

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PLANEACIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE



RECUPERACIÓN Y PRÁCTICAS DE RECICLAJE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN CIUDAD OBREGÓN, SONORA

TESIS

Para obtener el grado de

DOCTOR EN PLANEACIÓN Y DESARROLLO
SUSTENTABLE

Presenta:

Jerónimo Takeshi Dohi Fujii

Directora de tesis
Dra. Sara Ojeda Benitez

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

DICIEMBRE DEL 2011

Dedicatoria

Dios es mi gestor, principal promotor, organizador y facilitador para que los eventos se fueran concatenando y ha sido guía e inspiración para cumplir con éxito cada etapa del doctorado. Agradezco a mi Señor las bendiciones recibidas.

In memoriam

A mis padres Sr. Antonio Dohi Iwamoto y Sra. Misao Fujii Shigehiro que me enseñaron a actuar con rectitud, honradez y respeto en esta vida, la educación recibida es uno de mis más grandes tesoros. A mis hermanos Fernando y Bertha, que fueron ejemplo de bondad, firmeza y tenacidad para cumplir con las metas que se propusieron alcanzar.

Al Dr. Francisco Raúl Venegas Cardoso que siempre estuvo atento a las necesidades de los alumnos del doctorado. Donde quiera se encuentre tiene mi admiración y respeto por su afabilidad, comprensión y gran calidad humana. Que Dios lo bendiga eternamente.

A mi familia con amor

Especialmente a mi esposa María del Rosario Cibrián, que ha sido fiel compañera y ha compartido conmigo abnegadamente momentos buenos y difíciles en este reto que aceptamos de común acuerdo. A mi hija Gabriela a mi yerno José Carmen y mis nietas adoradas Sophia y Melissa.

A mis hermanos María, Anita, Cristina, Pedro, Porfirio e Isabel siempre pendientes y solidarios. A mis sobrinos carnales y políticos que han confiado en mí y esperan que sea un buen ejemplo para ellos, que Dios los ilumine como a mí para seguir adelante.

Con la mayor gratitud

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) agradezco la beca recibida para estudiar el Doctorado en Planeación y Desarrollo Sustentable en la Universidad Autónoma de Baja California.

Universidad Autónoma de Baja California por permitir integrarme al programa de doctorado y brindarme la oportunidad para superarme académicamente.

Instituto Tecnológico Superior de Cajeme (ITESCA) por el apoyo económico y las facilidades recibidas durante los años de formación en el doctorado.

A mis profesores del programa de doctorado de quienes recibí orientación y siempre se comportaron a la altura de las circunstancias, sus consejos y enseñanzas serán valiosos instrumentos para mi desempeño doctoral. Especialmente a las Doctoras: Rosa Imelda Rojas Caldelas y mi tutora Sara Ojeda Benitez que siempre tuvieron palabras de ánimo y me brindaron su apoyo en momentos de duda y desaliento.

A mis asesores: Dra. Elizabeth Ramírez, Dr. Martín Villa, Dr. Jorge Augusto Arredondo y Dr. Osvaldo Leyva, sus sabios consejos fueron útiles para realizar de este trabajo.

A mis compañeros del doctorado Fabiola, Oralia, Edna, Ana Elena, Roberto, Rodrigo y Elías que me brindaron amistad, respeto y compañerismo.

A los Arquitectos Hernán Rivera, y Ramón Barreras y por permitirme trabajar en sus obras en construcción para los análisis que permitieron recabar datos empíricos. Su aportación ha sido invaluable durante el trabajo de campo.

Al Arquitecto Alberto Cuevas Subdirector de Planeación Urbana del municipio de Cajeme, a la Arquitecta Andrea Clark, analista de la Dirección de Desarrollo Urbano, así como al Ing. Sergio Ivan Pérez que aportaron importantes datos estadísticos.

Al Ingeniero Felipe Delgado Saldivar por su amistad y apoyo recibido para la consecución de este trabajo.

A los coordinadores y alumnos de Arquitectura e Ingeniería Ambiental de ITESCA: Isabel, Adriana y Miguel Ángel, su colaboración entusiasta fue indispensable para recopilar, clasificar y registrar los datos del trabajo realizado in situ.

Al Colegio de Arquitectos de Ciudad Obregón, especialmente al Arq. Javier Aviléz por las facilidades y colaboración en la aplicación de la encuesta.

Índice

Resumen	7
Capítulo 1 Introducción	8
1.1 Antecedentes	8
1.2 Generación y composición de residuos de construcción y demolición	14
1.3 Planteamiento del problema	17
Capítulo 2 Marco conceptual del manejo de RCyD	22
2.1. Revisión de la literatura	22
2.1.1 Impacto ambiental de RCyD	22
2.1.2 Caracterización de los residuos de construcción y demolición.	25
2.1.3 Residuos de construcción y demolición (RCyD)	26
2.1.4 Reciclaje de RCyD	27
2.1.5 Disposición de residuos en rellenos sanitarios	29
2.1.6 Valorización de residuos de construcción y demolición	29
2.1.7 Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición.	30
2.1.8 Manejo de RCyD	32
2.1.9 Modelación dinámica aplicada	33
2.1.10 Perspectivas del Desarrollo Sustentable en relación con los RCyD	34
Capítulo 3. Metodología	37
3.1 Fuentes de información	39
3.2 Instrumentos para recopilación de datos empíricos	39
3.3 Población y muestras	39
3.3.1 Muestreo	40
3.4 Etapas de investigación	42
3.4.1 Recopilación de datos estadísticos e históricos	42
3.4.2 Observaciones directas, entrevistas y encuestas	43
3.4.3 Entrevistas guiadas	45
3.4.4 Encuestas	49
3.5 Investigación en obra	52
3.6 Modelo dinámico y escenarios	53
Capítulo 4. Resultados	61
4.1 Investigación bibliográfica y datos históricos	61
4.2 Resultados de observación directa	71
4.3 Entrevistas estructuradas aplicadas	72
4.4 Encuestas aplicadas	76
4.4.1 Gráficas generadas por aplicación de encuestas	82
4.5 Cálculo de residuos de construcción y demolición	91
4.6 Resultados del análisis dinámico	99
4.7 Modelo de manejo integral residuos de construcción y demolición	100
4.7.1 Propuesta de Modelo para manejo integral de RCyD	102
Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones	105
5.1 Discusión	105
5.2 Conclusiones	107
5.3 Recomendaciones	110
Referencias bibliográficas	112
Anexos	117

Lista de figuras

Figura 1	Ubicación Ciudad Obregón, Sonora	9
Figura 2	Imagen y plano de Ciudad Obregón	9
Figura 3	Conformación histórica y colonias de Ciudad Obregón	10
Figura 4	Acumulación de material de relleno en su condición natural	16
Figura 5	Escombros contaminando material natural en el sitio anterior	16
Figura 6	Depósito de RCyD en lugares inadecuados	18
Figura 7	Impactos de las actividades de construcción en el medio ambiente	23
Figura 8	Impacto ambiental de RCyD	24
Figura 9	Ciudades con metabolismo lineal consumen y contaminan en grandes proporciones	25
Figura 10	Tiradero municipal en el municipio de Cajeme, ubicado a 10 Km. del área urbana	26
Figura 11	Las ciudades con metabolismo circular minimizan materias primas naturales y aumentan el reciclaje	27
Figura 12	Material recuperado en tiradero municipal	28
Figura 13	Esquema de jerarquía para revalorizar los residuos	30
Figura 14	Modelo de ciclo de residuos de construcción y demolición	30
Figura 15	Esquema conceptual	31
Figura 16	Consumo y aprovechamiento de energía en procesos constructivos por medio del reciclaje	32
Figura 17	Esquema de manejo de residuos de construcción y demolición	33
Figura 18	Dimensiones para el Desarrollo Sustentable	35
Figura 19	Diagrama de flujo para análisis de residuos de construcción y demolición	37
Figura 20	Procesos y flujos del sistema	53
Figura 21	Modelo dinámico sin prácticas de reciclaje	55
Figura 22	Modelo dinámico con prácticas de reciclaje	56
Figura 23	Colonias de acuerdo a la superficie que ocupan	62
Figura 24	Licencias de construcción emitidas en 2002 y 2003	67
Figura 25	Licencias de construcción emitidas en 2004 y 2005	68
Figura 26	Licencias de construcción emitidas en 2006 y 2007	69
Figura 27	Licencias de construcción emitidas en 2008 y 2009	70
Figura 28	Residuos de remodelación y demolición, (casa en colonia Noroeste, Cd. Obregón, Sonora) y su disposición final	95
Figura 29	Vivienda tipo analizada en fraccionamiento y residuos separados	98
Figura 30	Tierra y rocas como residuos y clasificación para pesaje	99
Figura 31	Pesaje de residuos de poco volumen y carga de residuos voluminosos en camión de volteo	99
Figura 32	Propuesta de modelo para manejo integral de RCyD	103

Lista de cuadros y tablas.

Cuadro 1	Tasa promedio de desperdicio de materiales de construcción en varios países	15
Cuadro 2	Parámetros de las encuestas para definir población y muestras	40
Cuadro 3	Personas entrevistadas en empresas desarrolladoras de vivienda	46
Cuadro 4	Licencias para construcción y ampliación de vivienda	59
Cuadro 5	Colonias y fraccionamientos habitacionales codificados con programa computacional MapInfo	64
Cuadro 6.	Clasificación de colonias de acuerdo a estrato económico	65
Cuadro 7	Resultados de observación directa	71
Cuadro 8	Volumen de viviendas construidas año 2010	72
Cuadro 9	Resumen de entrevistas	73
Cuadro 10	Composición de residuos de construcción y demolición	74
Cuadro 11	Contaminación y reciclaje	75
Cuadro 12	Resumen de encuestas realizadas a los cuatro grupos	81
Cuadro 13	Continuación. Resumen de encuestas realizadas a los cuatro grupos	82
Cuadro 14	Materiales más utilizados en actividades de construcción (porcentaje de desperdicio de materiales de construcción para una casa habitación tipo de 82 m ²)	32
Cuadro 15	Cuantificación en peso y volumen de materiales considerados como desperdicio	94
Cuadro 16.	Residuos de materiales de obra en remodelación y ampliación	95
Cuadro 17	Residuos calculados con datos de bibliografía	96
Cuadro 18.	Resultados de cuantificación de RCyD casa tipo en fraccionamiento	98
Cuadro 19	Principios básicos para la Gestión de residuos de construcción y demolición	101

Lista de Gráficas

Gráfica 1	Crecimiento demográfico municipio de Cajeme í í í í í í í í í í í í í í .	58
Gráfica 2	Generación de RSU per cápita municipio de Cajeme í í í í í í í í í í í í í í .	59
Gráfica 3	Generación de RCyD en Ciudad Obregón por añoí í í í í í í í í í í í í í í ...	59
Gráfica 4	Licencias emitidas por Dirección de Desarrollo Urbano período 2002 a 2009í í í	66
Gráfica 5	Problema del manejo y disposición de RCyD í í í í í í í í í í í í í í í í í	83
Gráfica 6	Lugares donde se depositan los RCyD í í í í í í í í í í í í í í í í í í í ..	83
Gráfica 7	Contenido de material potencialmente contaminantef í í í í í í í í í í í í í í ...	84
Gráfica 8	Conocimiento de leyes y reglamentos í .	84
Gráfica 9	Control adecuado de los RCyD í .	85
Gráfica 10	Vehículos para transporte de RCyD í .	85
Gráfica 11	Afecta al medio ambiente la disposición deRCyD en largas distancias í í í í í	86
Gráfica 12	Tipos de vivienda que se construyení í	86
Gráfica 13	Material de construcción de muros í	87
Gráfica 14	Materiales reciclables í	87
Gráfica 15	Existencia en RCyD de materiales aprovechables para otros usos í í í í í í í .	88
Gráfica 16	Separación de materiales de RCyD í	88
Gráfica 17	Causas para no separar materiales de RCyDí í í í í í í í í í í í í í í í í í	89
Gráfica 18	Colaboración para separar materiales de RCyD í í í í í í í í í í í í í í í ...	89
Gráfica 19	Otros materiales reciclables y la proporción en que se desechan í í í í í í í ..	90
Gráfica 20	Empresas que reciclen RCyD en La ciudadí í í í í í í í í í í í í í í í í í .	90
Gráfica 21	Estrategias para reciclar RCyD en otras localidades í í í í í í í í í í í í í í .	91

Lista de anexos

Anexo A-1	Documentos permisos para uso de tiraderoí í í í í í í í í í í .	118
Anexo A:2	Declaración de incapacidad para separar residuos por Ayuntamiento de Cajemeí ..	119
Anexo A-3	Formatos de entrevistasí í	120
Anexo A-4	Formato de encuestasí í í í í í í í í í í í í í í í í í í	122
Anexo A-5	Escenario que muestra el comportamiento del relleno sanitario cuando no hay prácticas de reciclajeí ..	125
Anexo A-6	Tabla generada por el modelo sin reciclajeí í í í í í í í í í í í ..	125
Anexo A-7	Escenario que muestra el comportamiento del relleno sanitario cuando hay prácticas de reciclajeí í	126
Anexo A-8	Tabla generada por el modelo cuando se recicla el 80% de RCyD í í í ...	126
Anexo A-9	Crecimiento de Ciudad Obregóní í í í í í í í í í í í í í í í í í .	127
Anexo A-10	Resultados de observación directaí í í í í í í í í í í í í í í í ..	128
Anexo A-11	Cédula para entrevistas guiadas í í í í í í í í í í í í í í í ..	130
Anexo A-12	Respuestas a entrevista Desarrollo Residenciales Landerí í í í í í í í	131
Anexo A-13	Respuestas a entrevista Promotora Sagáí í ..í í í í í í í í í í .	132
Anexo A-14	Respuestas a entrevista Aristos Empresarialí í í í .í í í í í í í í .	133
Anexo A-15	Respuestas a entrevista Constructora Altos Bajíoí í í í í í í í í .	134
Anexo A-16	Respuestas a entrevista Residencial Villa californiái í í í í í í í í	135
Anexo A -17	Respuestas a entrevista Constructora Vertexí í í í í í í í í í í .	136
Anexo A-18	Respuestas a entrevista Edificadora PIBOí í í í í í í í í í í í .	137
Anexo A-19	Respuestas a entrevista Urbi Construccionesí í í í í í í í í í í .	138
Anexo A-20	Personas a quienes se aplicó el censo en la Dirección de Gestión Ambiental para el Desarrollo Sustentable í í í í í í í í í	139
Anexo A-21	Respuestas a encuesta por personal de la Dirección de Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable í	139
Anexo A-22	Encuestados de la Dirección de Desarrollo Urbano... í í í í í í í í í .	140
Anexo A-23	Respuestas a encuesta por personal de la Dirección de Desarrollo Urbano í	141
Anexo A-24	Encuestados Desarrolladores de Viviendái í í í í í í í í í í í ...	144
Anexo A-25	Respuestas a encuesta por personal de empresas desarrolladoras de vivienda	145
Anexo A-26	Encuestados del Colegio de Arquitectos de Ciudad Obregóní í	148
Anexo A-27	Respuestas a encuesta por Directores de Obra del Colegio de Arquitectos de Ciudad Obregóní ..	149

A-3. Tabla de acrónimos

CO2	Dióxido de Carbono
CONADEVI	Consejo Nacional de Vivienda
CONAPO	Consejo Nacional de Población
DEVISSON	Desarrolladores de Vivienda del Sur de Sonora
DRO	Director Responsable de Obra (Arquitecto o Ingeniero Civil)
EPA, USA	Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América)
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
NADF-007-RNAT-2004	Norma Ambiental del Distrito Federal 2007, Recursos Naturales
p.p.m. v.	Partículas por millón en volumen
PVC	Tubería de Policloruro de Vinilo
RCyD	Residuos de Construcción y Demolición
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
SD	Sistema Dinámico
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
UE	Unión Europea
USA	United States of América (Estados Unidos de América)

Resumen

La edificación y demolición de unidades habitacionales igual que otras actividades de construcción de obra civil o arquitectónica consumen una gran cantidad de recursos naturales y generan un importante volumen de residuos denominados Residuos de Construcción y Demolición (RCyD), estos son considerados como parte de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y se clasifican como no peligrosos o de manejo especial por los grandes volúmenes que se involucran. En muchas ciudades del mundo se observa una tendencia hacia su minimización antes de enviarlos a su disposición final en sitios adecuados, por medio de estrategias de separación, reutilización y reciclaje y con un tratamiento especial de los que se envían a los vertederos para evitar contaminación. Depositar estos residuos en tiraderos clandestinos afecta negativamente la imagen urbana y utilizarlos como material de relleno en barrancas, cauces de arroyos o lotes baldíos puede provocar problemas de contaminación de mantos freáticos por lixiviados. En la literatura actual sobre el tema se mencionan estrategias para solucionar este problema con diferentes formas para reutilizarlos o reincorporarlos al medio ambiente. El propósito de esta investigación fue analizar la problemática de la generación y prácticas de reciclaje en Ciudad Obregón, Estado de Sonora, México, considerando las características particulares del lugar en ámbitos como: económico, social, cultural y político, para proponer un esquema de gestión integral y lineamientos que promuevan su manejo sustentable. Se encontró un desconocimiento por parte de los generadores acerca de leyes y reglamentos que regulen el manejo y disposición final de RCyD. Las encuestas muestran un estatus del conocimiento de los actores acerca de temas tan importantes como el reciclaje de RCyD, el desarrollo sustentable y el cuidado del medio ambiente. Se analizaron las cantidades y tipos de residuos que se generaron en dos obras en construcción: a). un fraccionamiento con viviendas de interés social, donde se cuantificaron y clasificaron los residuos y se detectó la forma como su disposición inadecuada puede afectar un relleno sanitario; b). una obra de ampliación, remodelación y demolición en la que se obtuvo el volumen de RCyD con materiales diversos mezclados. Por último, un modelo dinámico ha mostrado un diagnóstico del comportamiento de un relleno sanitario, mostrando dos escenarios en un lapso de 10 años: 1). lo que sucede cuando no se emplean estrategias de reducción, reutilización y reciclaje. 2). con los beneficios que aportan estas acciones como alargamiento de vida útil y menor inversión en nuevas instalaciones

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

En muchas ciudades del mundo se han llevado a cabo estudios para proponer soluciones a problemas de contaminación ambiental por lixiviados provenientes de materiales de RCyD, o acumulación de grandes volúmenes en rellenos sanitarios y otros vertederos controlados o clandestinos donde ocupan espacios destinados a residuos sólidos urbanos rebasando su capacidad.

La presente investigación se realizó en Ciudad Obregón, municipio de Cajeme del Estado de Sonora, México, durante el período comprendido entre 2009 y 2010, para conocer la situación de la generación, manejo y disposición final de los Residuos de Construcción y Demolición (RCyD), especialmente en lo relacionado con la recuperación y reciclaje que son prácticas que promueven la valorización de los residuos para minimizar los volúmenes generados y así enviar menores cantidades a los vertederos para su tratamiento y disposición final. El trabajo de investigación comprende cinco capítulos ordenados de la siguiente manera: en el primero se dan conocer antecedentes y se plantea el problema de generación y composición de RCyD; en el segundo se aborda el problema a partir de las implicaciones con el desarrollo sustentable y las prácticas de minimización de los RCyD, su gestión y manejo integral; el capítulo tres muestra la metodología empleada, instrumentos, procesos para la recopilación de datos y análisis de generación y composición in situ; los resultados de la investigación se muestran en el cuarto capítulo y finalmente en el quinto se presentan conclusiones y recomendaciones.

1.1. Antecedentes

Localización de Ciudad Obregón, Sonora

Ciudad Obregón, cabecera del municipio de Cajeme en el Estado de Sonora, cuenta con una extensión de 3312.05 km², el 1.79% del total estatal, ubicado en el suroeste del Estado, a 260 km. De la capital Hermosillo y 526 km. De la frontera con Estados Unidos. (ver figuras 1, 2 y 3). Considerada la 2^a. Ciudad más importante del Estado, Con una población de 375,800 habitantes considerando cifras de 2005, el 49.25% de la población es de género masculino, mientras el 50.75% son mujeres. Con una tasa de crecimiento anual de 1.1% en la etapa comprendida de 2000 ó 2005. La edad promedio es de 26 años. En el municipio de Cajeme las localidades urbanas con 2500 o más habitantes concentraba el 91.0% de la población mientras el 9.0% tenía su residencia en asentamientos rurales de menos de 200 habitantes.

En lo que se refiere a la población económicamente activa, se concentra en el 57% de personas de 15 a 55 años,. Los índices demográficos muestran que en el año 1970, por cada 100 personas activas había 107 dependientes. Pero para 2010 se calcula que serán 56 dependientes por cada 100 activas. A partir de esa fecha se visualiza que la relación personas activas/dependientes volverá a hacer crecer el número de estas últimas con un aumento sobre todo de personas de la tercera edad. Aunque de acuerdo con proyecciones de CONAPO ésta ciudad no tendrá mucho crecimiento demográfico en un futuro, en los últimos años ha sido notorio un gran incremento en actividades de la industria de la construcción, sobre todo en edificación de todo tipo de casas habitación, desde viviendas de interés social en fraccionamientos, como viviendas de tipo medio y residencial alto.



Figura 1. Ubicación de Ciudad Obregón
Imagen tomada de; <http://obson.files.wordpress.com>

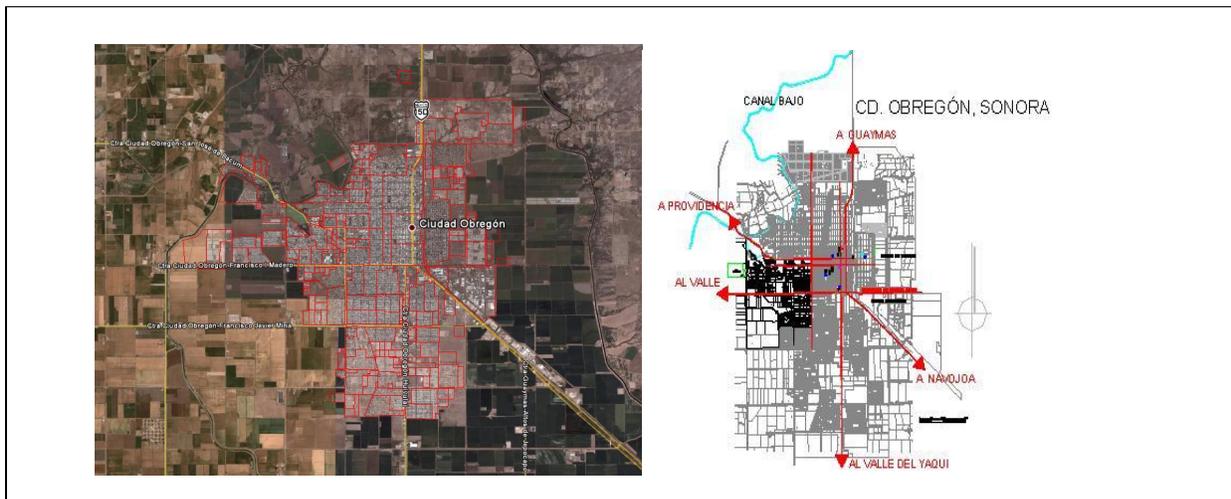


Figura 2. Imagen y plano de Ciudad obregón.
Construcción propia con datos de Google Earth y Dirección de Desarrollo Urbano

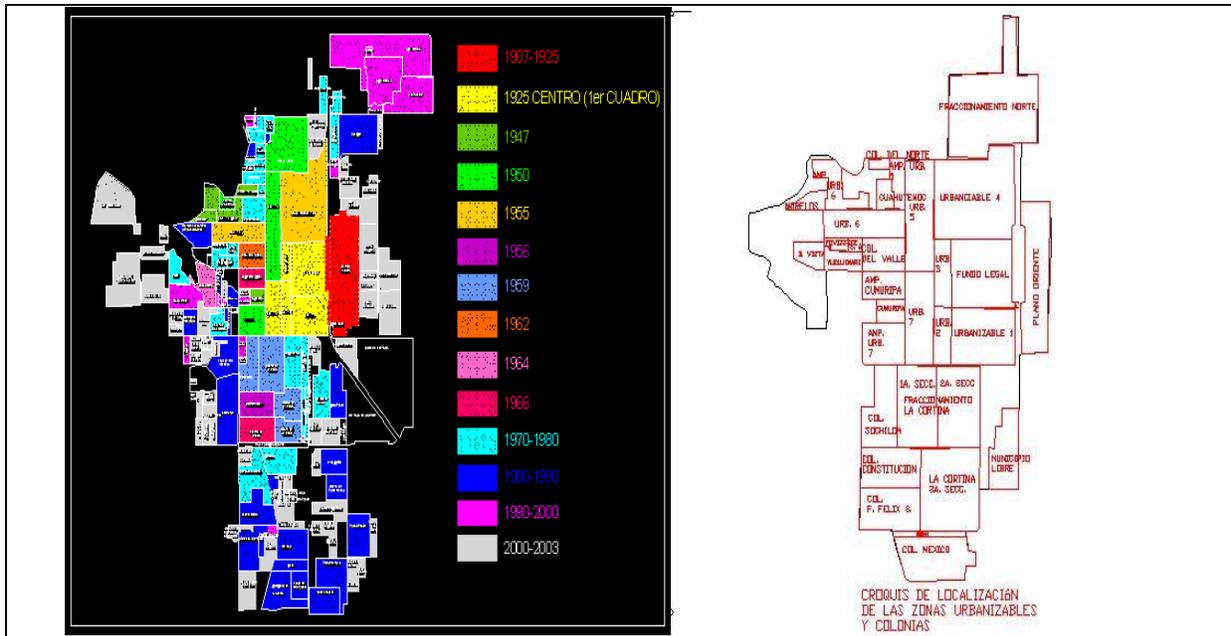


Figura 3. Conformación histórica y colonias de Ciudad Obregón. imagen cortesía de Dirección de Desarrollo Urbano de Cajeme.

La ciudad se compone por 207 colonias y fraccionamientos incluyendo el fondo legal y los urbanizables 1 a 7. Además, se cuenta con un corredor industrial con bodegas para granos e instalaciones de la industria agrícola y un Parque industrial que no se tomaron en cuenta para el estudio. En años recientes por la creciente demanda de vivienda se han incrementado las actividades de construcción sobre todo en fraccionamientos de interés social.

Las observaciones de campo realizadas en la totalidad de las colonias permitieron identificar los siguientes problemas:

- ❖ Inexistencia de un sistema de Gestión ambiental de Residuos de Construcción y Demolición
- ❖ Disposición de RCyD en sitios inadecuados por sus características de ubicación geográfica o tipo de suelo que afectan la imagen urbana y contaminan suelos y aguas superficiales.

En consecuencia se pretende un análisis cuantitativo para conocer las cantidades y tipo de RCyD que se generan, las prácticas de minimización y reciclaje que se llevan a cabo por desarrolladores de vivienda, la forma en que se acopian, transportan y depositan los RCyD en vertederos, las normas y reglamentos vigentes para el manejo sustentable y finalmente de acuerdo con los datos recabados proponer un modelo de manejo integral.

Para cumplir con los objetivos planteados se han realizado las acciones siguientes:

Identificación de los tipos de colonias de acuerdo con sus características socio económicas y métodos de construcción.

Cuantificación y clasificación de RCyD que generan los desarrolladores de vivienda

Aplicación en modelo dinámico de los resultados para generar escenarios de comportamiento de vertederos.

Problemática de la generación y disposición final de RCyD

La generación y disposición inadecuada de residuos de construcción se está convirtiendo en un grave problema ambiental en muchas ciudades del mundo debido al gran volumen que se envía a los vertederos y su potencial contaminante por lixiviados, por ejemplo en Hong Kong los RCyD han llegado a ocupar hasta el 48% de la capacidad total de rellenos sanitarios (Begum, Siwar, Pereira y Jaafar, 2006; Chen, Li y Wong, 2002). En la Ciudad de México, D. F. de acuerdo con Rivera y Gutiérrez (2004) uno de los mayores problemas ambientales es el volumen de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que se generan (3,000 toneladas diarias), de las cuales el 25%, (750 toneladas) son RCyD.

Por otra parte, para preservar el medio ambiente y promover el desarrollo sustentable se debe evitar contaminación por sustancias peligrosas que se infiltran hacia los mantos acuíferos como amianto, plomo, residuos de pinturas, selladores, solventes, pegamentos y otros materiales que existen en los RCyD (Chen, et al., 2002, p. 523); además reutilizar residuos como los de concreto, ladrillo o morteros en forma de agregados reciclados, denominados Áridos Reciclados (AR) como mencionan Rao, Jha y Misra (2006) para utilizar menor cantidad de materiales naturales y evitar su rápida disminución. Lo anterior ejerce una presión creciente para que la industria de la construcción busque la forma de reducir costos y mejore la calidad del medio ambiente (Kartam, Al-Mutairi, Al-Ghusain, y Al-Humoud, 2004)

La preocupación por el manejo adecuado y la disposición final de los RCyD ha propiciado que en países de la Unión Europea (UE) se recicle un promedio de 28% y un objetivo era alcanzar en 1990 el 50% o 90% con el propósito de sustituir recursos naturales debido a que consideran menos costosos los materiales reciclados que la disposición de los mismos ó estas estrategias se utilizan al menos en Alemania, Holanda y Dinamarca (Fatta et al., 2003). Estos países igual que Canadá y

Estados Unidos han instalado plantas de tratamiento que procesan de 500 a 1,500 toneladas por día Pérez, (como se cita en Chang et al. 2002).

En el aspecto de legislación, en la Unión Europea (UE) se han proporcionado directrices para implementar estrategias comunes de los países afiliados para proteger el medio ambiente y la gestión de residuos (Bianchini, Marrocchino, Tassinari y Vaccaro, 2004) acciones de ese tipo para regular la generación, manejo y disposición final las encontramos en países como:

a). España donde se ha publicado un decreto en el que se cita el artículo 45 de la Constitución nacional, en el que se establece que todos los ciudadanos tienen derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona y tienen el deber de conservarlo. Pero, también la obligación de los poderes públicos para velar por la utilización racional de los recursos naturales, proteger y mejorar la calidad de vida, así como defender y restaurar el medio ambiente (Ministerio de la Presidencia del Gobierno de España, 2008).

b). En el caso de Grecia, Fatta et al. (2003) señalan que en el 2001 se publicó una ley que regula los residuos sólidos urbanos y establece un marco para la gestión de RCyD acorde con los siguientes principios: sostenibilidad y viabilidad, prevención y minimización, responsabilidad de quien contamina paga; responsabilidad de quien produce para el tratamiento y disposición final; conservación de energía y materias primas, protección de los recursos naturales, minimizar características de peligrosidad de los residuos, minimizar cantidades en almacén temporal, aumento de revalorización; reuso y reciclado; promover inversión para el medio ambiente, eliminación segura en la disposición final, promoción de sensibilización y programas educativos.

c). En la legislación italiana de acuerdo con Bianchini et al., (2004), se prohíbe la extracción directa de sedimentos aluviales, esto debido a que se modifican los perfiles de los ríos y su equilibrio ecológico. En cuanto a la explotación de canteras en lugares montañosos, se causa modificación del paisaje y problemas de estabilidad de los terrenos.

En Asia Japón, Hong Kong y Taiwán promueven el establecimiento de leyes, reglamentos y estrategias para aprovechar los RCyD en forma adecuada, aunque en el primer país el cumplimiento de normas como la JIS A- 5308 es muy estricto lo que ha propiciado que el uso de AR en concretos sea mínimo (Rao et al., 2006, p. 72). En Malasia al reconocer importantes impactos ambientales causados por la generación de RCyD, esto ha generado una creciente preocupación en la comunidad local y la minimización se ha convertido en una cuestión apremiante.

De acuerdo con Begum et al., (2006) el reciclaje es económicamente viable y desempeña un importante papel para mejorar la gestión del medio ambiente, con la posibilidad de recaudar ingresos utilizables para llevar a cabo una política medioambiental y propiciar esfuerzos para prevenir la generación, así como disuadir la disposición clandestina o inapropiada. Además otro de los beneficios ambientales es la prolongación de la vida útil de los vertederos a la vez que se reduce la necesidad de utilizar recursos naturales.

En Asia Menor, Elias-Özkan (2001) menciona que en Turquía, se abordó el tema de los residuos de construcción y demolición en la búsqueda de estrategias para su reciclaje y propone que se apruebe una resolución que obligue a los contratistas para presentar un plan de acción antes de comenzar un trabajo de demolición, en el que se indiquen en forma clara cuáles serán los procedimientos de demolición, materiales a recuperar y volúmenes de albañilería, concreto y rocas que se requiere trasportar a vertederos controlados solamente cuando hayan recabado un recibo oficial, con responsabilidad que recaee en el contratista de demolición.

En América la generación, manejo y disposición de los RCyD se ha regulado con la intervención del gobierno, por ejemplo en Estados Unidos, ciudades como Boston, Massachusetts han restringido la disposición en vertederos de algunos tipos de residuos de construcción sin tratamiento previo como: madera, teja, alfombras y asfalto (Wang et al., 2004). En Brasil, Nunes, Mahler, Valle y Neves (2006) señalan que una gran parte de los RCyD no se reciclan, sin embargo, la situación ha ido cambiando a partir de la publicación de la resolución No. 307 que obliga a todos los municipios para preparar y aplicar estrategias para la gestión sostenible de los RCyD mencionando inclusive la viabilidad de los centros de reciclaje como en otras partes del mundo (Nunes et al., 2006). En México se ha publicado la Norma NADF-007-RNAT-2004 para el Distrito Federal, una norma ambiental para establecer la clasificación y las especificaciones para el manejo de los residuos de construcción con el fin de optimizar su control, fomentar su aprovechamiento y minimizar la disposición final inadecuada. (Secretaría del Medio Ambiente D. F., 2006)

Los estudios mencionados muestran la preocupación a nivel mundial por controlar y minimizar residuos reglamentando desde su generación y manejo, hasta su disposición final, porque el gran volumen que se produce ocupa mucho espacio en los vertederos ya sean controlados o no, y rebasan la capacidad incluso de los destinados a Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Además se evita la contaminación y con las prácticas de reuso y reciclaje se contribuye a la obtención de beneficios económicos.

1.2 Generación, composición y manejo de RCyD

Generación

A nivel mundial la tasa promedio de generación de residuos de construcción y demolición es muy variada, por ejemplo, mientras en La Unión Europea (UE) de acuerdo con Rao et al. se estima anualmente en 450 millones de toneladas, solo en Estados Unidos (USA) se manejan cifras de 136 millones de toneladas (Wang, Touran, Christoforou, y Fadlalla, 2004). Un solo Estado óFlorida de acuerdo con un estudio realizado por Cochran, Townsend, Reinhart y Heck (2006) los RCyD los materiales desechados fueron 3,750,000 toneladas. En países árabes como Kuwait se generan 1.6 millones de toneladas por año (Kartam et al., 2004). En Asia de acuerdo con Tam V. y Tam C. (2006) en Hong Kong se generaron y se depositaron en los vertederos por la industria de la construcción 6,408 Tons. por año. En México no se han obtenido datos al respecto pero con los indicadores del Instituto Nacional de Ecología (INE) podemos estimar que si la generación de los RSU en 1997 fueron por el orden de 18,389,491 toneladas y de esa cantidad podemos considerar que el 28% son RCyD, aproximadamente 5,149,057 Ton. (INE, 1997). A nivel estatal en el Distrito Federal se ha reportado un dato en el que se considera que en el año 2006 se generaron 12,000 toneladas de RSU que se depositaron en el relleno sanitario del Bordo Poniente, etapa IV, el volumen de RCyD fue de 3,000 toneladas diarias óaproximadamente un millón de toneladas por año (Secretaría del Medio Ambiente, D. F., 2006).

Composición

De acuerdo con diferentes estudios la composición de RCyD varía y depende del lugar en que se generan porque son diferentes las condiciones geográficas, hidrológicas, sistemas constructivos, económicas, sociales, jurídicas, pero sobre todo los materiales de construcción disponibles en la región de que se trate. En Grecia por ejemplo, Fatta e al. (2002, p. 82) reportan que su composición es muy variada encontrando: grava, suelo (tierra), pedazos de concreto, yeso, arena, cerámica, madera, plástico, vidrio, papel y metal., mientras en Estados Unidos de acuerdo con Cochran et al. (2006) los materiales encontrados son: Concreto, madera, paneles de yeso, recubrimientos de asfalto para techos, metal, cartón y plástico. Para mayor información en el cuadro 1 se presenta el tipo de materiales que componen los RCyD en diversos países. En el este cuadro podemos observar que el mayor porcentaje es de residuos de madera, sin embargo, los datos en que predomina este material pertenecen a países que poseen una gran cantidad de este recurso y la mayor parte de sus construcciones son de este material.

Cuadro 1. Tasa promedio de desperdicio de materiales de construcción en varios países.

Material	Desperdicios en promedio					
	USA	Reino Unido	China	Brasil	Seoul Corea	Hong Kong
Block de cem./tabique barro	3.5	4.5	2	17.5	3.0	Datos no disponibles
Concreto	7.5	2.5	2.5	7.0	1.5	6.7
Muro tablaroca	7.5	5.0	Sin datos	Sin datos	Sin datos	9.0
Cimbras madera	10.0	Sin datos	7.5	Sin datos	16.7	4.6
Vidrio	Sin datos	Sin datos	0.8	Sin datos	6.0	2.3
Mezclas (morteros)	3.5	Sin datos	5.0	46.0	0.3	3.2
Clavos	5.0	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Datos no disponibles
Varilla	5.0	Sin datos	3.0	21.0	Sin datos	8.0
Azulejos y baldosas	6.5	5.0	Sin datos	8.0	2.5	6.3
Papel tapiz	10.0	Sin datos	Sin datos	Sin datos	11.0	45.0
Madera	16.5	6.0	Sin datos	32.0	13.0	45.0

Fuente: (Chen et al. 2002)

Como mencionan Kartam et al. (2004) de los tres millones de toneladas de residuos de construcción que se generaron en Kuwait, 67% se envió a sitios controlados y 33% a vertederos sin control. La forma y el estado en que se disponen estos materiales cobra importancia si consideramos que un gran volumen podría restituirse al medio ambiente prácticamente en el mismo estado en que fueron extraídos por procesos de excavación, despalme ósuelo orgánico producto de nivelación o simple limpieza del terrenoô sin causar impactos al medio ambiente. La figura 4 muestra imágenes del almacenamiento de residuos limpios extraídos en su estado natural, mientras en la figura 5 se observa el inicio de la contaminación por escombro óresiduos de construcción mezcladosô que una vez revueltos con el material limpio lo convierte en otro con potencial contaminante.



Figura 4. Acumulación de material de relleno en su condición natural

Elaboración propia con imágenes tomadas el 5 de enero de 2011 en Ciudad Obregón, Sonora



Figura 5. Escombros contaminando material natural dos semanas después en el sitio anterior

Elaboración propia con imágenes tomadas el 19 de enero de 2010 en Ciudad Obregón, Sonora

Manejo de residuos de construcción y demolición

Cuando no hay una buena gestión de RCyD, con leyes, reglamentos o normas que obliguen a la presentación de un plan de manejo, residuos de varios tipos ó entre ellos algunos contaminantes como yeso en forma de muros de tablaroca o reciclables como concreto, arena, grava ó se acumulan juntos y con el tiempo se mezclan, convirtiéndose en escombros y propiciando además la disposición clandestina e ñinvitan a la disposición ilegal de otro tipo de desperdicios y desechos de basuraö (Kartam et al., 2004, p. 1050), lo que propicia la proliferación de fauna nociva y contaminación ambiental. En México D. F. la norma NADF007-RNAT-2004 obliga a los generadores de RCyD a presentar planes de manejo de acuerdo a disposiciones jurídicas cuando su

producción es mayor o igual a siete m³, los que generan menos de esa cantidad quedan exentos de presentar plan de manejo pero la recolección se debe llevar a cabo por medio de un transportista o la delegación correspondiente.

De acuerdo con Kartam et al. (2004) para controlar el manejo y disposición final de los RCyD se requiere información registrada que informe a detalle los volúmenes y composición que se generan y su destino final, para tomar una decisión sobre cuál es el método adecuado para eliminarlos y llevar a cabo una disposición adecuada de acuerdo con sus características. En el municipio de Cajeme la Dirección de Desarrollo Urbano actualmente cuenta con un registro que en forma general recopila las actividades de construcción, ampliación, demolición o remodelación según las licencias emitidas, pero, no se declaran volúmenes de los materiales resultantes como desechos, estos datos serían de mucha utilidad para tomar decisiones importantes para su manejo, tratamiento y disposición final El primer paso consiste en llevar a cabo un registro para tener un inventario como mencionan Fatta et al. (2003). La UE puntualiza que la recopilación de información precisa es una de las actividades más importantes, ya que estos datos estadísticos permiten determinar métodos de tratamiento y en su caso capacidades de centros de acopio ubicados en la periferia de las ciudades. Por lo anterior se requieren estudios que proporcionen indicadores para proponer estrategias y acciones para su manejo y disposición final adecuados.

1.3 Planteamiento del problema

Una investigación sobre el manejo de RCyD en Tiraderos de Florida, Estados Unidos, ha encontrado que la disposición de residuos de yeso expuesto a humedad ha generado hasta 63000 ppmv (partes por millón en volumen) de ácido sulfhídrico que emana gases que se caracterizan por su olor ofensivo y alta corrosividad (Yang, Xu, Townsend, Chadik, Bolton y Booth, 2006). Por otra parte, la práctica común es la disposición de estos residuos en barrancas, cauces de arroyos, márgenes de canales de riego, orillas caminos terrenos hundidos o en el peor de los casos en tiraderos clandestinos ubicados en lotes baldíos con deterioro de la imagen urbana y contaminación por lixiviados la figura 6 presenta diferentes sitios en los que se depositan los RCyD.

En Ciudad Obregón la dependencia del gobierno municipal ha propuesto enviar al tiradero municipal los residuos generados por empresas que han solicitado una solución al problema sin contar en ese lugar con instalaciones adecuadas, como se menciona en oficios del H. Ayuntamiento de Cajeme enviados a desarrolladores de vivienda con fechas 29 de enero de 2009 y 26 de agosto de 2010 (ver documento en anexo A-1). Aún cuando existen elementos para suponer que se puede

controlar el flujo de RCyD como se aprecia en oficio de la Dirección de Ecología y Medio Ambiente del H. Ayuntamiento ordenando un registro de residuos de manejo especial en bitácora que contenga: fecha de entrada, tipo de residuo, tipo de contenedor, peso, fecha de salida, empresa que realiza la recolección, y disposición final para el desarrollo de proyectos de construcción de viviendas en fraccionamiento (ver documento en anexo A-2). Se hace necesario cuantificar y clasificar los RCyD que generan estas empresas y otros tipos de construcciones para un análisis que permita mostrar el impacto que tendría el acopio, acumulación y disposición de los residuos en rellenos sanitarios.

