos que se pueden procesar en distintos puntos de los procesos de la gestión de residuos.

**Tabla 1.2. Generación de residuos en distintas actividades y número de unidades.**

ACTIVIDAD	Cantidad	Unidad	Porcentaje [%]
<b>GENERACIÓN</b>	102,894.96	t/día	100
<b>RECOLECCIÓN DE RSU</b>	86,356.92	t/día	83.93
<b>RECOLECCIÓN MIXTA</b>	76,984.68	t/día	74.82
<b>RECOLECCIÓN SELECTIVA</b>	9,372.24	t/día	9.11
<b>ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA</b>	86.00	Unidades	NA
<b>TRATAMIENTO</b>	98.00	Plantas de composta	NA
<b>PEPENA EN RECOLECCIÓN</b>	3,823.00	t/día	3.71
<b>PEPENA EN TIRADERO A CIELO ABIERTO</b>	370.05	t/día	0.36
<b>ACOPIO INDUSTRIAL</b>	4,366.00	t/día	4.24
<b>PLANTAS DE SELECCIÓN</b>	17	Unidades	NA
<b>PLANTAS DE SELECCIÓN</b>	1,346.00	t/día	1.31
<b>RECICLAJE</b>	9,904.03	t/día	9.63
<b>DISPOSICIÓN EN RELLENO SANITARIO</b>	62,287.67	t/día	60.54
<b>DISPOSICIÓN EN TIRADERO A CIELO ABIERTO</b>	195.13	t/día	15.93
<b>DISPOSICIÓN DESCONOCIDA</b>	2.132.73	t/día	2.07
<b>NÚMERO DE HABITANTES SERVIDOS POR CAMIÓN</b>	7.855.00	Habitantes	NA
<b>CAMIONES CON COMPACTADOR</b>	4.864.00	Unidades	34.01
<b>CAMIONES CON CAJA ABIERTA</b>	8,829.00	Unidades	61.74
<b>CAMIONES DE OTRO TIPO</b>	608.00	Unidades	4.25

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales *Residuos*. México, 2011.

Cabe destacar que una de las principales actividades para la recolección de este tipo de residuos es la pepena, donde un gran volumen es obtenido y es enviado a destinos finales o plantas de reciclaje.

### I.2.2. Residuos de manejo especial.

Este tipo de residuos son los que se generan en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos y tampoco para clasificarse como residuos sólidos urbanos. También se consideran aquellos que son producidos en grandes generadores (más de 10 toneladas al año) de residuos sólidos urbanos.

Estos residuos están manejados por las autoridades estatales, ya que por el tipo de volúmenes que se manejan y las características que presenta, es importante un adecuado orden y desarrollo para su gestión.

Una rama importante de este tipo de residuos son los materiales que están destinados para el uso agrícola, avícola, ganadero o pesquero, pues este tipo de residuos, que en su mayoría son plásticos, no deben disponerse directamente a un depósito final sino que deben de recibir un pequeño tratamiento o aunque sea algún tipo de desinfección para poder ser destinados a su lugar final.

Existen productos de origen urbano que también son incluidos en esta clasificación pues pueden contener diversas sustancias químicas que no pueden disponerse sin tratamiento previo en el ambiente, ya que afectaría de manera importante el lugar al cual son destinados.

La Tabla 1.3 muestra cómo es que se desarrollan algunas actividades con respecto a la cantidad de residuos que producen.

**Tabla 1.3: Indicadores de actividades generadoras de residuos.**

<b>RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL</b>	<b>Generación promedio [milT/año]</b>	<b>Aprovechamiento anual [%]</b>	<b>Disposición final [%]</b>	<b>Fuente</b>
<b>AGROPLÁSTICOS</b>	313.13	ND	ND	SEMARNAT
<b>EXCRETAS</b>	66,708.27	ND	ND	INEGI REDALYC SAGARPA UNAM
<b>PESCA</b>	799.02	3.67	ND	DGSPYRNR SAGARPA
<b>RESIDUOS DE AEROPUERTO</b>	8.04	32.30	67.43	AICM
<b>LODOS PTAR</b>	232.00	ND	100	CONAGUA
<b>TIENDAS AUTOSERVICIO</b>	407.19	67.97	32.03	Wal-Mart MX
<b>CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN</b>	6,111.09	ND	ND	SEMARNAT
<b>ELECTRÓNICOS</b>	21.66	ND	ND	SEMARNAT
<b>VEHÍCULOS</b>	805,202.50	ND	ND	SEMARNAT
<b>LLANTAS</b>	1,011.03	ND	ND	COCEF-BECC SEMAM SMADF
<b>VIDRIO</b>	1,142.57	ND	ND	Vitro SEMARNAT
<b>PILAS</b>	33.98	3.13	ND	AMEXPILAS INEGI
<b>PAPEL Y CARTÓN</b>	6,819.83	48.59	11	CNICP
<b>RESIDUOS DE HOTELES</b>	276.22	1.49	98.51	GTZ SECTUR

 Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales *Residuos*. México, 2011.

Muchos de los residuos de manejo especial pueden ser utilizados para la obtención de biogás, útil para la industria, así como subproductos líquidos y semisólidos que son utilizados nuevamente en procesos como agricultura, pesca, ganadería, etc.

Es importante recalcar que, aunque no sea totalmente fácil de percibir, los medios de transporte generan una alta cantidad de residuos de manejo especial, desde la generación de subproductos relativos al funcionamiento de motores hasta los residuos que se pueden generar en estaciones a paradas de los vehículos. Sin duda alguna, cualquier tipo de medio de transporte genera residuos que por su variada composición química y volumen, se consideran dentro de esta clasificación.

Un componente fundamental de esta clasificación de residuos son los lodos procedentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales, pues al ser materia orgánica compuesta por microorganismos encargados de la limpieza de los residuos con los que cuenta el caudal de agua que llega a estas plantas, se le debe dar un tratamiento apropiado, para su envío directo a los rellenos sanitarios con un procedimiento previo de llegada a su destino final.

De acuerdo con distintos estudios realizados por la Secretaría de Medios Ambiente y Recursos Naturales, los residuos de construcción y demolición representan el 17.5% de los residuos de manejo especial. La principal problemática que presentan estos residuos es la disposición final incorrecta y la falta de aprovechamiento en obras nuevas o remodelaciones. En promedio, se generan al día 16,438 toneladas de residuos de la construcción, lo que da al año más de 6.1 millones de toneladas solamente en nuestro país. Algunos materiales que componen esta clasificación se muestra en la Tabla 1.4.

**Tabla 1.4. Cantidades de materiales de construcción usadas anualmente.**

<b>PRODUCTO</b>	<b>Generación promedio anual [miles toneladas]</b>	<b>Porcentaje [%]</b>
<b>MATERIAL PARA TRABAJO EN SUELOS</b>	2,637.55	43.16
<b>CONCRETO</b>	1,489.88	24.38
<b>BLOCK</b>	1,425.72	23.33
<b>TABLAROCA YESO</b>	247.5	4.05
<b>MADERA</b>	92.89	1.52
<b>CERÁMICA</b>	51.94	0.85
<b>PLÁSTICO</b>	44	0.72
<b>PIEDRA</b>	37.89	0.62
<b>PAPEL</b>	29.94	0.49
<b>VARILLA</b>	29.33	0.48
<b>ASFALTO</b>	15.28	0.25
<b>LÁMINA</b>	5.5	0.09
<b>OTROS</b>	3.67	0.06

Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. *Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición*. México, 2014.

### I.2.3. Residuos peligrosos.

La gran cantidad de sustancias y materiales químicos que se han generado en la actualidad han ayudado mucho al desarrollo y al incremento en el nivel de vida de la humanidad, pero es importante establecer que en la parte ambiental y de salud han afectado de manera importante. Este tipo de residuos, que son obtenidos a partir de la generación de procesos, puede implicar un riesgo a la salud y hasta la vida de las personas por lo que es importante que los procesos de tratamiento, reúso y destino, reutilización o destinación de ellos se hagan de manera muy cuidadosa para reducir el riesgo ambiental y a la salud.

Estos residuos se identifican con el simple hecho de presentar una de las características CRETIB (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, y biológico-infeccioso), así como el material o suelo que haya sido contaminado.

Por la peligrosidad que estos residuos presentan, el gobierno federal es el encargado de realizar su gestión, por lo que sin su autorización o revisión, es imposible realizar el manejo de este tipo de agentes.

En México existen 68,733 generadores de residuos peligrosos, de los cuales el 8.4% se consideran grandes generadores, un 36% están registrados como pequeños generadores mientras que un 55.6% son llamados micro generadores, según el Inventario Nacional de Generadores de Residuos Peligrosos. A partir de los datos expuestos, es fundamental que se realice una gestión definida por el tipo de generadores en función del porcentaje de contribución en la generación de este tipo de residuos.

En este ramo se observa que los residuos peligroso más generados son los sólidos peligrosos con un 46%, seguidos por los aceites gastados con un 21%, lodos con un 8% y los residuos biológicos infecciosos con un 7.6%.

A pesar de que este tipo de residuos pueden llegar a tener un fuerte impacto negativo al contacto con los seres vivos, esto no implica que no sean materiales aprovechables, mostrándonos que el 44% del total de los residuos peligrosos reciben reciclaje para volver a ser utilizados.

### I.3. Legislación de los residuos.

La legislación que regula la generación, la gestión y los sitios de disposición final es expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, repartida en 15 normas que abarcan términos que van desde la manera de clasificación hasta los parámetros que se deben seguir para que los residuos hagan el menor daño posible. Algunas normas expedidas cuentan con el apoyo de elaboración de la Secretaría de Desarrollo Social.

En 1993 se expiden por primera vez en nuestro país normas relacionadas con la gestión de estos productos pues se inició una tendencia mundial en el cuidado del medio ambiente. Estas normas fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación expedidas por la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, para aplicarse a partir de su publicación.

Las normas que regulan todo lo relacionado con los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos son las que se muestran en la Tabla 1.5.

**Tabla 1.5. Normatividad de SEMARNAT.**

NOMBRE	CONTENIDO
<b>NOM-161-SEMARNAT-2011</b>	Establece los criterios para clasificar a los residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
<b>NOM-159-SEMARNAT-2011</b>	Establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre.
<b>NOM-157-SEMARNAT-2009</b>	Establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.
<b>NOM-052-SEMARNAT-2005</b>	Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
<b>NOM-055-SEMARNAT-2003</b>	Establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados.
<b>NOM-045-SEMARNAT-2003</b>	Confinamiento de residuos en cavidades construidas por disolución en domos salinos geológicamente estables.
<b>NOM-083-SEMARNAT-2003</b>	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.
<b>NOM-141-SEMARNAT-2003</b>	Establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales.
<b>NOM-098-SEMARNAT-2002</b>	Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes. Secretaría de Medio Ambiente y

	Recursos Naturales.
<b>NOM-133-SEMARNAT-2000</b>	Protección ambiental-bifenilos policlorados (BPC's)-Especificaciones de manejo.
<b>NOM-058-SEMARNAT-1993</b>	Establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos
<b>NOM-057-SEMARNAT-1993</b>	Establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
<b>NOM-056-SEMARNAT-1993</b>	Establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
<b>NOM-054-SEMARNAT-1993</b>	Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana.
<b>NOM-053-SEMARNAT-1993</b>	Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Fuente: Elaborada por los autores a partir de las Normas publicadas por la SEMARNAT en el Diario Oficial de la Federación.

Estas normas son las encargadas de regular a nivel nacional todas las acciones que se deben desarrollar con y para los residuos. Independientemente de estas normas federales en cada estado pueden existir normas de regulación estatales para dar mayor flexibilidad y adaptar a cada una de las condiciones que se presentan en los distintos sitios a través de la República.

La SEMARNAT es la encargada de vigilar y de resguardar el cumplimiento directo de esta normatividad, la cual llega a presentar penalización en caso de que existan violaciones de las mismas, auxiliada en todo momento por el Gobierno Federal.

#### I.4. Situación nacional.

La producción de residuos en México demuestra que es uno de los líderes en generación de desechos sólidos, ya que se obtienen más de 37.5 millones de toneladas por año de residuos sólidos urbanos, alrededor de 34 millones de toneladas al año de residuos de manejo especial incluyendo

805,000 vehículos en final de su vida útil y 1.9 millones de toneladas de residuos peligrosos cada año, todos estos con un índice de reutilización, reciclaje y aprovechamiento muy bajo.

Para la planeación de la infraestructura en la gestión de residuos, en México, se utilizan tres indicadores que son los encargados de dimensionar las obras y/o medios de transporte para que la gestión de estos sea la correcta. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, nos indica en el documento “Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos 2012” que los tres indicadores de los residuos son: la generación per cápita, el peso volumétrico y la composición. Estos valores muestran que a lo largo de nuestro territorio se generan 1.01 kg de residuo por persona cada día además de demostrar que el peso volumétrico promedio es de 152.12 kg/m<sup>3</sup>, aunque este puede variar con los años, pues los desechos van cambiando su composición dependiendo totalmente de las tendencias de materiales que se tengan en ese momento.

Hablando específicamente de los residuos sólidos urbanos, se demuestra que el Estado de México, el D.F. y Jalisco, son los tres estados con las generaciones más grandes, ocupando entre ellos tres un poco más del 33% de residuos de este tipo, mientras que Campeche, Colima y Nayarit, son los estados con menor tasa de generación de residuos sólidos urbanos. Estos residuos tienen una cobertura nacional promedio de recolección de 89.93% y en más de 5 estados se llegan a encontrar niveles de hasta 100% de las cuales solo en 13 entidades federativas se realiza la llamada “recolección selectiva”.

La disposición final de los residuos siempre es un tema que no se encuentra validado con total certeza, de acuerdo a lo visto, solo Baja California, Aguascalientes y D.F. envían un 100% de residuos a rellenos sanitarios, mientras que Oaxaca, Michoacán y Tabasco reportan menos del 55% de residuos a rellenos sanitarios o plantas de reciclaje.

A nivel nacional existen más de 400 mil hectáreas destinadas al uso agrícola, lo que hace que la generación de este tipo de residuos aumente de una manera muy violenta, con una generación de más de 313 mil toneladas en un año de residuos agroplásticos. En este mismo capítulo se muestran más valores producidos en México de residuos que se encuentran dentro de este ramo.

La eliminación de desechos es urgente, pero también es importante resaltar que para poder desarrollar este tipo de actividades se generan emisiones de CH<sub>4</sub>, lo que en nuestro país representa un alto porcentaje de la generación total pues un 13.3% de estas emisiones (7938.9Gg) es generado por la descomposición de residuos sólidos, observando que por lo anterior, debería aumentarse la

tasa de aprovechamiento y reciclaje y reducir la cantidad de residuos que se envían a disposición final.

El hecho de que México cuente con una legislación, una política, un programa nacional y diversos programas estatales y municipales, que abordan simultáneamente la prevención y gestión integral del total de residuos sólidos que se generan en el país, hace que se pueda llegar a ver un poco escaso en temas de actualización de datos sobre los residuos sólidos, por eso es considerable que se deba implementar una integración y actualización periódica de diagnóstico como medida obligatoria para la gestión de los residuos.

#### I.5. Situación internacional.

Se estima que para el año 2025 se produzca el doble de basura que se produce en este momento a nivel mundial, lo que es una cuestión de alerta por cuestiones que engloban desde temas de salubridad hasta cuestiones de acomodo y exceso en los depósitos finales de estos residuos. Se estima que actualmente se producen 3.5 millones de toneladas por día y que este valor lleva tal crecimiento que para el año 2025 se estarán produciendo alrededor de 6 millones de toneladas por día.

En el siglo XX, con los periodos de urbanización y el crecimiento de la población la producción de residuos creció 10 veces. Esto puede apreciarse particularmente en que podemos ver que en países primermundistas como Estados Unidos de América, Japón, Alemania y otros en los que una persona promedio produce el equivalente en su peso corporal de basura en un mes, haciendo que la gestión de residuos requiera uno de los mayores presupuestos dentro de estos países. Observando un mapa mundial, como se muestra la Figura 1.1, podemos ver que mientras más desarrollado se encuentre el país las tasas de generación de basura aumentan considerablemente con respecto a los países menos desarrollados en pobreza.

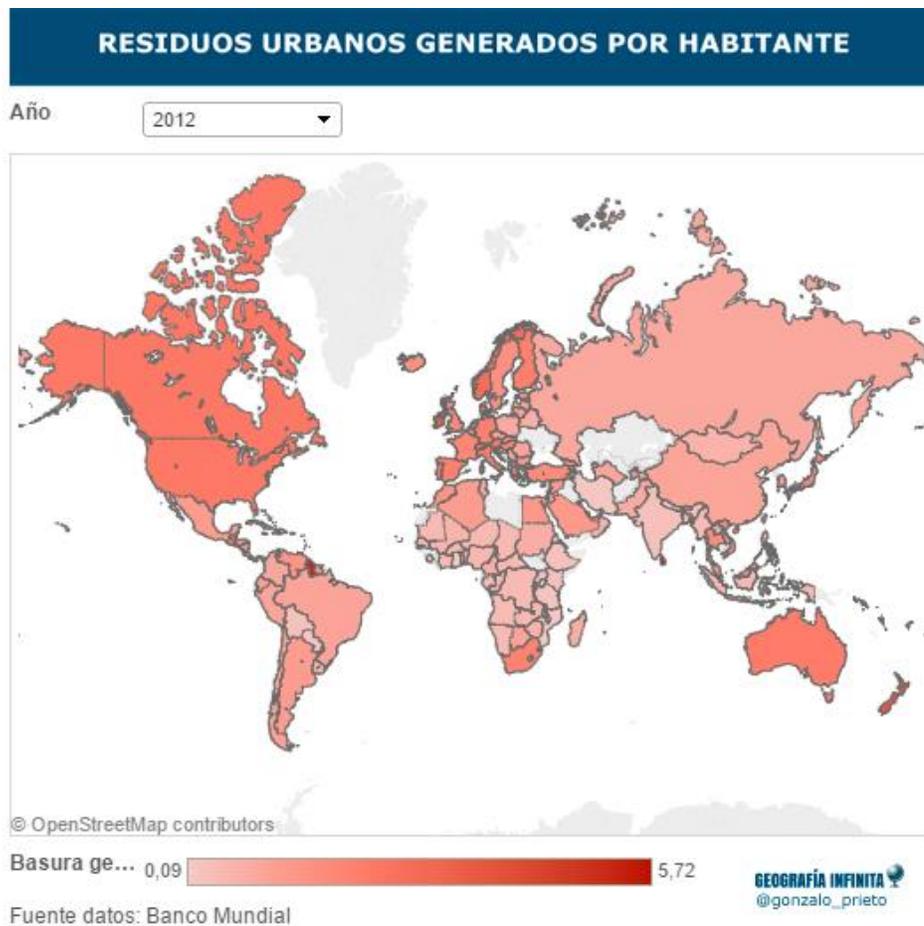


Figura 1.1. Mapa mundial de generación de residuos por país. Mientras más intenso sea el color rojo, mayor número de residuos genera. Fuente [www. geografiainfinita.com](http://www.geografiainfinita.com).

En los primeros puestos de la clasificación a nivel mundial en la generación de residuos sólidos por persona se encuentran Kuwait y varios de los países del Caribe siendo los mayores generadores Antigua y Barbuda y Barbados, además de Guayana y Siri Lanka así como Nueva Zelanda. Por otro lado, los países con las menores generaciones son: Ghana, Nepal, Uruguay, Mozambique e Irán. La Tabla 1.6 muestra la generación por habitante y generación total por día.

