

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

Centro de transferencia y aprovechamiento de fragmentos de ladrillo, block y concreto para el municipio de Guatemala.

PROYECTO DE GRADO

RUBEN HOMAR CIFUENTES VELASCO
CARNET 10998-04

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ABRIL DE 2016
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

Centro de transferencia y aprovechamiento de fragmentos de ladrillo, block y concreto para el municipio de Guatemala.

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR
RUBEN HOMAR CIFUENTES VELASCO

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ABRIL DE 2016
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DECANO: MGTR. CRISTIAN AUGUSTO VELA AQUINO
VICEDECANO: MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ
SECRETARIA: MGTR. ALICE MARÍA BECKER ÁVILA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. JOSE LISANDRO SANCHEZ OSORIO

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JOSÉ DAVID HERNÁNDEZ PRERA
MGTR. JUAN CESAR ALEJANDRO URETA MORALES
MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ

Guatemala, 26 de febrero 2016

Ms. Arq. David Hernández Prera
Coordinador de MDCE
Universidad Rafael Landívar
Instituto de Investigación en Diseño
Facultad de Arquitectura
Presente.

Estimado Arq. Hernández:

Un gusto poder saludarte, y aprovecho para indicarte que asesoré el trabajo de graduación del Arquitecto **Ruben Homar Cifuentes Velasco, carné No.10998-04** para optar por el grado de Magister Artium en la Maestría Diseño y Construcción Ecológicos con el tema: **“CENTRO DE TRANSFERENCIA Y APROVECHAMIENTO DE FRAGMENTOS DE LADRILLO, BLOCK Y CONCRETO PARA EL MUNICIPIO DE GUATEMALA”**.

Me permito emitir Dictamen Favorable y considero que es apto para su aprobación y continuar con los trámites de rigor, por lo que someto a tu consideración dicho trabajo.

Me suscribo atentamente,



M.A. Arq. Jose Lisandro Sánchez Osorio
Colégiado 1512
Asesor de Trabajo de Graduación



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado del estudiante RUBEN HOMAR CIFUENTES VELASCO, Carnet 10998-04 en la carrera MAESTRÍA EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0357-2016 de fecha 13 de abril de 2016, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

Centro de transferencia y aprovechamiento de fragmentos de ladrillo, block y concreto para el municipio de Guatemala.

Previo a conferírsele el grado académico de MAGÍSTER EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 14 días del mes de abril del año 2016.



MGTR. ALICE MARÍA BECKER ÁVILA, SECRETARIA
ARQUITECTURA Y DISEÑO
Universidad Rafael Landívar

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación aborda la importancia de implementar un Centro de Transferencia y Aprovechamiento de Fragmentos de Ladrillo, Block y Concreto (CTAFLBC), específicamente para cubrir la de demanda del municipio de Guatemala, desde el paradigma de la teoría crítica (acción – reflexión – acción) en donde el investigador, como respuesta a la carencia de estadísticas locales y la complejidad de su obtención, relacionadas a la generación de estos residuos en el sector de la construcción. Así mismo, esta investigación busca dar una respuesta acertada desde un enfoque cualitativo proponiendo un modelo arquitectónico a nivel perfil y una oportunidad de negocio inicial, con la finalidad de profundizar más del tema a través de un anteproyecto arquitectónico y ejes transversales relacionados.

Actualmente los problemas ambientales relacionados con residuos y desechos de construcción y demolición, generados por el sector de la construcción en el Municipio de Guatemala, prácticamente pasan por desapercibido. Al pasar por desapercibido este tipo de impacto ambiental, también se deja de percibir un beneficio económico oculto, detrás de una posible transferencia y adecuado aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición. Por el contrario, las ciudades en vías de desarrollo, gastan aproximadamente el 50% de sus recursos económicos en una adecuada disposición final de los residuos y desechos, sin ningún beneficio económico de retorno.

En Guatemala no existen investigaciones con enfoques cuantitativos ni cualitativos en relación a los residuos y desechos que se generan por el sector de la construcción. No existe un panorama real de la generación de residuos construcción y demolición (RCD) y ninguna obtención de áridos reciclados (AR), por lo que la investigación está sustentada mediante un marco teórico internacional y nacional, profundizando en temas de carácter social, cultural, económico, ambiental y legal.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN

I. MARCO METODOLÓGICO	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.5. USUARIOS	4
1.6. ALCANCES.....	4
1.7. LIMITES	5
1.8. ANTECEDENTES.....	5
1.8.1. <i>Derwen Group, Inglaterra</i>	6
1.8.2. <i>Sani Grupo Empresarial, España</i>	8
1.8.3. <i>Planta Ecovert, España</i>	9
1.8.4. <i>Concretos Reciclados, México</i>	11
1.8.5. <i>UTE Planta de Navalcarnero, España</i>	12
1.8.6. <i>Planta San Gregorio Construcciones, España</i>	13
1.8.7. <i>Planta COGERSA, España</i>	14
1.8.8. <i>Planta de Baza, España</i>	16
II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. GENERACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEL MUNICIPIO DE GUATEMALA	18
2.1.1. <i>Generalidades</i>	18
2.1.2. <i>Situación Actual</i>	26
2.1.3. <i>Residuos y Desechos</i>	37
2.1.4. <i>Legislación Nacional</i>	40
2.1.5. <i>Legislación Internacional</i>	45
2.1.6. <i>Derecho Comparado</i>	49
2.2. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (LADRILLO, BLOCK Y CONCRETO).....	53

2.2.1. <i>Generalidades</i>	53
2.2.2. <i>Residuos Aprovechables</i>	59
2.2.3. <i>Características Físico – Químicas</i>	63
2.3. CENTROS DE TRANSFERENCIA Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	63
2.3.1. <i>Generalidades</i>	63
2.3.2. <i>Aprovechamiento de Residuos Construcción y Demolición</i>	66

III. MARCO CONTEXTUAL..... 70

3.1. HISTORIA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA	70
3.2. HISTORIA DE LA CIUDAD DE MIXCO	71
3.3. UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	72
3.4. TIPO DE CLIMA.....	77
3.5. TEMPERATURA	77
3.6. VIENTO	77
3.7. PRECIPITACIÓN PLUVIAL.....	78
3.8. HUMEDAD RELATIVA	78
3.9. SOLEAMIENTO	78
3.10. CALIDAD DE VIVIENDA	79
3.11. ACCESOS.....	80

IV. MARCO OPERATIVO..... 81

4.1. OPORTUNIDAD DE NEGOCIO PARA IMPLEMENTAR UN CTAFLBC EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA	81
4.1.1. <i>Factores a la disponibilidad de residuos</i>	81
4.1.2. <i>Factores relativos a áridos naturales</i>	84
4.1.3. <i>Factores legislativos</i>	86
4.1.4. <i>Factores culturales</i>	88
4.1.5. <i>Resultados e interpretación</i>	91
4.2. MEMORIA CONCEPTUAL DE DISEÑO	92
4.3. MEMORIA DESCRIPTIVA	93
4.4. PROCESO DE DISEÑO A NIVEL PERFIL.....	94
4.4.1. <i>Programa Arquitectónico</i>	95

4.4.2. Matriz de Relaciones.....	96
4.4.3. Diagramas de Burbujas.....	97
4.4.4. Diagrama de Bloques del Proceso de Transferencia y Aprovechamiento de Residuos	98
4.4.5. Planimetría del perfil de proyecto	99
4.4.6. Presupuesto estimado del perfil de proyecto.....	105

V. CONCLUSIONES..... 107

VI. RECOMENDACIONES..... 108

VII. BIBLIOGRAFÍA..... 109

VIII. ANEXOS 112

8.1. EQUIPO CATERPILLAR ESPECIALIZADO PARA UN CTAFLBC	112
8.2. PLANTAS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN	114
8.3. COTIZACIONES DE PLANTAS FIJAS Y MÓVILES	115
8.4. ENCUESTAS A INVOLUCRADOS CON EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA.....	117

ÍNDICE FOTOGRÁFICO

fotografía 1. maquinaria industrial especializada para el aprovechamiento de escombros, inglaterra.....	8
fotografía 2. planta de sani en almendralejo, españa.	9
fotografía 3. planta de reciclaje de residuos de construcción y demolición de ecovert, españa.....	10
fotografía 4. instalaciones operativas de concretos reciclados en la ciudad de méxico.	11
fotografía 5. instalaciones de planta ute, españa.	12

fotografía 6. instalaciones de planta san gregorio, españa. ..	13
fotografía 7. instalaciones de planta cogersa, españa.	16
fotografía 8. instalaciones de planta de baza, españa.	18
fotografía 9. caracterización de los escombros.....	54
fotografía 10. proporciones para concretos con agregados reciclados y naturales.....	56
fotografía 11. sub-productos de residuos de construcción más comunes.....	59
fotografía 12. muestra de asfalto con un 95% de agregado reciclado.....	60
fotografía 13. residuos comunes de block de concreto y pómez en proyectos de demolición.	62
fotografía 14. panorámica del sitio del proyecto y puente san cristóbal, municipio de guatemala.....	76
fotografía 15. vista del sitio del proyecto, municipio de guatemala, las charcas z.11	76
fotografía 16. vista aérea del sitio y actividades clandestinas que se realizan ilegalmente	76
fotografía 17. panorámica del entorno del sitio y cauce del río platanitos.....	76
fotografía 18. panorámica de la región de estudio.	77
fotografía 19. carta solar latitud 14° norte.	78
fotografía 20. características generales de un centro de transferencia y aprovechamiento de rcd	94
fotografía 21. vista interna del área operativa de planta gardelegui, españa	100
fotografía 22. estrategias ecológicas para mitigar impactos ambientales.....	101

fotografía 23. procesos de transferencia y aprovechamiento de residuos	102
--	-----

ÍNDICE TABLAS

tabla 1. comparativo de la normativa internacional relacionada con residuos y desechos de construcción y demolición	50
tabla 2. interpretación de resultados	92

ÍNDICE GRÁFICAS

gráfica 1. las 4 erres de la gestión y manejo de residuos de construcción y demolición.	56
gráfica 2. materiales de construcción incorporados en la infraestructura del municipio de Guatemala.	80
gráfica 4. entidades relacionadas con -RDCD-.....	117
gráfica 3. conocimiento de -RDCD-.....	117
gráfica 6. generación de -RDCD-	118
gráfica 5. manejo de -RDCD-	118
gráfica 8. cantidad de -RDCD-	118
gráfica 7. disposición final de -RDCD-.....	118
gráfica 9. tres erres de sostenibilidad.....	118
gráfica 10. aprovechamiento de -RDCD-.....	118
gráfica 12. reducción de impacto	118
gráfica 11. costo de gestión y manejo	118
gráfica 14. disposición ilícita.....	118
gráfica 13. conocimiento de -RDCD-.....	118

gráfica 15. multas	118
gráfica 16. comparación de residuos	118
gráfica 18. apoyo a iniciativa	118
gráfica 17. reúso / reciclaje.....	118
gráfica 19. generación de -RDCD-.....	118
gráfica 20. aprovechamiento de -RDCD-	118
gráfica 21. conocimiento de -RDCD-	118
gráfica 22. disposición final de -RDCD-	118

ÍNDICE MAPAS

mapa 1. mapa general de Guatemala (sitio del proyecto).....	73
mapa 2. mapa contextual del sitio (ampliación 1)	73
mapa 3. mapa contextual del sitio (ampliación 2)	73
mapa 4. mapa contextual del sitio (ampliación 3)	73
mapa 5. mapa contextual del sitio (ampliación 4)	73
mapa 6. mapa contextual del sitio (ampliación 5)	74
mapa 7. mapa contextual municipal (pot)	75
mapa 8. mapa hábitat urbano y clasificación zonas G0 y G1 de la zona 11 del municipio de Guatemala	75
mapa 9. mapa contextual del sitio (vientos).....	77
mapa 10. mapa de soleamiento general del sitio.....	79
mapa 11. mapa de calidad de materiales en la zona 11 del municipio de Guatemala.	79
mapa 12. acceso hacia sitio del proyecto.	81

INTRODUCCIÓN

Actualmente los problemas ambientales a causa de los residuos y desechos de construcción y demolición (RDCCD) que se generan en el municipio de Guatemala pasan por desapercibido, provocando que los involucrados al sector de la construcción no les interese gestionar este tipo de residuo y desecho. Lo anterior es contrario al ideal de sostenibilidad, el cual promueve satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras, sin tomar en cuenta que se deja de percibir un beneficio económico. En la gran mayoría de los proyectos de construcción y demolición no se promueve la adecuada disposición final de los residuos y desechos e inclusive en los proyectos denominados “verdes” tampoco existe un verdadero Plan de Gestión y Manejo de Residuos y Desechos de Construcción y Demolición (PGMRDCCD). La mayoría de las áreas urbanas de los países en vía de desarrollo gasta, aproximadamente, entre 30% y 50% de sus recursos en la eliminación de los desechos sólidos y en algunas ocasiones esto no es suficiente para enfrentar la cantidad de desechos generados. Los residuos de construcción y demolición poseen un alto potencial de reciclaje y aprovechamiento, el cual en la

actualidad es totalmente pasado por alto por el sector de la construcción por diversos motivos que en esta investigación se tratarán de exponer. Uno de los principales motivos de la poca importancia que se le da a los residuos y desechos de construcción y demolición es la falta de investigación cuantitativa y cualitativa de estos, así como también la carencia de proyectos a nivel perfil que mitiguen estos impactos en particular.

Añadido a lo anterior, Guatemala no cuenta con un Centro de Transferencia y Aprovechamiento de Fragmentos de Ladrillo, Block y Concreto (CTAFLBC), en el cual se puedan realizar diferentes tipos de estudios y procesos de reinserción de materiales, por lo que la implementación de uno de estos centros en la periferia del municipio, no solo sería de gran impacto en la Guatemala, sino que sería un proyecto vanguardista a nivel regional, promoviendo un desarrollo sostenible y concientizando a las personas involucradas. Este estudio tratara de sentar las bases para una oportunidad de negocio y modelo arquitectónico a nivel perfil de un CTAFLBC, incentivando a las personas involucradas con la generación de residuos y desechos, a seguir desarrollando soluciones similares para mitigar este impacto ambiental.

I. MARCO METODOLÓGICO

1.1. Planteamiento del Problema

Desde hace varios años la mayoría de residuos y desechos de construcción y demolición generados en el municipio de Guatemala son dispuestos en barrancos, botaderos no autorizados y carreteras, entre otros, debido a la falta de respuesta por parte de las autoridades del municipio de Guatemala. En general hay una falta de conciencia ambiental, desinterés y desconocimiento del tema por parte de los desarrolladores y profesionales de la construcción, lo que incrementa aún más el deterioro del entorno natural de forma silenciosa. En general, se desconoce que la mayoría de residuos generados por la industria de la construcción pueden ser parte de procesos de transferencia y aprovechamiento, a través de centros especializados; mitigando así, muchos de los problemas ambientales causados por la contaminación de residuos y desechos, específicamente los de este sector, el cual

es uno de los más contaminantes y generalmente este tipo de contaminación es de menor importancia para la sociedad si son comparados con los residuos sólidos urbanos comunes, con la falsa creencia que los residuos y desechos generados por la construcción son todos de carácter inerte y degradables al entorno.

Al no aprovechar los residuos de construcción y demolición provenientes de los proyectos, se generan pérdidas económicas, debido a que gran parte de estos residuos son la materia prima de nuevos materiales reciclados, a esperas de ser reinsertados al mercado regional e internacional. Según la Real Academia Española el ripio es un cascajo o fragmentos de ladrillos, piedras y otros materiales de obra de albañilería quebrados, que se utiliza para rellenar huecos de paredes o pisos. Las partículas de concreto (cemento, arena, piedrín) de cualquier tamaño, también forman parte de los componentes del ripio en la mayoría de las obras del municipio de Guatemala. Los fragmentos de ladrillo, block y concreto son algunos de los residuos que

más se generan en el sector de la construcción, tanto en cantidad como en volumen. Un CTAFLBC es un sitio especializado en la gestión y manejo de los fragmentos de ladrillo, block y concreto con la finalidad de prolongar su ciclo de vida por medio de estrategias de aprovechamiento y revalorización, hasta lograr un producto reciclado que permita su reincorporación al mercado inicial. Es importante mencionar que un CTAFLBC únicamente se encarga de procesar los escombros o ripio de ladrillo, block y concreto generado por la industria de la construcción y no de los demás residuos y desechos generados por la industria, deben de gestionarse por medio de un recolector especializado y ser dispuestos en un vertedero autorizado por las autoridades municipales. Para implementar un CTAFLBC se deben de considerar diversos factores como: localización y ubicación del sitio, vías de acceso y vulnerabilidad del sitio, estudios geotectónicos del sitio, estudio económico, comunitario y ecológico del sitio, normativa aplicable en la región, sistemas de recolección vigentes, situación de mercado y demanda del sector de

la construcción, tipos de materiales utilizados por la industria, equipamiento y maquinaria especializada.

1.2. Justificación

Es evidente la necesidad de implementar un Centro de Transferencia y Aprovechamiento de Fragmentos de Ladrillo, Block y Concreto (CTAFLBC), el cual se enfoque específicamente en solucionar los problemas de generación en el municipio de Guatemala y su periferia. También es necesario marcar un punto de partida económico y arquitectónico a nivel perfil, para evaluar la posible implementación de un CTAFLBC.

La infraestructura actual del municipio es bastante antigua y en determinado momento se tendrá la necesidad de renovarla, lo que conllevará demoliciones a gran escala, agravando aún más los problemas ambientales que estas actividades representan. Un posible incremento económico del municipio de Guatemala en el futuro y la densificación de la urbe, propiciaría la generación de nuevas construcciones, las

cuales demandarán una debida transferencia y aprovechamiento de sus residuos generados y la adecuada disposición final de estos.

La implementación de un CTAFLBC es una oportunidad de desarrollo económico, social y ambiental, el cual colocaría al País, como uno de los primeros Estados a nivel de América Latina en dar el ejemplo de mitigar la contaminación provocada por la industria de la construcción, sumándose a los esfuerzos de implementar estos Centros de Transferencia y Aprovechamiento, que ya han empezado otros Estados como México, Costa Rica, Colombia, entre otros. Indudablemente la implementación de un CTAFLBC mejoraría el entorno ambiental del municipio y a su vez promovería un ahorro económico para los involucrados del sector de la construcción y contribuiría en alcanzar las metas de desarrollo de la Organización de Naciones Unidas (ONU), de la cual el Estado es partícipe.

1.3. Objetivo General

Plantear una oportunidad de negocio y modelo

arquitectónico a nivel perfil de un Centro de Transferencia y Aprovechamiento de Fragmentos de Ladrillo, Block y Concreto (CTAFLBC), que mitigue el impacto ambiental provocado por los residuos y desechos generados por la industria de la construcción del municipio de Guatemala y sus alrededores.

1.4. Objetivos Específicos

- Generar un modelo de oportunidad de negocio y modelo arquitectónico a nivel perfil para la implementación de un CTAFLBC en la periferia del municipio de Guatemala, sin comprometer las actividades que se desarrollan en torno al sitio elegido.
- Identificar las oportunidades de mercado para la comercialización de materiales con alto porcentaje de materia prima reciclada, con la finalidad de reinsertarlos al sector de la construcción en el municipio de Guatemala y concientizar a través de ellos el uso racional de los recursos.

- Plantear las formas apropiadas para cubrir las necesidades de disposición final de los residuos generados por el sector de la construcción, especialmente los fragmentos de ladrillo, block y concreto.

1.5. Usuarios

El CTAFLBC está enfocado principalmente al sector de la construcción y todos sus involucrados (profesionales de la construcción y desarrolladoras), debido a que son estos los principales generadores de fragmentos de ladrillo, block y concreto en el municipio de Guatemala.

1.6. Alcances

Se planteara la oportunidad de negocio y modelo arquitectónico a nivel perfil de un CTAFLBC, el cual contemple ambientes específicos y equipamiento tecnológico necesario (talleres, servicios, administración, operación, acopio, plantas fijas, plantas móviles, etc.). Llevando a cabo un proceso de investigación sistemática y análisis profundo con un enfoque social, económico y

ambiental para garantizar que la propuesta final (CTAFLBC) pueda ser llevada a un nivel de anteproyecto arquitectónico y factibilidad económica que alcance objetivos comunes de desarrollo sostenible en el municipio de Guatemala, a lo largo de la vida útil del proyecto. Añadido a lo anterior se planteará un presupuesto inicial para evaluar la viabilidad inicial de una posible implementación o bien sirva de punto de partida para evaluar su posible reestructuración.

El CTAFLBC propondrá ser una solución real a los problemas de generación de residuos por parte de las desarrolladoras, constructoras y profesionales de la construcción, aprovechando al máximo la rentabilidad de los residuos al incorporarlos nuevamente a su ciclo inicial y sería el punto de partida para la generación de herramientas y estrategias ambientales para el sector de la construcción con el fin de mitigar la contaminación que esta industria genera.

1.7. Limites

La escasa normativa ambiental especializada en el tema de residuos y desechos de construcción y demolición, específicamente en la generación de ripio (fragmentos de ladrillo, block y concreto) es una barrera para avanzar con los esfuerzos del mejoramiento ambiental del municipio de Guatemala.

La investigación se enfocará principalmente en los residuos de ladrillo, block y concreto generados en los proyectos de construcción y demolición del municipio de Guatemala, sin escatimar cantidad y volumen al momento de ser transferidos a un centro de aprovechamiento especializado.

Añadido a lo anterior, el adecuado desempeño operativo del CTAFLBC dependerá directamente del desarrollo económico y densificación del municipio, los cuales provocarán mayor generación de proyectos de construcción y demolición. Otro factor limitante a la investigación, es la escasa información cualitativa y

cuantitativa que se posee a nivel regional, la cual se compensara con datos internacionales.

La temporalidad de investigación de este documento es de Junio 2015 hasta Mayo 2015, el ámbito geográfico se rige únicamente al municipio de Guatemala y aborda instituciones del estado específicas como: Municipalidad de Guatemala, MARN y CONADES.

1.8. Antecedentes

La industria de la construcción es una de las más contaminantes del mundo y en el municipio de Guatemala este tipo de actividades no son la excepción. El municipio ha sido a lo largo de los años uno de los más contaminantes en el tema de residuos y desechos de construcción y demolición a nivel País. La gran mayoría de estos son dispuestos inadecuadamente en nuestro entorno sin ningún tipo de clasificación, ni aprovechamiento.

Gran cantidad de residuos de construcción y demolición son de carácter inerte y gran valor económico, si se

utilizaran prácticas ambientales modernas como la implementación de las 4 erres (reciclar, reusar, reducir, revalorizar) y un adecuado plan de gestión y manejo de residuos y desechos de construcción y demolición, no solo se mitigaría un impacto ambiental latente en el municipio de Guatemala al reducir considerablemente los volúmenes de estos residuos, sino que, se lograría un desarrollo sostenible (ambiente-social-económico) real para todos los involucrados.

1.8.1. Derwen Group, Inglaterra ¹

CDE Global es el distribuidor de maquinaria especializada para los procesos de aprovechamiento de residuos de la planta de Grupo Derwen, la planta está situada en West Glamorgan en las afueras de Swansea, Inglaterra. La planta es la primera de su tipo en Gales y ofrece una alternativa viable para la eliminación de residuos en vertederos. La mayor parte de la materia prima en Derwen es originada a partir de excavaciones

¹ Información básica obtenida de sitio web, Disponibilidad y acceso: <http://www.derwengroup.co.uk/about-derwen-aggregates.php>, fecha de consulta: 14-04-2016

de construcción, normalmente estos residuos son enviados a los rellenos sanitarios por lo que se originan graves problemas de manejo debido al volumen de estos dentro de los vertederos autorizados. En 2007, Mark Davies, director general de la planta de Derwen diseño y puso en marcha el complejo de aprovechamiento de estos residuos, siendo este un enfoque temprano e innovador para cubrir las exigencias de carácter legal-ambiental de la región, provocando que las empresas involucradas en el sector de la construcción empezarán a utilizar áridos reciclados.

La mayor parte de los procesos de aprovechamiento de los residuos provenientes del sector de la construcción en Inglaterra se llevan a cabo comúnmente en vertederos autorizados, los cuales no son especialistas para realizar estos procesos, debido a que carecen de tecnología y conocimientos de reciclaje básicos para llevar a cabo estas tareas. Cambios en la legislación ambiental promovieron la importancia de encontrar una solución al problema de la generación de estos residuos

y después de una extensa investigación de mercado, apoyada en gran medida por el sector privado, la planta de aprovechamiento de Derwen fue desarrollada y puesta en marcha. Las consideraciones ambientales en Inglaterra jugaron un papel importante para llevar a cabo la planta, en la que se invirtieron aproximadamente 2.8 millones de euros de parte del sector privado. La mayor parte de la materia prima para que la anterior planta pueda operar, se origina por actividades de construcción y demolición. Derwen Group proporciona una ruta alternativa para la eliminación de los residuos generados por el sector de la construcción, lo que contribuye a minimizar la cantidad de residuos y desechos destinados anteriormente a los vertederos y conocer cada vez más la importancia de su aprovechamiento.

Derwen se especializa en el reciclaje de residuos inertes, la planta de lavado de áridos puede procesar hasta 350,000 toneladas anuales en alto grado de agregado sostenible. Derwen también cuenta con una flota de camiones propia lo que permite que ofrezca un servicio

de respuesta inmediata a los generadores de los residuos de construcción y demolición en un radio de 50km. y permite reaccionar de forma rápida y eficiente a la necesidad de eliminación desechos y aprovechamiento de residuos. La mayor parte de la flota de camiones de Derwen cuenta con una serie de 6 a 8 ruedas los cuales pueden suministrar una amplia gama de contenedores incluyendo rollos de contenedores para recoger los residuos inertes a las áreas en donde se requiera el servicio.

La tasa de reciclaje auditada de Derwen para residuos inertes es 99.1%. El Centro de Tratamiento y Aprovechamiento de Residuos de Construcción y Demolición, es el único lugar en Gales donde se puede disponer de los residuos inertes y producir un alto grado árido reciclado. La adopción de este enfoque puede mejorar la huella ecológica, la huella de carbono y reducir los costes de transporte y mano de obra de la industria de la construcción.

Fotografía 1. Maquinaria industrial especializada para el aprovechamiento de escombros, Inglaterra.



Fuente: "Trituración, cribado y reciclaje", Wirtgen Group, Kleeman Brochure, Pág. 7, Inglaterra 2007.

1.8.2. Sani Grupo Empresarial, España ²

Grupo Sani es una empresa de carácter familiar y que trabaja a nivel regional, participando en la construcción y creación de importantes infraestructuras, siendo su principal ámbito de actuaciones las dedicadas a los movimientos de tierra, excavaciones de todo tipo, explanaciones de cualquier superficie y suministros de áridos y hormigones. Cuentan con canteras de extracción de áridos, plantas de machaqueo, maquinaria diversa de obras públicas, camiones de todo tipo para obras y abastecimiento de áridos. Es una de las empresas principales en excavaciones, movimientos de tierra y obras públicas. Añadido a lo anterior, Sani Gestión Tecnológica Extremeña de Reciclado R.C.D. y abono orgánico, es un grupo empresarial conformado por empresas del sector de la construcción, obras públicas y movimientos de tierras.

Este grupo empresarial se constituye con el objetivo

² Información básica obtenida de sitio web, Disponibilidad y acceso: <http://www.guiaextremadura.com/entidad/sani-grupo-empresarial>, fecha de consulta: 14-04-2016

común de dar solución a una problemática que les afecta e incide directamente en sus ámbitos de actuación: la gestión de los residuos de construcción y demolición. La creación de Sani Gestión Tecnológica, tiene un especial significado en el ámbito empresarial de la localidad, debido a que gestionar este tipo de residuos, es bastante rentable en la región.

Fotografía 2. Planta de Sani en Almendralejo, España.



Fuente: <http://www.hoy.es/20080529/regional/sani-reciclara-cuatro-anos-20080529.html>

1.8.3. Planta Ecovert, España ³

La sociedad Ecología y Vertidos del Bajo Cinca, S.L. (Ecovert) ha puesto en marcha durante el pasado mes de julio, en el municipio de Fraga (Huesca), una nueva planta para el reciclaje de escombros procedentes tanto de derribos como de obras menores y de nueva construcción.

Esta planta, que es una de las primeras instalaciones de este tipo implantadas en Aragón, dará servicio a toda la comarca del Bajo Cinca y alrededores, evitando así el vertido innecesario de un residuo que tiene claras posibilidades de reciclaje y reutilización. Biurrarena, ha sido el proveedor integral elegido por Ecovert para el diseño, suministro e instalación de toda la maquinaria, tanto fija (planta fija) como móvil (retroexcavadora, pinza de selección, etc.), utilizada en la citada instalación. La instalación, con una capacidad de tratamiento de 60 t/h,

³ Información básica obtenida de sitio web, Disponibilidad y acceso: http://ecovert.es/index.asp?snh=conte.asp&stb=datosweb&snt=Empresa&gad=adm_web&prm=&wsub=indice&wtab=indice&mc1=2, fecha de consulta: 14-04-2016

consta de una línea de proceso para el tratamiento y recuperación de residuos mezclados procedentes de obras menores, de demoliciones y de otras obras públicas. En una primera fase los residuos son clasificados, recuperándose por un lado materiales reciclables como maderas, plásticos, metales, etc., y por otro lado obteniéndose una fracción pétreo limpia lista para su posterior trituración y cribado.

La instalación se completa con una segunda fase donde se llevará a cabo la trituración de los escombros ya limpios mediante equipos móviles, que da como resultado un árido reciclado de gran calidad con excelentes posibilidades para su puesta en el mercado como material de relleno, para pistas y caminos forestales, etc. Biurrarena ha diseñado y ejecutado este proyecto utilizando una de las mejores tecnologías europeas actuales de limpieza y clasificación de escombros, como es la de la firma holandesa Redox Recycling Technology, de la que Biurrarena es representante en exclusivo en España. Esta instalación

permitirá recuperar aproximadamente el 80-85% de los materiales de entrada a la instalación.

Fotografía 3. Planta de reciclaje de residuos de construcción y demolición de Ecovert, España.



Fuente: "Planta de reciclaje de RCD mezclados y muy mezclados Ecovert", Reportaje a Biurrarena, Pág.19. España, 2008.

1.8.4. Concretos Recicladados, México ⁴

Concretos Recicladados es una empresa 100% mexicana dedicada al reciclaje de los Residuos de la construcción, fundada en el año 2004. Es la primera empresa en México y pionera en Latinoamérica dedicada a esta actividad.

Promueve la cultura del reciclaje y crear nuevos estándares en el reciclado de los desechos y materiales pétreos producto de la construcción. Además de proveer a la industria de la Construcción con nuevos materiales reciclados de la más alta calidad. Siguiendo los pasos de países desarrollados de la Comunidad Europea y Australia, Concretos Recicladados utiliza tecnología de punta, como es el uso de máquinas de trituración y clasificación, computarizadas y robotizadas, equipadas con motores ecológicos, para reciclar los materiales pétreos. La planta de Concretos Recicladados tiene una capacidad de producción de 2,000 toneladas diarias. Las

⁴ Información básica obtenida de sitio web, Disponibilidad y acceso: <http://www.concretosrecicladados.com.mx/es/quienes.php>, fecha de consulta: 14-04-2016

instalaciones están ubicadas en una depresión de 40mt. por debajo del nivel de la calle, evitando que los polvos salgan de la planta. Además contamos con aspersores de agua tratada para la minimización de los polvos y superficie de protección al impacto ambiental con barreras de árboles.