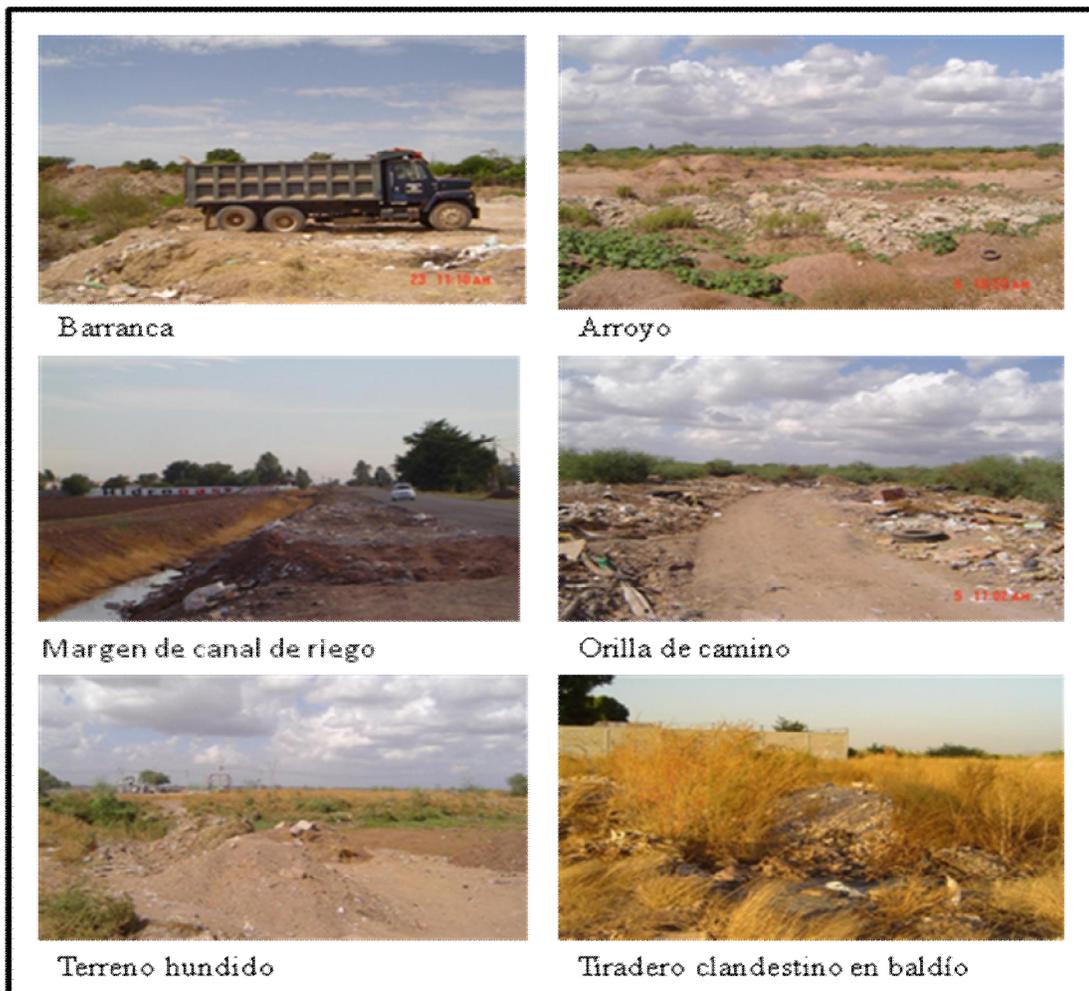


Figura 6. Depósito de RCyD en lugares inadecuados
 Elaboración propia con imágenes tomadas en Ciudad Obregón, Sonora

La imagen del camión de volteo depositando RCyD en barrancas muestra un relleno sobre el cual se encuentra estacionado, que cubre una superficie de más de cinco Has. Con un espesor aproximado de 10 m.

Prácticas de reciclaje en Ciudad Obregón

Mientras que en la mayoría de los países europeos actualmente se considera viable reciclar hasta un 80% o 90% de la cantidad total de RCyD, para reducir los volúmenes y protección del medio ambiente con tecnologías fáciles de aplicar de acuerdo con Lauritzen (1998). En Ciudad Obregón desconocen los beneficios económicos o para el medio ambiente, de tal manera que los RCyD que se acopian y se aprovechan son envolturas de papel y fragmentos de block de cemento o ladrillo recogido en vertederos no controlados, por parte de personas de bajos recursos económicos.

Justificación

Los beneficios que aporta esta investigación son los siguientes: en un nivel conceptual se propone el análisis de la utilización de materiales naturales transformados en materiales de construcción, y el desperdicio que se genera ya sea aprovechable (reciclable y reutilizable) o desechable (escombro). En cuanto al aspecto metodológico, se proponen métodos cuantitativos para estudiar los volúmenes de RCyD generados en la ciudad, y el impacto ambiental que causan cuando no se estiman las cantidades y composición para su disposición en rellenos sanitarios. Este último es un tópico actual por la necesidad de abatir el déficit de vivienda, la necesidad de diseñar rellenos sanitarios y controlar los residuos de construcción para su disposición final

Objetivos

Objetivo general

Analizar la problemática de la generación, manejo y disposición final de los residuos de construcción y demolición en Ciudad Obregón, para proponer un manejo sustentable. De este objetivo se derivan los siguientes:

Objetivos específicos

- a). Conocer el nivel de conocimiento del personal de empresas constructoras sobre la necesidad de trabajar dentro de un marco jurídico para el manejo sustentable de los RCyD
- b). Cuantificar los volúmenes y caracterizar los RCyD que se generan
- c). Aplicar resultados de cuantificación conocer la problemática de la disposición final de RCyD en relleno sanitario sin una normatividad y estudios previos del impacto que causaría por el importante volumen y tipo que se genera
- d). Proponer un modelo para el manejo integral de RC y D en Ciudad Obregón.

De los objetivos anteriores se derivan preguntas que cuestionan la existencia de un marco jurídico para regular el manejo y disposición final de los RCyD en Ciudad Obregón; las cantidades y composición de RCyD que se generan en los fraccionamientos de vivienda de interés social en Ciudad Obregón y finalmente: la forma en que podrían aprovecharse los residuos que se generan en los fraccionamientos de vivienda de interés social.

1. ¿Existe una legislación y normas que regulen el manejo y disposición final de los RCyD en Ciudad Obregón?
2. ¿Son tomadas en cuenta las normas existentes relacionadas con RCyD por las empresas constructoras, públicas o particulares?
3. ¿Cuáles son los volúmenes y composición de RCyD que se generan por empresas constructoras de fraccionamientos, y cuál es su manejo y disposición final?
4. ¿Existe algún tipo de prácticas de minimización y reciclaje de RCyD en la localidad?
5. ¿Cuál es el impacto ambiental que causaría una disposición final inadecuada de RCyD ?

Hipótesis

1. El envío de RCyD a un relleno sanitario sin un plan de manejo integral puede colapsar la capacidad de un relleno sanitario reduciendo su vida útil, saturándolo con este tipo de residuos, lo que trae como consecuencia la contaminación del suelo y aguas superficiales, así como la necesidad de nuevas instalaciones en un lapso muy corto de tiempo, lo que redundaría en una costosa e innecesaria inversión económica y ocupación de terrenos de reserva municipal. Para lo anterior la reglamentación del manejo y disposición final es un importante instrumento para incentivar la reducción, el reuso y el reciclaje
2. El conocimiento de las cantidades y composición de RCyD que se generan permite elaborar un plan de manejo y tomar decisiones en cuanto a qué materiales se pueden reutilizar o reciclar y cuáles otros deben recibir un tratamiento antes de su disposición final por su potencial contaminante.
3. La inexistencia de un marco jurídico en el que los actores (empresarios y constructores particulares) desarrollan sus actividades no permite hacer conciencia de la necesidad de minimizar las cantidades de materiales desperdiciados y proponer un manejo integral de los RCyD, por lo tanto se requiere implementarlo para que sean tomadas en cuenta en su manejo y disposición final.

Limitaciones y alcances

El área de estudio se limita al área urbana de Ciudad Obregón en el municipio de Cajeme, Sonora de la república mexicana. Los resultados reportados por el análisis de cuantificación y caracterización de los RCyD se pueden generalizar para asentamientos tipo fraccionamiento de vivienda en serie, ya que el estudio se enfocó a este tipo de construcción porque en el se genera un importante volumen de este tipo de residuos. Ott (2006) menciona que un aspecto importante para estimar los flujos de materiales es el análisis del llamado parque habitacional en lo que se refiere a sus características más significantes como población, vivienda y sus tipologías constructivas. Por otra parte, de acuerdo con la observación directa es mayor el porcentaje de colonias de ese tipo en Ciudad Obregón en comparación con otras en que se lleva a cabo la autoconstrucción o el contrato para edificación individual Además representa el mayor volumen de m² construidos; tendencia que persistirá por el déficit de vivienda reportada por organismos como el Consejo Nacional de Vivienda CONADEVI y su creciente demanda como mencionan Rivera y Gutiérrez (2004).

En cuanto a la aplicación del modelo dinámico y el modelo de manejo integral de los RCyD es aplicable a otras ciudades con características similares en cuanto a población, materiales de construcción disponibles, procesos constructivos y necesidades de vivienda.

Capítulo 2. Marco conceptual del manejo de RCyD

2.1. Revisión de la literatura

La arquitectura, la ingeniería y la industria de la construcción son los que más residuos generan y son los más grandes consumidores de materiales primarios (Bergsdal, Brattebo, Bohne y Müller, 2007). De hecho se considera que el 50% de los recursos mundiales se utilizan en la industria de la construcción (Salas, 2008) generando a la vez una gran cantidad de residuos como sucede en algunos países desarrollados como Estados Unidos donde se reportan 136 millones de toneladas anuales (Nunes et. al. 2006). Estudios recientes consideran la producción de 520 a 760 Kg. Por habitante por día en países desarrollados. En la república mexicana hay pocos estudios pero se puede estimar por investigación en otros países en 500 Kg. por habitante por año (Instituto Tecnológico de Chetumal, 2005). Por otra parte Rivera y Gutiérrez (2006) reportan que en la ciudad de México, D. F. se generan 12,000 toneladas de RSU diarias de las cuales el 25% se consideran RCyD (3000 toneladas), o sea una cantidad aproximada de más de un millón de toneladas anuales. De acuerdo con esa tasa, utilizando indicadores de SEMARNAT que en una visión prospectiva muestran que para el año 2010 en la república mexicana se generarían 58,768,277 toneladas de RSU, los RCyD serían por el orden de 14,692,069 toneladas. En el municipio de Cajeme al cual pertenece Ciudad Obregón no existen estudios pero se estima que se generan 400 toneladas de RSU diarios (Villanueva, 2006)) que con la misma tendencia la cifra alcanzaría las 100 toneladas por día o 36,500 anuales de RCyD.

2.1.1. *Impacto ambiental de RCyD*

El problema ambiental que plantean los RCyD se deriva no solo del creciente volumen de su generación, sino de su tratamiento, que todavía hoy es insatisfactorio en la mayor parte de los casos. A la insuficiente prevención de la producción de residuos en su lugar de origen se une el escaso reciclado de los que se generan, lo que provoca impactos ambientales entre los que cabe destacar: contaminación de suelos y acuíferos por disposición en vertederos incontrolados, deterioro paisajístico y la eliminación de estos residuos sin aprovechar sus recursos valorizables. Esta es una situación que se debe corregir para conseguir un desarrollo

más sostenible de la actividad constructiva. En los últimos años el sector de la construcción ha alcanzado unos índices de actividad muy elevados configurándose como una de las claves del crecimiento de economías como la española, pero esta situación ha provocado un auge extraordinario de los residuos procedentes tanto de la construcción de infraestructura, nuevas edificaciones, o de la demolición de inmuebles antiguos (España, Ministerio de la Presidencia, 2009). Los edificios de cualquier tipo, sean habitacionales, comerciales o industriales sufren un deterioro por el intemperismo o por el uso normal con actividades para las cuales han sido diseñados. Con el paso del tiempo, algunos sectores de las ciudades, sobre todo aquéllos en cuyos edificios se ha cumplido el ciclo de vida de los materiales con los que fueron construidos, requieren de readaptación o remodelaciones que involucran necesariamente de actividades de demolición y por lo tanto generación de gran cantidad de residuos. De acuerdo con Salas (2008) Se considera que la vida útil de los materiales de los edificios es de 50 años. Por otra parte hay un impacto negativo que sufre el medio ambiente por la extracción de materiales naturales como rocas, arenas, maderas; considerados algunos como recursos no renovables, la contaminación de suelos y agua y finalmente modificando el medio ambiente como se muestra en el esquema de la figura 7 y las imágenes de la figura 8.

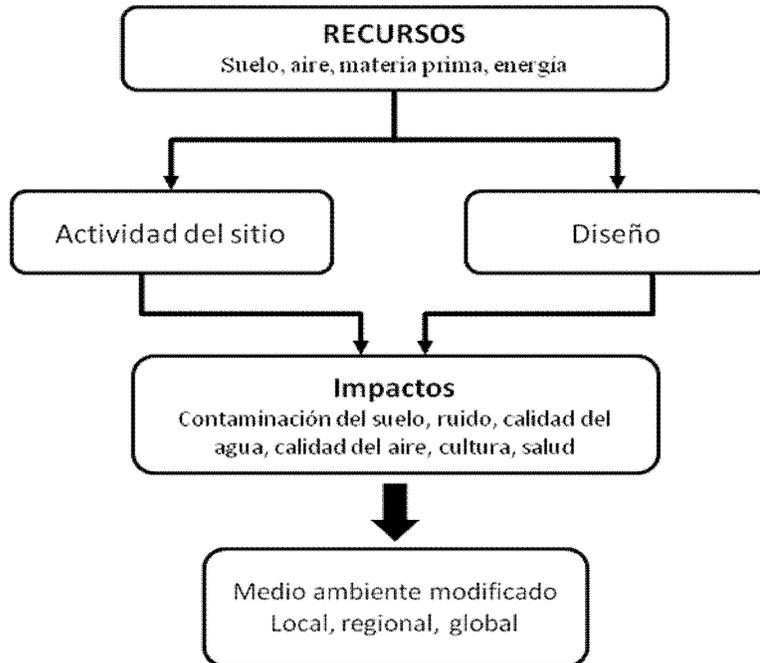


Figura 7. Impactos de actividades de la construcción en el medio ambiente.

Fuente: Salas (2008)



Figura 8. Impacto ambiental de RCyD

Además es de tomar en cuenta la inversión de energía para trasladar los RCyD, procesarlos o para su disposición, a lo que se suma el vertido de residuos de materiales que no se habían considerado contaminantes en sitios inadecuados, tales como restos de madera tratada con aceite quemado y diesel, o pintada con esmaltes y solventes. Esos sitios se consideran inadecuados por características de ubicación geográfica como cauces de corrientes de agua superficial o profunda, suelos permeables que permiten la filtración de lixiviados producto de la descomposición de materiales como el yeso en contacto con humedad como menciona Yang (2006), así como restos de materiales plásticos como el PVC, láminas de asbesto con materiales cancerígenos como el amianto, residuos de poliestireno y otros, que en años recientes se ha convertido en una preocupación a nivel mundial.

Otros factores como la creciente demanda de vivienda, las necesidades de infraestructura y la falta de normatividad en materia de reciclaje, también son determinantes para la

disposición inadecuada de RCyD que provoca impactos negativos en el ambiente. (Rivera y Gutiérrez, 2007). Además deficiencias en la planeación y funcionamiento de las ciudades cuyos patrones de diseño muestran un metabolismo lineal (ver figura 9) consumen energía y materiales, y contaminan el medio ambiente en grandes proporciones (Salas, 2008).

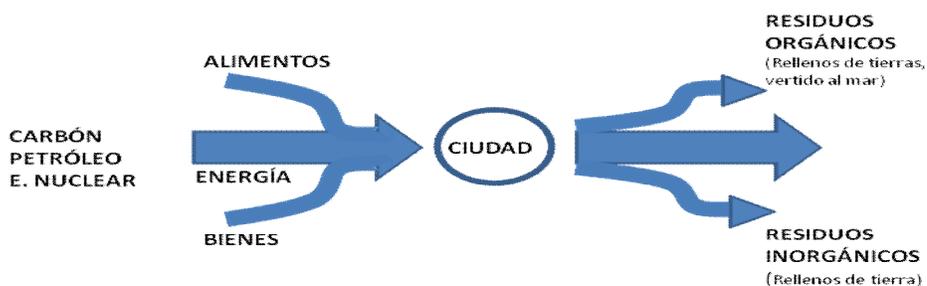


Figura 9. Las ciudades con metabolismo lineal consumen y contaminan en grandes proporciones, Fuente: Salas (2008)

2.1.2. Caracterización de los residuos de construcción y demolición

El manejo de los RCyD en la república mexicana se lleva a cabo de acuerdo con leyes y reglamentos nacionales, estatales y municipales. Estos residuos forman parte de los RSU y se clasifican como de manejo especial debido al gran volumen y peso que se genera. Sin embargo, clasificarlos de esa manera propicia que no se manejen adecuadamente sobre todo durante las etapas de revalorización (Tecnológico de Chetumal, 2005). En cambio menciona Ott (2006) en países industrializados el reciclaje y reuso de los RCyD se incluye en los planes estratégicos para un manejo integral y sostenible, mientras que en otros lugares, al clasificarlos como parte de los RSU son tratados como basura. El escombros que es la mezcla de residuos de construcción puede equipararse en este caso con la basura, la cual es diferente a los residuos ya que la basura es entendida como la totalidad de los desechos humanos (Bernache, Bazdresch, Cuellar y Moreno 1998 p.32). En una concepción antigua la palabra basura tiene como significado lo que no sirve y se tiene que enviar lejos, depositarla en un lugar donde no ofenda los sentidos del ser humano por ser desagradable a la vista y al olfato (ver figura 10); luego quiere decir que estos son restos inútiles de productos de los que se han agotado su propósito y su función (Bernache et al., 1998). Por su parte Lessur (2001, p. 28) define la basura como la mezcla de dos o más desperdicios que, revueltos entre sí, se ensucian, maltratan y contaminan, provocando olores desagradables y asco.



Figura 10. Tiradero municipal en el municipio de Cajeme, ubicado a diez Km. del área urbana

2.1.3. Residuos de construcción y demolición (RCyD)

Los residuos en general a diferencia del concepto de basura, se definen en México por la legislación ambiental como: *material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final* (SEMARNAT (2003, p.5). En cuanto a los residuos de construcción, en la norma ambiental NADF-007-RNAT-2004 para el D. F. estos son: materiales, productos o subproductos que se generan durante actividades de excavación, demolición, ampliación, remodelación, modificación o construcción tanto pública como privada. Estos residuos no son aprovechados y no se depositan adecuadamente en vertederos por factores relacionados con prácticas de reciclaje como mencionan: a). Falta de centros de acopio y plantas para tratamiento de acuerdo con Bianchini, Marrochino, Tassinari, Vaccaro (2004); Nunes, Mahler, Valle y Neves, (2006); b). Escasez de espacio en vertederos (Fatta et al. 2002); c). Obstáculos para la utilizar materiales reciclados como falta de conciencia y apoyo gubernamental al no existir mecanismos para un adecuado control de RCyD (Rao, Jha y Misra, 2006; Elias-Ozkan, 2001) y d). Que los programas para prevención y gestión sustentable se enfocan a los residuos sólidos domiciliarios, y en los Estados no se cuenta con

un plan que sirva para guiar la minimización y gestión de RCyD, ni existen normas específicas para RCyD (Instituto Tecnológico de Chetumal, 2005)

2.1.4. Reciclaje de RCyD

La minimización y el reciclaje son estrategias útiles para lograr el desarrollo sustentable, pero, en los habitantes de las ciudades se requiere crear conciencia de la necesidad de reducir al máximo los residuos que se depositan en tiraderos o rellenos sanitarios reciclando la mayor cantidad posible de materiales para reutilizarlos, como menciona Salas (2008) que en respuesta al diagrama de flujo lineal presenta un esquema de metabolismo circular con separación de residuos, ahorro de energía y menor impacto en el medio ambiente (ver fig 11),

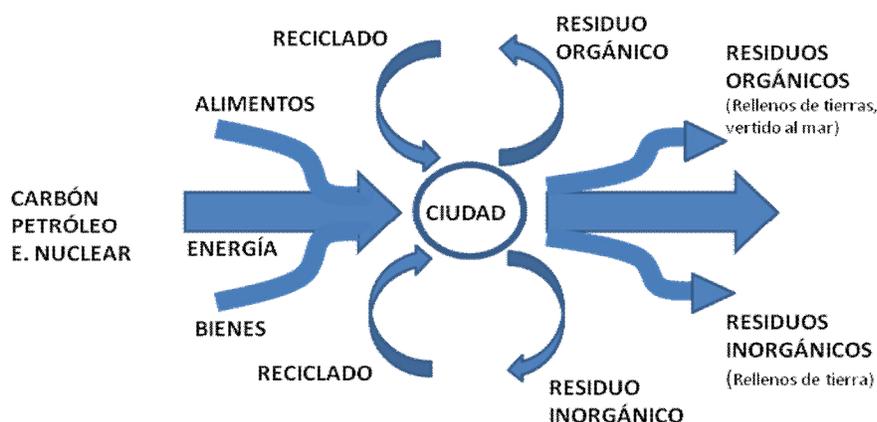


Figura 11. Las ciudades con metabolismo circular minimizan materias primas naturales y aumentan el reciclaje. Fuente: Salas (2008)

Estudios serios que proporcionen indicadores acerca de la cantidad y composición de los residuos que se generan son indispensables para implementar acciones y estrategias que ayuden a mejorar el comportamiento de los sistemas de ciudades. En el caso de Ciudad Obregón se observa que no hay prácticas de separación, reutilización, y reciclaje de residuos en general, por lo que en una visita al tiradero se observó que: a). En el caso de la separación se observa en los vertederos que no existe una cultura para llevar a cabo este procedimiento en las fuentes sean domiciliarias, comerciales o industriales, así los residuos orgánicos e inorgánicos se depositan mezclados; b). En el caso de la reutilización no se tiene idea de qué es lo que puede recuperarse para ser vendido o regalado, ya que se deja a criterio de los patrones de los trabajadores que llevan a cabo demoliciones la repartición de elementos, materiales u otros objetos con potencial para ser reutilizados; solo se recuperan materiales

como varillas de acero producto de la demolición de losas de concreto y ladrillos en buen estado, láminas galvanizadas o de aluminio, puertas visiblemente deterioradas y madera utilizada en estructuras; c). En cuanto al reciclaje de materiales desechados de construcciones nuevas, ampliadas o remodeladas solo el papel y cartón de envolturas se recupera para fabricar lámina de cartón asfaltado (ver figura 12).



Figura 12. Material recuperado en tiradero municipal
Imágenes tomadas en el tiradero a cielo abierto de Ciudad Obregón, Sonora

Para tener un panorama de generación y disposición de residuos en México existen indicadores que muestran la magnitud del problema para su manejo. El Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT presentó indicadores nacionales que muestran datos de los municipios entre ellos el de Cajeme con una visión prospectiva al año 2010. El estudio indica que de 2005 a 2010 la población aumentará de 429,214 a 472,431 habitantes (ver cuadro 3), la producción per cápita de RSU aumentará de 1.013 a 1.25 Kg. Por habitante por día, Un 77% de los residuos sólidos municipales tienen su origen en los domicilios de los habitantes. Se considera un aumento de 23% de acuerdo con los indicadores, la generación total anual aumentará de 148,884 Ton. a 180,645, La suma de las cantidades de RSU que se generan en la república mexicana son por el orden de 58,768,277 toneladas anuales. De estas el 31.6 % pertenece a residuos alimenticios, casi 10% tiene potencial para elaboración de composta y el porcentaje restante (27.7%) se considera como materiales varios para ser depositados en relleno sanitario

En México existen algunos estudios de factibilidad de reciclaje de materiales producto de demolición como en una propuesta para construcción de sub-bases o caminos presentada por Rivera y Gutiérrez (2004). También se han presentado iniciativas para proponer modelos de Gestión Integral de RCyD, por el Instituto Tecnológico de Chetumal, para dar solución al

impacto ecológico, económico y social que conlleva la práctica de extracción y transporte de materiales rocosos para utilizarlos en la construcción (Tecnológico de Chetumal, 2005). Pero, la escasez de sitios apropiados para rellenos sanitarios, las crecientes cantidades a procesar, la incertidumbre de sus efectos con el tiempo y el surgimiento de técnicas novedosas capaces de abatir costos en gran escala, de acuerdo con Trejo (2002), países como México que no cuentan con infraestructura para desarrollar tecnología al ritmo de su crecimiento demográfico, requieren adoptar técnicas de recuperación y reciclaje que minimicen la cantidad de los residuos con tecnología extranjera para recoger, trasladar, tratar y disponer, obteniendo a su vez beneficios como energía alternativa, compostas para mejorar o restaurar la calidad de los suelos, o productos secundarios.

2.1.5. Disposición de residuos en rellenos sanitarios

La disposición final de los residuos no es cosa nueva ya que se tiene conocimiento de la utilización de rellenos sanitarios desde tiempos bíblicos. Trejo (2002) menciona cómo se han encontrado restos de mezclas de basura y fango en excavaciones de Kouloure en Chosos que fuera antigua capital de Creta. Sin embargo la aplicación del método tal como se conoce hoy (relleno sanitario) se atribuye a unos ingenieros ingleses que lo utilizaron en Bradford, Inglaterra en 1920. Aunque es a partir de 1940 cuando ésta práctica se difunde a todo el mundo. El relleno sanitario es el método tradicional utilizado en todos los países del mundo para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y es la forma masiva que se utiliza en México, sin embargo llegará el momento en que no será suficiente como único medio para este fin (Trejo, 2002) por lo que se hace necesario implementar estrategias que promuevan prácticas de minimización para un manejo y disposición más adecuados.

2.1.6. Valorización de residuos de construcción y demolición

Para llevar a cabo una revalorización de los residuos con potencial para reuso y reciclaje es de tomar en cuenta la llamada jerarquía en el manejo de los desperdicios de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, USA) priorizando la reducción, luego el reuso, el reciclaje, la elaboración de composta y solo al final la incineración de materiales remanentes de las acciones anteriores para ser depositadas en rellenos autorizados como se muestra en la figura 13 Es similar el manejo de los RCyD que en el modelo de ciclo mostrado en la figura 14, en la estrategia de la deconstrucción se trata de: 1). Reducir la generación; 2). Reutilizar elementos arquitectónicos en buen estado; 3). Reciclar materiales (agregados, pedaceras de

concreto, ladrillo, cerámica, teja y otros); 4). Elaborar composta con materia vegetal; 5). Incinerar materiales con potencial contaminante para ser enviados a disposición final. En este modelo los procesos de reuso, reciclaje y composta son los que permiten reintegrar materiales al proceso constructivo de edificación.



Figura 13. Esquema de jerarquía para revalorizar los residuos.
Fuente: EPA (2000)

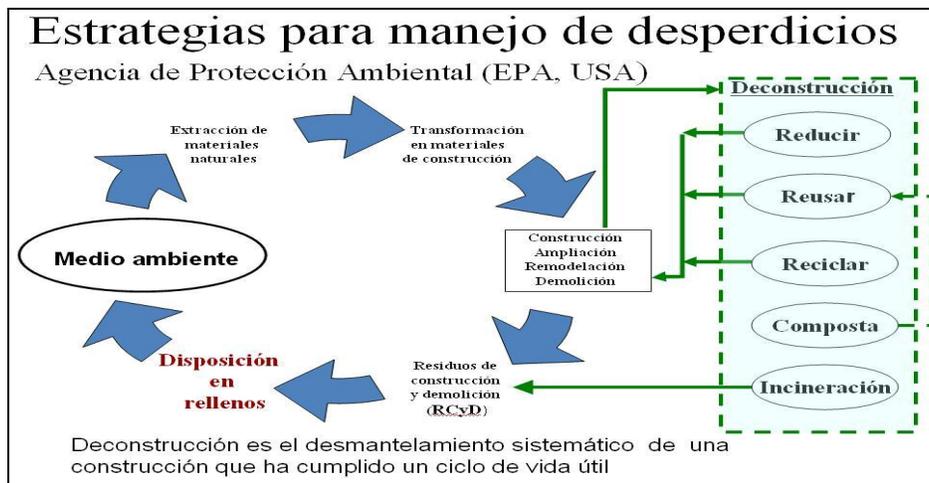


Figura 14. Modelo de ciclo de residuos de construcción y demolición
Construcción propia, Modificado de Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos

2.1.7. Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición

Una gestión se define como la acción de realizar algo (Rojas R., Gaona T., Arredondo J., Peña J., et al., (2005). Cuando se trata de gestión ambiental, esta se asocia con acciones que promueven la implementación de políticas que determinan las directrices fundamentales, así como un marco jurídico para formular normas, leyes y reglamentos que permitan conducir dichas políticas, a través de un marco institucional organizado adecuadamente para

cubrir los ámbitos y dimensiones pertinentes según sea el caso (Rojas et al., 2005, p. 201). Con esta gestión ambiental no solo se pretende conservar el medio ambiente evitando en lo posible su degradación, sino que involucra otras acciones tendientes a:

Acrecentar su valor, marcar pautas, definir políticas, estrategias y criterios de operación, regulación, planeación e implementación de programas tendientes a contribuir para conformar un marco de referencia y administración, con la finalidad de promover un uso y manejo adecuado de los recursos naturales en lo particular y del medio ambiente en lo general, todo esto para mejorar y garantizar la calidad de vida humana (Rojas et al., 2005, p.203)

De acuerdo con la bibliografía consultada, la observación directa y las entrevistas estructuradas, se propone un esquema conceptual que integra el ahorro de energía (figura 15)

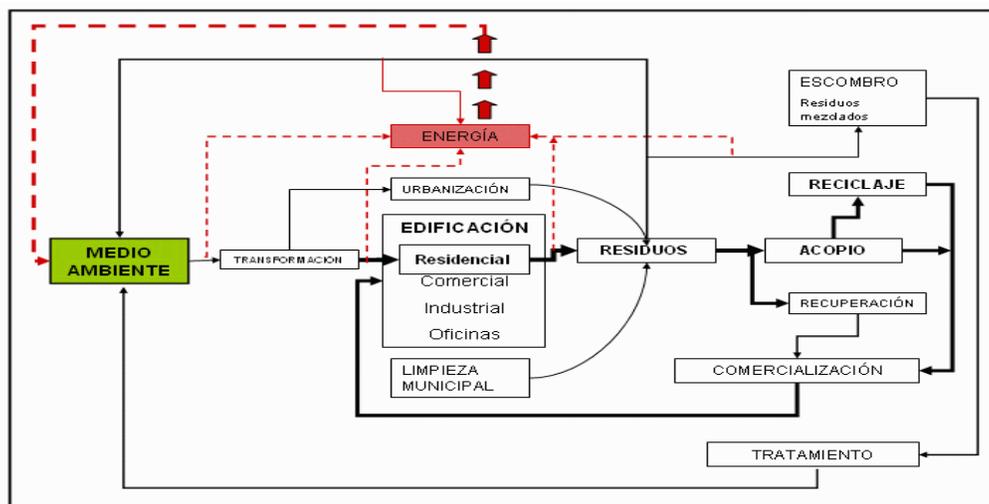


Figura 15. Esquema conceptual, Construcción propia a partir de conceptos de ahorro de energía Salas (2008)

En el esquema los procesos para extracción, transformación, edificación y transporte de los residuos consumen energía que se reincorpora al medio ambiente en forma de calor (línea discontinua), pero si se sigue un flujo hacia el reciclaje y comercialización es posible lograr un importante ahorro energético (línea continua). Por otra parte, se propone el análisis de los residuos y sus procesos para comercialización y reincorporación al proceso de edificación. Los escombros ómezcla de residuos de todo tipo como polvos, madera, pinturas, envolturas y basura se reincorporan al medio ambiente, al depositarlos en relleno sanitario una vez que han recibido tratamiento. El esquema se ha elaborado a partir del análisis del diagrama de

inversión de energía (ver figura 16) en procesos para extracción de materias primas, su transformación en productos manufacturados, que generan desechos que pueden ser reutilizados o reciclados permitiendo ahorro de energía.

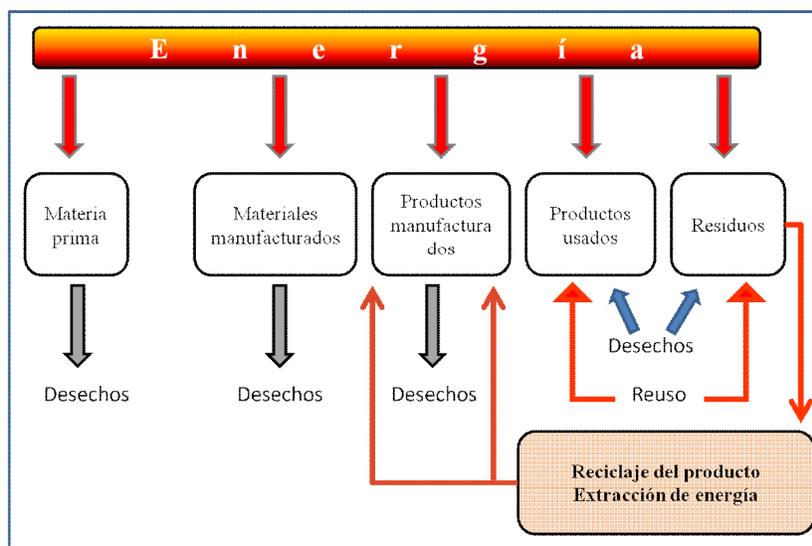


Figura 16. Consumo y aprovechamiento de energía en procesos constructivos por medio del reciclaje. Fuente: Salas (2008).

2.1.8. Manejo de RCyD

El manejo de residuos de construcción se define en la norma ambiental NADF-007-RNAT-2004 para el D. F. como un conjunto de actividades que comprenden desde el almacenamiento, recolección, transporte, aprovechamiento, reuso, tratamiento, reciclaje y disposición final. Pero, además un manejo integral de los RCyD debe considerar aspectos como detalles de generación, volumen, tipos de residuos y forma como se manejan en la actualidad, y se requiere que una vez que se conocen los detalles anteriores, se propongan estrategias para reducir y minimizar su generación proponiendo buenas prácticas en los procedimientos de construcción y manejo de materiales en las obras para así mejorar las condiciones de su manejo, evitando contaminación ambiental por polvos y consumo de energía durante el transporte y vertido de los mismos en sitios accesibles para acopio de los materiales reciclables o reutilizables, o el tratamiento (incineración) y transporte a sitios autorizados de acuerdo con un plan de manejo (figura 17). En este último punto las estrategias deben contemplar entrega voluntaria, preclasificación y revaloración de los RCyD, así como desaliento para la disposición clandestina.

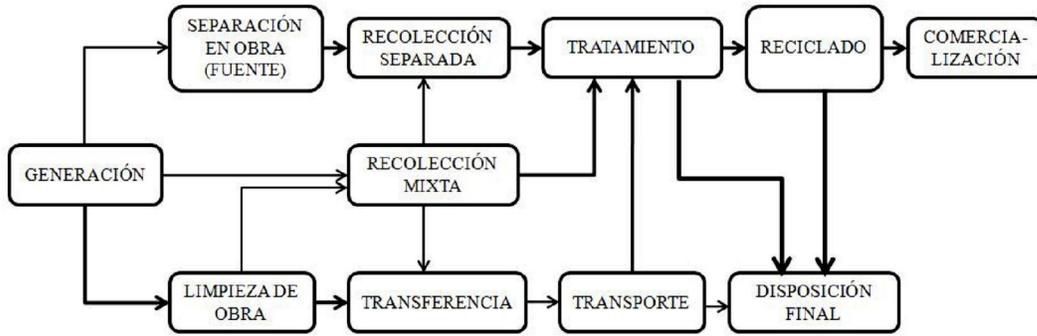


Figura 17. Esquema de manejo de residuos de construcción y demolición.

2.1.9. Modelación dinámica aplicada

Un Sistema se define como un conjunto de elementos que interactúan unos con otros y un Sistema Dinámico (SD) es el que evoluciona con el tiempo. La representación gráfica de un Sistema Dinámico se puede llevar a cabo por medio de un Modelo Dinámico.

Para elaborar un modelo se recomienda tomar en cuenta:

- ❖ Que un sistema está formado por elementos que interactúan entre sí.
- ❖ Es posible mostrar el comportamiento del sistema por medio de diagramas causales (representación gráfica de relaciones múltiples de causa-efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso, o sea la representación gráfica de entradas o *inputs*, el proceso, las salidas o *outputs* de un sistema causa-efecto con su *feedback* o retroalimentación para el subsistema de control.
- ❖ Hay varios tipos de variables dependiendo de: si el Sistema las provoca se denominan endógenas o si no son provocadas por el mismo exógenas.
- ❖ Un sistema dinámico puede ser continuo si el tiempo es medido en forma continua, y se expresa como una ecuación diferencial ordinaria

$$\frac{dx}{dt} = ax(1-x)$$

- ❖ En donde x es la variable que cambia con el tiempo t , la variable que cambia y normalmente es un número o un vector R^k

La dinámica de Sistema en el caso del software Stella se basa en un lenguaje formal bastante simple con cuatro tipos de elementos: variable de estado (stock), variable de flujo,

convertidor y conector. Al llevar a cabo un modelo, se realiza un programa computacional que permite la simulación del comportamiento del stock afectado por un flujo de entrada y uno de salida. (Martínez E., 2007)

2.1.10. . *Perspectivas del Desarrollo Sustentable en relación con los RCyD*

A partir del establecimiento de la Agenda 21 se manifiesta la *Gestión* como un medio para moverse desde la idea hacia la acción, o sea: avanzar desde una propuesta política para formular planes, programas y proyectos para hacer realidad los objetivos políticos. Es en este contexto en donde surgieron diferentes definiciones de *desarrollo sustentable* como una nueva forma de desarrollo para enfrentar el futuro de las naciones (Cárdenas, 1999). El inicio del movimiento del desarrollo sustentable se remonta a 1968 cuando Aurelio Peccei y Alexander King fundaron el Club de Roma, para publicar en 1972 el libro *“The limits to growth”* (Los límites del crecimiento); cuya conclusión sería que: si el actual incremento de la población mundial, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y la explotación de los recursos naturales se mantiene sin variación, alcanzará los límites absolutos de crecimiento en la tierra durante los próximos cien años. En ese mismo año se llevó a cabo una reunión mundial a la que se denominó: *“Conferencia sobre el Medio Humano de Estocolmo”*, que fue tomada como base para la cumbre de la tierra de Río de Janeiro en 1992, y de esta conferencia se derivan las conclusiones de 1987 en el llamado *“Informe Brundtland”* titulado *“Nuestro futuro común”* en que se define al Desarrollo Sustentable como *“Aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”*.

Chacón y Silva (2001) señalan que *“el desarrollo sustentable debería estar definido por el mejoramiento de la calidad de vida o el bienestar en forma permanente o duradera en el tiempo, esto es posible si se mantiene el sistema natural ecológico y biológico de soporte de la vida en sus diversas formas que representan la base para cualquier actividad humana y, por tanto en la definición de desarrollo sustentable deben estar incorporadas tres dimensiones fundamentales que deberían coexistir: la dimensión económica, la dimensión ambiental y la dimensión social”*. (ver figura 18) en la figura se evidencian las diversas posibles aproximaciones entre lo económico interesado en el crecimiento, lo ambiental interesado en la protección y lo social interesado en la equidad. En la gráfica se evidencia la necesidad de un compromiso entre los tres sectores, y para promover el desarrollo sustentable se requiere un

equilibrio dinámico entre los tres componentes, por las constantes presiones de tipo económico, cambios sociales y prioridad de objetivos planteados. Pero, la sustentabilidad no puede ser consecuencia de dictámenes gubernamentales o técnicos, ni puede ser impuesta, o sea que un proyecto de sostenibilidad urbana debe provenir del ámbito local, ya que el desarrollo proviene de las decisiones que se toman de común acuerdo por los diferentes actores en diferentes etapas del proceso (Chacón y Silva, 2001). Son estos principios en que se ha basado la Agenda 21 como proceso para desarrollar programas sustentables de las comunidades en los que de acuerdo con Baud, I., Grafakos, S., Hordijk, M., Post, J. (2001) las funciones de las autoridades locales son para facilitar el desarrollo de marcos jurídicos y normativos que permitan que los otros actores puedan llevar a cabo una amplia gama de actividades para una gestión más sostenible e integral para los residuos sólidos urbanos.

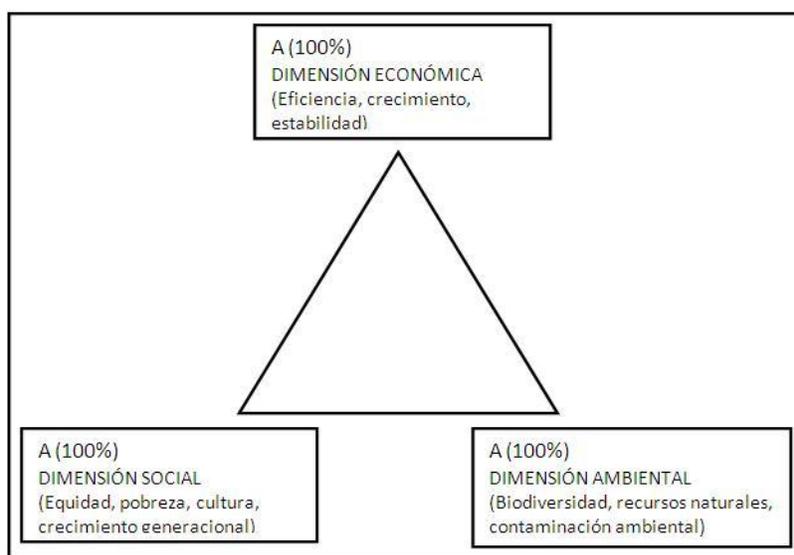


Figura 18. Dimensiones para el Desarrollo Sustentable.
Fuente: Chacón y Silva (2001)

Independientemente del punto de vista ecológico, para la protección ambiental se involucra un medio natural y un medio construido, esto significa que las generaciones presentes viven en medios transformados por el ser humano y deben tener conciencia de la herencia que dejan para sus descendientes y para ello, de acuerdo con Chacón y Silva. (2001) se requiere un equilibrio dinámico entre las tres dimensiones para la sustentabilidad, es por eso que se requiere la participación de actores políticos, económicos, y sociales. Pero, mientras la visión del planeador económico contempla la ciudad como un lugar donde se produce, consume, distribuye e innova, además compite con otras ciudades por el mercado y el establecimiento de nuevas industrias; en cambio el planeador ambiental considera la ciudad

como un lugar de consumo de recursos y donde se generan residuos, en este caso no compite con otras ciudades sino en contra del entorno natural por la escasez de los recursos naturales, demanda creciente de suelo, así como una amenaza para la naturaleza y los espacios ecológicos como las áreas verdes, cuencas y nichos ecológicos.

De los actores cuya participación es indispensable para lograr el desarrollo sustentable están las instituciones. Estas, como menciona Martínez J. (1999) son entendidas como cualquier organismo o grupo social que al contar con determinados medios, persigue realizar determinados fines o propósitos. Desde un punto de vista social son la forma en que se relacionan los seres humanos de una determinada sociedad que busca el mayor beneficio para el grupo. Las relaciones se guían por normas y reglas formales o informales, considerando a las primeras dentro de un marco jurídico y las segundas como hábitos y costumbres adoptadas por la colectividad para que el grupo funcione correctamente (Martínez, 1999). Lo anterior se menciona por la necesidad de que el conjunto de actores que intervienen en la generación de RCyD, actúen como grupo y estén dispuestos para implementar normas y reglamentos que regulen su manejo y disposición final. Estas acciones son determinantes para el éxito o fracaso de cualquier actividad conjunta que se pretenda llevar a cabo, en este caso para lograr el bienestar de los individuos y la preservación de los recursos naturales para su supervivencia.

Para finalizar, una de las formas para lograr el desarrollo sustentable es la conciencia de los habitantes de una ciudad de la necesidad de reducir al máximo los residuos que se depositan en tiraderos o rellenos sanitarios, reciclando la mayor cantidad posible de materiales, tomando estrategias y tecnologías adecuadas de otros países, adecuándolas o innovándolas. Sin embargo, como en otras ciudades del mundo, una de las dificultades para poder hacer un diagnóstico es la falta de información. En Cd. Obregón hacen falta estudios serios que proporcionen indicadores acerca de la composición de los residuos que se generan ya sean residuos sólidos urbanos o residuos de construcción y demolición.

Capítulo 3. Metodología

Proponer un modelo para el manejo y disposición final de RCyD relacionados con el desarrollo sustentable requiere conocer el contexto en que se llevan a cabo las actividades de construcción que es donde se generan, transportan y depositan los RCyD, Esto hace necesario trabajar con los actores (funcionarios públicos, empresas desarrolladoras de vivienda y profesionistas dedicados al diseño arquitectónico para conocer cuánto y qué tipo de residuos se generan, así como la manera en que se manejan para su disposición final. Luego para llevar a cabo un diagnóstico del comportamiento de un confinamiento de residuos de construcción (tiradero a cielo abierto, relleno sanitario o sitios controlados por autoridades municipales) es necesario elaborar un modelo que permita analizar el problema en su contexto. Con un modelo dinámico se puede diagnosticar el comportamiento de un sitio predestinado para la disposición final mostrando varios escenarios, dependiendo de variables como capacidad crecimiento demográfico, limpieza municipal, generación de residuos, reciclaje y otros, mostrando el comportamiento a través de los años y los efectos de una disposición inadecuada si no se analizan previamente las condiciones de generación y manejo de los RCyD. Para el análisis de la situación de la generación, manejo y disposición final se ha elaborado un diagrama de flujo que se muestra en la figura 19.