**Tabla 1.6. Generación de residuos diario por habitante y totales.**

<b>PAÍS</b>	<b>Basura generada [kg/hab/día]</b>	<b>Basura total [ton/día]</b>
<b>KUWAIT</b>	5.72	15,342
<b>ANTIGUA Y BARBUDA</b>	5.50	137
<b>GUAYANA</b>	5.33	1,151
<b>SIRI LANKA</b>	5.10	15,068
<b>BARBADOS</b>	4.75	438
<b>NUEVA ZELANDA</b>	3.68	13,293
<b>ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA</b>	2.3	701,709
<b>ALEMANIA</b>	2.11	127,816
<b>ESPAÑA</b>	2.13	72,137
<b>SUDÁFRICA</b>	2	53,425
<b>JAPÓN</b>	1.71	144,466
<b>COLOMBIA</b>	0.95	27,918
<b>IRÁN</b>	0.16	7,197
<b>MOZAMBIQUE</b>	0.14	1,052
<b>NEPAL</b>	0.12	427
<b>URUGUAY</b>	0.11	329
<b>GHANA</b>	0.09	1,000

Fuente: [www.geografiainfinita.com](http://www.geografiainfinita.com).

Un problema a nivel mundial es el crecimiento de las grandes urbes pues los sitios de disposición final pueden tener varias complicaciones por la gestión de grandes volúmenes de residuos. Los rellenos sanitarios de Laogang en China, Sudokwon en Corea del Sur, Jardim Gramacho en Brasil y Bordo Poniente en México son los más grandes del mundo recibiendo más de 10,000 toneladas diarias.

Según la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), los países que pertenecen a esta organización llegarán a su límite máximo de residuos en 2050 y en los países de la región Asia-Pacífico en 2075. No obstante, los residuos seguirán aumentando en las ciudades de rápido crecimiento del África subsahariana. La trayectoria de urbanización de este continente será el principal factor determinante para establecer la fecha y la intensidad de pico mundial de los residuos.

Los investigadores señalan que si no se reduce el crecimiento de la población y las tasas de consumo de material, el planeta tendrá que soportar una carga de residuos cada vez mayor, además de la sobreexplotación de recursos naturales.

## II. DESARROLLO ECONÓMICO DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN Y SUS RESIDUOS.

Un indicador de suma importancia en la economía es la evolución de la industria de la construcción con respecto al Producto Interno Bruto (PIB), la generación de empleos y el desarrollo de otros sectores económicos, tales como: los del cemento, eléctrico, metalúrgico, por citar algunos; así como a su condición de formador de infraestructura básica. La infraestructura básica se puede definir como el acervo físico y material representado por las obras de las vías de comunicación y el desarrollo urbano y rural, tales como: carreteras, ferrocarriles, caminos, puentes, presas, sistemas de riego, suministro de agua potable, alcantarillado, viviendas, escuelas, hospitales, energía eléctrica, etc.

La industria de la construcción es, sin duda, una de las que resienten de manera más evidente los avances y retrocesos en el entorno económico tanto a nivel nacional como internacional.

Con el paso del tiempo se ha convertido, inevitablemente, en uno de los principales indicadores económicos en todo el orbe por los grandes retos que ha tenido que enfrentar; así como, por las innumerables oportunidades que se han generado para que alcance su máximo potencial.

La globalización también ha afectado a la industria de la construcción. Los proyectos a gran escala y la infraestructura se contratan sin importar las fronteras. Diversos proyectos en Latinoamérica y el Lejano Oriente, por ejemplo, son el resultado de diversos intentos para incrementar la competitividad de la industria en diversas regiones y es una forma de impulsar aún más la inversión extranjera. En las naciones con mayor desarrollo, como por ejemplo China, India, las naciones de la Unión Europea, Estados Unidos de América o Japón, aplican los mismos factores además de la necesidad existente de elevar o reemplazar las viejas instalaciones por otras nuevas.

La provisión eficiente de los servicios de infraestructura es uno de los aspectos más importantes de las políticas de desarrollo, especialmente en aquellos países que han orientado su crecimiento hacia el exterior. Para la mayoría de los economistas, la ausencia de una infraestructura adecuada, así como la provisión ineficiente de servicios de infraestructura, constituyen obstáculos de primer orden para la implementación eficaz de políticas de desarrollo y la obtención de tasas de crecimiento económico que superen los promedios internacionales. Por diversas razones, los países requieren ampliar y modernizar su infraestructura básica de acuerdo con estándares tecnológicos internacionales, lograr niveles máximos de cobertura del territorio nacional y satisfacer con eficacia

las necesidades de servicios de infraestructura de los agentes económicos y las personas. Por otra parte, la adecuada disponibilidad de obras de infraestructura, así como la prestación eficiente de servicios conexos, contribuyen a que un país o región pueda desarrollar ventajas competitivas y alcanzar un mayor grado de especialización productiva. Asimismo, las redes de infraestructura también constituyen un elemento central de la integración del sistema económico y territorial de un país, haciendo posible las transacciones dentro de un espacio geográfico/económico determinado, y con el exterior. En este sentido, tales redes constituyen un elemento vertebral de la estructura económica de los países y de sus mercados, así como de los mecanismos concretos de articulación de las economías nacionales con la economía mundial.

Lo anterior obliga a analizar la tendencia de la industria de la construcción durante el presente sexenio, por lo que es importante revisar las diferentes variables de este sector, para lo cual es indispensable observar las estimaciones realizadas tanto por la Gerencia de Economía y Financiamiento de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), como las estimaciones contenidas en las propuestas para el impulso a la infraestructura 2013-2018, anunciada por el presidente Enrique Peña Nieto, así como de otros organismos de la industria.

### II.1. Situación histórica.

Tradicionalmente, las obras de construcción han sido generadas por dos fuentes: públicas y privadas. La obra pública fue el sostén de la industria de la construcción durante muchos sexenios donde el desarrollo económico y social del país implicó la generación de obras de infraestructura, cuya calidad había sido un indicador crítico del nivel de progreso del país y de su viabilidad económica. Estos proyectos van desde construcciones de plantas hidroeléctricas para la generación de energía y de instalaciones para su transmisión, así como presas, obras de riego y de tratamiento de aguas hasta obras para los sistemas de transportes como carreteras, puertos de distinta índole y sistemas ferroviarios, además de obras para la calidad de vida como redes de agua potable, redes eléctricas, sistemas de telecomunicaciones, etc. La industria petrolera demandó la construcción de obras industriales para la explotación, refinación, almacenamiento y distribución de productos petroleros y de gas. Uno de los campos más importantes en el desarrollo de la infraestructura ha sido el de la vivienda, haciendo que estas obras impliquen la construcción de muchos servicios complementarios, la preparación de terrenos para la construcción, obras de instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de otros tipos para las mismas edificaciones, así como la

asociación con empresas de alquiler de maquinaria y trabajos de supervisión y administración de las obras.

Durante la última década del siglo XX, la obra pública se distribuyó en Transporte 25%, Petróleo y petroquímica 23%, Edificación 21%, Electricidad y comunicaciones 21%, Agua, riego y saneamiento 11% y otras construcciones 1%. Si se descuenta del PIB total de la construcción lo destinado a vivienda, se tiene que la obra pública continuaba representando una proporción significativa de la inversión destinada a infraestructura productiva (energía, transporte y comunicaciones), que formaron el 63% de la obra total de este período. En cuanto a la obra privada, la dinámica sistemáticamente se ha sustentado en la construcción habitacional, tanto residencial como de otros niveles, especialmente de interés social; también de plantas industriales, proyectos inmobiliarios, desarrollos turísticos y recreativos, edificación de tiendas departamentales y centros comerciales, además de edificios de otros tipos para servicios educativos, de la salud, etc. Las entidades privadas también han participado intensamente en las actividades profesionales, científicas y técnicas que necesitaba el sector. El medio profesional brinda servicios de consultoría y diseño en arquitectura, arquitectura del paisaje y diseño urbano, ingeniería y diseño especializado, así como de elaboración de mapas e información geográfica y territorial y de laboratorios de pruebas. En la década de los 90's, la obra privada incrementó su porcentaje de participación anual del total de la obra generada, lo cual indicaba que paulatinamente se revertía la proporción respecto de la sostenida en las décadas anteriores, que se disminuía la dependencia de la obra pública y que también aumentaba su contribución al PIB de la construcción. Durante este período, el sector privado prácticamente había concentrado su actividad en la edificación de vivienda y únicamente el 25% de su trabajo había sido en proyectos no habitacionales. Sistemáticamente tanto el Gobierno Federal como los estatales, habían utilizado a la obra pública como herramienta para la activación de la economía, para el desarrollo regional mediante la inyección de recursos en polos de desarrollo turísticos, industriales y urbanos y para la generación de fuentes de empleo. El efecto multiplicador del sector ha sido importante, ya que de cada 100 pesos que se destinan a la construcción, 56 pesos se utilizan en la compra de servicios y materiales que ofrecen 37 de las 72 ramas económicas del país, implicando que cuando la construcción crece contribuye al dinamismo de la mitad de las demás actividades productivas. El comportamiento de la industria de la construcción siempre ha mostrado una relación directa con el desempeño de la economía, es decir, cuando la economía crece, la construcción aumenta más que proporcionalmente y viceversa, cuando la economía disminuye, la construcción lo hace en mayor medida. La contribución del sector al PIB ha sido

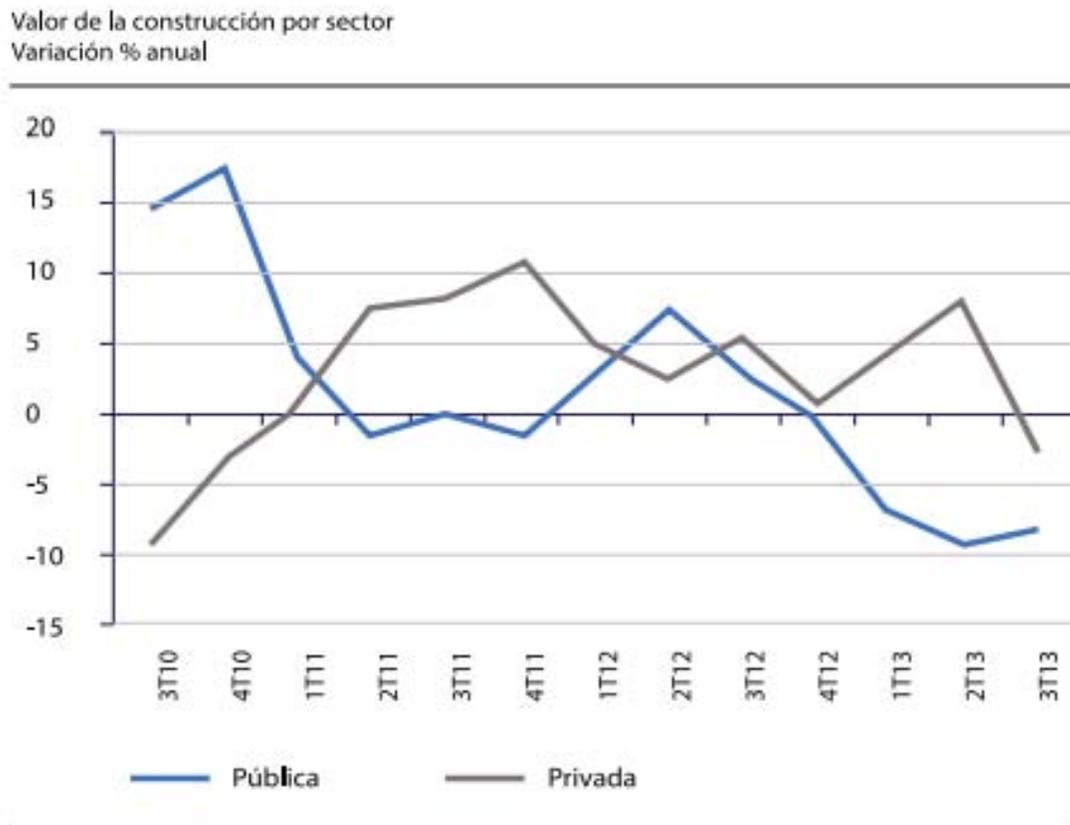
relevante; durante los 70's y principios de los 80's llegó al 5%, en 1981 ascendió a poco más del 6%; sin embargo, durante los últimos 20 años estaba por abajo del 5%, nivel de épocas anteriores. En los últimos años de la década de los 90's, el impacto en el sector fue en sentido opuesto, en la construcción las repercusiones de las crisis habían sido más agudas y los períodos de recuperación posteriores más prolongados, a pesar de que las políticas económicas implementadas en el país habían originado una trayectoria constantemente ascendente del PIB, aunque con fuertes altibajos. De esta forma, sólo hasta 1999 el sector alcanzó el nivel de producción, en términos constantes, que tenía en 1994 y en 1981. La industria de la construcción siempre ha tenido una función social relevante. Esta actividad ha sido factor de desarrollo regional y local, así como de integración y progreso de las comunidades las que han demandado vivienda de manera creciente, servicios de salud, educativos, etc., así como servicios municipales de energía, agua, alcantarillado, drenaje, obras viales y mantenimiento, entre otras. La industria ha estado vinculada con la protección del medio ambiente por medio de varias acciones: creación de infraestructura dirigida a la sustentabilidad ambiental (tratamiento de aguas residuales, reúso de aguas tratadas, manejo y tratamiento de residuos sólidos municipales, industriales y hospitalarios, y reciclado de materiales), así como al cambio tecnológico y el ahorro energético (arquitectura bioclimática, edificios inteligentes, sistemas pasivos de generación de energía, etc.) y a medidas ambientales aplicadas al ordenamiento urbano y territorial.

## II.2. Situación actual de la industria de la construcción y demolición.

En primera instancia, es importante precisar cuál fue el comportamiento de esta industria en 2013. En este sentido, de acuerdo con información de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), el sector de construcción de viviendas reportó una caída del 9.7 %, causada principalmente por las desarrolladoras URBI, GEO y HOMEX.

Con base en lo señalado por un análisis preparado por BBVA Research (BBVA), el año 2013 representó una desaceleración importante para el sector de la construcción, lo cual se debió a que sus dos principales componentes (edificación y construcción) tuvieron un desempeño negativo a lo largo del año. La edificación residencial ha estado en descenso por un largo periodo, donde la construcción de viviendas continúa muy lejos de los niveles observados durante 2012. Los analistas de BBVA señalan que a pesar de que la edificación productiva se ha desacelerado por el lado de la obra civil, la construcción en el sector energético sigue creciendo, principalmente aquella dedicada

a la producción y comercialización de hidrocarburos. Este resultado se debe en mayor medida a un menor gasto público comparado con el año 2012, lo cual se visualiza en la Figura 2.1.



Fuente: BBVA Research con datos de la ENEC, Inegi.

Figura 2.1. Variación anual en el sector construcción. Publicada por BBVA Bancomer.

La demanda de vivienda se mantuvo al primer trimestre de 2014, FOVISSSTE ha otorgado el 11.6 % de los 55 000 créditos propuestos para su meta anual y el 74.3 % de dicha meta en trámite, solo en el primer trimestre de ese año.

INFONAVIT, por su parte, incrementó la colocación de créditos para adquisición de vivienda en 3 % con respecto al periodo anterior (1Q13). En lo que se refiere a Sociedad Hipotecaria Federal, aumentó su colocación de forma importante al pasar de 0.8 a 2.6 mil millones de pesos entre el primer trimestre de 2013 y 2014. Del mismo modo, el programa de subsidios a la vivienda del Gobierno Federal tuvo un aumento de 15.7 % con respecto al primer trimestre de 2013, al pasar de 1.3 a 1.6 mil millones de pesos.

A decir de la SEDATU sobre la tendencia del sector para el primer trimestre de 2014, las instituciones de crédito, tanto públicas como privadas, siguen respaldando la actividad de la construcción. La banca comercial cuenta con la mayor participación y su oferta de crédito crece a tasas superiores a las de la economía, en tanto que la banca de desarrollo ha incrementado su oferta de crédito para el mercado no atendido y con mayor rezago habitacional, que está constituido básicamente por la población no afiliada a sistemas de seguridad social.

Hacia el segundo semestre del ejercicio de la oferta, la demanda y el financiamiento a la industria, continúan las señales de recuperación: en marzo 2014, la construcción de viviendas mostró tasas de crecimiento de doble dígito en términos anuales, mientras que la colocación de créditos en el sector mostró un incremento de 18.5% en el primer trimestre respecto al mismo periodo en 2013 en inversión, en tanto que el financiamiento por el lado del crédito puente se mantiene en expansión. No obstante, el crecimiento en la obra civil no sería suficiente para que el sector de la construcción se recupere. Será necesario que la edificación abandone el sótano en que ha incursionado para comenzar a sumar pisos hacia arriba y así el sector comience una senda de crecimiento, esto se acelera con las reformas y políticas de vivienda verticales impulsadas por el presidente. Habrá que ser claros, pues podrían pasar por lo menos unos años para que esto comience a tomar toda la forma y fuerza necesaria. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) publicó la “Encuesta Nacional de Empresas Constructoras, Cifras durante Marzo del 2014”, en la cual se señala que los resultados en el valor de producción de las empresas de la industria de la construcción disminuyó en marzo de 2014 en 1.06% con respecto al mes anterior, así como el personal ocupado (-0.58%) y las horas trabajadas (-1.32%), en el mismo periodo. Las cifras demuestran que la industria no despuntaba hasta mayo del 2014 siendo poco suficiente para salir del bache actual. Se pronostica que con la liberación de recursos financieros contemplados en el presupuesto gubernamental, aumente el impulso de obra en comunicaciones y otras obras que serán autorizadas a través de licitaciones públicas y un futuro prometedor gracias a las múltiples reformas.

Por otro lado, se suscitó un cambio financiero importante en el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) afectado por la salida de la bolsa de las compañías desarrolladoras. La crisis de las desarrolladoras impactó la conformación del IPC sustentable de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV). La nueva muestra, que inició su vigencia a partir de febrero 2014, registró cuatro salidas de emisoras: HOMEX, GEO y URBI, además de Grupo Modelo; en cambio, se incorporaron BMV, Elektra y Grupo Financiero Santander. Aunado a lo anterior, el Índice Habita (IH) sufrió

modificaciones a la baja (mostrado en la Figura 2.2), según cifras de marzo 2014, por la salida de GEO y URBI, al igual que otros índices sectoriales, considerando que no se requieren de un mínimo de emisoras para su integración.



Figura 2.2. Gráfica donde se muestra la modificación a la baja de Índice Habita. Publicada por BMV.

Con base en las cifras de la industria de la construcción, en los años 2012 y 2013, los resultados económicos no fueron positivos para las principales desarrolladoras de vivienda, quienes en el 2014 dieron a conocer la autorización de la figura jurídica promovida por el “Concurso Mercantil”, utilizada por las empresas que buscan llegar a un acuerdo con sus acreedores en un menor tiempo y con mejores condiciones, un vencimiento de sus obligaciones en más del 35 % o en su defecto, no poseen activos para cubrir 80% de sus obligaciones vencidas. Por otra parte, la recesión y desaceleración económica del sector, repercutió claramente en el resultado desfavorable de las principales estructuras de “Edificación y Construcción”, situación que originó un impacto negativo en la mano de obra vinculada directamente en la generación de empleos. En 2014, se puede identificar que una de las causas del descenso de la industria se debió a las reformas estructurales

presentadas por el Gobierno Federal, es decir, las modificaciones en el sector energético generaron un retraso en el gasto público ejercido que todavía tiene posibilidades de recuperarse en el segundo semestre del año, de acuerdo con las estimaciones financieras previstas. En el Programa Nacional de Infraestructura (PNI) para el periodo 2014-2018, a causa de la caída de precios del petróleo a finales del 2014 hasta el día de hoy, se ha generado una reestructuración del gasto público en el cual el secretario de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público generó un recorte de 124 mil 300 millones de pesos, equivalentes a 0.7% del Producto Interno Bruto (PIB), al gasto público autorizado por el Congreso para 2015.