Fotografía 4. Instalaciones operativas de Concretos Recicladados en la Ciudad de México.



Fuente: <http://concretosrecicladados.com.mx/es/quienes.php>

1.8.5. UTE Planta de Navalcarnero, España ⁵

La UTE Planta de Navalcarnero nace en el verano de 2005 para explotar el Complejo de Tratamiento Integral de residuos de construcción y demolición de Navalcarnero. La planta está constituida por cinco empresas: Macotran S.L., Contrasa, Contenedores Extramadrid S.A., y Etrecsa que desarrollan su actividad en el sector del transporte de residuos de construcción y Daorje S.A. empresa constructora de la Planta de Navalcarnero.

Con esta unión se pretende conjugar la experiencia en la explotación de plantas de tratamiento de residuos que aporta Daorje S.A División Medioambiental, con la dilatada trayectoria en el sector del transporte de residuos aportada por las otras cuatro empresas.

⁵ Información básica obtenida de sitio web, Disponibilidad y acceso: http://www.uteplantanavalcarnero.es/quienes_somos.html, fecha de consulta: 14-04-2016

Fotografía 5. Instalaciones de planta UTE, España.



Fuente:

http://www.uteplantanavalcarnero.es/planta_tratamiento_rcd.html

1.8.6. Planta San Gregorio Construcciones, España ⁶

La planta tiene una capacidad de gestión, a máximo rendimiento, de 100,000 toneladas al año de residuos de construcción y demolición, habiendo sido diseñada para poder realizar una ampliación de la misma en 50,000 toneladas más. Las tarifas de precios varían en función de la clasificación previa realizada por el cliente en el centro de producción del residuo, siendo más barata su gestión a medida que el material a reciclar se encuentre más clasificado o segregado.

Además de la gestión y valorización de los residuos de construcción y demolición, Contratas y Obras San Gregorio S.A. se encuentra autorizada por la Junta de Castilla y León para su transporte, pudiendo ofrecer a nuestros clientes la recogida de los residuos en origen y la garantía de que dichos residuos se van a gestionar como especifica el Real Decreto 105/2008.

⁶ Información básica obtenida de sitio web, Disponibilidad y acceso: http://www.sangregorio.es/planta-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcds_69633.html, fecha de consulta: 14-04-2016

Fotografía 6. Instalaciones de planta san Gregorio, España.



Fuente: http://www.sangregorio.es/planta-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcds_69633.html

1.8.7. Planta COGERSA, España ⁷

La planta de clasificación de residuos de construcción y demolición (RCD) de COGERSA, cuya construcción ha sido cofinanciada en un 80% por los Fondos de Cohesión de la Unión Europea, entró en funcionamiento a finales del año 2003. Los residuos de escombros que llegan a esta planta de selección para su clasificación y reciclaje contienen hormigón, tabiquería, piedras, maderas, metales, papel y cartón, plástico, etc.

La instalación cuenta con una cabina de control con una báscula de pesaje, un aparcamiento y zona de espera, la nave de clasificación propiamente dicha en la que se encuentra una cabina de triaje manual y además, diversa maquinaria móvil como pala cargadora, pulpo, trituradora y cribadora. En el interior de la nave se aloja el tromel, diversas cintas de transporte, etc. necesarios para la primera fase de la clasificación. La segunda fase de clasificación se realiza en una explanada del vertedero.

⁷ Información básica obtenida de sitio web, Disponibilidad y acceso: <http://www.cogersa.es/metaspaces/portal/14498/19177>, fecha de consulta: 14-04-2016

Una trituradora móvil tritura el material de más de 150 mm y una criba móvil permite obtener la granulometría deseada. En la fase de trituración es posible recuperar férricos mediante electroimán.

Los residuos recibidos se depositan en el patio de descarga tras una inspección visual de los residuos para descartar la presencia de residuos peligrosos y verificar que el material se corresponde con la especificación que el productor/transportista haya consignado en el documento de identificación de RCD. Una vez descargados en la zona de recepción se realiza una primera clasificación segregando los residuos voluminosos mediante pulpo mecánico.

La planta de selección de RCD se compone de 2 líneas paralelas de clasificación a las que se alimenta el material con una pala cargadora a través de una tolva. Una cinta se encarga de alimentar un tromel antes de que los materiales se sometan a selección manual en dos cintas de triaje. La cinta transportadora precedente

de la tolva de alimentación envía los residuos a un tromel que clasifican el escombros según granulometría. Los áridos seleccionados en el tromel o en la cabina de triaje se conducen por las cintas hasta las pilas de salida de material seleccionado, según su granulometría 0-35, 35-150 y mayor de 150mm. La fracción de áridos 0- 35 mm ya clasificada de menor calidad puede emplearse como relleno y asiento de tuberías en zanjas.

Para la obtención de relleno de alta calidad, la fracción mayor de 150 mm se tritura en una trituradora móvil que posee además un electroimán para la recuperación de metales férricos que se obtienen en su mayoría al fragmentar el hormigón armado. Posteriormente se criba con una cribadora, también móvil, pudiendo obtenerse hasta 3 granulometrías diferentes a demanda del cliente. Las maderas se trituran en una trituradora móvil y se destinan a la venta o bien a la planta de compostaje.

El plástico, según su naturaleza, se gestiona directamente con el reciclador final, o en el caso de que

se trate de envases se envía a la planta de selección de envases existente para la clasificación de residuos de recogida selectiva. De forma análoga, los cartones se envían a la línea de clasificación de papel y cartón. El metal obtenido en las diferentes etapas de clasificación se vende para su reciclaje. Los áridos clasificados y libres de impurezas se almacenan según granulometría hasta su aprovechamiento final como material de obra civil, bien en labores de explotación de vertederos, o bien se vende a clientes.

Los materiales no clasificados en ninguna de las familias seleccionadas, bien por encontrarse en mal estado, bien por no pertenecer a ninguna de las mismas, constituyen el rechazo del proceso de selección que se traslada al vertedero de inertes para su eliminación definitiva o al área de residuos peligrosos, según su naturaleza.

Fotografía 7. Instalaciones de planta Cogersa, España.



Fuente:

<http://www.cogersa.es/metaspaces/portal/14498/18775-gestionar-residuos-con-cogersa?pms=1,48764,48676003,view,normal,0>

1.8.8. Planta de Baza, España ⁸

Esta instalación se encuentra ubicada en el paraje Cañada del Jaque, término municipal de Baza, junto a la planta de transferencia de RSU y el punto limpio de este municipio. Presta el servicio a los municipios de Baza, Caniles, Freila, Zújar más aquellos situados dentro de un radio de 25 km.

Sus características básicas son:

- Diseñada para procesar 22,390 toneladas/año.
- La superficie de la instalación es de 10.6 hectáreas.

El flujo que sigue el material una vez que llega a la planta de tratamiento es:

En la entrada de la instalación, donde se encuentra la báscula y oficinas, se realiza un control visual del material antes de su admisión. Si el material es admitido, se procede al pesaje del mismo.

⁸ Información básica obtenida de sitio web, Disponibilidad y acceso: http://www.resurgranada.es/plantas_rcd.php, fecha de consulta: 14-04-2016

Posteriormente, el vehículo que transporta los residuos de construcción y demolición, deposita la carga en una superficie debidamente impermeabilizada, y con sus drenajes correspondientes, en donde se realiza una segunda inspección visual, para comprobar que el material es el permitido.

Se realiza una selección positiva de elementos valorizables, como papel, plástico, metal, madera, y una selección negativa de impropios, como pueden ser colchones, botes... además, se atenderá especialmente aquellos impropios que se cataloguen como peligrosos, como latas de pintura, baterías, aislamientos. Cada una de las fracciones segregadas, se derivaran a un gestor autorizado.

Mediante pala cargadora se alimenta la maquinaria de proceso, con triaje, pre cribado, machaqueo, separación de férricos, cribado y limpieza del material mediante soplado. Tras este proceso se obtienen de nuevo subproductos valorizables e impropios, que igualmente se derivan a un gestor autorizado para continuar su

tratamiento específico. El producto final obtenido, es un árido con granulometría determinada, que tras los pertinentes ensayos estará listo para reintroducir en el mercado. Se acopiará en la zona destinada a tal efecto, conformada en zahorra (material de relleno).

El rechazo, o material no útil, como son impropios inertes, tierras no adecuadas, pétreos no procesables (hormigón armado, grandes piedras...), e incluso el material excedente que no puede ser vendido, se depositará en el vertedero de apoyo adyacente. Dicho vertedero estará equipado con sus respectivos drenajes, que conducirán los líquidos de percolación a un único punto de salida a través del dique de fondo, que desembocan en una balsa de lixiviados tras el dique. Todo el vaso de vertido está dotado de un camino perimetral de 30 mt. de ancho.

Fotografía 8. Instalaciones de planta de Baza, España.



Fuente: http://www.resurgranada.es/residuos_cd.php

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Generación de Residuos y Desechos de Construcción y Demolición del Municipio de Guatemala

2.1.1. Generalidades

A principios de la segunda mitad del siglo XVII, se experimentó por primera vez en la historia un crecimiento sostenido del nivel de vida de las masas, economía y desarrollo tecnológico, a este periodo de la historia se le conoce como Revolución Industrial. Los temas ambientales en esta época no fueron de interés principal, promoviendo en gran medida el deterioro de nuestro planeta, principalmente por la generación residuos y desechos sólidos, específicamente los generados por el sector de la construcción a causa de nuevas construcciones con tecnologías innovadoras para la época y demoliciones de las antiguas construcciones, estas últimas son más complejas de gestionar y controlar, debido al desconocimiento de cómo fueron

construidas en su momento y la escasa información en la época de su adecuada disposición final. La Revolución Industrial en Guatemala trajo consigo no solo el desarrollo económico a través del ferrocarril, sino también la introducción de nuevas tendencias arquitectónicas-constructivas e incursión de materiales utilizados en el sector de la construcción, tales como plásticos, agregados químicos, combustibles, cerámica, vidrio, entre otros, que en su mayoría provenían de procesos de extracción y producción contaminantes. La introducción de materiales no locales en los procesos de construcción y demolición, trajo consigo generación de residuos y desechos al sector de la construcción guatemalteca, desde su irresponsable obtención de materiales para iniciar un proyecto, hasta su inadecuada disposición final.

Como consecuencia de la poca importancia que se le dio a los temas ambientales en esta época, se originó la tendencia del “vivir bien”, contraria al “buen vivir”, provocando un individualismo y consumismo

incontrolado en el transcurso del tiempo. Al gestionar y manejar los residuos y desechos dentro de un proyecto de construcción o demolición, únicamente se toman en cuenta que estas actividades y procesos se realicen satisfactoriamente según su programación, sin importar de donde provienen los materiales que en estos utilicen, los residuos y desechos que se generan y su adecuada disposición final. Lo anterior, es común en los proyectos del sector de la construcción, debido al factor económico el cual muchas veces está por arriba del factor ambiental y no existe un presupuesto designado al análisis e investigación de los materiales a utilizarse, ni mucho menos un plan de gestión y manejo de estos residuos y desechos.

Conforme al crecimiento socioeconómico del municipio de Guatemala, el tema del manejo de residuos y desechos generados por la industria de la construcción ha sido vagamente abordado por los actores y coautores responsables del sector, ubicándose como uno de los principales factores el tema económico, debido a que

gestionar y manejar residuos de cualquier índole implica una inversión considerable para los involucrados. Es menester considerar que la normativa aplicable a este tema en el municipio de Guatemala, ha sido muy limitada a lo largo de los años y carece de normativas específicas para el tema de los residuos y desechos generados por la industria de la construcción.

Los residuos y desechos en general, el control, protección y mejoramiento ambiental, ha sido un tema principal de discusión entre los Estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas, generándose acuerdos internacionales sobre el ambiente. Lo anterior inicia en la conferencia de Estocolmo sobre Medio Ambiente Humano, en 1972, siguiendo con la Convención de Ginebra sobre la Contaminación Área, 1979; La Estrategia Mundial para la Conservación, 1980; El Protocolo de Helinski sobre la Calidad del Aire, 1983; La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1983; El Protocolo de Montreal sobre la Capa de Ozono, 1987; El Libro Verde sobre el Medio Ambiente Urbano,

1990; La Cumbre de la Tierra, 1992; La Conferencia Habilidad, 1996; La Conferencia de Kioto sobre el Calentamiento Global, 1996; La Conferencia de la Haya sobre el Cambio Climático, 2000; La Cumbre de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible, 2002; en el año 2004 se acuerda el Programa de trabajo de Buenos Aires sobre las medidas de adaptación y de respuesta en la CP 10; en el año 2005 entra en vigor del Protocolo de Kyoto, actualmente se espera celebrar esta convención denominada (COP21/CPM11) en Paris 2015 de las cuales se cumplieron las expectativas por parte de los Estados participantes en cuanto avances y cumplimiento de nuevas metas para el mejoramiento del medio ambiente.

En las anteriores convenciones internacionales en pro del mejoramiento ambiental, no se han logrado avances en cuanto a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y manejo de los residuos y desechos sólidos, mucho menos en los específicos a la industria de la construcción. De los anteriores acuerdos, uno de los

más enfocados en reestructurar los hábitos comunes de las industrias actuales, específicamente de los residuos y desechos generados por el desarrollo de la construcción y preservar nuestro futuro común, es el de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1983, que tuvo como consecuencia el desarrollo del informe Brundtland. Este informe es comúnmente conocido como “Nuestro Futuro Común”, presentado a la Organización de las Naciones Unidas -ONU- en el año 1987. El informe formula la definición de desarrollo sostenible, la cual indica que “El desarrollo sostenible se define como satisfacer las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, para satisfacer sus propias necesidades”.

Como resultado del informe Brundtland, La Agenda 21 (Cumbre de la Tierra, 1992) y otros relacionados con los temas ambientales, específicamente en la gestión y manejo de los residuos y desechos, surgen en el Estado de Guatemala esfuerzos para mejorar este tema, como la creación de la Comisión Nacional para el Manejo de

los Desechos Sólidos⁹ -CONADES- que tiene como función la coordinación, asesoría, consultoría y generación de la capacidad técnica, administrativa y financiera relacionadas con el manejo de desechos sólidos, en donde los generados por el desarrollo de la construcción forman parte. Otro de los esfuerzos realizados por el Estado de Guatemala, es el Acuerdo Gubernativo 111-2005 promulgado por el Organismo Ejecutivo *“Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos”*¹⁰ que promueve la elaboración de normas específicas para cada uno de los residuos generados por las diferentes industrias, como es el caso de la industria de la construcción y demolición.

“Desde la época de los noventa, se ha promovido reglamentos para la administración y recolección de

⁹ Organismo Ejecutivo, Acuerdo Gubernativo 234-2004, Guatemala, 2004.

¹⁰ Organismo Ejecutivo, Acuerdo Gubernativo 111-2005, Guatemala, 2005. Pág. 11.

*basura. Que hasta en el año 2005, únicamente 12 municipalidades poseían un reglamento para el manejo de la basura, lo que significaba que solamente el 3.6% de las municipalidades en esa época, habían elaborado un instrumento de regulación, como por ejemplo: El Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos para el Municipio de Guatemala*¹¹. Es importante mencionar que el término “basura” técnicamente no es correcto al referirnos a desechos de cualquier índole.

Podríamos seguir mencionando diferentes esfuerzos para mejorar la gestión y manejo de desechos en el Estado de Guatemala por medio de la Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos (Acuerdo Gubernativo 111-2005), que tiene como fin general reducir los niveles de contaminación ambiental que producen los residuos y desechos sólidos, para que Guatemala sea un país limpio y ordenado, que

¹¹ Consejo Municipal, Acuerdo COM No. 028-2002, Guatemala, 2002.

brinde a su población un ambiente saludable.¹² La iniciativa de desechos sólidos denominada “Ley para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos y Desechos” propuesta por la Comisión del Ambiente, Ecología y Recursos Naturales del Congreso de la República de Guatemala, cuyo objetivo principal es el de regular los residuos y desechos, su gestión ambiental y manejo técnico e integral, desde la generación hasta la disposición final,¹³ hace que exista un esfuerzo por mitigar el impacto ambiental de los residuos y desechos generados por la industria de la construcción. Sin duda alguna estos esfuerzos son la base fundamental para promover una normativa aplicable a los residuos y desechos generados por el desarrollo de la construcción

¹² Organismo Ejecutivo. Acuerdo Gubernativo 111-2005. “Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos”.

¹³ Comisión del Ambiente, Ecología y Recursos Naturales del Congreso de la República de Guatemala. Iniciativa de Ley 42-40. “Ley para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos y Desechos”

en el municipio de Guatemala, incluidos a manera general como “Desechos de Carácter Especial” en la limitada legislación Guatemalteca.

En la actualidad la carencia de normas específicas aplicables al sector de la construcción provoca que los diferentes residuos y desechos generados en desarrollo de nuevas construcciones y demoliciones de infraestructuras existentes causen contaminación visual, atmosférica, sonora, paisajística del tejido urbano del municipio de Guatemala de forma irreversible. El desarrollo de normas específicas aplicables a los residuos y desechos generados por el desarrollo de la construcción en el municipio de Guatemala ha sido muy lento, debido a esto, la generación de posibles soluciones como lo pueden ser los planes de manejo de residuos y desechos de construcción y demolición, carecen de insumos y amparo legal para llevarse a cabo y únicamente se quedan en estrategias sin aplicación.

Por otra parte, es importante mencionar que el último Diagnostico de Situación del Manejo de Residuos

Sólidos elaborado por el Banco Interamericano de Desarrollo –BID- apoya el incremento de los niveles de calidad de vida, incluida la provisión de servicios sociales básicos en los ambientes urbanos y en consecuencia, ha dado relevancia al manejo de los residuos sólidos por ser uno de los problemas más urgentes de las ciudades de América Latina y el Caribe ¹⁴, brindando apoyo económico para solventar los problemas ambientales en relación a los residuos y desechos que Guatemala afronta como país, principalmente en las áreas urbanas. Con el respaldo económico del Banco Interamericano de Desarrollo se pueden elaborar instrumentos específicos que disminuyan la generación del manejo de residuos y desechos en el sector de la construcción y demolición de la infraestructura existente y que al mismo tiempo tengan un respaldo técnico-científico importante en el medio

¹⁴ Banco Interamericano de Desarrollo –BID- y La Organización Panamericana –OPS-, *“Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe”*, Washington, D.C.,1997, Pág.13.

internacional, monitoreado por sus diferentes programas enfocados a países en vías de desarrollo como el nuestro. El -BID- es solo una de las muchas entidades internacionales que se interesan en implementar programas de beneficio ambiental, específicamente en el tema de residuos y desechos, por medio de estos programas se pueden llevar a cabo proyectos específicos en relación al tema central de los residuos y desechos generados por el desarrollo de la construcción en el municipio de Guatemala.

La industria de la construcción y demolición de la infraestructura existente, es uno de los sectores de desarrollo económico que tiene mayor importancia para el desarrollo integral de los habitantes de una región y el municipio de Guatemala no es la excepción, sin embargo es a su vez una de las actividades que más impactos ambientales negativos provoca en el ambiente al no contar con procesos adecuados de gestión y manejo. El autor de la Guía Básica de la Sostenibilidad, Bryan Edwards establece que la industria de la construcción

consume el 50% de los recursos mundiales. La industria de la construcción es una de las actividades menos sostenibles del planeta. Es inevitable no ser parte y estar ajenos al desarrollo de la construcción en el municipio de Guatemala debido a que el usuario del área urbana pasa por lo menos el 80% del día en edificaciones interiores y exteriores para realizar todas sus actividades diarias, algunas de ellas son imprescindibles para el individuo de hoy.¹⁵

La industria de la construcción genera una gran cantidad de desechos, ya sea por el mismo proceso de construcción o por demoliciones, de hecho es la mayor fuente de residuos industriales en los países desarrollados, los cuales se han evaluado en cerca de 450 kilogramos por habitante por año (Molina, 1997), y en un estudio más reciente en España, (Parra, 2002) se reportó un rango entre 520 y 760 kg/hab/año, sin tomar

¹⁵ Edwards, Bryan, "*Guía Básica de la Sostenibilidad*", segunda edición, Editorial Gustavo Gil, SL, Barcelona, 2008, Pág. 3.

en cuenta guerras ni desastres naturales. De ese gran volumen el concreto es el más abundante, ya que representa el 67% en peso (Frondistou-Yannas, 1985). Este criterio es compartido por Bossink (1996) que ha desarrollado extensos estudios de esta temática en Europa. Si al concreto le agregamos otros residuos de origen pétreo como los morteros, la cerámica, bloques y piezas ornamentales entre otros, este porcentaje se vería incrementado pudiendo llegar a ser hasta un 85% del total (Molina, 1997).

El papel que juega el profesional de la construcción y sus colaboradores, es importante para mitigar los impactos ambientales provocados por el desarrollo de la construcción y concientizar a través de proyectos que promuevan la preservación y conservación del ambiente, específicamente en el tema de residuos y desechos. Lamentablemente, el tema de generación de residuos y desechos de construcción y demolición no forma parte del pensum de las carreras universitarias que juegan un papel importante en la industria de la construcción tales

como las licenciaturas en Arquitectura, Ingeniería Civil, etc. La falta de inclusión de temas ambientales en las carreras es un inconveniente para la realización de proyectos sostenibles por los nuevos profesionales, al no tener un conocimiento básico de la gestión y manejo de residuos y desechos de construcción y demolición que estos conllevan, repercutiendo negativamente la rentabilidad del proyecto y ocasionando serios daños a nuestro medio ambiente.

Indudablemente la contaminación provocada por los residuos y desechos generados por el desarrollo de la construcción en el municipio de Guatemala ha sido un tema poco conocido y discutido por la mayoría de los habitantes del municipio e involucrados en el sector de la construcción, y a su vez uno de los problemas más graves, pese a que es uno de los sectores más contaminantes al manejar residuos y desechos que en su mayoría son de carácter inertes. Gran parte de la disposición final de estos residuos y desechos se ha manejado en la periferia del municipio de Guatemala y

dispuesto en barrancos del Estado (ilegalmente) o bien en terrenos privados con fines de lucro para ganar más superficie dentro de un inmueble, por lo que una cantidad considerable de residuos y desechos no pasan por la vista de los usuarios del municipio de Guatemala, aparentando la inexistencia de los mismos, inclusive en el medio de la construcción, se tiene conocimiento que la mayoría de residuos y desechos que salen de un proyecto hacia una disposición final incierta, se realizan en horario nocturno y fines de semana dependiendo de la cantidad.

2.1.2. Situación Actual

Uno de los principales problemas de la generación de residuos y desechos en el Municipio de Guatemala se debe al crecimiento per cápita, al incremento poblacional y al consumismo descontrolado, entre otros factores. La consecuencia de la falta de interés y concientización por parte de las autoridades, ciudadanos, inversionistas y constructores es la falta de control y protección ambiental. De acuerdo al perfil ambiental nacional

generado en el año 2010-2012 la generación de residuos por las actividades económicas está relacionada con los niveles de crecimiento económico. Dado que la economía ha sido menos dinámica en años recientes, la generación de residuos se ha mantenido estable, esto no quiere decir que se cuente con los recursos necesarios para mitigar la existente.¹⁶ Por ello se entiende que cuando la economía se encuentra estable, el inversionista del sector de la construcción genera mayor cantidad de proyectos y por lo tanto hay mayor generación de residuos y desechos de construcción los cuales deben de ser gestionados y manejados de forma responsable con el fin de mitigar daños al ambiente, la realidad actual indica que los empresarios son los primeros en demostrar el poco interés por mitigar este tipo de contaminación, argumentando que la inversión para mitigar adecuadamente este rubro la puede

¹⁶ Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, “*Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012*”, Guatemala, Universidad Rafael Landívar, 2012, pág. 163.

aprovechar en otros de “mayor interés” como cimentación, estructura, tecnología de punta, etc. Según estudios de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón –JICA- en el municipio de Guatemala se indica un incremento anual de la generación de residuos del 1 a 3% ligado al aumento del ingreso per cápita,¹⁷ esto es alarmante ya que las áreas urbanas son las más damnificadas, tomando en consideración que dichas áreas tienen un crecimiento económico mayor que las áreas rurales y por ende mayor contaminación ambiental, especialmente a consecuencia de la generación de residuos y desechos de toda índole, y esto es todavía más alarmante cuando se sabe que la generación de residuos y desechos generados por el desarrollo de la construcción representa aún más volumen y una dificultad extra para mitigarlo adecuadamente. También

¹⁷ Banco Interamericano de Desarrollo y La Organización Panamericana, *“Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe”*, Washington, D.C. 1997, Pág.39.

es importante mencionar que la generación de residuos y desechos generados por el sector de la construcción se encuentra focalizada en áreas de desarrollo y estas áreas se encuentran dentro del municipio de Guatemala.

Las áreas aledañas al municipio de Guatemala son las más afectadas, refiriéndonos a la disposición final de los residuos y desechos generados por el desarrollo de la construcción, si bien es cierto el servicio privado y municipal de recolección es el comúnmente utilizado por los usuarios del municipio, también existen prácticas inadecuadas para su disposición final como la quema, el entierro y depósito en áreas no autorizadas. Adicional a ello existen restricciones por parte de las autoridades en cuanto a utilizar los vertederos autorizados para uso del sector de la construcción. De acuerdo al Compendio Estadístico Ambiental elaborado por el Instituto Nacional de Estadística -INE- en 2010 del 100% de la disposición final de basura en la República de Guatemala, en el municipio de Guatemala el 39.1% de esta terminaba en un servicio municipal, el 71.4% en servicio privado, el

11.0% la queman, el 4.2% la entierra, 9.8% la tira en cualquier parte y el 21.2% la dispone de otra forma, la cual no es la adecuada.¹⁸ Todo lo anterior coloca al municipio de Guatemala como el más contaminante en cuando a desechos sólidos, debido a la sobrepoblación, carencias de normas y falta de cumplimiento de las existentes. Añadido a esto, dentro del municipio de Guatemala el presupuesto destinado a gastos para la gestión ambiental de residuos es muy reducido por parte de las autoridades lo que hace imposible el control de la disposición final de los residuos y desechos, principalmente a los generados por la industria de la construcción los cuales no son de gran importancia para el vecino ni las autoridades.

Otro de los problemas asociados a la contaminación de residuos y desechos es la proliferación de botaderos a

¹⁸ Instituto Nacional de Estadística –INE-, Sección de Estadísticas Ambientales, “*Compendio Estadístico Ambiental 2010*”, Guatemala, 2011, Pág. 134.

cielo abierto no controlados, estos no cumplen con una gestión y manejo apropiado (generación, recolección, separación y acopio, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final), los cuales son incapaces de cubrir la demanda de generación de residuos y desechos actuales, tanto en volumen como en calidad. También existen vertederos no autorizados de los cuales en su mayoría son de dueños particulares, cuyos inmuebles están cercanos a los barrancos aledaños al municipio con el objetivo de ganar más superficie aprovechable dentro de su inmueble y obtener un beneficio económico por recibir los residuos y desechos de alguien más. Lo anterior no es algo nuevo ni mucho menos de desconocimiento ciudadano, inclusive se sabe con certeza donde se encuentran estos vertederos no autorizados pero la mayoría de personas y autoridades creen que los residuos y desechos generados por el desarrollo de la construcción y demolición son del todo inertes y la realidad es que no todos lo son.

En el caso del municipio de Guatemala, las autoridades no cumplen con lo establecido en el artículo 97 de la Constitución Política de la República de Guatemala, que a la letra indica *“Medio ambiente y equilibrio ecológico. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación”*.¹⁹ El Código Municipal en el artículo 35, literal y, señala que dentro de las atribuciones del Consejo Municipal se encuentran la promoción y protección de los recursos renovables y no renovables del municipio.²⁰ Por lo anterior se comprende

¹⁹ Asamblea General Constituyente, Constitución Política de la República de Guatemala, Guatemala, 1985.

²⁰ Congreso de la República de Guatemala, *Código Municipal y sus reformas*. Decreto 22-2010, Guatemala, 2010.

que el estado promueve la generación de estrategias de reducción de residuos y desechos producidos por la industria de la construcción, y es esta la obligada a implementar mecanismos para el aprovechamiento de estos residuos en lugares idóneos para el tratamiento de estos procesos, implementando tecnología apropiada.

A pesar que entre los años 2010 al 2012 existió una reducción de 8.8 millones de toneladas de residuos y desechos producidos en el Estado, como consecuencia de la desaceleración de la economía la cifra se mantiene en 112.9 millones de toneladas de las cuales únicamente 17 millones de toneladas pasan por un proceso para ser reutilizadas.²¹ En la industria de la construcción existen muchas posibilidades de reducir, reutilizar y reciclar los residuos y desechos, a su vez se logra un ahorro significativo al llevar prácticas medioambientales

²¹ Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, *“Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012”*, Guatemala, Universidad Rafael Landívar, 2012, pág. 164.

adecuadas para la gestión ambiental y manejo de estos dentro de un proyecto. La utilización de residuos puede ser asociada a un indicador de eficiencia, de esta forma se muestra la capacidad que tiene la economía para aprovechar los residuos generados como insumo para la producción, no obstante la cantidad de toneladas de residuos disponibles a reutilizar pueden ser aún mayor si existieran facilidades por parte del Estado en cuanto a su concientización, obtención y regulación (normativas).²²

Otro problema a tomar en cuenta es la antigüedad de las edificaciones dentro del municipio de Guatemala, principalmente las ubicadas dentro del centro histórico de la ciudad, que en su mayoría fueron diseñadas con una vida útil de 20 a 50 años, lo cual es preocupante para Países en vías de desarrollo como el nuestro que desconocemos de los impactos ambientales a gran escala que esto puede representar al momento de demoler estas edificaciones antiguas, produciendo un

²² *Loc. Cit.*

incremento en la generación de este tipo de residuos y desechos y en el aumento de personas individuales o jurídicas que lucran con la recolección de residuos y desechos (fleteros) sin poseer autorización o licencia por parte de las autoridades, los cuales dispondrían de los vertederos no autorizados para la disposición final de estos residuos y desechos.

En el caso específico de nuevas construcciones y demoliciones en el municipio de Guatemala, no existe el control suficiente de la generación de sus residuos y desechos de construcción y demolición, debido a la falta de interés y conciencia ambiental de los clientes, promotores, constructores y demás coautores del sector de la construcción. Añadido a lo anterior, la falta de normas aplicables a la industria de la construcción que regule el manejo adecuado de los residuos y desechos que de ella proviene. Este tipo de residuos y desechos está directamente relacionado con el crecimiento demográfico y el estilo de vida de los individuos, aspectos tales como el mejoramiento de la calidad de

vida, el desarrollo de grandes construcciones (megaproyectos) y los progresos tecnológicos han originado un aumento progresivo e incontrolado del volumen que de estos residuos y desechos los cuales se producen principalmente en el entorno urbano.²³

Lo anterior podría mejorar considerablemente si en cada solicitud de licencia de construcción y demolición se exigiera e implementara un verdadero Plan de Gestión de Residuos y Desechos de Construcción y Demolición - PGMRDCD- el cual se debería de implementar para cualquier tipo de proyecto relacionado con el desarrollo de la construcción del municipio. Es importante comprender que el tema de la contaminación generada por el desarrollo de la construcción involucra a todos los usuarios del municipio y sus alrededores porque de una

²³ Leandro Hernández, Ana Grettel. *“Administración y Manejo de los Desechos en Proyectos de Construcción Etapa II”*. Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción – CIVCO-. Costa Rica. 2007. Pág. 2

u otra forma al no mitigar este tipo de contaminación todos se verán afectados, principalmente en temas de sanidad. La creación de normativa aplicable al tema de residuos y desechos de construcción y demolición es importante debido a que puede regular las actividades de demolición de estructuras antiguas, disminuyendo el número de ellas mediante la rehabilitación de las mismas con el fin de reutilizarlas para otros fines siempre y cuando la estructura lo permita. Gran parte de la infraestructura antigua está abandonada, lo que promueve el inadecuado uso de la misma y contaminación visual dentro del municipio de Guatemala, sin mencionar la proliferación de vectores que esta pueda generar.