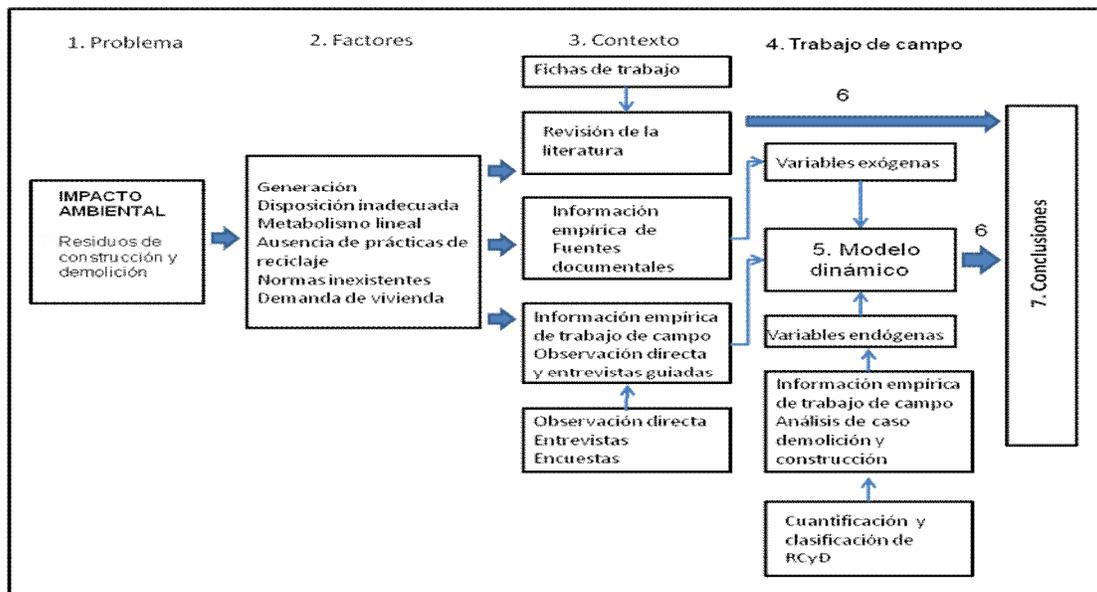


Figura. 19. Diagrama de flujo para análisis de RCyD

Descripción del proceso

1. Definición del problema.- impacto ambiental de los RCyD
2. Factores detectados
3. Ubicación en el contexto:
 - a. Revisión de la literatura (teorías encontradas en diferentes medios: libros, artículos, revistas, recopiladas por medio de fichas bibliográficas)
 - b. Información empírica secundaria (información documental sobre métodos y técnicas utilizadas en otros trabajos de investigación sobre manejo de RCyD, recopilada por medio de fichas de trabajo)
 - c. Información empírica primaria (acercamiento a la realidad con entrevistas a informantes clave y observación directa del área de estudio para conocer las características de sistemas constructivos, situación socio económica, cultural, política de los asentamientos, por medio de formatos para entrevista guiada y encuestas)
4. Trabajo de campo.
 - a. Información empírica sobre cuantificación y clasificación de materiales de residuos de construcción en fraccionamiento de interés social y residuos de demolición en obra de ampliación y remodelación, se empleó la observación directa y el pesaje de materiales.
5. Modelo dinámico: utilizando variables exógenas (externas como crecimiento demográfico, migración urbana, normas y leyes sobre RCyD, entre otras) y variables endógenas (resultado de dos fuentes de información: datos obtenidos por cálculo de volúmenes por m² de RCyD con método en bibliografía, y datos estadísticos como número de licencias de construcción emitidas recopilados del Dirección de Desarrollo Urbano, además de datos empíricos recopilados in situ acerca de cantidades, volumen y peso de RCyD. .
6. Discusión
7. Conclusiones y recomendaciones.

3.1. Fuentes de información

Las principales fuentes de información fueron: El Instituto Nacional de Ecología de donde se obtuvieron datos sobre proyecciones de población, generación de residuos urbanos y requerimientos de equipamiento, con información referida al año 2010 y una proyección a 15 años para el análisis a nivel nacional y estatal. La base de datos del departamento de obras de la Dirección de Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Cajeme proporcionó datos estadísticos sobre licencias de construcción, remodelación y demolición, utilizados para el cálculo RCyD generados en un período comprendido desde el año 2002 al 2009 y parte de 2010. Las empresas desarrolladoras de vivienda en serie en fraccionamientos y el Colegio de Arquitectos de Ciudad Obregón proporcionaron datos en entrevistas y encuestas

3.2. Instrumentos para recopilación de datos empíricos

Los instrumentos para recopilación de datos de campo fueron:

- ❖ Observación
- ❖ Entrevistas estructuradas (anexo A-3, cédula para entrevista)
- ❖ Encuestas (anexo A-4, formato para cuestionario)

Metodológicamente, esta investigación se aborda desde una perspectiva descriptiva con la aplicación de un diseño de investigación, donde la población para las entrevistas estuvo formada por 11 empresas constructoras de las cuales se tomó una muestra de 72%, así el tamaño muestral quedó en ocho desarrolladores de vivienda. También se empleó observación directa y una encuesta que comprendió preguntas cerradas y abiertas relacionadas con el medio ambiente, generación y reciclaje de RCyD. El cuestionario de 18 preguntas cerradas en escala de medición nominal validado por juicio de un experto y su confiabilidad alfa de Crombach de .95 donde la población y el muestreo se obtuvieron como se explica en las siguientes secciones.

3.3. Población y muestras

Las personas encuestadas pertenecen a las siguientes organizaciones o instituciones:

- ❖ Personal de la Dirección de Gestión Ambiental y Protección al Ambiente,
Director y personal de supervisión

- ❖ Personal de la Dirección de Desarrollo Urbano, personal estratégico dedicado al proyecto y control de obra como: funcionarios, supervisores, encargados de planificación
- ❖ Personal estratégico relacionado con el diseño y la construcción en empresas desarrolladoras de vivienda, directores de obra, directores de calidad, residentes y personal calificado
- ❖ Directores Responsables de Obra (DRO) Ingeniero civil o Arquitecto, que se encuentran registrados en la Dirección de Desarrollo Urbano

Para el cálculo de muestras representativas se tomó en cuenta como población el número de personas que integran cada grupo como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Parámetros de las encuestas para definir población y muestras

	Población	Muestra	Porcentaje del total de la población
Personal Dirección Gestión Ambiental y Protección al ambiente	3	3	100
Personal de Desarrollo Urbano	25	20	80
Personal de empresas desarrolladoras de vivienda	10	8	80
DRO Arquitecto	32	22	65

Elaboración propia

3.3.1. Muestreo

Para llevar a cabo las encuestas se llevó a cabo un muestreo probabilístico, aleatorio simple empleando un muestreo sistemático. El tamaño de la muestra se obtuvo con la ecuación (1) para estudios sencillos ya que aunque la población es menor de 5000 elementos a encuestar, la cantidad de preguntas es menor de 30 de preferencia cerradas con respuestas mutuamente excluyentes (si, no; bueno, malo; de acuerdo, en desacuerdo). (Rojas S., 2006)

$$N = \frac{Z^2 pq}{E^2} \quad \text{Ecuación (1)}$$

En donde:

• Nivel de confianza requerido para generar los resultados hacia toda la población, en este caso se empleó un nivel del 98% (conocimiento general sobre la problemática) con un margen de error de 2% y $Z= 1.89$

• Precisión con la que se generalizarán los resultados, en este caso se considera 10%
• Variabilidad del fenómeno estudiado, en este caso $p= .5$ y $q= .5$

Una vez realizadas las operaciones, sustituyendo en la fórmula para el muestreo tenemos:

$$n = \frac{[1.89]^2 [.5] [.5]}{[0.10]^2}$$

Sustituyendo para obtener la muestra inicial:

$$n = \frac{0.89}{0.01} = 89$$

Muestra corregida

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}} \quad \text{Ecuación (2)}$$

De acuerdo con los resultados obtenidos con la aplicación de la fórmula, se encontró innecesario el muestreo, ya que en todos los casos se llevó a cabo un censo aplicando el instrumento como sigue:

Dirección Gestión Ambiental: $N=3$

Se llevó a cabo un censo a tres elementos (ver cuadro 17)

Funcionarios municipales: $N=25$, $n=19$, entonces:

Se llevó a cabo un censo a 19 personas

Desarrolladores de vivienda N=11, n=9 entonces:

Se llevó a cabo un censo a 9 desarrolladores

Directores Responsables de Obra N=32, n=23 entonces:

Intervalo= $32/29 = 1.10$

No aplica se encuestará a 29 personas

3.4. Etapas de investigación

En una primera fase se llevó a cabo una investigación bibliográfica para definir conceptos a tratar durante el desarrollo del trabajo y la forma como se ha abordado el problema en otras partes del mundo.

3.4.1. Recopilación de datos estadísticos e históricos

En una segunda etapa se llevó a cabo una investigación bibliográfica y de campo para recopilar datos estadísticos e históricos que sirvieron para contar con información y con el manejo de las teorías generales, elaborar el problema, utilizando también el análisis de información empírica secundaria y el acercamiento a la realidad, con datos acerca de indicadores sobre crecimiento demográfico, generación de residuos sólidos urbanos (RSU) y como parte de estos los de construcción y demolición (RCyD), además se recopilaron datos duros sobre el comportamiento de actividades de construcción en la última década.

Para conocer el contexto en el cual se llevó a cabo la investigación, se realizó un análisis con datos históricos recopilados de la Dirección de Desarrollo Urbano de la ciudad, tomando en cuenta los años de fundación de las colonias y fraccionamientos para conocer la problemática del envejecimiento de las edificaciones, de acuerdo con el ciclo de vida útil de los materiales de construcción. En la figura 3 se ha presentado gráficamente el crecimiento de la ciudad. Se recopiló información acerca de las colonias y fraccionamientos registrados hasta el año 2009. Se observaron las colonias y fraccionamientos habitacionales de la ciudad (207 en total) y se codificaron para procesamiento de datos en el software MapInfo, sin tomar en cuenta las franjas comerciales y el Parque Industrial (zonas no habitacionales), También se

clasificaron las colonias para conocer las que reúnen características de fraccionamientos con viviendas construidas en serie o autoconstrucción.

Las licencias de construcción, también fueron un instrumento que se utilizó para obtener datos importantes, han servido para conocer cantidades de RCyD que se generan, ya que no existe un banco de datos que proporcione indicadores que sirvan para abordar el problema de su disposición. Por lo anterior se analizó el comportamiento de los conceptos mencionados durante un período comprendido desde el año 2002 al año 2009 para tener un panorama previo a la investigación de campo. En el caso de Ciudad Obregón esta información se ha recopilado apenas desde el año 2000 en un archivo electrónico con datos confiables a partir del año 2002 y hasta el 2009, los datos correspondientes al año 2010 no se han completado.

3.4.2. Observaciones directas, entrevistas y encuestas.

La tercera etapa comprende la investigación de campo con el levantamiento de datos utilizando técnicas como la observación directa. Las entrevistas junto con las observaciones se utilizaron para el análisis cuantitativo y permitieron estructurar el marco teórico conceptual de acuerdo con la realidad que se estudió (Rojas S., 2006, p. 96-117). La investigación consistió en una visita a las colonias y fraccionamientos para tener un panorama general de las características de las edificaciones, servicios municipales y grado de urbanización, que ha servido para un diagnóstico y selección de caso de acuerdo con el formato que se muestra en el anexo A-3; entrevistas guiadas a los actores que permitió evaluar el grado de conocimiento de los directivos y personal administrativo clave acerca del problema de los RCyD para lo cual se utilizó el formato mostrado en el anexo A-4; una encuesta que permite tener un panorama del grado de conocimiento acerca del tema de los RCyD por personas involucradas en los procesos de su generación recolección, transporte y disposición final con el formato del anexo A-5.

Para la observación directa se manejaron las siguientes categorías:

Antigüedad de la colonia: Se dividió en periodos de 10 años, iniciando con menos de 10 hasta más de 50 años. Esta variable se utilizó para conocer la antigüedad de las colonias de acuerdo con la época en que se fundaron y permite visualizar su comportamiento en un futuro próximo en lo que respecta a actividades de ampliación, remodelación y demolición de

edificios cuyos materiales cumplen con su ciclo de vida útil. Es posible obtener indicadores para la elaboración de un modelo de gestión y manejo integral de los RCyD.

Tipo de colonia: En esta variable se incluyeron dos opciones viviendas con autoconstrucción y fraccionamientos con viviendas construidas en serie. Esta variable analizó el porcentaje de cada uno de los dos sistemas y de aquí se deduce que el mayor volumen corresponde a la categoría dos que se eligió para llevar a cabo el estudio de caso.

Tipo de lote: esta variable se manejó con tres opciones: lotes de vivienda popular con terrenos hasta 200 m², lotes tipo clase media con terrenos de 200 a 400 m² y lotes de tipo residencial con terrenos de 400 o más m². La intención fue conocer cuál es predominante y por lo tanto, cuáles asentamientos pueden potencialmente generar mayores volúmenes de RCyD por actividades de remodelación, ampliación o demolición.

Superficie construida en m²: con esta variable es posible llevar a cabo un diagnóstico en estudios posteriores para conocer un promedio de superficie construida total promedio de acuerdo con el número de lotes que hay en una colonia o fraccionamiento

Pavimento: son dos las opciones para este caso: la número uno se utilizó para casos afirmativos (sí), la número dos para casos negativos (no). Esta variable es útil para un análisis más extenso sobre el comportamiento de un vertedero sea tiradero a cielo abierto o relleno sanitario por el volumen de material natural o material producto de demolición de guarniciones o banquetas que se generan y que pueden ser enviados para su disposición final.

Servicios municipales: la variable identifica tres posibles opciones: Respuesta afirmativa, negativa y servicios incompletos. La dotación de servicios municipales tales como agua potable, alcantarillado, alumbrado, generan residuos que pueden ser enviados a un relleno sanitario.

Muros: se han manejado cuatro categorías: uno para tabique común, dos para block de cemento, tres para madera y lámina, cuatro para otros como paja de trigo, adobe o tierra. Se utilizó para conocer cuál es el material más utilizado en la construcción de muros de las viviendas y sirve para diagnosticar el comportamiento de la generación de RCyD según el tipo de material que se trate

Techos: los techos observados podrían catalogarse como: uno para techos de concreto, dos para vigas de madera y tabique común, tres para cubiertas de lámina y cuatro para otros como tierra, paja, etc. Esta variable sirvió para conocer cuál material es predominante ya que los volúmenes de generación de RCyD dependen del sistema constructivo.

Pisos: en esta variable se identificaron cuatro posibles opciones: uno para firmes de concreto con cerámica, mosaico, alfombra; dos para pisos de cemento pulido; tres para tierra y cuatro para otros no identificados como madera. La construcción o demolición de pisos genera RCyD susceptibles de ser reciclados o que se pueden disponer inadecuadamente en un relleno sanitario.

Tiraderos clandestinos: Para esta variable las posibles respuestas eran la existencia o no de tiraderos clandestinos. En un análisis del problema de disposición inadecuada de RCyD este tema es importante porque propicia problemas de contaminación visual, ambiental y de salud.

3.4.3. Entrevistas guiadas

Para las entrevistas guiadas y encuestas se utilizaron las siguientes variables:

- ❖ Medio ambiente y el desarrollo sustentable: acerca del manejo y disposición final de RCyD; sitios de disposición final, contaminación por RCyD, reglamentos municipales, estatales o nacionales para regular los RCyD, control de manejo y disposición final y consumo de energía.
- ❖ Generación y transporte: son respecto a tipo de obra que se construye, tipo de material más común en muros y tipo de vehículos para el transporte,
- ❖ Reciclaje: las variables utilizadas se refieren a los materiales más aprovechables, separación de residuos, otros materiales de desecho y empresas recicladoras
- ❖ *Medio ambiente y el desarrollo sustentable*: manejo y disposición final de RCyD; sitios de disposición final, contaminación por RCyD, reglamentos municipales,

estatales o nacionales para regular los RCyD, Control de manejo y disposición final y consumo de energía.

- ❖ *Generación y transporte:* tipo de obra que se construye, tipo de material más común en muros y tipo de vehículos para el transporte,
- ❖ *Reciclaje:* los materiales más aprovechables, separación de residuos, otros materiales de desecho y empresas recicladoras

. Los formatos se muestran en los anexos A-4 y A-5 Las respuestas no se codificaron debido a su variedad, algunas con carácter subjetivo y según el criterio del entrevistado pero han servido para tener un panorama general y adoptar criterios sobre generación, composición y disposición de los RCyD; algunas respuestas se han repetido en el formato de encuestas aplicadas a un mayor número de personas involucradas en el tema para tener una perspectiva más amplia sobre el problema en la ciudad. La entrevista consta de 19 preguntas abiertas guiadas por el encuestador relacionadas con cuestiones del medio ambiente y el reciclaje de los RCyD, derivadas de los indicadores relacionados con el impacto ambiental, el reciclaje y el ámbito legal del manejo y disposición de los RCyD, se elaboró un formato que se muestra en el anexo 3. Se aplicó a 8 desarrolladores de vivienda involucrados en la construcción de fraccionamientos de viviendas en serie, inscritos en el padrón de Desarrolladores de Vivienda del Sur de Sonora S. C. (DEVISSON), organismo que asocia a 13 empresas, tres de las cuales pertenecen al municipio de Navojoa y una más se encuentra en receso (no está construyendo). Las personas entrevistadas ocupan puestos clave como directores de construcción, residentes de obra y directores técnicos (ver cuadro 3)

Cuadro 3. Personas entrevistadas en empresas desarrolladoras de vivienda

Empresa	Entrevistado	Puesto
Desarrollos Residenciales Lander	Ing. Jesús M. Navarrete Aldama	Residente de obra
Promotora Saga	Ing. Ricardo Berriozabal	Coordinador de obra
Aristos Empresarial	Arq. Hernán Rivera López	Gerente de proyectos
Constructora Altos Bajío	Ing. Francisco Aguilar Ramírez	Gerente técnico
Residencial Villa California	Ing. Javier Hernández Pablos	Director técnico
Constructora Vertex	Ing. Paulino Gámez Mendivil	Residente de obra
Edificadora PIBO S. A.	Ing. Eduardo Aguilar Moreno	Gerente de producción
URBI Const. del Pacífico	Ing. Daniel Martín Flores Félix	Coordinador de urbanización

Elaboración propia con datos obtenidos en campo

Variables utilizadas en entrevistas

La cantidad de m² que ha construido la empresa en un año se ha tomado como base para tener idea de la magnitud del problema de la generación y disposición final de RCyD que requieren enviar a disposición final las empresas desarrolladoras de vivienda .

El tipo de construcción (residencial, comercial, oficinas. Edificios públicos) nos ubica en el contexto en cual se desarrolló la presente investigación.

La respuesta al tipo de vivienda que más construye la empresa se relacionó con los ingresos de los habitantes de fraccionamientos.

El tipo de vivienda que más construye la empresa con dos alternativas: sí o no, se aplicó para conocer cuántas se dedican a la construcción de vivienda en serie (fraccionamientos) y cuántas y en que porcentaje a obra particular.

La pregunta relacionada con el tipo de vehículo que se utiliza para el retiro de RCyD tuvo la finalidad de conocer cuántos desarrolladores son propietarios de sus propios vehículos, ésta pregunta se repitió en el formato de encuestas para tener una perspectiva más amplia sobre el impacto ambiental que causa el manejo inadecuado de RCyD.

Los vehículos para el transporte de RCyD se clasificaron en volteos, pick up y otros para conocer el grado de contaminación por mal manejo de acuerdo con sus características y utilización.

El conocimiento del lugar en el que se depositan los RCyD para su disposición final fue importante para conocer las políticas y reglamentos internos de cada empresa relacionados con el tema. Esta pregunta se repite en el cuestionario para encuestas con para ampliar el panorama en cuanto a costumbres de los responsables del transporte de RCyD. De la respuesta afirmativa se derivó otra pregunta de afirmación sobre cuál es el lugar que se conoce. En los anexos 1^a-1 y A-2 se muestran oficios recibidos en respuesta a solicitud de permisos para disposición final de los residuos generados

La composición de los muros por el material empleado, que se construyen por cada empresa ha sido importante para el enfoque de la investigación hacia un rubro determinado, en este caso se mencionaron tres alternativas: ladrillo, block de cemento u otros.

Los materiales reciclados con posibilidad de mayor demanda en la ciudad es un tema importante para la propuesta de gestión y manejo integral de los RCyD, para implementar estrategias económicamente viables.

La pregunta sobre *separación de RCyD* contempla dos alternativas de respuesta (sí o no) y se repite en el cuestionario de las encuestas con la finalidad de ampliar el panorama y hacer una propuesta para manejo.

Los materiales potencialmente contaminantes que podrían estar presentes en los residuos que generan las empresas, sirvió para establecer el grado de conocimiento sobre el tema. De la respuesta en caso afirmativo se deriva una segunda pregunta para conocer si se sabe cuáles son los que requieren tratamiento especial antes de su disposición final.

En lo relativo al *volumen de los materiales que se desechan* se tienen once alternativas para conocer cuáles son los que en mayor cantidad se encuentran presentes en los RCyD. Esta pregunta se repite en el cuestionario para encuestas, con la finalidad de ampliar el conocimiento sobre el tema.

Un tópico importante abordado es el de los *beneficios económicos y ambientales que se obtendrían con un centro de acopio y reciclaje*, las opciones fueron sí o no, para conocer el grado de concientización sobre el problema de las grandes distancias para disposición final de los RCyD.

Para el *uso de centros de acopio* se presentaron dos opciones: de acuerdo o en desacuerdo, la respuesta dependió del grado de disposición que tienen las empresas para reducir el impacto ambiental y económico por disposición inadecuada de los RCyD.

Se analizó la posibilidad de establecer políticas para reglamentar y optimizar el uso de recursos naturales, así como el acarreo y la disposición final de RCyD, analizando el grado de

aprobación de estas medidas por los desarrolladores de vivienda, las respuestas solicitadas fueron sí o no y porqué

Se solicitó un comentario breve para mejorar el manejo y disposición final de los RCyD,

3.4.4. Encuestas

Las personas encuestadas pertenecen a las siguientes organizaciones o instituciones:

- ❖ Personal de la Dirección de Gestión Ambiental y Protección al Ambiente
- ❖ Personal de la Dirección de Desarrollo Urbano
- ❖ Personal estratégico relacionado con el diseño y la construcción en empresas desarrolladoras de vivienda
- ❖ Directores Responsables de Obra (DRO) Arquitectos dedicados al diseño y construcción.

Las variables para encuestas (cédula en anexo5) se trabajaron con enfoque en tres temas: preguntas relacionadas con el medio ambiente y el desarrollo sustentable; la generación de RCyD, preguntas relacionadas con el reciclado de la siguiente manera:

- ❖ Medio ambiente: siete preguntas cerradas y tres del tipo abiertas.
- ❖ Generación de RCyD: tres preguntas cerradas.
- ❖ Reciclaje de RCyD: ocho preguntas cerradas y cuatro abiertas.

Medio ambiente y desarrollo sustentable

El Manejo y disposición final de RCyD son un problema para el medio ambiente. Uno (sí), dos (no). Ésta es una variable que permite conocer el grado de conciencia de los encuestados sobre el tema de los RCyD. De aquí se derivó una pregunta abierta sobre la forma (cómo) lo afecta, para conocer la impresión que se tiene acerca del problema de la disposición inadecuada.

Lugar de disposición final de RCyD que se generan en las obras que construyen las empresas. En esta variable se manejaron cuatro posibles opciones: uno, tiradero municipal; dos, tiraderos clandestinos o lotes baldíos; tres, barrancas o terrenos hundidos; cuatro, no hay idea. La respuesta a esta variable nos permite conocer el grado de conocimiento de los lugares controlados o no, permitidos o no, en que se depositan los RCyD, o si de plano al no tener idea tampoco hay interés respecto a este problema.

Contenido de contaminantes en los RCyD. Uno: sí; dos: no. Permitted conocer el grado de conciencia de parte de los encuestados sobre el problema de la existencia de materiales potencialmente contaminantes en los RCyD. De la respuesta afirmativa se derivaron dos preguntas con respuesta abierta: cuáles y porqué contaminan, estas son importantes para conocer si la respuesta fue contestada al azar o con conocimiento de causa.

Conocimiento de leyes o reglamentos municipales, estatales o nacionales para regular la disposición final de RCyD. Opción uno (sí), opción dos (no). La respuesta permitió obtener un indicador del grado de conocimiento de cuestiones del ámbito legal en relación con los RCyD.

Conocimiento de si es adecuado el control de RCyD en la ciudad. Opción uno: adecuado; opción dos; inadecuado. Con esta variable se intentó conocer el grado de conocimiento de los encuestados en relación con el manejo y disposición final de los RCyD

Transporte utilizado para enviar los RCyD a su disposición final. Se manejaron cuatro opciones: uno: camión de voleo propio; dos: camión de volteo fletado; tres: pick up u otro vehículo de carga y cuatro: otro. Los vehículos en los que se transportan los RCyD pueden ser propios o fletados, en el primer caso es posible controlar la contaminación por polvo, combustible y disposición en sitios controlados; en el segundo caso se deja a criterio del transportista la forma y la disposición final en cualquier sitio; la tercera opción se refiere a contratistas propietarios de pick up que retiran RCyD de las obras en construcción y la cuarta opción se refiere a cualquier otro tipo de vehículo (remolque, carretilla, triciclo, etc.) que en pequeñas cantidades se utiliza para los fines mencionados. De las respuestas anteriores se derivan otras dos preguntas abiertas: porqué sí y porqué no, la finalidad fue el constatar si la respuesta se eligió al azar o con conocimiento de causa.

Impacto económico y ambiental por transportar RCyD hasta sitios alejados. En esta variable se utilizaron dos opciones: uno: sí; dos, no, se trató de reportar el grado de conocimiento sobre el impacto ambiental además del económico por depositar RCyD en sitios alejados del lugar de generación y recolección, al no existir centros de acopio estratégicamente ubicados en la periferia de la ciudad.

Tipo de obra que construye la empresa. Se manejaron cuatro opciones: fraccionamiento de interés social; fraccionamiento de vivienda nivel económico medio; y fraccionamiento residencial nivel económico alto.

Tipo de material utilizado en la construcción de muros. Se manejaron tres opciones: ladrillo; block de cemento y otros (tierra, carrizo, etc.) Esta variable sirvió para identificar el material predominante en los muros de las viviendas, para llevar a cabo el análisis de caso (fraccionamientos de viviendas en serie).

Reciclaje de los RCyD

Materiales más reciclables (en la construcción de fraccionamientos con viviendas en serie). Con tres opciones de respuesta ladrillo; block de cemento y otros materiales. Esta variable permitió tomar una decisión sobre el tipo de fraccionamiento que se analizaría

Otros materiales aprovechables. Opción uno: sí, opción dos: no. Además del ladrillo, block de cemento, otros materiales como concreto, aluminio, vidrio, son potencialmente reciclables, se trató de conocer el grado de conocimiento de acerca del tema. De la respuesta afirmativa se derivan dos preguntas abiertas: cuáles y cómo se pueden aprovechar esos materiales, como información adicional para ser tomada en cuenta en trabajos de investigación posteriores.

Separación de materiales. Las opciones fueron: uno: sí; dos: no. Este es un indicador de mucha importancia porque el manejo integral de los RCyD empieza con la separación de los residuos generados. De la respuesta afirmativa se deriva una pregunta de tipo abierta sobre los materiales que se separa.

Motivo por lo que no se hace separación. Opción uno: costos; dos: falta de tiempo; tres: indiferencia y cuatro: otro (no especificado). Son diferentes los motivos por los que no se hace una separación de los RCyD para un manejo adecuado de los mismos

Cooperar en separar los materiales ayudaría al cuidado del medio ambiente. Opción uno: de acuerdo (sí colaboraría separando); opción dos: en desacuerdo (no colaboraría). Es necesario hacer conciencia del problema de la disposición adecuada de los RCyD que inicia con la separación de los RCyD en obra.

Materiales que también se desechan en una obra. Se utilizaron cinco opciones: uno: tierra y agregados; dos: ladrillo; tres block de cemento; cuatro: metales; cinco: polvos (cemento, cal, yeso, etc.) Con esta variable es posible conocer cuál es el tipo de materiales que más se desechan en una obra en construcción.

Conocimiento de empresas que reciclan de RCyD en la ciudad. Opción uno: sí conoce; opción dos: no conoce. Con esta variable se puede inferir el grado de conocimiento acerca de la existencia de algún tipo de empresa que se dedique a reciclar RCyD. Si la respuesta es afirmativa se deriva una pregunta: cuál por ejemplo para investigaciones posteriores.

Conocimiento de alguna estrategia para reciclar RCyD en algún Estado de la República Mexicana o el extranjero. Opción uno: sí conoce; opción dos: no conoce. En el mundo existen estrategias para aprovechar los RCyD. Fue necesario reportar el grado de conocimiento de las estrategias que se están utilizando en México y el mundo. Si la respuesta es afirmativa se deriva una pregunta: cuál por ejemplo para conocimiento a ser tomado en cuenta en investigaciones posteriores.

3.5. Investigación en obra

La cuarta etapa comprende la recopilación de datos empíricos en obra. Por una parte se llevó a cabo la cuantificación de los RCyD que se generan en una obra de remodelación con algunas actividades de demolición y su disposición final en una barranca originada por la extracción de material natural para fabricación de ladrillo. Éste análisis se realizó en una casa de la colonia Noroeste de Ciudad Obregón, llevando a cabo una visita semanal para conocer los volúmenes que se acumulaban temporalmente y se cargaban en un camión de volteo con

capacidad de 12.00 m³ para enviarse al sitio de disposición final. El pesaje del camión se llevó a cabo en empresas chatarreras, tanto cargado como vacío; se midió la superficie en m² de la obra en ampliación y se obtuvo el promedio de RCyD generados por m².

El análisis de clasificación y cuantificación de RCyD generados en obra nueva se realizó en la construcción de una casa habitación de 92.04.00 m² en un fraccionamiento de viviendas de interés social; el procedimiento utilizado fue el siguiente: se hizo una visita semanal para conocer el avance de la obra hasta su terminación, se separaron los materiales y se pesaron de acuerdo a su peso y volumen: los más voluminosos y pesados se cargaron en un camión de volteo de 12.00 m³ que se envió a una báscula pública para su pesaje cargado del cual se descontó su peso en tara, para los materiales de menor volumen y peso se utilizó una báscula mecánica marca PEXA con capacidad de 100 Kg. colgante DIN-100. los volúmenes se dividieron entre la superficie construida para obtener el peso en Kg. por m².

3.6. Modelo dinámico y escenarios

La estructura del modelo se ha basado en los procesos y flujos que se describen en la figura 20 . Se elaboró un modelo dinámico en Stella 9.0.

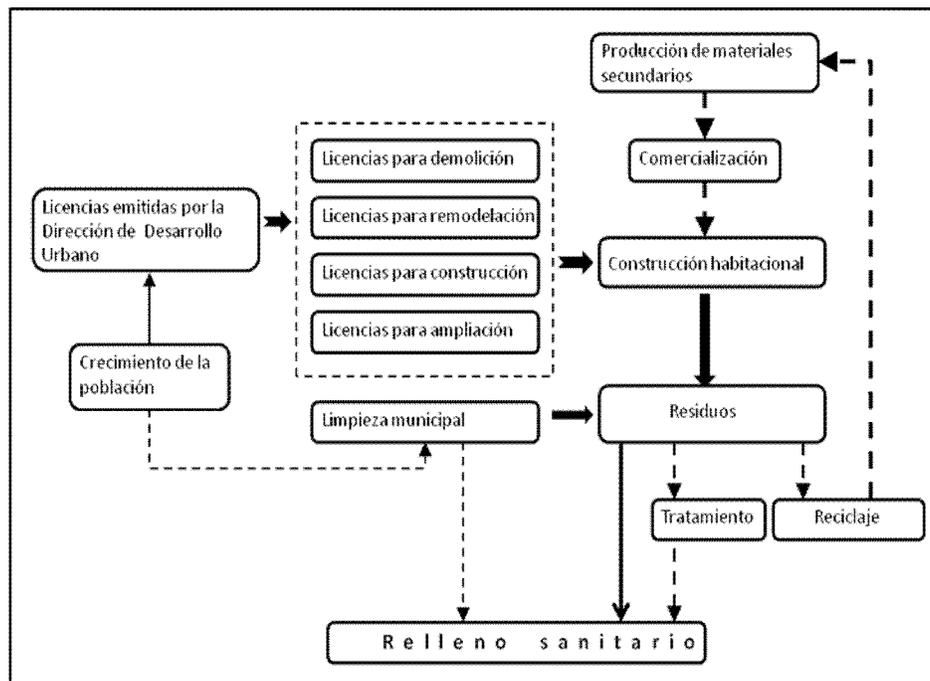


Figura 20. Procesos y flujos del sistema

El modelo dinámico se elaboró de acuerdo con los siguientes pasos:

- ❖ Se programaron los procesos y flujos
- ❖ Se consideraron suposiciones y condiciones
- ❖ Se calibró el modelo por medio de comparación con datos extraídos del ejercicio de cálculo de materiales de desecho en construcción de vivienda de 82.00 m², cálculo de residuos de demolición del mismo ejercicio, comparación con datos resultantes de investigación de campo.
- ❖ Se realizó el modelado del desarrollo de flujos de materiales en dos supuestos: a). cuando no se llevan a cabo prácticas de reciclado y b). cuando sí se llevan a cabo estas prácticas
- ❖ Se elaboraron los escenarios que se muestran en los anexos A-6, A-7, A-8 y A-9

Suposiciones:

- ❖ Para el crecimiento demográfico se utilizaron datos de CONAPO en una proyección al año 2050
- ❖ Las licencias de construcción se tomaron de acuerdo al número emitido en el año 2009.
- ❖ Aunque la limpieza municipal influye en la capacidad del relleno sanitario, este dato no se tomó en cuenta
- ❖ El relleno sanitario recibe únicamente RCyD generados en construcción de vivienda, no se tomaron en cuenta obras civiles de urbanización ni construcción de otro tipo.
- ❖ La capacidad del relleno sanitario se calculó en base a normas de INE; SEMARNAT (1999)
- ❖ Para el reciclaje se ha considerado una tasa del 80% en condiciones óptimas según reportes en países europeos.

Para la elaboración del modelo se utilizaron variables con datos extraídos de varias fuentes: bibliográficos, históricos y empíricos. Al no existir normas ni reglamentos sobre el manejo y disposición final de RCyD en la ciudad en que se estudia el caso, se ha recurrido a los datos que se manejan en la literatura recopilada relacionada con el tema, sobre reuso y el reciclaje, para proponer porcentajes, de acuerdo con indicadores mencionados por varios autores, por ejemplo Chen, Li y Wong (2002) estiman que un promedio de 10% a 30% de los

Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que se depositan en vertederos de todo el orbe son RC&D. Los datos para las variables de permisos de construcción y ampliación como se ha mencionado, se recabaron de la Dirección de Desarrollo Urbano del municipio de Cajeme, y abarcan desde el año 2002 hasta el 2009: esos datos muestran el comportamiento de las actividades de la industria de la construcción con respecto al rubro de edificación de vivienda.

En las figuras 21 y 22 se presenta el modelo dinámico simple compuesto por tres stocks (RCyD, Material recuperado y Relleno sanitario). El stock de RCyD tiene cuatro flujos de entrada (Demol, Remod, Const y Amp) con influencia de tres convertidores (Permisos, Vivienda y Crecimiento pob) y dos flujos de salida (Acarreo Resid y Reuso resid). A su vez el stock de relleno sanitario se ve afectado por dos flujos de entrada (Acarreo resid y Limpieza municipal) y un flujo de salida hacia un recuperación y reciclaje. El stock de material recuperado tiene un flujo de entrada (reuso resid) que es flujo de salida de RCyD. La idea de presentar un modelo simple tiene la finalidad de que datos de las variables puedan ser manipulados en forma sencilla de acuerdo con cambios voluntarios y controlables o involuntarios como el crecimiento demográfico, para elaborar fácilmente diversos escenarios. En el primer caso no se contemplan estrategias para minimización de los RCyD antes de enviarlos al relleno sanitario y un segundo caso de acuerdo con Lauritzen (1998) se utilizarían acciones de reciclaje en una situación óptima de hasta un 80% que se envía a comercialización y a construcción residencial.

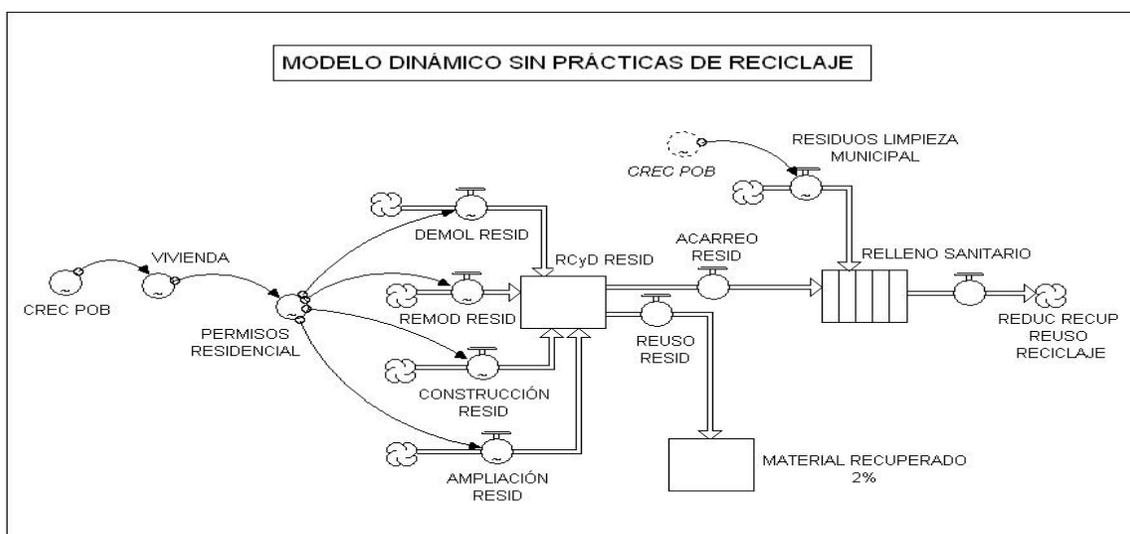


Figura 21. Modelo dinámico sin prácticas de reciclaje

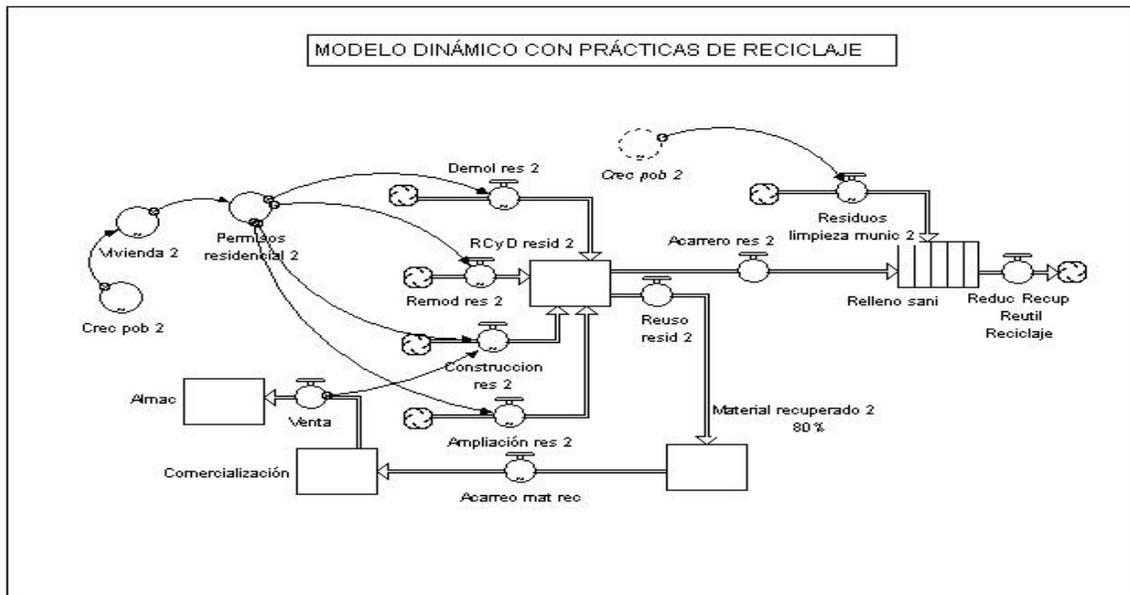


Figura 22. Modelo dinámico con prácticas de reciclaje

Variables de RCyD (datos para modelos)

1. Generación de RCyD en toneladas/m² construcción y ampliación (cálculo propio) $\dot{=} 0.155 \text{ Ton/m}^2$
2. Generación de RCyD en toneladas /m² demolición (cálculo propio tabla 4) $\dot{=} 0.710 \text{ Ton/m}^2$
3. Generación de RCyD en toneladas /m² remodelación (levantamiento) 0.042 Ton/m^2
4. Generación total de RCyD en toneladas/m² $= (1+2+3) = 0.907 \text{ To./m}^2$

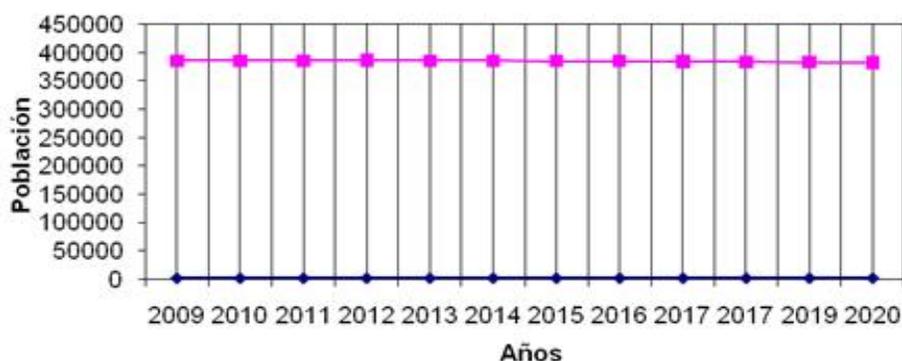
Para fines prácticos se propone un peso promedio para los RCyD en las construcciones nuevas, aunque existe una variedad de materiales y procedimientos que se realizan en diferentes tipos de vivienda (popular, medio, residencial) existe uniformidad en la utilización y procesos constructivos de los mismos. Los volúmenes de RCyD que se generan de acuerdo con la actividad en el ramo de construcción se han considerado de acuerdo con lo siguiente: los residuos que se generan en construcciones nuevas se han calculado tomando como ejemplo los porcentajes de desperdicios para las principales actividades, de acuerdo con el método de cálculo de materiales propuesto por Suárez, (1994) para una vivienda de tipo de 82.00m². congruentes con el análisis de cuantificación in situ.

Para la modelación dinámica se utilizaron datos sobre el crecimiento de la población, licencias de construcción, ampliación, remodelación y demolición emitidas por la Dirección de Desarrollo Urbano, reutilización y acarreo residencial. En el primer caso los datos se han obtenido de indicadores municipales de proyección de la población 2005 a 2050 del Consejo Nacional de Población (CONAPO) y en el segundo son datos duros proporcionados por la Subdirección de Desarrollo Urbano del municipio de Cajeme. La variable de limpieza municipal (barrido de calles y limpieza de terrenos baldíos) se ha incorporado al modelo como una opción que afecta la capacidad del relleno, aunque por lo pronto no se tienen datos concretos debido a que no existen registro de los volúmenes ni la composición de los mismos. En lo que respecta al reuso (recuperación de materiales) en el primer modelo se ha considerado una mínima proporción debido a que solo se recuperan empaques para fabricación de láminas de cartón y residuos de varillas y otros metales. Sin embargo para el segundo modelo se han tomado en cuenta reportes de indicadores de otras partes del mundo por ejemplo de la Unión Europea (UE) que han sido encontrados en diversos artículos, por ejemplo para Begum et al. (2005) se puede reciclar hasta un 80 o 90% de los RC&D con tecnologías fácilmente aplicables y uno de los beneficios es la prolongación de los vertederos y la necesidad de recursos primarios.. Volumen de RCyD producto de demoliciones. Del cuadro 25 se ha deducido un peso de RCyD para actividades de demolición:

$$58.241\text{Ton}/82\text{ m}^2 = 0.710\text{ Ton/ m}^2$$

En relación al crecimiento demográfico, observamos la figura 22 elaborada con datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO) en una proyección de la población desde 2005 hasta 2050, la población del municipio de Cajeme. Se llevó a cabo una investigación bibliográfica para conocer variables como el crecimiento de la población del municipio, que influye en la expansión de la ciudad con un posible incremento del número de viviendas a construir para satisfacer la demanda, lo cual a su vez determina un cierto número de licencias para construcción, ampliación, remodelación o demolición de casas habitación. El crecimiento demográfico tiene una tendencia a permanecer estable con casi nulo crecimiento, y por el contrario un ligero decrecimiento a partir del año 2012

Gráfica 1. Crecimiento demográfico municipio de Cajeme



Construcción propia con datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO)

En cuanto al Stock de los residuos residenciales, este se puede ver afectado por variación en los materiales recuperados, aunque para este modelo no se ha contemplado tal situación. Por otra parte para el stock del relleno sanitario en este caso particular no se considera la implementación de las 3R (recuperación, reutilización y reciclaje) pero se ha incorporado como un flujo de salida que podría evitar la saturación y colapso del relleno.