Explicó que el ajuste a PEMEX será por 62 mil millones de pesos, mientras que en la CFE será de diez mil millones.

En cuanto a las secretarías federales, éstas dejarán de recibir 52 mil millones de pesos, de los cuales 62% corresponde a gasto corriente. Videgaray manifestó que se tomó la decisión de cancelar de manera definitiva el Tren Transpeninsular Quintana Roo-Yucatán y suspender de manera indefinida el tren México-Querétaro. El exsecretario de Hacienda, Francisco Gil Díaz, dijo que si bien un recorte es doloroso, cualquier otra solución es peor, ya que de no hacerlo se pierde la estabilidad, la confianza, se elevan las tasas de interés y se deteriora la calificación y el empleo.

El recorte al gasto anunciado por el gobierno federal redujo en al menos 63 mil millones de pesos la inversión del Programa Nacional de Infraestructura (PNI) para el presente sexenio, monto que podría ampliarse, de posponerse proyectos de infraestructura energética, carretera y de puertos, advirtieron expertos.

Esta cantidad representa el 8 por ciento del total de la inversión correspondiente al rubro de transporte del Programa, que asciende a 1.3 billones de pesos.

El recorte dejó en el aire los dos proyectos más grandes de transporte considerados en el PNI: el tren de alta velocidad México-Querétaro, por 45 mil millones de pesos y el Transpeninsular, por 18 mil millones. Cuando en algún programa de infraestructura se dejan de hacer obras hay un impacto a nivel económico el cual es necesario tomar ya que se deben priorizar distintas obras de orden público que son necesarias para el coexistir de la sociedad y el desarrollo humano.

De acuerdo con la calificadora de deuda Moody's, el monto podría incrementarse, ya que los recortes tanto para CFE y PEMEX también podrían involucrar que se cancelen o pospongan algunos de los proyectos de infraestructura energética contemplados en el PNI, toda vez que los

recortes a ambas empresas productivas del estado representan el 58 por ciento de la reducción total al presupuesto.

Para PEMEX y CFE, la inversión pública y privada estimada ronda los 3.8 billones de pesos dentro del PNI, siendo los proyectos más importantes los de entidades federativas y la exploración y extracción de hidrocarburos en la región sur-sureste y norte del país.

Expertos anticiparon que podría haber recortes en el presupuesto para carreteras, en los rubros de conservación y caminos rurales. Raúl Murrieta, subsecretario de Infraestructura de la SCT, comentó que los proyectos carreteros se ajustarán a una lógica de responsabilidad fiscal, aunque sin dar más detalles sobre dónde podrían realizarse los recortes.

En lo que respecta al Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de México, la Secretaría no ha anunciado ajuste alguno en el gasto destinado al proyecto, no obstante, Moody's anticipó que el gobierno podría reevaluar la estructura financiera del mismo, en tanto el 58 por ciento de la inversión que requiere es pública. La reducción de 4.3 por ciento anunciada para el presupuesto del 2016 respecto al de este año es la mitad de lo que hubiera sido necesario de no implementar el recorte desde 2015.

La dependencia planteó al Congreso de la Unión un ajuste adicional por 135 mil millones de pesos en el presupuesto del próximo año. Tal cantidad implica 11 mil millones de pesos u 8.8 por ciento más respecto a los 124 mil millones de pesos a los que ascendió el recorte del gasto programable en 2015. Debido a la caída en el precio del petróleo y la volatilidad en los mercados financieros, la SHCP prevé que los ingresos presupuestarios durante 2016 ascenderán a 4 billones 74 mil millones de pesos, lo que implica una disminución de 2.1 por ciento en relación a los que fueron aprobados en 2015. También espera un gasto neto por 4 billones 660 mil millones de pesos, es decir 3.5 por ciento menos a este año, según quedó establecido en los pre criterios presupuestales que entregó el martes pasado al Congreso de la Unión.

El objetivo de la industria de la construcción de México redujo su expectativa de crecimiento para este año 2015, mientras el país enfrenta una caída en los vitales precios del petróleo que lo ha obligado a reducir sus gastos según fuentes del Banco de México. La industria podría ver una expansión de entre un 3.0 y un 3.5 por ciento en el 2015 -para el cual el Gobierno prevé un crecimiento económico de entre un 3.2 y un 4.2 por ciento.

No obstante, México sigue a la espera de fuertes inversiones privadas. La industria de la construcción de México acelerará su paso en los próximos dos años impulsada por un ambicioso

programa de infraestructura gubernamental y la inversión privada que se espera genere una reforma energética.

### II.2.1. Situación actual de las empresas de la construcción.

En los últimos años se ha dado un crecimiento en la globalización y la creciente participación de empresas multinacionales en México, sobre todo constructoras españolas que han llegado al país, ya que la recesión económica en su territorio ha causado un decremento en proyectos de infraestructura y para la solvencia de estas empresas se tuvieron que adecuar y buscar nuevos negocios en nuevos países. En México el desarrollo de infraestructura ha obligado a las empresas del país tomar acciones drásticas e innovadoras para sobrevivir y mejorar su competitividad. Es previsible que en el sector de la construcción se observen fusiones entre empresas o cuantiosas inversiones que tienen como objetivo principal, adquirir un tamaño considerable y recursos suficientes para continuar posicionándose como líderes de la industria y entregar productos y/o servicios de mayor calidad.

El crecimiento de proyectos de infraestructura se ha acentuado en los últimos años dados las condiciones macroeconómicas. Las empresas tienen como opción para generar ingresos, crecer y posicionarse en el mercado, la formación de consorcios, alianzas estratégicas, fusiones o inclusive nuevas empresas para atender la demanda de infraestructura que el país requiere. La tarea no es sencilla, ya que los esquemas de contratación para el desarrollo de infraestructura están cambiando a nuevos conceptos medidos por desempeño, a períodos de contratación de largo plazo, y con servicios más integrales a los que se acostumbraba.

Los gobiernos de distintos países han probado la efectividad en la reducción de costos y carga administrativa, y el incremento en la calidad de los servicios, mediante el uso del “out sourcing”. Esto se debe principalmente a que el gobierno no cuenta en todos los casos con el personal, los recursos y el “know-how” indicados para desarrollar algunas de las actividades que se requieren para proveer servicios públicos (por ejemplo, carreteras, hospitales, instituciones educativas, etc.) Por lo general, quien tiene lo que el gobierno necesita y por esto lo contrata, es el sector privado.

### III. SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA GESTIÓN DE SUS RESIDUOS.

La situación que prevalece dentro de la gestión de residuos de la industria construcción y demolición dentro de nuestro país llega a cuestionable. Desde los materiales que se producen a partir de estas actividades, hasta la disposición final que se les otorga. En estas cuestiones, México se encuentra bastante retrasado con respecto a distintos países que engloban una mejor tecnología y una generación de residuos mucho más amigable con el ambiente y las personas a quienes rodea.

Es de suma importancia denotar que a pesar de que se ha logrado ver un progreso en cuestiones de la gestión y aprovechamiento de los residuos, aún no se logra alcanzar la situación deseable por la gran cantidad de afectaciones ambientales que se han generado a partir de varias décadas. Los procedimientos de gestión que se emplean actualmente con los residuos no son suficientes para que exista un perfecto sistema de uso y reciclaje de los mismos. En algunos países en situaciones económicas y sociales más avanzadas, se llega a ver hasta casi un 100% de efectividad en la reutilización y reciclaje de materiales como residuos de la construcción y demolición, por lo que es necesario que, a partir de la situación actual, debe darse un giro a esta y buscar las mejoras en la gestión y aprovechamiento de los mismos.

No debe olvidarse como es que actualmente estos materiales que se consideran residuos se desarrollan en sus procesos, desde generación hasta disposición final y como es que los mismos se deben gestionar a partir de un análisis exhaustivo para que estos tengan el mejor desarrollo y el más grande aprovechamiento.

#### III.1. Normatividad en México.

El marco jurídico en México está compuesto por leyes, reglamentos y normas, que dictaminan cuales son los procedimientos y la gestión adecuada para los residuos que provienen directamente de las actividades de la construcción y demolición. Estas leyes y normas son dictaminadas por distintos organismos, los cuales son encargados de verificar que las mismas se cumplan en tiempo y forma además de regular en todo momento las acciones que deben ser previamente especificadas para que exista una regulación y control de los procesos.

Para la generación de normas y leyes que estén ligadas directamente con los residuos es importante que los organismos encargados tengan un punto de partida, el cual busque cubrir las necesidades

que se crean con respecto a la generación de residuos y así llegar a la normatividad que regule las acciones que se tienen respecto a estos.

La normatividad de los residuos de la construcción y demolición está incluida en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En la Figura 3.1 puede verse cómo está constituido el esquema para llegar a dichas leyes.

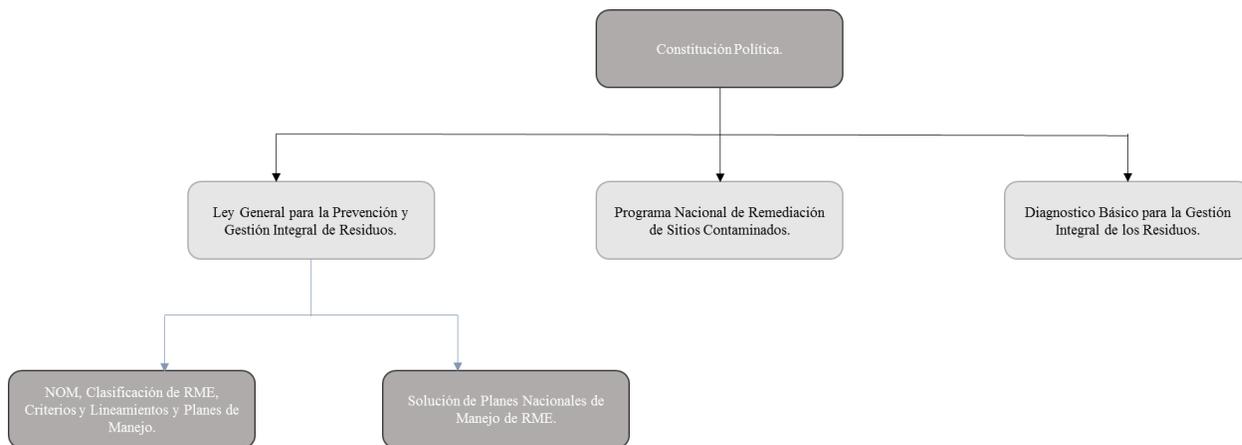


Figura 3.1. Esquema de desarrollo jurídico. Elaboración propia.

La NOM-161-SEMARNAT-2011, establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo; incluye dentro del listado de residuos de manejo especial la obligación de presentar un plan de manejo a los residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, que se generen en una obra en una cantidad mayor a 80 m<sup>3</sup>.

Con la idea de lograr las metas de los planes ambientales que se incluyen en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 se deben generar estrategias que promuevan que el sector de la construcción la aplicación de la normatividad que propone la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en conjunto con la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMCI), las cuales firmaron un convenio en el año 2013 en el cual se establece el “Plan Nacional de Manejo de Residuos de la Construcción” tomando como base la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011.

### III.2. Valor de los residuos de la construcción y demolición.

En México, la construcción es una de las actividades económicas más influyentes, pues se encuentra el sexto sitio de las 79 ramas económicas, además influye directamente en 63 de estas 79 ramas, siendo la cuarta rama con más generación de empleos a nivel nacional. La industria de la construcción genera anualmente un mercado de 2.1 billones de pesos repartidos en los tres sectores de generación económica. Estos tres sectores se dividen en distintas actividades, conociéndose como la primaria, secundaria y terciaria; al englobar estas divisiones o actividades a la construcción, encontramos los siguientes sectores: sector primario: extracción de materiales de construcción, sector secundario: construcción y servicios, sector terciario: actividades de soporte y mantenimiento.

- El sector primario extrae los insumos para poder desarrollar las actividades, pues es evidente que sin estos materiales sería imposible la generación y creación de estructuras. Estos insumos son obtenidos de la naturaleza y algunos se generan a partir de aleaciones de materiales, sean naturales o por gestión del hombre.
- En un nivel medio, el sector secundario, está directamente relacionado con la actividad de construcción y la edificación de estructuras.
- Por último, el sector terciario incluye actividades más desarrolladas que abarcan desde el sector comercial hasta actividades técnicas y financieras.

En las actividades antes descritas la generación y producción de residuos está presente y se muestra en la NOM-161-SEMARNAT-2011 la cual es la reguladora de todas estas actividades en el tema de la industria de la construcción y demolición, estableciendo un instrumento normativo además de un plan que desarrolle el manejo de residuos.

Es importante que se busque la interrelación de los sectores, que se cree una relación dentro de cada una de las actividades económicas. Para llevar a cabo lo anterior se establecen mecanismos llamados “de adhesión”, los cuales buscan que cualquier sujeto de una cadena productiva, se encuentre en cualquiera de los tres sectores, pueda cumplir con los procesos establecidos generando valores económicos por igual en cualquier actividad. Esto genera un crecimiento y regularización con proyecciones positivas dentro de los sectores económicos.

### III.3. Cantidad de residuos de construcción y demolición.

Para la estimación de residuos, la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, en su documento llamado “Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición”, utilizó un algoritmo que relaciona la superficie de obra construida, con un volumen de generación por unidad, a partir de observaciones de campo. El modelo de estimación considera la metodología identificada en estudios previos relacionados con los residuos de la construcción y demolición, incluyendo modificaciones por factores desarrollados internamente dentro de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

Los resultados generales estiman una generación anual de 10 millones de toneladas de residuos de construcción y demolición (año 2011), lo que conduce a una generación promedio diaria de 30,000 toneladas.

La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, considera a partir de estimaciones económicas y poblacionales, que pueden presentarse dos escenarios en el comportamiento del crecimiento de la industria de la construcción, en los que la generación de los residuos de la construcción y demolición sería de la siguiente manera:

- Escenario tendencial: Crecimiento de la industria de la construcción de 3.5% promedio anual; con una generación estimada de 9.2 millones de toneladas para el año 2018.
- Escenario CMIC: El crecimiento de la industria se encuentra en un promedio de 5%; con una generación de 9.9 millones de toneladas de residuos para el año 2018.

Es importante destacar que estos dos escenarios son estimaciones que podrían considerarse conservadoras con respecto al crecimiento de la generación de residuos, los cuales pueden existir en un futuro real, por lo que debe considerarse la modificación de estos valores a través de distintos “factores de cambio” brindados por el INEGI.

#### III.4. Materia prima contenida en los residuos de construcción y demolición.

En el manejo que actualmente se le da a los residuos de construcción y demolición se incluyen todo tipo de fuentes de generación y disposición final, desde las pequeñas obras realizadas de autoconstrucción hasta las consideradas mega-construcciones, que incluye al sector privado y al público. Una fuente importante de generación de residuos son las catástrofes naturales, los cuales son grandes generadores de materia orgánica y desechos humanos por lo que debe considerarse dentro de esta clasificación.

Actualmente la generación de residuos incluye la materia prima sobrante en los procesos constructivos o los restos que se tiene a partir de la demolición de distintas estructuras. La composición de materiales dentro de los residuos está formada por los insumos que están mostrados en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1. Materiales que componen los residuos de la construcción y demolición.**

COMPONENTE	Elementos
1.- PAPEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartón</li> <li>• Bolsas de papel</li> <li>• Periódico</li> <li>• Papel blanco</li> <li>• Papel de colores</li> <li>• Otros papeles</li> <li>• Revistas y catálogos</li> <li>• Guías telefónicas</li> <li>• Restos de compuestos de papel</li> </ul>
2.- VIDRIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vidrio plano</li> <li>• Restos o pedazos de vidrio</li> <li>• Vidrio entintado en colores: verde, blanco, marrón</li> </ul>
3.- METAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtro de aceite</li> <li>• Electrodomésticos</li> <li>• Latas de acero y aluminio</li> <li>• Conductos metálicos</li> <li>• Materiales ferrosos</li> <li>• Materiales no ferrosos</li> <li>• Restos y compuestos metálicos</li> </ul>
4.- ELECTRÓNICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mercancías oscuras</li> <li>• Electrónicos</li> <li>• Iluminación</li> <li>• Aparatos eléctricos de consumo</li> </ul>
5.- PLÁSTICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PET</li> <li>• Polietileno de alta densidad</li> <li>• Otros plásticos</li> <li>• Bolsas de basura</li> <li>• Bolsas de mercancía</li> <li>• Envases comerciales e industriales</li> <li>• Productos de películas</li> <li>• Artículos de plásticos durables</li> <li>• Materiales de aislamiento</li> <li>• Poliestireno expandido</li> </ul>
6.- ORGÁNICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comida</li> <li>• Hierva</li> <li>• Podas y recortes</li> <li>• Ramas</li> <li>• Residuos agrícolas</li> <li>• Textiles</li> </ul>

<p><b>7.- INSUMOS DE CONSTRUCCIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alfombras</li> <li>• Alfombras rellenas</li> <li>• Concreto de alta resistencia con refuerzo</li> <li>• Concreto de alta resistencia sin refuerzo</li> <li>• Concreto simple con refuerzo</li> <li>• Concreto simple sin refuerzo</li> <li>• Asfalto de alta resistencia con refuerzo</li> <li>• Asfalto de alta resistencia sin refuerzo</li> <li>• Asfalto simple con refuerzo</li> <li>• Asfalto simple sin refuerzo</li> <li>• Agregados</li> <li>• Tablones limpios</li> <li>• Madera estructural limpia</li> <li>• Madera tratada</li> <li>• Madera procesada</li> <li>• Madera pintada</li> <li>• Yeso limpio</li> <li>• Yeso pintado</li> <li>• Roca grande</li> <li>• Roca pequeña</li> <li>• Grava</li> <li>• Arena limpia</li> <li>• Arena sucia</li> <li>• Remanente o material mezclado</li> </ul>
<p><b>8.- RESIDUOS PELIGROSOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintura</li> <li>• Vehículos y equipos hidráulicos</li> <li>• Aceites</li> <li>• Baterías</li> </ul>
<p><b>8.- RESIDUOS ESPECIALES</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cenizas</li> <li>• Aguas residuales</li> <li>• Lodos industriales</li> <li>• Residuos médicos</li> <li>• Residuos voluminosos</li> <li>• Llantas</li> </ul>
<p><b>9.- RESIDUOS MEZCLADOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restos con residuos especiales</li> <li>• Cuerpos de residuos mezclados</li> </ul>

Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Propuesta de programa para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos del Estado de Jalisco*. México, 2011, págs. 151-157.

III.4.1. Volúmenes de residuos.