En la actualidad los esfuerzos realizados para mejorar el tema de manejo de residuos y desechos son insuficientes al no contar con una solución a fondo para el problema dentro del municipio, según indicadores del año 2004 del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente –PNUMA- y el Banco Mundial,

Guatemala era y sigue siendo a la fecha uno de los países más preocupantes en el tema de generación de residuos y desechos debido a que sus habitantes en promedio generan más de 2.65 libras de basura diaria, su recolección es una de las más ineficientes a nivel latinoamericano y la disposición final de estos es deplorable ya que la mayoría se lleva a cabo en áreas a cielo abierto no controladas, la necesidad de un adecuado manejo de los residuos y desechos crece día con día, tomando en cuenta que el municipio de Guatemala debe lidiar con la generación de más de tres mil toneladas anuales. En el ámbito constructivo también se ha percibido el incremento de residuos y desechos generados por los proyectos de pequeño y gran tamaño que se llevan a cabo dentro del municipio de Guatemala, principalmente en las zonas más desarrolladas como lo es la zona 14 en donde en la actualidad hay más de 10 proyectos de edificios para apartamentos en ejecución de los cuales se generan miles de toneladas de residuos y desechos cuya gestión, manejo y disposición final es incierta.

Solo la Ciudad de Guatemala genera más de 140 millones de metros cúbicos de aguas residuales por año que son fuente segura de contaminación bacteriológica. En lo concerniente en las aguas subterráneas se ha determinado que la inexistencia de zonas de infiltración (como el caso de las zonas 1 y 6 del municipio de Guatemala) puede provocar un descenso anual de los niveles de agua de dos metros cúbicos por año.²⁴

Una de las causas del inadecuado manejo de los residuos y desechos es la contaminación del recurso hídrico del Municipio de Guatemala, específicamente la cuenca del río Villa Lobos cuyos niveles de contaminación son preocupantes y excesivamente altos a causa de la actividad humana, sin mencionar otros tipos de problemas que provocan el incremento de los residuos y desechos a este recurso hídrico, como lo son

²⁴ Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, *“Perfil Ambiental de Guatemala 2004”*, Guatemala, Universidad Rafael Landívar, 2004, pág. 369.

inundaciones, inestabilidad de suelos, erosiones, disminución de flora y fauna entre otros. La mayoría de involucrados en el sector de la construcción conocen bien, que los residuos y desechos que esta industria genera, se dispone ilegalmente en las vertientes de las micro-cuencas aledañas al municipio de Guatemala, esto provoca un impacto ambiental pues una de las particularidades de este tipo de residuos y desechos es que estos son de gran volumen y se disponen en cantidades considerables, los cuales obstaculizan el curso natural de las vertientes y erosionan aún más el suelo comparado a otro tipo de residuos y desechos.

En el municipio de Guatemala, tanto los residuos sólidos comunes como los generados por el sector de la construcción, en la mayoría de casos no reciben ningún tipo de manejo y gestión ambiental, estos son lanzados directamente a los barrancos para posteriormente de una forma natural llegar a los cuerpos de agua que se encuentran al fondo lo cual se ha convertido en una práctica común o simplemente se disponen en cualquier

sitio a esperar que las autoridades se hagan cargo. La contaminación del recurso hídrico no sólo es la más común desde el punto de vista ecológico, sino que también causa una reducción de disponibilidad futura del recurso para consumo humano. Pequeña parte de los residuos y desechos que se generan en los procesos de construcción o demolición contienen sustancias químicas peligrosas, las cuales son casi imposibles de mitigar, esta situación se empeora al contacto con el recurso hídrico lo que pone en gran riesgo a las regiones que dependen de este.

La contaminación del recurso hídrico en el municipio de Guatemala causada por los residuos y desechos de construcción y demolición, también conllevan a un aumento descontrolado de algas, generando procesos de eutrofización acelerados proveniente de los productos químicos utilizados en la construcción tales como impermeabilizantes, epóxicos, selladores, aditivos, entre otros; los cuales en su mayoría tienen un alto grado de

fosforo, cloruros y nitrógeno.²⁵ La contaminación visual y pérdida del paisaje es bastante notoria en las carreteras del municipio, debido a las características de los residuos y desechos que este sector genera, en muchas ocasiones la solución es esconder estos residuos y desechos con tierra debido a que es costoso removerlos del sitio ilícito a un área a cielo abierto autorizada.

La industria en el municipio de Guatemala es la responsable de generar el 81.2% de los residuos y desechos al año 2011 y esta cifra viene en aumento.²⁶ Particularmente en un proyecto de construcción o demolición, comúnmente se recolecta y se clasifican los

²⁵ Grupo de Ecología y Rehabilitación de Sistemas Acuáticos Someros, *Eutrofización: causas, consecuencias y manejo*, Uruguay,

<http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/pasantias/eutrofizacion.pdf>,

Fecha de consulta: 03 de Abril del 2015.

²⁶ Instituto Nacional de Estadística –INE-, Sección de Estadísticas Ambientales, *“Compendio Estadístico Ambiental 2010”*, Guatemala, 2011, Pág. 138.

residuos y desechos principalmente para su reutilización dentro del mismo proyecto, aunque la disposición final es incierta debido a que es habitual contratar el servicio de recolección y transporte de este tipo de residuos y desechos a particulares comúnmente llamados “fleteros” los cuales se hacen responsables de su adecuada disposición final a un vertedero autorizado o bien esto es lo que indican al momento de ser contratados. En la actualidad no existe una empresa que se dedique al manejo adecuado de estos residuos y desechos de construcción y demolición por lo que el problema seguirá existiendo. Adicional a esto tampoco existen instrumentos ambientales que ayuden al mejoramiento del manejo de residuos y desechos de construcción y demolición, como lo podría ser un Plan de Gestión y Manejo de Residuos y Desechos de Construcción y Demolición -PGMRDCCD-, el cual sea un instrumento útil que mitigue de una u otra forma el impacto ambiental del sector de la construcción desde la fase de planificación, ejecución y operación de un proyecto. El anterior -PGMRDCCD- se expondrá a detalle más adelante con el

fin de brindar una propuesta para la solución a la problemática de los residuos y desechos del sector de la construcción.

Por otra parte en el municipio de Guatemala existe una Gremial Metropolitana de Recolectores de Basura (GMRB) que agrupa a más de 300 recolectores, la Cooperativa con más de 20 socios y otros recolectores independientes se encargan de colectar y transportar 80% de la basura de la ciudad y de disponerla en el relleno sanitario operado por la municipalidad en la zona tres capitalina; la comercialización la hacen directamente con los usuarios²⁷ y no todos los agremiados están dispuestos a transportar residuos y desechos originados por proyectos de construcción o demolición debido a la dificultad que estos afrontan al darles una adecuada disposición final. La Municipalidad de Guatemala,

²⁷ Banco Interamericano de Desarrollo y La Organización Panamericana, *“Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe”*, Washington, D.C.,1997, Pág.35.

restringe severamente la descarga de residuos y desechos provenientes de la industria de la construcción y demolición, principalmente por el volumen que estas actividades generan y el manejo específico de sus residuos y desechos. Por lo que el fletero se haya en la necesidad de descargar de forma ilícita en la periferia del municipio de Guatemala, de acuerdo a comentarios de fleteros que se dedican a la extracción de escombros provenientes de proyectos de construcción y demolición, estos prefieren descargar en las periferias del municipio de Guatemala, principalmente en el municipio de San José Pínula por su cercanía y falta de control municipal, lo anterior es para evitar ser sancionados dentro del Municipio de Guatemala.

De forma general el Código Penal de Guatemala en los artículos 347 “A” y 347 “B” establece que “Será sancionado con prisión de uno a dos años, y multa de trescientos a cinco mil quetzales, el que contaminare el aire, el suelo o las aguas, mediante emanaciones tóxicas, ruidos excesivos vertiendo sustancias peligrosas

o desechando productos que puedan perjudicar a las personas, a los animales, bosques o plantaciones. Si la contaminación se produce en forma culposa, se impondrá multa de doscientos a mil quinientos quetzales.”; “Se impondrá prisión de dos a diez años y multa de tres mil a diez mil quetzales, al Director, Administrador, Gerente, Titular o Beneficiario de una explotación industrial o actividad comercial que permitiere o autorizare, en el ejercicio de la actividad comercial o industrial, la contaminación del aire, el suelo o las aguas, mediante emanaciones tóxicas, ruidos excesivos, vertiendo sustancias peligrosas o desechando productos que puedan perjudicar a las personas, a los animales, bosques o plantaciones...”. En el mismo artículo se aclara que si la contaminación fuere realizada en una población, o en sus inmediaciones, o afectare plantaciones o aguas destinadas al servicio público, se aumentará el doble del mínimo y un tercio del máximo de la pena de prisión.²⁸ Por lo anterior es importante tomar

²⁸ Congreso de la República de Guatemala, *Código Penal y*

conciencia y reflexionar acerca de la importancia de manejar y gestionar adecuadamente los residuos y desechos de construcción y demolición en cada uno de los proyectos de esta industria y evitar inconvenientes de carácter legal-ambiental.

En forma específica, en el Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos para el municipio de Guatemala, en el artículo 70 establece que quien incurra en la comisión de cualquier acción que implique infracción establecida en el mismo reglamento, será reportado al Juez de Asuntos Municipales para que se le inicie procedimiento administrativo y que sea este quien determine la magnitud de la falta de acuerdo al reglamento y Código Municipal.²⁹ El Código Municipal indica que “...las multas se graduarán entre un mínimo de cincuenta

sus Reformas, decreto 17-73.

²⁹ Consejo Municipal de la Ciudad de Guatemala. *Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos para el Municipio de Guatemala*. Acuerdo COM 028-2002. Artículo 70.

quetzales (Q.50.00), a un máximo de quinientos mil quetzales (Q.500, 000.00), según la naturaleza y gravedad de la falta. Sin embargo, cuando la gravedad de la falta afecte notoriamente los intereses del municipio, el monto del rango superior de la sanción podrá elevarse al cien por ciento (100%) del daño causado...”.³⁰ En la realidad, la mayoría de las sanciones impuestas por las autoridades municipales son de carácter verbal o escrito preferentemente a las sanciones pecuniarias, por lo que no se cumple con el objetivo establecido por parte de los legisladores de preservar el medio ambiente, al no contar con una responsabilidad ambiental por parte de los infractores. Específicamente en el tema de los residuos de construcción y demolición tanto los fleteros como los receptores de residuos y desechos que infringen la ley rara vez son sancionados monetariamente, y únicamente obtienen una llamada de atención verbal contrario a lo que sucedería con una

³⁰ Congreso de la República de Guatemala. *Código Municipal y sus Reformas*, Decreto 12-2002. Artículo 151.

infracción de tránsito por la misma actividad la cual sería impuesta de forma inmediata, es decir no existe un órgano de supervisión específico que vele por que se cumpla la normativa que prohíbe y sancione las infracciones descritas en el Reglamento de Manejo de Desechos, creado por el Consejo Municipal de la Municipalidad del Municipio de Guatemala en el artículo 69. La Municipalidad de Guatemala deberá formular una solución eficaz e inmediata al problema de la disposición final de este tipo de residuos y desechos ya que sus esfuerzos por controlarlos, tomando medidas de restricción de residuos y desechos en los vertederos autorizados, están afectando a los demás municipios.

2.1.3. Residuos y Desechos

Se debe de entender por desechos sólidos todo aquel material que no representa una utilidad o un valor económico, y por residuo todo aquel material que es igualmente desechado por el generador pero que aún tiene algún provecho económico a través de procesos te

aprovechamiento. Para entender mejor los desechos se pueden clasificar de formas; por ejemplo, por tipo:

- Desechos domésticos
- Desechos municipales
- Desechos industriales
- **Desechos mineros**
- Desechos hospitalarios.

Otra forma de clasificarlos puede ser por la forma de manejo:

- Residuo peligroso
- **Residuo inerte**
- Residuo no peligroso

Es de suma importancia, entender el proceso de generación de desechos y residuos; si quien lo genera no le da valor, no necesariamente implica que no lo tenga. Así también el reciclaje, reutilizar y recuperar, son procesos de rápido crecimiento en estos días que

contribuyen al ahorro en el gasto de energía y materias primas, limpian el ambiente, generan empleo, eliminan la contaminación, disminuyen las enfermedades, etcétera.

Por esta razón es importante determinar quién y cuántos residuos y desechos se generan, cuál es su composición, quién los recolecta y cómo se lleva a cabo este proceso, si se recicla o cuál es el proceso de disposición final, y por último el impacto que estos tienen sobre el país y sus habitantes. En el departamento de Guatemala al año 2009 según el informe estadístico ambiental 2010, se generaban anualmente 1,746,059 toneladas de desechos y residuos, de los cuales el 35.2% (614,612 ton./año) su disposición final era inadecuada, es decir; la tiran en cualquier parte, la entierra u otras actividades que se desconocen con tal de desaparecerla a la vista de las autoridades.

En Guatemala, usualmente los desechos y residuos generados por el sector de la construcción son denominados como desechos mineros y así mismo clasificados como residuos inertes, aunque no existe un

estudio profundo que dictamine la generación específica y disposición final, se sabe que en cantidad e importancia económica, están por debajo de los sectores agricultura, industria, hogar, etc.

Escombros (ripió):

El escombros es todo residuo generado en el proceso constructivo, remodelación, excavación o demolición. Escombros, por lo tanto, es el conjunto de fragmentos o restos de ladrillos, concreto, argamasa, acero y otros metales, madera, materiales cerámicos, azulejos, tejas, etc., provenientes de desperdicios en la construcción, o de la demolición de estructuras tales como edificios, residencias y puentes.

En este contexto, también se incluyen suelos y lodos procedentes de la excavación y regularización de terrenos. Los escombros pueden ser uno de los grandes villanos del ambiente urbano, ya que su acumulación en locales inadecuados es vector de enfermedades como el dengue, la fiebre amarilla, y es señuelo de insectos y roedores. Cuando indiscriminadamente descartados en

los ríos, arroyos y presas, provocan la sedimentación y consecuentes riesgos de inundaciones. Al mismo tiempo, la gestión y utilización adecuada de estos residuos, cuando se convierten en prácticas comunes en la industria de la construcción, resultan en economía de los recursos naturales, de materias primas y de energía; minimizan el impacto sobre el medio ambiente, ofrecen nuevas oportunidades de negocio y colaboran para el desarrollo sostenible.³¹

El potencial de reutilización y reciclaje de residuos de la construcción es enorme, y la necesidad de la incorporación de estos residuos en determinados productos puede llegar a ser muy beneficioso para la economía y el medio ambiente. A lo largo de este estudio se debe tener presente que el 90% de los escombros generados corresponden a los suelos de la excavación,

³¹ Agencia de cooperación internacional del Japón (JICA), "Proyecto de Estudio del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá, D.C.", Colombia, unidad administrativa especial de servicios públicos, 2013, pág. 5-155.

es decir, tierra, arcilla, lodo, **fragmentos de áridos** y capa negra provenientes de excavación, mientras que los restos de construcción y demolición representan menos del 10%.

2.1.4. Legislación Nacional

En consideración de lo anteriormente expuesto y en relación a la limitada normativa en el Municipio de la Ciudad de Guatemala en relación a la gestión y manejo de los residuos y desechos generados en el sector de la construcción es importante analizar la legislación ambiental en el Estado de Guatemala. En la Constitución Política de Guatemala, en el artículo 97 se establece que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar aquellas medidas necesarias que prevengan la contaminación del ambiente y mantengan el equilibrio ecológico y evite su depredación.³² El Estado para el efectivo cumplimiento de las obligaciones que le otorga la Carta Magna, crea a

³² Asamblea Nacional Constituyente. Constitución Política de la República de Guatemala. Artículo 97.

través del Acuerdo Gubernativo 234-2004, del Organismo Ejecutivo, la Comisión Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos, como el órgano consultor y asesor en la formulación y dirección de las políticas nacionales de los desechos sólidos cuyas funciones principales de acuerdo al artículo 3 de la ley en mención son:

- a. La coordinación interinstitucional e intersectorial de los diversos actores del gobierno central, las Municipalidades, la sociedad civil y el sector privado, que desarrollen programas y proyectos relacionados con el manejo y control de los desechos sólidos;
- b. Asesoría y consultoría para la modernización de la gestión de los desechos sólidos, tóxicos y peligrosos;
- c. La generación de la capacidad técnica, administrativa y financiera de las instituciones relacionadas con el manejo de los desechos sólidos.

Uno de los aportes de estas vías de acción legal al tema de los residuos y desechos generados por el sector de la construcción son la creación de comisiones ambientales, como lo es la Comisión Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos, con el apoyo de la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia, las cuales han creado diversas políticas para el apoyo y mejoramiento ambiental, dentro de las cuales en el campo específico de manejo de desechos sólidos se encuentran la Política Nacional para el Manejo Integral de Residuos y Desechos Sólidos, Acuerdo Gubernativo 111-2005 que contempla objetivos específicos en el marco político institucional, social, económico, ambiental y de salud en búsqueda del mejoramiento ambiental. Así mismo la Comisión Nacional del Manejo de los Desechos Sólidos es responsable de incentivar y promover instrumentos ambientales que regulen la generación de los residuos y desechos generados por la industria de la construcción, mediante estudios de análisis y técnicos a implementados a nivel nacional e internacional. Dentro de la actividad estratégica de la Comisión Nacional del

Manejo de los Desechos Sólidos –CONADES- a través de la política anteriormente mencionada, busca el fortalecimiento y cooperación de la Municipalidad del Municipio de Guatemala. Dentro de las acciones principales de esta actividad estratégica existen la búsqueda de:

- a. Fortalecimiento de las capacidades municipales para el manejo financiero de servicios;
- b. Fortalecimiento de sistemas administrativos municipales para la gestión de desechos sólidos;
- c. Fortalecimiento de las capacidades de gestión de servicios prestados por terceros y para la concesión de servicios públicos;
- d. Fomentar y facilitar la generación de capacidad instalada en mancomunidades entre municipalidades para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos.

De lo anterior, se puede concluir que –CONADES- es una de las instituciones claves que tienen la facultad de

generar investigación y a la vez promover instrumentos que controlen y regulen los residuos y desechos generados por el desarrollo de la construcción, es decir, es una institución estratégica que puede ser fortalecida para el cumplimiento de los objetivos propuestos. Una forma de fortalecer a la institución es el incremento en la asignación presupuestaria destinado a la contratación de expertos especializados en la materia, que formulen dictámenes y propuestas para el enriquecimiento de la normativa existente, así como la creación de normas específicas al sector de la construcción y demolición.

En el Código Municipal, decreto 12-2002 del Congreso de la República de Guatemala, en el artículo 68 se hace referencia a que la Municipalidad tiene como competencia la disposición de los desechos sólidos, desde su generación hasta su disposición final. La Municipalidad del Municipio de Guatemala cuenta con un reglamento específico COM028-2002 para el manejo de desechos sólidos, el cual contempla un proceso de manejo de desechos que comprende el almacenamiento

temporal, la recolección, el transporte, la recuperación (reutilización y reciclaje), el tratamiento y su disposición final, dicho proceso es vigilado, verificado y fiscalizado por la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad del Municipio de Guatemala así como sus dependencias.³³ Un aspecto importante que contempla el reglamento en el artículo 45, es que con el fin de optimizar el espacio en el vertedero y facilitar el reciclaje de los desechos que se producen en el Municipio de Guatemala, el proceso de separación se deberá realizar desde los lugares en que se genera y mientras esto se logra se ejecuten en el vertedero los separadores que actualmente ejecutan esta actividad. Lo anterior promueve a llevar a cabo estrategias y procedimientos de separación y clasificación de residuos y desechos dentro de los proyectos de construcción para que posteriormente se más fácil un posible aprovechamiento

³³ Municipalidad de Guatemala. COM028-2002. Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos.

y manejo de los mismos dependiendo de sus características.

En el caso de los proyectos de construcción y demolición este proceso de separación de los residuos y desechos generados, del cual hace mención este artículo se puede realizar adecuadamente dentro del proyecto con el fin de optimizar los recursos municipales, y a su vez ayudar a que exista una eficiencia de reciclaje dentro del vertedero autorizado debido a que la separación de los residuos y desechos provenientes del sector de la construcción dentro del vertedero de la zona tres capitalina no son bien vistos, pues estos no representan un aprovechamiento económico para los separadores a causa del desconocimiento del reúso y reciclaje de este tipo de residuos.

En el caso del almacenamiento de los residuos y desechos generados por el sector de la construcción, uno de los aspectos importantes a tomar en cuenta es que en el artículo 20 del reglamento, se indica que los

materiales de construcción y los desechos sólidos provenientes de la construcción, no podrán permanecer más de 24 horas en la vía pública, frente al predio de donde se ejecutan las obras. Sin perjuicio de lo que a este aspecto determine el reglamento de construcción, deberán ser enviados al vertedero de la zona 3 u otros que la Municipalidad de Guatemala autorice y depositarlos en lugar que se indique en el vertedero, lo cual será supervisado por el Departamento de Control de la Construcción.³⁴ Otro aspecto importante es el mencionado en el artículo 29 del reglamento, que indica que “La recolección de desechos provenientes de la construcción deberá realizarse en forma diaria por los constructores. El único sitio autorizado para la disposición final de dichos desechos es el área que para el efecto se ha dispuesto en el vertedero de la zona 3, u otras áreas que en el futuro pueda autorizar la Municipalidad de Guatemala. La Dirección de Medio Ambiente, en coordinación con el Departamento de

³⁴ *Loc. Cit.*

Control de Construcción, establecerá el mecanismo de supervisión”.³⁵ Este es uno de los pocos artículos de la normativa del Municipio de Guatemala que regula de forma explícita el tema de los residuos y desechos generados en el sector de la construcción, sin hacer mención de los procesos de demolición.

Otro de los aportes al tema de gestión y manejo de los residuos y desechos del sector de la construcción y demolición, son la creación de iniciativas de ley que buscan regular el tema y pueden ser de gran ayuda para los proyectos de construcción y demolición de infraestructura existente, en búsqueda un respaldo legal, que promuevan la implementación de instrumentos eficaces e idóneos, los cuales permitan y abran las puertas hacia una construcción sostenible en el Municipio de Guatemala.

³⁵ *Loc. Cit.*

Actualmente se encuentra con dictamen favorable la iniciativa de ley número 42-40 promovida por la Comisión del Ambiente, Ecología y Recursos Naturales del Congreso de la República, que propone aprobar la “Ley para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos y Desechos” la cual busca regular la clasificación de residuos y desechos, su gestión y manejo integral, los movimientos transfronterizos y prestación de servicios, prohibiciones, medidas administrativas, sanciones y delitos.³⁶ Cabe resaltar que de acuerdo a la iniciativa, la Municipalidad está obligada a formular y publicar su propio plan de gestión para el manejo de residuos y desechos municipales, el cual debe responder a las políticas nacionales y contener estrategias de manejo integral y además incluir las siguientes temáticas:

- a. Comunicación y difusión;
- b. Manejo adecuado de desechos;
- c. Recolección y transporte;

³⁶ Comisión del Ambiente, Ecología y Recursos Naturales del Congreso de la República. Iniciativa de ley 42-40.

- d. Separación, valorización y aprovechamiento;
- e. Manejo, tratamiento y disposición final utilizando tecnologías adecuadas y lugares e instalaciones apropiadas;
- f. Prevención y control de la contaminación;
- g. Clausura definitiva de todos los botaderos clandestinos existentes en su circunscripción territorial o su adecuación conforme a lo establecido en la presente ley.

Un plan específico en cuanto a la gestión ambiental para el manejo integral de los residuos y desechos generados por construcciones nuevas y demoliciones es muy importante para el sector de la construcción, el cual podrá ser impulsado por el sector público y privado y llevado a cabo por los actores primarios del sector de la construcción y sus colaboradores tales como inversionistas, empresas de construcción y demolición, contratistas, proveedores, etc. A partir de nuevas iniciativas de ley y la cooperación público-privado relacionadas con el tema de gestión y manejo de los

residuos y desechos sólidos se pueden formular un adecuado Plan de Gestión y Manejo de Residuos y Desechos de Construcción y Demolición.

2.1.5. Legislación Internacional

La Constitución Política de la República de Guatemala, en el artículo 151 de forma literal indica que “El Estado mantendrá relaciones de amistad, solidaridad y cooperación con aquellos Estados, cuyo desarrollo económico, social y cultural, sea análogo al de Guatemala, con el propósito de encontrar soluciones apropiadas a sus problemas comunes y de formular conjuntamente, políticas tendientes al progreso de las naciones respectivas”. Con el fin anterior, el Estado de Guatemala ha realizado esfuerzos por cumplir los tratados internacionales en materia ambiental a los cuales está sujeto y ha ratificado a lo largo de las convenciones internacionales ambientales, específicamente las de la ONU.

La firma y ratificación de los convenios internacionales tienen dos efectos directos sobre la gestión ambiental; primero, sensibilizan a quienes toman las decisiones políticas en los temas enunciados en los convenios, elemento que en nuestro país, se puede considerar como un efecto positivo. Segundo, en algunos casos, abren posibilidades de captación de recursos financieros de la cooperación internacional para su cumplimiento.³⁷ Los tratados ratificados por el Estado de Guatemala en relación al tema de residuos y desechos generados por el sector de la construcción son:

- a. El Convenio Sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimientos de Desechos y Otras Materias (Londres, México y Moscú, 1972), aprobado y ratificado por el Estado de Guatemala en 1975 , cuyo objetivo es el de

³⁷ Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, *“Perfil Ambiental de Guatemala 2004”*, Guatemala, Universidad Rafael Landívar, 2004, pág. 361.

prevenir la contaminación del mar por vertimiento intencionales de desechos y controlar las fuentes de contaminación.

Aporte específico

En el artículo 12, inciso f se establece que las Partes Contratantes se comprometen a fomentar, dentro de los organismos especializados competentes y de otros órganos internacionales, la adopción de medidas para la protección del medio marino contra la contaminación causada por desechos u otras materias directamente derivados de la exploración, explotación y tratamientos afines fuera de la costa, de los recursos minerales de los fondos marinos o con ellos relacionados. Es decir, el Estado está comprometido a prevenir y mitigar los residuos y desechos provenientes del sector de la construcción desde su origen hasta su disposición final, con el fin de no contaminar los cuerpos loticos del Municipio de Guatemala y que estos contaminen el medio marino de una forma irreversible con productos químicos y desechos “inertes”.

- b. Convenio de la OIT Sobre la Utilización de Asbesto en Condiciones de Seguridad (Ginebra, Suiza, 1986), aprobado y ratificado por el Estado de Guatemala en 1989, cuyo objetivo es asegurar la seguridad de los trabajadores expuestos a partículas de asbesto.

Aporte específico

Este convenio es aplicable a todas las actividades en las que los trabajadores estén expuestos al asbesto en el curso de su trabajo. El Diccionario de la Real Academia Española define al asbesto como un mineral de composición y caracteres semejantes a los del amianto, pero de fibras duras y rígidas que pueden compararse con el cristal hilado.³⁸ El asbesto se hizo popular en la segunda mitad del siglo XIX debido a sus cualidades como resistencia al calor, la absorción de sonido y su resistencia a los daños químicos. Fue ampliamente

³⁸ Diccionario de la Real Academia Española, Real Academia Española, Madrid, 2012, Disponibilidad y acceso: <http://lema.rae.es/drae/?val=Asbesto>
Fecha de consulta: 04 de Abril del 2015.

utilizado en el cableado eléctrico de hornos y en edificios como aislante y retardante de fuego. Casi todos los edificios construidos antes de 1985 pueden tener alguna cantidad en su construcción.³⁹ Es importante tomar en cuenta que en proyectos de demolición es necesaria la utilización de equipo especial para la remoción, reúso, reciclaje o eliminación permanente de este material, pues es altamente nocivo para la salud al exponerlo directamente al ambiente y al cuerpo humano. Es por esto que los artículos 17 y 19 del Convenio de la OIT Sobre la Utilización de Asbesto en Condiciones de Seguridad establece que "...La demolición de instalaciones o estructuras que contengan materiales aislantes friables a base de asbesto y la eliminación del asbesto de los edificios o construcciones cuando hay riesgo de que el asbesto pueda entrar en suspensión en el aire, sólo podrán ser emprendidas por los empleadores o contratistas reconocidos por la autoridad

³⁹ Canal Construcción, El Asbesto en la Construcción y la Salud, 2015, Disponibilidad y Acceso: <http://www.canalconstruccion.com/el-asbesto-en-la-construccion-y-la-salud.html>, Fecha de Consulta: 04 de Abril del 2015.

competente como calificados para ejecutar tales trabajos conforme a las disposiciones del presente Convenio y que hayan sido facultados al efecto...”; y “De conformidad con la legislación y la práctica nacionales, el empleador deberá eliminar los residuos que contengan asbesto de manera que no se produzca ningún riesgo para la salud de los trabajadores interesados, incluidos los que manipulan residuos de asbesto, o de la población vecina a la empresa. La autoridad competente y los empleadores deberán adoptar medidas apropiadas para evitar que el medio ambiente general sea contaminado por polvos de asbesto provenientes de los lugares de trabajo”.⁴⁰

c. Convenio Sobre el Control Internacional de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos (Basilea, Suiza, 1989), aprobado y ratificado por el Estado de Guatemala en 1993,

⁴⁰ Organización Internacional del Trabajo, Convenio de la OIT Sobre la Utilización de Asbesto en Condiciones de Seguridad, Ginebra, Suiza, 1986.

cuyo objetivo es el fortalecimiento de la cooperación regional en materia de planes de salud animal y sanidad vegetal.

Aporte específico

Uno de los principales aportes del convenio al ser ratificado por un Estado es el de comprometerse a reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y otros desechos en ella, teniendo en cuenta los aspectos sociales, tecnológicos y económicos; establecer instalaciones adecuadas de eliminación para el manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos y otros desechos dentro del mismo Estado donde se efectúa su eliminación; y el de velar por el estricto cumplimiento de que las personas que participen en el manejo de los desechos peligrosos y otros desechos dentro de ella adopten las medidas necesarias para impedir que ese manejo dé lugar a una contaminación y, en caso de que se produzca ésta, para reducir al mínimo sus consecuencias sobre la salud humana y el medio

ambiente.⁴¹ En el Anexo II del convenio se encuadra un listado de los desechos peligrosos considerados para el mismo, y dentro de este, relacionado a los residuos y desechos generados por el sector de la construcción son los siguientes:⁴²

- a) Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera
- b) Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices;
- c) Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos;
- d) Desechos resultantes del tratamiento de superficie de metales y plásticos.

⁴¹ Organización de las Naciones Unidas, Convenio Sobre el Control Internacional de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos, 1989.

⁴² *Ibíd.*, Pág. 24.

Como consecuencia de la ratificación del convenio anterior, el Estado aprobó y ratificó el Convenio Centroamericano sobre los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos en la Ciudad de Panamá en el año 1992, cuyo objetivo es el de controlar los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos originados dentro y afuera de la Región Centroamericana.