Una vez recopilados los datos se han generado dos escenarios: el primero en el cual como se ha mencionado el reuso y reciclaje es mínimo y, por otra parte lo que sucedería de implementarse una adecuada gestión integral que aplique estrategias de reducción, reducción, recuperación y reciclaje de RCyD en el municipio

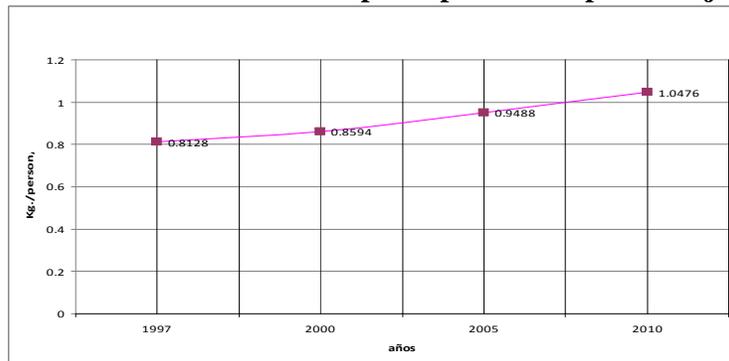
Los datos duros recabados sobre las licencias de construcción y ampliación emitidas por la Subdirección de Desarrollo Urbano del municipio de Cajeme, en un período que comprende desde el año 2002 hasta el 2009 se muestran en el cuadro 4, lo que nos permitió conocer la cantidad de metros cuadrados construidos en cada año, estos se utilizaron como datos históricos que contribuyen a la proyección hasta el año 2020 que es el tiempo de vida útil (mínimo período para SEMARNAT) del relleno sanitario, sin embargo es de notarse un incremento desmesurado a partir de 2005 con la proliferación de unidades habitacionales para vivienda popular de los llamadas òfraccionamientosö con casas habitación tipo, en su mayor parte con superficies promedio de 38 m², por tanto, observando el comportamiento del crecimiento de la población que muestra cierta estabilidad, se han utilizado todos los datos desde 2002 a 2009 por las tendencias observadas en el cuadro mencionado.

Cuadro 4. Licencias para construcción y ampliación de vivienda

Licencias (permisos) 2002-2009 Ciudad Obregón								
Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Construcción	14677	19300	24648	22580	113078	205173	238178	134104
Ampliación	2747	3935	5534	4887	4444	17654	19358	12701
Remodelación	Poco registro en m2 o son de múltiples conceptos							1567
Demolición	Poco registro en m2 o son de múltiples conceptos							2433

Elaboración propia con datos proporcionados por la Dirección de Desarrollo Urbano del Municipio de Cajeme

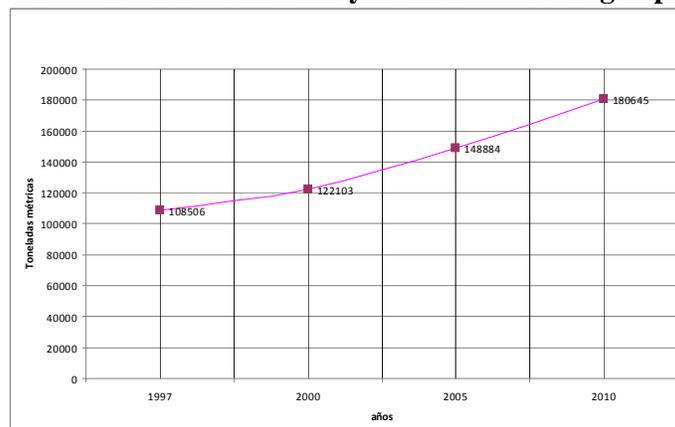
Gráfica 2. Generación de RSU per cápita municipio de Cajeme



Fuente: INE, INEGI

La generación de residuos urbanos per cápita se utilizó para el cálculo de las toneladas que se generan anualmente por un número determinado de habitantes.

Gráfica 3. Generación de RCyD en Ciudad Obregón por año



Fuente: INE, INEGI

La gráfica 3 muestra la generación de RCyD cada año, tomando como base el 20% de los RSU que se generan anualmente (180,000 Ton.)

Programas de cómputo utilizados

En el procesamiento de datos que se obtuvieron en las diferentes etapas se utilizaron los programas siguientes : Office Word, Excell, SPSS versión 15, MapInfo versión 9 y Stella 9.0.3

Capítulo 4. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación bibliográfica e histórica, el trabajo de campo realizado y la simulación de escenarios con un modelo dinámico. Este reporte se ha organizado en cinco partes, en la primera la investigación bibliográfica ha permitido conocer la forma de abordar el problema y obtener datos estadísticos e históricos para el diseño de la investigación de campo; en la segunda la observación directa fue el instrumento con el cual se llegó a importantes conclusiones sobre el contexto en el cual se desarrollaría la investigación al utilizarse junto con las fuentes documentales y fichas de trabajo para reconocer el problema, así como definir el marco teórico conceptual presentado con anterioridad en la figura 15; la tercera parte muestra los resultados de las encuestas como un estatus de la cultura y el conocimiento de los actores acerca de temas tan importantes como el desarrollo sustentable, el cuidado del medio ambiente y el reciclaje de residuos de construcción y demolición; la cuarta parte es el trabajo de campo en obra que muestra los volúmenes de RCyD que se generan en una obra en remodelación con algunas actividades de demolición y una obra nueva de casa habitación en un fraccionamiento; la quinta y última parte muestra un modelo dinámico en el que se presenta un diagnóstico del comportamiento de un relleno sanitario con la actual carencia de políticas, reglamentos y normas que regulen la disposición final de RCyD y un escenario dentro de diez años si se implementan estrategias de reducción, reutilización y reciclaje de residuos de construcción y demolición

4.1. Investigación bibliográfica y datos históricos

Antigüedad de inmuebles

El cuadro del Anexo A-9 muestra las etapas en que se han fundado los diferentes sectores de la ciudad. Se muestra el crecimiento de la ciudad con los siguientes resultados: se analizaron 207 asentamientos habitacionales. El primero se fundó en el período comprendido de 1907 a 1925. Los crecimientos de la ciudad se llevaron a cabo de la siguiente manera: cuatro colonias y el fundo legal hasta 1925, 3 colonias hasta 1947, cuatro colonias hasta 1950, dos hasta 1955, una en 1956, cuatro hasta 1959, una en 1962, una en 1964, dos hasta 1966, 20 de 1970 hasta 1980, 23 de 1980 a 1990, trece de 1990 a 2000, 55 de 2000 a 2003, 44 de 2003 a 2009 y 27 de 2009 a 2010. Como se puede apreciar los mayores crecimientos se han llevado a cabo a partir del año 2000, con un inusitado incremento en los últimos años, lo que se refleja

en el número de licencias de construcción emitidas. El análisis también muestra que casi un 10% han cumplido más de 50 años por lo que la vida útil de los materiales con los que fueron construidos ha llegado a su límite, un 11% cumplirá más de 40 años para el 2011, son más del 21% las viviendas que requerirán modificaciones y demoliciones lo que incrementará la generación de RCyD.

La figura 23 muestra la clasificación de las colonias de acuerdo con la superficie que ocupan, con datos obtenidos de la Dirección de Desarrollo Urbano. Estos datos permitirán de acuerdo con otros como densidad de población, superficie de pavimento, número de licencias de construcción, ampliación o demolición, conocer la magnitud del problema de la generación y manejo de los RCyD, y posibilitan un cálculo colonia por colonia.

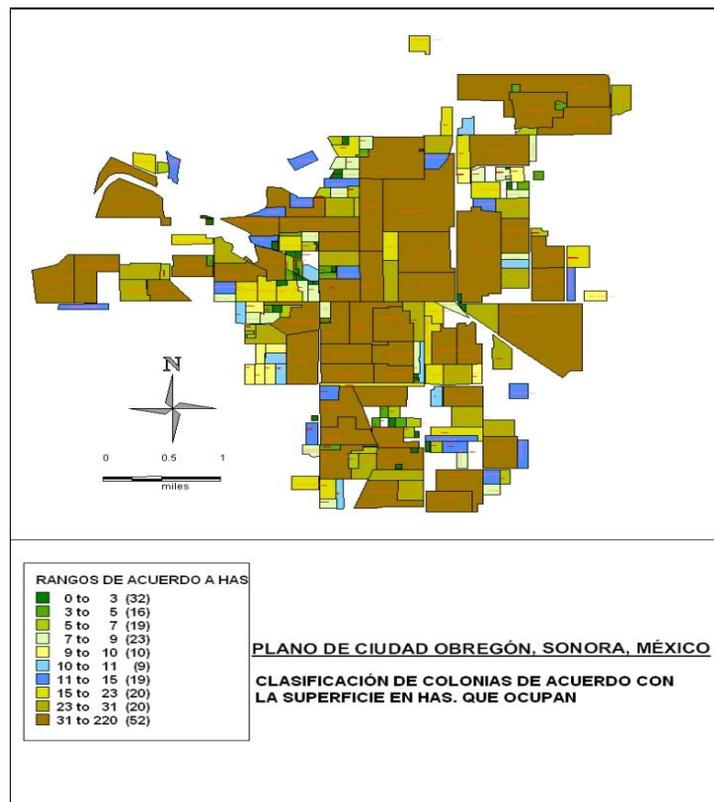


Figura 23. Colonias de acuerdo a la superficie que ocupan

Los resultados de la observación directa muestran que los fraccionamiento con viviendas de interés social con construcción en serie son en este caso el tipo adecuado para el estudio de la generación de RCyD porque:

- a). contienen la mayor cantidad de viviendas de interés social,
- b). presentan una mayor uniformidad en cuanto a los materiales de construcción empleados,
- c). se apegan más a lineamientos de los reglamentos municipales y estatales sobre ecología y cuidado del medio ambiente,
- d). representan el más importante volumen de construcción habitacional en todas las ciudades importantes de la república mexicana,
- e). son la opción más utilizada para abatir el déficit de vivienda en México.

Las consideraciones anteriores han permitido tomar la decisión de trabajar con los fraccionamientos con vivienda en serie para entrevistas y análisis de campo, además de las encuestas y análisis de caso de obra de ampliación y remodelación. El análisis se enfocó a las siguientes acciones:

- ❖ Se entrevistó a informantes clave
- ❖ Se aplicó la entrevista a personal administrativo y directivo de empresas desarrolladoras de vivienda
- ❖ Se cuantificaron los residuos de construcción en una obra en proceso de remodelación
- ❖ Se clasificaron y cuantificaron los residuos de construcción y demolición en una vivienda tipo para conocer el cuáles y en qué cantidad son desechados por m² de construcción:
- ❖ Se analizó una vivienda durante su proceso de construcción con muros de block de cemento y losas aligeradas de vigueta y bovedilla en el fraccionamiento Real de Sevilla ubicado al oriente de la ciudad.

El cuadro 5 muestra una adjudicación de números de identificación para el procesamiento de datos en MapInfo, lo que permitió la elaboración de mapas temáticos. El cuadro 6 muestra una clasificación de las colonias de acuerdo a estratos económicos.

Cuadro 5. Colonias y fraccionamientos habitacionales codificados con software MapInfo

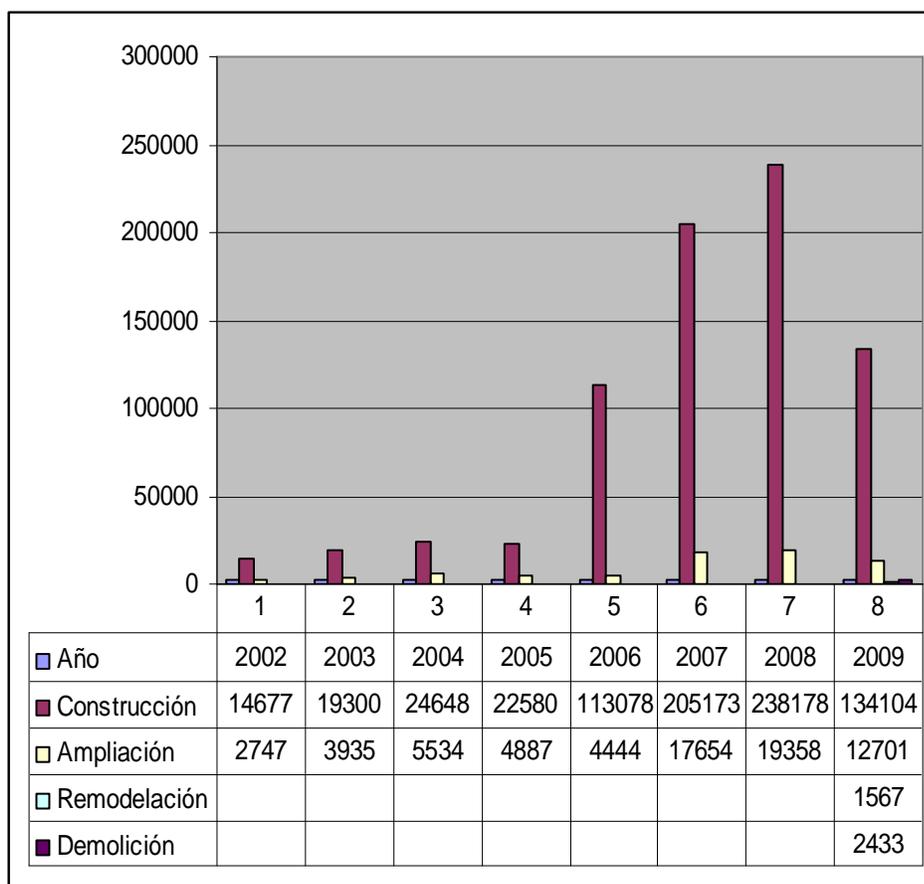
53	1o. DE MAYO	103	COL. DEL VALLE	85	LAS TORRES	195	LOS ANGELES 3	130	URBANIZABLE No. 4	56	REFORMA	152	VALLE DEL SOL
108	AGRONOMOS	105	CINCUENTENARIO AMPL	221	LAZARO MERCADO	168	LOS ENCINOS	156	LOS ALAMOS	150	REFORMA AMPL	26	VALLE DORADO
226	ALAMEDAS DEL CEDRO	103	COL. DEL VALLE	23	LIBERTAD	191	LOS ENCINOS II	133	LOS ANGELES 2	32	RINCON DEL VALLE	44	VALLE VERDE
160	ALGODONES	192	COL. DEL VALLE AMPL	202	HACIENDA SAN JOSE	63	LOS MISIONEROS	195	LOS ANGELES 3	18	ROBLES DEL CASTILLO	16	VILLA ALEGRE
229	ALTAR RESID	24	CONSTITUCION	49	HERRADURA	148	LOS PATIOS	168	LOS ENCINOS	12	ROBLES DEL CASTILLO COLECTIVO	162	VILLA AURORA
20	ALVARO OBREGON	60	CORTINAS 1a. SECC	214	HIDALGO	188	LOS PORTALES	191	LOS ENCINOS II	14	RUSSO VOGEL	62	VILLA CALIFORNIA
158	ALVARO OBREGON	55	CORTINAS 3a. SECC	64	INFONAVIT YUKUJIMARI	178	LOS PRESIDENTES	63	LOS MISIONEROS	171	SAHUARO	113	VILLA CALIFORNIA
145	AMANECEER 1	51	CORTINAS 4a. SECC	210	INFONAVIT YUKUJIMARI 2	179	LOS ROSALES 3a. SECC	148	LOS PATIOS	54	SAN ANSELMO	110	VILLA CALIFORNIA ZONA NORTE
136	AMANECEER 2	11	CUAUHTEMOC	71	ISSSTESON TEPEYAC	185	LOS SAUCES	188	LOS PORTALES	144	SAN ANTONIO	151	VILLA FLORENCIA
169	AMPLIACION ARBOLEDAS	92	CUMURIPA	207	JARDINES DEL TEPEYAC	215	LUIS DONALDO COLOSIO	178	LOS PRESIDENTES	96	SAN JUAN CAMPISTRANO	31	VILLA FONTANA
47	AMPLIACION MIRAVALLE	93	CUMURIPA AMPL	29	JARDINES DEL VALLE	141	MATIAZ MENDEZ	179	LOS ROSALES 3a. SECC	101	SANTA ANITA	143	VILLA GPE.
91	ARBOLEDAS	72	DEL LAGO	28	KINO	7	MAXIMILIANO R. LOPEZ	185	LOS SAUCES	227	SECTOR LADRILLERAS	75	VILLA ITSON
8	AVES DEL CASTILLO	42	EL RODEO	67	LA FLORIDA	21	MEXICO	215	LUIS DONALDO COLOSIO	138	SIERRA VISTA	90	VILLA MESQUITE
65	BELLAVISTA	109	EL TUNEL	111	LA JOYA	120	MIGUEL A. AMPL	141	MATIAZ MENDEZ	25	SOCHILOA	126	VILLA SATELITE
137	BELTRONES	172	ESPERANZA TIZNADO	52	LA MISION	127	MIRASIERRA	7	MAXIMILIANO R. LOPEZ	30	SONORA	107	VILLA TETABIATE
116	BENITO JUAREZ	173	ESPERANZA TIZNADO AMPL	69	LAS BRISAS	46	MIRAVALLE	21	MEXICO	40	SOSTENES VALENZUELA	43	VILLAS DE CORTEZ
87	BOSQUES DEL NAINARI	22	FAUSTINO FELIX	48	LAS CAMPANAS	28	KINO	120	MIGUEL A. AMPL	80	TERRA	163	VILLAS DEL CAMPESTRE
88	BUGAMBILIAS	100	FOVISSSTE 1	17	LAS ESPIGAS	67	LA FLORIDA	127	MIRASIERRA	208	TORRE DE PARIS	206	VILLAS DEL CAMPESTRE AMPL
145	CAJEME	77	FOVISSSTE 2	78	LAS FLORES	111	LA JOYA	46	MIRAVALLE	196	TOSCANA	68	VILLAS DEL NAINARI
128	CAMPANARIO	112	FOVISSSTE 3	19	LAS FUENTES	52	LA MISION	50	QUINTA REAL	197	URB 1 AMPL	189	VILLAS DEL PALMAR
121	CAMPESTRE	37	FRACC PRIMAVERA	15	LAS FUENTES II	69	LAS BRISAS	201	RACKET	190	URB 5 AMPL	35	VILLAS DEL REAL
2	CAMPESTRE 2a. Ampl	186	FRACC ROBLES CASTILLO	129	LAS HACIENDAS	48	LAS CAMPANAS	117	RAMIRO VALDEZ	119	URB No. 1	218	VILLAS DEL REY
212	CASA BLANCA	187	FRACC SAN RAFAEL	184	LAS HACIENDAS SECC LOS MONGES	17	LAS ESPIGAS	198	REAL DE SEVILLA	123	URB No. 2	183	VILLAS DEL REY SECC COLONIAL
74	CASA BLANCA AMPL 1	82	FUENTES DEL BOSQUE	4	LAS PALMAS	78	LAS FLORES	170	REAL DEL ARCO	115	URB No. 3	6	VILLAS DEL SOL
211	CASA BLANCA AMPL. 2	122	FUNDO LEGAL	85	LAS TORRES	19	LAS FUENTES	135	REAL DEL BOSQUE	59	URB No. 5	45	VILLAS DEL TRIGO
134	CASAREAL	165	GALEANA	221	LAZARO MERCADO	15	LAS FUENTES II	149	REAL DEL NORTE	99	URB No. 6	161	VISTA HERMOSA
104	CHAPULTEPEC	34	GIRASOLES	23	LIBERTAD	129	LAS HACIENDAS	142	REAL DEL SOL	102	URB No. 6 AMPL	131	ZONA NORTE
155	CHIHUAHUA	39	HACIENDA DEL SOL	125	LINDAVISTA	184	LAS HACIENDAS SECC LOS MONGES	139	REAL DEL SOL AMPL	61	URB No. 7		
154	CINCUENTENARIO	204	HACIENDA NAINARI	156	LOS ALAMOS	4	LAS PALMAS	167	REAL DEL VALLE	225	URBI VILLAS DEL REAL		
105	CINCUENTENARIO AMPL	79	HACIENDA REAL	133	LOS ANGELES 2	125	LINDAVISTA						

Cuadro 6. Clasificación de colonias de acuerdo a estrato económico

RESIDENCIAL R	con lotes de 12.00 m. de frente o más, con 150 o más m2 de área en calles locales	RESIDENCIAL PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL RPVS	con lotes de 6.50 m. de frente y 117 m2 de área en calles locales	COLONIA POPULAR CP	igual que las de interés social pero con calles con solo guarnición y sin pavimento	COMERCIAL O INDUSTRIAL CI	(Giro comercial) O industrial				
	lotes de 14.00 m. de frente o más y 300 m2 o más de área en calles colectoras		lotes de 7.50 m. de frente y 135 m2 de área en calles colectoras (banquetas y pavimento en las calles)								
COLONIA	TIPO DE VIVIENDA	COLONIA	TIPO DE VIVIENDA	COLONIA	TIPO DE VIVIENDA	COLONIA	TIPO DE VIVIENDA	COLONIA	TIPO DE VIVIENDA	COLONIA	TIPO DE VIVIENDA
FUNDO LEGAL	CI	KINO	CP	SANTA FE	R	FUENTES DEL BOSQUE	R	FUENTES DEL BOSQUE	R	VILLAS DEL PALMAR	RPVS
URBANIZABLE 1	R	LAS ARBOLEDAS	RPVS,	SECTOR LADRILLERAS	CP	GALEANA	R	GALEANA	R	VILLAS DEL TRIGO	RPVS
URBANIZABLE 2	R	LAS BRISAS	R	SOCHILLOA	RPVS	HACIENDA REAL	RPVS	HACIENDA REAL	RPVS		
URBANIZABLE 3	R	LAZARO MERCADO	RPVS,	SOSTENES VALENZUELA	RPVS	INFONAVIT YUCUJIMARI	RPVS	INFONAVIT YUCUJIMARI	RPVS		
URBANIZABLE 4	R	LIBERTAD	COLONIA POPULAR	VALLE VERDE	RPVS	JARDINES DEL VALLE	RPVS	JARDINES DEL VALLE	RPVS		
URBANIZABLE 5	R	LOS ALISOS	R	VILLA CALIFORNIA	RPVS	LA FLORIDA	R	LA FLORIDA	R		
URBANIZABLE 6	R	LOS MISIONEROS	R	VILLA CALIFORNIA ZONA NORTE	R	LA JOYA	R	LA JOYA	R		
URBANIZABLE 7	R	LOS PIONEROS	R	VILLA GUADALUPE	CP	LA MISION	RPVS	LA MISION	RPVS		
AGRONOMOS	R	LUIS DONALDO COLOSIO	CP	VILLA ITSON	R	LAS ESPIGAS	RPVS	LAS ESPIGAS	RPVS		
AVES DEL CASTILLO	CP	MATIAS MENDEZ	CP	VILLA TETABIATE	R	LAS FLORES	RPVS	LAS FLORES	RPVS		
BELLA VISTA	R	MEXICO	CP	ZONA NORTE	R	LAS FUENTES	RPVS	LAS FUENTES	RPVS		
BELTRONES	CP	MIGUEL ALEMAN	COMERCIAL	1° DE MAYO	RPVS	LAS FUENTES II	RPVS	LAS FUENTES II	RPVS		
BENITO JUAREZ	R	MIRAVALLE	RPVS	ALAMEDA	RPVS	LAS HACIENDAS	RPVS	LAS HACIENDAS	RPVS		
BOSQUES DEL NAINARI	R	MISION SAN JAVIER	RPVS	ALTA CALIFORNIA	RPVS	LAS PUERTAS RESIDENCIAL	RPVS	LAS PUERTAS RESIDENCIAL	RPVS		
CAJEME	CP	MISIONEROS	RPVS	ALTAR	RPVS	LAS TORRES	RPVS	LAS TORRES	RPVS		
CAMPANARIO	RPVS,	MORELOS	RPVS	AMANECER	RPVS	LINDA VISTA	RPVS	LINDA VISTA	RPVS		
CAMPESTRE	R	MUNICIPIO LIBRE	RPVS	BUGAMBILIAS	RPVS	LOS ALAMOS	RPVS	LOS ALAMOS	RPVS		
AMPLIACION CAMPESTRE	R	NAINARI DEL YAQUI	R	CAMPANARIO	RPVS	LOS ANGELES	RPVS,	LOS ANGELES	RPVS		
CHAPULTEPEC	R	NOROESTE	R	CASA BLANCA	RPVS	LOS ARCOS	RPVS,	LOS ARCOS	RPVS		
CONSTITUCION	RPVS	OTANCAHUI	R	CINCUENTENARIO	RPVS	LOS BALCONES	R	LOS BALCONES	R		
CORTINAS	RPVS	PIONEROS DE CAJEME	CP	CODORNICES	RPVS	LOS GIRASOLES	RPVS	LOS GIRASOLES	RPVS,		
CUAUHTEMOC CARDENAS	RPVS	PROMOHABITAT	RPVS,	DEL LAGO	RPVS	LOS MONJES	RPVS	LOS MONJES	RPVS		
CUMURIPA	RPVS	RACKET	R	DEL VALLE	RPVS	LOS OLIVOS	RPVS	LOS OLIVOS	RPVS		
CUMURIPA AMPL.	RPVS	RAMIRO VALDEZ	CP	EL PALMAR	RPVS	LOS PATIOS	RPVS	LOS PATIOS	RPVS		
DEL VALLE	R	REFORMA	RPVS,	EL PARAISO	R	LOS PORTALES	RPVS	LOS PORTALES	RPVS		
EL TUNEL	RPVS,	ROBLES DEL CASTILLO	CP	EL PEDREGAL	RPVS	MIRASIERRA	RPVS	MIRASIERRA	RPVS		
ESPERANZA TIZNADO	CP	RUSSO VOGUEL	CP	EL ROBLE	RPVS	MISION DEL REAL	RPVS	MISION DEL REAL	RPVS		
FAUSTINO FELIX	RPVS	SAHUARO	RPVS,	FOVISSSTE I	RPVS	MISION DEL SOL	RPVS	MISION DEL SOL	RPVS		
HACIENDAS DEL SOL	RPVS	SAN ANTONIO	CP	FOVISSSTE II	RPVS	MISION SAN RAFAEL	RPVS	MISION SAN RAFAEL	RPVS		
ISSSTESON TEPEYAC	RPVS	SANTA ANITA	R	FOVISSSTE III	RPVS	NUOVA PALMIRA	RPVS	NUOVA PALMIRA	RPVS		

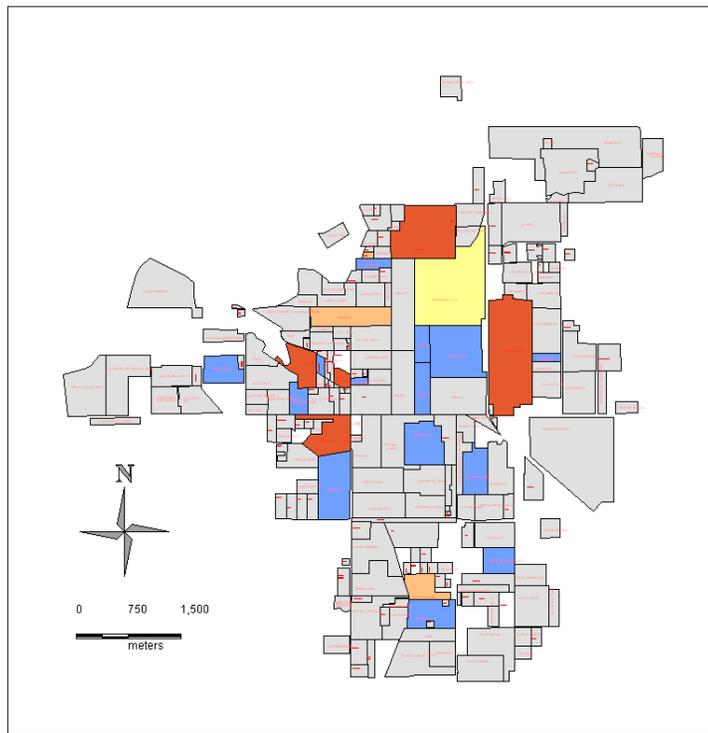
La gráfica 4 muestra el comportamiento de las actividades de construcción y ampliación en un período de 2002 a 2009. Sin embargo, es preciso aclarar que los datos sobre remodelación y demolición que se recababan eran muy imprecisos porque se no se reportaban m2 a demoler sino solo elementos de construcción someramente especificados. Es hasta el año 2009 cuando se lleva a cabo el registro de datos más concretos sobre remodelación y demolición. Los datos recabados son útiles para la elaboración del modelo dinámico para el comportamiento del relleno sanitario en el capítulo 5. Las figuras 24 a 27 muestran las licencias emitidas por año desde 2002 a 2009, tanto para casas habitación como para construcción en general.

Gráfica 4. Licencias emitidas por Dirección de Desarrollo Urbano período 2002 a 2009



Fuente: Dirección de Desarrollo Urbano, municipio de Cajeme

Las figuras 24,25,26 y 27 muestran el comportamiento del número de licencias de construcción emitidas por la Dirección de Desarrollo Urbano en el período de 2002 a 2009



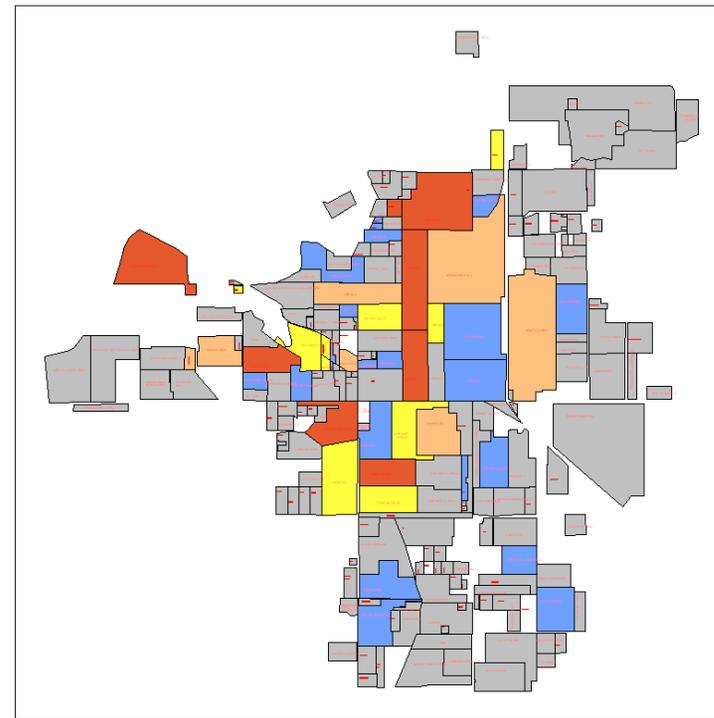
Nº. DE LICENCIAS POR COLONIA

- 0 to 1 (191)
- 1 to 2 (14)
- 2 to 3 (1)
- 3 to 4 (3)
- 4 to 10 (5)

LICENCIAS PARA CASA HABITACIÓN

EMITIDAS EN EL AÑO 2002

CIUDAD OBREGÓN, SONORA



Nº. LICENCIAS POR COLONIA

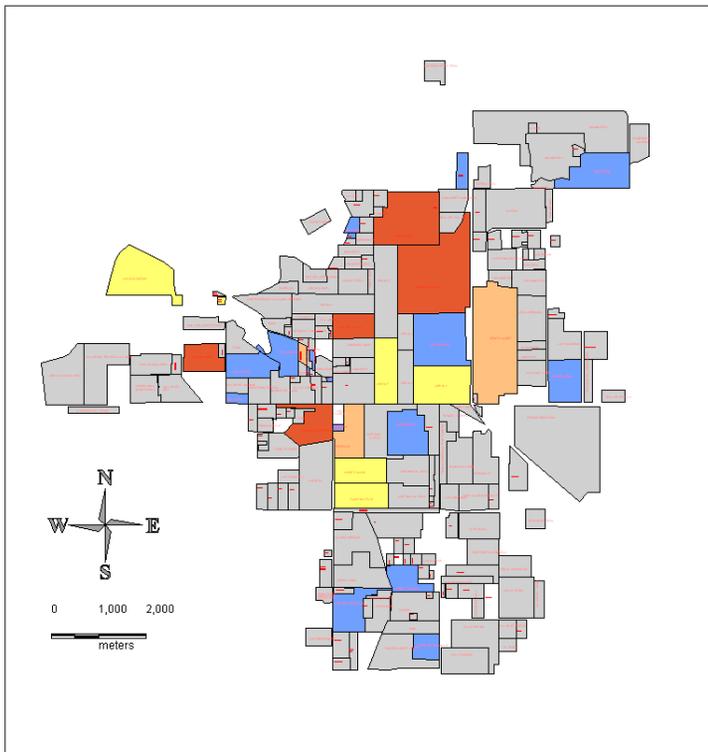
- 0 to 1 (167)
- 1 to 2 (22)
- 2 to 3 (10)
- 3 to 4 (7)
- 4 to 15 (8)

LICENCIAS PARA CASA HABITACIÓN

EMITIDAS EN EL AÑO 2003

CIUDAD OBREGÓN, SONORA

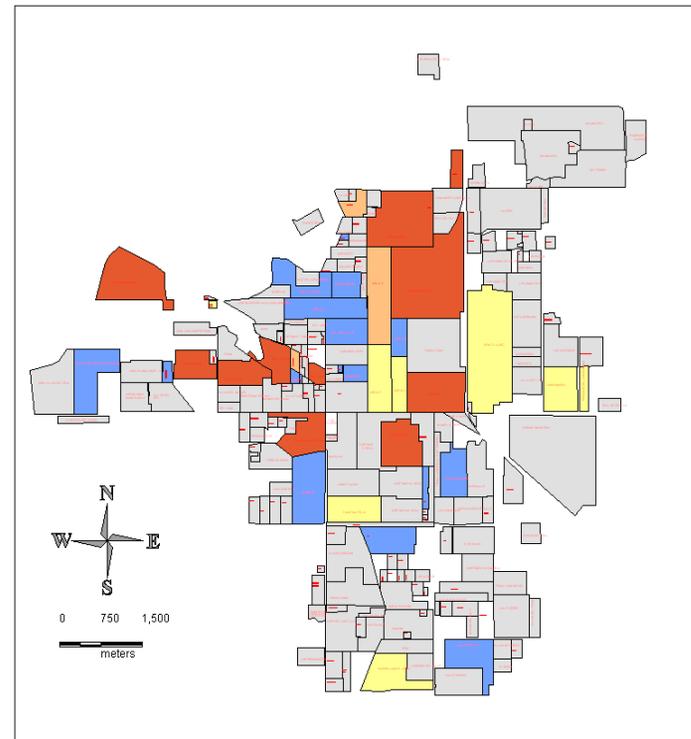
Figura 24. Licencias de construcción emitidas en 2002 y 2003



No. DE LICENCIAS POR COLONIA

0 to 1	(183)
1 to 2	(17)
2 to 3	(6)
3 to 4	(3)
4 to 10	(5)

LICENCIAS PARA CASA HABITACIÓN
EMITIDAS EL AÑO 2004
CIUDAD OBREGÓN, SONORA

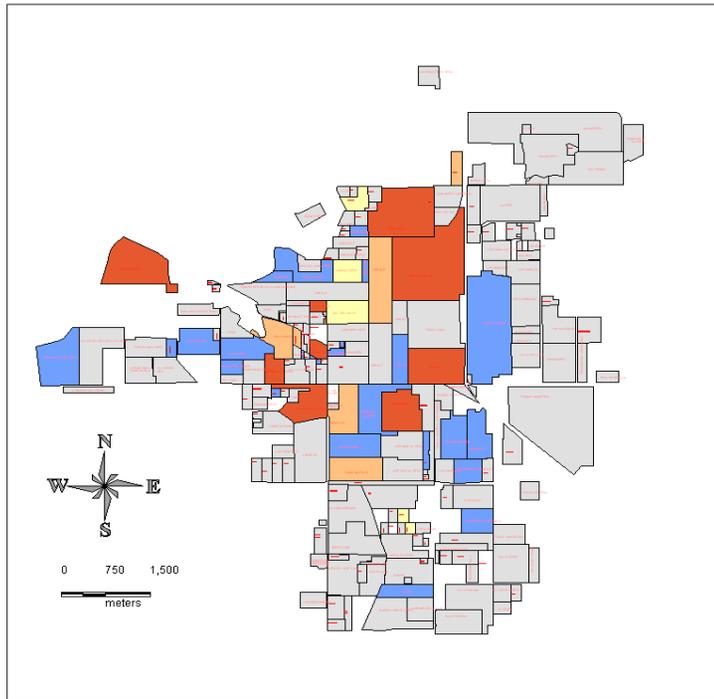


No. DE LICENCIAS POR COLONIA

0 to 1	(175)
1 to 2	(17)
2 to 3	(8)
3 to 4	(3)
4 to 15	(11)

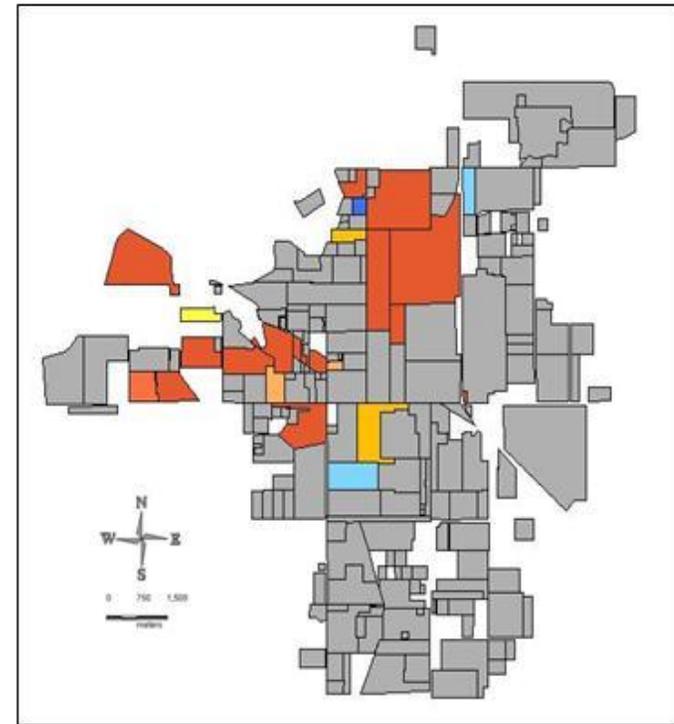
LICENCIAS PARA CASA HABITACIÓN
EMITIDAS EL AÑO 2005
CIUDAD OBREGÓN, SONORA

Figura 25. Licencias de construcción emitidas en 2004 y 2005



Nº. DE LICENCIAS POR COLONIA	
0 to 1	(170)
1 to 2	(24)
2 to 3	(5)
3 to 4	(6)
4 to 140	(9)

LICENCIAS DE CONSTRUCCIÓN PARA
CASA HABITACIÓN EMITIDAS EN EL
AÑO 2006
CIUDAD OBREGÓN, SONORA



Licencias en m2 por colonia	
170 to 1,820	(15)
160 to 170	(1)
140 to 160	(2)
130 to 140	(1)
90 to 130	(2)
60 to 70	(2)
50 to 60	(1)
0 to 30	(190)

Licencias emitidas 2007
 Ciudad Obregón, Sonora

Figura 26. Licencias de construcción emitidas en 2006 y 2007

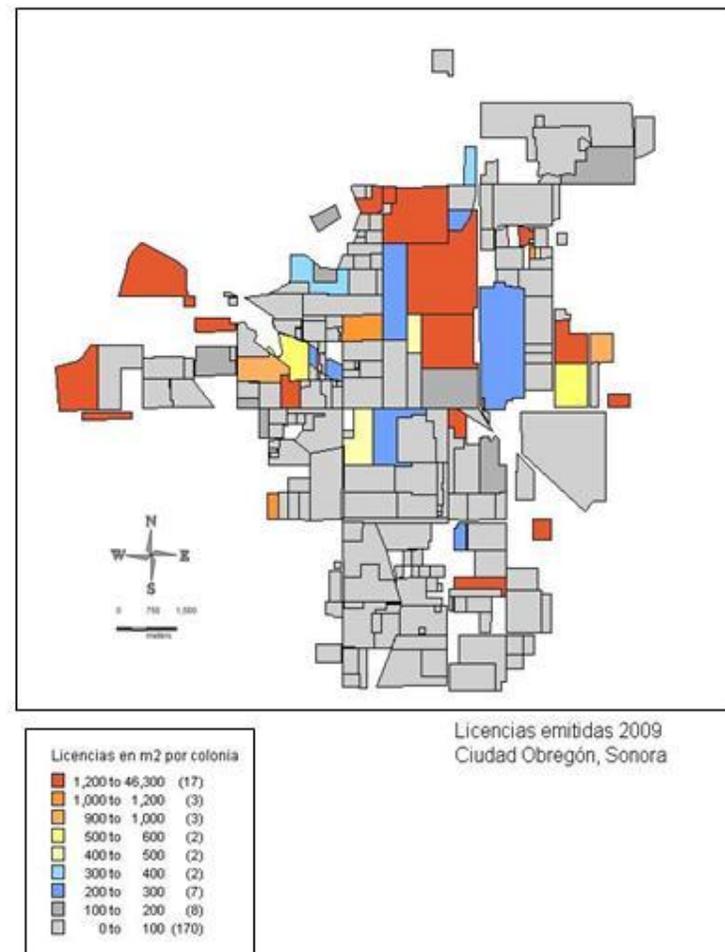
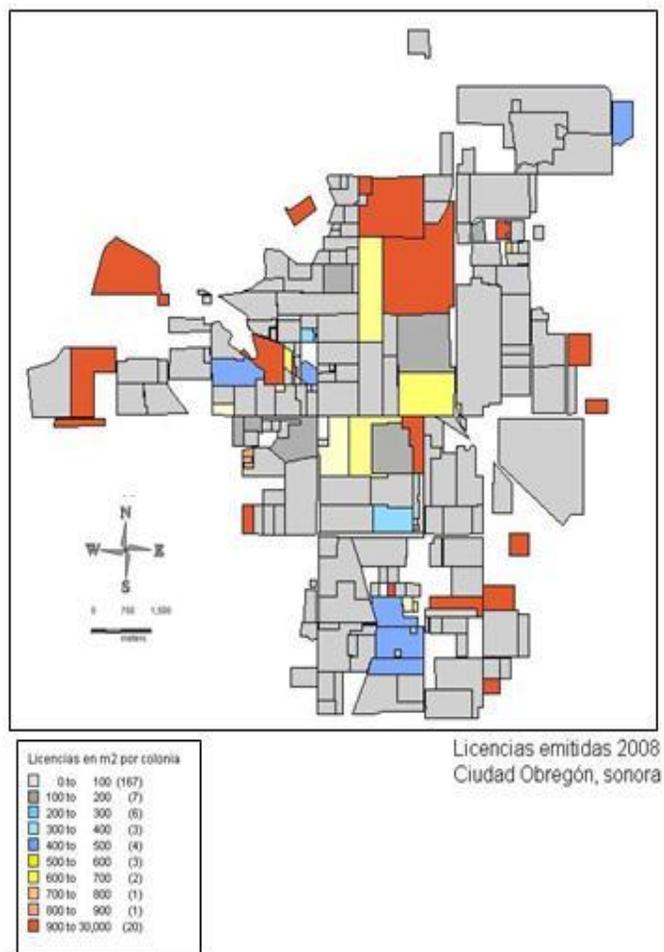


Figura 27. Licencias de construcción emitidas en 2008 y 2009

4.2. Resultados de observación directa

Como resultado de la observación directa (cuadro 7) se ha podido determinar una clasificación de las colonias para las siguientes consideraciones, los datos procesados se pueden consultar en el anexo A-10

- ❖ El mayor volumen de construcción pertenece a la construcción de vivienda en serie de fraccionamientos
- ❖ Las viviendas en serie construidas en fraccionamientos representan el mayor porcentaje de área construida en la ciudad
- ❖ El block de cemento es el material más utilizado en la construcción de fraccionamientos con viviendas en serie

Cuadro 7. Resultados de observación directa

Observación directa
<ul style="list-style-type: none">❖ 207 colonias y fraccionamientos excluyendo las comerciales, industriales,❖ 16% de los edificios ya cumplen más de 50 años. 11.7% se acerca a los 40 años, cumpliendo con un ciclo de vida útil que es de 50 años de acuerdo con Salas (2009) 51.2% son construcciones de menos de 10 años, lo que muestra el incremento de las actividades de construcción en este período.
<ul style="list-style-type: none">❖ 56.8% se caracteriza por ser construcciones de fraccionamientos con viviendas en serie 70.4% son viviendas populares en terrenos de 200 m² 23.5% son de vivienda media entre 200 y 400 m² 6.2% ocupan terrenos residenciales de más de 400 m²
<ul style="list-style-type: none">❖ 84.6% cuenta con pavimento 15.4% se asienta en terrenos con calles de terracería.
<ul style="list-style-type: none">❖ 90.1% cuenta con alcantarillado y energía eléctrica
<ul style="list-style-type: none">❖ 60.5% de los muros está construido con tabique común 39.5% son muros de block de cemento (este material se ha detectado mayormente en fraccionamientos cuya construcción es más reciente).
<ul style="list-style-type: none">❖ 97.5% de techos son de concreto 6% son vigas de madera y ladrillo 1.2% cubiertas de lámina 0.6% se componen de tierra y paja
<ul style="list-style-type: none">❖ 17.9% son pisos de firme de concreto con mosaico, cerámica o loseta vinílica cubren un, 2.5% son de cemento pulido 54.3% tierra o ladrillo 25.3% otros no identificados

4.3. Entrevistas guiadas estructuradas aplicadas

Se obtuvieron datos que permiten junto con la bibliografía consultada y las observaciones directas, tener un panorama más amplio y enfocar el problema de los RCyD desde una mejor perspectiva. Las entrevistas arrojaron los siguientes resultados:

El cuadro 8 muestra un resumen con las respuestas de los desarrolladores de vivienda en cuanto a tipo de vivienda que más construyen y el volumen total construido por cada empresa en el año 2010, así como un total general de 121,110 m² en los cuadros 9, 10 y 11 se muestran los demás resultados. La cédula se muestra en el anexo A-11, las respuestas obtenidas como resultado de las entrevistas se encuentran disponibles en los anexo A-12 a A-19.