Para que exista una mayor simplicidad en el análisis y en la creación de datos estadísticos de los residuos de la construcción y demolición, toda esta materia prima se divide en 4 grandes grupos. En la Tabla 3.2 se muestran estos 4 grandes grupos, los materiales que los componen, su porcentaje de generación y la cantidad de toneladas que se generan.

**Tabla 3.2. Grupos de materiales que componen los residuos de la construcción y demolición**

<b>GRUPO</b>	<b>Subproducto</b>	<b>Porcentaje de incidencia</b>	<b>Participación (miles de toneladas)</b>
<b>MATERIAL DE EXCAVACIÓN</b>	Material para relleno	39%	4,270
<b>CONCRETO</b>	Concretos de base hidráulica, concreto hidráulico, adocretos, adopastos, bordillos, postes de cemento, arena, morteros, asfaltos.	25%	2,737
<b>ESCOMBROS</b>	Piedras, blocks, tabiques, tabicones, mortero, adoquines, tabicones, tubos de albañal, mampostería, tabiquería, ladrillos.	24%	2,628
<b>OTRO</b>	Yeso, muros falsos, madera, cerámica, plásticos, metales, laminas, vidrios, papel, cartón, hojas, ramas, troncos, RSU.	12%	1,314
<b>TOTAL</b>		100%	10,950

Fuente: Tabla creada por la CMIC en el documento *Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición*. México, 2014.

Es importante observar que los residuos provenientes del suelo, concretos y materiales provenientes de prefabricación, representan el 88% del total de los residuos de la construcción y demolición.

Estas estadísticas llevan al constructor a tomar medidas para la separación, transporte y disposición de estos residuos hacia algún sitio de disposición final o alguna planta de reciclaje, estipulado

dentro de la Norma Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, la cual especifica el sitio de disposición final.

Es importante considerar que los residuos por actividades de despalme se incluyen con los que se generan dentro de la actividad de construcción ya que estos se obtienen a partir de los trabajos preliminares para el acondicionamiento de terrenos o predios; sin embargo, no son parte de los residuos de la construcción y demolición.

Los residuos peligrosos no se deben incluir dentro de los residuos de construcción y demolición, los cuales son de competencia Federal, es por eso que es importante que sí dentro de actividades de construcción o demolición se tienen residuos de este tipo deben ser separados y debe darse una gestión correcta, con la ayuda o auxilio de empresas autorizadas para este tipo de servicios.

### III.5. Manejo y gestión de los residuos de construcción y demolición.

En algunos estados de la República Mexicana se han implementado padrones de prestadores de servicios para el manejo y gestión de residuos de la construcción y demolición, lo cuales incluyen la recolección y transporte de dichos residuos y hasta centros de acopio, transferencia y disposición final.

En una realidad más cercana a la que vivimos actualmente, la gestión de residuos de la construcción y demolición presenta serias deficiencias, pues en realidad son muy pocas las entidades federativas que cuentan con la infraestructura necesaria para que se presente un manejo adecuado de estos residuos.

La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, en su documento publicado “Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición”, muestra cómo se identifican las fuentes de generación de residuos a las obras de autoconstrucción, las obras públicas y privadas. La Figura 3.2 es la que la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción nos muestra en su publicación.

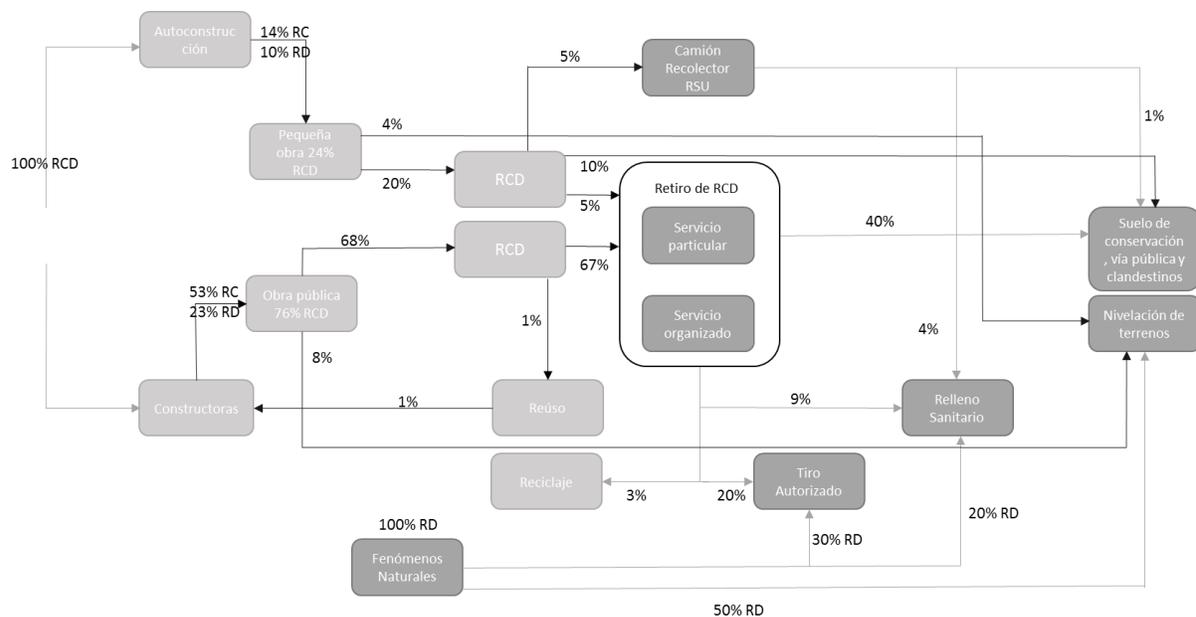


Figura 3.2. Figura de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción en la cual se muestra la generación de residuos de la construcción y demolición. Elaboración propia.

En el esquema anterior se observa que la mayor parte de los residuos de la construcción y demolición generados en obras pequeñas son removidos por vehículos comunes de carga privados, poco más del 5%, son trasladados por los vehículos recolectores de residuos sólidos urbanos, y además, se estima que cerca del 10% se abandonan en la vía pública.

Se calcula que el 67% de los residuos generados dentro de las obras públicas y privadas, son transportados por vehículos de carga privados, sin embargo, solo el 20% se dispone en sitios autorizados y un 3% se recicla, disponiendo el resto para la re nivelación de terrenos, rellenos sanitarios, suelos y vía pública, aunque estos últimos dos van en contra de las Leyes y Normas que regulan la gestión de residuos.

El Reglamento de Construcción del Distrito Federal establece en dos de sus artículos, aspectos relacionados con le gestión de residuos de la construcción y demolición. A continuación se enuncian ambos artículos.

- Art. 236.- “Con la solicitud de la licencia de construcción especial para demolición considerada en el Título Cuarto de este Reglamento, se debe presentar un programa en el

que se indicará el orden, volumen estimado de generación de residuos y fechas próximas en que se demolerán los elementos de la edificación. En caso de prever el uso de explosivos, el programa señalará con toda precisión el o los días y la o las horas en que se realizara dicha actividad, estando sujetas a la aprobación de la Delegación”.

- Art. 243.- “Los materiales, escombros y desechos provenientes de una construcción o una demolición deben ser retirados en su totalidad en un plazo de no mayor de 30 días hábiles, contados a partir de la finalización de la obra o de la demolición y bajo las condiciones que establezcan las autoridades correspondientes en materia de vialidad, transporte y sitio de disposición final”.

Otra regulación directa del manejo y gestión de residuos es la Norma Ambiental del Distrito Federal NADF-007-RNAT-2013 la cual establece la clasificación y especificaciones para el manejo de los residuos dentro del Distrito Federal, optimizar su control, fomentar su aprovechamiento y minimizar su disposición final inadecuada. Esta Norma se constituye por los siguientes puntos:

- El plan de manejo de residuos de la construcción y demolición deberá ser presentado ante la Secretaría del Medio Ambiente para su evaluación y autorización.
- El generador y demás personas que intervengan en la gestión de residuos de construcción y demolición se considerarán responsables solidarios para el adecuado manejo de los mismos.
- El generador de residuos de la construcción y demolición en conjunto con el prestador de servicios deberá comprobar mediante un manifiesto de entrega recepción, el destino final de la totalidad de los residuos generados.
- Para el aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición se considera reciclar por lo menos un 30% de esto durante el primer año de aplicación de la norma, incrementando un 15% anual hasta llegar al 100% del mismo.
- Los residuos de la construcción y demolición, pueden ser reutilizados por el generador en sitio de origen o en otro aprovechamiento, lo cual deberá ser indicado en el informe de plan de manejo.
- En caso de aplicar otros usos para los materiales reciclados, estos deberán sustentar su uso como análisis o pruebas correspondientes.
- De acuerdo con el Código Penal del Distrito Federal, Art. 344, se establecen para una producción de 3 metros cúbicos de volumen de cascajo depositado ilícitamente en

barrancas, áreas verdes, áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas, las siguientes sanciones:

- ✓ 1 a 5 años de prisión y 300 a 1,500 SMD. (menos de 3m<sup>3</sup>)
- ✓ 3 a 9 años de prisión y 1,000 a 5,000 SMD. (más de 3m<sup>3</sup>).

Al poder tener un análisis y estudio de estos parámetros de regulación es fácil observar la importancia que se le está brindando al tema de gestión y reutilización de residuos de la construcción pues es evidente que este tipo de materiales deben tener una especial atención por el tipo de daños que pueden generar, además de que puede ser muy efectivo en términos económicos y sociales.

### III.6. Plantas de reciclaje de residuos de la construcción y demolición.

Una planta de reciclaje de residuos de la construcción y demolición, debe contar con ciertas disposiciones técnicas necesarias para que estos cumplan con un óptimo funcionamiento.

Según la Norma española, UNE 134002 EX,2012, los tres aspectos fundamentales a considerar en una planta de reciclaje, son:

#### 1.- Características administrativas.

Para este primer apartado, las normas recomiendan definir el proyecto técnico de la actividad a realizar, el cual deberá ser elaborado por un técnico especialista, revisado y autorizado por el departamento del medio ambiente correspondiente y que cumpla los siguientes aspectos:

- a) Identificación de la entidad que va a desarrollar la actividad, así como la dirección física donde será instalada la planta.
- b) Descripción de actividades proyectadas, especialmente de las instalaciones, procesos, equipos, materias primas, energías, y productos resultantes.
- c) Medidas de protección y prevención en la relación a las emisiones de la instalación de agua, aire y suelo.
- d) Estructura organizacional, descripción de controles, admisión de residuos.

Adicionalmente a este proyecto es indispensable que se tramiten y adjunten los permisos y licencias de actividades, además de la autorización expedida por el organismo ambiental encargado de esta cuestión. La autorización, debe incluir:

- a) Seguro de responsabilidad civil sobre daños al medio ambiente, con el fin de cubrir daños ambientales generados por esta actividad.
- b) Número de persona como gestor de residuos de la construcción y demolición.
- c) Libro de registro de origen de residuos, por el cual se genera una identificación del productor de residuos además del número de licencia de la obra.

Evidentemente es primordial que exista un sistema de tarifas de cobro por la entrada de los residuos, dependiendo del tipo de residuo que se manipula, así como la generación de comprobantes o certificados de depósito provenientes de cada obra que aporta residuos a la planta.

## 2.- Características constructivas.

Estas son aquellas características que corresponden directamente al diseño, distribución y emplazamiento de la planta de reciclaje, las cuales deben respetar las siguientes condiciones:

- a) Terreno de superficie aproximada de 200 y 300 metros cuadrados como mínimo, lo más plano posible y con una gran disponibilidad de accesos. Se debe tener una capa superficial de minerales muy bien compactados para evitar la filtración de cualquier tipo de material o sustancia.
- b) Infraestructura necesaria para la generación de actividades en perfecto estado de higiene.
- c) Caseta de servicios con oficina, equipada con báscula para la admisión de los residuos y salida del material ya reciclado.
- d) Laboratorio de análisis químico.
- e) Lugar de recepción de residuos provenientes de las obras o demoliciones.

## 3.- Características de gestión ambiental.

Para esta sección se abarcaran los siguientes puntos:

- a) Los residuos recibidos deberán de ser inspeccionados por el personal responsable localizada en la caseta de entrada. La persona encargada tendrá el derecho de admitir o rechazar el residuo.
- b) Cuando el residuo se tiene listo para iniciar el proceso, este mismo será separado de los que no son permitidos su reciclaje en planta. Se colocarán en contenedores especiales y se entregaran a sus gestores.
- c) Se tiene que realizar el control y mantenimiento de los equipos a usar.

- d) Se debe considerar un sistema de minimización de producción y dispersor de polvo generado en el proceso de machacado y cribado, además de contaminación acústica.

Las plantas de reciclaje deben cumplir ciertas características alrededor del mundo para que no solo sea apropiada su operación, si no que sea permitida por los diferentes regímenes políticos.

En el directorio de centros de acopio de materiales provenientes de residuos en México 2010 de SEMARNAT, se muestra un listado de plantas de reciclado a partir de material de demolición, la cual se ubica en el Distrito Federal.

Para entender a detalle el funcionamiento de una planta, se demostrará como es el desarrollo de la Planta de Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición “San Lorenzo Tezonco”, ubicada en la delegación Iztapalapa.

Esta planta tiene como objetivo principal, generar materiales reciclados de óptima calidad a través de los residuos de la construcción y demolición. Estos procesos se desarrollan con el fin de que los materiales reciclados puedan ser reincorporados a los procesos constructivos, utilizándose en bases y sub bases de caminos, mejoramiento de suelo, andadores y rellenos de cimentaciones. Dentro de esta planta se producen: arenas recicladas, grava, grava controlada y arcilla.

Esta planta de reciclaje está incorporada con sistemas de minimización de impacto ambiental, lo que permite reducir la generación de contaminación auditiva y de contaminación del aire. Para que se pudiera tener un excelente control de la dispersión de estos contaminantes, fue decidido que la planta se construyera a una profundidad de 40 metros bajo el nivel de calle, rodeada por un muro de vegetación perimetral, aspersores para que actúen en el momento de la generación del cribado además del riego interior que se maneja en la planta.

Dentro de esta planta existe una línea de producción preestablecida, la cual debe ser cumplida para que el material reciclado cumpla con los estándares de producción. Esta línea de producción cuenta con las siguientes etapas:

- 1.- Recepción de material.
- 2.- Clasificación.
- 3.- Almacenamiento.
- 4.- Alimentación.

5.- Trituración y cribado.

6.- Clasificación final.

1.- Recepción de material: Este proceso consiste básicamente en la supervisión visual del material que entra. Cuando el material llega, el guardia de seguridad es el encargado de verificar el metraje del material recibido. Se realiza el proceso de control y recepción de documentación. Esta planta solo tiene el permiso de recibir materiales limpios, siendo aquellos que no se encuentran afectados por residuos de manejo especial o peligroso.

2.- Clasificación: Al cumplir los trámites de recepción, es necesario hacer una clasificación entre los distintos materiales que llegan, siendo: concretos, mamposterías, bloques, arcilla, tabiques, cerámicos, etc.

Esta clasificación se realiza a partir de medios manuales (mano de obra) donde se realiza una primera separación de los materiales contaminantes para los residuos de la construcción y demolición, tales como plásticos y cartones. Al concluir esta tarea, los residuos que serán enviados a reciclaje se almacenan en lugares adecuados a ellos.

3.- Almacenamiento: Este almacenamiento se realiza dentro de la planta, en sitios acercados a los taludes antes especificados pues recordemos que se encuentra a una profundidad de 40 metros con respecto al nivel de calle. Al existir más residuos entrantes que material reciclado saliente, esta planta está convirtiéndose en un depósito de residuos más que una planta de reciclaje, pues actualmente ya se puede observar un gran desequilibrio entre estos dos factores.

4.- Alimentación: Esta etapa es en la cual el reciclaje ya empieza directamente a producirse. Se realiza a través de medios mecánicos, con la utilización de retroexcavadoras y camiones de volteo para que el material sea suministrado a los equipos de trituración. Esta planta cuenta con equipos móviles de trituración debido a las grandes dimensiones que se presentan dentro de las instalaciones, obteniendo un gran ahorro de combustible con respecto al movimiento del material y la trituración con equipos fijos.

5.- Trituración y cribado: Para el desarrollo de esta estación en la línea de producción se usan equipos de trituración que cuentan con quijadas que trabajan a partir de un sistema de electroimán para la separación de acero, además de contar con un sistema de aspersión de agua lo que minimiza la generación de polvo dentro de la zona de trituración.

En esta etapa del proceso es donde se obtiene la clasificación del material a partir de 4 curvas granulométricas para su clasificación directa. Estos equipos de cribado son móviles, lo que permite que exista un mejor desplazamiento por los diferentes almacenes, evitando el levantamiento de polvo dentro de la planta.

6.- Clasificación final: Después de tener el proceso de cribado concluido y el material previamente separado por su clasificación, es momento de que sea transportado por camiones de volteo a un área delimitada, para que este pueda ser entregado a los solicitantes.

Este es el desarrollo de esta planta la cual, actualmente, recibe alrededor de 2 mil toneladas de residuos al día reciclando casi un 100% de este material. Es importante que se creen más de estas plantas para que de abasto ya que resulta ser una medida con grandes beneficios para la reutilización de residuos de la construcción y demolición.

### III.7. Gestión de residuos en situaciones de desastre.

Dentro de las situaciones de desastre es muy importante recalcar que el manejo de residuos es un tema relacionado con la salud pública, por lo que se le debe considerar una actividad prioritaria.

En la actualidad, ante las situaciones de desastre se debe aplicar el “Programa Emergente de Manejo de Residuos”, de manera que estas acciones sean aplicadas a fin de que no se vean rebasadas las acciones de recolección ni de disposición final comunes hasta que pueda ser restablecido el servicio común. Las acciones de coordinación, implican:

- Identificación de autoridades y responsables de procedimientos y autorizaciones.
- Identificación de las organizaciones de apoyo, los recursos humanos y equipos.
- Establecimiento de mecanismos de coordinación, comunicación y seguimiento.

Basándonos en lo anterior, las acciones de manejo de residuos, consta:

- Identificación de los tipos de residuos, estimación de volúmenes y sus fuentes de generación en zonas urbanas y rurales. Los residuos se clasifican en dos rubros:
  1. Los residuos potencialmente peligrosos.
  2. Residuos productos del desastre: Estos residuos están compuestos por los escombros de construcciones dañadas, cascajo, árboles y maleza, sedimentos del suelo y restos de propiedades como muebles, vehículos, etc.
- Definición de acciones prioritarias.

- ✓ Aseguramiento de mecanismos para el retiro de los residuos.
- ✓ Ubicación de sitios para la disposición de residuos, siendo lugares provisionales o permanentes.
- ✓ Disposición definitiva de residuos potencialmente peligrosos en una celda de emergencia.
- ✓ Traslado de los residuos a un centro de acopio temporal, clasificación conforme a categorías pre elaboradas siendo para su aprovechamiento a mediano o largo plazo.
- ✓ Disposición de fracción no aprovechable en sitio distinto del ocupado por residuos potencialmente peligrosos y del sitio de disposición municipal de residuos.
- ✓ A causa de la contingencia que se presenta en estas situaciones, el servicio emergente deberá cubrir y atender los campamentos en lo que se refiere a la generación de residuos hasta que finalicen los efectos de los residuos.
- ✓ Se debe asegurar que las instalaciones y equipamientos que sean destinados a la gestión de residuos de la construcción y demolición, no sean rebasados por la condición que se presenta en situaciones de desastre.