2.1.6. Derecho Comparado

En la búsqueda de realizar de forma eficiente una buena gestión y manejo de residuos y desechos generados por el sector de la construcción, Perú, España y Colombia ha sido un ejemplo para los países en vías desarrollo que aún no cuentan con planes integrales que regulen esta problemática, como es el caso de Guatemala, por lo que se procede a analizar únicamente los Estados que poseen una legislación aplicable al tema de residuos y desechos de construcción y demolición, en la tabla siguiente:

Tabla 1. Comparativo de la Normativa Internacional Relacionada con Residuos y Desechos de Construcción y Demolición

	Perú	Colombia	España
	Reglamento para la Gestión de Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición ⁴³	Ley General Ambiental de Colombia ⁴⁴ Resolución 541 ⁴⁵	Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición ⁴⁶
Principios	<ul style="list-style-type: none"> - Principio de Sostenibilidad - Principio de Precaución - Principio Precautorio - Principio de internacionalización de costos - Principio de Responsabilidad Ambiental - Principio de Equidad - Principio de Gobernanza Ambiental^{47 48} 	Proceso de desarrollo económico y social del país se orientara según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Rio de Janeiro de junio de 1992, sobre medio ambiente y desarrollo. ⁴⁹	<ul style="list-style-type: none"> - Principio de jerarquía: Reutilizar lo que se pueda, reciclar lo que no se pueda reutilizar, mediante la recuperación selectiva en origen con vistas a su posterior tratamiento. - El depósito final en vertedero es la última opción, la menos satisfactoria; - Principio de Proximidad: Optimización de distancias al punto

⁴³ Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Reglamento Para la Gestión de Residuos sólidos de la Construcción y Demolición.

⁴⁴ Congreso de Colombia, Ley General Ambiental de Colombia, Ley 99 de 1993.

⁴⁵ Ministerio del Medio Ambiente, Resolución 541 del 14 de Diciembre de 1994.

⁴⁶ Consejo de Ministros de España, Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición, (PNRCD) 2001-2006.

⁴⁷ Congreso de la República de Perú, Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente.

⁴⁸ Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Reglamento Para la Gestión de Residuos sólidos de la Construcción y Demolición. Artículo 3.

⁴⁹ Congreso de Colombia, Ley General Ambiental de Colombia, Ley 99 de 1993. Artículo 1.

			de gestión.
Objetivos	Regular la gestión y manejo de los residuos sólidos de la construcción y demolición, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos de la construcción y demolición, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana, contribuyendo al desarrollo sostenible del país.	Tiene por objeto regular el manejo sostenible de la fauna silvestre y acuática y el aprovechamiento de las mismas y de sus productos, el cual se podrá efectuar a través de cosecha directa del medio o de zootecnia de ciclo cerrado y/o abierto.	Alcanzar los objetivos considerando los porcentajes/ ratios que representen los residuos de construcción y demolición generados por unidad construida. Ante la insuficiencia de las estadísticas técnicas de residuos disponibles se podrá considerar otro tipo de estadísticas: económicas, fiscales, construcción de viviendas, obras públicas, etc.
Residuos de construcción y demolición contemplados en la ley	<p>Residuos No Peligrosos: Ladrillos, cerámicos, suelo, arena, cal, agregados, metales, empaques, plásticos, papel y cartones, concreto, calefacción, planchas, retazos, madera, aditamentos arquitectónicos.</p> <p>Residuos Peligroso: Restos de madera, envases de pintura, aerosoles, removedores de grasa, adhesivos, pinturas, pesticidas, colas, lacas,</p>	Escombros, concretos, capa orgánica, suelo y subsuelo, ladrillo, cemento, acero, mallas, madera, formaletas, grava, gravilla, arena y recibos.	Escombros, ladrillos, cerámicos, hormigón, piedra, arena, la grava, madera, vidrio, plástico, metales, asfalto, yeso, papel y otros

	restos de tubos fluorescentes, restos de PVC, asbestos, baterías, etc.		
Aportes de la ley a la gestión y manejo de los residuos generados en la construcción y demolición	La ley establece que para el Plan de Manejo de Residuos se deberá cumplir con requisitos específicos para la realización de una obra, apegado a lo que establece el mismo reglamento como la creación de una declaración jurada por parte del constructor. Se establece la instalación de escombreras, así como su gestión, requisitos y restricciones así como el establecimiento de procedimientos y operaciones de manejo de residuos y desechos sólidos generados por el sector de la construcción.	Por medio de un eficiente transporte de los residuos de desechos de la construcción y demolición y tomando en cuenta un adecuado cargue y descargue de los mismos, hacía un lugar de almacenamiento para su separación, aplicando criterios básicos ambientales para un adecuada disposición final, por medio de la coordinación de las autoridades pertinentes.	Fomenta la creación de depósitos, plantas de aprovechamiento, programas y estrategias para la disminución de los residuos de construcción y demolición por medio de la elaboración de normas técnicas; la creación de tasas desincentivadoras de vertido; imposición de una tasa mínima de vertido; la elaboración de un inventario de los vertederos de inertes, detallando su estado actual y las posibilidades de recuperación.

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Aprovechamiento de Residuos de Construcción y Demolición (Ladrillo, Block y Concreto)

2.2.1. Generalidades

La mayor cantidad de Residuos y Desechos de Construcción y Demolición -RDCCD- generados por la industria de la construcción en el Municipio de Guatemala son tierras, arenas de granulación variada, áridos mezclados, fragmentos de block, fragmentos de ladrillo y fragmentos de concreto reforzado. En menor cantidad también se generan otro tipo de -RDCCD- como lo son cartones, plásticos, metales, madera, entre otros. El volumen de los desechos de construcción y demolición en Europa oscila entre los 2Kg./hab. Y 3Kg./hab. El volumen generado en Guatemala es incierto aunque se puede estimar 1.2Kg./hab. Promedio en relación a su desarrollo económico y densidad poblacional.

La mayor parte de los -RDCCD- en el Municipio de Guatemala son dispuestos en lugares clandestinos, algunos son reutilizados en los proyectos que los genera y la minoría son trasladados a vertederos autorizados, principalmente el de la Zona 3 Capitalina, sin que estos puedan darle una adecuada gestión y manejo a los -RDCCD-. Según el Ingeniero José Luis Manzano, de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UEASP, la disposición ilegal de los residuos y desechos en Bogotá, Colombia, responden a los siguientes porcentajes: concreto (27.21%), tierra producto de excavación y construcciones (18.86%), ladrillo partido (18.48%), cerámica partida (9.14%), y tubería, losas y baldosas (4.28%), lo que nos permite observar una tendencia en cuanto a que, en Latinoamérica se generan grandes cantidades de residuos de ladrillo, block y concreto.

Así mismo se puede observar en la tabla de caracterización de escombros elaborada por la UEASP en 2009 que el 65.5% son materiales procesables para

obtener agregados pétreos (hormigón, cerámica, mármol, agregados, arena), 15.8% son materiales no procesables (asfalto y tierra), 10.2% son otros materiales reciclables (metales, vidrio, termoplásticos, madera, cartón), 9.2% son residuos con bajo potencial de reutilización o reciclaje (orgánicos, textiles, plásticos, yeso, caucho, etc.) y 4.3% son residuos peligrosos (amianto, entre otros).

Fotografía 9. Caracterización de los escombros.

CARACTERIZACIÓN	PESO	VOLUMEN
Acero (Tomillos, Platinas, Trozos de varilla, etc.)	0,11%	0,02%
Agregados (Grava y Gravilla)	0,08%	0,07%
Aluminio	0,00%	0,00%
Arena	1,30%	1,17%
Asbesto-Cemento (Tejas, canales, bajantes, etc.)	4,18%	4,35%
Asfalto	1,19%	1,80%
Bronce (Algunos tipos de bisagras, manijas, etc.)	0,00%	0,01%
Cerámica (Pisos, paredes, trozos de aparatos sanitarios, etc.)	9,14%	9,48%
Cartón	0,02%	0,14%
Caucho	0,58%	0,94%
Cobre (Alambres, algunos tipos de bisagra, etc.)	0,14%	0,10%
Concreto	27,21%	25,04%
Granito (Mesones, pisos, paredes, etc.)	2,46%	2,48%
Gres (Tuberías, baldosas, etc.)	4,28%	4,48%
Guadua (Residuos de Casetón)	0,21%	0,18%
Hierro	0,01%	0,01%
Icopor	0,41%	0,46%
Ladrillo (Trozos de tolete, bloques y baldosas)	18,46%	16,94%
Luminarias (Residuos peligrosos)	0,00%	0,00%
Lámina de yeso (Drywall)	1,06%	1,06%
Madera Aglomerada (Madecor, MDF, laminada, etc.)	0,28%	0,85%
Madera Maciza (Pino, Roble, Cedro, Flor Morado, etc.)	2,18%	3,96%
Mármol (Mesones, pisos, paredes, etc.)	0,66%	0,80%
Papel (Trozos de bolsas de cemento, yeso, etc.)	0,08%	0,10%
Plásticos Termoformables (PET, PVC, PP, PS, PEAD, PEBD, etc.)	0,93%	1,85%
Plásticos Termoeestables (PF, PU, NBR, SBR, etc.)	0,20%	1,10%
Textiles (Lonas, alfombras, tapetes, etc.)	0,92%	2,86%
Tierra	18,86%	14,00%
Vidrio	2,02%	3,16%
Otros Escombros	3,01%	2,57%
Residuos orgánicos (Alimentos, residuos de poda, corte de césped, etc.)	0,01%	0,01%

Fuente: UAESP Diagnóstico del manejo integral de escombros en Bogotá, D.C. - 2009

Lo anterior pudiese cambiar si en Guatemala existiese una normativa específica a los –RDCD- con el objetivo de conservar nuestros recursos, promoviendo la economía a través del reciclaje de estos y obligando a la industria de la construcción en utilizar materiales reciclados tal y como lo hacen países como Holanda y Dinamarca en donde se estima que el 60% de los Residuos de Construcción y Demolición –RCD- son utilizados por nuevas construcciones sostenibles.

Hoy en día es común la implementación de las “3 erres” de la sostenibilidad en temas ambientales (reducir, reusar y reciclar) como estrategias para mitigar los impactos que el ser humano ejerce sobre nuestro planeta, en cuanto a los –RDCD- esto no es la excepción e incluso se puede hacer mención a una cuarta “erre” como revalorizar, el Diccionario de la Real Academia Española define revalorizar como devolver a algo el valor

o estimación que había perdido.⁵⁰ En la gestión y manejo de residuos y de construcción y demolición es necesario volver a darle valor económico a todos aquellos residuos, de una forma creativa y efectiva mediante la implementación de un Centro de Transferencia y Aprovechamiento de Residuos de Construcción y Demolición (CTARCD), el cual promueva la utilización de materiales reciclados en las construcciones nuevas, fomentando la incorporación de nuevos materiales provenientes de un proceso de aprovechamiento y cuyo valor en el mercado sea competitivo, con el fin de disminuir la implementación de materiales con procesos de fabricación contaminantes al mercado regional.

En la Ciudad de Chetumal, Quintana Roo, México, siguiendo criterios de muestreo determinístico intencional

⁵⁰ Diccionario de la Real Academia Española, Real Academia Española, Madrid, 2012, Disponibilidad y acceso: <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=revaloriza> Fecha de consulta: 05 de Abril del 2015.

(Namakforoosh, 2004), se colectaron 42 metros cúbicos de residuos de siete lugares distintos, cuidando que las muestras fueran representativas en volumen y tipo de los desechos generados en la región. Se tomaron residuos heterogéneos de concreto, block, ladrillo, cerámica y acabados diversos. Se obtuvieron por trituración 15 mt.³ de agregado fino, 5 mt.³ de gravilla y 12 mt.³ de agregado grueso. El proceso fue el mismo que se emplea para la roca natural, con la doble finalidad de tener un punto de comparación y referencia con los agregados naturales e incidir favorablemente en la motivación de los productores acerca de la producción de estos materiales.

El equipo utilizado fue una trituradora de mandíbulas con tamaño máximo de 20 pulgadas, equipada con 2 molinos secundarios, tres bandas transportadoras, una para cada tamaño de agregado (grueso, gravilla y fino) bandas de reciclado y cribas estándar. Posterior a ello, se realizaron materiales con materia prima reciclada, como: bloques de concreto, adoquines, mosaicos, etc. sometiéndolos así mismo a pruebas resistencia de materiales en

laboratorio en donde los resultados fueron completamente satisfactorios, logrando resistencias desde 150 Kg./cm.² hasta 250 Kg./cm.² (Domínguez Lepe, J. A.; Martínez L., Emilio, 2007)

Fotografía 10. Proporciones para concretos con agregados reciclados y naturales.

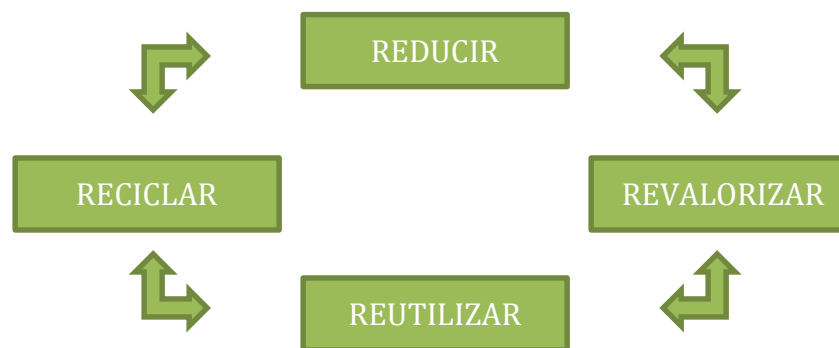
MATERIAL (para un m ³)	RECICLADO						NATURAL					
	Resistencias de diseño kg/cm ²						Resistencias de diseño kg/cm ²					
	150		200		250		150		200		250	
UNIDADES	kg	lt	kg	lt	kg	lt	kg	lt	kg	lt	kg	lt
CEMENTO	250	227	286	260	323	294	244	222	279	254	315	286
AGREGADO FINO	639	489	617	472	595	456	685	550	662	532	638	512
AGREGADO GRUESO	729	646	729	646	729	646	785	740	785	740	785	740
AGUA	200	200	200	200	200	200	195	195	195	195	195	195

Fuente: Domínguez Lepe. J. A. y Martínez L. Emilio. (2007). Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas, pág.46.

A través de la aplicación de las 4 erres aplicadas a los residuos de construcción y demolición (RCD) se obtienen nuevos materiales de construcción que pueden ser reutilizados y comercializados. Con mínimas transformaciones se puede obtener: gravas de diferente granulación, material de relleno, ladrillos reciclados,

gravas para jardines, bases y sub-bases de pavimentos para carreteras, etc.

Gráfica 1. Las 4 erres de la Gestión y Manejo de Residuos de Construcción y Demolición.



Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que los anteriores materiales reciclados provienen principalmente de fragmentos de block, ladrillo y concreto, adicional a ello estos RCD son los que más se generan en el sector de la construcción del Municipio de Guatemala. La reutilización de estos RCD no solamente reporta ventajas medioambientales sino también económicas. Esta actividad también

contribuye a frenar la sobreexplotación del recurso natural de la región.

Según Fernando Nicolás Bravo de la Secretaría Internacional IDEASS (Innovation for Development and South-South Cooperation), hasta un 80% de los residuos de construcción y demolición admitidos en un CTAFLBC pueden ser sometidos al proceso de valorización. El U.S. Green Building Council (USGBC) estima que el 95% de los residuos generados por un proyecto del sector de la construcción puede ser reciclado de alguna forma. Adicional a lo anterior, el USGBC en la versión 4 de aplicable a certificaciones LEED contempla con mayor peso el manejo y gestión de los residuos y desechos de construcción.

La tecnología a utilizar supone una primera fase de preclasificación de materiales, trituración y clasificación final del producto de salida. El objetivo de este proceso es obtener un producto similar a los que se comercializan corrientemente y que son la materia prima de los

materiales de construcción. Este proceso de reciclaje también puede ser llevado a cabo en plantas móviles a pie de obra, lo que permite la fabricación de áridos con las características propias necesarias in situ, según la aplicación a la que va a ser destinado.

La implantación de esta industria del reciclaje, permite crear pequeñas y medianas empresas o cooperativas dedicadas a la transferencia y aprovechamiento de RCD, generando empleo fijo o temporario, y estabilidad económica de sus empleados. De este modo, la consolidación de una industria innovadora de reciclaje de escombros tendrá un efecto positivo en el desarrollo económico del territorio y en el sector de la construcción.

Actualmente en España, se están llevando a cabo investigaciones en morteros preparados con agregados gruesos reciclados y alternativas de utilización de agregados finos reciclados en prefabricados y morteros. También, se ha iniciado un proyecto para tratar de utilizar los escombros en un horno rotativo para la producción de Clinker. Similarmente, el Grupo LEMONA Industrial del

grupo Cementos Lemona, está trabajando en el agrupamiento de empresas y centros de investigación del programa “BRITE EUREAM” para desarrollar dos líneas de investigación diferentes:

- El empleo de escombros de demolición para la fabricación de concretos de calidad.
- El empleo de fracciones finas en la producción del Clinker.

Este proyecto llamado “BRITE EUREAM” fue presentado al programa de la Unión Europea. Se trata de un proyecto de investigación con un marcado énfasis en el componente medioambiental, con el que se pretende la reducción de la cantidad de desechos, y la aplicabilidad de los mismos.

Este proyecto representa un gran avance en la búsqueda de soluciones para reducir el consumo de recursos naturales sin embargo se debe tomar en cuenta que en Europa está ya presente el principio de priorizar la recuperación, valorización y reciclado de los residuos,

siempre que esto sea posible. El éxito del proyecto aseguraría un avance para desarrollar otras tecnologías de fabricación que eliminen residuos que contaminan. Con ello se podría conseguir un doble objetivo; por una parte, se elimina un residuo, y por otra, su utilización como materia prima en el proceso de fabricación de cemento reduciría el impacto ambiental de extracción de una cantidad equivalente de áridos de los tajos.

Un proyecto como este podría desarrollarse en Guatemala, si se contará con elementos indispensables para su desarrollo tales como conciencia ambiental, interés empresarial, capital y voluntad general tal como que se hizo en Europa. Sin embargo, es importante considerar que en nuestro medio el uso de este tipo de residuos para la fabricación de hormigones ha de ser muy bien estudiado dado el riesgo de que esta materia prima pueda contener materiales contaminantes, cerámicas y hormigones producto de diferentes condiciones de producción y servicio.

Además debe asegurarse que cumple con todos los

requerimientos de comportamiento estructural establecidos en nuestra normativa. Lo mismo se aplica para la utilización de agregados obtenidos producto de reciclaje de escombros en donde debe asegurarse que estos son utilizados para fines no estructurales no en estructuras con requerimientos estructurales definidos por los diseños.

2.2.2 Residuos Aprovechables

La demolición de una infraestructura existente ofrece la oportunidad de recuperar la energía incorporada de la estructura, es decir la energía utilizada originalmente en la fabricación de los productos y la construcción del edificio. Para alcanzar un porcentaje aceptable de material reciclado proveniente de un proyecto de demolición, es necesario llevar a cabo un adecuado Plan de Gestión y Manejo de Residuos y Desechos de Construcción y Demolición -PGMRDCD-, cumpliendo las metas fijadas. El -PGMRDCD-, contemplara la mejor manera de abordar el proyecto con el fin de mitigar los impactos generados al ambiente y aprovechar al máximo

los residuos sin incurrir en costos adicionales, en el se deberá plantear la importancia del interés del mercado regional en comercializar materiales alternativos con un contenido alto en reciclaje.

Fotografía 11. Sub-productos de residuos de construcción más comunes.

PRODUCTS MANUFACTURED FROM RECYCLED ASPHALT, BRICK, CONCRETE, ROOFING, AND OTHER MATERIALS							
Products Manufactured with Recycled C&D Waste Content	Construction and Demolition Waste Material						
	Asphalt	Brick & Concrete	Glass, Porcelain, & Ceramic	Roofing Shingles	Membrane Roofing	Catch-basin Grit	Processed contaminated soils
Bituminous Concrete Mixes	✓	✓		✓	✓		
Cold Patch Mix	✓			✓			
Crushed Gravel Substitutes		✓	✓	✓		✓	
Reclaimed Base and Fill						✓	✓
Hot De-Icer	✓			✓			
Manufactured Soil		✓					✓

Fuente: <http://www.cdworldmag.com/index.php/features/643-summary-of-u-s-state-and-municipal-c-d-regulations-and-requirements>

Algunos de los residuos generados en mayor volumen en los proyectos de demolición son los siguientes:

a. Agregados Finos y Gruesos

Son producidos por la trituración de concreto, asfalto, ladrillos, bloques de pómez ó concreto, cerámica, etc. Los anteriores residuos se pueden reutilizar en los mismos proyectos en donde se generan, comúnmente se utilizan como rellenos de cualquier índole.

El principal nicho de mercado de este tipo de residuo es para la elaboración de carreteras:

- Como base y sub-base
- Como grava de pavimentación
- Como base para cimientos
- Como relleno de zanjas

Por lo general en la construcción de carreteras se utilizan muchos materiales que pueden ser sustituidos por materiales reciclados, reduciendo el costo de su

elaboración en gran medida, así como los costos de acarreo que esto implica. Se pueden utilizar plantas de trituración móviles en proyectos que lo ameriten, dependiendo de su envergadura y temporalidad.

Fotografía 12. Muestra de asfalto con un 95% de agregado reciclado.



Fuente: <http://www.johnaartsgroup.com/aaroc-ag/products.php>

b. Concreto

Es uno de los residuos que más se generan en los proyectos de demolición y a su vez constituyen un

problema principal en los sitios en donde se genera, ya que no son aceptables para la mayoría de involucrados en los procesos de disposición final, debido a su composición física, peso y volumen. Casi siempre este tipo de residuo lleva incrustadas varillas de acero corrugado lo cual hace aún más difícil su aceptación y manejo por parte de los involucrados en el proceso de aprovechamiento. Es importante que este tipo de residuo sea clasificado y separado del resto desde el momento de su generación hasta el momento de su transferencia a un (CTARCD), en donde se manejara con equipo especializado para la extracción del acero y su posterior trituración dependiendo del producto final reciclado. También es importante mencionar que la pintura a base de plomo aplicada al concreto es un peligro que debe ser identificado, al igual que otro tipo de material de carácter peligroso como el asbesto. Los anteriores pueden impedir el uso del concreto reciclado para la elaboración de sub-productos.

c. Block

Bloques de pómez o concreto y ladrillo son igualmente aceptados por el mercado de materiales reciclados. Estos bloques se pueden reutilizar en paredes por debajo del nivel de suelo (cimentaciones, muros de contención, taludes, etc.) o en áreas de servicio en donde no es vital su apariencia física. La implementación de este tipo de residuos en proyectos nuevos son premiados al momento de optar por certificaciones ambientales como LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) y es deber de cada uno de los profesionales indagar más, acerca de estos beneficios y otros más. Este tipo de residuo se debe disponer en contenedores especiales, colocados en el sitio de su generación con la finalidad de preservar su integridad física debido a que la mayoría de estos ya han pasado por un maltrato anterior.

Al igual que con el concreto y concreto reforzado, las superficies de block y ladrillo pueden contener pintura a base de plomo y estos pueden ser tratados

adecuadamente con la finalidad de ser desechados completa o parcialmente.

Los compradores de este tipo de residuo suelen ser organizaciones sin fines de lucro, quienes cuentan con la mano de obra gratuita que pueden absorber el alto costo de la restauración del bloque o ladrillo y que su reutilización sea rentable. Es por ello que el bloque o ladrillo debe de estar limpio al momento de su comercialización, buscando con ello un valor alto de reventa o bien encontrar un comprador que quiera cubrir el costo de limpieza y venderlos tal y como se encuentran en los sitios de generación.

Más a menudo, ladrillo residuos de demolición se puede vender a los mercados globales para la mezcla de hormigón y bloques de mampostería para crear diversos productos agregados. Hay algunas limitaciones en este uso, aunque ladrillo vidriado puede no ser aceptable para algunos mercados.

Fotografía 13. Residuos comunes de block de concreto y pómez en proyectos de demolición.



Fuente: <http://www.ecoinertes.com/residuos.html>

2.2.3. Características Físico – Químicas

Una de las características del concreto es que por su composición más del 75% del total de la mezcla la constituyen los agregados inertes y el resto los componentes de hidratación del cemento, es decir, silicatos, aluminatos e hidróxidos cálcicos hidratados.

Esta situación permite la posibilidad de que, el hormigón producto de material calizo pueda ser utilizado como sustitutivo de la piedra caliza natural en el proceso de fabricación de cemento.

Sin embargo, para poder determinar la utilización de concretos de demolición como materia prima es necesario realizar un análisis de la composición química del mismo, con el objeto de determinar los contenidos de sus componentes químicos a detalle en respectivos laboratorios de resistencia de materiales.

En el caso de los residuos de mampostería tales como pedazos de bloques, estos tienen una composición química diferente pero también pueden ser analizados

para conocer su composición y ver la posibilidad de ser utilizados como materia prima en la fabricación de concretos y/o cementos.

2.3. Centros de Transferencia y Aprovechamiento de Residuos de Construcción y Demolición

2.3.1. Generalidades

Los CTARCD se especializan en el reciclaje de escombros, puede decirse, que una central o planta de reciclaje fija se parece mucho a la típica planta de producción de agregados (trituradora), no obstante, este tipo de central debe contar con el siguiente equipo y servicios:

- Servicios e instalaciones para la recuperación, clasificación y almacenamiento de las materias primas.
- Planta de trituración para los escombros.
- Servicios para la clasificación y venta de reciclados.

La central de reciclaje deberá contar con espacio suficiente para llevar a cabo un apilamiento seleccionado de los diferentes tipos de escombros que se van recibiendo, para almacenar los granulados que va produciendo y para que las palas cargadoras u otro tipo de maquinaria, se desplacen con facilidad.

También se dan en algunos países, la utilización de centrales de reciclaje móvil lo cual consiste en una instalación-camión dotada de una trituradora, que va a permitir su traslado a los lugares donde se generen los escombros.

Los escombros, para ser reciclados, requieren tratamientos relativamente simples para ser convertidos en granulados. Los granulados reciclados son usados normalmente como material base para explanadas, drenajes, sub-bases de carreteras (como se realizó en España en las calles de la Villa Olímpica durante las obras olímpicas en Barcelona), y no se descarta la utilización de éstos en la fabricación de hormigón. En

este sentido, en el caso de países europeos, el uso de los granulados reciclados en el hormigón se encuentra obstaculizado por la falta de criterios de aceptabilidad del material y por la ausencia de procedimientos de control relacionados con el reciclaje, así como por normas y regulaciones adecuadas para este tipo de material.

En el caso de concretos reciclados, aun cuando estos pueden tener el problema de que la porosidad y la presencia de contaminantes sea difícil de eliminar por completo, es posible utilizarlos con éxito en algunas aplicaciones en las que actualmente se utiliza concreto de primera producción.

El reciclaje de los escombros, es un sector económicamente rentable y muy organizado en algunos países europeos como Alemania y Holanda en donde paralelamente también existen legislaciones restrictivas para su aplicación. En estos países, la escasez de recursos naturales, el alto grado de educación y concienciación de aspectos medioambientales y sobre

todo el gran valor económico que se da al suelo, ha obligado a fomentar el reciclaje desde hace muchos años y con resultados muy positivos. Por ejemplo, en Holanda, las cotas de reciclaje de los escombros llegan al 60%.

Según la experiencia en otros países, para que una central de reciclaje sea rentable, es necesario que se den las siguientes condiciones:

- La localización de la central o planta de reciclaje debe responder a la oferta y demanda de material para reciclar y de material reciclado para utilizar.
- La legislación del país debe ser favorable y apoyar prácticas responsables ecológicas.
- Se debe disponer del capital suficiente para su establecimiento y funcionamiento. Por ejemplo en España, el costo de una central de reciclaje es de 240.000.000 de ptas. aproximadamente 2 millones de dólares.

Es importante recalcar que la instalación de una planta fija de reciclado en Guatemala, es de alto riesgo si se

tiene en cuenta que en nuestro país, al igual que en la mayoría de países del área, no hay todavía una cultura de reciclaje en la construcción, por lo que no existe un mercado decidido a utilizar los productos reciclados. Por este motivo, es fundamental el fortalecimiento de la legislación existente así como la creación de políticas gubernamentales que fomenten y fortalezcan esta práctica.

Al mismo tiempo, se debe tener en cuenta que existen una serie de ventajas y desventajas en las centrales de reciclaje móviles o fijas, que deben de ser estudiadas detenidamente para determinar la viabilidad económica de una u otra en una situación determinada.

Ventajas Ambientales:

- Ayudamos en el cumplimiento de la normatividad ambiental en la gestión de escombros.
- Reducción de la contaminación de humedales y cuencas de ríos.
- Reducción de la explotación de recursos naturales

como minas y canteras.

- Disminución de la invasión de espacios públicos, vías y lotes con escombros.
- Construcción y desarrollo urbano sostenible

Ventajas Operacionales:

- Ubicación cercana a la generación de los residuos a tratar.
- Ahorros en tiempos de desplazamientos, cargues de material y descargues de escombros.
- Ahorros en costos de transporte por nuestra cercanía y precio competitivo de productos.

2.3.2. Aprovechamiento de Residuos Construcción y Demolición

Para un mejor tratamiento y aprovechamiento de los residuos de construcción estos se pueden llevar a cabo en dos diferentes plantas especializadas o bien en un solo centro especializado para su transferencia y aprovechamiento en conjunto.

En estos Centros los residuos deben ser transferidos de contenedores hacia depósitos temporales dentro del sitio de aprovechamiento, idealmente estos centros se deben localizar en las periferias de los proyectos de construcción y demolición, con el objetivo de bajar costos de transporte.

Posteriormente los residuos pasan a diversos procesos de selección, clasificación y revalorización según sus características propias, con el objetivo de obtener productos finales con alto porcentaje de reciclado. De no ser posible lo anterior, los residuos deben de disponerse adecuadamente en un vertedero autorizado por la Municipalidad de Guatemala, a esperas de su eliminación completa.

a. Plantas Fijas

Son instalaciones de reciclaje ubicadas en un sitio cerrado, destinadas para el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición, la mayoría de los equipos son de trituración y de gran envergadura.

b. Plantas Móviles

Son las construidas específicamente para ser transportadas de un lugar a otro, con el mismo objetivo de reciclar residuos de construcción y demolición al igual que las plantas fijas.

Las posibilidades de valorización y aprovechamiento por reutilización, reciclaje o procesamiento de los residuos de construcción y demolición dependen de los mercados de materiales individuales de los residuos, y de la habilidad para procesar los que no han sido seleccionados o para separar cada material. Los materiales que predominantemente se encuentran en los escombros y que pueden ser aprovechados en la fabricación de agregados reciclados pertenecen a dos grupos: a) materiales compuestos de cemento, cal, arena y piedra: concretos y bloques de concreto; y b) materiales cerámicos: tejas, tubos, ladrillos, baldosas. Un tercer grupo de residuos no aprovechables en agregados reciclados, pero que pueden tener un destino de reciclaje o procesamiento en otras industrias está compuesto por

materiales como: tierra, yeso, metal, madera, papel, plástico, cartón, materia orgánica, hules, telas, vidrio y anime. De estos materiales, algunos pueden ser seleccionados y encauzados para otros usos. Así, los envases de papel y cartón, madera, y el mismo vidrio y metal pueden ser recogidos para reuso, reciclaje o valorización por procesamiento.