Cuadro 8. Volumen de viviendas construidas por Desarrolladores de Vivienda año 2010

Empresa	Tipo de vivienda que más construye en promedio	cantidad	Metros cuadrados	Total
Desarrollos Residenciales Lander	38 m ²	300	11400	22700
	45 m ²	100	4500	
	68 m ²	100	6800	
Promotora Saga	60 m ²	200	12000	12000
Aristos Empresarial	38 m ²	250	9500	9500
Constructora Altos Bajío	38 m ²	70	4460	4460
	60 m ²	30		
Residencial Villa California	40 m ²	100	4000	8500
	200 m ²	10	2000	
	72 m ² y 117 m ²	26	2500*	
Constructora Vertex	40 m ² a 60 m ²	300	15000*	15000
Edificadora PIBO S. A.	Varias dimensiones	Varias	14750**	14750
URBI Construcciones del Pacífico	38 m ²	900	34200	34200
* Datos obtenidos de Residencia de Obra ** Datos obtenidos de Gerencia de Producción			TOTAL	121110

Elaboración propia con datos obtenidos de entrevistas a Desarrolladores de vivienda

Todas las desarrolladoras construyen vivienda de interés social, solo una (Residencial Villa California) construye otros tipos para personas de un nivel socioeconómico más elevado.

Cuadro 9. Resumen de entrevistas

Empresa	Tipo de vivienda que más construye (residencial, comercial, industrial, Edif.. públicos)	La constructora se especializa en fraccionamientos u otro tipo de obra	Tipo de vehículo utilizado para retiro y transporte de RCyD	Lugar en que se depositan los RCyD
Desarrollos Residenciales Lander	Residencial	Fraccionamientos	Camión de volteo Prop. de concesionario*	No hay idea
Promotora Saga	Residencial	Fraccionamientos	Camión de volteo Prop. de concesionario	Barrancas
Aristos Empresarial	Residencial	Fraccionamientos	Camión de volteo Prop. de permisionario**	Tiradero municipal
Constructora Altos Bajío	Residencial	Fraccionamientos	Camión de volteo Prop. de permisionario	No hay idea
Residencial Villa California	Residencial	Fraccionamientos	Camión de volteo Prop. de permisionario	Se reutilizan para relleno de terreno del prop. de la empresa constructora No sabe, pero cree que a orillas de canal de riego
Constructora Vertex	Residencial	Fraccionamientos	Camión de volteo Prop. de concesionario	
Edificadora PIBO S. A.	Residencial	Fraccionamientos	Camión de volteo propio	Basurón municipal
URBI Construcciones del Pacífico	Residencial	Fraccionamientos	Camión de volteo Prop. de concesionario	En predios fuera del área urbana con permiso del propietario
<p>*Concesionario vehículo inscrito en el padrón de la Dirección de Tránsito del gobierno del Estado</p> <p>** Permisionario vehículo particular con permiso para transporte de la Dirección de Tránsito del gobierno del Estado</p>				

Elaboración propia con datos obtenidos en campo de Desarrolladores de vivienda

Cuadro10. Composición de RCyD

Empresa	Material más utilizado en muros	Materiales recuperables para reuso o reciclaje	Separación de RCyD	Materiales más desperdiciados
Desarrollos Residenciales Lander	Block de cemento	Block de cemento	No se hace separación	Block de cemento, agregados inertes, polvos cementantes
Promotora Saga	Block de cemento	Block de cemento	Sí, solo el material de despilme	Block de cemento, agregados inertes, polvos cementantes, tierra de excavación, madera, frigolith
Aristos Empresarial	Block de cemento	Block de cemento	No se hace separación	Block de cemento, agregados inertes, polvos cementantes, tierra de excavación, madera, frigolith
Constructora Altos Bajío	Block de cemento	Block de cemento	Si, solo el acero	Block de cemento, agregados inertes, polvos cementantes, tierra de excavación, madera, frigolith
Residencial Villa California	Block de cemento y ladrillo en casas de 200 m2	Block de cemento	No se hace separación	Block de cemento
Constructora Vertex	Block de cemento	Block de cemento	Sí: aceite quemado, papel, acero	Block de cemento, agregados inertes, polvos cementantes, tierra de excavación, madera, frigolith
Edificadora PIBO S. A.	Block de cemento	Block de cemento	Si, solo el acero	Block de cemento, acero, concreto demolido
URBI Construcciones del Pacífico	Block de cemento	Block de cemento	No se hace separación	Block de cemento, acero, agregados, polvos cementantes

Elaboración propia con datos obtenidos de Desarrolladores de vivienda

Cuadro 11. Contaminación y reciclaje

Empresa	Materiales con potencial contaminante en sus RCyD	Conocimiento de los beneficios del reciclado	Centros de acopio y reciclaje	Implementar políticas y reglamentos para manejo y disposición de RCyD
Desarrollos Residenciales Lander	Frigolith de casetones (poliestireno)	No tiene idea	De acuerdo	De acuerdo
Promotora Saga	Frigolith de casetones (poliestireno)	No tiene idea	De acuerdo	De acuerdo
Aristos Empresarial	Frigolith de casetones (poliestireno) Impermeabilizantes, PVC	No tiene idea	De acuerdo	De acuerdo
Constructora Altos Bajío	Frigolith de casetones (poliestireno)	No tiene idea	De acuerdo	De acuerdo
Residencial Villa California	Frigolith de casetones (poliestireno) PVC	No tiene idea	De acuerdo	De acuerdo
Constructora Vertex	Frigolith de casetones (poliestireno) Solventes	Sí por beneficios económicos y ambientales	De acuerdo	De acuerdo
Edificadora PIBO S. A.	Frigolith de casetones (poliestireno, poliducto, PVC)	Sí por beneficios económicos y ambientales	De acuerdo	De acuerdo
URBI Construcciones del Pacífico	Frigolith de casetones (poliestireno,	No pero hay conciencia	De acuerdo	De acuerdo

Elaboración propia con datos obtenidos de Desarrolladores de vivienda

Resultados de entrevistas a desarrolladores de vivienda.

1. Las ocho empresas construyen fraccionamientos con viviendas en serie
2. Para el retiro de RCyD una empresa tiene vehículo propio, cuatro contratan concesionario y tres contratan permisionario
3. Para disponer RCyD dos no tienen idea del sitio, uno cree que en barrancas, dos en el tiradero municipal, una los utiliza para relleno en terreno propio y una en terrenos fuera de la ciudad con permiso del propietario. Aquí cabe mencionar que en una visita al tiradero no se encontró escombros.
4. Siete empresas construyen con muros de block de cemento, una además utiliza ladrillo en viviendas grandes (más de 80 m²).
5. Las ocho coinciden en que el material más reciclable es el block de cemento
6. En cuatro empresas no se hace separación, en una solo el material de despalle (limpieza del terreno) dos solo el acero y una aceite quemado además del acero.

7. El material más desperdiciado es el block de cemento, seis tienen desperdicio de polvos aglutinantes, seis desperdician agregados inertes (grava y arena) y tres están conscientes del desperdicio de tierra de excavación.
8. Las ocho empresas utilizan casetón de poliestireno (frigoLith) al que consideran el material potencialmente contaminante, en una habla de restos de impermeabilizantes, tres de restos de tubería PVC, uno de solventes de pintura
9. Seis no conocen los beneficios que traería la instalación de un centro de acopio y reciclaje, dos piensan que sí para beneficios económicos y ambientales.
10. Las ocho empresas están de acuerdo en que se instalara un centro de acopio y reciclaje
11. Las ocho empresas están de acuerdo en que hubiera políticas y reglamento para manejo y disposición final de RCyD
12. En cuanto al conocimiento de políticas y reglamentos municipales, tres constructoras conocen algún reglamento sobre manejo ya sea municipal o estatal.
13. Los comentarios para mejorar son: falta educación, faltan políticas, reglamentos y supervisión.

4.4. Encuestas aplicadas

Los resultados de las encuestas que se aplicaron al personal de la Dirección de Ecología y protección al ambiente, personal de Desarrollo Urbano, desarrolladores de vivienda y Directores responsables de obra se muestran a continuación

Dirección de Ecología y Protección al Ambiente

En base a las respuestas solo se han tabulado y graficado aquellas que no muestran un valor constante por ejemplo 100% sí, 100% no, o las que no aplican. El cuadro 12 muestra las personas encuestadas en esta dependencia municipal. Los resultados se pueden consultar en los anexos A-20 y A-21

Se aplicaron 3 encuestas al personal clave que se relaciona con las cuestiones ambientales: Director de la Dirección de Gestión ambiental y Desarrollo Sustentable y dos colaboradores promotores ambientales.

Resultados de las encuestas a personal de la Dirección de Gestión ambiental

1. 100% de acuerdo en que el manejo y disposición de RCyD representa un problema
3. 100% cree que los RCyD pueden contener materiales potencialmente contaminantes
4. 67% dice no conocer leyes y reglamentos que regulen el manejo y disposición final de RCyD
5. 100% contesta que no es adecuado el control de l manejo y disposición final de RCyD
7. 100% considera que la disposición a largas distancias de RCyD afecta lo ambiental
11. 33% contesta que sí se pueden aprovechar los RCyD para otros usos, 66.7% no contestó
16. 67% contestó que no conoce ninguna empresa local que se dedique al reciclaje de RCyD el 33% no contestó
- 17 66.7% contesta que no conoce ninguna estrategia sobre reciclaje de RCyD, 33% no contestó

Desarrollo Urbano del municipio de Cajeme

Se aplicaron 19 encuestas a personal de Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Cajeme (analistas de proyectos, supervisores de obra de edificación o urbanización, jefes de departamento, supervisores de laboratorio, dibujantes). Los resultados se pueden consultar en los anexos A-22 y A-23

Resultados personal Desarrollo Urbano

1. 68.4% de acuerdo en que el manejo y disposición de RCyD representa un problema
31.6% no está de acuerdo
2. 17.6% cree que los RCyD se depositan en el tiradero municipal, 23.5% en tiraderos clandestinos, 29.4% en barrancas y terrenos hundidos, 29.4% no tiene idea
3. 61.1% cree que los RCyD pueden contener materiales potencialmente contaminantes, 38.9% no lo cree
4. 26.3% dice conocer leyes y reglamentos que regulen el manejo y disposición final de RCyD, 73.7% no conoce
5. 16.7% contesta que no es adecuado el control de l manejo y disposición final de RCyD, 83.3% no lo cree adecuado
6. 14.3% transporta en camión de volteo propio, 57.1% lo hace en camión fletado, 28.6% otro tipo de vehículo (pick up u otro)
7. 68.4% considera que la disposición a largas distancias de RCyD afecta lo económico pero también lo ambiental, 31.6% no lo cree

8. 57.1% construye vivienda de interés social, 14.3% vivienda media, 28.8% casas particulares y 18.2% residencias
9. 77.8% construye con muros de ladrillo, 22.2% utiliza block de cemento
10. 61.5 % opina que es el ladrillo el más reciclable, 38.5% el block de cemento, 19% los dos materiales, 4.5% algún otro material 33% no contestó
11. 52.6% contesta que sí se pueden aprovechar los RCyD para otros usos, 10.5% opina que no, 36.6% no contestó
12. 5.3% realiza algún tipo de separación de residuos en obra, 47.4% no lo hace, 47.4% no contestó
13. 26.3% achaca la no separación a costos, 5.3% a falta de tiempo, 10.5% indiferencia, 10.5% a otro factor, 47.4% no contestó
14. 78.9% contesta que si colaboraría separando los residuos para proteger el ambiente, 21.1% no contestó
15. 5.3% desecha tierra y agregados, , 5.3% todos los anteriores, 89.5% no contestó
16. 100% no conoce alguna empresa que se dedique al reciclaje
17. 100% contesta no conoce ninguna estrategia para reciclar RCyD

Desarrolladores de vivienda

Se aplicaron 19 encuestas a personal los desarrolladores de vivienda (gerentes de proyectos, gerentes generales, de producción, coordinadores , directores de obra, residentes de obra). Los resultados de la encuesta se encuentran en los anexos A-24 y A-25

Resultados de encuestas a Desarrolladores de vivienda

1. 94.4% de acuerdo en que el manejo y disposición de RCyD representa un problema 5.6% en desacuerdo
2. 47.1% cree que los RCyD se depositan en el tiradero municipal, 17.6% en tiraderos clandestinos, 17.6% en barrancas y terrenos hundidos, 17.6% no tiene idea
3. 76.5% cree que los RCyD pueden contener materiales potencialmente contaminantes, 23.5% no lo cree
4. 16.7% dice conocer leyes y reglamentos que regulen el manejo y disposición final de RCyD, 83.3% no conoce

5. 13.3% contesta que no es adecuado el control de l manejo y disposición final de RCyD, 86.7% no lo cree adecuado
6. 27.8% transporta en camión de volteo propio, 72.2% lo hace en camión fletado
7. 77.8% considera que la disposición a largas distancias de RCyD afecta lo económico pero también lo ambiental, 22.2% no lo cree
8. 100% construye vivienda de interés social,
9. 16.7% construye con muros de ladrillo, 83.3% utiliza block de cemento
10. 29.4 % opina que es el ladrillo el más reciclable, 28.6% el block de cemento, 19% los dos materiales, 70.6% algún otro material33% no contestó
11. 100% contesta que sí se pueden aprovechar los RCyD para otros usos,
12. 25% realiza algún tipo de separación de residuos en obra, 75% no lo hace
13. 56.3% achaca la no separación a costos, 6.3% a falta de tiempo, 31.3% indiferencia, 6.3% a otro factor
14. 100% contesta que si colaboraría separando los residuos para proteger el ambiente
15. 27.3% desecha tierra y agregados, 9.1% ladrillo, 54.5% block de cemento, 9.1% metales, 29.4%
16. 100% no conoce alguna empresa que recicle algún tipo de RCyD
17. 6.3% contesta que conoce alguna estrategia sobre reciclaje de RCyD en México o en el mundo, el 93.8% no conoce ninguna

DRO (Directores responsables de obra)

Se aplicaron 23 encuestas a Directores Responsables de Obra y miembros del Colegio de Arquitectos de Ciudad Obregón. Las respuestas se presentan los anexos A-26 y A-27

Resultados encuestas a Directores responsables de obra

1. 100% de acuerdo en que el manejo y disposición de RCyD representa un problema
2. 60.9% cree que los RCyD se depositan en el tiradero municipal, 21.7% en barrancas y terrenos hundidos, 17.4% no tiene idea
3. 61.1% cree que los RCyD pueden contener materiales potencialmente contaminantes, 38.9% no lo cree

4. 26.3% dice conocer leyes y reglamentos que regulen el manejo y disposición final de RCyD, 73.7% no conoce
5. 16.7% contesta que no es adecuado el control de l manejo y disposición final de RCyD, 83.3% no lo cree adecuado
6. 14.3% transporta en camión de volteo propio, 57.1% lo hace en camión fletado y 28.8 en Pick Up
7. 68.4% considera que la disposición a largas distancias de RCyD afecta lo económico pero también lo ambiental, 31.6% no lo cree
8. 57.1% construye vivienda de interés social, 14.3% vivienda media, 28.6% casas particulares y 18.2% residencias
9. 77.8% construye con muros de ladrillo, 22.2% utiliza block de cemento
10. 61.5 % opina que es el ladrillo el más reciclable, 38.5% el block de cemento
11. 83.3% contesta que sí se pueden aprovechar los RCyD para otros usos, 16.7% opina que no
12. 10% realiza algún tipo de separación de residuos en obra, 90% no lo hace
13. 50.0% achaca la no separación a costos, 10.0% a falta de tiempo, 20.0% indiferencia, 20.0% a otro factor
14. 100% contesta que si colaboraría separando los residuos para proteger el ambiente
15. 50% desecha tierra y agregados, 50.0% todos los anteriores
16. 100% no conoce ninguna de ningún tipo%
17. 100% no conoce ninguna

Resultados de encuestas

En los cuadros 12 y 13 se presenta un resumen con porcentajes de cada uno de los cuatro grupos y porcentajes totales de las respuestas obtenidas de las encuestas, las gráficas 5 a 21 muestran los promedios generales de los resultados de los cuadros mencionados. Los cuadros por grupo encuestado se pueden consultar en el anexo 7

Cuadro 12. Resultados de encuestas realizadas a los cuatro grupos

Resumen de encuestas a dirección de gestión ambiental, desarrollo urbano, desarrolladores de vivienda y directores responsables de obra							
No .	VARIABLE	OPCIONES	DIR. GESTION AMB	DES URB	DES VVDA	DRO	Porcentajes
1	Manejo y disposición final son un problema ambiental	Sí	100	68.4	94	100	0.82
		No	0	31.6	6	37.6	0.18
2	Sitio para disposición final	Tiradero municipal		17.6	47.01	60.9	0.41
		Tiradero clandestino		23.5	17.6		0.13
		Barrancas		29.4	17.6	21.7	0.23
		Sin idea		29.4	17.6	17.4	0.21
3	Existen materiales potencialmente contaminantes en los RCyD	Sí		61.1	76.5	76.2	0.71
		No		38.9	23.5	23.8	0.29
4	Conocimiento de leyes o reglamentos estatales, municipales para regular RCyD	Sí		26.3	16.7	26.3	0.18
		No	67	73.7	83.3	73.7	0.62
5	Existe un control adecuado de RCyD	Sí		16.7	13.3	16.7	0.11
		No	100	83.3	86.7	83.3	0.89
6	Vehículo en el que transportan sus RCyD	Camión volteo propio		14.3	27.8	14.3	0.2
		Camión volteo ajeno		57.1	72.2	57.1	0.69
		Pick Up				28.8	0.11
7	El transporte a largas distancias afecta lo económico y ambiental	Sí	100	68.4	77.8	68.4	0.79
		No		31.6	22.2	31.6	0.21
8	Tipo de obra que construye su empresa	Fraccto. Int. Social		57.1	100	57.1	0.64
		Fccto. Vvda. Media		14.3		14.3	0.08
		Fccto. Residencial		28.8		28.6	0.17
		Residencias particulares		18.2		18.2	0.11
		Otras					0
9	Material que utiliza para construir muros	Ladrillo		77.8	16.7	77.8	..57
		Block de cemento		22.2	83.3	22.2	0.43
10	Material más reciclable de muros	Ladrillo	66.7	61.5	29.4	61.5	0.55
		Block cemento	33.3	38.5	70.4	38.5	0.45

Cuadro 13. Continuación. resultados de encuestas realizadas a los cuatro grupos

No.	VARIABLE	OPCIONES	DIR. GESTION AMB	DES URB	DES VVDA	DRO	Porcenta jes
11	Hay otros materiales desechados en su obra que pueden ser reciclados	Sí	33	52.6	100	83.3	90
		No		10.5		16.7	10
12	Separa materiales de RCyD en su obra	SI		47.4	25	10	0.11
		NO			75	90	0.89
13	Causa por la que no hace separación de ,materiales de RCyD	Costos		26.3	56.3	50	0.52
		Falta de tiempo		5.3	6.3	10	0.9
		Indiferencia		10.5	31.3	20	0.25
		Otro		10.5	6.3	20	0.14
14	Colaboraría separando materiales de RCyD para cuidado del medio ambiente	SI	33	78.9	100	100	0.76
		NO		21.1	27.3		0.24
15	Otros materiales reciclables que desecha	Tierra y agregados		5.3	27.3	50	0.37
		Ladrillo			9.1		0.04
		Block cemento			54.5		0.24
		Madera					0
		Metales			29.4		0.13
		Polvos cemento, cal, etc.					0
		Tablaroca					0
		Todos los anteriores			5.3		50
16	Conocimiento de empresas recicladoras de RCyD en la ciudad	SI					0
		NO	66.7	100	100	100	100
17	Conocimiento de estrategias nacionales o estatales para reciclar RCyD	SI			6.3		0.02
		NO	66.7	100	93.8	100	99.8

4.4.1. Gráficas generadas por aplicación de encuestas

Las gráficas 5 a 21 muestran los resultados de las respuestas a la encuesta por grupos. Se han omitido aquellas gráficas cuyo contenido es 100% en un sentido positivo o negativo.

Descripción de los grupos e identificación por siglas:

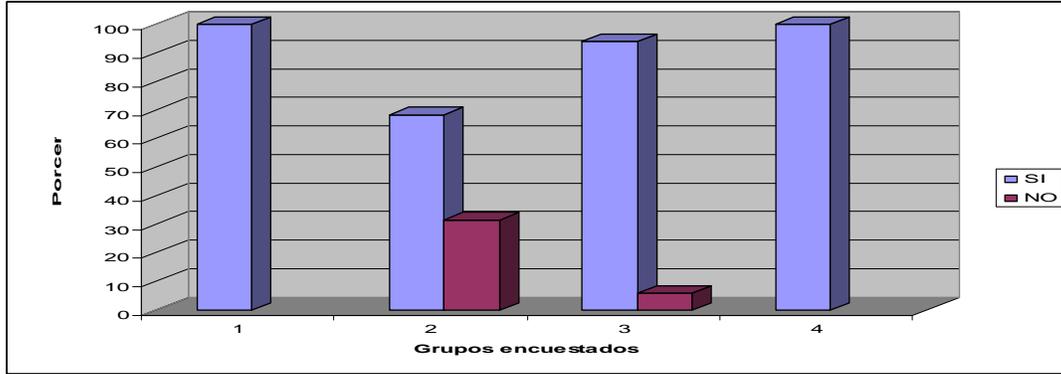
Grupo 1. Dirección de Gestión Ambiental y Protección al Ambiente (DGAPA)

Grupo 2. Desarrollo Urbano (DU)

Grupo 3. Desarrolladores de vivienda (DV)

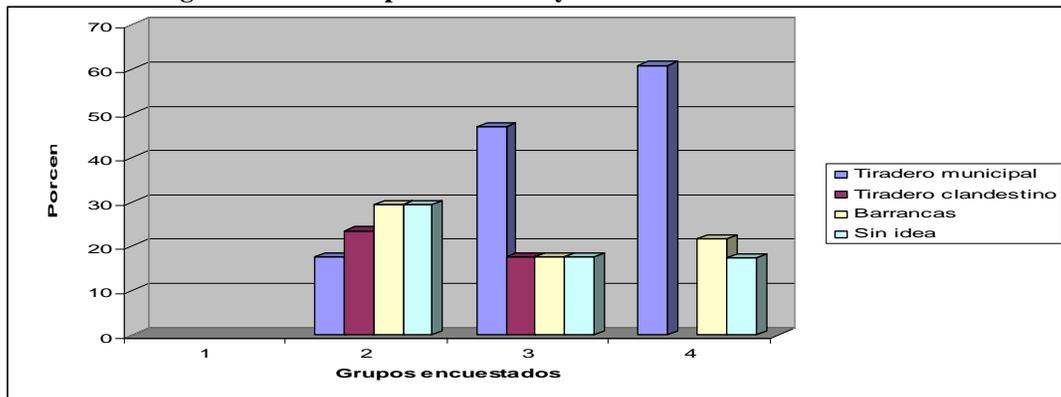
Grupo 4. Directores responsables de obra (DRO)

Gráfica 5. Problema del manejo y disposición de RCyD



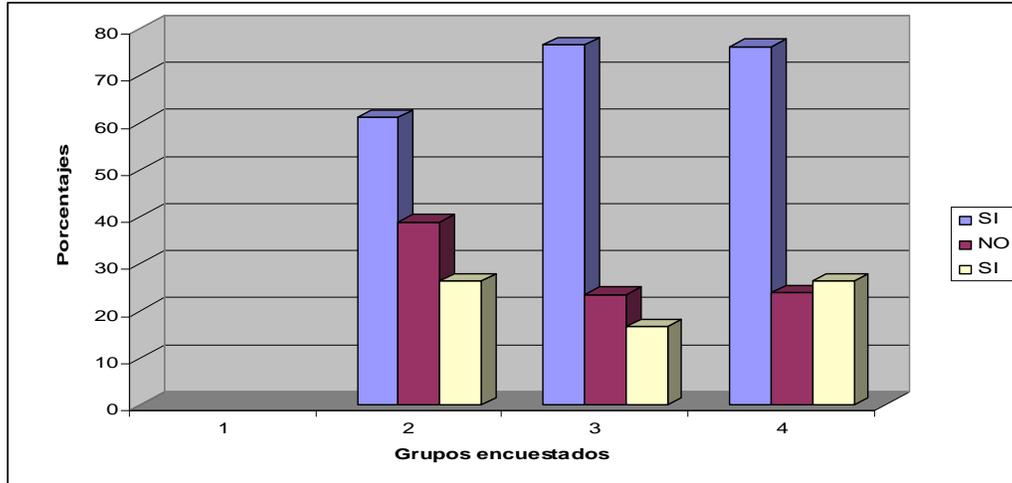
Los residuos de construcción y demolición representan un problema que afecta al medio ambiente, el 100% de los grupos uno y cuatro están completamente de acuerdo, solo el grupo dos muestra algunos desacuerdos. 82% del total encuestado está de acuerdo, 18% en desacuerdo

Gráfica 6. Lugares donde se depositan los RCyD



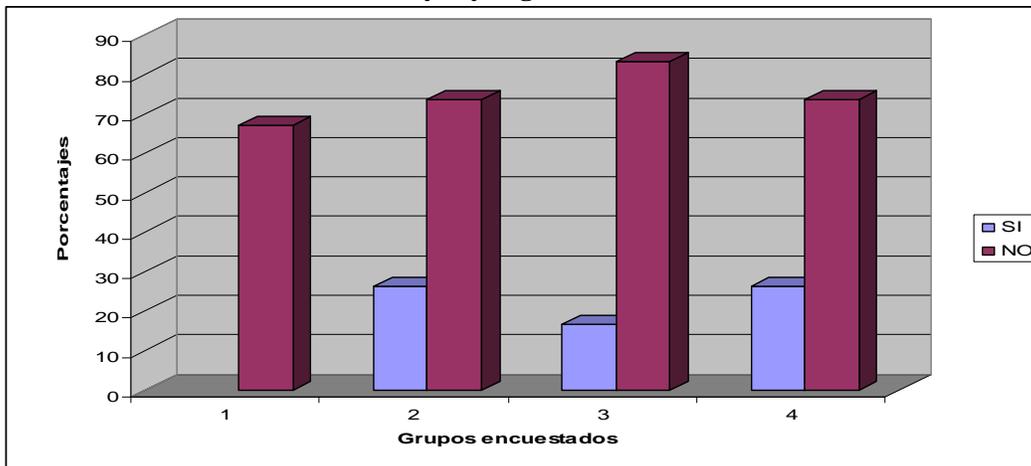
Los RCyD se almacenan temporalmente en obra, se recogen y envían a algún sitio para su disposición final, se requiere crear conciencia entre los generadores de escombro, que no se deben depositar en sitios inadecuados. La encuesta indica que el personal de la DGAPA no tiene idea del sitio en que se deposita este tipo de residuos, el personal de DU en cambio tiene una idea bastante confusa aunque las respuestas se inclinan más por la creencia de que envían a barrancas o no tienen idea, siguen luego los que piensan que se envían a algún tiradero clandestino y la menor proporción al tiradero municipal. En los DV y en los DRO prevalece la creencia de que son depositados en el tiradero municipal, luego algunos creen que en barrancas y un porcentaje muy similar en ambos grupos no tiene idea. Los totales serían los siguientes: 41% Tiradero municipal, 13% Tiraderos clandestinos, 23% Barrancas, 21% No tiene idea

Gráfica 7. Contenido de material potencialmente contaminante



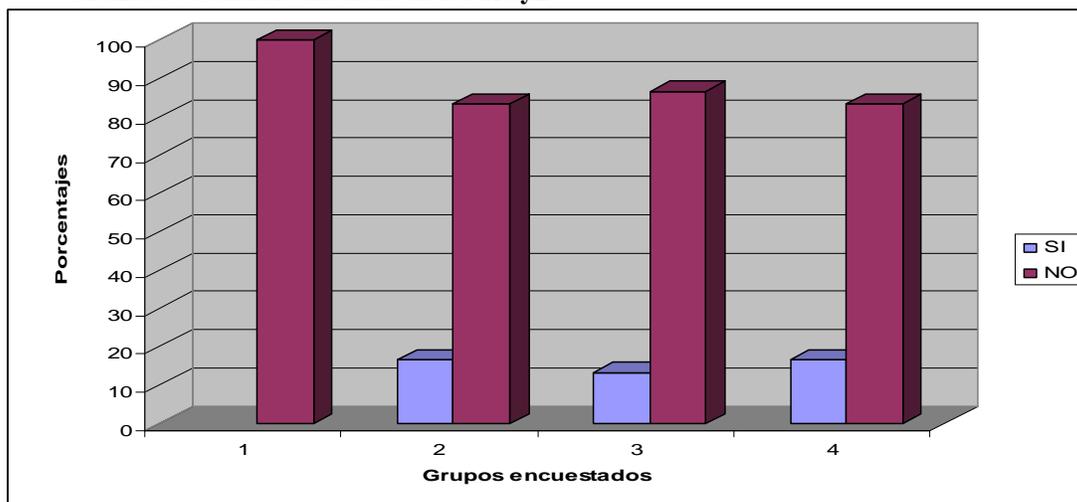
Algunos materiales contenidos en los RCyD son potencialmente contaminantes. El personal de la DAPA; personal de DU se inclinó más hacia una respuesta afirmativa (61.1%) los DV 78.5% y los DRO 76.2%, 71% del total encuestado está de acuerdo, 29% no está de acuerdo

Gráfica 8. Conocimiento de leyes y reglamentos



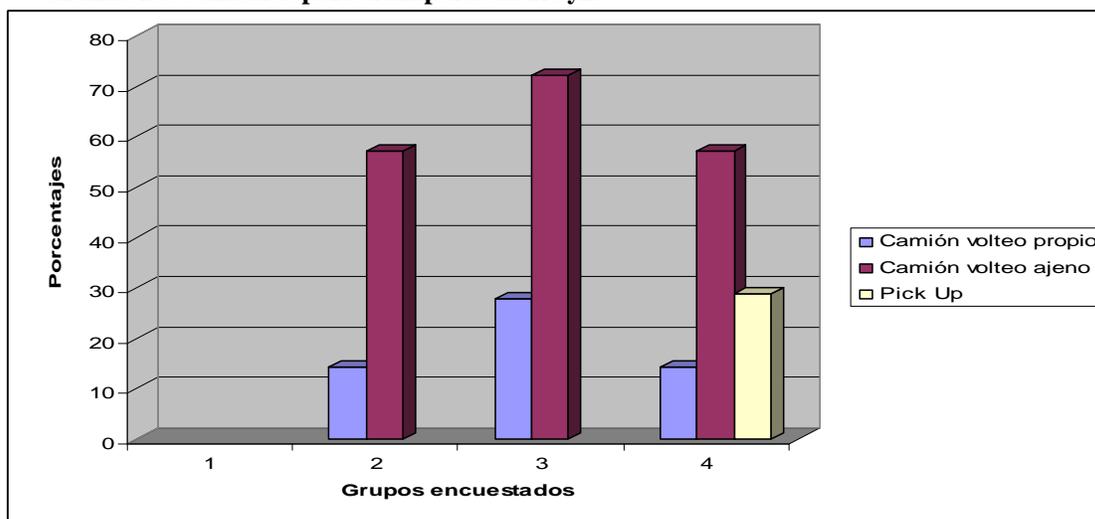
Las respuestas negativas por grupo indican que dos de tres del DGAPA no conoce la existencia de leyes y reglamentos que regulan el manejo y la disposición final de RCyD; del personal DU 73.7% no conoce, los DV 83.3% y los DRO el 73.7%. Los resultados totales son: 18% dice conocer alguna ley o reglamento, 62% dice no tener conocimiento

Gráfica 9. Control adecuado de los RCyD



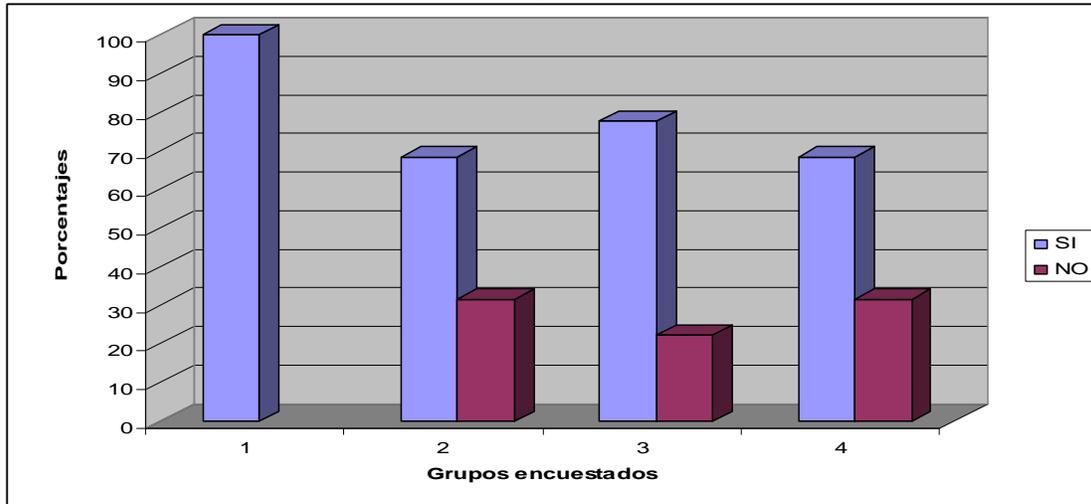
Las respuestas negativas sobre la existencia de un control adecuado de los RCyD dominan ampliamente con un 100% de los DGAPA, 83.3% de los DU, 86.7% DV y 83.3% de los DRO. Los resultados de los cuatro grupos indican: 11% si es adecuado el control de los RCyD 89% dice que no hay control.

Gráfica 10. Vehículos para transporte de RCyD



El personal de DGAPA no contestó, mientras que los demás grupo indican un mayor uso de camiones fletados (ajenos): DU 57.1, DV 72.2 y DRO 57.1. Los porcentajes totales fueron: 20% utiliza camiones propios, 80% utiliza camiones fletados

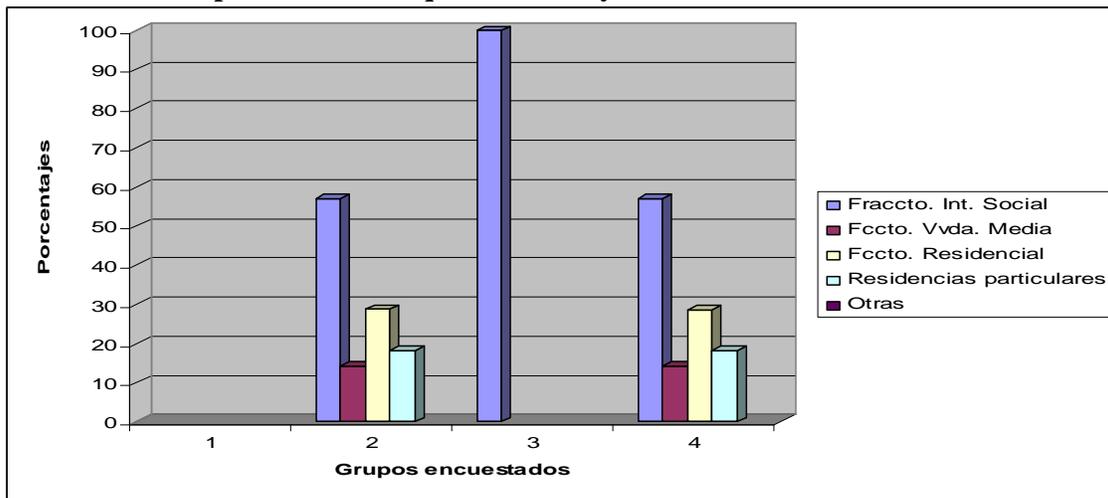
Gráfica 11. Afecta al medio ambiente la disposición de RCyD en largas distancias



Existe consenso en el sentido de que el transporte a larga distancia de los RCyD para su disposición final afecta negativamente al medio ambiente, no solo el aspecto económico, las respuestas afirmativas prevalecieron sobre las negativas de la siguiente manera: DGAPA 100%, DU 68.4%, DV 77.8% y DRO 68.4%.

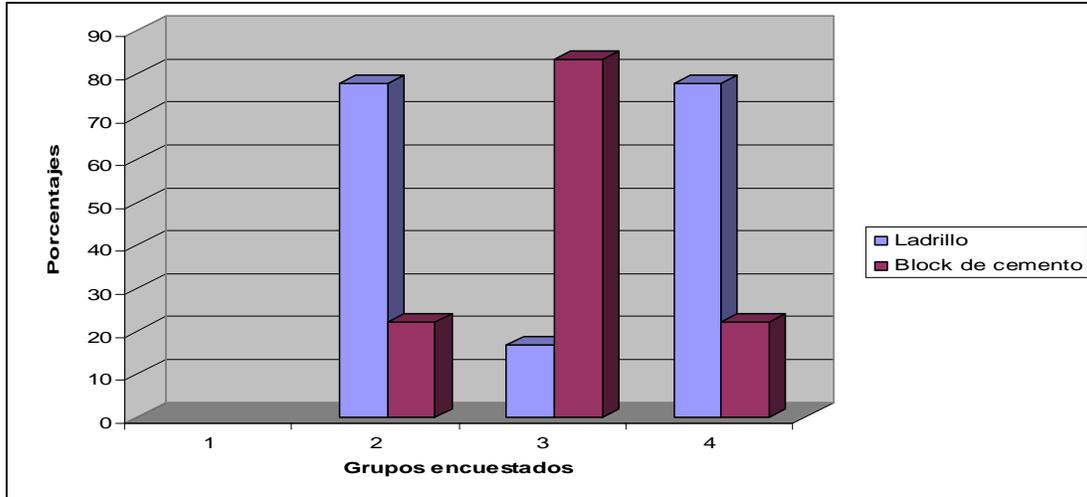
Los porcentajes totales de los cuatro grupos: 79% considera que sí se afecta al medio ambiente, 21% considera que no lo afecta.

Gráfica 12. Tipos de vivienda que se construyen



El tipo de vivienda que más se construye es el de interés social: DU 57.1, DV 100% y DRO 57.1%. Los resultados torales de los tres grupos son: 64% Fraccionamientos de interés social, 8% Vivienda tipo clase media, 17% Fraccionamientos residenciales, 11% Residencias particulares.

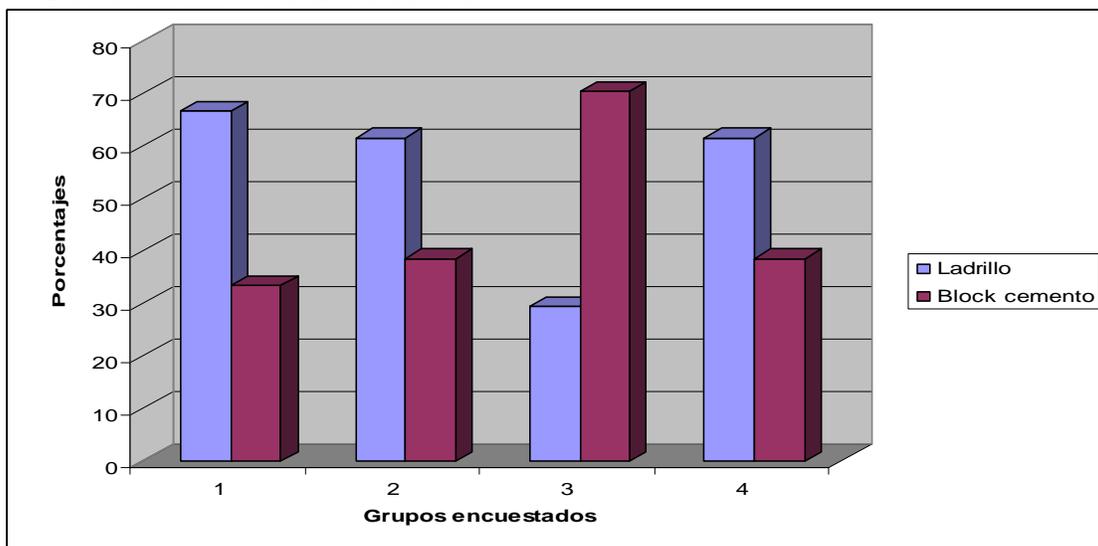
Gráfica 13. Material de construcción de muros



La encuesta muestra que el material más utilizado para construcción de muros es el ladrillo, el block de cemento es mayormente utilizado por los DV. Los resultados por grupo son: DU 77.8%, DV 16.7%, DRO 77.8%.