La Cámara Mexicana de la Industria de la construcción y Demolición, propone en su documento “Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y la Demolición”, que las instituciones que se encuentran totalmente relacionadas con los residuos de construcción y demolición, proponen seguir un plan de desarrollo para la recuperación de residuos y lugares afectados por los fenómenos. En la tabla 3.3 podemos ver las acciones que son reguladas por cada una de las instituciones.

**Tabla 3.3. Regularización de acciones a través de instituciones encargadas.**

	<b>Acción</b>	<b>Institución</b>
<b>1.</b>	Identificación de la autoridad responsable.	SEMARNAT y CMIC
<b>2.</b>	Proponer y establecer mecanismos de participación.	SEMARNAT y CMIC
<b>3.</b>	Simplificación de trámites y procedimientos.	SEMARNAT
<b>4.</b>	Comunicar el nuevo plan de trámites y procedimientos.	SEMARNAT
<b>5.</b>	Coordinación para identificación de nuevos sitios de disposición.	SEMARNAT
<b>6.</b>	Identificación de sitios de disposición final.	Gobiernos Municipales
<b>7.</b>	Difundir y promover entre los afiliados la identificación de sitios de tiro.	CMIC
<b>8.</b>	Dar respuesta inmediata a solicitudes sobre sitios de tiro.	CMIC
<b>9.</b>	Coordinar con distintas dependencias la disposición de residuos.	CMIC
<b>10.</b>	Comunica a afiliados la relación de sitios de tiro autorizados.	CMIC
<b>11.</b>	Valora y autoriza el reúso de material de desecho.	SEMARNAT
<b>12.</b>	Establece una forma efectiva de comunicación sobre afectación del desastre.	SEMARNAT

Fuente: Tabla de la CMIC en el documento “Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y la Demolición”.

La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, propone que ante situaciones de desastre el plan de desarrollo de recuperación y gestión de residuos se basa en la Figura 3.3.

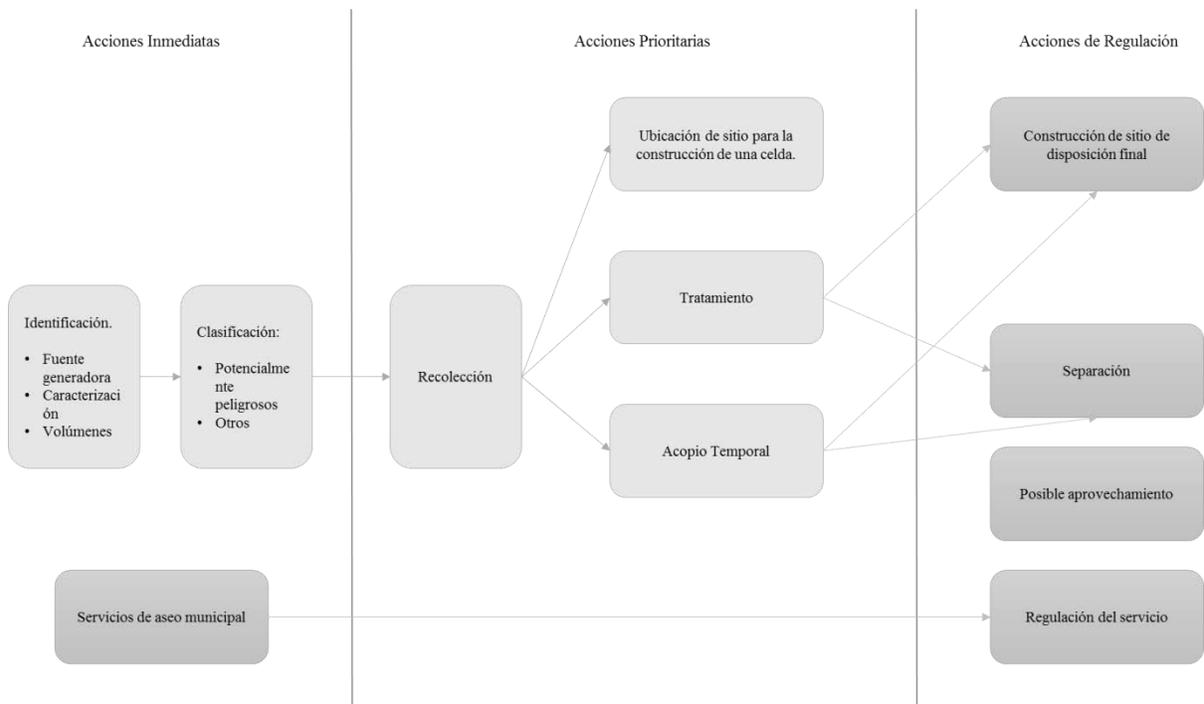


Figura 3.3. Esquema para el desarrollo de la gestión de residuos tras situaciones de desastre.

Elaboración propia.

Las situaciones de desastres son acciones con un gran potencial en la generación de residuos pues ya que se presentan con una fuerza extremadamente grande y son capaces del arrastre y desprendimiento de distintos tipos de materiales de las construcciones si no es que hasta la desintegración por completo de distintas obras de ingeniería, esto genera grandes volúmenes de residuos de la construcción y demolición que deben ser removidos de manera instantánea pues son generadores de daños a la salud para el ser humano además de cortar las vías de comunicación entre distintas comunidades. Estos materiales generados por los desastres naturales tienen un bajo potencial de aprovechamiento pues muchas veces se ven afectados por otros tipos de residuos o simplemente cambian sus características físicas y químicas, por lo que es importante que los sitios de disposición final se presenten con grandes extensiones y con las cualidades necesarias para recibir estos grandes volúmenes de residuos, es por eso que resulta importante que todos los sitios autorizados de disposición final cuenten con áreas de emergencia para que la gestión de los mismos en desastres sea más rápida y accesible.

#### IV. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

Sin lugar a dudas los residuos de la construcción representan un gran problema dentro de la industria, pues su correcta disposición se traduce en un costo extra que muchas veces las empresas constructoras no están dispuestas a cubrir, además de que lamentablemente, nuestro país no cuenta con la infraestructura ni la cultura necesaria para que la gestión de estos residuos sea correcta. Este problema no solo afecta directamente a la industria de la construcción, si no que engloba una gran cantidad de áreas que se ven totalmente relacionadas con la disfuncionalidad en la gestión de los residuos.

Al ser un problema de gran tamaño es importante denotar que no existe una sola solución, si no que para poder corregir este defecto, se tienen que tomar medidas significativas en distintos rubros, como: la extracción de materia prima, el uso de los materiales, la disposición final del material, su debido reciclaje, etc.

Mientras no se establezcan medidas y sanciones claras que regulen en su totalidad la gestión de los residuos de la construcción y demolición, no se verá ningún tipo de cambio ya que por diferentes cuestiones el constructor prefiere eliminar estos materiales como sea sin tener que estar preocupándose de que dicho material, a la larga, terminarán causando una serie de daños que podrán ser más perjudiciales que los que se tienen ahora.

Uno de los problemas más grandes de los residuos de la construcción y demolición es la cantidad que se genera. Muchas veces esta generación corresponde al desperdicio de material por la mala planificación que se realiza en los proyectos preliminares de una construcción. Si se lograra disminuir esta cantidad de material, existiría una gran cantidad de beneficios en distintos ramos de la industria, además de apoyar la situación económica de cada proyecto, sin olvidar que el impacto ambiental se vería reducido notablemente.

No debe descartarse la problemática social que los residuos pueden llegar a desencadenar, pues al no existir sitios a los cuales deben estar destinados, estos llegan a ser dispuestos en lugares públicos, afectando directamente en temas de salud y valorización económico-social de las zonas implicadas.

##### IV.1. Impacto ambiental.

Es evidente que los materiales destinados a la construcción dañan el medio ambiente a lo largo de sus ciclos de vida, desde la extracción de la materia prima hasta que se convierten en residuos y no pueden ser aprovechados nuevamente, pasando por las fases de fabricación y empleo de materiales para la creación de obras civiles. Estos materiales necesarios para la generación de procesos constructivos vienen de la corteza terrestre, produciendo anualmente más de 1,500 millones de toneladas de residuos de la construcción y demolición a nivel mundial. Estos residuos conforme avanza el tiempo, tienen composiciones más complejas pues sus estructuras internas son modificadas para mejorar las características que estos poseen, limitando las posibilidades de reutilización y reciclado. Dentro del ciclo de vida de los materiales de construcción existen distintos procesos indispensables para su producción, uso y gestión.

Los materiales de construcción presentan 4 etapas fundamentales en sus ciclos de vida, las cuales están directamente relacionadas con la generación de contaminantes o daños ambientales. A continuación se hace una breve explicación de cada una de estas etapas.

- La etapa en la que más daño ambiental se presenta es en la fase de extracción de materias primas, pues esto se desarrolla a partir de la minería a cielo abierto la cual genera un alto impacto en el paisaje, la topografía, daños al suelo, al agua y al aire.
- En la transformación de la materia prima a materiales de construcción se vuelven a observar significativos índices de repercusiones ambientales. En ese proceso se utiliza una gran cantidad de recursos naturales para la transformación, como combustibles, gases y agua, además de la energía que es la principal fuente para el trabajo de los equipos mecánicos.
- En la fase de utilización de los materiales para la creación de obra, no solo tiene afectaciones ambientales, sino que tiene un alto impacto en los patrones de salud humana. Estos materiales tienen la facultad de desprender contaminantes orgánicos y tóxicos, los cuales podemos encontrar en barnices, lacas, pinturas y adhesivos.
- La última fase se relaciona directamente con los residuos de la construcción y demolición, que son aquellos que se les envía a sitios de disposición final, creando grandes volúmenes de material inservible. Algunos son aprovechados para utilizarlos como materiales reciclados, los cuales pueden resultar muy efectivos al momento de la creación de obras civiles.

La disposición sin separación ni tratamiento de una mezcla de varios materiales que conforman los residuos de la construcción y demolición generan un impacto ambiental relevante, los cuales acaparan desde condiciones de contaminación de suelo hasta problemas ambientales en el aire.

A consecuencia del manejo inadecuado de este tipo de residuos principalmente en la disposición final, se han identificado diversos problemas ambientales, de imagen urbana y salud pública, como:

- Obstrucción de arroyos, cañadas y barrancas
- Afectación de drenaje natural
- Azolve de las partes bajas e inundación de zonas aledañas en temporadas de lluvias
- Afectación al medio físico y biótico
- Focos de contaminación por mezcla de residuos
- Contaminación de suelo y subsuelo además de acuíferos
- Afectación de zonas de recarga de aguas subterráneas
- Impacto visual del entorno
- Proliferación de polvo
- Proliferación de fauna nociva

Se ha demostrado que al desinteresarse de la problemática de los residuos de la construcción y demolición el tiempo de vida útil de los sitios de disposición final se acorta hasta en un 35% según estudios de la SEMARNAT, trayendo mayores deterioros por la necesidad de mayor apertura de sitios de disposición, por el empobrecimiento de terreno y por la generación de sitios de fauna nociva que transfiere nuevas enfermedades.

Los residuos de la construcción suelen tener un alto impacto en el ambiente ya que llegan a representar entre un cuarto y un tercio de los residuos generados en un municipio. De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en su documento “Estudio de Análisis, Evaluación y Definición de Estrategias de Solución de la Corriente de Residuos Generada por las Actividades de Construcción en México”, en el Distrito Federal se tienen contabilizados más de 1,200,000 toneladas de residuos de la construcción y demolición anuales, siendo una cantidad que nos permitiría llenar el Zócalo de la Ciudad de México cinco veces con una altura de 5 metros cada año.

El mayor problema, radica en que de no tomar medidas, podría llegarse a un deterioro ambiental irreparable, afectando principalmente al agua, suelo, fauna, flora y un millar de elementos que componen el ambiente.

Una de las acciones que permitiría dar respuesta a esta problemática es fomentar la reducción en la generación de los residuos, la promoción e impulso de sistemas de minimización, reciclaje y aprovechamiento de los mismos entre los constructores.

Cuando se habla se engloba todo lo que nos rodea, desde las áreas de reserva natural hasta las urbanizaciones en las que desarrollamos nuestras vidas. Los residuos afectan tanto un tipo de ambiente como otro. Mientras que en los ambientes naturales puede afectar a la fauna y a la flora, en las zonas urbanas su principal afectación es el ser humano, propiciando distintos tipos de enfermedades que pueden afectar seriamente la salud de las personas. Con los residuos de construcción es muy fácil que se lleguen a mezclar distintos tipos de residuos peligrosos, los cuales pueden afectar directamente al ser humano. Además el polvo o las partículas pequeñas de distintos materiales de construcción, pueden llegar a causar importantes afectaciones a la salud incluyendo la degradación del suelo y el aire.

Es evidente que el daño al medio ambiente propiciado por la industria de la construcción y demolición va en aumento en México. Evidenciándose en que la generación de residuos está en un continuo crecimiento y que, al no existir una cultura de reciclaje y aprovechamiento, el aumento de estos residuos no tiende a disminuir o desaparecer.

#### IV.2. Problemas de gestión.

Uno de los problemas de los residuos provenientes de la construcción y demolición, es que la gestión puede resultar un tanto tediosa, pues al ser material que pareciera no tener ninguna utilidad ni valor dentro de la obra, lo único que se busca es que estos no estorben dentro del área de construcción quitando toda importancia de estos materiales. Además el proceso desde su generación hasta que llegan a su disposición final o una planta de reciclaje, genera costos extras en la obra que los constructores no están dispuestos a pagar, pues la valorización que se le da es nula.

En general, pocos constructores en México hacen una gestión adecuada de sus residuos de la construcción y demolición, lo que conlleva a una inexistencia de una cultura de conciencia social y ambiental.

El problema de gestión consta de varios pasos y requisitos que se deben cumplir para que los residuos puedan ser destinados a este proceso. Esto llega a generar complicaciones en el proyecto, pues se requiere destinar una inversión económica para que sean desarrolladas las actividades involucradas. Además de la parte económica también se pueden alargar los tiempos de proyecto, ya que se deben desarrollar tareas vinculadas con esta actividad. Esto nos lleva a que el constructor no quiere invertir dinero ni quiera alargar su proyecto de obra.

#### IV.2.1. Valorización económica.

Para muchos constructores el problema más evidente de la gestión de residuos es la parte económica, pues se requiere de mano de obra en la y además de esto, deben invertirse significativos recursos económicos para que este material sea clasificado y transportado.

A pesar de que representa un costo extra para la obra puede llegar a representar un ahorro en distintos aspectos de la construcción, como la disminución de costos operativos, de costos de materiales, además de poder ofrecer sustentabilidad en la obra y beneficios al medio ambiente como un extra a los clientes.

La valorización económica dentro de la gestión de residuos puede llegar a ser fundamental para la toma de decisiones dentro de este proceso, ya que dependiendo del gasto que puede representar una actividad se considera la mejor opción para el desarrollo de las actividades. Los valores económicos de estas actividades pueden variar mucho, haciendo referencia a la Tesis “Residuos de construcción y demolición. Situación actual y correcta gestión para el proceso de reciclaje en la industria mexicana” publicada por Martínez Daniel Imelda, se demostró que un valor promedio del precio unitario de recolección y clasificación dentro de la obra corresponde a \$45.00 pesos por cada metro cúbico de residuos, mientras que la venta del material residual a una planta de reciclaje varía entre los \$48.00 y \$52.00 pesos por metro cúbico si es que los residuos se encuentran bien separados, si no es así el valor puede disminuir hasta llegar el punto de que no sea comprada por la planta de reciclaje.

Los materiales reciclados son más económicos que los materiales vírgenes, ya que aún no se demuestra que las características físicas y químicas de uno y otro son iguales. Esto hace que la mayor parte de los constructores desarrollen los proyectos con materiales vírgenes ya que conocen en su totalidad las características de trabajo dentro de la construcción. Por esta razón es que los

materiales reciclados, los cuales quieren crecer en el mercado y ser más frecuentados en el uso para la generación de proyectos, bajan sus precios.

Otro punto deficiente en la gestión de residuos, es que no existe personal capacitado para hacerse cargo de las plantas de reciclaje o sitios de disposición final, ya que siendo parte de la regulación gubernamental, los salarios no apremian al trabajador con respecto al trabajo que debe ser realizado, además, el desarrollo actual de estos sitios no nos deja ver una buena gestión de proyecto.

Sin lugar a dudas, es inevitable pensar en la rentabilidad de una planta de reciclaje de residuos de la construcción, pues con la singular gestión que se tiene en México es fácil pensar que este tipo de proyectos no pueden ser económicamente viables. Una gran parte del grado de rentabilidad de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición depende de la calidad del producto obtenido siendo directamente proporcional al nivel de homogeneidad del residuo que entra a la planta. Para poder conocer el grado de rentabilidad de una planta de reciclaje de residuos de la construcción y demolición es importante considerar:

a) Inversión:

- Los equipos fijos necesarios para poder desarrollar los procesos de tratamiento y reciclaje.
- Compra o alquiler del terreno para la instalación de la planta de reciclaje.

b) Gastos:

- Movimientos de tierras, accesos y vallado.
- Transporte del equipo de tratamiento.
- Estructuras, calderas y tuberías.
- Montajes mecánicos y eléctricos.
- Báscula.
- Cabina de recepción.
- Equipo móvil.
- Licencias.

c) Costos operativos:

- Mano de obra, como mínimo 8 trabajadores.
- Gastos administrativos.
- Costos variables tales como energía, lubricantes, control de calidad, etc.

d) Ingresos:

- La tasa de admisión del residuo es directamente proporcional al grado de heterogeneidad del cuerpo residual.
- Precio de venta del agregado reciclado debe ser inferior al del agregado virgen.

A pesar de identificar una mayor cantidad de pérdidas económicas que de ganancias en los puntos anteriores, la realidad nos muestra que si una planta está siendo operada correctamente la rentabilidad de la misma es muy alta, pues se tiene un ingreso económico por recibir la materia prima (residuos de la construcción y demolición) y se obtiene otro al vender el material reciclado, haciendo que la rentabilidad económica se encuentre en un mejor rango que las tasas de inversión.

El manejo de los sitios de disposición final se encuentra totalmente destinado al sector gobierno, es por ello que es difícil hacer estudios económicos, ya que estas administraciones se encuentran alimentadas en su totalidad por los presupuestos otorgados directamente a ellos por parte de los gobiernos federales o municipales, respectivamente.

#### IV.2.2. Traslado y transporte de los residuos.

El proceso que implica la separación y traslado del material puede resultar tedioso si es que consideramos todos los pasos a seguir antes de poder cargar los vehículos, pero para que se realice una buena gestión de residuos es necesario que los pasos sean desarrollados correctamente, pues es aquí donde se puede marcar la diferencia entre una buena y una mala gestión. Esta diferencia radica en la clasificación y selección previa de material, pues si no se realiza correctamente pueden desaprovecharse muchos materiales que siguen teniendo un periodo de vida útil enviándolos a sitios de disposición final o por el contrario, enviar material inservible a plantas de tratamiento generando la desaceleración de proceso de reciclaje o inclusive que la carga de residuos que es transportada no sea aceptada por la planta.

La clasificación de los residuos presenta un gran problema dentro de las obras, ya que la mayoría de las veces el personal encargado de esta actividad no está capacitado para la separación, creando grandes cuerpos residuales con todo tipo de material mezclado. A pesar de que la ley establece que se debe hacer la separación indicada obligatoriamente, el personal de las obras no realiza esta actividad, demostrando el incumplimiento de las normas.