La composición de los escombros depende de varios factores como, por ejemplo, las características regionales (geológicas y morfológicas); hábitos y costumbres de la población; nivel económico etc.

El reciclaje de los escombros urbanos puede representar ventajas socioeconómicas si va acompañado por una serie de medidas como la reducción o eliminación de descargas ilegales (la limpieza de botaderos y de las quebradas obstruidas puede llegar a tener altos costos). Existen ventajas importantes de carácter ecológico, puesto que los escombros reciclados sustituyen a los agregados tradicionales provenientes de reservas

naturales que muchas veces son devastadas en la actividad de extracción.

También existe la posibilidad del reciclaje de los escombros en el propio sitio generador. Los fragmentos y restos de material cerámico, concretos y orgamasas pueden ser reutilizados en la propia construcción generadora de los escombros, luego de ser triturados con equipo apropiado.

Además, puede darse el reaprovechamiento en la obra de los escombros, utilizándolos de nuevo para llenar zanjas, pisos, etc. En estos casos, la preparación de los materiales reciclables exige mayor cuidado, ya que este tipo de elementos debe tener un alto contenido de pureza para que puedan ser vinculados con éxito a los procesos productivos. Debido a lo anterior, su escogencia, selección y limpieza debe hacerse a diario en la obra, junto con las actividades de utilización de los mismos materiales.

Con respecto a las opciones de reciclaje, el material recuperado se puede usar en obras de mejoramiento del sistema de manejo de residuos (recubrimiento de rellenos o construcción de caminos en el relleno sanitario), en obras civiles (vías de acceso en la zona afectada, diques, taludes, reforzamiento de riberas, etcétera). Para conformar un programa de reutilización y reciclaje, es necesaria la evaluación del potencial de reutilización y reciclaje, así como un análisis económico de la reutilización y reciclaje frente a un desarrollo de un programa de rellenos con residuos sólidos.

Se recomienda dar seguimiento a programas que permitan conocer cuáles son los materiales que puedan aprovecharse; el equipo necesario para su recolección y transporte; el valor aproximado de los materiales recuperados o reciclados y el mercado para colocarlos; la participación de la comunidad; y la viabilidad económica, social y ambiental del programa de aprovechamiento. Para que la tarea del reciclaje sea exitosa, deben identificarse los siguientes riesgos:

- **Certeza del Mercado:** Las iniciativas de reciclaje deben estar ligadas a los mercados de material reciclado. También debe tomarse en cuenta el tiempo de aprovisionamiento, envío e instalación de los equipos. El riesgo se reduce si se concatenan adecuadamente los tiempos de desarrollo y planeamiento con los del proceso de reciclaje.
 - **Control de Calidad:** La calidad del producto final reciclado está estrechamente ligada a la de los escombros que alimentan la producción. Se recomienda que el material reciclado mantenga la mayor exigencia técnica requerida para material similar nuevo.
 - **Certeza del abastecimiento de los materiales:** La eficiencia de la operación de reciclaje depende, entre otros factores, del ingreso de una cantidad y de una calidad previsible de suministros. El riesgo se minimiza si se ponen en marcha mecanismos para asegurar el abastecimiento adecuado del programa de reciclaje.
 - **Creación de una infraestructura institucional para el reciclaje:** Es necesario definir una aplicación futura de la tecnología que se utilice para atender la emergencia, con el fin de darle valor posterior. Para esto, se deben promover políticas destinadas a impulsar el reciclaje de escombros y a difundir su utilidad en diferentes aplicaciones de ingeniería.
- Existen limitaciones para el uso general del agregado reciclado, cuando se compara con el tradicional, pero existen también otros aspectos positivos que pueden ser explorados. Por ejemplo, los residuos cerámicos -que por un lado no pueden tener la resistencia deseada- una vez pulverizados, pueden presentar propiedades interesantes de plasticidad y retención de agua, factores importantes para orgamasas de revestimiento y asentamiento. Pueden inclusive presentar propiedades puzolánicas, lo cual podría ser un factor de reducción del consumo de cemento o cal. Por lo tanto, es recomendable abrir y complementar líneas de investigación aplicada en estos

temas, con la participación de entidades e instituciones públicas y privadas, de manera que se tenga una base de datos teórico-técnica actualizada, que facilite la transferencia de conocimientos en el campo.

El agregado reciclado de los escombros urbanos posee, potencialmente, una calidad inferior al agregado tradicional y, en particular, puede haber características muy variables de un lote a otro, debido a la heterogeneidad de los residuos, por lo cual se prefiere la utilización de agregados reciclados en concreto y orgamasas no estructurales.

En el reciclaje de escombros de construcción cerámica, de arena y piedra y concretos, se debe tener presente que la calidad de los agregados obtenidos puede ser muy variable e inferior a la de los agregados convencionales. El material reciclado puede usarse directamente como agregado o mezclarse con cemento para producir concreto. A la hora de aplicar las normas técnicas tradicionales de agregados para concreto y los

agregados reciclados pueden no satisfacer algún valor límite especificado, principalmente si proceden de materiales cerámicos (aunque esto depende, en alguna medida, de la separación adecuada de residuos). Por estas razones, se recomienda utilizar el agregado reciclado en elementos no estructurales, como por ejemplo: bloques de concreto de ventilación, sub-base de pavimento, así como también en guías y cunetas.

El relleno de inertes para escombros alivia los botaderos tradicionales y permite gestionar adecuadamente el reaprovechamiento de los escombros, ya sea como material reciclado o no.

III. MARCO CONTEXTUAL

3.1. Historia de la Ciudad de Guatemala

La Ciudad de Guatemala está localizada en el Llano de la Virgen o de la Ermita, sitio que desde 1530 también era conocido como valle de Las Vacas. Tras los

terremotos de Santa Marta que destruyeron parcialmente la ciudad de Santiago de los Caballeros, el 29 de julio de 1773, hoy Antigua Guatemala. El Presidente de la Real Audiencia de Guatemala, Don Martín de Mayorga, propone trasladar la Ciudad. A partir de esta fecha, tras un sin fin de cruce de documentos entre las autoridades locales y la corona, finalmente, el 21 de septiembre de 1775, el Rey Carlos III emitió el Reglamento de Traslación de la ciudad al Valle de la Virgen o de la Ermita, después de haberse realizado estudios pertinentes, que incluían los valles de Jumay y de Jalapa.

Tras promulgarse el traslado, el 2 de enero de 1776, los miembros del Ayuntamiento celebran la primera sesión bajo la sombra de unos ranchos de palmas construidos frente a la iglesia de lo que es hoy la Parroquia, al inicio de la Avenida de los Árboles, en la zona 1.

Es así como, por Real Cédula dada en Aranjuez el 23 de mayo de 1776 y promulgada aquí el 22 de octubre de

ese mismo año, la ciudad que se fundó recibió a partir de entonces el título de Nueva Guatemala de la Asunción, mandándose a la vez que quedasen abolidos todos los nombres y títulos que hasta aquel día se habían usado. Con el traslado de la ciudad se ordena también que se instalen aquí el capitán general, los tribunales reales, las órdenes religiosas, la universidad, la catedral Metropolitana y gran cantidad de vecinos. Se inicia así la Nueva Ciudad de Guatemala...⁵¹

3.2. Historia de la Ciudad de Mixco

Su etimología podría ser del Nahuatl Mixconco = Lugar Cubierto de Nubes, por sus condiciones atmosféricas. También del pocomam Mixcú = Pueblo de Loza Pintada, por la gran forma de su elaboración localmente. Conocido anteriormente como Santo Domingo Mixco, durante el período hispánico, era el Valle de Mixco una de las divisiones naturales de la

⁵¹ Sitio WEB de la Municipalidad de Guatemala, Historia, 23-09-2015 <http://www.muniguate.com/la-ciudad/historia/>

antigua comprensión de las tierras jurisdiccionales del corregimiento del Valle, cuya autoridad estaba reservada al alcalde de la ciudad de Santiago, hoy Antigua Guatemala. Mixco después del terremoto de Santa Marta en 1773 que asoló la capital de Santiago, fue por corto tiempo sede del gobierno. Destruída la fortaleza pocomam de Mixco Viejo alrededor de 1525, por Pedro de Alvarado, fundaron el pueblo en donde hoy se localiza, a nueve o diez leguas apartadas del primer sitio. No se tiene el dato exacto de la fecha de su traslado al lugar actual. Se cree que fue fundado en 1526, con los habitantes del destruido Mixco Viejo. Durante la guerra civil de 1829, Mixco fue escenario de sangrientos sucesos, habiéndose librado una batalla conocida como combate de San Miguelito en febrero de ese año, en que Morazán triunfó recuperando a Mixco y persiguiendo a sus enemigos hasta Sumpango.⁵²

⁵² Sitio WEB, "Cultura Petenera y Más...", 23/09/2015
<https://culturapeteneraymas.wordpress.com/2011/10/23/mixco/>

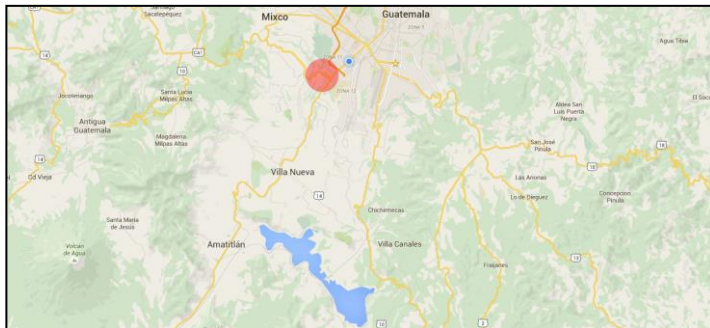
3.3. Ubicación y Localización del Proyecto

La presente investigación está localizada en el Estado de Guatemala, específicamente en el Departamento de Guatemala, Municipio de Guatemala. Respondiendo con ello a la necesidad de implementar un CTAFLBC que cubra con las necesidades del municipio y los municipios aledaños. La escogencia del sitio se realizó de tal forma, que la operación y mantenimiento del CTAFLBC no interfiera con las actividades del entorno actual y los impactos ambientales sobre el sitio sean mínimos. Así mismo se tomó en consideración que en el sitio elegido ya se realicen actividades relacionadas con el movimiento de residuos de construcción y que la implementación del proyecto pueda mejorar la calidad ambiental del sitio. Las coordenadas geográficas del sitio son: Latitud 14°35'30.30" y Longitud 90°34'18.20" y está a una altura de 1,410m.s.n.m.

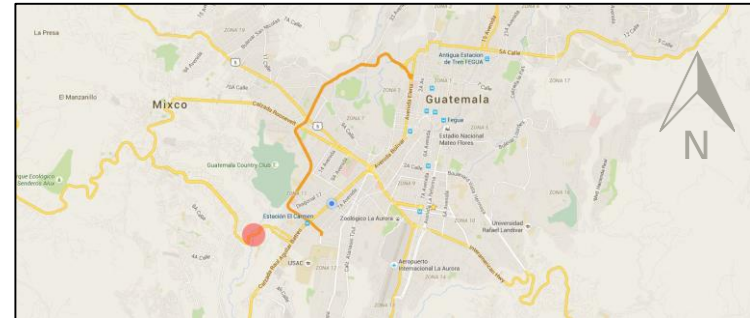
Mapa 1. Mapa general de Guatemala (sitio del proyecto)



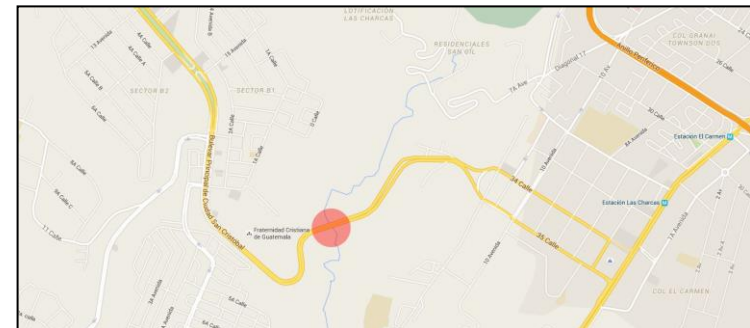
Mapa 2. Mapa contextual del sitio (Ampliación 1)



Mapa 3. Mapa contextual del sitio (Ampliación 2)



Mapa 4. Mapa contextual del sitio (Ampliación 3)



Mapa 5. Mapa contextual del sitio (Ampliación 4)



En los mapas contextuales se detalla el área de influencia del sitio elegido para el planteamiento del Centro de Transferencia y Aprovechamiento de Fragmentos de Ladrillo, Block y Concreto (CTAFLBC), basándose en características básicas que debe de requerir un sitio para la implementación de un Centro de Transferencia y Aprovechamiento de Residuos (CTAR):

- Terreno en hondonada o similar para evitar contaminación por partículas en suspensión
- Protección a vientos predominantes
- Servicios básicos (agua, luz, etc.)
- Establecimientos comerciales aledaños al sitio (abarroterías, farmacias, ferreterías, etc.)
- Cumplimiento de permisos y normativa viable entorno al sitio.
- Aceptabilidad social, económica y ambiental de la región.
- Regeneración del entorno, entre otros.

El sitio debe de cumplir las anteriores características básicas con el objetivo de minimizar los impactos ambientales que el proyecto genere, es por ello que se eligió un terreno el cual está ubicado en el Departamento de Guatemala, Municipio de Guatemala, Colonia Las Charcas Zona 11, específicamente debajo del puente San Cristóbal que divide el municipio de Guatemala con el municipio de Mixco, con la finalidad de proveer a ambos municipios un CTAFLBC.

Mapa 6. Mapa contextual del sitio (Ampliación 5)



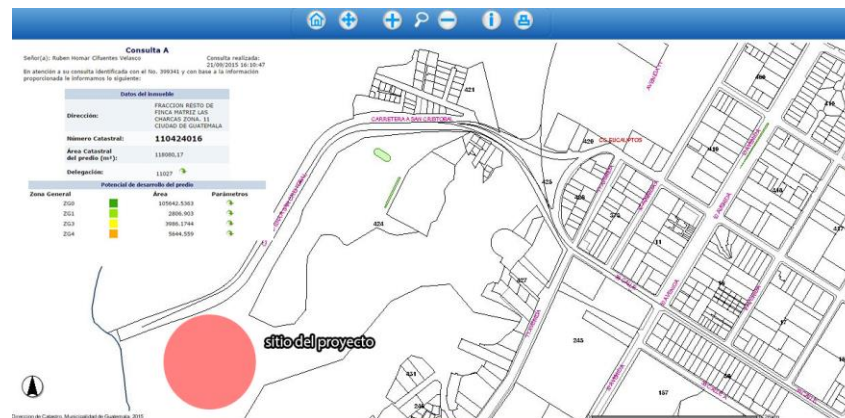
Fuente: Búsqueda en plataforma virtual de Google Earth
18/01/2015

Actualmente el sitio elegido se utiliza como vertedero no

autorizado lo cual para efectos del presente estudio es positivo ya que al implementar la propuesta de un CTAFLBC se lograra regenerar el entorno, logrando una sostenibilidad económica, social y ambiental. Además de lo anterior en el sitio fluye el caudal del Río Plátanos el cual comúnmente se conoce como Río Platanitos, cuyo afluente es uno de los más contaminados del Departamento de Guatemala y desemboca en el Lago de Amatitlán.

Según la Municipalidad de Guatemala el área del sitio corresponde a una Finca Matriz denominada “Las Charcas” en la periferia del Municipio de Guatemala, Zona 11 de la misma Ciudad. La Finca es de carácter privado y colinda con un barranco propiedad del Estado de Guatemala. De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial POT de la Ciudad de Guatemala en la Finca existen diferentes categorías como lo son: G0, G1, G2 y G4. Específicamente el sitio de estudio está catalogado como G1 y G0.

Mapa 7. Mapa contextual municipal (POT)



Fuente: <http://mapas.muniguate.com/ipot/Run.jsp>, 21-09-2015.

Mapa 8. Mapa hábitat urbano y clasificación zonas G0 y G1 de la Zona 11 del Municipio de Guatemala



Fuente: <http://mapas.muniguate.com/ipot/Run.jsp>, 21-09-2015.

Fotografía 14. Panorámica del sitio del proyecto y puente San Cristóbal, Municipio de Guatemala



Fuente: Propia, 21-09-2015

Fotografía 15. Vista del sitio del proyecto, Municipio de Guatemala, Las Charcas Z.11



Fuente: Propia, 21-09-2015

Fotografía 16. Vista aérea del sitio y actividades clandestinas que se realizan ilegalmente



Fuente: Propia, 21-09-2015

Fotografía 17. Panorámica del entorno del sitio y cauce del Río Platanitos

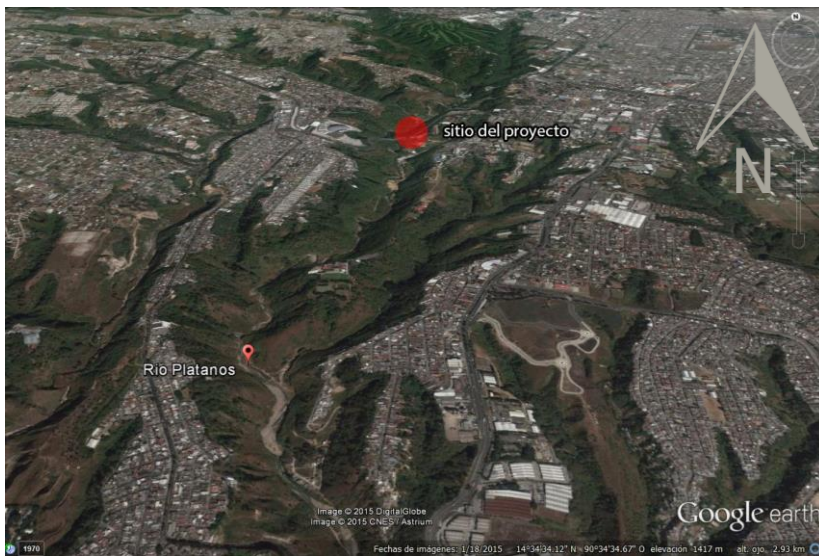


Fuente: Propia, 21-09-2015

3.4. Tipo de clima

El tipo de clima tanto para el Municipio de Guatemala como para el Municipio de Mixco es prácticamente el mismo, en general es un clima templado la mayoría del año. Es importante tomar en cuenta que el factor contaminación puede incidir directamente en el clima de la microrregión.

Fotografía 18. Panorámica de la región de estudio.



Fuente: Búsqueda en plataforma virtual de Google Earth 18/01/2015

3.5. Temperatura

La temperatura promedio máxima es de 25.11 grados centígrados y la temperatura promedio mínima 15.61 grados centígrados.

3.6. Viento

El viento predominante en el sitio tiene una velocidad promedio de 12 km/hora y su orientación es noroeste – suroeste la mayor parte del año.

Mapa 9. Mapa contextual del sitio (vientos)



Fuente: Elaboración propia. Búsqueda en plataforma virtual de Google Earth 18/01/2015

3.7. Precipitación pluvial

La precipitación pluvial promedio es de 2,936.5 milímetros. Adicional a ello se debe de prever un buen diseño de escorrentías e inundaciones al momento de diseñar cualquier tipo de proyecto debido a que la capacidad de absorción del suelo ha ido disminuyendo cada vez más producto de diversos factores relacionados con la contaminación del entorno.

3.8. Humedad relativa

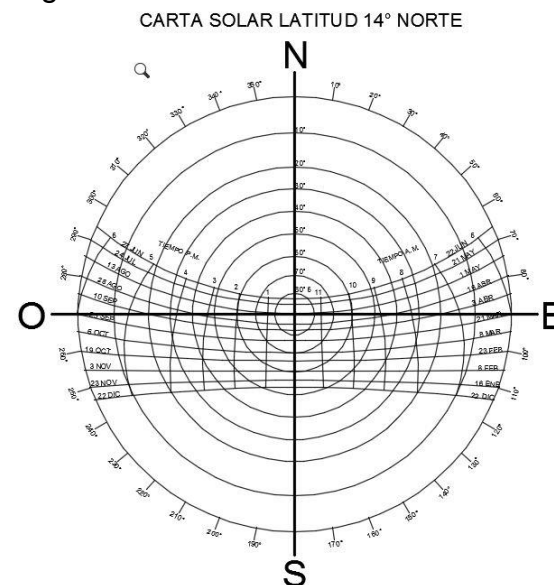
La relación entre la cantidad de vapor de agua en el aire en el sitio es del 79%.

3.9. Soleamiento

El sitio del proyecto está expuesto en gran medida al sol debido a que no cuenta con una protección natural hacia el sur del mismo, lo que nos indica que existirán altos índices de radiación permanente a lo largo del año y la incidencia solar será elevada.

Según la carta solar latitud 14° grados norte en el sitio de estudio el sol sale al este y se esconde al oeste, inclinándose en la mayor parte del año hacia el sur del hemisferio según se detalla en las gráficas siguientes:

Fotografía 19. Carta Solar Latitud 14° Norte.



Nota: Es importante la aplicación de la carta solar correspondiente a la región e implementarla adecuadamente al sitio del proyecto o bien utilizar herramientas más avanzadas como software climatológico.

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 10. Mapa de soleamiento general del sitio



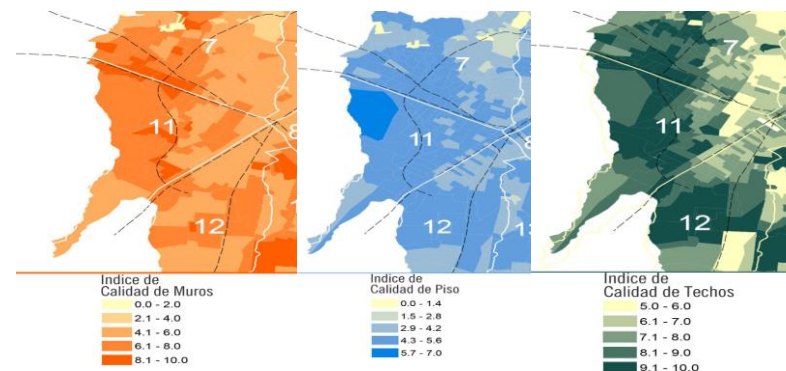
Fuente: Elaboración propia. Búsqueda en plataforma virtual de Google Earth 18/01/2015

3.10. Calidad de Vivienda

Por el tipo de proyecto es importante saber la composición física de la infraestructura el área de influencia ya que es está, la materia prima en los procesos de transferencia y aprovechamiento de residuos. En general el sector se caracteriza por tener una infraestructura en condiciones óptimas, lo cual permite que al momento de su demolición se puedan obtener un mayor número de residuos potenciales.

El indicador de vivienda de la zona está dado en una escala de 1 a 10, entendiéndose 1 como baja calidad en los materiales de construcción y 10 como alta calidad de materiales de construcción, específicamente se analizan 3 aspectos; techos, pisos y muros. A su vez en las siguientes graficas se detalla únicamente el área de influencia del proyecto, así como el análisis porcentual de la incorporación de los diferentes materiales de construcción incorporados a las edificaciones en la actualidad.

Mapa 11. Mapa de calidad de materiales en la Zona 11 del Municipio de Guatemala.



Fuente: <http://infociedad.muniguate.com/Site/atlasciudad.html>

Gráfica 2. Materiales de construcción incorporados en la infraestructura del Municipio de Guatemala.



Fuente: <http://infociedad.muniguate.com/Site/atlasciudad.html>

3.11. Accesos

El Sitio del proyecto posee un único acceso vehicular, en la mayoría del recorrido es un camino de terracería debido a que es un camino secundario hacia el interior del barranco ubicado debajo del puente de Ciudad San Cristóbal, Mixco y el límite municipal del Municipio de Guatemala. En general el camino es aceptable para el transporte de residuos de construcción y demolición, tomando en cuenta que serán vehículos de bastante peso y envergadura los que circularán al momento de la operación y mantenimiento del proyecto.

Para llegar al sitio se debe de ingresar sobre el Boulevard Principal de San Cristóbal que comunica a los dos municipios y tomar la ruta secundaria a la altura de la 11 avenida de la Zona 11 del Municipio de Guatemala, posterior a ello se deberá tomar un desvío hacia el interior del barranco tal y como se ejemplifica en el siguiente mapa:

Mapa 12. Acceso hacia sitio del proyecto.



Fuente: Elaboración propia. Búsqueda en plataforma virtual de Google Earth 18/01/2015

IV. MARCO OPERATIVO

4.1. Oportunidad de Negocio para Implementar un CTAFLBC en el Municipio de Guatemala

Para determinar la viabilidad económica de un CTAFLBC, se deberá implementar métodos clásicos para toma de decisiones, recurriendo así a objetivos ponderados con el fin de plantear un modelo de negocio

idóneo para los inversionistas y entidades públicas y privadas interesadas, o bien una combinación de estas. Se analizarán factores claves para el tema de la transferencia y el aprovechamiento de residuos (fragmentos de ladrillo, block y concreto), tales como: **factores a la disponibilidad de residuos, factores a la disponibilidad al árido natural (arenas, piedra, etc.), factores legislativos y factores culturales.** Lo anterior será respaldado con encuestas a involucrados con la industria de la construcción en el municipio de Guatemala (ver anexos 8.4). A continuación se desarrolla a detalle cada uno de estos factores mencionados:

4.1.1. Factores a la disponibilidad de residuos

Actualmente, se observa un incremento en el desarrollo de la construcción del municipio de Guatemala, lo que significa también así, un incremento en la generación de residuos por las actividades de construcciones nuevas y demoliciones, lo cual es positivo para la factibilidad económica de una planta de transferencia y aprovechamiento de residuos, toda vez existan

condiciones sociales, económicas y legales para poder implementarla. Lo anterior depende también de la concientización que pueda lograr la iniciativa pública y privada en las empresas y profesionales relacionados al sector de la construcción, en cuanto a la importancia de utilizar productos con alto porcentaje de componentes reciclados o bien elaborados a partir de residuos de construcción y demolición. En la actualidad la mayor parte de residuos generados por el sector de la construcción son dispuestos en sitios en donde no se les puede sacar un provecho económico lo cual es una oportunidad de negocio bastante atractiva.

Disponibilidad de vertido en instalaciones de eliminación

Los vertederos aledaños al sitio de estudio pueden estar disponibles para aceptar fragmentos de ladrillo, block y concreto -LBC- sin ninguna limitación y control o pueden estar sometidos a estrictos controles y limitaciones de vertido si estos existiesen. Es beneficioso para el mayor aprovechamiento de los residuos, que estos sean

debidamente separados en los sitios en donde se generan.

¿Cuál es la disponibilidad de los vertederos para el vertido de RCD? (20% de ponderación)	
Están disponibles, sin control	5%
Están disponibles, pero bajo control	10%
<u>Los vertederos no aceptan RCD</u>	<u>20%</u>

En el municipio de Guatemala el vertedero autorizado de la zona 3 no acepta en la mayor parte del tiempo residuos y desechos provenientes del sector de la construcción o bien tienen restricciones en cuanto a su recepción, lo cual es favorable para el planteamiento de un centro especializado.

Tarifas en vertederos para la recepción de residuos y desechos

En la mayoría de los casos existen tarifas para recibir los residuos o desechos del sector de la construcción, lo más usual es que sean aceptados en vertederos no

autorizados para relleno y estabilización de suelos. Mientras la tarifa para recibir estos residuos y desechos sea más elevada es de mayor aceptación el planteamiento de un CTAFLBC que pueda recibirla bajo una tarifa especial.

¿Cuál es el coste estimado por camionada vertida en vertederos legales? (20% de ponderación)	
De 0 a 15 Quetzales por camionada	1%
De 15 a 30 Quetzales por camionada	5%
De 30 a 60 Quetzales por camionada	10%
Mayor a 60 Quetzales por camionada	20%

Tiempo de vida de los vertederos

Es importante conocer el tiempo de vida de los vertederos autorizados y no autorizados cercanos al sitio de estudio, para determinar la proximidad de caducar en cuanto a capacidad.

¿Cuál es el estado actual de los vertederos aledaños al área de estudio? (20% de ponderación)	
---	--

No tiene limitación de capacidad	0%
En menos de diez años	5%
En menos de cinco años	10%
En menos de tres años	20%

Mientras más corto es el tiempo de vida útil de los vertederos, es más favorable para generar oportunidades de reciclaje de residuos de construcción y demolición.

Disposición final de los residuos de construcción y demolición

En los alrededores del sitio de estudio se deben disponer de una u otra forma los residuos y desechos generados por el sector de la construcción, por ello es vital conocer cuáles son estos sitios de disposición final y la preferencia mayoritaria.

Indicar los destinos preferentes para la disposición final de los residuos de construcción y demolición (20% de ponderación)	
Zonas abiertas no autorizadas	0%
Zonas abiertas autorizadas	1%

Vertederos legales	5%
Vertederos legales especiales para estos residuos	10%
Plantas de reciclaje de RDCD	20%

En general la mayor parte de los residuos y desechos generados en el sector de la construcción se acostumbra a disponerlos en zonas abiertas no autorizadas, en donde el factor normativo juega un papel importante para estas decisiones que afectan nuestro medio ambiente.

Existencia de empresas recicladoras de residuos en la zona

Se evalúa si en las cercanías al área de estudio existen empresas que se dedican al reciclaje y aprovechamiento de residuos de construcción y demolición con el objetivo de detectar una demanda de materiales reciclados.

Indicar que tipo de empresa recicladora existe en el área de estudio o en sus cercanías (20% de ponderación)	
<u>No existen empresas relacionadas</u>	<u>0%</u>
Empresas de construcción	5%

Empresas de reciclaje varios	10%
Planta de transferencia y aprovechamiento	20%

Si existiera algún tipo de empresa relacionada a la transferencia y aprovechamiento de residuos, es positivo para el planeamiento del proyecto, debido a que sería un buen indicador de demanda creciente en la zona. Por el contrario también podría asumirse que es un nicho de mercado que no ha sido explotado por alguna razón que amerita una investigación profunda.

4.1.2. Factores relativos a la disponibilidad de áridos naturales

En muchos países el tema de la obtención de áridos naturales por medio de la explotación minera ha sido de gran debate y Guatemala no es la excepción debido a la creciente preocupación medioambiental en que se vive, día con día vemos a lo largo de las carreteras de la Región que nuestros paisajes naturales se van deteriorando por estas actividades y cada vez son menos las reservas naturales, específicamente las relacionadas

al tema de la construcción. Por ello, vemos que la disponibilidad de áridos naturales juega un papel importante para la implementación de plantas de transferencia y aprovechamiento de residuos, así como también en los costos de la obtención de esta materia prima, debido a la escasez y transporte de la misma.

Disponibilidad de reserva actual del árido natural utilizado en la industria de la construcción

Es importante conocer las reservas actuales de la zona de estudio, debido que día con día las reservas naturales de los principales minerales alrededor del mundo son cada vez más escasas y los principales áridos utilizados en el sector de la construcción no son la excepción.

¿Cuál es la estimación de reserva de áridos naturales aplicable al área de estudio? (40% de ponderación)	
No hay limitación actualmente	10%
Menos de 20 años	20%
<u>Menos de 10 años</u>	<u>30%</u>
Menos de 5 años	40%

Precio del árido natural utilizado por el sector de la construcción

En la actualidad se utiliza en mayor cantidad los áridos naturales, debido a que el árido reciclado para su utilización en la industria de la construcción es incierto en cuanto a rendimiento físico, fiabilidad y durabilidad. Es por ello que la venta de áridos naturales es mayoritaria aunque algunos estiman que esto disminuirá por la falta de reservas naturales a nivel mundial.