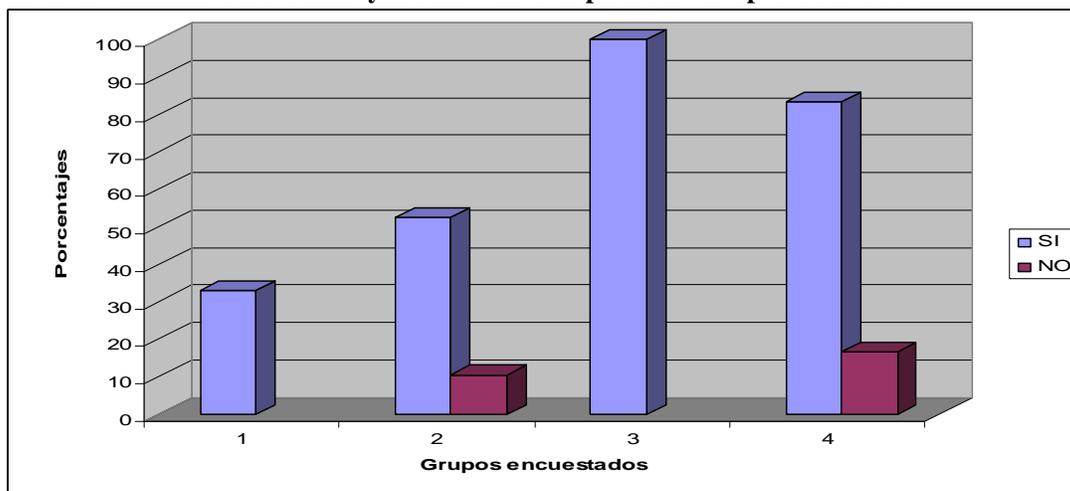
Los resultados totales de los tres grupos que contestaron (no aplica para DGAPA): 57% construye con muros de ladrillo, 43% utiliza block de cemento

Gráfica 14. Materiales reciclables



Siguiendo la tendencia de la figura 48, el criterio que prevalece es de que el material más reciclable de los residuos de muros es el ladrillo: DGAPA 86.7%, DU 61.5%, DV 29.4% y DRO 61.5%. Los resultados totales fueron: 55% el ladrillo, 45% el block de cemento.

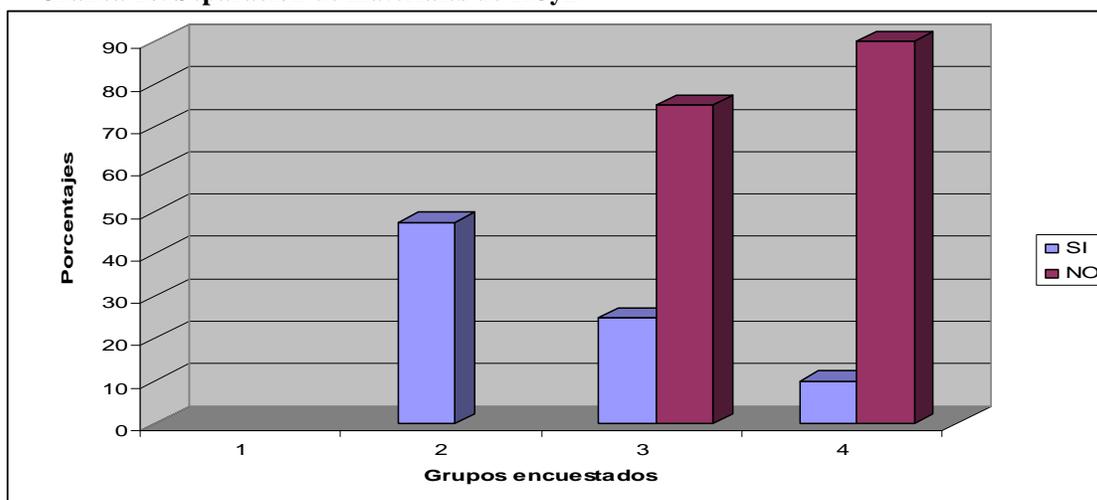
Gráfica 15. Existencia en RCyD de materiales aprovechables para otros usos



Predominan las respuestas afirmativas en cuanto si son aprovechables para otro uso los RCyD que generan las empresas. DGAPA 33%, DU 52.6%, DV 100% DRO 83.3%.

Los resultados de los cuatro grupos fueron: 90% Considera que sí son aprovechables, 10% No lo considera.

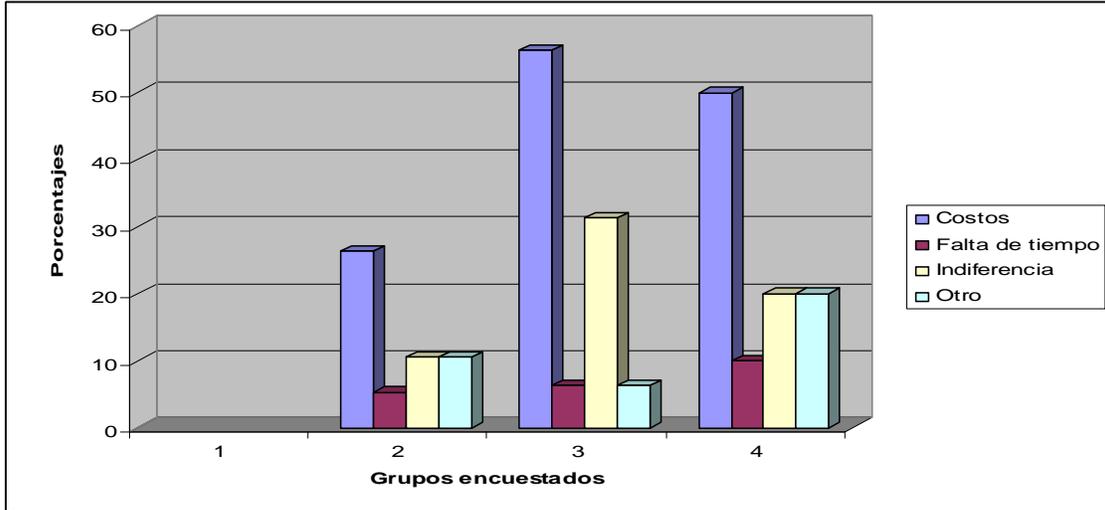
Gráfica 16. Separación de materiales de RCyD



Prácticamente no se separan los materiales que componen los RCyD, las respuestas han sido mayormente negativas: DU 47.4% sí separan, DV 75% no, DRO 90% no

Los resultados totales fueron: 11% Separa algunos materiales como madera, acero y solventes, 89% No hace separación

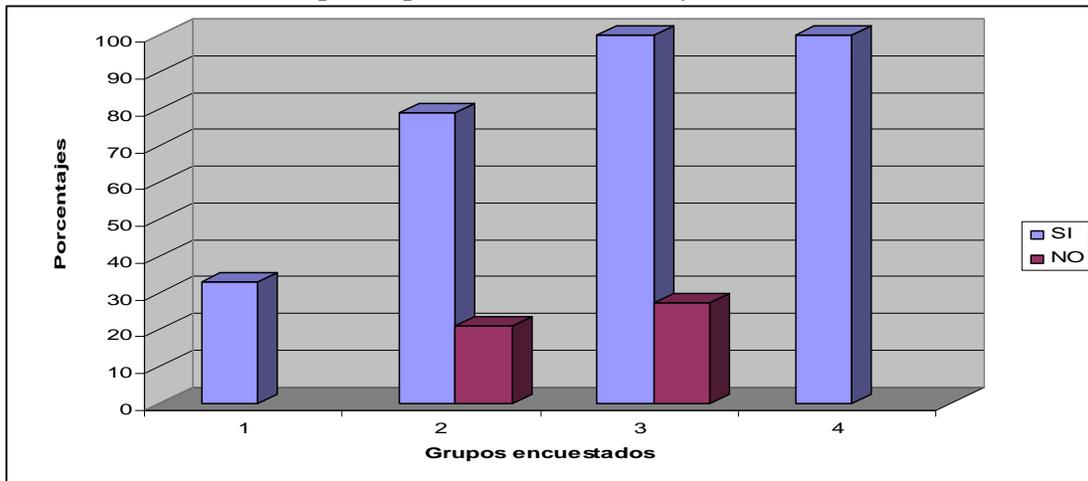
Gráfica 17. Causas para no separar materiales de RCyD



Las empresas consideran que no separan materiales que componen los RCyD por el costo: DU 26.3%, DV 56.3%, DRO 50% , el resto se atribuye a otros factores.

Los resultados totales de los cuatro grupos fueron los siguientes: 52% Considera los costos económicos, 9% Falta de tiempo, 25% Indiferencia, 14% Otros factores.

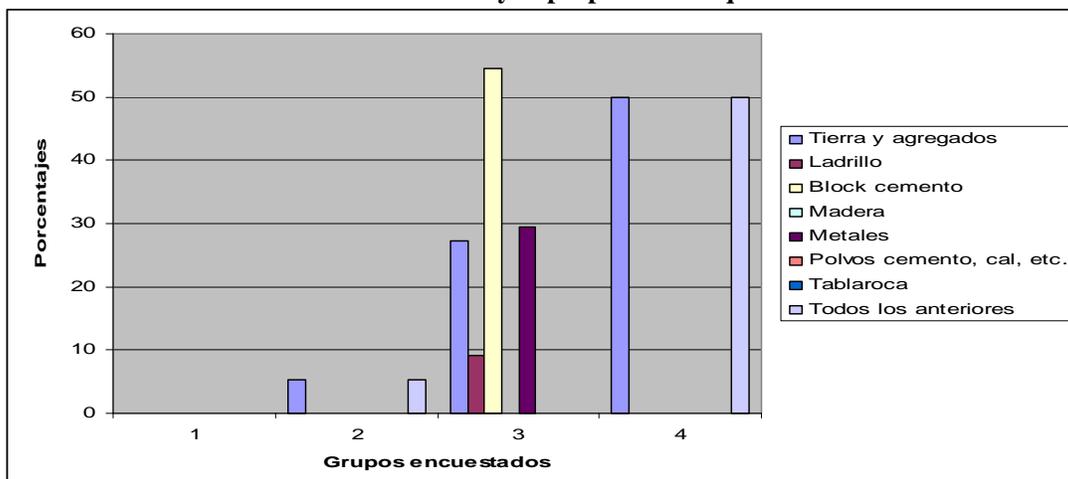
Gráfica 18. Colaboración para separar materiales de RCyD



Existe conciencia de la necesidad de separar los RCyD para no impactar negativamente al medio ambiente, las respuestas fueron en ése sentido: DGAPA 33%, DU 78.9%, DV 100%, DRO 100%.

Los resultados s totales de los cuatro grupos fueron: 76% Sí colaboraría al cuidado del medio ambiente separando materiales, 24% No contestó o su respuesta fue negativa.

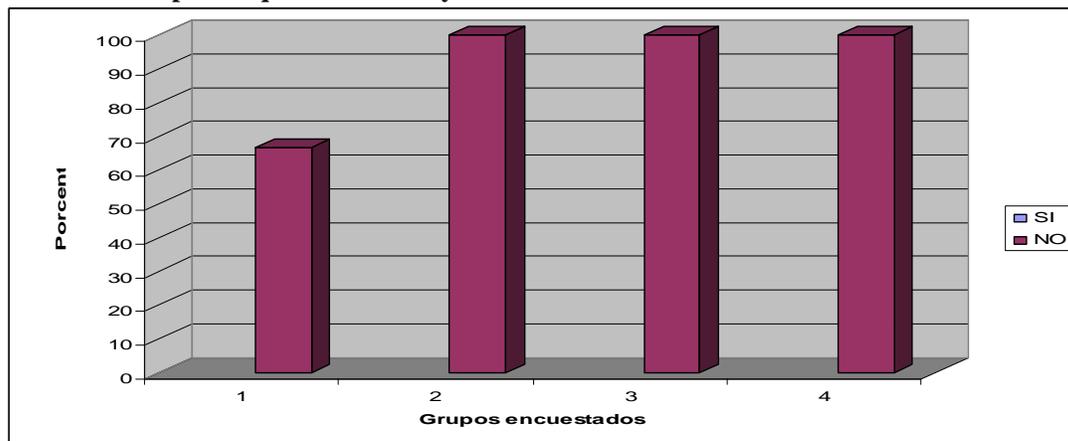
Gráfica 19. Otros materiales reciclables y la proporción en que se desechan



Aunque algunos no contestaron a la pregunta sobre porcentajes de materiales desechados en RCyD, se muestra en la gráfica que predomina la tierra y los agregados (arena y grava), los DV son los que más block de cemento desechan (54.5%).

Los resultados totales son los siguientes: 37% Tierra y agregados, 4% ladrillo, 24% Block de cemento, 13% Metales y fierro estructural

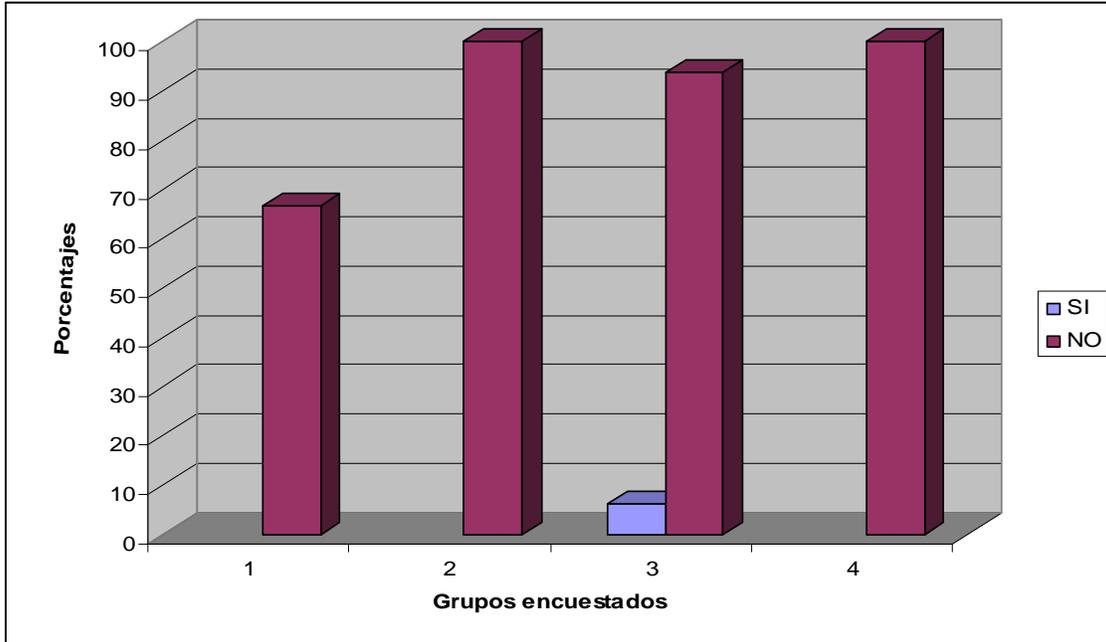
Gráfica 20. Empresas que reciclen RCyD en La ciudad



No existen empresas que reciclen materiales de RCyD, de acuerdo con las respuestas negativas. DGAPA 66.7% No conoce alguna empresa, 33.3% no contestó, DU 100%, DV 100%, DRO 100% tampoco conocen alguna empresa.

Los resultados de los cuatro grupos fueron: 100% No conoce alguna empresa que recicle RCyD

Gráfica 21. Estrategias para reciclar RCyD en otras localidades



No se conocen estrategias estatales, nacionales o internacionales para el reciclaje de RCyD: DGAPA 67%, DU 100%, DV 93.8 y DRO 100%.

Los resultados de los cuatro grupos fueron: 99.8% no conoce estrategias, 0.02% dijo conocer alguna sin mencionar cuál.

4.4. Cálculo de residuos de construcción y demolición

La información recabada en entrevistas y encuestas es útil para proponer indicadores sobre todo en lo que concierne a los RCyD que se generan, manejan y se desechan por las empresas constructoras, así mismo para conocer el nivel de conocimiento sobre el impacto ambiental que puede tener una inadecuada disposición final. Sin embargo, aunque ya se puede responder a las preguntas que se plantearon en el capítulo I, queda una tarea pendiente que es el análisis de lo que puede suceder si de acuerdo con los oficios que se muestran en el anexo A-1, políticas y reglamentos implementados sin basarse en datos empíricos, llevaría al colapso a un relleno sanitario en poco tiempo, lo que obligaría a construir nuevas instalaciones con el consiguiente impacto tanto económico como ambiental.

Con datos calculados del manual de costos (Suárez Salazar, 1994) comprobados con datos empíricos obtenidos de un análisis en obras de demolición y construcción de una vivienda tipo en fraccionamiento de interés social se llevó a cabo un modelo dinámico cuya utilidad es:

- a). mostrar el comportamiento de un relleno sanitario planeado para una vida útil de diez años y
- b). Proponer una herramienta que permite la manipulación de las variables para anticipar diferentes escenarios, de acuerdo con circunstancias diversas ocasionadas por cambios de tipo social, económico o político.

El trabajo en obra proporcionó una cuantificación y clasificación de los RCyD generados en el Fraccionamiento Real de Sevilla ubicado al oriente de ciudad, construido con viviendas en serie del tipo de interés social. Se obtuvieron datos sobre el volumen y peso de los residuos que se generaron por cada m² construido, que presuntamente se enviarían al actual tiradero municipal por sugerencia de la Dirección de Gestión Ambiental y Protección al Ambiente, Estos datos junto con otros que se obtuvo de un análisis similar en una obra de remodelación en la colonia Noroeste ubicada al poniente de la ciudad, se utilizaron en el modelo dinámico.

Cálculo de generación de RCyD de acuerdo con investigación bibliográfica utilizando el libro: Costo y tiempo en edificación (Suárez, 1955). El cuadro 14 muestra las cantidades de material de construcción más usuales en una construcción en procesos para edificación de una obra normal (materiales, procedimientos y acabados) y los porcentajes que se manejan como desperdicio, el cuadro 15 muestra los residuos de una casa habitación de 82 m², tanto en volumen como en peso. En lo que corresponde a actividades de demolición, en el cuadro 16 se muestra la cantidad de materiales que se generan en una obra de ampliación y remodelación.

Cuadro 14. Materiales más utilizados en actividades de construcción (porcentaje de desperdicio de materiales de construcción para una casa habitación tipo de 82 m²)

Porcentaje de desperdicio de materiales de construcción				
Proceso constructivo	Material	Cantidad a utilizar en Ton.	Desperdicio %	Desperdicio Ton.
Pasta de yeso	Yeso	0.834	3	0.024
Pasta de cemento gris	Cemento gris	1.545	3	0.045
Mezclas de cal ó arena	Cal	0.258	3	0.008
	Arena	1.080	8	0.080
Mezclas mortero ó arena	Mortero	0.309	3	0.009
	Arena	1.242	8	0.092
Mezclas cemento - arena	Cemento gris	0.618	3	0.018
	Arena	1.080	8	0.080
Concreto 200Kg/cm2	Cemento gris	0.268	3	0.080
	Arena	0.540	8	0.040
	Grava	0.734	8	0.054
Acero (alambre, alambrón, varilla)	Alambre		10	
	Alambrón		2	
	Varilla		3	
Cimbra de madera	Madera		20	
Colados de elementos de concreto reforzado o integral	Concreto		3	
Muros de tabique común	Tabique	52.44 Pza.	10	0.023 Kg/m2 0.00004 Ton/pza.
Muros de block de cemento	Block		7	

Construcción propia con datos obtenidos de Suárez S., (1994)

Cuadro 15. Cuantificación en peso y volumen de materiales considerados como desperdicio

Residuos de materiales utilizados en la construcción de una obra de 82 m ²				
Concepto	Cantidad (volumen) m ³	Cantidad (peso) Ton.	Desperdicio	
			Vol. m ³	Peso Ton.
Tierra producto de Excavación	20.00		20.00	30.000
Madera	93.29 P.T.		0.216	
Concreto	9.02 m ³		0.270	0.324
Cemento		5.44	0.123	0.163
Arena	14.06 m ³		1.12	1.680
Grava	6.23 m ³		0.494	0.747
Aceros		0.872		0.026
Diesel	0.118 m ³		0.118	
Tabique	6597 pza.		0.721	0.263
Calhidra	0.11 m ³	0.275	0.019	0.022
Cartón asfáltico	108.20 m ²			
Asfalto		188.25 Kg.		0.009
Yeso		5.000 Ton.	0.180	0.120
Total			23.261	33.444

Construcción propia con datos obtenidos de: Suárez S., (1994)

El volumen por m² (m³/m²) de construcción sería como sigue:

$$23.261 \text{ m}^3/82\text{m}^2 = \mathbf{0.039 \text{ m}^3/\text{m}^2}$$

El peso por m² (Ton./m²) de construcción sería:

$$33.444 \text{ Ton}/82\text{m}^2, \text{ o sea } = \mathbf{0.407 \text{ Ton} / \text{m}^2}$$

El cuadro 16 muestra un cálculo de los residuos que se generan en obras de remodelación o ampliación y se han estimado de acuerdo con la observación del comportamiento del retiro de escombros durante el proceso de construcción de una vivienda ubicada en la colonia Ñoroeste de ciudad Obregón (ver figura 29), mientras que en el cuadro 25 se presenta un cálculo de residuos generados por concepto de demolición de acuerdo con datos de bibliografía.

Cuadro 16. Residuos de materiales de obra en remodelación y ampliación

Superficie remodelada	77.00 m ²
Superficie ampliada	143.73 m ²
Camiones de volteo con 12 m ³ de volumen c/u	4
Peso de camión de volteo vacío (tara)	10,220 Kg
Peso de camión de volteo cargado	25,310 Kg
Total de RCyD retirados	60,360 Kg
Peso de RCyD por m ² construido: 60360/143.73=419	419 Kg

Elaboración propia con datos obtenidos en campo



Figura 28. Residuos de remodelación y demolición, (casa en colonia Noroeste, Cd. Obregón, Sonora) y su disposición final

Las cifras obtenidas por medio de cálculo de RCyD que se generan en la construcción de una casa habitación de 82 m² (ejercicio del libro) son muy similares a las que arroja la observación en campo ó la diferencia es de 0.012 ton. Por m² ó por lo tanto, *para el análisis del modelo dinámico se propone la cantidad de 0.407 Ton. x m² para licencias de construcción o ampliación.*

El cuadro 17 muestra las cantidades de residuos que se generan en una obra en demolición de acuerdo con Suárez (1994)

Cuadro 17. Residuos calculados con datos de bibliografía.

Material de desecho que con mayor frecuencia y peso se genera en una demolición		
Concepto	Cantidad (volumen) m ³	Cantidad (peso) Ton.
Concreto	9.02 m ³	19.844
Cemento		5.44
Arena	14.06 m ³	16.872
Grava	6.23 m ³	7.476
Aceros		0.872
Diesel	0.118 m ³	
Tabique	6597 pza.	2.454
Calhidra	0.11 m ³	0.275
Cartón asfáltico	108.20 m ²	
Asfalto	188.25 Kg.	0.188
Yeso	.	5.000
Total		58.241 Ton.

Construcción propia con datos obtenidos de Suárez S., (1994)

Del cuadro 17 se calculó el peso de los residuos por actividades de demolición dividiendo el total entre los m², entonces:

$$58.241 \text{ Ton.} / 82 \text{ m}^2 = \mathbf{0.710 \text{ Ton.} \times \text{m}^2}$$

Con los datos sobre volumen de RCyD en peso y los más recientes (año 2009 los cuadros 24 y 25), es posible estimar el volumen que se genera por cada habitante del municipio de acuerdo con cada actividad tanto en volumen como en peso de la siguiente manera:

Licencias de construcción x volumen en Ton./m²:

$$(134,104 \text{ m}^2 \times 0.407 \text{ Ton./m}^2) = 54,580 \text{ Ton.}$$

Entonces:

$$\text{Toneladas totales} / \text{No. De habitantes} = (54,580/383,145) = \mathbf{0.142 \text{ Ton./habitante/año}}$$

Licencias para ampliación x volumen en Ton./m² :

$$(12,701 \text{ m}^2 \times 0.407 \text{ Ton./m}^2) = 5,169 \text{ Ton.}$$

Entonces:

Toneladas totales / No. De habitantes

$$(5169/383,145) = \mathbf{0.013 \text{ Ton./habitante/año}}$$

Licencias para remodelación x volumen en Ton/m²:

$$(1,567 \times 0.071 \text{ Ton/m}^2) = 111 \text{ Ton}$$

Entonces:

Toneladas totales /No. De habitantes =

$$111/383,145 = \mathbf{0.0002 \text{ Ton./habitante/año}}$$

Licencia para demolición x volumen en Ton/m²

$$(2433 \times 0.71) = 1727 \text{ Ton.}$$

$$\text{Toneladas totales /No. De habitantes} = 1,727/383,145 = \mathbf{0.004 \text{ Ton./habitante/año}}$$

Toneladas totales de RCyD municipio de Cajeme

$$\hat{U} \ 54,580 + 5,169 + 111 + 1,727 = \mathbf{61,587 \text{ Ton.}}$$

En cuanto a lo que se refiere a remodelación, por la dificultad que presenta la cuantificación debido a que depende de las actividades a realizar y los elementos constructivos que se modifican, se ha optado por considerar un 10 % de los desperdicios que se generan en una demolición total (0.071 Ton/ m²).

Cálculo de materiales en obra de vivienda en fraccionamiento.

En el cuadro 18 se presenta el cálculo de materiales de desecho que se generaron en una casa nueva construida en el Fraccionamiento Real de Sevilla al oriente de la ciudad. En la figura 48 se muestran imágenes de los procesos de clasificación y cuantificación de los residuos.

Nota: en 2009 del fraccionamiento analizado se enviaron a vertederos los residuos generados en la construcción de 400 viviendas de 36 m², con un peso estimado de 5,752Ton.

Cuadro 18. Resultados de cuantificación de RCyD casa tipo en fraccionamiento

Casa tipo de 92.04 m2 construida con bloques de cemento en fraccionamiento	
Rocas	654.14 Kg.
Block de cemento	1028.7 Kg.
Cartón y papel	46.4 Kg.
Mangueras poliducto	3.6 Kg.
Metales (alambre, varilla)	6.9 Kg.
Poliestireno	2.9 Kg.
Vigueta para techo	32.0 Kg.
PVC	6.0 Kg.
Yeso	1,560.0 Kg.
Tierra y grava	21821.20 Kg.
Mezcla de cemento-arena	318.80 Kg.
Concreto	930.0 Kg.
Piso cerámico y azulejo	66.2 Kg.
Peso total de residuos	26,476.84 Kg.

Elaboración propia con datos obtenidos en campo

Cálculo de RCyD generados en casa tipo de 92.04 m2: 26,476 Kg. La generación por m2 se calcularía de la siguiente manera $26,476 / 92.04 = 287.6 \text{Kg/m}^2$

Las figuras 29, 30y 31 muestran imágenes del trabajo de campo realizado para la clasificación y cuantificación de los RCyD que se reportan en el cuadro 26.



Figura 29. Vivienda tipo analizada en fraccionamiento y residuos separados



Figura 30. Tierra y rocas como residuos y clasificación para pesaje.



Figura 31. Pesaje de residuos de poco volumen y carga de residuos voluminosos en camión de volteo.

4.6. Resultados del análisis dinámico

A primera vista es notoria la situación del relleno sanitario proyectado para Ciudad Obregón en el municipio de Cajeme, con una simple operación aritmética se podría conocer el resultado: Capacidad del relleno, menos RCyD acumulables en un período de 10 años = déficit o superávit de espacio para disposición, como sigue:

$$180,418 \text{ ó } (80 \times 365 \times 10)$$

$$180,418 \text{ ó } 292,000 = \text{-111,582Ton}$$

La capacidad calculada para un relleno sanitario a diez años, para una población de 383,477 habitantes es de 180,418 Ton. que si se le resta se le resta la generación de 292,000 Ton. de RCyD en un lapso de 10 años, La generación de excede en un 60% la capacidad del relleno sanitario. Aún cuando se diseñe un relleno para 20 años o 50 años, la generación excederá siempre la capacidad si no se toman las medidas adecuadas y se establecen estrategias para reducción, reuso y reciclaje. Lo anterior muestra la necesidad de hacer un análisis con un modelo dinámico que permita visualizar varios escenarios y manipular las variables para mostrar acciones que conduzcan a resultados óptimos y minimicen el impacto ambiental.

El modelo mostrado en las figuras 21 y 22 de Metodologías revelan los siguientes resultados (ver gráficas y tablas en anexos A-6, A-7, A-8 y A-9)

De acuerdo con la primera gráfica generada por el modelo sin reciclaje la capacidad del relleno sanitario (línea 2) se vería rebasada a partir del segundo año.

La segunda gráfica generada por el modelo cuando se utilizan prácticas de reciclaje muestra que transcurrido un lapso de diez años el relleno sanitario aún tendría una capacidad de 157,866 toneladas (línea 2) de acuerdo con la tabla generada, además la generación de RCyD ha llegado a 1,657,755 Toneladas

4.7. Modelo de manejo integral para RCyD

El presente trabajo de investigación permite un acercamiento a la posibilidad de diseñar y proponer un modelo de gestión integral, para lo cual se requiere profundizar en los aspectos políticos, económicos, sociales, para el manejo desde su generación hasta su disposición final, para obtener beneficios ambientales, optimizar en aspectos económicos el manejo, y que sea socialmente aceptado, al responder a necesidades y circunstancias de la localidad. Una gestión integral comprende aspectos que aún no se han definido como los estudios de factibilidad económica, el marco legal y complementario, los sistemas de información y dependiendo de estos la orientación hacia el mercado. El cuadro 19 muestra los principios básicos para una gestión integral de RCyD.

Cuadro 19. Principios básicos para la Gestión de RCyD

Principio	Aspecto
Sostenibilidad y viabilidad	Económico
Promover las inversiones en cuestiones del medio ambiente	
Aplicación del principio de que el contamina paga	
Responsabilidad de los agentes productores	Social
Iniciar campañas de sensibilización y programas ejecutivos	
Prevención y minimización de residuos	Ambiental
Conservación de energía y materias primas	
Proteger los recursos naturales	
Minimizar las características de peligrosidad de los residuos	
Minimizar los volúmenes de residuos que se almacenan temporalmente	
Aumento de reutilización y reciclado de residuos	
Disposición final	

Fuente: Fatta et al. (2003)

En un estudio de Elias-Özkan (2001), se aborda el tema de la gestión integral de RCyD con medidas para un proceso de reciclaje en una gestión pública con aspectos normativos, técnicos, de financiamiento y de evaluación y seguridad.

- ❖ Un mecanismo de control; un departamento para permisos de construcción y demolición
- ❖ Aprobar una resolución que obligue a los constructores a presentar un plan de acción para demolición, antes de iniciar el trabajo, documento que indique con claridad los procedimientos de demolición
- ❖ Materiales a ser recuperados
- ❖ Cantidad de material de albañilería, concreto y piedra
- ❖ Necesidades para la disposición final; inspección del sitio antes de otorgar el permiso de construcción
 - Penalizar a los propietarios si se realiza demolición sin permiso de demolición
 - Otorgar permisos de demolición solo si se aprueba el plan presentado por el contratista
 - Solo se podrán depositar desperdicios en lugares aprobados y vigilados

- Presentación de recibos para solicitar permisos de construcción o demolición
- La responsabilidad de presentar recibos sería de la empresa encargada de demolición. Estas medidas de control deberían servir para reducir la cantidad de residuos que se depositan en los vertederos y aumentar la cantidad de aquellos que pueden ser reciclados

Para la gestión se proponen por el Tecnológico de Chetumal (2004) las acciones en el siguiente orden:

- ❖ Diagnóstico de los volúmenes, origen y características de los RCyD, así como el manejo en la actualidad.
- ❖ Partiendo del estudio del diagnóstico elaborar un plan de gestión, considerando factores económicos, sociales, culturales, y políticos, enfocándose a prevenir la generación, su valorización y así minimizar la disposición final.
- ❖ Elaborar un anteproyecto de infraestructura necesaria para revalorar (reutilizar y reciclar) y disponer considerando una visión prospectiva de crecimiento a mediano plazo.
- ❖ Proponer un marco regulatorio con instrumentos para permitir al municipio que se fortalezca en este ámbito, propiciando una participación activa de la industria y la sociedad.
- ❖ Proponer una campaña para informar ampliamente con capacitación ambiental y concientizar a las instituciones, organismos y personas involucradas en el tema, con la finalidad de que entiendan más a fondo la problemática y tengan mejor disposición para colaborar.

4.7.1. Propuesta de modelo para manejo integral de residuos de construcción y demolición

Para finalizar se presenta un modelo para el plan de manejo integral de RCyD como inicio para abordar el tema de la gestión integral a partir del estudio diagnóstico realizado en Ciudad Obregón (figura 38)

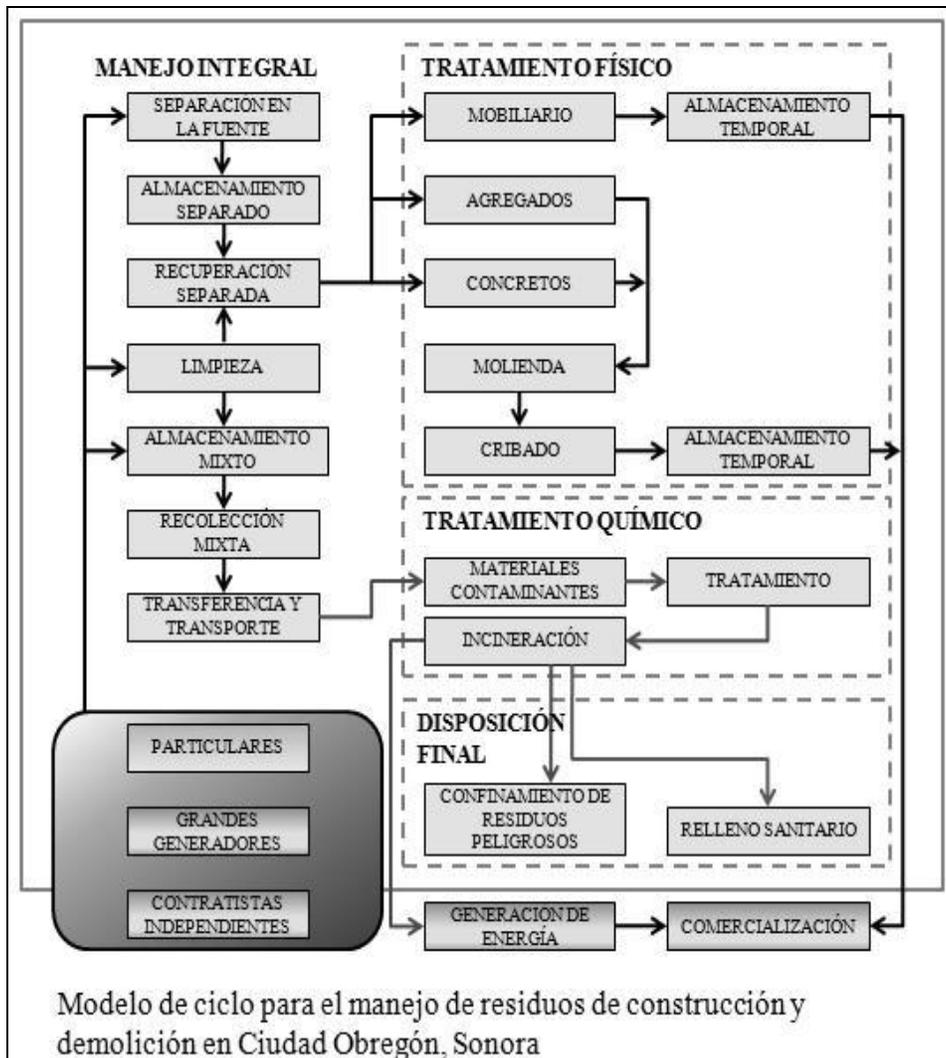


Figura 32. Propuesta de modelo para manejo integral de RCyD

El proceso para el manejo propuesto en la figura 32 comprende 4 etapas

1.- El manejo integral que involucra la generación de residuos de construcción y demolición por empresas particulares, contratistas independientes y grandes generadores. Algunos tipos de materiales como remanentes de agregados, tabiques, cerámicas, concreto o mezclas de cemento o cal, utilizados en procesos de construcción pueden separarse en obra para procesos de recuperación y reciclaje, y ser almacenados de manera separada para comercialización previo tratamiento físico. Otros materiales procedentes de actividades de limpieza de obra o que se recolectan y depositan en forma mixta como pedazos de madera, tubería en mal estado, tabla roca, impermeabilizante, cartón, papel, etc. serán transportados para un tratamiento químico.

2. Tratamiento físico.- en esta etapa se requiere un tratamiento diferente según el tipo de material:

2.1. Los elementos arquitectónicos como ventanas, puertas, marcos metálicos, muebles, no reciben tratamiento y se envían a un almacén temporal para su comercialización

2.2. Los agregados como arenas y gravas, así como residuos de concreto y mezclas de materiales aglutinantes como cal o cemento se transportan a la molienda para reducirlos y someterlos a un proceso de cribado, de manera que se puedan utilizar como áridos reciclados en elementos no estructurales como concretos para banquetas y guarniciones, rellenos, o fabricación de ciertos tipos de tabiques o bloques de cemento.

2.3. Se envían a un almacén temporal para comercialización.

3.- La etapa de tratamiento químico se utiliza para la eliminación de algunos materiales contaminantes o peligrosos como aceites, solventes, amianto; de tal manera que durante un proceso de incineración pueden generar energía comercializable y una vez reducidos y limpios se puedan enviar a su disposición final.

4.- Para la disposición final los residuos provenientes de incineración se envían al confinamiento de residuos peligrosos o al relleno sanitario donde servirán como cobertura de residuos sólidos urbanos.

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones.

5.1. Discusión

Los resultados de la observación directa y la revisión de la bibliografía muestran como el auge de la construcción de viviendas en serie ha incrementado la generación de RCyD y por lo tanto los problemas de su disposición final como mencionan Rivera y Gutiérrez (2007). Por otra parte la observación directa y los datos históricos muestran que en Ciudad Obregón un importante porcentaje de viviendas ya han cumplido con el ciclo de vida útil de los materiales con los que fueron construidas (Salas, 2008) y tomando en cuenta los edificios comerciales e industriales que se encuentran en la misma condición, como se ha detectado en otros países como España, (Ministerio de la Presidencia, 2009), construcciones que sirvieron para la industria agrícola utilizados en forma de almacenes, molinos o fábricas. Estos edificios incrementarán en un futuro no muy lejano la generación de RCyD. Aunque esto no es tema de este trabajo, tiene influencia en el análisis de comportamiento de vertederos controlados a los cuales se pretende utilizar como lugares de disposición final que verán rebasada su capacidad como muestran los escenarios generados por el modelo dinámico que muestran como en un lapso menor a dos años los RCyD ocuparían todo el espacio destinado a RSU, causando un problema mayor que el 48% de RCyD que reportan que ocupa espacio en los vertederos de Hong Kong de acuerdo con Begum et al. (2006); Chen et al. (2002). Lo anterior por falta de técnicas de recuperación y reciclaje con tecnologías adecuadas como menciona Trejo (2002).

En ciudad Obregón los RCyD son considerados como de manejo especial, razón por la cual se ha propuesto que sean enviados al tiradero municipal de acuerdo con los oficios que se muestran en los anexos A-1 y A-2, que conceden permiso para utilizar el tiradero (basurón) municipal como vertedero de RCyD. Lo anterior revela que no se da importancia a la revalorización como indica el estudio del Instituto Tecnológico de Chetumal (2005). Por otra parte los mismos documentos hacen mención de que se carece de instalaciones o medios para hacer separación, sin embargo, como mencionan Bianchini et al. (2004) uno de los factores que influyen para no aprovechar los RCyD y verterlos en lugares inadecuados es la falta de centros de acopio y plantas de tratamiento que ha traído como consecuencia la disposición en lugares inadecuados como orillas de caminos, márgenes de canales de riego, terrenos hundidos y tiraderos clandestinos trayendo como consecuencia un deterioro de suelo por contaminación. Además la estrategia propuesta para llevar los RCyD para depositarlos en el

basurón municipal implica otro tipo de deterioro (Salas, 2008): a). La distancia de diez Km. desde la ciudad acarrea una inversión económica y de energía; b). Deterioro de la calidad del aire por polvo y emanaciones de CO₂; c). Deterioro de la calidad del agua (el tiradero municipal se ubica en una corriente de agua con escurrimientos que bajan por un arroyo que atraviesa el norte de la ciudad y finalmente d). Propicia el uso de tiraderos clandestinos en la periferia de la ciudad.

Las entrevistas guiadas y encuestas revelan una carencia de estrategias, normas y reglamentos para la minimización de RCyD desde la reducción y separación en la fuente, el transporte y la disposición final, estas en cierta forma dependen de la voluntad de los actores, Martínez (1999) hace mención de que las relaciones entre grupo son guiadas por normas o reglas dentro de un marco jurídico (el cual no existe en el municipio de Cajeme) Aún cuando se ha encontrado que los generadores de grandes volúmenes de RCyD como los desarrolladores de vivienda están dispuestos a colaborar e incluso han solicitado soluciones al problema de la disposición de sus residuos.

En lo que se relaciona con el marco jurídico para controlar la generación y manejo de los RCyD se encontró que los sectores encuestados están conscientes de la necesidad de establecer normas y reglamentos locales para este tipo de residuos, que no deben ser tratados como de manejo especial para aprovecharlos en una etapa de revalorización como se menciona por el Instituto Tecnológico de Chetumal (2005) y evitar impactos negativos en el medio ambiente.

De acuerdo con los objetivos que ha propuesto el Tecnológico de Chetumal, el análisis de volúmenes y composición de RCyD en Ciudad Obregón cumple con el primero de ellos para a partir del conocimiento de cantidades y características se pueda iniciar la elaboración de un plan de manejo.

En la cuantificación de los RCyD generados en obras en construcción de remodelación, ampliación y construcción se han encontrado similitudes en relación con cálculos de fuentes bibliográficas. Hay diferencia en la generación de reportada de casa tipo en la que se llevó a cabo el pesaje con el calculado con el manual de Suárez (1994).

A partir de las definiciones sobre manejo de RCyD de la norma NADF-007-RNAT-2004 para el D. F, las consideraciones sobre revalorización y consumo de energía de Salas (2008) figuras 11 y 17, la literatura consultada, la experiencia obtenida en los procesos de observación, entrevistas y encuestas, así como el trabajo de campo y la aplicación de datos en un modelo dinámico, se elaboró el modelo para el manejo integral de los RCyD que se muestra en la figura 32.

5.2. Conclusiones

Los resultados de este trabajo presentan una alternativa para analizar más a fondo el comportamiento de la generación y manejo de los RCyD para llevar a cabo la elaboración de un sistema de modelación dinámica. Sin embargo, con estudios más a fondo incluyendo la generación de residuos de limpieza municipal, obra civil y posiblemente variables exógenas como la migración urbana, crecimiento económico y otras se tendría un escenario más completo. No obstante, se tiene un buen punto de partida para analizar el impacto en el medio ambiente de los RCyD de edificios cuyos materiales han cumplido su ciclo de vida útil o el problema de la disposición final en lugares clandestinos.

El uso de modelos dinámicos permite manipular los escenarios de acuerdo con cambios en las variables, sin embargo, es preciso señalar que el análisis indica que se requiere mayor profundidad en estos estudios para definir y proponer una gestión integral que cumpla con los requerimientos para la protección del medio ambiente por medio de las 4Rø: Reducción, Recuperación, Reutilización y Reciclaje. En cuanto al comportamiento de las variables en el modelo dinámico elaborado, el crecimiento de la población prácticamente nulo o más bien decreciente, no tiene una influencia para el comportamiento de las variables dependientes, sin embargo, si se toma en cuenta que no son indicadores estáticos, sino que en un momento puede cambiar de acuerdo a circunstancias diversas derivadas de cambios en otras variables exógenas como el mejoramiento de la calidad de vida, la migración del campo a la ciudad, el desarrollo y crecimiento económico, es que se ha tomado en cuenta como variable que a su vez depende de las anteriores, pero que puede ser manipulada para presentar cambios en los escenarios esperados.

En lo que corresponde a las variables de licencias de construcción, se requiere un mayor control con una base de datos más organizada para registrar la generación, manejo y

disposición final de RCyD. Otro aspecto importante a tomarse en cuenta es el ámbito legal, ya que se requieren normas y reglamento para controlar el manejo.

De acuerdo con la revisión de la literatura, en Ciudad Obregón como en cualquier otra ciudad se requieren como primeras acciones para proponer un modelo de gestión:

- Conocer quién genera estos desperdicios
- Qué volumen se genera
- Cuál es su composición
- Cómo es el almacenamiento temporal
- Cómo se recolecta y transporta
- Dónde se deposita.

La propuesta de manejo integral involucra a los actores (empresas constructoras, contratistas independientes y sociedad en general) y a las autoridades municipales para implementar acciones y estrategias, y emitir reglamentos actualizados por autoridades en los tres niveles de gobierno (municipal, estatal y federal). En ese sentido los observatorios Urbanos Locales (no existe en Ciudad Obregón) son un medio para implementar estrategias, creando una base de datos con indicadores que promuevan un desarrollo sustentable con la participación de ciudadanos, académicos y organismos públicos y privados para responder a temas propuestos por la Agenda 21, particularmente en lo que se refiere a Residuos sólidos, calidad del aire, calidad del agua entre otros.