Los traslados de los residuos de la construcción y demolición están estipulados en la Normatividad de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, las cuales identifican las formas, los horarios y las rutas que estos deben seguir para que la gestión de los residuos sea de la manera más

provechosa sin tener algún problema con los mismos. La eficiencia con la que se respeta esta normatividad se encuentra muy por debajo de los parámetros que se deberían cumplir, pues se sabe a la perfección que estos métodos no se estipulan dentro de los planes a desarrollar con los proyectistas antes de empezar la edificación de la obra y los residuos se van eliminando poco a poco como la obra se vaya presentando, sin ningún tipo de planificación haciendo que no existan rutas destinadas, horarios preestablecidos de traslado de residuos y mucho menos transportes eficientes.

La parte de transporte en los residuos de la construcción y demolición se encuentra por debajo de las expectativas que los marcos regulatorios tienen, ya que los equipos de transporte que se utilizan no cuentan con las características establecidas, siendo equipos viejos y descuidados en la parte de maquinaria, la cual puede llegar a contaminar alguna parte de los residuos con materiales peligrosos. Muy pocos de los equipos de transporte que se utilizan para el traslado de estos residuos cuentan con el papeleo y licencias adecuadas para este tipo de servicios.

Muchas veces el transporte de residuos es destinado a empresas que se dedican específicamente a ello, las cuales deben cumplir con el marco regulatorio que se les presenta para la legalidad en la prestación del servicio. Estas empresas deben tener especificaciones de equipos de transporte además de rutas de desplazamiento con respecto al proyecto en el que se está trabajando, así como las horas de trabajo destinadas a esta actividad. Aunque existen todas estas regulaciones, en México es muy baja la tasa de cumplimiento de normas que regulan estas actividades, es por eso que se encuentra una gran cantidad de desarrollos informales de servicios de transportes de residuos de la construcción y demolición.

#### IV.2.3. Disposición final.

Uno de los mayores problemas del proceso de gestión de residuos es relacionado con dónde enviarlos, pues no existe una variedad de lugares en los que se pueda hacer la disposición final y los pocos que hay resultan estar muy alejados de las zonas conurbadas que es donde se realizan la mayor parte de las obras, incrementando los costos en el transporte. Una práctica muy mal realizada en México es que los residuos de la construcción y demolición son trasladados al Bordo Poniente, relleno sanitario de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, donde todos los residuos son mezclados sin ningún tipo de clasificación o previa separación. A pesar de que este relleno sanitario está destinado exclusivamente a residuos urbanos, la gente encargada de las distintas obras envía los residuos de la construcción y demolición que, con base en el Capítulo II, pertenecen al grupo de

residuos de manejo especial, los cuales no deberían ser aceptados en estas instalaciones. Inclusive es fácil poder encontrar residuos peligrosos dentro de este relleno, lo cual permite ver que la administración de este sitio de disposición no necesariamente presenta seriedad con el cumplimiento de las normas.

Una práctica recurrente en México es que los residuos de la construcción y demolición sean depositados en barrancas o cañadas, lo que presenta una grave afectación al ambiente, pues esos sitios no están preparados para recibir ese tipo de material y se muestran grandes afectaciones al suelo, fauna, flora y al aire, además del brote de fauna nociva que se aloja entre los escombros.

La existencia de una pena jurídica no elimina que se pueda llegar a ver que la disposición de distintos tipos de residuos de la construcción y demolición siendo principalmente escombros y materiales pétreos, tengan como destino final las calles de las ciudades de México, donde los empleados de las obras salen a altas horas de la madrugada y, literalmente, abandonan los residuos que son generados en sus construcciones en las calles y avenidas, creando un gran problema pues nadie se quiere hacer cargo de esos materiales sin dueño alguno.

Está demostrado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, en su documento “Residuos”, que solo alrededor de un 52% de los residuos de la construcción y demolición que son generados anualmente en México, presentan como sitio de disposición final un lugar de depósito autorizado por los distintos marcos regulatorios encargados de estos rubros, lo que representa una gran señal de alarma pues el impacto ambiental que generan va en aumento.

No existe justificación para aquellas personas que no cumplen la ley de depósito de residuos de la construcción y demolición, pero es evidente que en México no contamos con la infraestructura necesaria para que estos procesos sean desarrollados de la mejor manera, pues existe una gran necesidad de sitios de disposición final al igual que plantas de reciclaje para el aprovechamiento de estos grandes volúmenes de residuos generados dentro de las obras de construcción.

Es cierto que la creación de nuevos sitios de disposición final es necesaria pero además es necesario crear más centros de reciclaje de residuos de construcción, pues con estos no solo se encuentran sitios de disposición de residuos para que los constructores tengan a donde enviar los mismos, sino que es posible que se creen nuevos materiales a partir de los residuos los cuales pueden ser funcionales para las obras de construcción, reduciendo la explotación de bancos de materia prima vírgenes y así creando un beneficio al ambiente reduciendo el impacto que se le genera al mismo.

El proceso de desconstrucción también puede ser vital para la creación de estos espacios, pues con esta práctica la generación de residuos se puede disminuir en un gran porcentaje, haciendo que el material que debe ser destinado a el reciclaje o a una disposición final se reduzca drásticamente teniendo que crear menos sitios adecuados para la disposición final de residuos.

## V. ALTERNATIVAS DE MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

Una adecuada gestión y correcto manejo de residuos de la construcción y demolición, junto con la existencia de más plantas de reciclaje, puede llevar a la eliminación de un alto número de problemáticas con respecto al tema de los residuos, ya que con la identificación de estos, podemos incrementar el aprovechamiento y reúso de estos materiales en nuevas obras.

El manejo integral es la implementación de un plan de desarrollo que equilibre la gestión de los residuos, desde su extracción de la naturaleza, regularización de materiales, selección de cantidades y calidades de materia prima, hasta las generación de residuos, los sitios destinados a almacenamiento, los traslados de material residual, el desarrollo de las plantas de reciclaje o, si no es imposible el reciclaje, una adecuada disposición final.

Para que este manejo integral pueda desarrollarse debe contar con una gran coordinación en todas las partes, para que todas las piezas de este sistema embonen de tal manera que se genere un excelente desempeño en la gestión de los residuos.

Los residuos de la construcción y demolición tienen un desarrollo dentro y fuera de la obra. Estas dos etapas están caracterizadas por diferentes acciones, las cuales definen como se desarrolla la gestión de los mismos.

➤ Dentro de la obra:

- ✓ Generación: Aquí es donde a partir de procesos constructivos o actividades dentro de la obra se generan los residuos.
- ✓ Recolección: Esta actividad se basa en reunir todos los residuos que se generan dentro de la obra o la demolición.
- ✓ Acopio: Se debe acumular los residuos en un punto destinado a ellos y separarlos según su clasificación para poder destinarlos a distintos tratamientos dependiendo sus características.

➤ Fuera de la obra:

- ✓ Transferencia: Se acondicionan los residuos para que se puedan transportar de manera que cada tipo de material vaya dirigido a su destino de reciclaje o disposición final.

- ✓ Transporte: Es el traslado de los residuos a sus destinos finales.
- ✓ Tratamiento: Se especifica las operaciones que acondicionaran y revalorizaran a los residuos.
- ✓ Disposición final: Es el destino que tienen aquellos residuos a los cuales no se les puede volver a dar un valor para la reutilización.

Para realizar los procesos de esas dos etapas es importante que se le generen lugares temporales a los residuos y conozcamos todas las especificaciones que los rodean, pues así, el plan de manejo integral, será altamente efectivo y nos ayudara a reducir las problemáticas que existen.

#### V.1. Ciclo de vida de los residuos de la construcción y demolición.

Se estima que el ciclo de vida de un residuo está comprendido dentro de las dos etapas especificadas anteriormente, dentro y fuera de la obra, siendo su nacimiento el momento en el que se genera hasta que se lleva a su disposición final o a una planta de reciclaje para que la materia prima que compone al residuo pueda ser reutilizada como material de obra.

En el capítulo IV se especificó que los residuos están divididos en 4 grandes grupos, el material de excavación, el concreto, los escombros, los cuales son generados a partir de piezas prefabricadas y una categoría denominada “otros” estando conformado por distintos materiales que se engloban dentro de la industria de la construcción como madera, vidrio, plásticos, etc.

La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, en su documento “Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición”, desarrolla un análisis del ciclo de vida de los primeros 3 grandes grupos de residuos (escombros, concretos y material de suelo), sin considerar el grupo de otros materiales, pues existe una gran diversidad en el origen y características físicas y químicas dentro de sus componentes. En estos análisis podemos ver cómo se desarrolla la gestión de estos cuerpos residuales. En las Figuras 5.1, 5.2 y 5.3 las líneas grises representan que debe incrementar el porcentaje de aprovechamiento, mientras que las líneas grises se refieren a que debe haber un decremento en la disposición final de los residuos.

- ✓ Material de excavación: El ciclo de vida de estos residuos se encuentra relativamente equilibrado, pues un gran porcentaje de material vuelve a ser utilizado, mientras que solo un 40% va directo a sitios de disposición final.

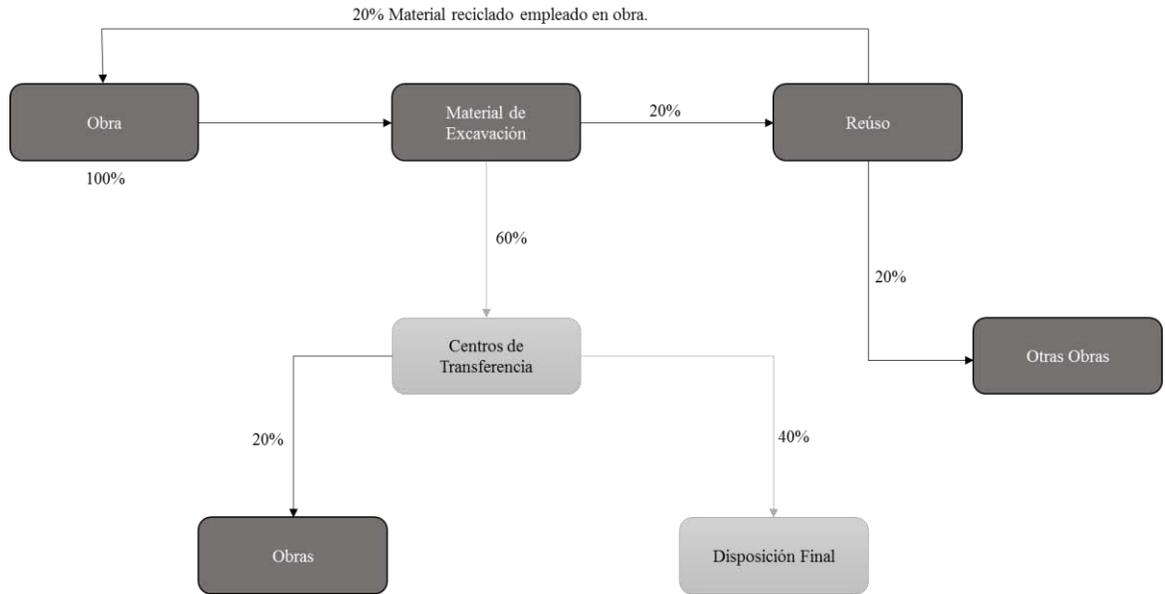


Figura 5.1. Gestión de los residuos de excavación. Elaboración propia.

- ✓ Residuos de concreto: Estos volúmenes de residuos no se encuentran en tan buena zona como los especificados anteriormente, pues solo se reciclan alrededor de un 20% de este material. Es importante aclarar que solamente el 2% del 20% que se recicla es utilizado en obras nuevas, mientras que el resto se almacena para su utilización en obras futuras.

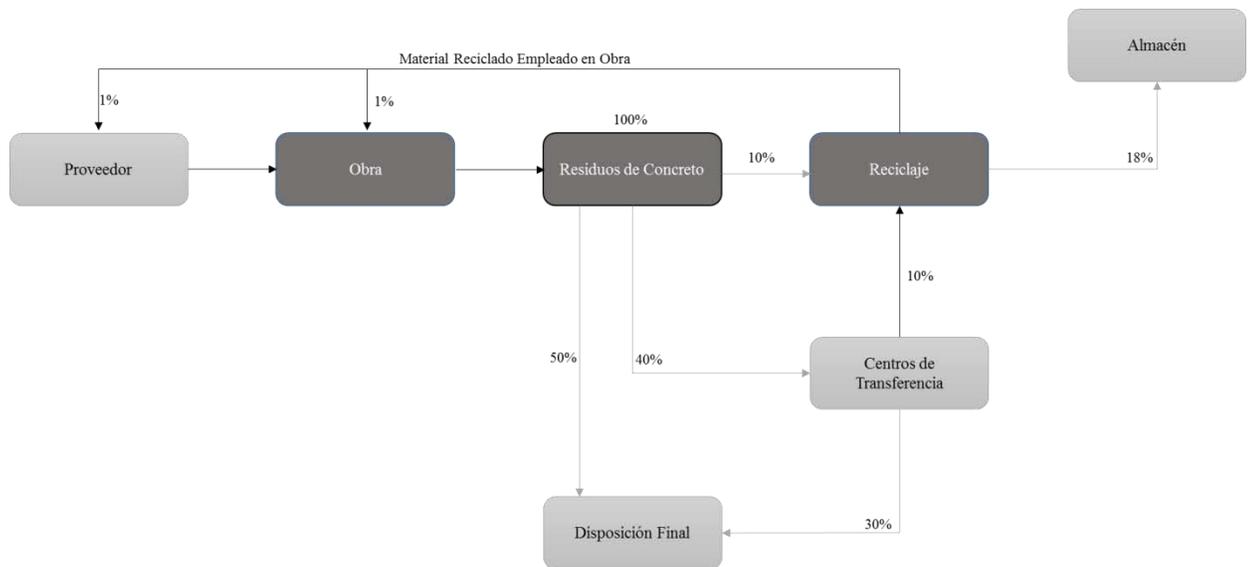


Figura 5.2. Gestión de los residuos de concreto. Elaboración propia.

- ✓ Escombros: Estos residuos se componen a partir de blocks, tabiques, tubos de concreto, tabicones, ladrillos, etc., los cuales son elementos de consideración por los posibles usos que se les puede dar como material reciclado. Aquí encontramos una situación parecida al concreto, pues muy poco porcentaje de residuos es reciclado y reutilizado.

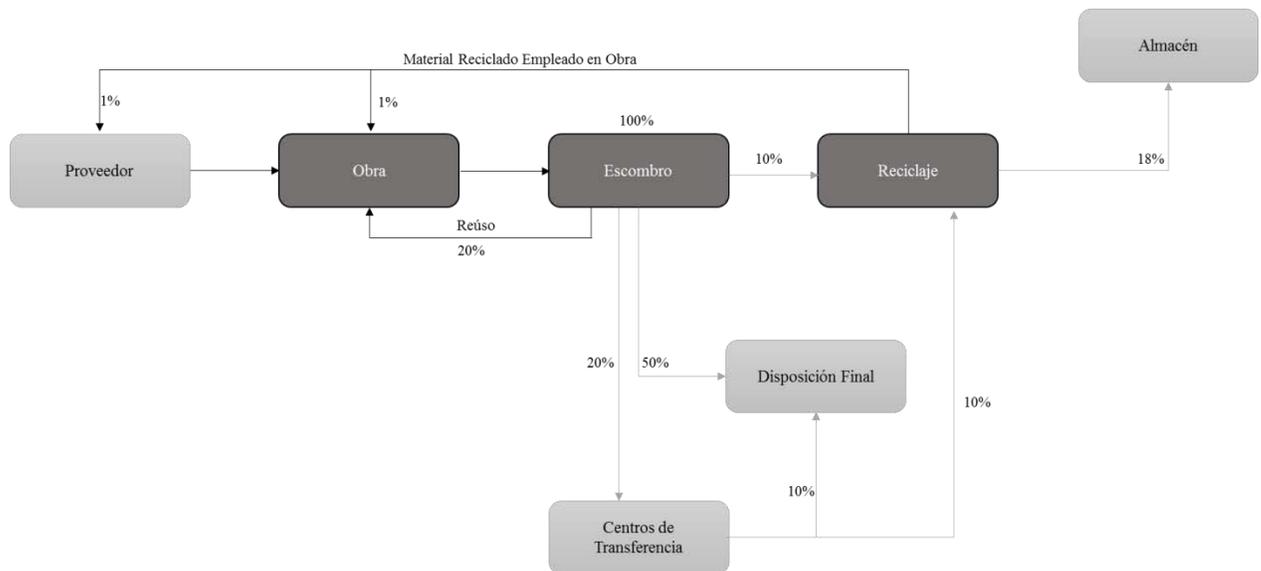


Figura 5.3. Gestión de los escombros. Elaboración propia.

V.2. Identificación e indicadores de los residuos.

Para fines de construcción y demolición es necesario que el plan de gestión de residuos se haga desde la fase de planeación de obra, estableciéndose y proponiendo estrategias que permitan establecer metas de reúso, reciclaje y aprovechamiento de los residuos según el tipo de obra y los residuos que vayan a ser generados, de esta forma se establecen parámetros de autorregulación dentro del proyecto.

Las empresas constructoras son las responsables de generar indicadores de manejo por proyecto, aplicación y verificación del cumplimiento a través de estrategias de identificación de los conceptos de trabajo. En donde se emplearan materiales de reúso y reciclaje además de los tipos de residuos que se generan del proceso de la obra, cumpliendo con el cálculo de indicadores de reúso, reciclaje en obra y fuera de obra y tener un acuerdo con el propietario de proyecto para el uso de estos

materiales reciclados. En la Figura 5.4 se muestra la implementación de estas estrategias para que el aprovechamiento de residuos crezca por cada obra en proceso.

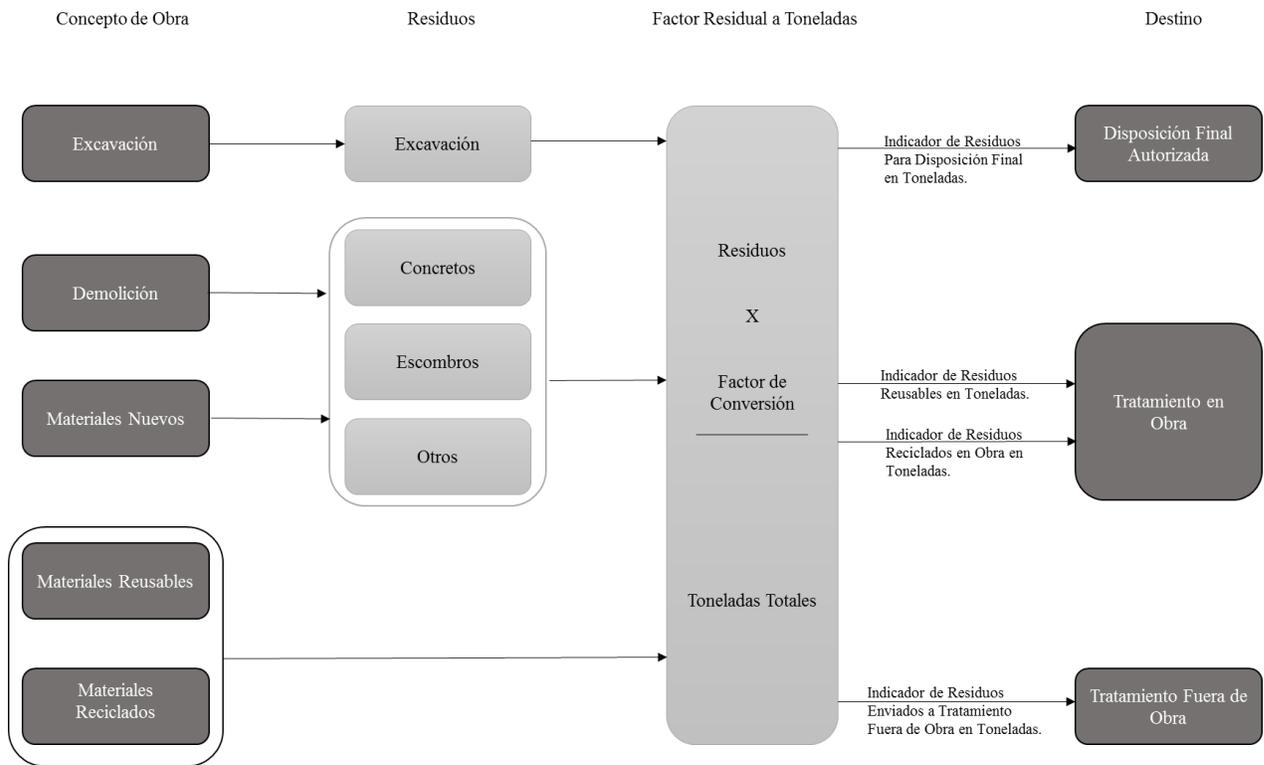


Figura 5.4. Estrategias de crecimiento para el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición. Elaboración propia.