¿Cuál es el precio de venta del árido natural utilizado en el sector de la construcción? (20% de ponderación)	
15 – 30 Q/ton.	0%
30 – 45 Q/ton.	10%
45 – 65 Q/ton.	15%
<u>Más de 65 Q/ton.</u>	<u>20%</u>

Distancia de transporte del árido natural

Es importante conocer el sitio de origen de los áridos naturales y su distancia a recorrer hasta el sitio de estudio en donde se plantea el CTAFLBC, así como los

procesos que forman parte para la obtención de los áridos naturales. Lo anterior repercute en los costos de transporte y las emisiones de CO2 que esto conlleve, lo que hace más competitiva la producción de materiales reciclados.

Distancia media recorrida desde la obtención del árido natural hasta el mercado (40% de ponderación)	
Menos de 10km.	10%
10 – 20 kilómetros	20%
20 – 40 kilómetros	30%
<u>Menos de 40km.</u>	<u>40%</u>

4.1.3. Factores legislativos

Los factores legales son de vital importancia para el funcionamiento de un CTAFLBC, la gestión de residuos debe ser apoyada al cien por ciento por la normativa vigente, a través de instrumentos ambientales que promueva el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición, asegurando que se cumplan

las leyes específicas y toda la gestión que este tema representa.

Por otra parte los factores legales deben de ser incluyentes de las empresas que se dedican, o bien quieren dedicarse al aprovechamiento de residuos de construcción y demolición y que estas puedan operar adecuadamente sin mayores restricciones por parte de los sectores público y privado e impulsar iniciativas que promuevan incentivos económicos al manejo y gestión apropiada de los residuos en general.

También es importante mencionar que las actividades de transferencia y aprovechamiento de residuos se llevan a cabo por empresas que realizan su trabajo en busca principalmente de un beneficio de carácter económico, siendo importante considerar que todo beneficio económico por parte de los sectores público y privado será de gran ayuda para estas empresas.

Legislación específica a residuos de construcción y demolición

Contar con legislación específica para el manejo y gestión de residuos de construcción y demolición es importante para la implementación de programas y proyectos fomentan la conservación del medio ambiente y más importante aún si la legislación específica es aplicada a cabalidad sin distinción alguna.

¿Existe una legislación específica al tema de los residuos de construcción y demolición? (40% de ponderación)	
No	0%
<u>No en este momento, pero se está desarrollando</u>	<u>10%</u>
Sí, pero no se cumple	20%
Sí, se cumple en algunos casos	30%
Sí, la legislación es estricta y se cumple	40%

Impuestos sobre áridos naturales utilizados por el sector de la construcción

Eventualmente la extracción de áridos naturales conlleva a pagos de impuestos a la Superintendencia de Administración Tributaria -SAT-, los cuales están

reglamentados y controlados a través del Ministerio de Energía y Minas mediante licencias de explotación minera, haciendo que la implementación de un CTAFLBC sea una oportunidad de negocio bastante atractiva desde el punto de vista económico para los inversionistas y totalmente aceptable desde un punto de vista social y ambiental.

¿Existen impuestos sobre la extracción de áridos naturales? (30% de ponderación)	
No	0%
No, aunque se está desarrollando un sistema de tasas	10%
<u>Sí, pero son bajos</u>	<u>20%</u>
Sí y son altos	30%

Uso obligado de materiales de construcción reciclados

Como una estrategia positiva para incentivar la utilización de materiales de construcción reciclados por parte de los gobiernos, es la implementación de normativas que obliguen la utilización de materiales reciclados con el objetivo de mitigar los impactos ambientales que se

generan por la explotación minera de áridos de construcción. Lo anterior impulsaría en gran medida la generación de proyectos sostenibles que se enfoquen al aprovechamiento de residuos en general e impulsaría el apoyo internacional al País por las buenas medidas tomadas a corto, mediano y largo plazo.

¿Existen normativas específicas que incentiven la utilización de materiales de construcción reciclados? (20% de ponderación)	
No	0%
No, aunque se están desarrollando	5%
Sí, pero no se cumplen	10%
Sí y se cumplen a cabalidad	20%

Incentivos económicos para empresas recicladoras de residuos de construcción y demolición

La implementación de un CTAFLBC conlleva una inversión inicial elevada respecto a una planta de procesamiento de áridos naturales debido a diversos factores, entre ellos: limpieza de residuos no deseados, clasificación manual y electromecánica, etc. Es por ello

que los gobiernos que desean impulsar este tipo de proyectos deben de incentivar económicamente a los inversionistas y trabajar de la mano con el sector privado y así sea favorable el reciclaje de estos residuos, mientras mayor sean los incentivos económicos, mayor interés existirá en implementar proyectos sostenibles de transferencia y aprovechamiento de residuos.

¿Existen incentivos económicos para empresas que reciclen residuos de construcción en el municipio de Guatemala? (10% de ponderación)	
No	0%
Sí, pero no son fáciles de obtener	5%
Sí, son fáciles de obtener	10%

4.1.4. Factores culturales

En la actualidad se percibe una creciente preocupación por los temas de conservación del ambiente y desarrollo sostenible. Los factores culturales en relación al tema de residuos de construcción y demolición son complejos de evaluar debido a la variabilidad de aspectos culturales

arraigados en cada individuo, más aún cuando Guatemala se caracteriza por ser un Estado Multicultural.

Los factores culturales buscan concientizar a la población con relación al impacto que los residuos de construcción y demolición provoca al ambiente y los problemas que estos traen consigo y repercuten en el desarrollo de una comunidad.

Clasificación y tipo de clasificación de residuos y desechos

Desde hace unos años atrás se ha podido percibir que la población ha adquirido una responsabilidad con relación a la clasificación de residuos y desechos en hogares, comercio e industria, gracias a la concientización de empresas que impulsan un desarrollo sostenible a nivel nacional e internacional, a través de campañas publicitarias en diferentes medios de comunicación y redes sociales.

Lo anterior es importante al tema de los residuos de construcción y demolición, debido a que estos se pueden clasificar perfectamente dependiendo de sus características y poseen cualidades más versátiles que los residuos domiciliarios tradicionales al momento de disponerlos en sitios temporales.

Lo más favorable en cuanto a clasificación, para la implementación de un proyecto de transferencia y aprovechamiento de residuos de construcción y demolición, sería que existan normas que obliguen a la población a realizar una clasificación constante de los residuos y desechos que se generan, esto ayudaría a disminuir los costos de operación de las empresas que se dedican al reciclaje de cualquier tipo de residuo.

¿Clasifica la población los residuos y desechos que generan en el municipio de Guatemala? (10% de ponderación)	
No	0%
<u>Algunos, pero no están obligados</u>	<u>5%</u>
Sí, son obligados a hacerlo	10%

¿Qué tipo de clasificación es la que comúnmente se realiza por parte de la población? (20% de ponderación)	
No hacen separación	0%
Solo papel	5%
<u>Papel, vidrio y plásticos</u>	<u>10%</u>
Papel, vidrio, plásticos, aceites y productos químicos	15%
Todo tipo de residuos, incluyendo residuos de construcción	20%

Separación y clasificación de residuos de construcción y demolición por empresas relacionadas con el sector de la construcción

La mayor cantidad de residuos y desechos de construcción y demolición que se generan en el municipio de Guatemala, provienen de empresas relacionadas con el sector de la construcción, por lo que es importante que estas lleven a cabo un adecuado manejo y gestión de sus residuos y desechos a través de planes de contingencia especializados.

Actualmente se manejan conceptos de deconstrucción por parte de las empresas relacionadas con la construcción y demolición, los cuales promueven en gran

medida la reutilización y el reciclaje de materiales de construcción de obras antiguas y a su vez son de gran aporte para las empresas que se dedican a la transferencia y aprovechamiento de estos residuos debido a que estas prácticas garantizan en gran medida la integridad física de los residuos y facilitan el proceso de reciclaje, lo que garantizaría un beneficio monetario.

¿Se posee un adecuado manejo y gestión de los residuos de construcción y demolición por parte de las empresas relacionadas? (30% de ponderación)	
No	0%
<u>Algunos, pero no están obligados</u>	<u>15%</u>
Todos, son obligados a hacerlo	30%

Percepción social sobre los productos de reciclaje en el municipio de Guatemala

Se trata de evaluar la aceptación social de los productos reciclados o bien con alto porcentaje de reciclado lo cual ayudaría a determinar la factibilidad económica de implementar una planta de transferencia y aprovechamiento de residuos.

¿Existen preferencia en utilizar productos reciclados o con algún porcentaje de reciclados por parte de la población? (10% de ponderación)	
No	0%
Si	10%

Percepción sobre las plantas de transferencia y reciclaje de residuos de construcción y demolición

Es una premisa importante que trata de ponderar la importancia de la aceptación social de nuevos proyectos que impulsan el desarrollo sostenible en la región, principalmente en los de mayor interés como lo es la generación de residuos, es importante concientizar a la población que este tipo de aprovechamiento no genera olores, aunque si vibraciones y partículas en suspensión que pueden ser nocivas para el ser humano sino se manejan adecuadamente.

¿Qué aceptación social tiene la implementación de centros de transferencia y aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en la comunidad? (30% de ponderación)	
No son necesarias	0%
Si son necesarias, pero lejos de la población	15%
Si son necesarias, no importa su ubicación	30%

4.1.5. Resultados e interpretación

A continuación se observan los resultados de forma independiente de cada uno de los factores evaluados y sus respectivas premisas según su peso relativo y resultado obtenido de forma general, según ha sido la percepción y análisis del presente estudio para el municipio de Guatemala, para efectos de este análisis, el peso de los factores evaluados serán de: factores a la disponibilidad de residuos (20%), factores a la disponibilidad al árido natural (40%), factores legislativos (20%) y factores culturales (20%). Adicional a ello, los resultados corresponden a la obtención de respuestas a encuestados que tienen relación con la generación de residuos y desechos de construcción de forma directa o indirecta.

Tabla 2. Interpretación de resultados

Interpretación de resultados			
Factores evaluados	Puntuación por factor	Peso relativo	Resultado (58%)
Disponibilidad de residuos	40%	20%	8%
Disponibilidad al árido natural	80%	40%	32%
Legislativos	35%	20%	7%
Culturales	55%	20%	11%

Resultado	Decisión y recomendación
0% - 20%	<ul style="list-style-type: none"> - Situación muy desfavorable - Se recomienda no realizar proyecto
20% - 50%	<ul style="list-style-type: none"> - Situación desfavorable - Se recomienda evaluar en 6 meses
50% - 80%	<ul style="list-style-type: none"> - Situación favorable - Se recomienda realizar estudios de factibilidad
80% - 100%	<ul style="list-style-type: none"> - Situación muy favorable - Se recomienda realizar estudios y plan de negocios

Fuente: Elaboración propia

El estudio cuantitativo realizado da como resultado una puntuación de un **58%**, superando claramente el límite del 50%, lo que supone una consideración de situación favorable para la cual aconseja realizar un proceso de diseño para el CTAFLBC, en el sitio elegido y tomando en consideración factores ambientales analizados. El anterior método, pretende ser una herramienta que analice la situación del municipio de forma general; las decisiones acerca de entrar al negocio del reciclaje de residuos de construcción y demolición, deberá de tomarse realizando estudios más exhaustivos de la zona específica.

4.2. Memoria Conceptual del Perfil

La presente modelo arquitectónico a nivel perfil de un Centro de Transferencia y Aprovechamiento de Fragmentos de Ladrillo, Block y Concreto se fundamenta principalmente en criterios ecológicos básicos y toma en especial consideración los factores bioclimáticos en cada una de sus fases, así como también la normativa

existente relacionada a temas ambientales y de ordenamiento territorial.

Por el tipo de perfil, se hace énfasis en la mitigar impactos ambientales a través del planteamiento de preliminar de diseño y la forma adecuada de contrarrestar los residuos transferidos al proyecto, buscando implementar corrientes de diseño sostenible y tecnologías verdes que permitan un ahorro energético y coherencia con el ambiente. El modelo arquitectónico a nivel perfil del CTAFLBC también corresponde a la realidad del sector de la construcción del municipio de Guatemala y sus alrededores en cuanto a generación de residuos y desechos de construcción y la demanda de materiales reciclados que hay actualmente.

4.3. Memoria Descriptiva

El CTAFLBC responde específicamente al funcionamiento interno para el aprovechamiento de residuos y a la circulación interna de la maquinaria pesada, garantizando fluidez y adecuado uso de las

instalaciones. Por ello, gran parte de la superficie del proyecto son espacios abiertos, evitando puntos ciegos que pueden ser desfavorables para las operaciones internas. Por otra parte, la infraestructura de los edificios administrativos y mantenimiento están proyectados construirse de mampostería tradicional con acabados industriales y las naves del área operacional son estructuras metálicas con cubiertas termo acústicas para uso industrial que responden a estándares internacionales y que a su vez son estéticas al observador.

El perfil de proyecto cuenta con un ingreso y egreso de camiones de gran envergadura, los cuales pasan por un control de seguridad y calidad en donde son pesados por básculas especiales, para posteriormente desplazarse en el área de maniobras hacia la zona de transferencia y acopio de residuos de construcción. Dentro del complejo están zonas bien delimitadas como lo son: área administrativa (al frente de la calle), área operacional (en la parte trasera del proyecto), área de mantenimiento y

servicios varios (aledaña a parqueos y áreas de circulación inmediata), entre otros. También cuenta con un área de parqueo para albergar vehículos de empleados y visitas. En los alrededores del proyecto se percibe aun zonas boscosas y un río natural al fondo del barranco colindante, por lo que se propone un área ecológica en donde se podrán mostrar los productos reciclados que en el sitio se producen con fines educacionales y un área de concientización al visitante.

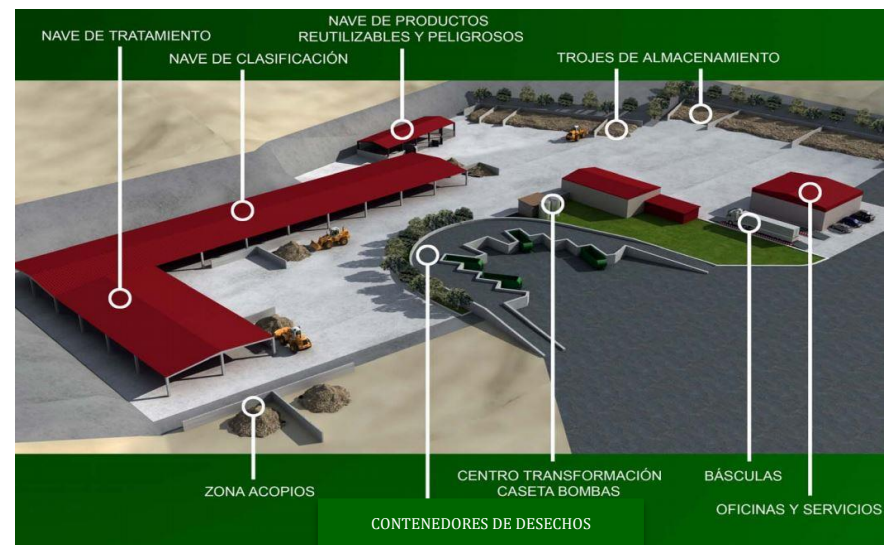
4.4. Proceso de Diseño a Nivel Perfil

Antes de plantear el diseño de un CTAFLBC es importante tomar en cuenta algunos aspectos básicos como; el tipo de residuos a tratar, la cantidad de residuos, el sitio y su entorno, los servicios básicos y su manejo, la maquinaria a utilizar y los vehículos y su desplazamiento dentro y fuera del proyecto, entre otros.

La escogencia de los diferentes espacios arquitectónicos y sus respectivas áreas, corresponden a un exhaustivo análisis de diferentes investigaciones relacionadas al

tema de la transferencia y aprovechamiento de residuos de construcción, así como también la experiencia profesional del autor. Alrededor del mundo existen diversos casos específicos en relación al tema central, como se mostró anteriormente en los antecedentes de esta investigación, los cuales son un punto de partida para plantear un modelo arquitectónico a nivel perfil.

Fotografía 20. Características generales de un Centro de Transferencia y Aprovechamiento de RCD



Fuente: Planta de Tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición de Gardelegui, Informe de explotación, España, 2008. Pág. 12

4.4.1. Programa Arquitectónico

Para la elaboración de la presente propuesta se tomaron en consideración los distintos factores y particularidades relacionadas al proyecto, definiendo las siguientes áreas:

Área Operativa

1. Garita Seguridad
2. Área de Balanza
3. Parqueos (maquinaria, camiones, etc.)
4. Área de Lavado Vehículos (anden cubierto)
5. Taller mecánico
6. Depósito de materiales, repuestos y lubricantes.
7. Depósito de combustibles
8. Área de transferencia
9. Área de preselección
10. Área de selección
11. Área de trituración
12. Área de tamizado
13. Área de control de calidad
14. Área de materiales reciclados
15. Área de sanitarios + Duchas + Lockers

16. Área de laboratorios y pruebas

17. Circulación exterior

Área Administrativa

1. Oficina gerencia
2. Oficina técnicos (3 unidades)
3. Servicios sanitarios
4. Administración
5. Cocina y cafetería
6. Recepción y sala de espera
7. Parqueos (visitas, trabajadores, etc.)
8. Sala de capacitación
9. Sala de reuniones
10. Circulación interior

Área Mantenimiento

1. Planta de tratamiento
2. Área de maquinas
3. Bombeo
4. Depósito de residuos y desechos temporales

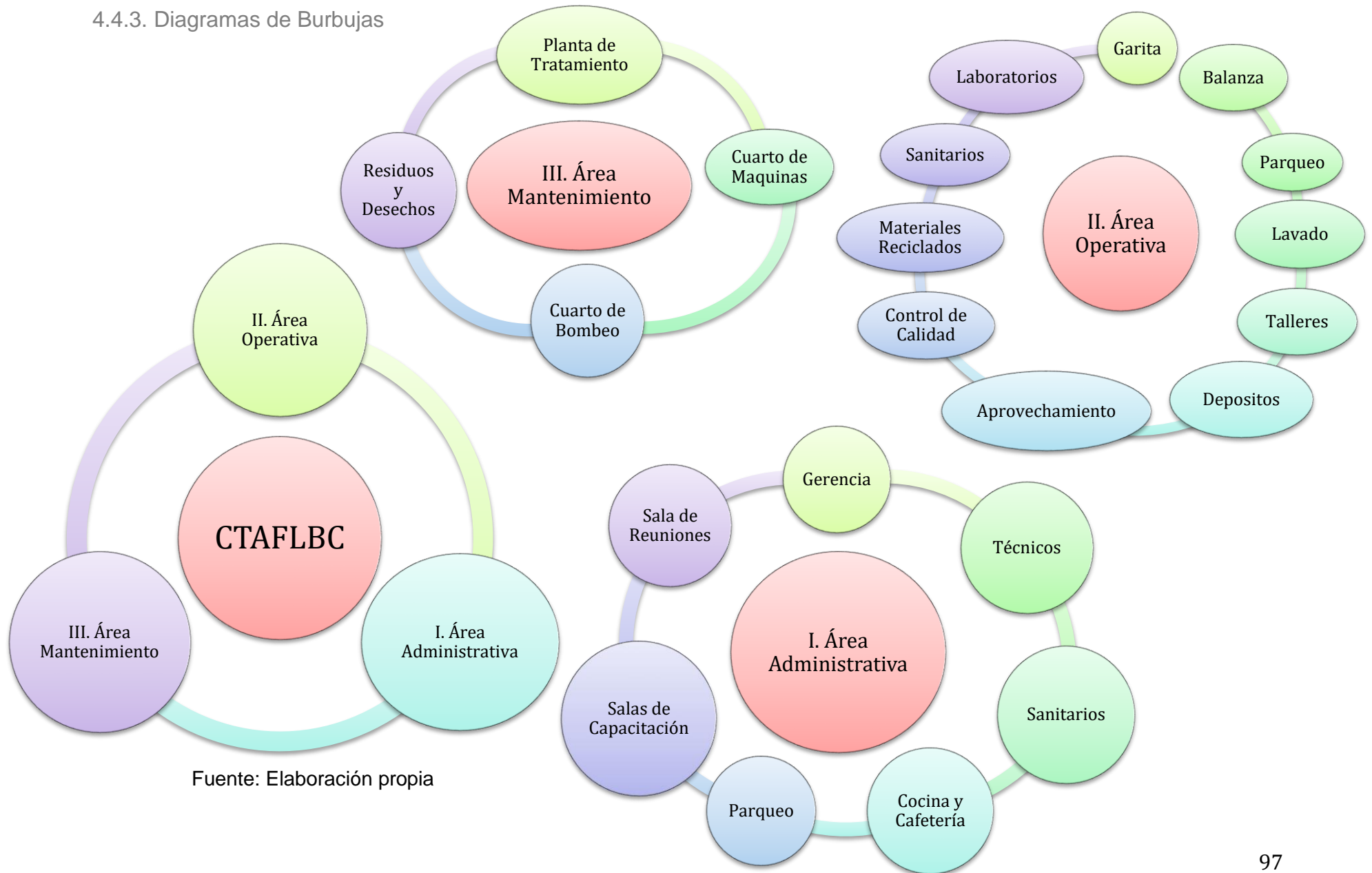
4.4.2. Matriz de Relaciones

División	Item	Espacio Arquitectónico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
ÁREA OPERATIVA	1	Garita de seguridad + baño	D																																			
	2	Área de balanza + control y monitoreo		D																																		
	3	Parqueos (maquinaria, camiones, etc.)			D	I																																
	4	Área de Lavado Vehículos (anden cubierto)				D	I																															
	5	Taller mecánico					D	I																														
	6	Depósito de materiales, repuestos y lubricantes.						D	I																													
	7	Depósito de combustibles							D	I																												
	8	Área de transferencia								D	I																											
	9	Área de preselección									D	I																										
	10	Área de selección										D	I																									
	11	Área de trituración											D	I																								
	12	Área de tamizado												D	I																							
	13	Área de control de calidad													D	I																						
	14	Área de materiales reciclados														D	I																					
	15	Área de sanitarios + lockers operativos															D	I																				
	16	Área de laboratorios y pruebas																D	I																			
	17	Circulación exterior + área verde																	D	I																		
ÁREA ADMINISTRATIVA	18	Oficina gerencia + baño																	D	I																		
	19	Oficina técnicos (3 unidades)																		D	I																	
	20	Área de sanitarios + lockers administrativos																			D	I																
	21	Cocina																				D	I															
	22	Cafetería																					D	I														
	23	Recepción y sala de espera																						D	I													
	24	Parqueos (visitas, trabajadores, etc.)																							D	I												
	25	Salas de capacitación																								D	I											
	26	Salas de reuniones																									D	I										
27	Circulación interior + área verde																										D	I										
ÁREA MANTENIMIENTO	28	Planta de tratamiento																																				
	29	Cuarto de maquinas																																				
	30	Cuarto de bombeo																																				
	31	Depósito de residuos y desechos temporales																																				

Simbología:
 D = Relación Directa entre espacios
 I = Relación Indirecta entre espacios
 O = Relación Opcional entre espacios
 N = Relación Nula entre espacios