En Ciudad Obregón no existe una reglamentación sobre residuos de construcción y demolición, se mencionan solamente los residuos sólidos urbanos y dentro de estos los RCyD como de manejo especial. Los reglamentos, tanto estatal como municipal no mencionan cuestiones relacionadas con la separación, el transporte, ni la disposición final controlada de los RCyD. Lo anterior permite aprobar acciones como el depósito de RCyD sin supervisión ni previo tratamiento lo cual ocasionará que un relleno sanitario diseñado para una vida útil de

diez años, se vea saturado de residuos de construcción y pierda su capacidad para recibir residuos sólidos urbanos, trayendo como consecuencia un problema de carácter económico por la necesidad de abrir nuevos rellenos en muy corto plazo y ocupar más terrenos con características geológicas e hidrológicas que los declaren con aptitud para este tipo de instalaciones.

El mayor porcentaje de material residual de las construcciones de fraccionamientos o de cualquier otro tipo es tierra producto de excavación, que al haberse extraído como material natural, es posible reintegrarlo al medio ambiente en la misma condición, si se evita su contaminación con otros materiales como: polvos aglutinantes (cal, cemento, yeso, aceros, frígolith, solventes, basura orgánica y otros). El cuadro 26 con datos empíricos obtenidos del análisis de clasificación y cuantificación de RCyD en una casa tipo muestran que el 82% (21.821Ton. de 26.476 Ton. de RCyD) son de este tipo de residuos al construir fraccionamientos de interés social.

A pesar de que se considera a los residuos de construcción y demolición como no peligrosos, los lixiviados pueden contener sustancias contaminantes que impactan negativamente en las aguas superficiales o del subsuelo, estos residuos requieren ser tratados antes de ser depositados en lugares controlados.

Existe desinformación en los actores involucrados en el diseño y construcción de proyectos habitacionales acerca del impacto ambiental que producen materiales potencialmente contaminantes, pero hay buena disposición para llevar a cabo separación de residuos y se acepta que es necesaria la instalación de centros de acopio y reciclaje de los RCyD para ser valorizados y comercializados para incorporarlos a procesos constructivos o al medio ambiente previo tratamiento.

Es posible aprovechar los residuos de construcción y demolición para fabricar materiales secundarios, especialmente los que se componen de concreto o son mixtos por ejemplo ladrillo y mortero, para lo cual se debe promover la separación en fuente y el reciclaje. El mayor volumen de residuos reciclables que se genera en los fraccionamientos con viviendas de interés social corresponde al block de cemento que puede ser triturado para convertirse en subproductos como tabicón o árido reciclado (AR) para rellenos

5.3. Recomendaciones

Para proponer una gestión y manejo integral de RcyD es necesario:

1°. Conocer la situación que guarda la generación y disposición de este tipo de residuos, para lo cual se hace necesario un estudio diagnóstico más a fondo que permita conocer cómo se generan cuáles son sus tipos, volumen y cómo se manejan en la actualidad, para lo cual se requiere llevar a cabo levantamientos de campo que incluya más consultas a expertos, entrevistas a autoridades, constructores, transportistas y otras personas relacionadas con este tema.

2°. Elaborar estrategias para minimización de los residuos basándose en propuestas de optimización de procedimientos de construcción empezando desde el diseño arquitectónico y sus procedimientos de construcción.

3°. Implementar estrategias para captar los residuos, separarlos en obra, fomentar el reuso y reciclaje y propiciar la entrega voluntaria en centros de acopio accesibles y estratégicamente ubicados para el tratamiento de aquellos potencialmente contaminantes, logrando ahorro de energía en el transporte, y con la revalorización utilizando estrategias de mercadotecnia para detectar preferencias de subproductos por la sociedad y evitar en lo posible el verterlos en tiraderos clandestinos.

4. Llevar a cabo una amplia difusión de los procedimientos y beneficios que acarrea un manejo integral de los residuos de construcción y demolición para el medio ambiente y el bienestar de la población en general

5. Involucrar a las autoridades para que la gestión se encuentre dentro del marco de las leyes generales para prevención y manejo de residuos en ámbitos nacional, estatal y municipal, así mismo involucrar la participación de la sociedad en general para asegurar el éxito de estas acciones, para lo cual se propone:

- ❖ Integrar Cuerpo Académico (CA) que trabaje en una línea de investigación sobre Desarrollo Sustentable con el tema de los residuos de Construcción y Demolición

- ❖ La formación de un Observatorio Urbano con organismos públicos y privados locales, participación ciudadana y académicos para formular políticas urbanas que respondan a temas de la Agenda 21, sobre todo en lo que se relaciona con residuos urbanos y su disposición. Este organismo con la función del monitoreo, seguimiento, difusión de las estrategias y acciones para el manejo integral de los RCyD.

- ❖ La elaboración de una Agenda local en el observatorio urbano con temas de Medio Ambiente y Ecología, en lo que se relaciona con calidad del aire, calidad del agua, contaminación, imagen urbana y disposición de residuos.

Entre otras una de las propuestas del Observatorio Urbano Local de Ciudad Obregón (OULCO) debe ser el establecimiento de un programa de incentivos para el cumplimiento de las reglas para manejo integral de los RCyD, tales como acciones del gobierno municipal para la subvención de materiales reciclados y fomentar su uso, crédito fiscal para las empresas que utilicen en sus procesos constructivos los materiales subproductos de reciclaje. Pero, también penalizar a empresas que utilicen solamente materiales naturales con incremento en impuestos, quienes no presenten planes de manejo de RCyD o no cumplan con los mismos.

Referencias bibliográficas

- Adams, K. T., Phillips, P. S., Morris, J. R. (2000). A radical new development for sustainable waste management in the UK: the introduction of local authority Best Value legislation. *Resources, Conservation and Recycling* 30 (2000) 221-244
- Ayuntamiento de Cajeme (1999). Reglamento en materia de preservación, conservación y restauración del equilibrio ecológico y el mejoramiento del ambiente para el municipio de Cajeme. *H. Ayuntamiento de Cajeme*
- Ayuntamiento de Cajeme (2010). Reglamento del equilibrio ecológico y protección al ambiente para el municipio de Cajeme. *H. Ayuntamiento de Cajeme*. Consultado el 8 de mayo de 2011 de http://www.obregon.gob.mx/es/Cajeme/Reglamento_de_Ecologia
- Barrera-Roldán, A. y Saldívar -Valdés, A. (2002). Proposal and application of a Sustainable Development Index. *Ecological Indicators* 2 (2002) 251-256
- Baud, I., Grafakos, S., Hordijk, M., Post, J. (2001). Quality of life and alliances in Solid Waste Management: *Contributions to Urban Sustainable Development Cities*, 2001: 18 (1), 3-12
- Begum, R. A., Siwar, Ch., Pereira, J. J., Jaafar, A. H. (2006). A benefit-cost analysis on the economic feasibility of construction waste minimisation: The case of Malaysia, *Resources, Conservation and Recycling*. 2006: 48 (1) 86-98
- Bergsdal, H., Bratteb, H., Bohne, R. A., Müller, D. (2007). Dynamic material flow analysis for Norway's dwelling stock, *Building Research & Information* 2007; 35(5) 557-570.
- Bernache, Bazdresch, Cuellar y Moreno (1998), *Basura y Metrópoli*, Gestión social y pública de los residuos sólidos municipales en la zona metropolitana de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, Universidad de Guadalajara
- Bianchini, G., Marrochino, E., Tassinari, R., Vaccaro, E. (2005). Recycling of construction and demolition waste materials: a chemical-mineralogical appraisal, *Waste Management*, 25, 149-159.
- Bours E. (2004). Plan Estatal de Desarrollo, Sonora 2004-2009. Obtenido el 12 de septiembre de 2007 de: <http://www.sonora.gob.mx/transparencia/>
- Brundtland, G.H. (1989). Protecting the Global Commons. *Earth Ethics*, Fall, 12.
- Calderón F. (2007). *Plan Nacional de Desarrollo*. Obtenido el 12 de septiembre de 2007 de: <http://pnd.presidencia.gob.mx/>
- Cárdenas-Jirón L. A. (1999). Definición de un marco teórico para comprender el concepto de desarrollo sustentable. Chile obtenido el 4 de noviembre de 2008 de: <http://revistaurbanismo.uchile.cl/n1/4.html>

- Chacón, R. y Silva, D. (2001). Las comunidades residenciales hacia el desarrollo sostenible. (Modalidad: Oral) . 2do Congreso Internacional de Urbanismo y Medio Ambiente, *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*. Puebla, México. Mayo 2001
- Chang N., Huang, W., Lin, D., Lin, K. (2002), Recycling of construction and demolition waste via a mechanical sorting process. *Resources, Conservation and Recycling* 37 (2002) 23-37. Consultada de
- Chen, Z., Li, H. y Wong, C. (2002). An application of bar-code system for reducing construction wastes, *Automation in Construction* 11 (2002) 5216 53
- CIFAL. (2004) Informe Final, Seminario: Gestión integrada de Residuos Sólidos. Obtenido el 16 de junio de 2008 de: Centro Internacional de Formación para las Autoridades y los Actores Locales CIFAL
http://dcp.unitar.org/IMG/pdf/Informe_FINAL_CIFAL_Curitiba_Mayo_2004.pdf
- Cochran, Townsend, Reinhart y Heck (2007) Estimation of regional building-related C&D debris generation and composition: Case study for Florida, US, *Waste Management* 27 (2007) 9216931.
- Edwards, B. (1999).. Sustainable architecture: European directives and building design. *2nd ed. Oxford: Architectural Press*; 1999. (De resources, Conservation and Recycling 47 (2006) 209-221).
- Elias-Özkan, S. T. (2001), Recycling rubble into aggregates: a model for local governments, *Habitat International* 25 (2001) 4936502.
- Enkerlin, E. C., Cano, G., Garza, R. A., Vogel, E. (1997). Ciencia ambiental y desarrollo sostenible. *International Thompson Editores*. México, D. F.
- (Environmental Protection Agency (2000). Buildings Savings: Strategies for Waste Reduction of Construction and Demolition Debris from Buildings. (EPA-530-F-00-001). USA
Recuperado de
<http://www.epa.gov/wastes/nonhaz/municipal/pubs/combined.pdf>
- Environmental Protection Agency (2009), Reduce and reuse. .EPA, USA. Consultado el 15 de septiembre de 2009
http://www.epa.gov/wastes/conservation/rrr/imr/cdm/pubs/decon_br.pdf
- Esin, T. y Cosgun, N. (2006) A study conducted to reduce construction waste generation in Turkey, *Building and Environment* 42 (2007) 166761674.
- Fatta, D., Papadoupoulos, A., Avramikos, E., Sgorou, K., Moustakas, F., Kourmoussis et al. (2003), Generation and management of construction and demolition waste in Greeceô an existing challenge, *Resources, Conservation and Recycling* 40 (2003) 816 91.
- Hardoy, J., Mitlin, D., Satterthwaite, D. (1992). Environmental problems in third world cities. *Earthscan Publications*. London.

- INE, SEMARNAP (1997) . Estadísticas e indicadores de inversión sobre residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos de México. *INE, SEMARNAP 1997*. Edit. Instituto Nacional de Ecología.
- Instituto Tecnológico de Quintana Roo. (2005). Propuesta de Plan Específico para la Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición en el Estado de Quintana Roo. *Instituto Tecnológico de Chetumal*. Chetumal, Q. Roo. Consultado de <http://www.educaedu.com.mx/propuesta-de-plan-especifico-para-la-gestion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-en-el-estado-de-quintana-roo-master-13238.html>
- Khalaf, F. M., y DeVenny, A. S. Recycling of demolished masonry rubble as coarse aggregate in Concrete: review. *ASCE J Mater Civil Eng* 2004:331640.
- Kartam, N., Al-Mutairi, N., Al- Ghusain, I., Al-Humoud, J. (2004). Environmental management of construction and demolition waste, *Waste Management* 24 (2004) 104961059.
- Lauritzen, E. K. (1999). Emergency construction waste management. *Safety Science* 30 (1998) 45-53.
- Lessur, L. (2001) Manual de manejo de la basura, *Trillas*, México.
- Martínez E. (2007) Uso del Software Stella. Tomado de: <http://www.uantof.cl/facultades/csbasicas/Matematicas/academicos/emartinez/Dinamica/manualstella/manual.html> el 16 de junio de 2011).
- Martínez, J. (1999) Manual básico de economía òLa economía de mercado, virtudes e inconvenientesö obtenida el 18 de junio de 2008, de <http://www.eumed.net/cursecon/1/instconcepto.htm>
- Ministerio de la Presidencia del Gobierno de España. Real Decreto 105/2008 en el Boletín Oficial (BOE 038 de 13/02/2008, Sección I Página 7724 a 7730, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición. Modificado el 17/10/2009. Recuperado de www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?coleccion=iberlex&id=2008/02486
- Mulder, E., Jong T., Feenstra, L. (2007) Closed Cycle Construction: An integrated process for the separation and reuse of C&D waste, *Waste Management* 27 (2007) 140861415.
- Nader. R. M., Abi Salloum B., Karam, N. (2008) Environment and sustainable development indicators in Lebanon: A practical municipal level approach. *Ecological indicators* 8 (5 september 2008) p.771-777.
- Nebel, B. J., Wright, R. T., Richard T., Dávila F. (1999). Ciencias Ambientales, Ecología y desarrollo sostenible (6ta. Ed.) *Prentice Hall*. México, D. F.

- Nunes, K. R. A., Malher, C. F., Valle, R., Neves, C. (2006) Evaluation of investments in Recycling centres for construction and demolition wastes in Brazilian municipalities. *Waste Management* 27 (2007) 1531-1540.
- Ojeda-Benitez, S., Armijo-de-Vega, C., Ramirez óBarreto, M. E. (2002) Formal and informal recovery of recyclables in Mexicali, Mexico:handling alternatives. *Conservation and Recycling* Vol. 34 pp 273-288 .
- Ojeda-Benitez, S., Armijo-de-Vega C., Ramirez -Barreto, M. E. (2003) Characterization and quantification of household solid wastes in a Mexican city. *Resources, Conservation and Recycling* Vol. 39 pp 211-222.
- Ott D. (2006) Oferta y Demanda de Recursos Minerales Secundarios en Medellín, Colombia. Un Modelo Dinámico. Instituto de Ingeniería Ambiental, ETH Zurich, Suiza.
- Perez, L. (1994). The amazing recyclability of construction and demolition wastes. *Solid Waste Technol* 1994., *Resources, Conservation and Recycling* 37 (2002) 23-37).
- Rao, A., Kumar N. Jha, K. N., Misra, S. (2007), Use of aggregates from recycled construction and demolition waste in concrete, *Resources, Conservation and Recycling* 50 (2007) 71681.
- Rivera, C. J., y Gutiérrez, C. (2004) Análisis del impacto ambiental por la inadecuada disposición de residuos de la construcción y demolición en el Valle de México y propuestas de solución, *Primer Encuentro Nacional de Expertos de Residuos Sólidos, en el marco del 50 aniversario de UABC*. Universidad Autónoma de Baja California
- Rojas Soriano Raúl (2006) Guía para realizar investigaciones sociales, *IPN y Plaza Valdés*, México, D. F.
- Rojas Caldelas R., Gaona, T. Arredondo, J., Peña, C., Corona, E., Venegas, F., et al. (2005) Planeación Urbana y Regional, *Universidad Autónoma de Baja California*, México
- Salas Espíndola Hermilo (2008), Una nueva Visión, Arquitectura y Desarrollo Sustentable, *EDAMEX, UNAM*, México, D. F.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*, México, D. F.
- Secretaría del Medio Ambiente del D. F. (2006). Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2004, que establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción en el Distrito Federal, *Gaceta Oficial de distrito Federal*, 12 julio 2006
- Suarez Salazar Carlos (1994) Costo y Tiempo en Edificación, *Editorial Limusa*, México, 13va Edición

- Tam, V, W. Y. y Tam, C. M. (2006). A review on the viable technology for construction waste recycling, *Resources, Conservation and Recycling* 47 (2006) 2096221. Consultada de www.elsevier.com/locate/resconrec
- Thomas C. (1999) Waste management and recycling in Romania: a case study of technology transfer in an economy in transition. *Technovation* 19 p. 365-371
- Trejo R. (1994) *Procesamiento de la basura urbana* (4ta. Ed. 2002), Editorial Trillas.) México, D. F.
- Villa M., Casillas R. y Arreola J. (2009) Desarrollo Sustentable, Fundamentos y perspectivas. Instituto Tecnológico Superior de Cajeme. Ciudad Obregón, Sonora. Versión electrónica proporcionada por el autor.
- Villanueva, F. (2006) Plan Municipal de Desarrollo 2006-2009. consultado el 12 de septiembre de 2007 de: <http://www.obregon.gob>
- Wang, J. Y., Touran, A., Christoforou, C., Fadlalla, H. (2004). A systems analysis tool for construction and demolition wastes management, *Waste Management* 24 (2004) 9896-997
- Yang, K., Xu, Q., Townsend, T., Chadik, P., Bitton, G. Booth M. (2006). Hydrogen Sulfide generation in simulated construction and demolition debris landfills: impact of waste composition. *Air & Waste Manage, Assoc.* 56: 1130-1138. University of Florida , Gainesville, FL.

ANEXOS

A-1 Documentos para permisos para uso de tiradero en disposición final de RCyD



AYUNTAMIENTO DE CAJEME
ESTADO DE SONORA

H. AYUNTAMIENTO DE CAJEME
SECRETARÍA DE DESARROLLO
URBANO, OBRAS PÚBLICAS Y
ECOLOGÍA.
DIRECCIÓN DE ECOLOGÍA Y PROTECCIÓN
AL MEDIO AMBIENTE



2009, "AÑO DE LA LECTURA"

No. Oficio: DEPA-124/09

ASUNTO: PERMISO USO DE BASURÓN

Ciudad Obregón, Sonora a 29 de Enero de 2009.

EDIFICADORA PIBO, S.A DE C.V.
PEQUEÑA INDUSTRIA # 2145.
PARQUE INDUSTRIAL.
CIUDAD.

En atención a su solicitud de fecha 29 de Enero del presente año, en relación a autorización para confinamiento de residuos sólidos urbanos, de la empresa Edificadora PIBO, S.A de C.V., tengo a bien informarle que:

De conformidad con las atribuciones que nos confiere el Reglamento en Materia de Preservación, Conservación y Restauración del Equilibrio Ecológico y el Mejoramiento del Ambiente para el Municipio de Cajeme, en la SECCION III REFERENTE A LA PROTECCIÓN DEL SUELO Y DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES, según Artículos 88, 91, 92, 94 y 95, relacionados a la responsabilidad de la generación, almacenamiento, manejo, transporte y destino final de los residuos sólidos urbanos y la debida declaración Anual de residuos sólidos industriales así como el manifiesto de transporte y disposición final de los mismos.

La empresa Edificadora PIBO, S.A de C.V., queda autorizada para disponer los residuos sólidos urbanos, en el basurón Municipal de esta Ciudad, siempre y cuando se cumplan las siguientes condicionantes:

- 1.- Deberá disponer en el basurón Municipal de Cajeme, los residuos sólidos urbanos, en unidades descritas en el formato de solicitud, (CAMION VOLTEO FREIGHTLINER MODELO 2006 PLACAS US 50629 COLOR BLANCO).
- 2.- Deberá de realizar el pago correspondiente en Tesorería Municipal de Cajeme por concepto de disposición de residuos sólidos urbanos. Este permiso será válido por un año, debiéndose de revalidar el 30 de Enero del 2010.

ATENTAMENTE
EL DIRECTOR

M.V.Z. HELIODORO ENCINAS NAVARRO.

C.c.p. Ing. Marcelo Aguilar González. Srio. Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Ecología.
C.c.p. Archivo.

Cajeme
2006 • 2009
Más Esfuerzo • Maiores Resultados

Calle Hidalgo y Sinaloa #101, Col. Centro, C.P. 85000, Ciudad Obregón, Son. Tel: (644)4105192 ext.1822

A-2. Declaración de incapacidad para separar residuos por Ayuntamiento de Cajeme



DEPENDENCIA: SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO,
OBRAS PÚBLICAS Y ECOLOGÍA
SECCIÓN: DESPACHO DEL SECRETARIO
OFICIO: SDUOPE-01/0229-10
ASUNTO: SEPARACIÓN DE RESIDUOS

2010 Año del Bicentenario de la Independencia y
Centenario de la Revolución

Cd. Obregón, Son. a 26 de Agosto de 2010

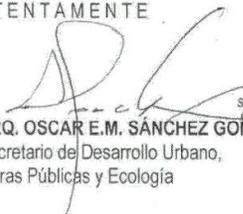
ING. JOSÉ ANTONIO ITURRIBARRÍA FÉLIX
Desarrolladores de Vivienda del Sur de Sonora, S.C.
Presente.-

Sirva el presente para saludarle y comentarle en relación a su solicitud sobre si este H. Ayuntamiento está en posibilidades de separar los residuos orgánicos e inorgánicos de los desarrollos habitacionales que están ustedes construyendo, de acuerdo con el Lineamiento 00039 "Lineamientos para la Prestación de Servicios de Verificación y Dictaminación de Vivienda en el RUV V.2"

Al respecto le comentamos que este H. Ayuntamiento no tiene capacidad por el momento para separar la basura orgánica e inorgánica, haciéndolo de su conocimiento para los fines que estimen convenientes.

Sin otro particular, quedo a tus órdenes.

ATENTAMENTE



SRIA. DE DESARROLLO URBANO
OBRAS PÚBLICAS Y ECOLOGÍA
ARQ. OSCAR E.M. SÁNCHEZ GONZÁLEZ
Secretario de Desarrollo Urbano,
Obras Públicas y Ecología

c.c.p. Arq. Ramón E. Méndez Sainz, Director de Desarrollo Urbano
c.c.p. Archivo y Minutario



5 de febrero E Hidalgo, Col. Centro, C.P. 85000
Ciudad Obregón, Sonora

www.cajeme.gob.mx

DOCUMENTO OFICIAL • H. AYUNTAMIENTO DE CAJEME

A-3 ENTREVISTA ESTRUCTURADA (FORMATO)

Generación, manejo y disposición de residuos de construcción y demolición en Cd. Obregón, Son.

FECHA: ____/____/ 2010

NOMBRE DE LA EMPRESA: _____

NOMBRE Y PUESTO DE LA PERSONA ENTREVISTADA: _____

INDICADORES A EXPLORAR: GENERACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y COMPOSICIÓN GENERACIÓN

¿QUÉ CANTIDAD DE M2 SE CONSTRUYEN POR ESTA EMPRESA EN UN AÑO?

¿CUÁL ES EL TIPO DE EDIFICACIÓN QUE MÁS CONSTRUYEN?

RESIDENCIAL _____ COMERCIO _____ OFICINAS _____ EDIF. PÚBLICOS _____

SI CONSTRUYE VIVIENDA, ¿CUÁL ES EL TIPO QUE MÁS CONSTRUYE?

ECONÓMICA (HASTA 50.00 M2 ACREDITADOS 2 A 8 SALARIOS MÍNIMOS) _____
VIVIENDA MEDIA (100.00 M2 A 200.00 M2 8 A 65 SALARIOS MÍNIMOS) _____
RESIDENCIAL 200.00 M2 O MÁS _____

¿SON LAS VIVIENDAS QUE MÁS CONSTRUYEN, DE TIPO FRACCIONAMIENTO? SÍ _____
NO _____

¿EN QUÉ TIPO DE VEHÍCULO SE RETIRAN Y TRASPORTAN LOS RESIDUOS QUE SE GENERAN EN LA OBRA?

PARTICULAR PROPIO _____ PARTICULAR _____
JENO _____ CONCESIONARIO _____ PERMISIONARIO _____

-

¿LOS VEHÍCULOS QUE SE UTILIZAN PARA RETIRO Y TRASPORTE DE RESIDUOS SON:

VOLTEO _____ CAMIONETA (PICK UP) _____ OTRO _____

¿CONOCE O TIENE IDEA DEL SITIO EN EL QUE SE DEPOSITAN LOS RESIDUOS EN LA DISPOSICIÓN FINAL? SÍ _____ NO _____

¿CONOCE ALGÚN TIPO DE POLÍTICA O REGLAMENTO MUNICIPAL, ESTATAL O NACIONAL QUE REGULE LA GENERACIÓN, ACARREO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN?

SÍ _____ ¿CUÁL? _____
NO _____

COMPOSICIÓN

¿CUÁL ES EL MATERIAL QUE MÁS SE UTILIZA EN MUROS?

LADRILLO _____ BLOCK DE CEMENTO _____ OTRO (ESPECIFIQUE)

¿CUÁLES MATERIALES DE LOS QUE UTILIZA EN SU OBRA, CONSIDERA QUE PODRÍAN SER RECUPERABLES PARA REUSO?

¿CUÁLES MATERIALES RECICLADOS QUE SE PODRÍAN RECUPERAR DE SU OBRA, CONSIDERA QUE PODRÍAN TENER MAYOR DEMANDA EN LA CIUDAD?

EN MUCHAS PARTES DEL MUNDO SE ESTAN IMPLEMENTANDO ESTRATEGIAS PARA LA SEPARACIÓN Y REUSO DE RESIDUOS, ¿SE HACE ALGÚN TIPO DE SEPARACIÓN EN SU OBRA? SÍ_____ NO_____

ALGUNOS MATERIALES DE DESECHO DE CONSTRUCCIÓN SE CONSIDERAN POTENCIALMENTE CONTAMINANTES DEL MEDIO AMBIENTE, ¿ALGÚN TIPO DE RESIDUOS DE SU OBRA PERTENECE A ESTA CATEGORÍA? SÍ_____ ¿CUÁLES?_____ NO_____

CUANTIFICACIÓN

¿SE TIENE IDEA DE LOS PORCENTAJES DE MATERIALES QUE EN MAYOR VOLUMEN SE DESPERDICIAN EN SU OBRA?

LADRILLO
BLOCK DE CEMENTO
GRAVA Y ARENA
POLVOS AGLUTINANTES (CAL, YESO, CEMENTO,)
TIERRA PRODUCTO DE EXCAVACIÓN
ACERO (VARILLA, CLAVO, ALAMBRE, ALAMBRÓN, MALLA)
CONCRETO DEMOLIDO
TABLAROCA
CERÁMICA
MADERA
OTROS (ESPECIFIQUE)_____

¿CONOCE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS O AMBIENTALES QUE SE OBTENDRÍAN CON UN CENTRO DE ACOPIO Y RECICLADO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN?

¿ESTARÍA DE ACUERDO EN EL USO DE CENTROS DE ACOPIO Y RECICLAJE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN PARA REUSO Y AHORRO DE ENERGÍA EN TRASPORTE?
SÍ_____
NÓ_____ ¿PORQUÉ?_____

¿ESTARÍA DE ACUERDO EN QUE SE ESTABLECIERAN POLÍTICAS PARA REGLAMENTAR Y OPTIMIZAR EL USO DE RECURSOS NATURALES, LA GENERACIÓN, ACARREO, Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN, PARA SALVAGUARDAR EL MEDIO AMBIENTE Y PERMITIR UN DESARROLLO LOCAL SUSTENTABLE?
SÍ_____ ¿PORQUÉ?_____
NÓ_____ ¿PORQUÉ?_____

¿PODRÍA HACER ALGUN COMENTARIO PARA MEJORAR EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN?

GRACIAS POR LA ENTREVISTA

A-4- ENCUESTA SOBRE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN CD. OBREGÓN, SONORA

MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE

EXISTE UNA PREOCUPACIÓN GLOBAL POR EL MANEJO Y DESTINO FINAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCyD, PORQUE SE HA ENCONTRADO QUE UNA MALA DISPOSICIÓN FINAL AFECTA AL MEDIO AMBIENTE.

¿Sabía usted que el manejo y disposición final de residuos de construcción y demolición es un problema que afecta al medio ambiente?

1. Sí _____ ¿Cómo lo afecta? _____
2. No _____

¿Dónde se depositan los RCyD que se generan en las obras que construye su empresa?

1. Tiradero Municipal _____
2. Tiraderos clandestinos (lotes baldíos) _____
3. Barrancas y terrenos hundidos _____
4. No tiene idea _____

¿Cree usted que los RCy D contienen sustancias contaminantes?

1. Sí _____ ¿cuáles? _____
2. No _____ ¿porqué contaminan? _____

¿Conoce alguna ley o reglamento municipal que regule el buen manejo y disposición final de RCyD?

1. Sí _____
2. No _____

¿Conoce alguna ley o reglamento estatal o nacional que regule el buen manejo y disposición final de RCyD?

1. Sí _____
2. No _____

¿Cree usted que existe un control adecuado de los RCyD en esta ciudad?

1. Sí _____ ¿Porqué? _____
2. No _____

¿Qué tipo de transporte utiliza usted para enviar los RCyD fuera de sus obras en construcción?

1. Camión de volteo propio
2. Camión de volteo fletado
3. Pick Up u otro tipo de vehículo de carga
4. Otro, especifique _____

¿Sabía usted que el consumo de energía para trasportar los RCyD a grandes distancias afecta en lo económico pero también el lo ambiental?

1. Sí
2. No

RECICLAJE

EN EL MUNDO LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS ESTÁN TOMANDO CONCIENCIA DE LAS NECESIDADES DE RECICLAR LOS RCyD PARA UN DESARROLLO SUSTENTABLE, OBTENIENDO BENEFICIOS ECONÓMICOS A LA VEZ QUE AFECTAN MENOS AL MEDIO AMBIENTE.

¿Qué tipo de obra construye mayormente su empresa?

1. Fraccionamiento de interés social_____
2. Fraccionamiento residencia media_____
2. Fraccionamiento residencial_____
3. Residencias particulares_____

Si su empresa construye fraccionamientos, ¿qué tipo de material se utiliza en el mismo?

1. Ladrillo_____
2. Block de cemento_____

De los materiales anteriores, cuál considera que presenta mayores posibilidades de reciclaje?

1. Ladrillo_____
2. Block de cemento_____

¿Cree usted que los RCyD que se generan la obra que construye pueden aprovecharse para otro uso?

1. Sí _____ ¿Cuáles? _____
2. No _____ ¿Cómo? _____

¿Se realiza algún tipo de separación de materiales residuales en la obra que construye su empresa?

1. Sí _____ ¿Qué materiales se separan? _____
2. No _____ _____

Si no se hace separación, ¿se debe a?

1. Costos _____
2. Falta de tiempo _____
3. Indiferencia _____
4. Otro _____
especifique _____

¿Estaría de acuerdo en llevar a cabo la separación de desperdicios para colaborar en el cuidado del medio ambiente?

1. Sí _____
2. No _____

¿Cuáles materiales de los que se desechan en su obra, cree usted que podrán reciclarse?

1. Tierra y agregados (arena, grava) ¿En qué porcentaje? _____
2. Ladrillo _____
3. Block de cemento _____
4. Madera _____
5. Metales (varilla, mallas, clavos, aluminio) _____
6. Aglutinantes (cemento, yeso, cal) _____
7. Tablaroca _____
8. Todos los anteriores _____

¿Conoce alguna empresa que dedicada al reciclaje de algún tipo de RCyD?

1. Sí ¿Cuál por ejemplo? _____
2. No

¿Conoce alguna estrategia de reciclaje que se esté llevando a cabo en otros países, o en otro Estado de la república mexicana?

1. Sí ¿Cuál por ejemplo? _____
2. No

A-5. Escenario que muestra el comportamiento del relleno sanitario cuando no hay prácticas de reciclaje



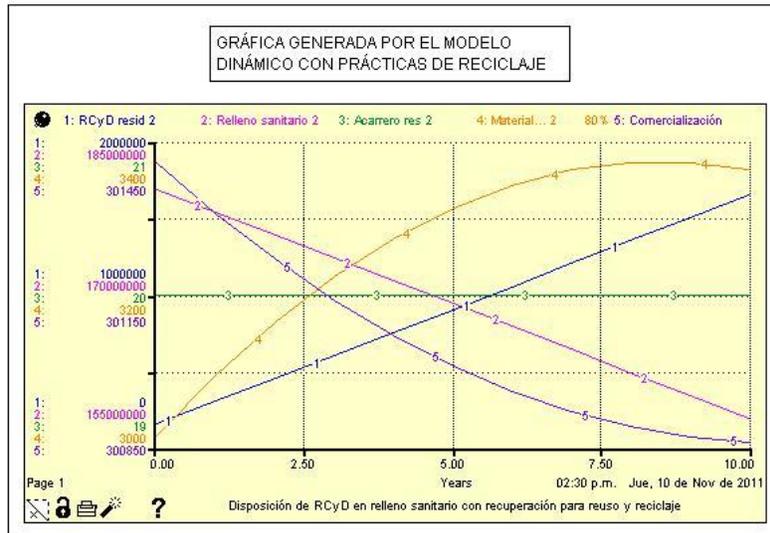
La línea 1 representa la generación de RCyD; la línea 2 muestra la capacidad del relleno sanitario (agotada en un período de 2 años); las líneas 3, 4 y 5 representan la generación de RCyD, la capacidad del relleno sanitario es rebasada a partir del segundo año de uso. En el anexo A-7 se aprecia numéricamente el comportamiento del relleno sanitario.

TABLA GENERADA POR EL MODELO DINAMICO SIN PRÁCTICAS DE RECICLAJE

Years	DEMOL RESID	RELLENO SANITARIO	RCyD RESID
0	0.00	180,418,000.00	14,951.00
1	0.00	90,209,108.00	29,802.00
2	0.00	216.00	44,653.00
3	0.00	216.00	59,504.00
4	0.00	216.00	74,355.00
5	0.00	216.00	89,206.00
6	0.00	216.00	104,057.00
7	0.00	216.00	118,908.00
8	0.00	216.00	133,759.00
9	0.00	216.00	148,610.00
Final		216.00	163,461.00

A-6. Tabla generada por el modelo sin reciclaje

A-7. Escenario que muestra el comportamiento del relleno sanitario cuando hay prácticas de reciclaje



La línea 1 representa la acumulación de RCyD, la línea 2 es la capacidad del relleno sanitario, la línea 3 muestra el acarreo de RCyD, la línea 4 representa el material reciclado. Como se puede observar la capacidad se redujo en un 12% (22,552 Ton.).

TABLA GENERADA POR EL MODELO DINÁMICO CON PRÁCTICAS DE RECICLAJE

Years	RCyD resid 2	Relleno sanitario 2	Comercialización
0	150,705	180,418,000	301,410.00
1	301,410	178,162,805	301,310.00
2	452,115	175,907,610	301,220.00
3	602,820	173,652,415	301,140.00
4	753,525	171,397,220	301,070.00
5	904,230	169,142,025	301,010.00
6	1,054,935	166,886,830	300,960.00
7	1,205,640	164,631,635	300,920.00
8	1,356,345	162,376,440	300,890.00
9	1,507,050	160,121,245	300,870.00
Final	1,657,755	157,866,050	300,860.00

A-8. Tabla generada por el modelo cuando se recicla el 80% de RCyD

A-9. Crecimiento de Ciudad Obregón

1907 a 1925	BENITO JUAREZ		FOVISSSTE		PRADOS DEL TEPEYAC		FRACC. PRIMAVERA		RAMIRO VALDEZ		FRANJA COMERCIAL 300		PRIVADAS DEL CAMPANARIO
1925	FUNDO LEGAL URBANIZABLE 1	1970	FUENTES DEL BOSQUE	1980	QUINTA REAL	a	GIRASOLES	2000	REAL DEL NORTE	a	FRANJA COMERCIAL 5 DE FEBRERO	2000	PUENTE REAL
	URBANIZABLE 1 AMPL		INFONAVIT YUKUJIMARI		RUSSO VOGEL		HACIENDA DEL SOL		REAL DEL NORTE AMPLIACIÓN		GALEANA		PUERTA DE HIERRO
	URBANIZABLE 2		MATIAZ MENDEZ		SONORA		LA MISIÓN		RINCÓN DEL VALLE		HACIENDA SAN JOSÉ		RACKET
	URBANIZABLE 7		MÉXICO		SÓSTENES VALENZUELA		LAS CAMPANAS		FRACC. ROBLES CASTILLO		INFONAVIT YUKUJIMARI 2		REAL DE SEVILLA
1947	CINCUENTENA RIO	1980	MUNICIPIO LIBRE	1990	VALLE DORADO	a	LAS ESPIGAS	2000	ROBLES DEL CASTILLO COLECTIVO	a	ITSON	2000	REAL DEL ARCO
	CUMURIPA		NOR-OESTE		VALLE VERDE		LAS FUENTES		SAN ANTONIO		JARDINES DEL TEPEYAC		REAL DEL BOSQUE
	MORELOS		REAL DEL SOL		VILLAFONTANA		LAS FUENTES II		SAN JUAN CAPISTRANO		LA FLORIDA		REAL DEL SOL AMPLIACIÓN
	URBANIZABLE 6 AMPL		REFORMA		AMANECER 1		LAS HACIENDAS		VILLA ALEGRE		LA JOYA		REAL DEL VALLE
1950	HIDALGO	1990	REFORMA AMPLIACIÓN	1990	AMANECER 2	a	LAS PALMAS	2000	VILLAS DE CORTÉZ	a	LAS HACIENDAS SECCIÓN LOS MONJES	2000	SAHUARO
	SECTOR LADRILLERAS		SIERRA VISTA		BELTRONES		LAZARO MERCADO		VILLAS DEL NAINARI		LINDAVISTA		SAN ANSELMO
	URBANIZABLE 5		STA. ANITA		BUGAMBILIAS		LOS ANGELES 2		VILLAS DEL REAL		LOS ALAMOS		TERRA
	ZONA NORTE		VILLA CALIFORNIA		HACIENDA REAL		LOS ANGELES 3		VILLAS DEL TRIGO		LOS ENCINOS I		TORRE DE PARIS
1955	URBANIZABLE 4	2000	VILLA CALIFORNIA ZONA NORTE	2000	HERRADURA	a	LOS ARCOS	2000	VISTA HERMOSA	a	LOS ENCINOS II	2000	URBIVILLA DEL REAL
	URBANIZABLE 6		VILLA TETABIATE		LAS BRISAS		LOS MISIONEROS		ZONA NORTE COMERCIAL		LOS OLIVOS		VILLA AURORA
1956	CONSTITUCIÓN	2000	1º. DE MAYO	2000	LAS FLORES	2000	LOS PATIOS	2000	ALAMEDA DEL CEDRO	2000	LOS PORTALES	2000	VILLA FLORENCIA
1959	CORTINAS 1ª. SECCIÓN	2000	ARBOLEDAS	2000	LAS TORRES	a	LUIS DONALDO COLOSIO	2000	MIGUEL ALEMAN AMPL	3	LOS PRESIDENTES	2000	VILLA GUADALUPE
	CORTINAS 3ª. SECCIÓN		AVES DEL CASTILLO		NUEVO CAJEME		MIRASIERRA		LOS ROSALES 3ª. SECC.		VILLA MEZQUITE		
	CORTINAS 4ª. SECCIÓN		BOSQUES DEL NAINARI		OLIVOS		MISIÓN DEL SOL 1		LOS SAUCES		VILLAS DEL CAMPESTRE		
	SOCHILCO		CAJEME		PALMAR		NAINARI DEL YAQUI		MISIÓN DEL REAL		VILLAS DEL CAMPESTRE AMPL		
1962	COL DEL VALLE	1980	EL TUNEL	2000	VILLA ITSON	2000	NAINARI DEL YAQUI	2000	AMPLIACION ARBOLEDAS	2000	MISIÓN DEL REAL	2000	VILLAS DEL REY
1964	BELLAVISTA	1990	FOVISSSTE 2 (DE LA 200)	2000	AMPLIACIÓN MIRAVALLE	a	NUEVA GALICIA	2000	CASA BLANCA MONTECARLO	a	MISIÓN DEL SOL 2	2000	VILLAS DEL REY SECC. COLONIAL
			FOVISSSTE 3		CAMPANARIO		NUEVA PALMIRA		MISIÓN SAN XAVIER		VILLAS DEL SOL		
1966	AMPLIACIÓN CUMURIPA	2000	ISSSTESON TEPEYAC	2000	CASA BLANCA	a	OTANCAHUI	2000	CENTRAL DE ABASTOS	a	NOROESTE AMPLIACIÓN	2000	VILLAS DEL SOL
	FAUSTINO FELIX		JARDINES DEL VALLE		CASA BLANCA AMPLIACIÓN		PASEO ALAMEDA		CENTRO DEPORTIVO ALVARO OBREGÓN		OTANCAHUI AMPL		ZONA COMERCIAL EL RODEO
1970 a 1980	AGRONOMOS	2000	KINO	2000	CASA REAL	2000	PEDREGAL	2000	CHIUAHUA	2000	PALMA REAL	2000	ZONA COMERCIAL HACIENDA NAINARI
	ALVARO OBREGÓN	2000	LIBERTAD	2000	COLINA DEL YAQUI	2000	PRADOS DE LA LAGUNA	2000	DEL VALLE AMPLIACIÓN	2000	PARQUE INDUSTRIAL	2000	ZONA COMERCIAL KINO
	CAMPESTRE	2000	MAXIMILIANO R. LÓPEZ	2000	CUAHUTÉMOC CÁRDENAS	2000	PRIVADA DE LA LAGUNA	2000	ESPERANZA TIZNADO	2000	PIONEROS DE CAJEME	2000	
	CAMPESTRE 2ª AMPLIACIÓN	2000	MIRAVALLE	2000	DEL LAGO	2000	PROMOHABITAT	2000	ESPERANZA TIZNADO AMPL	2000	POSADA DEL SOL	2000	
	CHAPULTEPEC	2000	PIONEROS	2000	EL RODEO	2000	QUINTA REAL	2000	FRACC. SAN RAFAEL	2000	PRADERA BONITA	2000	

A-10. Resultados de observación directa

Antigüedad de las colonias

Antigüedad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
10 años o menos (2000-2010)	83	51.2	51.2	51.2
20 años (1990-2000)	11	6.8	6.8	58.0
20 a 30 años (1980 a 1990)	23	14.2	14.2	72.2
30 a 40 años (1970 a 1980)	19	11.7	11111.71.7	84.0
40 a 50 años (1960 a 1970)	4	2.5	2.5	86.4
más de 50 años (1907 a 1960)	22	13.6	13.6	100.0

Tipo de construcción

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Colonia (autoconstrucción)	70	43.2	43.2	43.2
Fraccionamiento (vivienda popular)	92	56.8	56.8	100.0
Total	162	100.0	100.0	

Superficie terreno

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Vivienda popular: hasta 200 m2	114	70.4	70.4	70.4
Medio: 200 hasta 400	38	23.5	23.5	93.8
Residencial: más de 400	10	6.2	6.2	100.0
Total	162	100.0	100.0	

Pavimento

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Sí	137	84.6	84.6	84.6
No	25	15.4	15.4	100.0
Total	162	100.0	100.0	

Servicios alumbrado, agua potable, alcantarillado

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si	146	90.1	90.1	90.1
Incompletos	16	9.9	9.9	100.0
Total	162	100.0	100.0	

Material más usado en muros

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Tabique	98	60.5	60.5	60.5
block cemento	64	39.5	39.5	100.0
Total	162	100.0	100.0	

Material más usado en techos

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Concreto	158	97.5	97.5	97.5
vigas madera y ladrillo	1	.6	.6	98.1
Lámina	2	1.2	1.2	99.4
otros (tierra, paja, etc.)	1	.6	.6	100.0
Total	162	100.0	100.0	

Material más usado en pisos

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Firme concreto y cerámica, alfombra, mosaico)	29	17.9	17.9	17.9
cemento pulido	4	2.5	2.5	20.4
otros (tierra, ladrillo, etc.)	88	54.3	54.3	74.7
No identificado	41	25.3	25.3	100.0
Total	162	100.0	100.0	

A-11. Cédula para entrevistas guiadas

ENTREVISTA	EMPRESA: DIRECCIÓN: TEL.
JTDF R	¿Qué cantidad de m2 construye la empresa en un ejercicio normal (un año)?
JTDF R	¿Cuál es el tipo de edificación que más construyen?
JTDF R	Hay varios tipos de vivienda: económica (hasta 50 m2, media (100 a 200 m2) residencial alto (>200 m2) ¿cuál es el tipo que más construyen?
JTDF R	¿Se dedican a construir todo tipo de viviendas o solo a vivienda en serie?
JTDF R	¿Qué tipo de vehículo utilizan para retirar los residuos de construcción y demolición?
JTDF R	¿Entonces estamos hablando de camiones de volteo?
JTDF R	¿Conoce o tiene idea del sitio en el que se depositan los residuos?
JTDF R	¿Algún tipo de política o reglamento municipal que conozca?
JTDF R	¿Cuál es el material que más se utiliza en los muros del fraccionamiento?
JTDF R	De los materiales que se desperdician en la obra, ¿cuál considera que se podrían recuperar para reutilizarlo?
JTDF R	Si se reciclara material del que se desperdicia, ¿cuál cree que tendría la mayor demanda?
JTDF R	En muchas partes del mundo se están implementando estrategias para separar los residuos, ¿hacen algún tipo de separación en la obra?
JTDF R	Algunos desechos de construcción se consideran potencialmente contaminantes del medio ambiente, ¿hay algún tipo de residuo de esta obra se puede considerar en esta categoría?
JTDF R	¿Tiene idea de los porcentajes de materiales que más se desperdician en esta obra?
JTDF R	¿Conoce los beneficios económicos o ambientales que se obtendrían con un centro de acopio y reciclaje de residuos de construcción
JTDF R	¿Pero estaría de acuerdo en el uso de uno de estos centros?
JTDF R	¿Porqué?
JTDF R	¿Estaría de acuerdo en que se establecieran políticas para reglamentar y optimizar el uso de recursos naturales, el manejo y disposición final de residuos de construcción para proteger el ambiente?
JTDF R	Algún comentario adicional para mejorar el manejo y disposición final de estos residuos?