La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción expresa en el documento “Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y la Demolición” que con datos obtenidos de los catálogos de conceptos, la cantidad y tiempo de suministros de los materiales, la explotación de insumos y un programa de obra, se puede obtener el volumen de residuos estimado y cuando se generarán a partir del suministro de materiales nuevos o de los conceptos de trabajo. Si estos volúmenes se agrupan según su destino (reúso, reciclaje o disposición final), se obtienen los porcentajes que serán las metas a cumplir dentro del proyecto de obra.

V.2.1. Generación y minimización de los residuos.

Para crear un plan de manejo integral es necesario que exista minimización en la generación de residuos, siendo la etapa de planeación la responsable de identificar los procesos constructivos e

insumos que generen mayores volúmenes de cuerpos residuales, proponiendo y estableciendo estrategias que generen una disminución significativa en el papel de la construcción.

Para poder implementar un programa y plan de minimización de residuos para cada obra, es necesario que las empresas constructoras creen estrategias basadas en el desarrollo de políticas operativas que tengan como prioridades los siguientes rubros:

1. Aplicación de buenas prácticas para la reducción de la generación de residuos.
2. Incremento en el empleo de materiales que tengan tendencia a ser reciclados.
3. Evitar en lo posible el uso de materiales cuyos residuos sean tóxicos.
4. Pactar la devolución de embalajes usados a los proveedores.

Para formalizar e implementar 6 convenios de cooperación de minimización con proveedores de materiales e insumos, a través de las Cámaras o Asociaciones integrantes de la cadena productiva de la construcción, la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción propone establecer convenios de cooperación y colaboración con los encargados de brindar los insumos a fin de que estos sean suministrados con la menor cantidad de empaques y en el caso de ser entregados con ellos, la capacidad de que sean devueltos para su manejo, incluyendo sobrantes para el caso de materiales pétreos.

La disminución de los residuos de la construcción se puede favorecer a partir de diversas prácticas o actividades, las cuales garantizan que la eficacia en el uso de materia prima será la necesaria para que no existan sobrantes de material y así eliminar la generación de residuos. Algunas de estas prácticas, son:

- Especificar el tratamiento que será dado al soporte de pintura o del yeso, las técnicas de aplicación y las terminaciones o acabados. Así no se deberá utilizar más material del necesario en el proceso constructivo.
- Realizar un correcto mantenimiento de almacén, ya que una instalación con mala organización es potencialmente destinada a que existan excedentes, derrames o productos defectuosos.
- Cumplir los requisitos de almacenamiento de cada material, particularmente de aquellos que son sensibles a los fenómenos meteorológicos.
- Emplear los productos químicos más puros y cuidar la dosificación y aplicación recomendada por el fabricante para reducir el volumen de los residuos contaminados.

- Preparar las cantidades necesarias de materiales consumibles, calculando con exactitud la superficie a trabajar.
- Comprobar que transcurre el tiempo de secado dado por el fabricante y no utilizar procedimientos artificiales, así se evitan desprendimientos de material.

Las estructuras prefabricadas tienen un gran potencial en la disminución de la generación de residuos, pues al ser piezas estructurales provenientes directamente de plantas y fábricas, el uso de distintos materiales para su creación no se genera en obra. Algunos aspectos importantes que se logran con estas estructuras, son:

- Ahorro superior al 95% en cimbra total de losa.
- Ahorro al 100% de la cimbra de contacto.
- Ahorro en manejo de desperdicio y sobrantes de materiales de obra.
- Menor volumen de concreto en obra.
- Eliminación de piezas de soporte de madera.

A partir de estas prácticas se puede disminuir la generación de residuos, lo cual facilita la gestión de los mismos pues los volúmenes se reducen considerablemente y el manejo es más sencillo de lo previsto.

#### V.2.2. Separación de los residuos de obra.

Para poder aprovechar al máximo los residuos, estos deberán identificarse y separarse dentro de la obra, además de que el transportista deberá respetar esta separación desde que recoge el material hasta el punto de entrega del mismo, pudiendo ser plantas de reciclaje, transferencia o sitios de disposición final autorizados.

A partir de la separación de los residuos por la clasificación previamente usada (material de excavación, concreto, escombros y otros), debemos potencializar su uso para aprovechamiento y reciclaje, buscando que las obras se sujeten a un plan integral de desarrollo de separación de los mismos, el cual debe estar regulado por las constructoras que se encargan del proyecto.

Para la separación de residuos de construcción y demolición es fundamental tener un orden establecido dentro de la obra, por lo cual las siguientes opciones son viables para este desarrollo.

- ✓ Centralizar el manejo de escombros y residuos sólidos.

- ✓ El almacenamiento de los residuos se debe hacer en tres recipientes plásticos con tapa, para asegurándose que estén debidamente marcados con el tipo de material que contienen.
- ✓ Para residuos voluminosos, utilizar contenedores móviles de baja capacidad de almacenamiento.
- ✓ Enseñar a todo el personal que pertenece al proyecto sobre la obligación que tienen de depositar los residuos en los contenedores según su clasificación.
- ✓ No sobrecargar los contenedores.
- ✓ Evitar tener los residuos por más de 7 días en la obra, para esto, el contratista debe crear un contrato de servicio público de aseo, garantizando la recolección, transporte y disposición final de residuos peligrosos.
- ✓ Identificar a las empresas que estén interesadas en recibir materiales reciclables resultantes de la actividad de construcción.
- ✓ Al terminar la jornada se debe realizar un proceso de limpieza general donde se recoja los desperdicios y se cataloguen de acuerdo a lo establecido.
- ✓ Al tener concluida la obra se deben recoger todos los materiales sobrantes y en un plazo menor a 24 horas ser enviados a su destino final, sea una planta de reciclaje o un sitio de disposición de residuos.

Si se logran cubrir estos rubros puede garantizarse que la separación de los residuos será exitosa en todo momento y por lo tanto la gestión del mismo será mucho más eficiente.

### V.2.3. Acopio y transporte.

Ya que se busca potencializar el aprovechamiento y reciclaje de los residuos a partir de las estrategias de separación, estos deberán tener un espacio destinado al acopio dentro de la obra y almacenarse el menor tiempo posible, de tal forma que se respete su separación y reduzca la dispersión de finos. Para el traslado de los residuos es importante la contratación de servicios formales y autorizados, lo cuales eviten la dispersión de finos, garantizando el traslado a centros de reciclaje autorizados, transferencia o disposición final.

Se busca que el 100% de los residuos de una obra estén acreditados mediante formatos de control del volumen, siendo transportado a centros de reciclaje o a sitios de disposición final, los cuales sean responsabilidad de las constructoras, buscando esto a partir de un control documental de cada

uno de los traslados que salen de las obras que se tienen en ese momento, con el propósito de contar con elementos que comprueben que la disposición de residuos se hizo correctamente.

La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción especifica que a partir del acopio en obra, así como para el traslado de los residuos, deberán establecerse mecanismos que reduzcan significativamente la dispersión de los residuos de la construcción y demolición, buscando desarrollar e implementar un procedimiento que considere las mejores prácticas en el acopio, almacenamiento y transporte de los mismos.

A partir de la acreditación oficial de transportistas, con la finalidad de promover el transporte de residuos a través de las empresas acreditadas, se busca contar con un directorio el cual, de manera oficial, autoriza a los transportistas para el traslado y acopio de los residuos de la construcción y demolición. Las autoridades son las encargadas de regular estos casos además de ser quienes acreditan a los transportistas para que puedan desarrollarse dentro de este rubro.

La maquinaria que se utilice en esta fase del proyecto (vagonetas, retroexcavadoras, tractores, compresores) y todo vehículo que se utilice para transportar los residuos debe estar en buen estado de conservación, sin fugas de aceites ni de combustibles, con el sistema de evacuación de gases funcionando adecuadamente, de tal manera que el ruido sea el mínimo; además, deberá contar según corresponda, con los permisos de circulación y la revisión técnica vehicular, lo que deberá ser verificado y controlado por la supervisión del proyecto.

Los vehículos destinados para tal fin deberán tener involucrados a su carrocería los contenedores o platonos, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad. Por lo tanto, el contenedor o platón debe estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios. La carga debe ser acomodada de tal forma que su volumen esté a ras del platón o contenedor.

Es de suma importancia que se definan con anterioridad las rutas por utilizar para el desplazamiento del material en los camiones transportadores, así como las horas de menor tránsito, ya que normalmente, estos camiones, por ir cargados de escombros, deben desplazarse a velocidades mínimas, lo que puede causar impactos en el tránsito vehicular.

#### V.2.4. Reúso y reciclaje.

Para incrementar el volumen de residuos reciclados o reusados, sea en la misma obra u otra, es importante considerar una serie de estrategias especificadas a continuación, pues esto permitirá el desarrollo de mayor infraestructura de reciclaje con una amplia cobertura nacional, con lo que se evite elevar los costos de traslados.

- Generar la demanda de materiales reciclados o de reúso tanto en las obras privadas como en las de dependencias públicas ejecutoras de obra, además de incidir en la incorporación de este tema como requisito de proyecto ejecutivo. Esta estrategia, busca:
  - ✓ Procurar acuerdos con el propietario de la obra, el cual permita aplicar prácticas de reutilización y reciclaje en el proceso de la misma, asegurando calidad, viabilidad económica y vida útil.
  - ✓ Reusar y reciclar los residuos de la construcción y demolición en medida que el proyecto lo permita y conforme a la planeación de la misma.
  - ✓ Promover en el mayor número de licitaciones de obra pública y privada, así como reglamentos de construcción que implementen el reciclaje y la reutilización.
- Impulsar la oferta suficiente de plantas de reciclaje a nivel nacional es la forma de buscar:
  - ✓ Conformar un directorio de las plantas de reciclaje formales existentes a nivel nacional.
  - ✓ Promover el mayor número de plantas de reciclaje que atiendan la demanda generada por aplicación y supervisión de las autoridades.
  - ✓ Crear un documento de acreditación con especificaciones de cumplimiento para la operación de plantas de reciclaje.
- Establecer especificaciones técnicas mínimas de cumplimiento de reúso de materiales y empleo de materiales reciclados. Este punto tiene el objetivo de fomentar la reutilización y reciclaje, para la elaboración de especificaciones técnicas garantizando la estabilidad y calidad en los procesos de construcción.

La SEMARNAT especifica en su portal WEB, llamado “SIMBIOSIS INDUSTRIAL” que el aprovechamiento de los residuos también puede ser dado mediante el intercambio de la materia con otras empresas o industrias, en el cual participan los generadores de residuos y aquellas empresas que pueden aprovecharlos y convertirlos en insumos de sus procesos productivos, impulsando la generación de nuevos mercados.

Este portal WEB sirve para que las distintas empresas entren y puedan buscar registros de residuos generados en obra, el tipo de residuos para su valorización y aprovechamiento, consulta de generación por estado, haciendo así que las empresas puedan atacar comercialmente estas obras, creando un bien social, económico y ambiental.

#### V.2.5. Sitios destinados a la disposición final.

En la actualidad los residuos de la construcción y demolición son depositados en su mayoría en sitios inadecuados, siendo barrancas, predios abandonados o vía pública. Algunos otros están destinados a rellenos sanitarios, donde por sus características y volumen, están destinando la disminución de la vida útil de estos sitios de disposición.

Debido a que no todos los residuos que se generan en procesos constructivos son reusables o reciclables es importante que existan sitios de disposición final especializados, los cuales cumplan con las especificaciones técnicas debidas para que haya una disminución en los daños ambientales, lo cual, de ser así, reducirá problemáticas sociales y económicas.

En nuestro país solo una pequeña parte de los residuos de la construcción y demolición se depositan en sitios específicamente señalados y diseñados para este fin, además de que en muchos casos estos no cumplen con las características y requerimientos necesarios para el confinamiento de estos cuerpos residuales.

En la República Mexicana solo se pueden encontrar 4 estados que cuentan con sitios de disposición final especializados y autorizados, siendo los estados de Guanajuato, Baja California, Estado de México y Distrito Federal

Esto lleva a buscar la creación de sitios adecuados y centros de transferencia en una gran parte del país, pero con prioridad en búsqueda de centros de reciclaje para el tratamiento de los residuos de la construcción y demolición.

Para poder lograr que el 100% de los residuos de la construcción y demolición que no son reciclables tengan como destino final un sitio de disposición autorizado, es necesario que se genere un sistema de agendas el cual muestre una gran variedad de sitios de disposición final, para que así, las empresas constructoras, quienes son responsables de sus residuos, realicen una correcta gestión con los mismos. La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales busca integrar un padrón

de sitios de disposición final, el cual sea alimentado con la información de las autoridades locales, haciendo una gran difusión de estos sitios de disposición.

La SEMARNAT, en la publicación de la Norma NOM-083-SEMARNAT-2003, especifica que un sitio de disposición final de residuos de la construcción y demolición debe contar con las siguientes características:

- No debe estar ubicado dentro de un área natural protegida.
- Requiere estudios geológicos, hidrogeológicos, topográficos y geotécnicos.
- Debe existir una barrera geológica natural con mínimo un metro de espesor.
- Requiere crear un drenaje pluvial para el desvío de escurrimientos de lluvias y desalojo de agua.
- Debe contar con un área de emergencia para la recepción de residuos que provengan de alguna eventualidad en desastre natural o emergencia.
- Debe controlar la dispersión de materiales ligeros, fauna nociva y la infiltración pluvial, esto se logra cubriendo el material residual con una lona mínimo cada 24 horas de haber llegado al sitio de disposición.
- Los sitios de disposición final deben contar con las siguientes instalaciones: caminos de acceso, caminos interiores, cerca perimetral, caseta de vigilancia, bascula, agua potable, electricidad y drenaje, vestidores y servicios sanitarios, franja de amortiguamiento, oficinas, servicio médico, seguridad personal.
- Deberá contar con un manual de operación que contenga todas las especificaciones del control y manejo de los residuos, un control de registro en el cual se lleve un control de todo el material que ingresa y se deposita y un informe mensual de actividades para saber datos y estadísticas de cómo está trabajando el sitio de disposición final.
- Deberá contar con instrumentación que incluya medición y control de impactos ambientales, además de un programa de monitoreo ambiental de dichos sitios y mantener un registro de volúmenes.

A partir de estas especificaciones se debe crear el plan de disposición de residuos pues así la gestión de los mismos será más eficiente y ordenada, haciendo que las proyectistas y constructores no tengan ninguna interferencia con el plan integral de manejo de residuos de la construcción y demolición.

### V.3. Deconstrucción.

La deconstrucción o demolición selectiva es una modalidad de demolición que consta de fases, la cual está orientada a maximizar la reutilización o reciclaje de los residuos generados. Gracias a esta técnica de demolición puede incrementarse la cantidad de residuos de construcción y demolición recuperados. Esta demolición trata de una selección en origen, tomando directamente de la estructura que se demolerá, los materiales que pueden ser útiles en un futuro para su reutilización directa en otra obra o para su reciclaje.

Las fases de una demolición selectiva son las siguientes:

- Fase 1: Recuperación de elementos arquitectónicos.

Esta fase consiste en el desmontaje del mobiliario, instalaciones hidráulicas, eléctricas y sanitarias, cerramientos interiores, pisos, elementos estructurales, madera, vidrio, etc. para que puedan ser utilizados posteriormente.

- Fase 2: Recuperación de residuos tóxicos y peligrosos.

Dentro de este rubro se procede a realizar la retirada de los residuos de construcción y demolición con carácter de peligrosos, los cuales por características físicas y químicas es imposible someterlos a procedimientos de reciclaje o reutilización. Estos residuos se destinan a sitios autorizados donde puedan ser depositados.

- Fase 3: Recuperación de productos mixtos.

En esta parte del proceso se deben retirar los materiales susceptibles de recuperación y reciclaje, tales como el cobre, bronce, aluminio, plomo, zinc, estaño, hierro, papel y cartón, textiles, vidrio y madera.

- Fase 4: Reciclaje de los materiales de naturaleza pétreo.

En esta serie de acciones, todos los materiales deben ser enviados a una planta de tratamiento de materiales para que sean valorizados. Estos materiales suelen ser arenas, gravas, concreto, material pétreo, cerámicos y asfaltos.

- Fase 5: Fracción no valorizable.

Corresponde a aquella fracción de materiales cuyo destino final es un sitio de disposición final autorizado.

Aparentemente este sistema de demolición puede parecer más caro que un sistema de demolición tradicional, lo que puede ser cierto si únicamente se consideran los costos de la mano de obra utilizada para el desmantelamiento de la estructura. A pesar de ello, si se considera como un conjunto de acciones globales, una demolición tradicional crea una muy pequeña tasa de reutilización, con lo que se obtendrán altos volúmenes de residuos que tienen que ser transportados a vertederos, lo cual lleva consigo un costo adicional, además de que la obtención de materiales para la construcción debe ser total y esto puede incrementar en los costos unitarios de la obra. La deconstrucción permite reducir notablemente el volumen de fracción sin valor final, además de que permite reducir costos en traslados de residuos y reducir volúmenes de material de construcción pues muchos materiales pueden ser reutilizados de los desmontados en los procesos de demolición selectiva.

Como en todo, la demolición selectiva muestra ventajas y desventajas, las cuales hace que el constructor sea la persona que tenga que poner en una balanza e inclinarse por lo que, para él, tenga mayor peso dentro de su proyecto, esto sabiendo que para la parte del impacto ambiental, siempre es mejor el uso de la deconstrucción.

Ventajas:

- Reducción de residuos de demolición enviados a sitios de disposición final.
- Disminución del impacto visual de áreas degradadas por el vertido de residuos.
- Generación de recursos materiales reciclados de mayor calidad.
- Mejora la gestión de los residuos peligrosos por demolición.
- Fomento de empleo asociado al propio proceso de demolición selectiva, así como a los procesos de reciclaje.
- Durante las etapas de vaciado, desmontaje y selección de materiales no es necesaria la contratación de personas altamente calificadas, así se abaratan costos de personal.