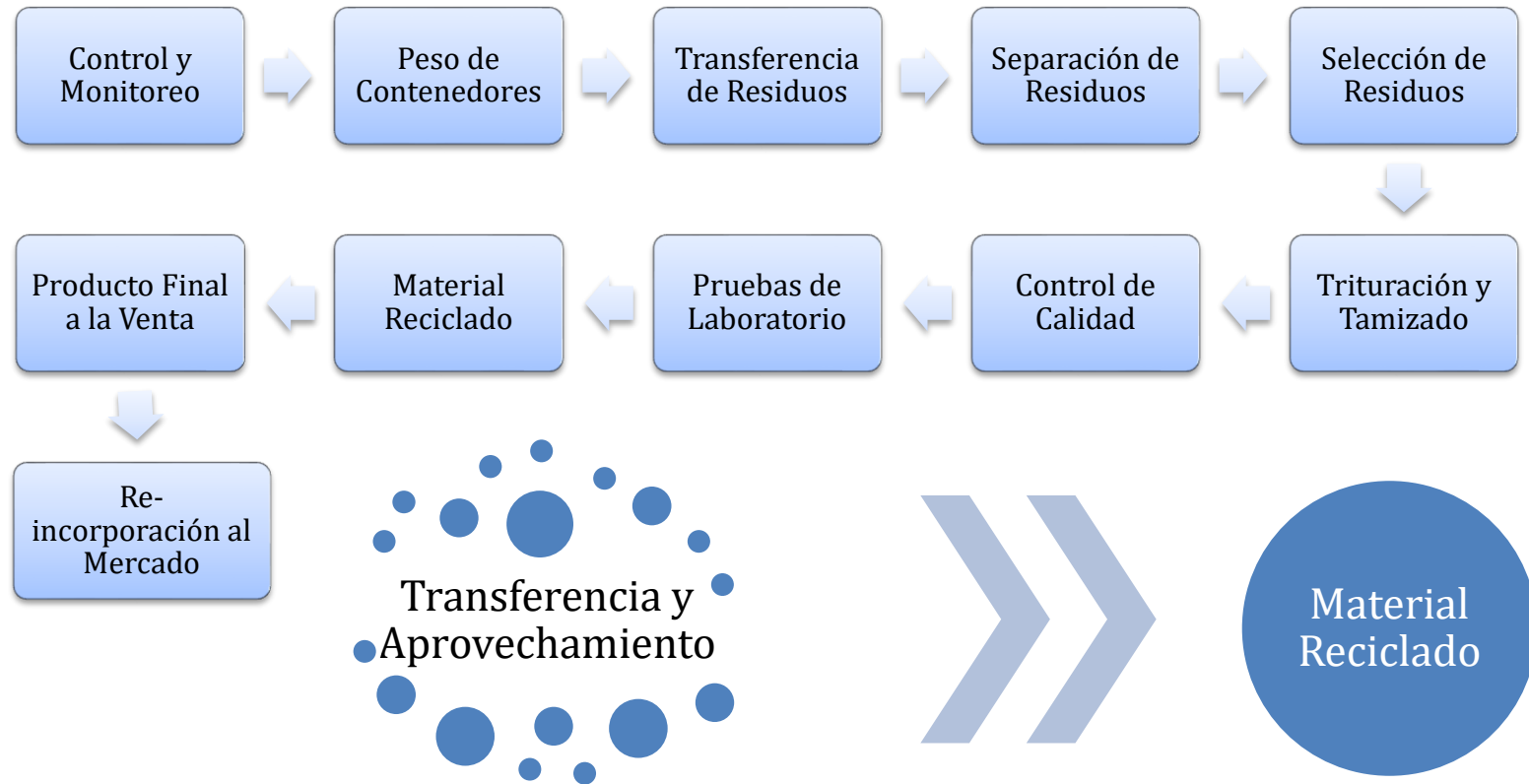
Fuente: Elaboración Propia

4.4.3. Diagramas de Burbujas



Fuente: Elaboración propia

4.4.4. Diagrama de Bloques del Proceso de Transferencia y Aprovechamiento de Residuos

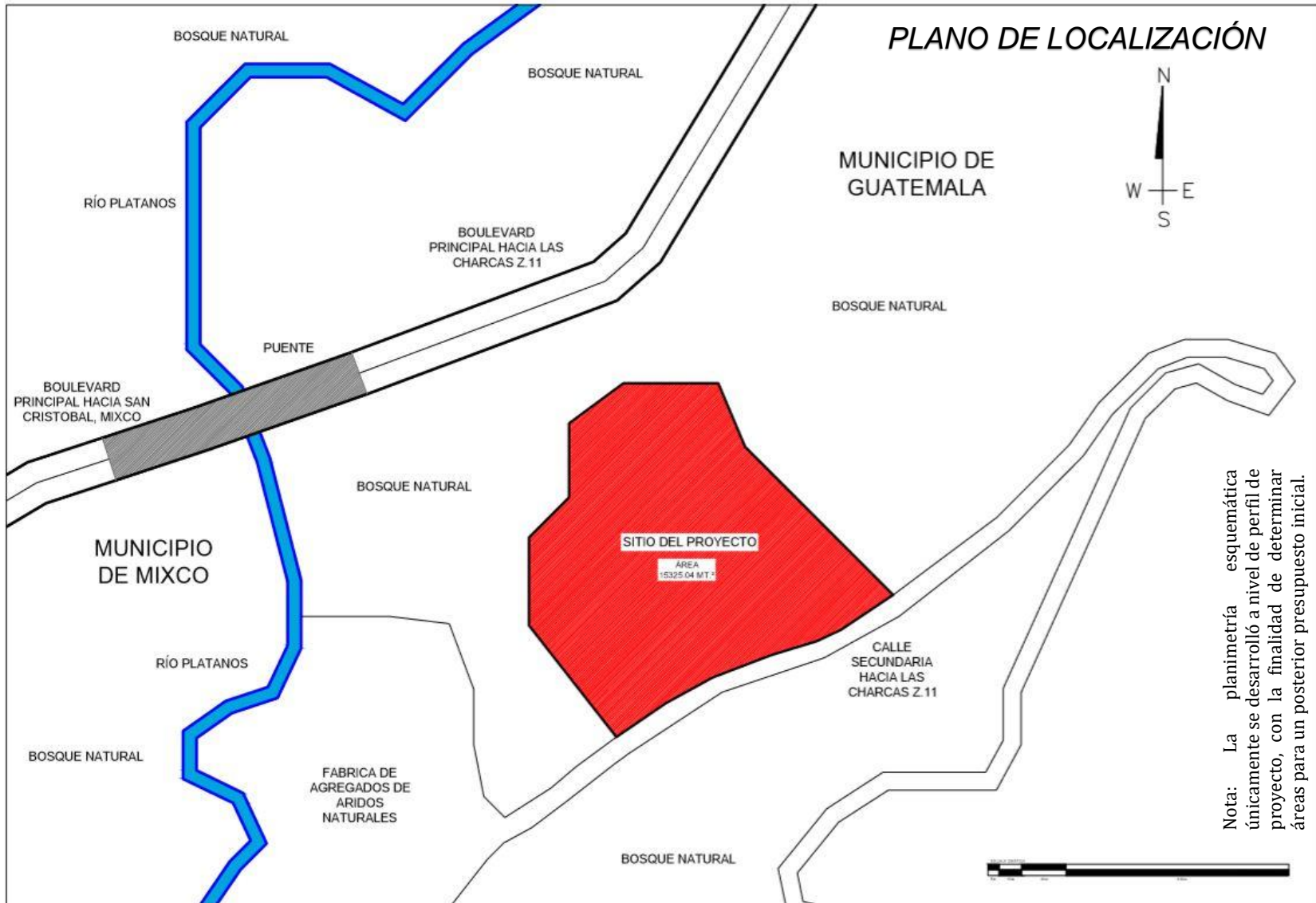


**Proceso de Valorización
de Residuos**

**Producto Final
a la Venta**

Fuente: Elaboración Propia

4.4.5. Planimetría del modelo de perfil de proyecto

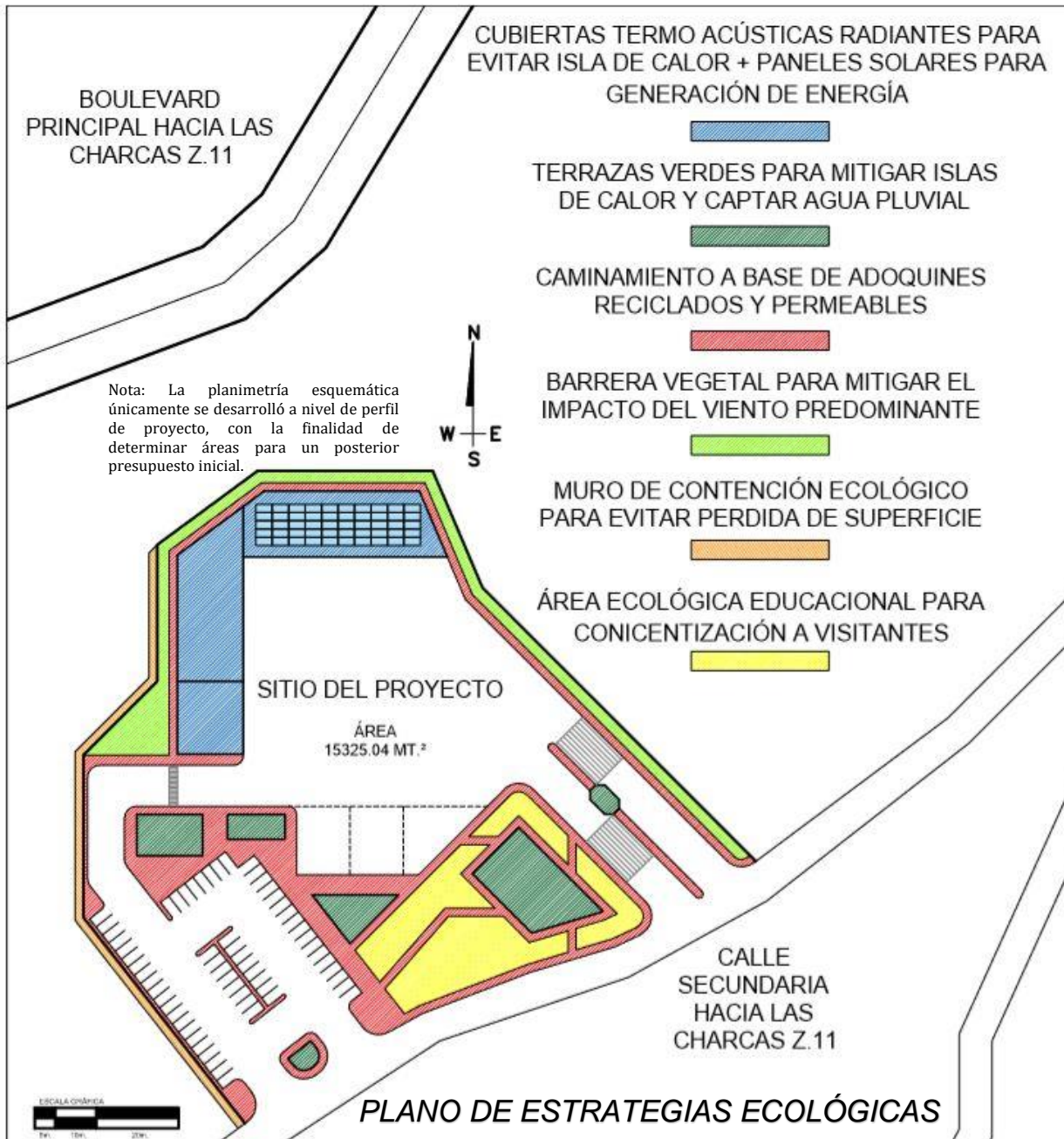




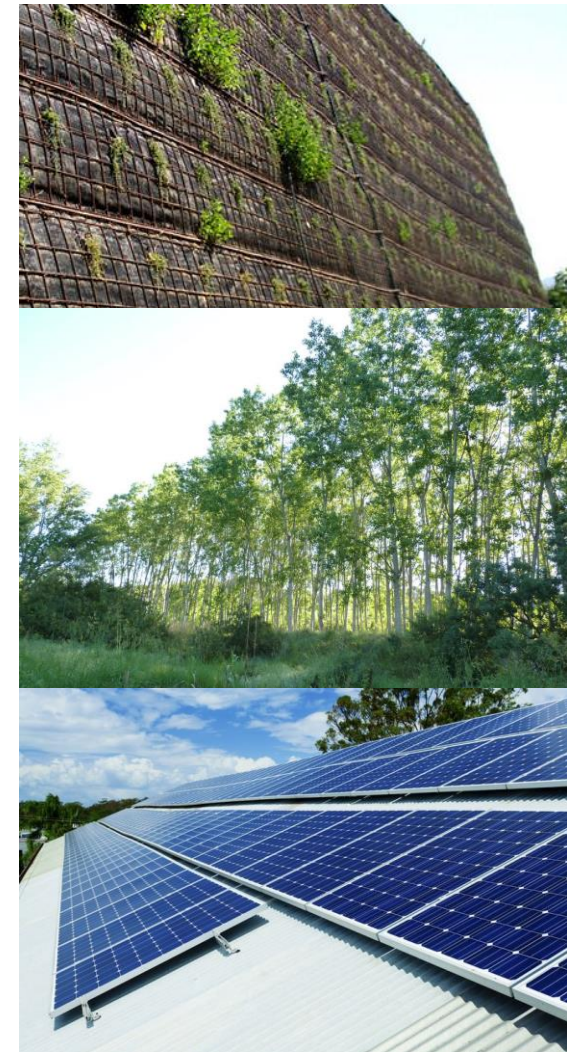
Fotografía 21. Vista interna del área operativa de planta Gardelegui, España



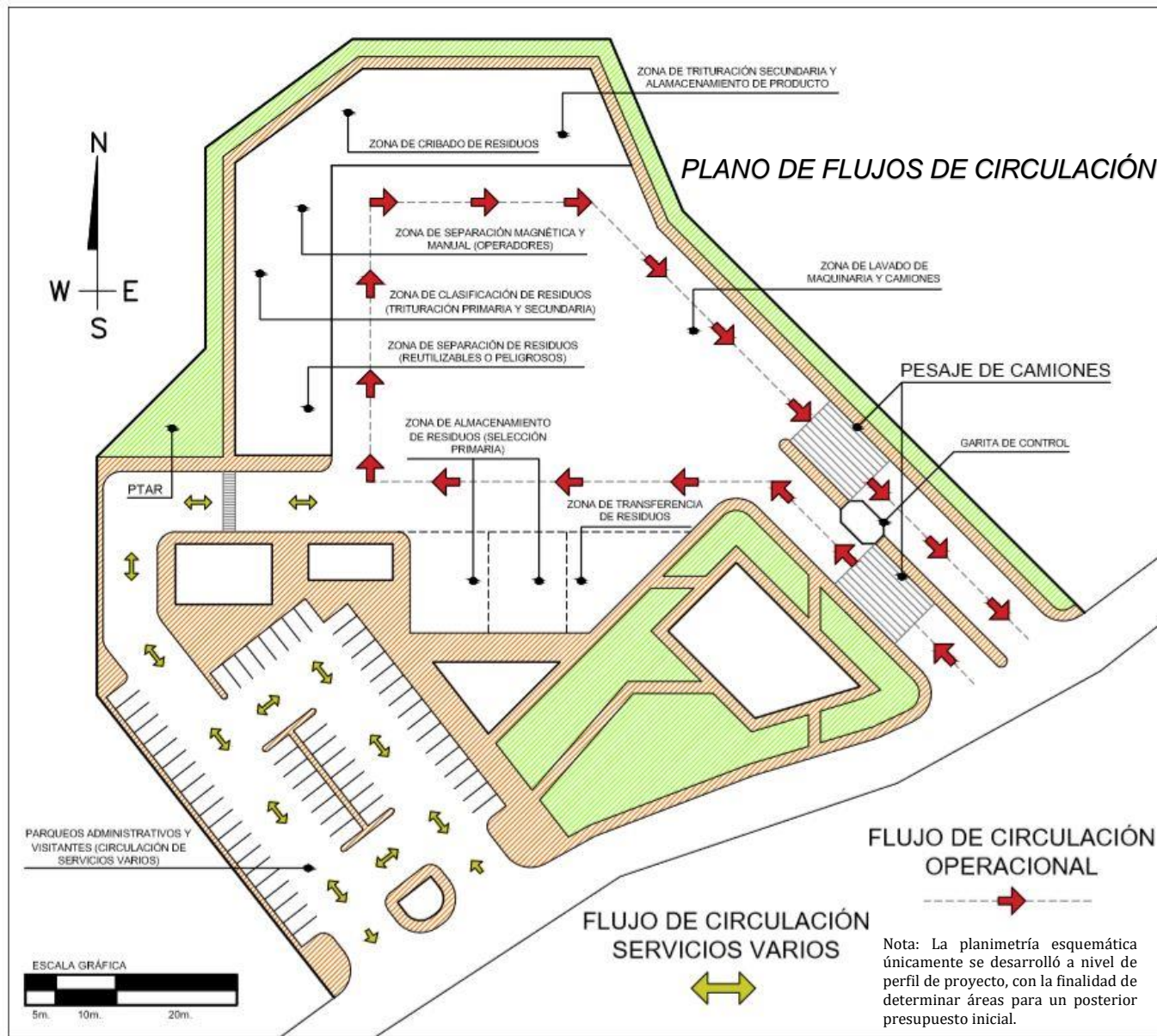
Fuente: <https://www.flickr.com/photos/arquitecturaunav/6946618043/in/photostream/>



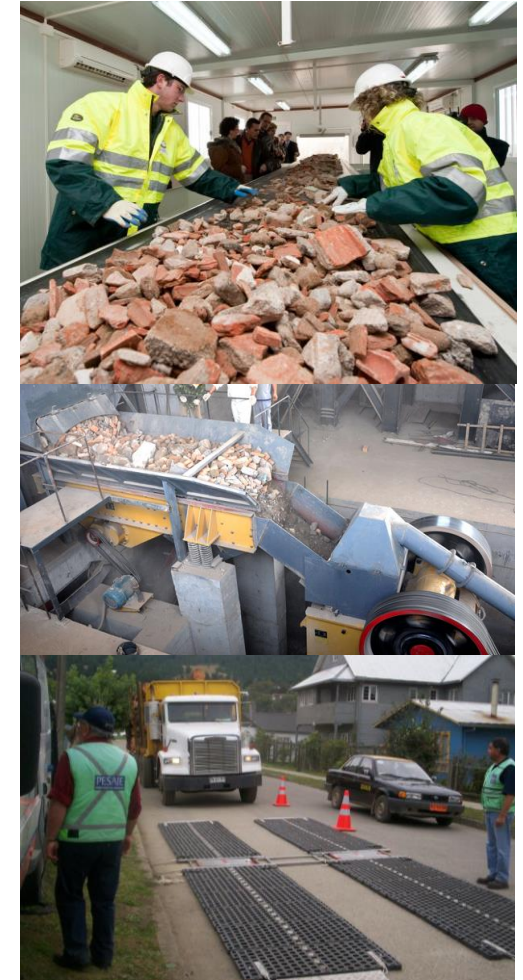
Fotografía 22. Estrategias ecológicas para mitigar impactos ambientales



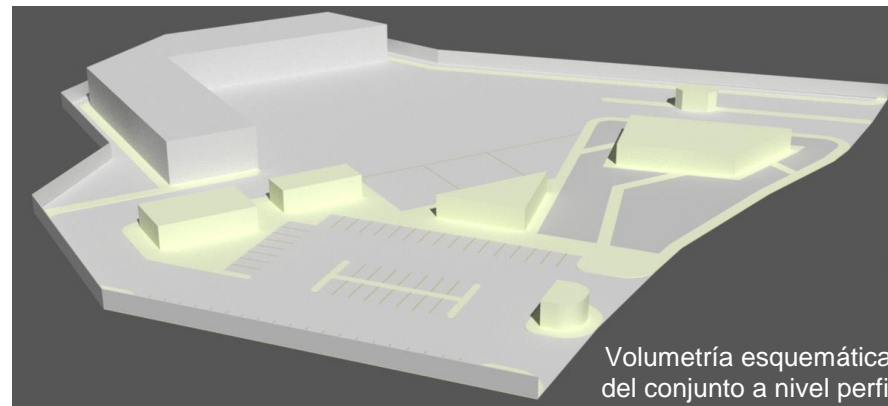
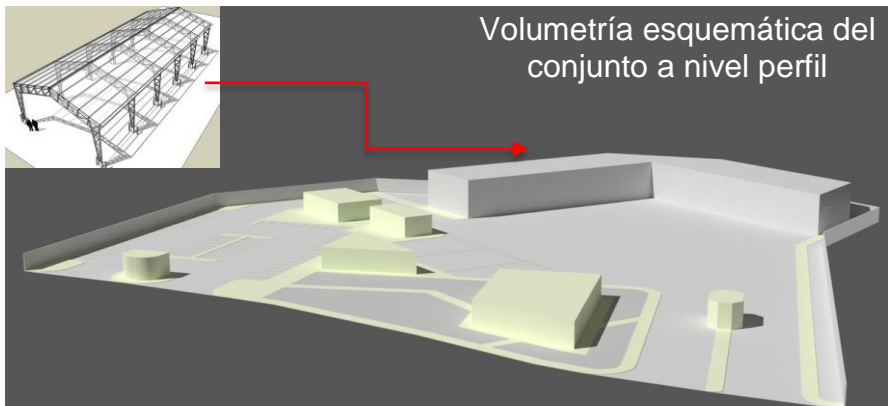
Fuente:
http://www.wallsolutions.es/productos/eco_muro



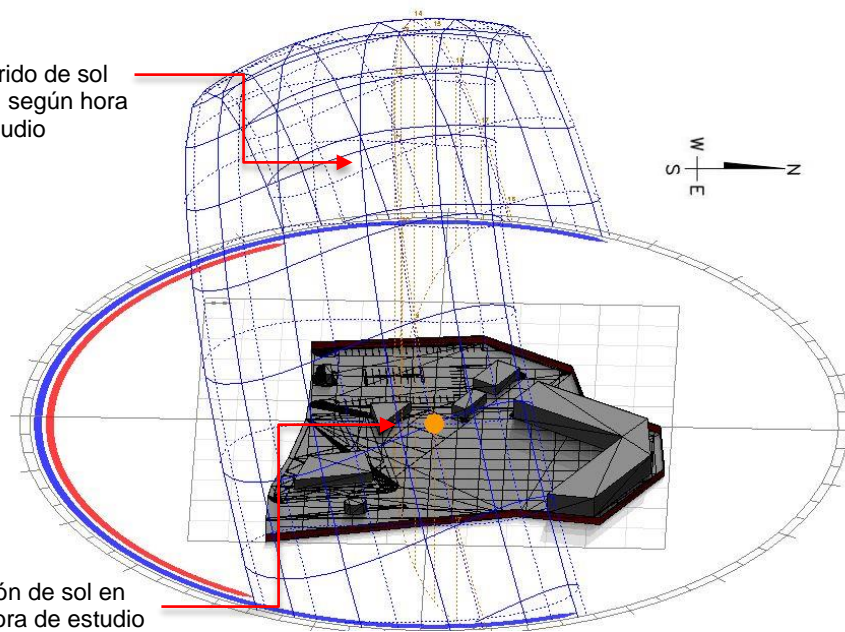
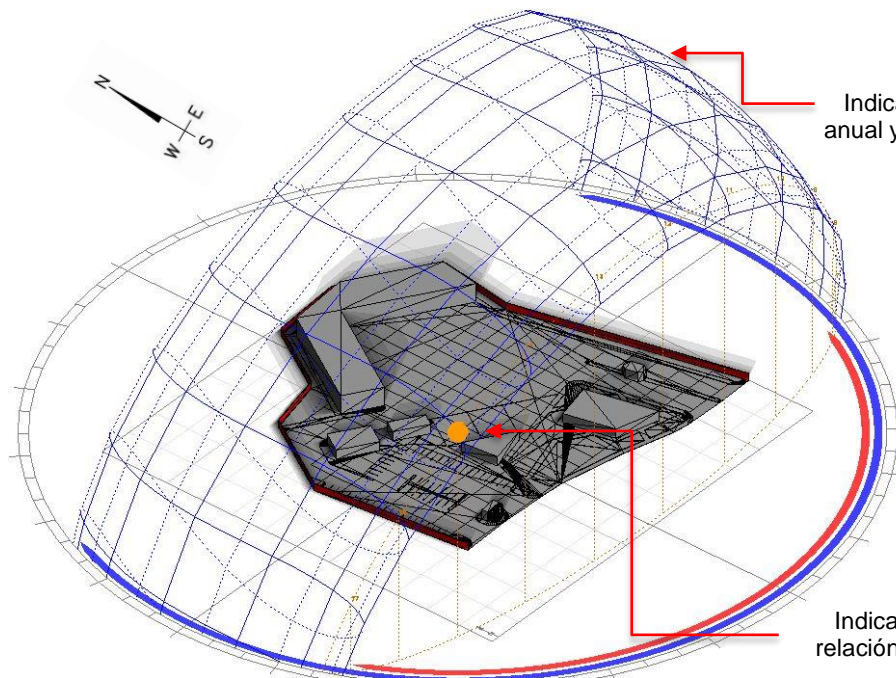
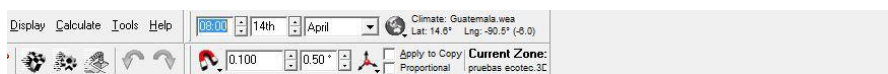
Fotografía 23. Procesos de transferencia y aprovechamiento de residuos

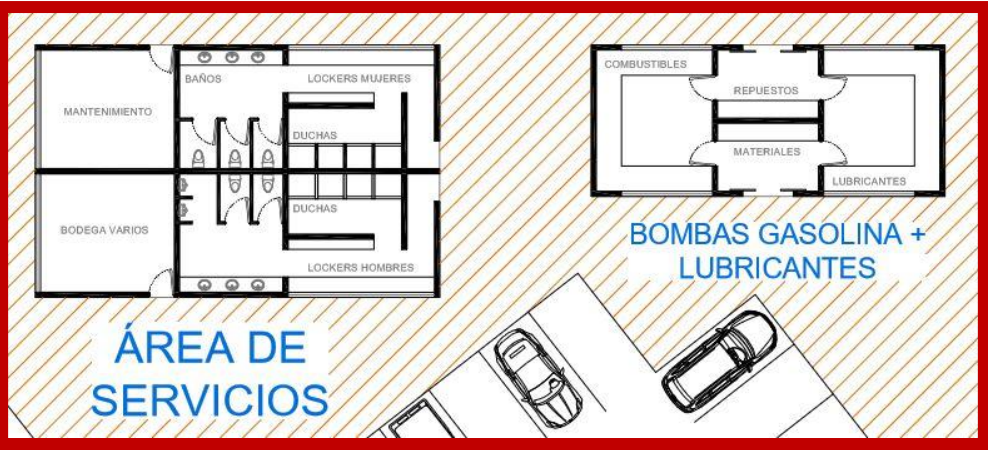


Fuente: <http://www.crusher-gallery.com/es/instalaciones-fijas-de-trituracion-equipos-de-tratamiento-de-residuos-de-construccion-en-tailandia.html>

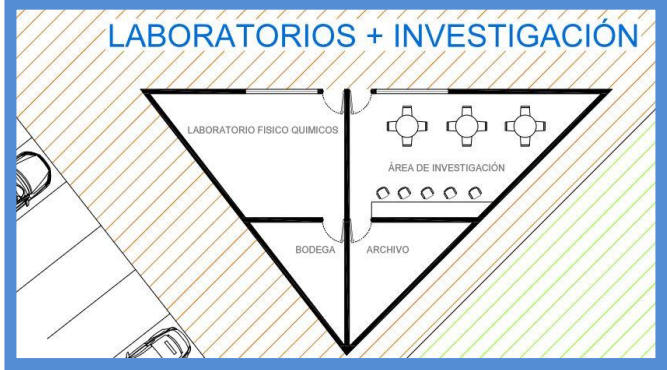


Análisis de incidencia solar en software Ecotec, sobre conjunto a nivel perfil. (20 de enero y 14 de abril respectivamente)

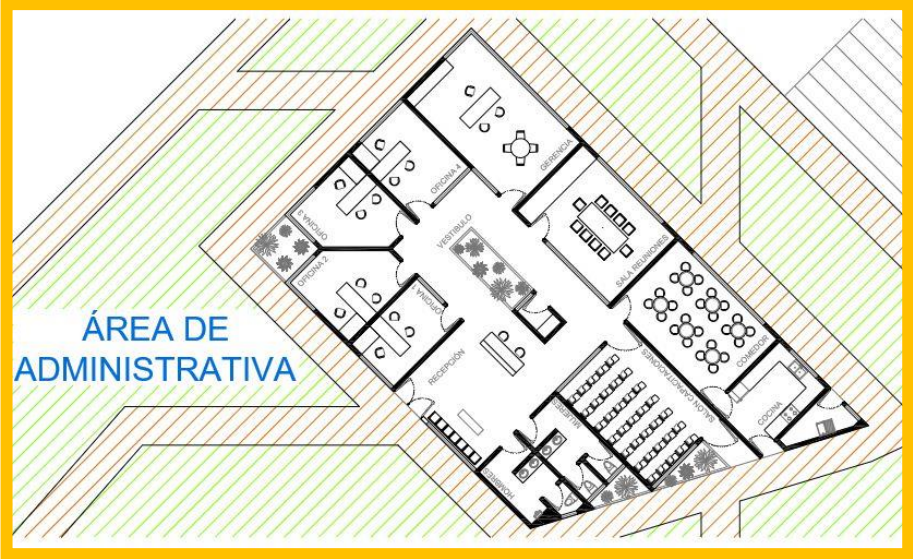




ZOOMS DE ÁREAS PRINCIPALES
PLANTAS ARQUITECTÓNICAS



Nota: La planimetría esquemática únicamente se desarrolló a nivel de perfil de proyecto, con la finalidad de determinar áreas para un posterior presupuesto inicial. No son ejemplo de diseño arquitectónico final.



4.4.6. Presupuesto estimado del perfil de proyecto

A continuación se desglosa un presupuesto aproximado del costo total de la inversión para la implementación de un centro de transferencia y aprovechamiento de fragmentos de ladrillo, block y concreto en el municipio de Guatemala, específicamente en la zona 11 capitalina, en la periferia del municipio. Es importante mencionar que el presupuesto contempla el costo de maquinaria pesada nueva y de última generación, por lo que este presupuesto puede disminuir considerablemente si se evalúan opciones de compra de maquinaria usada o bien la probabilidad de arrendamiento.

Así mismo las cantidades son expresadas en dólar estadounidense debido a que la gran cantidad de renglones del presente presupuesto se cotizan en esa moneda a nivel mundial. Por otro lado el total de este presupuesto puede variar al cotizar especificaciones diferentes a la presente propuesta y los precios mostrados contemplan impuestos de importación de maquinaria, pero no su instalación y puesta en marcha.

Presupuesto Aproximado del CTAFLBC							
Rubro	Renglón	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total	Sub-total
Varios	Terreno	El terreno está ubicado en una ondonada, por debajo de un puente vehicular y por arriba de un río de aguas residuales.	15325.04	mt. ²	\$120.00	\$1,839,004.80	\$2,743,177.14
	Diseño y planificación	Se estima un 5% del total del proyecto, el cual incluye toda la gestión del proceso de diseño y planimetría para elaborar el proyecto	1	global	\$86,007.85	\$86,007.85	
	Administración	Se estima un 2% del total del proyecto, el cual incluye, tramites, manejo de cuentas, proveedores y personal de obra.	1	global	\$34,403.14	\$34,403.14	
	Supervisión	Se estima un 4% del total del proyecto, el cual incluye toda la gestión de supervisión, control e inducción de ersonal de obra.	1	global	\$68,806.28	\$68,806.28	
	Licencia de construcción + tramites	Costo de licencia de construcción y tramites administrativos relacionados a este renglón.	1	global	\$10,000.00	\$10,000.00	
	Licencia ambiental + estudios	Costo de licencia ambiental y tramites administrativos relacionados a este renglón, asi como tambien la elaboración de instrumentos ambientales y fianzas.	1	global	\$12,405.06	\$12,405.06	

Infraestructura	Construcción tradicional	Se estima un costo por metro cuadrado de infraestructura tradicional de mampostería. (mano de obra y material)	835	mt. ²	\$530.00	\$442,550.00	\$1,697,752.00
	Cubiertas metálicas	Se plantea un costo aproximado de estructura metálica + cubiertas termoacústicas en áreas de servicio y seguridad. (mano de obra y material)	1600	mt. ²	\$150.00	\$240,000.00	
	Servicios básicos	Se estima un costo por la implementación de servicios básicos como: agua, luz, drenajes, telecomunicaciones, etc.	1	global	\$10,000.00	\$10,000.00	
	Muro perimetral	Se considera un muro de mampostería de 3mt. De alto con razor de seguridad.	1380	mt. ²	\$75.00	\$103,500.00	
	Iluminación exterior + rotulación	Conlleva iluminación LED en áreas de caminamiento y circulación exterior + rotulación de seguridad industrial + institucional.	1	global	\$20,000.00	\$20,000.00	
	Cerramientos de seguridad	Se consideran portones de seguridad metálicos de calibre grueso y acabados industriales	4	unidad	\$6,500.00	\$26,000.00	
	Pavimentación + parqueos	Se considera manto asfáltico en las áreas de circulación vehicular y parqueos de alta resistencia + pintura industrial.	8105.04	mt. ²	\$50.00	\$405,252.00	
	Jardinización	Se considera jardinería básica + reforestación de áreas verdes.	2055	mt. ²	\$18.00	\$36,990.00	
	Muros de contención	Se estima un muro de contención que colinda hacia el barranco de una altura aproximada a los 15mt.	2865	mt. ²	\$100.00	\$286,500.00	
	Caminamientos internos	Conlleva una pavimentación sencilla de adoquines reciclados de colores y formas variados.	4330	mt. ²	\$12.00	\$51,960.00	
	Planta eléctrica CAT CG260-16	Se considera una planta eléctrica a base de gas natural o biogas de última generación de 4300 ekW.	1	unidad	\$50,000.00	\$50,000.00	
	Instalaciones Hidrosanitarias + equipos	Se considera la ejecución del sistema de bombeo, planta de tratamiento, drenajes exteriores, equipos hidroneumáticos e infraestructura.	1	global	\$25,000.00	\$25,000.00	
Equipamiento pesado	Camión de volteo CAT 725	Se consideran camiones de volteo de última generación de tamaño regular 725C (TIER 2, STAGE II) con capacidad de 15mt. ³ de carga	3	unidad	\$465,500.00	\$1,396,500.00	\$3,747,275.00
	Cargador compacto tipo oruga CAT 287D	Se considera un cargador compacto tipo oruga 287D de gran capacidad por paleada, 1.9ton.	2	unidad	\$91,770.00	\$183,540.00	
	Excavadora pequeña CAT 312D/312D L	Se considera una excavadora pequeña CAT 312D/312D L para trabajos pesados con una capacidad de 13ton. por carga.	1	unidad	\$172,900.00	\$172,900.00	
	Retroexcavadora cargadora mediana CAT 432F2	Se considera una retroexcavadora grande 432F2 con capacidad de 11ton. por paleada para realizar trabajos múltiples	1	unidad	\$106,400.00	\$106,400.00	
	Manipulador de materiales CAT M322D2 MH	Se considera un manipulador de materiales de residuos (residuos de chatarra, fragmentos de ladrillo, block y concreto, etc.) de tamaño grande con capacidad de carga de 25ton.	1	unidad	\$119,700.00	\$119,700.00	
	Cargador de ruedas mediano CAT 972H	Se consideran cargadores de ruedas medianos CAT 972H con capacidad de 25ton. por carga	3	unidad	\$399,000.00	\$1,197,000.00	
	Planta trituradora de residuos fija	Yifan Machinery	1	global	\$144,305.00	\$144,305.00	
	Otros	Yifan Machinery	1	global	\$99,750.00	\$99,750.00	
Planta trituradora de residuos móvil	Yifan Machinery	1	global	\$327,180.00	\$327,180.00		
TOTAL DEL PROYECTO						\$8,188,204.14	

V. CONCLUSIONES

1. En la actualidad, el Municipio de Guatemala no posee un centro especializado en la disposición final o parcial de residuos y desechos de construcción y demolición, debido a la escasa normativa ambiental aplicable a la industria de la construcción y al desinterés de todos los involucrados.
2. La exigencia de un Centro de Transferencia y Aprovechamiento de Residuos de Construcción se enfoca particularmente a gestionar y manejar los materiales con mayor demanda en el medio, como lo son el ladrillo, el block y el concreto.
3. El sitio ideal para el planteamiento de un Centro de Transferencia y Aprovechamiento de Fragmentos de Ladrillo, Block y Concreto debe de cumplir un mínimo de requerimientos básicos como uso del suelo, vocación del suelo, servicios, acceso, baja incidencia paisajista, entre otros.
4. La concepción del anteproyecto arquitectónico del CTAFLBC deberá contemplar en cada una de sus fases los tres ejes de la sostenibilidad, de tal forma que el resultado final sea ambientalmente amigable, económicamente factible y socialmente aceptable. Añadido a lo anterior, el anteproyecto deberá conllevar toda la planimetría del caso para ajustar el presupuesto final del proyecto.
5. El Centro de Transferencia y Aprovechamiento de Fragmentos de Ladrillo, Block y Concreto deberá generar subproductos de construcción con alto porcentaje de reciclados, sin dejar a un lado la calidad y precio competitivo.
6. El Centro de Transferencia y Aprovechamiento de Fragmentos de Ladrillo, Block y Concreto deberá de contar con maquinaria y equipo especializado para la transferencia y aprovechamiento específico de cada uno de los residuos para el cual será diseñado, así como un equipo profesional capacitado para la operación y mantenimiento del mismo.

VI. RECOMENDACIONES

1. La Municipalidad de Guatemala deberá implementar incentivos económicos que promuevan el adecuado gestión y manejo de los residuos generados por el sector de la construcción, a través de la ventanilla única de construcción privada y apoyo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-.
2. Las empresas relacionadas con las actividades de construcción y demolición, tienen que implementar planes de manejo y gestión de residuos de construcción y demolición para cada uno de los proyectos que ejecuten, con la finalidad de promover y facilitar el reciclaje de los residuos que se generen.
3. Las instituciones de enseñanza superior, deben promover estudios de mercado y factibilidad económica relacionados con la generación de materiales de construcción con alto contenido de residuos reciclados e impulsar una concientización regional con relación al tema de los residuos en general.
4. Las empresas interesadas en implementar un centro de transferencia y aprovechamiento de residuos de cualquier tipología, tienen que buscar ayuda económica internacional y apoyo del sector público-privado, debido a que la inversión es elevada y su retorno lento.
5. El Gobierno de Guatemala está obligado a impulsar iniciativas de ley específicas al tema de los residuos y desechos de construcción y demolición a través de sus diferentes ministerios y dependencias, las cuales regulen y mitiguen el impacto causado por este tipo de actividades.
6. Para plantear a fondo el anteproyecto de un CTAFLBC, se debe contar con el apoyo de diversos profesionales, debido a la complejidad del mismo, específicamente en el área de maquinaria.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Asamblea General Constituyente, Constitución Política de la República de Guatemala, Guatemala, 1985. Artículo 97.
- Asociación Española de Gestores de Residuos de Construcción y Demolición, GERD, *“Control de los Residuos de Construcción y Demolición, RCD, en los Ayuntamientos”*, España 2010.
- Aurelio Ramírez, *“La construcción sostenible”*, Consejo de Construcción Verde de España, Madrid, 2012.
- Banco Interamericano de Desarrollo -BID- y La Organización Panamericana -OPS-, *“Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe”*, Washington, D.C., 1997.
- Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción –CIVCO-. Costa Rica. 2007.
- Collin, Jeffrey, *“Construction and Demolition Waste Recycling, a Literary Review”*, Nueva Scotia, 2011.
- Comisión del Ambiente, Ecología y Recursos Naturales del Congreso de la República de Guatemala. Iniciativa de Ley 42-40. *“Ley para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos y Desechos”*
- Congreso de la República de Guatemala, Código Municipal y sus reformas. Decreto 22-2010, Guatemala, 2010.
- Congreso de la República de Guatemala, *Código Penal y sus Reformas*, decreto 17-73.
- Congreso de la República de Guatemala. *Código Municipal y sus Reformas*, Decreto 12-2002. Artículo 151.
- Congreso de la República de Perú, Ley N° 28611 Ley General del Ambiente.
- Congreso de Colombia, Ley General Ambiental de Colombia, Ley 99 de 1993. Artículo 1.
- Consejo de Ministros de España, Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición, (PNRCD)

2001-2006.