A-12. Respuestas a entrevista

ENTREVISTA	EMPRESA: DESARROLLOS RESIDENCIALES LANDER, S. A. DE C. V. DIRECCIÓN: NAINARI 1116 ORIENTE TEL. 4-14-67-88 Y 4-13-52-80
JTDF	¿Qué cantidad de m2 construye la empresa en un ejercicio normal (un año)?
R	Unos 22700 m2, depende del tipo y tamaño de las casas ya que se construyen de 45m2, 68 m2, 300 m2.
JTDF	¿Cuál es el tipo de edificación que más construyen?
R	Residencial
JTDF	No comercial, ni oficinas ni edificios públicos.
JTDF	Hay varios tipos de vivienda: económica (hasta 50 m2, media (100 a 200 m2) residencial alto (>200 m2) ¿cuál es el tipo que más construyen?
R	Económica
JTDF	¿Se dedican a construir todo tipo de viviendas o solo a vivienda en serie?
R	Vivienda en serie en fraccionamientos
JTDF	¿Qué tipo de vehículo utilizan para retirar los residuos de construcción y demolición?
R	Se retiran por un contratista que ha sido contratado por la empresa, es un concesionario.
JTDF	¿Entonces estamos hablando de camiones de volteo?
R	Así es y son de varias capacidades.
JTDF	¿Conoce o tiene idea del sitio en el que se depositan los residuos?
R	Tengo idea de que se llevan a terrenos particulares fuera de la ciudad en los que se recibe escombro pero no sé de un sitio exacto
JTDF	¿Algún tipo de política o reglamento municipal que conozca?
R	No, no tengo idea de que haya un reglamento.
JTDF	¿Cuál es el material que más se utiliza en los muros del fraccionamiento?
R	Utilizamos el block de cemento-arena
JTDF	De los materiales que se desperdician en la obra, ¿cuál considera que se podrían recuperar para reutilizarlo?
R	El más viable es el block de cemento
JTDF	Si se reciclara material del que se desperdicia, ¿cuál cree que tendría la mayor demanda?
R	Yo creo que el block de cemento, porque a veces lo reincorporamos como relleno y se pueden fabricar otros subproductos con el
JTDF	En muchas partes del mundo se están implementando estrategias para separar los residuos, ¿hacen algún tipo de separación en la obra?
R	No, el material que se desperdicia se envía al tiradero como escombro con todo revuelto.
JTDF	Algunos desechos de construcción se consideran potencialmente contaminantes del medio ambiente, ¿hay algún tipo de residuo de esta obra se puede considerar en esta categoría?
R	Sí, creo que es el casetón de frígolith (poliestireno)
JTDF	¿Tiene idea de los porcentajes de materiales que más se desperdician en esta obra?
R	Mayormente block de cemento, arena, grava, polvos (cemento, cal, yeso), la tierra producto de excavación se aprovecha para urbanización.
JTDF	¿Conoce los beneficios económicos o ambientales que se obtendrían con un centro de acopio y reciclaje de residuos de construcción
R	Nó, no tengo idea
JTDF	¿Pero estaría de acuerdo en el uso de uno de estos centros?
R	Sí
JTDF	¿Porqué?
R	No hay respuesta
JTDF	¿Estaría de acuerdo en que se establecieran políticas para reglamentar y optimizar el uso de recursos naturales, el manejo y disposición final de residuos de construcción para proteger el ambiente?
R	Sí, porque habría más control
JTDF	Algún comentario adicional para mejorar el manejo y disposición final de estos residuos?
R	Que haya reglamento y normas pero se implemente para todas las empresas

A-13. Respuestas a entrevista

ENTREVISTA	EMPRESA: PROMOTORA SAGA DEL NOROESTE, S. A. DE C. V. DIRECCIÓN: CAJEME No. 925 OTE. ENTRE M. ALEMÁN Y JALISCO TEL. 4-14-45-33
JTDF	¿Qué cantidad de m2 construye la empresa en un ejercicio normal (un año)?
R	Aproximadamente 12,180, este año fue de 203 casas de 63 m2 c/u
JTDF	¿Cuál es el tipo de edificación que más construyen?
R	Residencial.
JTDF	Hay varios tipos de vivienda: económica (hasta 50 m2, media (100 a 200 m2) residencial alto (>200 m2) ¿cuál es el tipo que más construyen?
R	Económica de 50, pero también de 100 m2
JTDF	¿Se dedican a construir todo tipo de viviendas o solo a vivienda en serie?
R	Vivienda en serie en fraccionamientos
JTDF	¿Qué tipo de vehículo utilizan para retirar los residuos de construcción y demolición?
R	concesionario.
JTDF	¿Entonces estamos hablando de camiones de volteo?
R	Sí, son de volteo contratados por la empresa
JTDF	¿Conoce o tiene idea del sitio en el que se depositan los residuos?
R	Sí, en barrancas por lado del poblado Providencia al noroeste de la ciudad
JTDF	¿Algún tipo de política o reglamento municipal que conozca?
R	No
JTDF	¿Cuál es el material que más se utiliza en los muros del fraccionamiento?
R	Utilizamos el block de cemento-arena
JTDF	De los materiales que se desperdician en la obra, ¿cuál considera que se podrían recuperar para reutilizarlo?
R	No tengo idea porque también se desperdicia un poco de ladrillo de la construcción de pozos de visita de alcantarillado
JTDF	Si se reciclara material del que se desperdicia, ¿cuál cree que tendría la mayor demanda?
R	Pienso que la pedacería de varilla
JTDF	En muchas partes del mundo se están implementando estrategias para separar los residuos, ¿hacen algún tipo de separación en la obra?
R	No, el único material que se separa es la tierra del despilme de los terrenos..
JTDF	Algunos desechos de construcción se consideran potencialmente contaminantes del medio ambiente, ¿hay algún tipo de residuo de esta obra se puede considerar en esta categoría?
R	Sí, pedazos de frígolith (poliestireno)
JTDF	¿Tiene idea de los porcentajes de materiales que más se desperdician en esta obra?
R	Block de cemento, arena, grava, polvos (cemento, cal, yeso), tierra producto de excavación, concreto demolido, tablaroca poca cerámica y madera; pero no conozco los porcentajes.
JTDF	¿Conoce los beneficios económicos o ambientales que se obtendrían con un centro de acopio y reciclaje de residuos de construcción
R	Nó
JTDF	¿Pero estaría de acuerdo en el uso de uno de estos centros?
R	Sí estaría de acuerdo
JTDF	¿Porqué?
R	No hay respuesta
JTDF	¿Estaría de acuerdo en que se establecieran políticas para reglamentar y optimizar el uso de recursos naturales, el manejo y disposición final de residuos de construcción para proteger el ambiente?
R	Sí
JTDF	Algún comentario adicional para mejorar el manejo y disposición final de estos residuos?
R	Que hubiera reglamentación

A-14 Respuestas a entrevista

ENTREVISTA	EMPRESA: ARISTOS EMPRESARIAL, S. A. DE C. V. DIRECCIÓN: CJON. REP. ARGENTINA No. 401- B ENTRE MORELOS Y YAQUI TEL. 4-15-00-12 Y 4-14-26-33
JTDF	¿Qué cantidad de m2 construye la empresa en un ejercicio normal (un año)?
R	Unos 9,500 (como 250 casas de 38 m2)
JTDF	¿Cuál es el tipo de edificación que más construyen?
R	Residencial.
JTDF	Hay varios tipos de vivienda: económica (hasta 50 m2, media (100 a 200 m2) residencial alto (>200 m2) ¿cuál es el tipo que más construyen?
R	Económica
JTDF	¿Se dedican a construir todo tipo de viviendas o solo a vivienda en serie?
R	fraccionamientos
JTDF	¿Qué tipo de vehículo utilizan para retirar los residuos de construcción y demolición?
R	Permisionario.
JTDF	¿Cuál es el tipo de vehículo que utiliza el permisionario?
R	Camión de volteo
JTDF	¿Conoce o tiene idea del sitio en el que se depositan los residuos?
R	No
JTDF	¿Algún tipo de política o reglamento municipal que conozca?
R	No
JTDF	¿Cuál es el material que más se utiliza en los muros del fraccionamiento?
R	El block de cemento-arena
JTDF	De los materiales que se desperdician en la obra, ¿cuál considera que se podrían recuperar para reutilizarlo?
R	Creo que el block de cemento
JTDF	¿Cuál de los materiales reciclados que se recuperan en su obra considera tendrían mayor demanda?
R	Block de cemento
JTDF	En muchas partes del mundo se están implementando estrategias para separar los residuos, ¿hacen algún tipo de separación en la obra?
R	No
JTDF	Algunos desechos de construcción se consideran potencialmente contaminantes del medio ambiente, ¿hay algún tipo de residuo de esta obra se puede considerar en esta categoría?
R	Sí, frígolith, impermeabilizante, PVC
JTDF	¿Tiene idea de los porcentajes de materiales que más se desperdician en esta obra?
R	Block de cemento, arena, grava, polvos (cemento, cal, yeso), tierra producto de excavación, concreto demolido, tablaroca poca cerámica y madera.
JTDF	¿Conoce los beneficios económicos o ambientales que se obtendrían con un centro de acopio y reciclaje de residuos de construcción?
R	Sí
JTDF	¿Pero estaría de acuerdo en el uso de uno de estos centros?
R	Sí estaría de acuerdo
JTDF	¿Porqué?
R	No hay respuesta
JTDF	¿Estaría de acuerdo en que se establecieran políticas para reglamentar y optimizar el uso de recursos naturales, el manejo y disposición final de residuos de construcción para proteger el ambiente?
R	Sí
JTDF	Algún comentario adicional para mejorar el manejo y disposición final de estos residuos?
R	Que hubiera reglamentación con buena supervisión.

A-15. Respuestas a entrevista

ENTREVISTA	EMPRESA: CONSTRUCTORA ALTOS BAJÍO, S. A. DE C. V. DIRECCIÓN: HIDALGO No. 610 OTE. COL CENTRO TEL. 4-15-68-00 Y 4-15-68-01
JTDF	¿Qué cantidad de m2 construye la empresa en un ejercicio normal (un año)?
R	Aproximadamente 4,460, unas 100 viviendas: 70 de 38 m2 y 30 de 60 m2
JTDF	¿Cuál es el tipo de edificación que más construyen?
R	Residencial.
JTDF	Hay varios tipos de vivienda: económica (hasta 50 m2, media (100 a 200 m2) residencial alto (>200 m2) ¿cuál es el tipo que más construyen?
R	Económica de 38, pero también de 60 m2
JTDF	¿Se dedican a construir todo tipo de viviendas o solo a vivienda en serie?
R	Fraccionamientos
JTDF	¿Qué tipo de vehículo utilizan para retirar los residuos de construcción y demolición?
R	Concesionario
JTDF	¿Qué tipo de vehículo utilizan?
R	Camiones de volteo
JTDF	¿Conoce o tiene idea del sitio en el que se depositan los residuos?
R	No
JTDF	¿Conoce algún tipo de política o reglamento municipal?
R	No
JTDF	¿Cuál es el material que más se utiliza en los muros del fraccionamiento?
R	Construimos con block de cemento-arena
JTDF	De los materiales que se desperdician en la obra, ¿cuál considera que se podrían recuperar para reutilizarlo?
R	El block de cemento
JTDF	Si se reciclara material del que se desperdicia, ¿cuál cree que tendría la mayor demanda?
R	Block de cemento y tierra de las plataformas de cimentación.
JTDF	En muchas partes del mundo se están implementando estrategias para separar los residuos, ¿hacen algún tipo de separación en la obra?
R	No, solo acero
JTDF	Algunos desechos de construcción se consideran potencialmente contaminantes del medio ambiente, ¿hay algún tipo de residuo de esta obra se puede considerar en esta categoría?
R	Sí, pedazos de frígolith (poliestireno)
JTDF	¿Tiene idea de los porcentajes de materiales que más se desperdician en esta obra?
R	No tenemos idea pero se desperdicia ladrillo, block de cemento, arena, grava, polvos (cemento, cal, yeso), tierra producto de excavación, acero, concreto demolido, tablaroca poca cerámica y madera de cimbra
JTDF	¿Conoce los beneficios económicos o ambientales que se obtendrían con un centro de acopio y reciclaje de residuos de construcción
R	Nó
JTDF	¿Pero estaría de acuerdo en el uso de uno de estos centros?
R	Sí estaría de acuerdo
JTDF	¿Porqué?
R	No hay respuesta
JTDF	¿Estaría de acuerdo en que se establecieran políticas para reglamentar y optimizar el uso de recursos naturales, el manejo y disposición final de residuos de construcción para proteger el ambiente?
R	Sí
JTDF	Algún comentario adicional para mejorar el manejo y disposición final de estos residuos?
R	Que se establecieran centros de acopio sería buena idea

A-16. Respuestas a entrevista

ENTREVISTA	EMPRESA: RESIDENCIAL VILLA CALIFORNIA, S. A. DE C. V. DIRECCIÓN: MIGUEL ALEMÁN No. 506 NTE. TEL. 4-14-52-16 Y 4-14-33-44
JTDF	¿Qué cantidad de m2 construye la empresa en un ejercicio normal (un año)?
R	100 casas de 40 m2 de block en Residencial Alameda 10 casas de 200 m2 de ladrillo 26 casas de 72 a 117 m2 en Lomas Paraiso
JTDF	¿Cuál es el tipo de edificación que más construyen?
R	Residencial.
JTDF	Hay varios tipos de vivienda: económica (hasta 50 m2, media (100 a 200 m2) residencial alto (>200 m2) ¿cuál es el tipo que más construyen?
R	De todos tipos
JTDF	¿Se dedican a construir todo tipo de viviendas o solo a vivienda en serie?
R	Vivienda en serie en fraccionamientos
JTDF	¿Qué tipo de vehículo utilizan para retirar los residuos de construcción y demolición?
R	concesionario
JTDF	¿Qué tipo de vehículo?
R	De volteo contratados por la empresa
JTDF	¿Conoce o tiene idea del sitio en el que se depositan los residuos?
R	Sí, en un terreno propiedad del dueño de la constructora detrás del fraccionamiento Alameda
JTDF	¿Algún tipo de política o reglamento municipal que conozca?
R	No
JTDF	¿Cuál es el material que más se utiliza en los muros del fraccionamiento?
R	Utilizamos el block de cemento y ladrillo
JTDF	De los materiales que se desperdician en la obra, ¿cuál considera que se podrían recuperar para reutilizarlo?
R	Bovedilla de poliestireno, cartón, papel de envolturas
JTDF	Si se reciclara material del que se desperdicia, ¿cuál cree que tendría la mayor demanda?
R	De hecho no tenemos casi desperdicio
JTDF	En muchas partes del mundo se están implementando estrategias para separar los residuos, ¿hacen algún tipo de separación en la obra?
R	No,
JTDF	Algunos desechos de construcción se consideran potencialmente contaminantes del medio ambiente, ¿hay algún tipo de residuo de esta obra se puede considerar en esta categoría?
R	Sí, puede ser frígolith y PVC
JTDF	¿Tiene idea de los porcentajes de materiales que más se desperdician en esta obra?
R	Block de cemento, tierra producto de excavación, ladrillo.
JTDF	¿Conoce los beneficios económicos o ambientales que se obtendrían con un centro de acopio y reciclaje de residuos de construcción
R	Nó
JTDF	¿Pero estaría de acuerdo en el uso de uno de estos centros?
R	Sí estaría de acuerdo
JTDF	¿Porqué?
R	No hay respuesta
JTDF	¿Estaría de acuerdo en que se establecieran políticas para reglamentar y optimizar el uso de recursos naturales, el manejo y disposición final de residuos de construcción para proteger el ambiente?
R	Sí
JTDF	Algún comentario adicional para mejorar el manejo y disposición final de estos residuos?
R	Que se necesita educación

A-17. Respuestas a entrevista

ENTREVISTA	EMPRESA: CONSTRUCTORA VERTEX, S. A. DE C. V. DIRECCIÓN: BLVD. RODOLFO ELIAS CALLES No. 515-10 OTE. TEL. 4-10-33-33 Y 4 10 33 30
JTDF	¿Qué cantidad de m2 construye la empresa en un ejercicio normal (un año)?
R	15,000 m2 de viviendas de 40 a 60 m2, el dato lo obtiene de la bitácora.
JTDF	¿Cuál es el tipo de edificación que más construyen? Residencial, comercial, oficinas, edificios públicos
R	Residencial.
JTDF	Hay varios tipos de vivienda: económica (hasta 50 m2, media (100 a 200 m2) residencial alto (>200 m2) ¿cuál es el tipo que más construyen?
R	Económica de 40 a 60 m2
JTDF	¿Las viviendas que más construyen son en?
R	Fraccionamientos
JTDF	¿Qué tipo de vehículo utilizan para retirar los residuos de construcción y demolición?
R	Concesionario
JTDF	¿Los vehículos que se utilizan para retirar y transportar los residuos son?
R	Son de volteo contratados por la empresa
JTDF	¿Conoce o tiene idea del sitio en el que se depositan los residuos?
R	Sí, a orillas del bordo del canal 600 de riego por lo pronto
JTDF	¿Algún tipo de política o reglamento municipal que conozca?
R	No
JTDF	¿Cuál es el material que más se utiliza en los muros del fraccionamiento?
R	Block de cemento-arena
JTDF	De los materiales que se desperdician en la obra, ¿cuál considera que se podrían recuperar para reutilizarlo?
R	Block y frígolith de casetones
JTDF	Si se reciclara material del que se desperdicia, ¿cuál cree que tendría la mayor demanda?
R	Acero, papel y cartón
JTDF	En muchas partes del mundo se están implementando estrategias para separar los residuos, ¿hacen algún tipo de separación en la obra?
R	Sí por ejemplo aceite quemado, papel y cartón
JTDF	Algunos desechos de construcción se consideran potencialmente contaminantes del medio ambiente, ¿hay algún tipo de residuo de esta obra se puede considerar en esta categoría?
R	Sí, pedazos de frígolith (poliestireno) y solventes de pintura
JTDF	¿Tiene idea de los porcentajes de materiales que más se desperdician en esta obra?
R	Block de cemento, arena, grava, polvos (cemento, cal, yeso), tierra producto de excavación, concreto demolido, poco azulejo y madera de cimbra.
JTDF	¿Conoce los beneficios económicos o ambientales que se obtendrían con un centro de acopio y reciclaje de residuos de construcción
R	Sí
JTDF	¿Pero estaría de acuerdo en el uso de uno de estos centros?
R	Sí estaría de acuerdo
JTDF	¿Porqué?
R	No hay respuesta
JTDF	¿Estaría de acuerdo en que se establecieran políticas para reglamentar y optimizar el uso de recursos naturales, el manejo y disposición final de residuos de construcción para proteger el ambiente?
R	Sí
JTDF	Algún comentario adicional para mejorar el manejo y disposición final de estos residuos?
R	Que hubiera políticas, reglamentos y supervisión

A.18. Respuestas a entrevista

ENTREVISTA	EMPRESA: EDIFICADORA PIBO, S. A. DE C. V. DIRECCIÓN: PEQUEÑA INDUSTRIA No. 2145, PARQUE INDUSTRIAL TEL. 4-11-06-04
JTDF	¿Qué cantidad de m2 construye la empresa en un ejercicio normal (un año)?
R	Según estadísticas propias en 2008 fueron 16,255 m2 y en 2009 14,750 m2
JTDF	¿Cuál es el tipo de edificación que más construyen? Residencial, comercial, oficinas
R	Residencial.
JTDF	Hay varios tipos de vivienda: económica (hasta 50 m2, media (100 a 200 m2) residencial alto (>200 m2) ¿cuál es el tipo que más construyen?
R	Económica de 38, pero también de 100 m2
JTDF	¿Son viviendas en serie?
R	Vivienda en serie en fraccionamientos
JTDF	¿Qué tipo de vehículo utilizan para retirar los residuos de construcción y demolición?
R	Particular propio de la empresa con permiso
JTDF	¿Entonces estamos hablando de camiones de volteo?
R	Sí, son de volteo propios
JTDF	¿Conoce o tiene idea del sitio en el que se depositan los residuos?
R	Sí, en el basurón municipal con permiso según oficio de la Dirección de Ecología y protección del ambiente
JTDF	¿Algún tipo de política o reglamento municipal que conozca?
R	Sí, hay un reglamento municipal sobre manejo
JTDF	¿Cuál es el material que más se utiliza en los muros del fraccionamiento?
R	Block de cemento y ladrillo de urbanización.
JTDF	De los materiales que se desperdician en la obra, ¿cuál considera que se podrían recuperar para reutilizarlo?
R	Block de cemento
JTDF	Si se reciclara material del que se desperdicia, ¿cuál cree que tendría la mayor demanda?
R	El acero
JTDF	En muchas partes del mundo se están implementando estrategias para separar los residuos, ¿hacen algún tipo de separación en la obra?
R	Sí, acero
JTDF	Algunos desechos de construcción se consideran potencialmente contaminantes del medio ambiente, ¿hay algún tipo de residuo de esta obra se puede considerar en esta categoría?
R	PVC, poliducto, poliestireno
JTDF	¿Tiene idea de los porcentajes de materiales que más se desperdician en esta obra?
R	Block de cemento, acero.
JTDF	¿Conoce los beneficios económicos o ambientales que se obtendrían con un centro de acopio y reciclaje de residuos de construcción
R	Nó
JTDF	¿Pero estaría de acuerdo en el uso de uno de estos centros?
R	Sí estaría de acuerdo
JTDF	¿Porqué?
R	Falta reglamentación en la legislación
JTDF	¿Estaría de acuerdo en que se establecieran políticas para reglamentar y optimizar el uso de recursos naturales, el manejo y disposición final de residuos de construcción para proteger el ambiente?
R	Sí
JTDF	Algún comentario adicional para mejorar el manejo y disposición final de estos residuos?
R	

A-19. Respuestas a entrevista

ENTREVISTA	EMPRESA: URBI CONSTRUCCIONES DEL PACÍFICO, S. A. DE C. V. DIRECCIÓN: HIDALGO No. 1006 OTE. TEL. 4-14-77-44
JTDF	¿Qué cantidad de m2 construye la empresa en un ejercicio normal (un año)?
R	34,200me o sea 900 viviendas de 38 m2 c/u
JTDF	¿Cuál es el tipo de edificación que más construyen? Residencial, comercial, oficinas
R	Residencial.
JTDF	Hay varios tipos de vivienda: económica (hasta 50 m2, media (100 a 200 m2) residencial alto (>200 m2) ¿cuál es el tipo que más construyen?
R	Económica pero también hay de tipo medio
JTDF	¿Son viviendas en serie?
R	Fraccionamientos con viviendas en serie
JTDF	¿Qué tipo de vehículo utilizan para retirar los residuos de construcción y demolición?
R	Concesionario
JTDF	¿En camiones de volteo?
R	Sí, son de volteo contratados por la empresa
JTDF	¿Conoce o tiene idea del sitio en el que se depositan los residuos?
R	Sí, en terrenos fuera del área urbana con permiso de los propietarios
JTDF	¿Algún tipo de política o reglamento municipal que conozca?
R	Sí entregan copia de oficios recibidos de la Dirección de Ecología y protección al ambiente estatal y municipal
JTDF	¿Cuál es el material que más se utiliza en los muros del fraccionamiento?
R	Block de cemento-arena
JTDF	De los materiales que se desperdician en la obra, ¿cuál considera que se podrían recuperar para reutilizarlo?
R	Block, arena, grava, frigolith
JTDF	Si se reciclara material del que se desperdicia, ¿cuál cree que tendría la mayor demanda?
R	El block triturado
JTDF	En muchas partes del mundo se están implementando estrategias para separar los residuos, ¿hacen algún tipo de separación en la obra?
R	No,
JTDF	Algunos desechos de construcción se consideran potencialmente contaminantes del medio ambiente, ¿hay algún tipo de residuo de esta obra se puede considerar en esta categoría?
R	Sí, pedazos de frigolith (poliestireno)
JTDF	¿Tiene idea de los porcentajes de materiales que más se desperdician en esta obra?
R	Block de cemento, arena, grava, polvos (cemento, cal, yeso), poca cerámica;
JTDF	¿Conoce los beneficios económicos o ambientales que se obtendrían con un centro de acopio y reciclaje de residuos de construcción
R	Sí
JTDF	¿Pero estaría de acuerdo en el uso de uno de estos centros?
R	Sí estaría de acuerdo
JTDF	¿Porqué?
R	
JTDF	¿Estaría de acuerdo en que se establecieran políticas para reglamentar y optimizar el uso de recursos naturales, el manejo y disposición final de residuos de construcción para proteger el ambiente?
R	Sí
JTDF	Algún comentario adicional para mejorar el manejo y disposición final de estos Residuos?
R	Hace falta una mejor reglamentación

A-20. Personas a quienes se aplicó el censo en la Dirección de Gestión Ambiental para el Desarrollo Sustentable

Oficina	Encuestado	Puesto
Dir. Gestión Ambiental	Dr. Martín Villa Ibarra	Director de Gestión Ambiental
	Mario Alvarado Martínez	Promotor ambiental
	No se identifica	Promotor ambiental

A-21. Respuestas a encuesta por personal de la Dirección de Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable

La disposición final de RCyD afecta al medio ambiente

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	si	3	100.0	100.0	100.0

. Presencia de materiales potencialmente contaminantes en los RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	si	3	100.0	100.0	100.0

. Conocimiento de leyes y reglamentos que regulen manejo de RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	si	1	33.3	33.3	33.3
	no	2	66.7	66.7	100.0
	Total	3	100.0	100.0	

. Manejo y disposición final de RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	inadecuado	3	100.0	100.0	100.0

Impacto ambiental además de económico por disposición de RCyD a largas distancias

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	si	3	100.0	100.0	100.0

Otros materiales de RCyD podrían ser aprovechables

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	si	1	33.3	100.0	100.0
Faltan	sistema	2	66.7		
Total		3	100.0		

Conocimiento de empresas que reciclen RCyD en la ciudad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	no	2	66.7	100.0	100.0
Faltan	Sistema	1	33.3		
Total		3	100.0		

Conocimiento de estrategias para reciclare RCyD en México o en el mundo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	no	2	66.7	100.0	100.0
Faltan	Sistema	1	33.3		
Total		3	100.0		

A-22. Encuestados de la Dirección de Desarrollo Urbano

Oficina	Encuestado	Puesto
H. Ayuntamiento Desarrollo Urbano	Sin nombre	
Desarrollo Urbano	Gilberto Martínez Olguin	Supervisor
H. Ayuntamiento Desarrollo Urbano	César Lugo	Dibujante proyectos
Desarrollo Urbano	Luis Antonio Meza Badilla	Dibujante
Obras Públicas	Sin nombre	Supervisor
Obras Públicas	Sin nombre	Supervisor
H. Ayuntamiento	Sin nombre	Coordinador Laboratorio
H. Ayuntamiento	Fco. Esteban Nuñez Bojorquez	Coordinador Laboratorio
H. Ayuntamiento	Sin nombre	
H. Ayuntamiento	Sin nombre	Analista de proyectos
H. Ayuntamiento	Sin nombre	

Elaboración propia con datos obtenidos de desarrollo Urbano

Anexo A-23. Respuestas a encuesta por personal de la Dirección de Desarrollo Urbano

La disposición final de RCyD afecta al medio ambiente

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
si	13	68.4	68.4	68.4
no	6	31.6	31.6	100.0
Total	19	100.0	100.0	

Sitios para disposición final en la actualidad

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Tiradero municipal	3	15.8	17.6	17.6
Tiraderos clandestinos o lotes baldíos	4	21.1	23.5	41.2
Barrancas y terrenos hundidos	5	26.3	29.4	70.6
No hay idea	5	26.3	29.4	100.0
Total	17	89.5	100.0	
Faltan Sistema	2	10.5		
Total	19	100.0		

Presencia de materiales potencialmente contaminantes en RCyD

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
si	11	57.9	61.1	61.1
no	7	36.8	38.9	100.0
Total	18	94.7	100.0	
Faltan Sistema	1	5.3		
Total	19	100.0		

Conocimiento de leyes y reglamentos que regulen el manejo y disposición final de RCy

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valid si	5	26.3	26.3	26.3
no	14	73.7	73.7	100.0
Total	19	100.0	100.0	

Manejo y disposición final

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valid adecuado	3	15.8	16.7	16.7
inadecuado	15	78.9	83.3	100.0
Total	18	94.7	100.0	
Faltan Sistema	1	5.3		
Total	19	100.0		

Vehículos para transporte de RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Camión de volteo propio	2	10.5	14.3	14.3
	Camión de volteo fletado	8	42.1	57.1	71.4
	Pick up u otro vehiculo de carga	4	21.1	28.6	100.0
	Total	14	73.7	100.0	
Faltan	Sistema	5	26.3		
Total		19	100.0		

Impacto ambiental por consumo de energía por transporte de RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	si	13	68.4	68.4	68.4
	no	6	31.6	31.6	100.0
	Total	19	100.0	100.0	

Mayor tipo de obra que construye su empresa

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Fraccionamiento interes social	4	21.1	57.1	57.1
	Fraccionamiento residencia media 100 a 200 m2	1	5.3	14.3	71.4
	Fraccionamiento residencial 400m2 o mas	2	10.5	28.6	100.0
	Total	7	36.8	100.0	
Faltan	Sistema	12	63.2		
Total		19	100.0		

Tipo de material que utiliza en muros de sus construcciones

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Ladrillo	7	36.8	77.8	77.8
	Block cemento	2	10.5	22.2	100.0
	Total	9	47.4	100.0	
Faltan	Sistema	10	52.6		
Total		19	100.0		

Material más reciclable que componen los RCyD de sus construcciones

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Ladrillo	8	42.1	61.5	61.5
	Block de cemento	5	26.3	38.5	100.0
	Total	13	68.4	100.0	
	Faltan	Sistema	6	31.6	
Total		19	100.0		

Se pueden aprovechar los materiales de RCyD para otros usos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Si	10	52.6	83.3	83.3
	No	2	10.5	16.7	100.0
	Total	12	63.2	100.0	
Faltan	Sistema	7	36.8		
Total		19	100.0		

Separación de materiales en sus obras en construcción

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Si	1	5.3	10.0	10.0
	No	9	47.4	90.0	100.0
	Total	10	52.6	100.0	
Faltan	Sistema	9	47.4		
Total		19	100.0		

Causa por la que no se separan los materiales de RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Costos	5	26.3	50.0	50.0
	Tiempo	1	5.3	10.0	60.0
	Indiferencia	2	10.5	20.0	80.0
	Otro	2	10.5	20.0	100.0
	Total	10	52.6	100.0	
Faltan	Sistema	9	47.4		
Total		19	100.0		

Colaboraría para cuidar medio ambiente separando los materiales de sus RCyD para su disposición final

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	De acuerdo	15	78.9	100.0	100.0
Faltan	Sistema	4	21.1		
Total		19	100.0		

Otros materiales de RCyD desechados que pueden ser reciclados

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Tierra y agregados	1	5.3	50.0	50.0
	Todos	1	5.3	50.0	100.0
	Total	2	10.5	100.0	
Faltan	Sistema	17	89.5		
Total		19	100.0		

Conocimiento de alguna empresa que se dedique al reciclaje de RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	no	16	84.2	100.0	100.0
Faltan	Sistema	3	15.8		
Total		19	100.0		

Conocimiento de alguna estrategia para reciclar RCyD en Mexico o el mundo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	no	15	78.9	100.0	100.0
Faltan	Sistema	4	21.1		
Total		19	100.0		

A-24. Encuestados Desarrolladores de Vivienda

Aristos Empresarial	Arq. Hernán Rivera López	Gerente de proyectos
	Arq. Isauro Javier Zazueta Matus	Auxiliar de Proyectos
	Arq. Elizabeth Vivian Leyva	Coordinador de control de obra
	Sin nombre	Auxiliar de Proyectos
Constructora Altos Bajío	Ing. Francisco Aguilar Ramírez	Gerente técnico
Constructora Vertex	Ing Paulino Gámez Mendivil	Residente de obra
Desarrollos Residenciales Lander	Ing. Jesús M. Navarrete Aldama	Residente de obra
	Ing. Manuel Soto Duarte	Coordiandor de vivienda
	Martin Antonio Medrano Sañudo	Residente de obra
Edificadora PIBO S. A.	Ing. Eduardo Aguilar Moreno	Gerente de producción
Luna Construcciones de Obregón, S. A. de C. V.	Ing. Pedro Luna de la Rosa	Gerente General
Promotora Saga	Ing. Ricardo Berriozabal	Coordinador de obra
Residencial Villa California	Ing. Javier Hernández Pablos	Director técnico
	Ing. Manuel de Jesús Pablos Tavares	Coordinador de obra
	Ing. Lorenzo G. Flores Martin	Jefe de Compras
URBI Construcciones del Pacífico	Ing. Daniel Martin Flores Félix	Coordinador de urbanización
	Ing. Manuel Vilchis	Residente obra
	Ing. Ignacio Flores Rojas	Coordinador de calidad

Elaboración propia con datos obtenidos en visitas a constructoras

A-25 Respuestas a encuesta por personal empresas desarrolladoras de vivienda

Disposición de RCyD

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si	17	94.4	94.4	94.4
no	1	5.6	5.6	100.0
Total	18	100.0	100.0	

Sitios para disposición final en la actualidad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Tiradero municipal	8	44.4	47.1	47.1
	Tiraderos clandestinos o lotes baldios	3	16.7	17.6	64.7
	Barrancas y terrenos hundidos	3	16.7	17.6	82.4
	No hay idea	3	16.7	17.6	100.0
	Total	17	94.4	100.0	
Faltan	Sistema	1	5.6		
Total		18	100.0		

Presencia de materiales potencialmente contaminantes en RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	si	13	72.2	76.5	76.5
	no	4	22.2	23.5	100.0
	Total	17	94.4	100.0	
Faltan	Sistema	1	5.6		
Total		18	100.0		

Leyes y reglamentos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Si	3	16.7	16.7	16.7
	No	15	83.3	83.3	100.0
	Total	18	100.0	100.0	

Manejo de RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	adecuado	2	11.1	13.3	13.3
	inadecuado	13	72.2	86.7	100.0
	Total	15	83.3	100.0	
Faltan	Sistema	3	16.7		
Total		18	100.0		

Vehículos para transporte de RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Camión de volteo propio	5	27.8	27.8	27.8
	camión de volteo fletado	13	72.2	72.2	100.0
	Total	18	100.0	100.0	

Consumo de energía y medio ambiente por disposición a largas distancias

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Si	14	77.8	77.8	77.8
	No	4	22.2	22.2	100.0
	Total	18	100.0	100.0	

Iipo de obra que construye

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Fraccionamiento interes social	17	94.4	100.0	100.0
Faltan	Sistema	1	5.6		
	Total	18	100.0		

Material más utilizado en muros

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Ladrillo	3	16.7	16.7	16.7
	Block cemento	15	83.3	83.3	100.0
	Total	18	100.0	100.0	

Materiales más reciclables

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Ladrillo	5	27.8	29.4	29.4
	Block de cemento	12	66.7	70.6	100.0
	Total	17	94.4	100.0	
Faltan	Sistema	1	5.6		
	Total	18	100.0		

Posible aprovechamiento de otros RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Si	16	88.9	100.0	100.0
Faltan	Sistema	2	11.1		
	Total	18	100.0		

Separación de materiales

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Si	2	25.0	25.0	25.0
	No	6	75.0	75.0	100.0
	Total	8	100.0	100.0	

Causa por la que no se separan los materiales de RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Costos	9	50.0	56.3	56.3
	Tiempo	1	5.6	6.3	62.5
	Indiferencia	5	27.8	31.3	93.8
	Otro	1	5.6	6.3	100.0
	Total	16	88.9	100.0	
Faltan	Sistema	2	11.1		
Total		18	100.0		

Disposición para separar residuos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	De acuerdo	16	88.9	100.0	100.0
Faltan	Sistema	2	11.1		
Total		18	100.0		

Otros materiales potencialmente reciclables

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Tierra y agregados	3	16.7	27.3	27.3
	Ladrillo	1	5.6	9.1	36.4
	Block cemento	6	33.3	54.5	90.9
	Metales	1	5.6	9.1	100.0
	Total	11	61.1	100.0	
Faltan	Sistema	7	38.9		
Total		18	100.0		

Empresas recicladoras en la ciudad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	No conoce	17	94.4	100.0	100.0
Faltan	Sistema	1	5.6		
Total		18	100.0		

. Estrategias para reciclaje

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	si	1	5.6	6.3	6.3
	No conoce	15	83.3	93.8	100.0
	Total	16	88.9	100.0	
Faltan	Sistema	2	11.1		
Total		18	100.0		

A-26. Encuestados del Colegio de Arquitectos de Ciudad Obregón

Empresa	Encuestado	Puesto
Aviléz Arquitectos S. C.	Arq. Javier Aviléz Ortega	DRO / Director
Constructora Obregón	Arq. Jesús R. Barreras Lerma	DRO / Director
Dirección Desarrollo Urbano	Arq. Luis A. Cuevas Othon	DRO / Subdirector de Planeación Urbana
Secretaría de Economía	Arq. Jorge Espinoza García	Dirección regional
Colegio de Arquitectos	Arq. Marco A: Gómez y Cardoso	DRO / Colegiado
Colegio de Arquitectos	Arq. benito Inzunza R.	Colegiado
Olinka, Desarrollos Inmobiliarios, S. C.	Arq. Sergio Iturribarría Félix	DRO / Director
Instituto Tecnológico Superior de Cajeme	Arq. Neptalí Marcial Chávez	Profesor titular de ITESCA
Montoya y Asociados	Arq. Heliodoro Montoya Navarro	DRO / Director
ADC	Arq. José Luis Pliego Cortés	DRO / Director
Colegio de Arquitectos	Arq. Javier Rodríguez E.	Colegiado
Colegio de Arquitectos	Arq. Mayela Rodríguez Ramos	Colegiada
JG Serrano y Asociados, S.C.	Arq. José Serrano P.	DRO / Director
Proyectos y Construcciones	Arq. Gabriel Solís A.	Director
Arq. Abelardo Soto	Arq. Abelardo Soto	Director
Grupo ZAAN	Arq. Francisco F. Zamora G.	Propietario
Despacho de Arquitectura	Arq. Carlos Ulloa Hidalgo	DRO / Propietario
Diseño y Construcción	Sin Nombre	Colegiado
Diseño y Construcción	Sin Nombre	Colegiado
H. Ayuntamiento	Fernando Lule Martínez	DRO / Colegiado
Colegio de Arquitectos	Arq. Gilberto Michel E.	DRO / Colegiado
Colegio de Arquitectos	Sin Nombre	Colegiado
Colegio de Arquitectos	Sin Nombre	Colegiado

Elaboración propia con datos obtenidos de desarrollo Urbano y Colegio Arquitectos.

A-27. Respuestas a encuesta por Directores de Obra del Colegio de Arquitectos de Ciudad Obregón

Disposición de RCyD es un problema ambiental

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valid	Si	23	100.0	100.0	100.0

Sitios para disposición final en la actualidad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valid	Tiradero municipal	14	60.9	60.9	60.9
	Barrancas y terrenos hundidos	5	21.7	21.7	82.6
	No hay idea	4	17.4	17.4	100.0
Total		23	100.0	100.0	

Presencia de materiales potencialmente contaminantes en RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valid	si	16	69.6	76.2	76.2
	no	5	21.7	23.8	100.0
	Total	21	91.3	100.0	
Missing	System	2	8.7		
Total		23	100.0		

Leyes y reglamentos que regulen manejo y disposición de RcyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valid	si	7	30.4	31.8	31.8
	No conoce	15	65.2	68.2	100.0
	Total	22	95.7	100.0	
Missing	System	1	4.3		
Total		23	100.0		

Manejo de RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valid	adecuado	1	4.3	4.3	4.3
	inadecuado	21	91.3	91.3	95.7
	3	1	4.3	4.3	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Tipo de vehiculo que utiliza para transporte de RCyD que genera su empresa

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	Camión de volteo propio	4	17.4	17.4	17.4
	camión de volteo fletado	18	78.3	78.3	95.7
	Pick up u otro vehiculo de carga	1	4.3	4.3	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Consumo de energía y medio ambiente

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	Si	20	87.0	87.0	87.0
	No	3	13.0	13.0	100.0
	Total	23	100.0	100.0	

Tipo de obra que construye

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	Fraccionamiento interés social	3	13.0	14.3	14.3
	Fraccionamiento residencia media 100 a 200 m2	4	17.4	19.0	33.3
	Residencias particulares	10	43.5	47.6	81.0
	5	4	17.4	19.0	100.0
	Total	21	91.3	100.0	
Faltan	Sistema	2	8.7		
Total		23	100.0		

Material más utilizado en muros

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	Ladrillo	19	82.6	86.4	86.4
	Block cemento	3	13.0	13.6	100.0
	Total	22	95.7	100.0	
Faltan	Sistema	1	4.3		
Total		23	100.0		

Materiales reciclables

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	Ladrillo	11	47.8	50.0	50.0
	Block de cemento	6	26.1	27.3	77.3
	los dos	4	17.4	18.2	95.5
	4	1	4.3	4.5	100.0
	Total	22	95.7	100.0	
Faltan	Sistema	1	4.3		
Total		23	100.0		

Aprovechamiento de otros RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	si	18	78.3	85.7	85.7
	no	3	13.0	14.3	100.0
	Total	21	91.3	100.0	
Faltan	System	2	8.7		
Total		23	100.0		

Separación de materiales

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valid	si	3	13.0	14.3	14.3
	No separa	18	78.3	85.7	100.0
	Total	21	91.3	100.0	
Missing	Sistema	2	8.7		
Total		23	100.0		

Causa por la que no se separan los materiales de RCyD

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	Costos	10	43.5	52.6	52.6
	Tiempo	2	8.7	10.5	63.2
	Indiferencia	6	26.1	31.6	94.7
	Otro	1	4.3	5.3	100.0
	Total	19	82.6	100.0	
Faltan	Sistema	4	17.4		
Total		23	100.0		

Disposición para separar residuos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	De acuerdo	22	95.7	100.0	100.0
Faltan	Sistema	1	4.3		
Total		23	100.0		

Otros materiales potencialmente reciclables

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	Tierra y agregados	7	30.4	38.9	38.9
	Ladrillo	3	13.0	16.7	55.6
	Block cemento	1	4.3	5.6	61.1
	Metales	1	4.3	5.6	66.7
	Todos	6	26.1	33.3	100.0
	Total	18	78.3	100.0	
Faltan	Sistema	5	21.7		
Total		23	100.0		

Empresas recicladoras en la ciudad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	si	2	8.7	10.0	10.0
	No conoce	18	78.3	90.0	100.0
	Total	20	87.0	100.0	
Faltan	Sistema	3	13.0		
Total		23	100.0		

Estrategias para reciclaje

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	si	2	8.7	9.5	9.5
	No conoce	19	82.6	90.5	100.0
	Total	21	91.3	100.0	
Faltan	Sistema	2	8.7		
Total		23	100.0		