Desventajas:

- Los edificios existentes no se han diseñado para facilitar las acciones de desmontaje que requiere el proceso de demolición selectiva, lo cual repercute en el tiempo y costos del mismo.
- Las tasas de envío a sitios de disposición final no son tan alarmantes cuando solo se ven los volúmenes de una obra.
- Este tipo de demolición requiere de tiempo adicional, siendo hasta 4 veces mayor que una demolición normal.
- Las construcciones antiguas tienen altos porcentajes de residuos peligrosos.
- El proceso de demolición selectiva puede presentar muchos riesgos laborales por un uso total de mano de obra.
- Los códigos de edificación y jurídicos no motivan a los constructores al uso de materiales reciclados o reutilizados.

A partir del desarrollo de la demolición selectiva se crean grandes volúmenes de material aprovechable, el cual se puede reutilizar directamente en la obra que se va a construir o se puede mandar a procesos de reciclaje. En la tabla 5.1 se identifica que todos los materiales tienen distintos aprovechamientos, los cuales son explicados.

**Tabla 5.1. Aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición.**

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>APROVECHAMIENTO</b>
<b>MATERIALES PÉTREOS</b>	Material granular para carreteras. Fabricación de concretos. Fabricación de clínker de cemento. Rellenos de explanadas. Rellenos de zanjas.
<b>MADERA</b>	Elementos de carpintería, como puertas, tarimas, marcos, muebles, etc. Fabricación de tableros. Material de combustión.
<b>METALES</b>	Material de fundición. Recuperación económica a través de la venta de residuos. Algunos artículos electrodomésticos.
<b>PLÁSTICOS</b>	Reciclaje y uso como aislantes térmicos. Tuberías. Marcos y ventanas. Sistemas eléctricos.
<b>PAPEL, CARTÓN Y VIDRIO</b>	Tienen aprovechamiento fuera de la obra.

Fuente: Transparencia D.F. *Residuos de la construcción*. México, 2011

En una visión general, el principal obstáculo que tiene la deconstrucción es el hecho de que los constructores de épocas anteriores veían sus obras como estructuras permanentes y nunca se previno la realización de un desmontaje cuando el plazo de su vida útil hubiera concluido, lo que hace muy difícil que el proceso de deconstrucción sea eficiente pues la recuperación de materiales para reuso o reciclaje es mínimo. Por otro lado los constructores no realizan un desarrollo financiero total pues ellos solo se basan en que el desarrollo de este proceso será de un precio elevado por la mano de obra y no piensa que si se tiene una visión extendida esto terminara reduciendo costos en acarreo de material y reutilización de material desmontado.

Es una excelente práctica por todos los beneficios sociales, económicos y ambientales que puede traer, el problema es que no existe ni se ha creado una cultura de utilización de prácticas modernas dentro de los sistemas de construcción en México, haciendo que la práctica de la demolición selectiva sea poco valorada y utilizada.

La práctica de la demolición selectiva puede resultar una gran ciclo de acciones ya que un edificio que va a ser demolido se convierte en una gran fuente de recursos materiales, muchos de los cuales pueden ser reincorporados al ciclo productivo directamente o a través de la reutilización de ciertos elementos constructivos gracias al reciclaje. A través del paso del tiempo es claro que el método de demolición tradicional, el cual genera un único residuo sin clasificar tiende a evolucionar a procesos que contemplen una mayor separación de materiales para su aprovechamiento total.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### VI.1. Conclusiones.

La industria de la construcción y demolición es una de las más grandes generadoras de residuos sólidos a nivel mundial, evidenciándose en los altos indicadores que muestran la problemática que estos conllevan. La generación de residuos de la construcción y demolición no tiene un control establecido ya que la administración de las empresas constructoras muestra poco interés en el control de pedidos de materiales, causando desperdicio. Por otra parte no se hace un total aprovechamiento de los materiales, lo que hace que los pedidos sean mayores a los que realmente se necesitan. Hasta ahora, los proyectistas no han considerado la gran cantidad de material aprovechable que se genera a través de la demolición, el cual no solo puede utilizarse para el reciclaje, si no que su reuso directo en obra disminuiría los indicadores de generación de residuos.

La gestión de residuos de la construcción y demolición en México se encuentra en un estado muy arcaico, ya que todo el proceso que se debe llevar para una correcta gestión no cuenta con un plan establecido al cual los trabajadores y dirigentes de la industria le den la importancia necesaria. Para poder contar con una buena gestión de residuos es importante cuidar el proceso de todos los pasos a desarrollar, pues en la realidad, se ve que son pocas las obras que llevan estos procedimientos de manera correcta, lo que hace que la mayoría de los residuos no tenga un destino final adecuado. Los problemas en gestión comienzan desde la mala separación que se hace tras la recolección en obra, pues se deberían separar los residuos generados por la clasificación preestablecida en las normas, llevando a que los cuerpos de residuos no puedan someterse a procesos de reciclaje.

México tiene un déficit en cuestión de plantas de reciclaje de residuos de la construcción y demolición además de sitios de disposición final, lo que provoca que por la gran generación de estos residuos no se disponga de manera correcta. Se cuenta con un bajo número de plantas, las cuales en su mayoría están enfocadas al reciclaje de materiales pétreos y concretos. La gran falta de sitios de disposición final para residuos de la construcción y demolición hace que los rellenos sanitarios sean utilizados para la disposición de estos materiales, siendo lugares inadecuados para su disposición final pues son lugares destinados a residuos sólidos urbanos, los cuales no deben ser mezclados con los residuos de manejo especial en los cuales se encuentran los de demolición y construcción.

El aumento en la generación de residuos, su mala gestión y su poco aprovechamiento está llevando a que el impacto ambiental negativo se presenta por la generación de residuos de la construcción y demolición sea cada vez más grande y que afecte aún más al medio en el que nos desarrollamos. Este impacto adverso está reflejado principalmente en dos puntos: la contaminación que producen al suelo cuando los residuos son destinados a lugares en los cuales no deberían disponerse afectando a la corteza terrestre y a los acuíferos y, por otro lado, está la explotación de bancos de materiales, los cuales crean modificaciones a los lugares donde se encuentran, propiciando daños ambientales al suelo, aire y al agua que se utiliza para la extracción de material. Estos bancos son explotados por las altas demandas de materiales que se necesitan, ya que al haber poco reciclaje, todo el material utilizado en obra debe provenir directamente de la naturaleza.

El aprovechamiento de residuos no solo tiene beneficios ambientales y sociales, sino que también se ven reflejados beneficios económicos, ya que el aprovechamiento de estos trae consigo una menor cantidad de uso de materiales vírgenes. El reúso de materiales que ya se encontraban en el sitio de construcción y la venta de estos residuos para que se lleve a cabo el reciclaje, genera un impacto económico en la obra pues disminuye precios y llega a generar un ingreso que puede ser aprovechado para alguna actividad laboral. Esto demuestra que a mayor reciclaje se puede obtener un menor gasto en obra.

A través de distintas proyecciones se ha previsto que la generación de residuos de la construcción y demolición va a ir en aumento conforme los años avancen, es por eso que es importante que el cumplimiento de las leyes conforme a la gestión de estos residuos se aplique de una manera óptima, haciendo que la alta generación lleve al aprovechamiento de los mismos, cuidando el ambiente, la sociedad en la que vivimos y teniendo un apoyo económico dentro de las construcciones en edificación.

A pesar de las malas condiciones en que se encuentra nuestro sistema de gestión de los residuos de la construcción y demolición, es alentador el futuro que nos espera, pues las nuevas tendencias de construcción en México llevan a que el aprovechamiento de residuos sea aún mayor, intentando aprovechar todo tipo de material para que las construcciones puedan ser sustentables, desde los métodos de construcción hasta la operación. El cumplimiento de leyes y la mejora de nuestros sistemas de gestión llevaran a que en los próximos años veamos un incremento de plantas de reciclaje de estos materiales, haciendo que los sitios de disposición final sean utilizados para un muy pequeño porcentaje de residuos generados, pudiendo contar con un mayor control y operación

del mismo. El proceso de la deconstrucción puede ser un excelente instrumento para resolver el problema de la generación de residuos, pues su alto índice de aprovechamiento de materiales hace que la gestión se realice con una menor cantidad de material facilitando el proceso, además de la reducción de costos en la obra y la disminución en el impacto ambiental que se genera.

El aprovechamiento de residuos de la construcción está haciéndose una tendencia a seguir en todo el mundo pues en ella se puede encontrar una gran cantidad de beneficios y mejoras para las empresas constructoras. A pesar de que aún se tienen algunas dudas sobre las características de estos materiales reciclados, la experiencia de su uso muestra que la eficiencia de manejo permite que puedan ser aprovechados de la mejor manera posible. Se tiene que concientizar que el no aprovechar los residuos está afectando de sobremanera al ambiente, desde la escasez de recursos hasta el daño que se produce a las poblaciones por los altos grados de contaminación que presentan. Es necesario que las técnicas de reciclaje y reúso sean utilizadas a su máximo esplendor para que se vea desacelerado el fuerte impacto ambiental que estamos propiciando, pues con lo que nos indican las tendencias, la generación de residuos irá en aumento en los próximos años y debemos buscar un alto o una solución a estos residuos.

México es un país con un gran potencial en el tema de sustentabilidad de materiales, pues cuenta con las características necesarias y los recursos naturales para poder ser un país destacado en este tema, lo que lleva a pensar que se aproxima un futuro exitoso, el cual puede estar lleno de buenos resultados y de una concientización a nivel nacional sobre el cuidado de nuestro ambiente, pues a fin de cuentas, este ambiente es el lugar donde desarrollamos la vida.

#### VI.2. Recomendaciones.

Sin lugar a dudas los residuos pueden llegar a ser parte fundamental en cualquier obra de ingeniería o arquitectura, pues toda la construcción de una edificación u obra civil puede estar sustentada en este tipo de materiales, los cuales son altamente aprovechables. Es importante difundir el uso de los residuos de construcción y demolición como materiales aprovechables para el desarrollo de obras, ya que son materiales que cumplen las expectativas en términos de las características que el constructor busca para la edificación de sus proyectos, además de brindar una gran cantidad de beneficios en temas sociales, económicos y ambientales. Una edificación sustentable engloba una gran cantidad de parámetros, en los que encontramos el uso de materiales reciclados y el reúso de

residuos de la construcción para el levantamiento de obras civiles, siendo aprovechados en la mayor cantidad de procesos constructivos posibles.

Una pieza fundamental para la gestión de residuos de la construcción y demolición son las Entidades Gubernamentales pues son las encargadas de regular estos procesos.

La principal forma para que los residuos de la construcción y demolición sean aprovechados es a través de los procesos de reciclaje. Estos procesos son realizados en plantas con ciertas especificaciones que hacen que se cumplan los estándares de calidad de los materiales procesados en ellas. Sería importante hacer un plan para que exista un crecimiento estandarizado del número de plantas de reciclaje en nuestro país, pues esto ayudaría a que la cantidad de material usado en construcción con origen en el reciclado aumente en las obras, haciendo que exista un mayor aprovechamiento de los residuos además de que una menor cantidad de los mismos serían destinados a sitios de disposición final, lo que hace que la operación de estos lugares se pueda hacer con mayor facilidad y más detalle. Es por esto que es importante que el gobierno encargado de este tipo de desarrollos ponga manos a la obra y haga un plan integral para que el número de plantas de reciclaje de residuos de la construcción y demolición aumente con ciertas características que permitan hacer más eficiente los procesos de reciclaje.

No todos los residuos de la construcción y demolición puede ser sometido a procesos de reciclaje por las distintas composiciones que estos presentan, es por eso que lo parte que no puede ser reciclada debe ser enviada a sitios destinados y aprobados por las entidades regulatorias, conocidos como sitios de disposición final los cuales presentan características especiales para poder albergar este tipo de residuos. En la actualidad es necesario incrementar el número de sitios de disposición final por que realmente existen muy pocos sitios en los cuales los residuos de la construcción y demolición pueden ser depositados, esto conlleva a que las empresas constructoras no tengan una amplia gama de sitios donde depositar los residuos y lo hagan en lugares inapropiados. Este aumento de sitios de disposición final debe estar regulado a partir de las necesidades que se tienen con respecto a la construcción, buscando que exista un sitio de disposición cercano para la gran mayoría de obras, o sea, poner pequeños sitios de destino final en distintas partes del país que satisfagan las necesidades del constructor con respecto al tema de residuos. Esta distribución de lugares puede someterse a partir de estudios que demuestren las zonas más cercanas donde se desarrollen las obras de construcción.

En la actualidad, además de existir pocos sitios de disposición final, estos se encuentran en pésimas condiciones, es por eso que se debe hacer lo necesario porque se les de mantenimiento y se les haga cumplir una normativa específica, para que a partir de ello el impacto ambiental que se genera pueda estar regulado y controlado por el organismo regulatorio de estos puntos de disposición.

Una medida que propicia fuertemente la reducción de generación de residuos es el proceso de deconstrucción, el cual debe ser impulsado por las entidades gubernamentales para que cada día se desarrollen un mayor número de demoliciones a través de este proceso. Esta actividad trae consigo muchos beneficios ambientales, sociales y económicos, por lo que podría ser una gran solución en cuestión de residuos además de que puede activar fuertemente el sector laboral dentro de las obras ofreciendo puestos de trabajo a una gran cantidad de personas. No cabe duda que el hablar del aprovechamiento de residuos nos hace voltear firmemente hacia la deconstrucción siendo un proceso que tras su implementación puede generar un alto rendimiento en niveles de reúso y separación de materiales para su reciclaje, siendo una de las medidas más importantes que se debería tomar en México, dándole una mayor importancia y una mayor frecuencia de uso.

Se sabe que la medida primordial a nivel nacional es concientizar a las personas involucradas en la industria de la construcción y demolición, pues si esto no se logra es imposible que se le preste la debida atención a los distintos procedimientos que se deben seguir para la correcta gestión de los residuos, pues si a estas personas no les importa el daño ambiental que se genera y el ahorro que pueden tener tras la implementación de estas medidas, es imposible que pongan empeño en la realización de estas diferentes actividades que involucran un mejoramiento en la gestión de los residuos. Se les debe dar a conocer cuáles son los daños que generan los residuos y que es lo que estos producirán en un futuro inmediato y a largo plazo, ya que a partir de esto, ellos pueden crear una conciencia ambiental y buscar mejorar las condiciones actuales para que se reflejen como beneficios en el futuro.

---

## REFERENCIAS

1. MARTEL VARGAS, Guerry Jack. *Caracterización de residuos de la construcción y demolición de edificaciones para su aprovechamiento*, tesis de maestría. México, UNAM, Facultad de Ingeniería, 2008, 186 p.
2. MARTÍNEZ DANIEL, Imelda. *Residuos de construcción y demolición. Situación actual y correcta gestión para el proceso de reciclaje en la industria mexicana*, tesis de maestría. México, UNAM, Facultad de Arquitectura, 2013, 135 p.
3. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Residuos*. México, 2011, 46 p.
4. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental. *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos*. México, 2012.
5. Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental, S.A. de C.V. *Estudio de análisis, evaluación y definición de estrategias de solución de la corriente de residuos generada por las actividades de construcción en México*. México, 2011.
6. DOMÍNGUEZ LEPE, J. y Martínez L. “Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas”, en *Revista Académica de la FI-UADY*. México, año 11, núm. 3, 2007, p. 43-54.
7. Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. *Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición*. México, 2014.
8. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Directorio de centros de acopio de materiales provenientes de residuos en México 2010*. México, 2010, p.63.
9. LEANDRO HERNÁNDEZ, Ana Grettel. *Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción. Etapa 2: Alternativas de manejo*. Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Construcción, 2007, 38p.
10. KIBERT, Charles J., Abdol R. Chini y Jennifer L. Languell. *Implementing deconstruction in the United States*. Estados Unidos de América, School of Building Construction, págs. 181-239.
11. GLINKA, María, Daniel Vedoya y Claudia Pilar. *Estrategias de reciclaje y reutilización de residuos sólidos de construcción y demolición*. Argentina, Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 2006 [s.p.].
12. AGUILAR, Alfonso. *Reciclado de materiales de construcción*. Madrid, España [s.p.]. <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/aconst1.html>

13. Formación de Técnicos en Medio Ambiente-Edificación. *Posibilidades de los materiales reciclados de construcción*. España, 1995 [s.p.].  
<http://www.coac.net/mediambient/Life/12/12206.htm>
14. HERRERA ORTIZ, Donovan J. *El impacto ambiental de los residuos de la construcción*. México, 2010 [s.p.] <http://www.teorema.com.mx/colaboraciones/el-impacto-ambiental-de-los-residuos-de-la-construccion/>
15. ROMERO, Emilio. *Residuos de construcción y demolición*. España, Universidad de Huelva, 2007, 25p.  
<http://www.uhu.es/emilio.romero/docencia/Residuos%20Construccion.pdf>
16. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *NOMS en materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial*. México, 2012 [s.p.] <http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/nom-residuos>
17. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Propuesta de programa para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos del Estado de Jalisco*. México, 2011, págs. 151-157.
18. Transparencia D.F. *Residuos de la construcción*. México, 2011 [s.p.]  
[http://www.transparenciamedioambiente.df.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=295%3Aresiduos-de-la-construccion&catid=55%3Aresiduos-solidos&Itemid=409](http://www.transparenciamedioambiente.df.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=295%3Aresiduos-de-la-construccion&catid=55%3Aresiduos-solidos&Itemid=409)
19. Agencia ID. “Obtienen materiales de construcción a partir de desechos de agave y plástico”, en *La Jornada*. México, 20 de ene. 2015.
20. VASCONCELOS, Nora. *Estados Unidos, Japón y Europa reciclan los residuos del concreto*. México, CNN, 2010 [s.p.] <http://mexico.cnn.com/mundo/2010/02/18/eu-japon-y-europa-reciclan-los-desperdicios-del-concreto>
21. Instituto Nacional de Ecología. *La situación de los residuos sólidos en México*. México, 2010 [s.p.]  
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/133/situacion%20en%20mexico.html#>
22. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México, 2014 [s.p.]  
[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpggir/LGPGIR\\_ref07\\_19mar14.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpggir/LGPGIR_ref07_19mar14.pdf)
23. ALCARAZ, Yetlaneci. “Operan ya la primera recicladora de cascajo”, en *El Universal*. México, 9 de nov. 2004.

24. Unión Internacional para la Conserva de la Naturaleza y de los Recursos Naturales. *Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción*. Costa Rica, 2011, 96 p.
25. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. *Guía metodológica para la elaboración de proyectos de demolición selectiva en la comunidad autónoma de País Vasco*. España, 2004, 56 p.
26. BOTAMINO GARCÍA, Iván. *Residuos de construcción y demolición*, tesis en maestría. España, Escuela de Organización Industrial, 28 p.
27. CYPE Ingenieros S.A. de C.V. *Generador de precios*. México, 2012 [s.p.]  
[http://www.mexico.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Gestion\\_de\\_residuos/GC\\_Tratamientos\\_previos\\_de\\_los\\_re/GCA\\_Clasificacion\\_de\\_los\\_residuos\\_/GCA010\\_Clasificacion\\_de\\_residuos\\_de\\_la\\_con.html](http://www.mexico.generadordeprecios.info/obra_nueva/Gestion_de_residuos/GC_Tratamientos_previos_de_los_re/GCA_Clasificacion_de_los_residuos_/GCA010_Clasificacion_de_residuos_de_la_con.html)