- Consejo Municipal de la Ciudad de Guatemala. *Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos para el Municipio de Guatemala*. Acuerdo COM 028-2002. Artículo 70.
- Edwards, Bryan, “Guía Básica de la Sostenibilidad”, segunda edición, Editorial Gustavo Gil, SL, Barcelona, 2008.
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, “Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012”, Guatemala, Universidad Rafael Landívar, 2012.
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, “Perfil Ambiental de Guatemala 2004”, Guatemala, Universidad Rafael Landívar, 2004.
- Instituto Nacional de Estadística –INE-, Sección de Estadísticas Ambientales, “Compendio Estadístico Ambiental 2010”, Guatemala, 2011.
- Leandro Hernández, Ana Grettel. “Administración y Manejo de los Desechos en Proyectos de





Construcción Etapa II”.

- Ministerio de Medio Ambiente, Resolución 541 del 14 de diciembre de 1994.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Reglamento Para la Gestión de Residuos sólidos de la Construcción y Demolición.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Reglamento Para la Gestión de Residuos sólidos de la Construcción y Demolición. Artículo 3.
- Municipalidad de Guatemala. COM 028-2002. Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos.
- Organismo Ejecutivo, Acuerdo Gubernativo 234-2004, Guatemala, 2004.
- Organismo Ejecutivo. Acuerdo Gubernativo 111-2005. “Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos”.
- Organización Internacional del Trabajo, Convenio de la OIT Sobre la Utilización de Asbesto en Condiciones de Seguridad, Ginebra, Suiza, 1986.

- Organización de las Naciones Unidas, Convenio Sobre el Control Internacional de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos, 1989.
- Secretaría Distrital del Ambiente, “*Guía para la Elaboración de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en obra*”, Colombia, 2014
- UICN, Oficina Regional para Mesoamérica y la Iniciativa Caribe, “*Guía de Manejo de Escombros y Otros Residuos de la Construcción*”, San José, Costa Rica, 2011.
- U.S. Environmental Protection Agency, *Estimating 2003, **Construction and Demolition Materials Amounts***, Estados Unidos de Norte América, 2003.

VIII. ANEXOS

8.1. Equipo Caterpillar especializado para un CTAFLBC

M322D2 MH >	287D >	725C (TIER 2, STAGE II) >	972H >
 <p>MANIPULADORES DE MATERIAL SOBRE RUEDAS</p> <p>Modelo del motor C7.1 ACERT™ Cat®</p> <p>Peso en orden de trabajo 23.050-24.265 kg (50.817-53.495 lb)</p> <p>Emisiones Cumple con las normas de emisiones China III para uso fuera de carretera, Stage IIIA de la UN/ECE R96 y las normas de emisiones equivalentes a Tier 3 de la EPA de EE. UU./Stage IIIA de la UE.</p>	 <p>MINICARGADORES TODOTERRENO</p> <p>Modelo del motor Cat C3.3B DIT (Turbocompresor)</p> <p>Potencia neta 53.6 kW</p> <p>Capacidades nominales de operación: 50 % de carga límite de equilibrio 1814.0 kg</p>	 <p>CAMIONES ARTICULADOS DE TRES EJES</p> <p>Modelo del motor Cat C9.3 ACERT</p> <p>Carga útil nominal 23.6 toneladas métricas</p> <p>Avance 1 8.0 km/h</p>	 <p>CARGADORES DE RUEDAS MEDIANOS</p> <p>Potencia neta: ISO 9249 212.0 kW</p> <p>Peso en orden de trabajo 25173.0 kg</p> <p>Capacidades del cucharón 4,00 a 5,00 m3 (5,23 a 6,54 yd3)</p>

Fuente: http://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment.html

312D/312D L

> 432F

> CG260-16

>



EXCAVADORAS PEQUEÑAS

Engine Model

Motor C4.2 ACERT™ Cat®

Flywheel Power

67.0 kW

Operating Weight

12920.0 kg

DESPLAZAMIENTO LATERAL

Potencia: neta

70.9 kW

**Peso en orden de trabajo:
nominal**

7620.0 kg

Calibre

105.0 mm

GRUPOS ELECTRÓGENOS DE GAS

Máxima clasificación continua

4300 ekW

Tipo de combustible

Gas natural, biogás, gas de carbón

Máxima eficiencia eléctrica

44.1%

Fuente: http://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment.html

8.2. Plantas de aprovechamiento de residuos de construcción

- El siguiente link, contiene un video educacional de las actividades de transferencia y aprovechamiento de residuos de construcción elaborado por Waste Solutions Inc.: <https://www.youtube.com/watch?v=tbNDvvFsqrU>
- El siguiente link contiene un video del mecanismo y desarrollo de plantas de residuos YIFAN MACHINERY: <https://www.youtube.com/watch?v=pH7fQes3-2s>



Fuente: <http://es.yfcrusher.com/producto/>

8.3. Cotizaciones de plantas fijas y móviles

150tph Planta de Trituración





Parte 1 FOB Precio				
No.	Nombre	Modelo	Qty.	FOB(USD)
1	Alimentador	GZT0932	1	9,772
2	Triturador de impactos	HCP255	1	54,267
3	Criba Vibratoria	2YK1860	1	16,333
4	Cinta transportadora	B800x25	1	8,900
5	Cinta transportadora	B800x27	1	9,400
6	Cinta transportadora	B500x15	2	9,960
7	Panel de control eléctrico	210kw	1	5,600
Precio:114,232USD				
Total FOB Precio (después 5% descuentos):108,500USD				

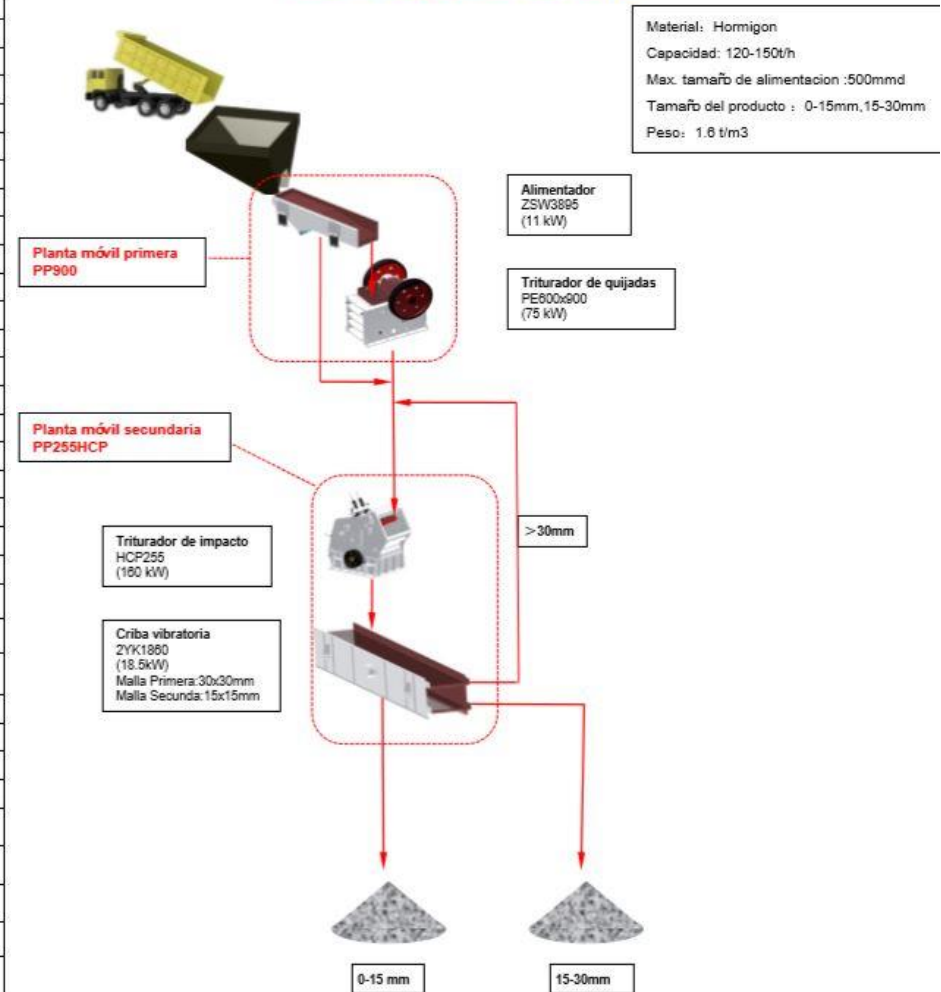
Parte 2 Parámetros Técnicos			
Modelo	GZT0932		
Max talla de alimentación(mm)	560		
Capacidad(T/H)	80-150		
Potencia del motor(kw)	2x2.2		
Dimensiones(LxWxH mm)	3298x1512x1195		
Peso(kg)	2440		
Modelo	HCP255		
Max talla de alimentación(mm)	500		
Capacidad(t/h)	100-200		
Potencia del motor(kw)	160		
Peso(t)	17.5		
Modelo	2YK1860		
Cubierta de filtro	2		
Superficie de cubierta(m²)	10.8		
Capacidad(T/H)	50-560		
Potencia del motor(kw)	18.5		
Dimensiones(LxWxH mm)	5966x3958x4400		
Peso(kg)	8665		
Modelo	B800x27	B800x25	B500x15
Ancho	800mm	800mm	500
Largo	27m	25m	15m
Cantidad	1	1	2



Precio & Parámetro técnico

Parámetros técnicos		Tamaño de Alimentación	≤500(mm)	
		Material	residuos de construcción	
		Capacidad(t/h)	130-150	
		Tipo	Portable	
Parte I PP255HCP 	Tolva	Volumen (m ³)	7.6	
	Alimentador (9,772usd)	Bastidor principal	Modelo	GZT0932
			W×L (mm)	1512x3298
			Función de Grizzly	Tiene
			Motor (kw)	2x2.2
	Triturador de Impacto (54,267usd)		Modelo	HCP255
			Peso(t)	16.12
			Tamaño de Alimentación	≤500mm
			Motor (kw)	160
	Hierro separador(10,000usd)	Modelo	RCYD-8 (2.2kw)	
	Cinta transportadora(8,250usd)	B800×7.5 (1set)	7.5kw	
	Cinta del lado(3,400usd)	B500×2.8(1set)	3kw	
	Cinta retorno(8,250usd)	B800×7.8(1set)	7.5kw	
Chasis (dos ejes) & Estructura de acero& Cable en remolque(56,833usd)				
Control eléctrico:184.6kw(4,900usd)				
FOB Precio:155,672usd				
Parte II PP18602S 	Criba vibratoria (16,333usd)	Modelo	2YK1860	
		Motor (kw)	15	
		Superficie de cubierta (m ²)	10.8	
		Cuesta de instalación(°)	20	
		Peso(kg)	5808	
	Cinta principal(8,250usd)	B800×7.8(1set)	7.5kw	
	Cinta retorno(8,250usd)	B800×7.5 (1set)	7.5kw	
	Cinta de salida 1#(6,417usd)	B650×7.5(1set)	5kw	
	Cinta de salida 2#(6,417usd)	B650×6(1set)	5kw	
	Chasis (dos ejes) & Estructura de acero& Cable en remolque(56,833usd)			
Panel de control:40kw(1,067)				
FOB Precio:103,567usd				
Precio :FOB Shanghai USD 259,000USD				
Total FOB Precio:(Después de 5% descuento):246,000USD				

Yifan diagrama de flujo

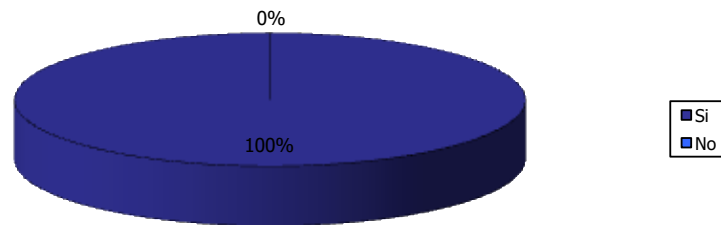


8.4. Encuestas a involucrados con el sector de la construcción en el municipio de Guatemala

a. Encuesta #1 (Para profesionales relacionados con el sector de la construcción)

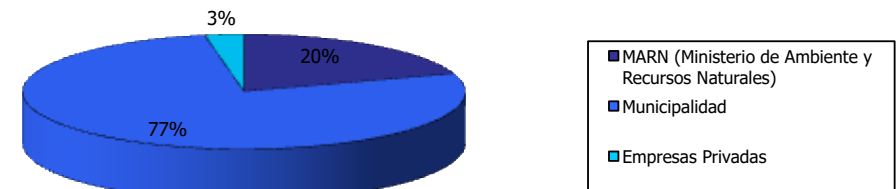
Grafica 3. Conocimiento de -RDCD-

Sabe usted ¿Que son los residuos y desechos de construcción y demolición?



Grafica 4. Entidades relacionadas con -RDCD-

¿Cuál de estas entidades cree que es la encargada por velar y regular los residuos solidos urbanos?



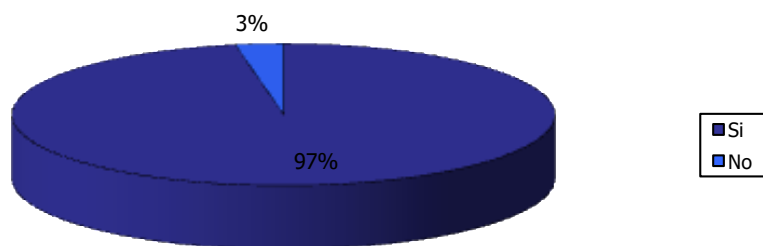
Análisis técnico		Conclusiones destacadas	
Media	1.000	El "100,00%" eligieron:	
Intervalo de confianza (95%)	[1,000 - 1,000]	Si	
Tamaño de la muestra	20	Si	
Desviación típica	0.000	La opción "No" no fue elegida por nadie.	
Error estandar	0.000		

Análisis técnico		Conclusiones destacadas	
Media	1.829	El "97,14%" eligieron:	
Intervalo de confianza (95%)	[1,679 - 1,979]	Municipalidad	
Tamaño de la muestra	35	MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales)	
Desviación típica	0.453	La opción menos elegida representa el "2,86%":	
Error estandar	0.077	Empresas Privadas	

Fuente: Elaboración propia, preguntas transmitidas a usuarios específicos vía electrónica en el año 2015.

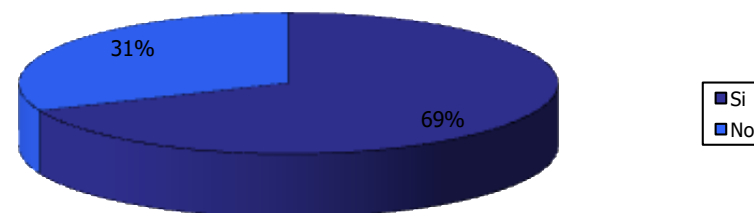
Grafica 5. Manejo de -RDCD-

¿Considera usted que este tipo de residuos debería de tener un manejo diferente a los residuos solidos urbanos comunes?



Grafica 6. Generación de -RDCD-

¿Alguna vez ha sido parte de la generación de este tipo de residuos y desechos de construcción?



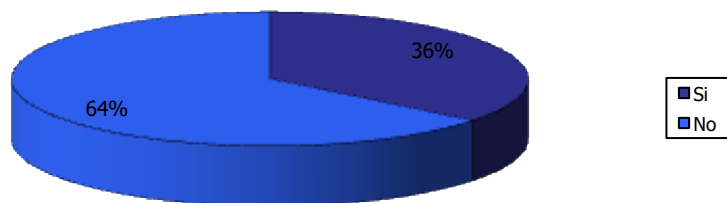
Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.029	La opción mas elegida fue "Si".
Intervalo de confianza (95%)	[0,973 - 1,085]	
Tamaño de la muestra	35	La opción menos elegida fue "No".
Desviación típica	0.169	
Error estandar	0.029	

Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.314	La opción mas elegida fue "Si".
Intervalo de confianza (95%)	[1,158 - 1,470]	
Tamaño de la muestra	35	La opción menos elegida fue "No".
Desviación típica	0.471	
Error estandar	0.080	

Fuente: Elaboración propia, preguntas transmitidas a usuarios específicos vía electrónica en el año 2015.

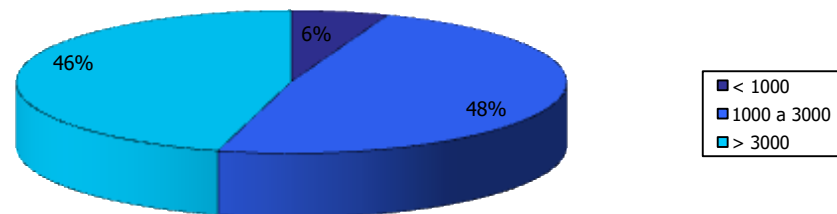
Grafica 7. Disposición final de -RDCD-

Si su respuesta fue "Si" en la pregunta 4: ¿La disposición final de este tipo de residuos fue la adecuada en términos ambientales?



Grafica 8. Cantidad de -RDCD-

¿Cuántas toneladas/ día de residuos y desechos de construcción cree que se generan en la Ciudad de Guatemala?



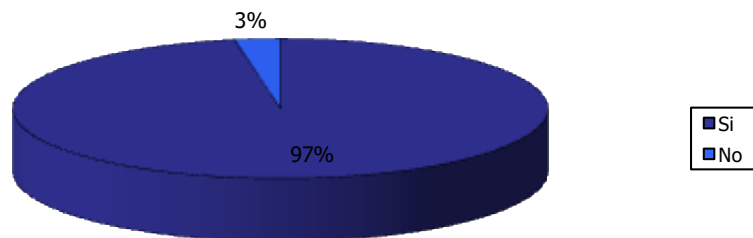
Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.643	La opción mas elegida fue "No".
Intervalo de confianza (95%)	[1,462 - 1,824]	
Tamaño de la muestra	28	La opción menos elegida fue "Si".
Desviación típica	0.488	
Error estandar	0.092	

Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	2.400	El "94,29%" eligieron: 1000 a 3000 > 3000
Intervalo de confianza (95%)	[2,200 - 2,600]	
Tamaño de la muestra	35	La opción menos elegida representa el "5,71%": < 1000
Desviación típica	0.604	
Error estandar	0.102	

Fuente: Elaboración propia, preguntas transmitidas a usuarios específicos vía electrónica en el año 2015.

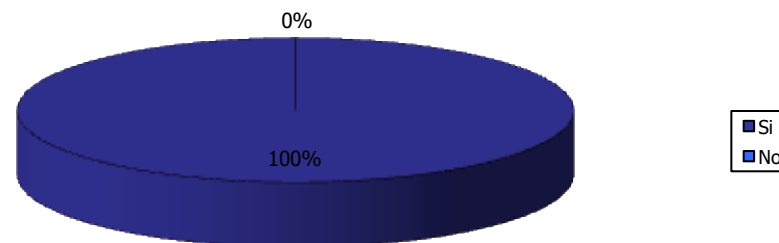
Grafica 9. Tres erres de sostenibilidad

¿Cree que el principio de las 3 “R” (Reducir, Reusar y Reciclar) aplicaría al tema de gestión y manejo de los residuos de construcción y demolición?



Grafica 10. Aprovechamiento de -RDCD-

¿Estaría de acuerdo con la implementación de una Planta de Clasificación y Reciclaje de los residuos y desechos generados por el desarrollo de la construcción en la Ciudad de Guatemala?



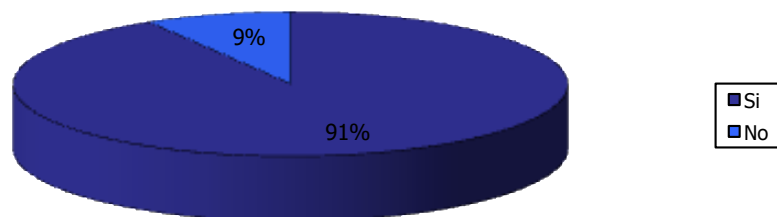
Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.057	La opción mas elegida fue "Si".
Intervalo de confianza (95%)	[1,003 - 1,112]	
Tamaño de la muestra	36	La opción menos elegida fue "No".
Desviación típica	0.167	
Error estandar	0.028	

Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.000	El "100,00%" eligieron: Si
Intervalo de confianza (95%)	[1,000 - 1,000]	
Tamaño de la muestra	35	La opción "No" no fue elegida por nadie.
Desviación típica	0.000	
Error estandar	0.000	

Fuente: Elaboración propia, preguntas transmitidas a usuarios específicos vía electrónica en el año 2015.

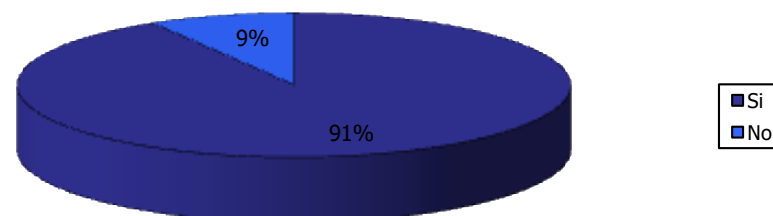
Grafica 11. Costo de gestión y manejo

Si en determinado momento usted generara este tipo de residuos y desechos, ¿pagaría el costo de la gestión y manejo de estos?



Grafica 12. Reducción de impacto

¿Considera que si se tomara en cuenta el tema de los residuos y desechos que genera un proyecto a partir del diseño y la planificación del mismo, el impacto ambiental se reduciría significativamente?



Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.086	La opción mas elegida fue "Si".
Intervalo de confianza (95%)	[0,992 - 1,180]	
Tamaño de la muestra	35	La opción menos elegida fue "No".
Desviación típica	0.284	
Error estandar	0.048	

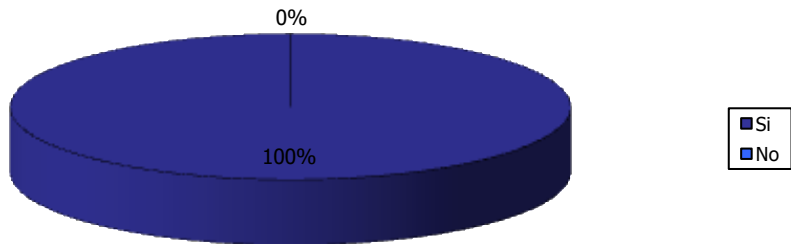
Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.086	La opción mas elegida fue "Si".
Intervalo de confianza (95%)	[0,992 - 1,180]	
Tamaño de la muestra	35	La opción menos elegida fue "No".
Desviación típica	0.284	
Error estandar	0.048	

Fuente: Elaboración propia, preguntas transmitidas a usuarios específicos vía electrónica en el año 2015.

b. Encuesta #2 (Para usuarios en general relacionados al sector de la construcción)

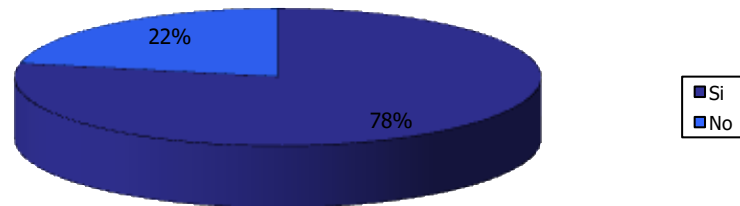
Grafica 13. Conocimiento de -RDCCD-

Sabe usted ¿Que son los residuos y desechos de construcción y demolición?



Grafica 14. Disposición ilícita

¿Conoce usted lugares ilícitos en donde se boten residuos y desechos de construcción y demolición? (lotes baldíos, ríos, barrancos, etc.)



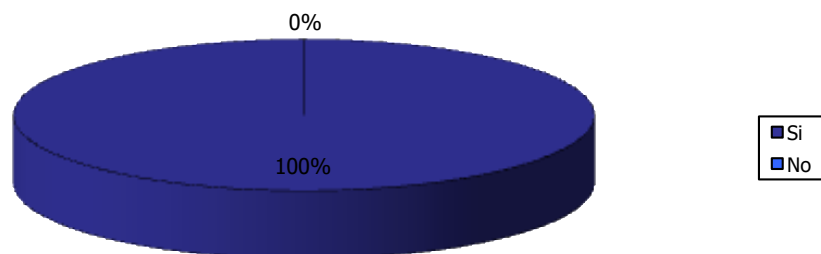
Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.000	El "100,00%" eligieron: Si Si La opción "No" no fue elegida por nadie.
Intervalo de confianza (95%)	[1,000 - 1,000]	
Tamaño de la muestra	32	
Desviación típica	0.000	
Error estandar	0.000	

Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.219	La opción mas elegida fue "Si". La opción menos elegida fue "No".
Intervalo de confianza (95%)	[1,073 - 1,364]	
Tamaño de la muestra	32	
Desviación típica	0.420	
Error estandar	0.074	

Fuente: Elaboración propia, preguntas transmitidas a usuarios específicos vía electrónica en el año 2015.

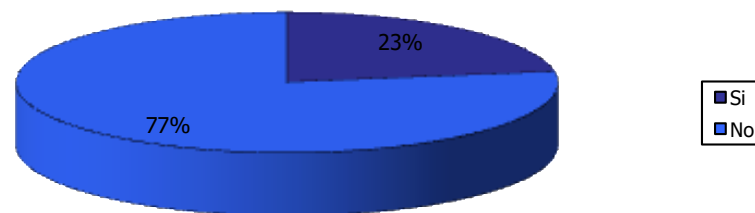
Grafica 15. Multas

¿Cree que la Municipalidad de Guatemala debería de multar a quien contamine por causa de estos residuos y desechos?



Grafica 16. Comparación de residuos

¿Considera que la gestión y manejo de este tipo de residuos es el mismo que la mayoría de residuos solidos urbanos?



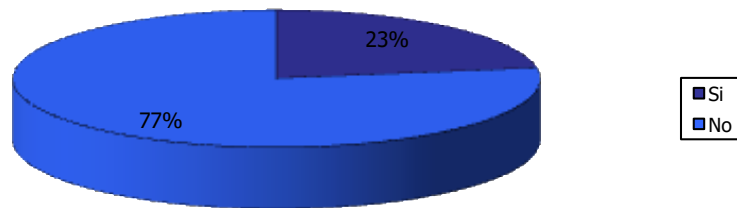
Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.000	El "100,00%" eligieron:
Intervalo de confianza (95%)	[1,000 - 1,000]	Si
Tamaño de la muestra	32	Si
Desviación típica	0.000	La opción "No" no fue elegida por nadie.
Error estandar	0.000	

Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.774	La opción mas elegida fue "No".
Intervalo de confianza (95%)	[1,625 - 1,924]	
Tamaño de la muestra	31	
Desviación típica	0.425	La opción menos elegida fue "Si".
Error estandar	0.076	

Fuente: Elaboración propia, preguntas transmitidas a usuarios específicos vía electrónica en el año 2015.

Grafica 17. Reúso / reciclaje

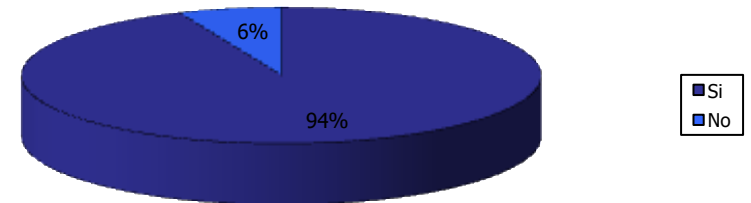
En su hogar ¿Existe algún material propio de la construcción que sea reusado o bien reciclado?



Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.774	La opción mas elegida fue "No".
Intervalo de confianza (95%)	[1,625 - 1,924]	
Tamaño de la muestra	31	La opción menos elegida fue "Si".
Desviación típica	0.425	
Error estandar	0.076	

Grafica 18. Apoyo a iniciativa

¿Apoyaría usted, una iniciativa de ley que regule la gestión y manejo de los residuos y desechos por el desarrollo de la construcción?

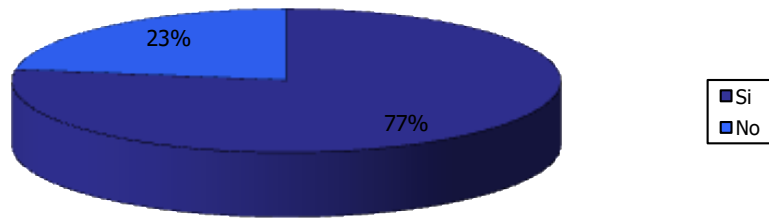


Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.065	La opción mas elegida fue "Si".
Intervalo de confianza (95%)	[0,977 - 1,152]	
Tamaño de la muestra	31	La opción menos elegida fue "No".
Desviación típica	0.250	
Error estandar	0.045	

Fuente: Elaboración propia, preguntas transmitidas a usuarios específicos vía electrónica en el año 2015.

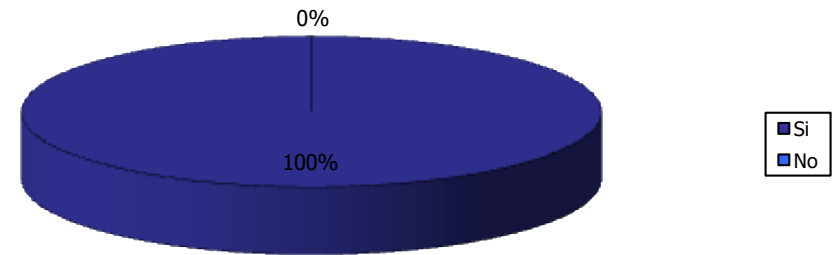
Grafica 19. Generación de -RDCD-

¿Ha generado alguna vez residuos y desechos de construcción y demolición?



Grafica 20. Aprovechamiento de -RDCD-

¿Estaría de acuerdo con la implementación de una Planta de Clasificación y Reciclaje de los residuos y desechos generados por el desarrollo de la construcción en la Ciudad de Guatemala?



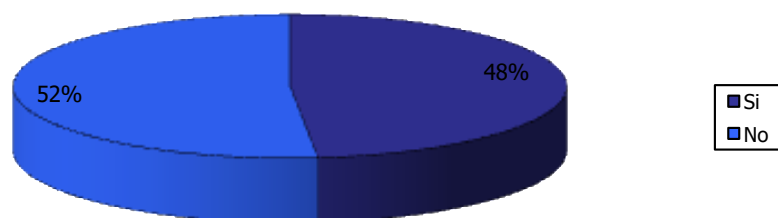
Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.226	La opción mas elegida fue "Si".
Intervalo de confianza (95%)	[1,076 - 1,375]	
Tamaño de la muestra	31	La opción menos elegida fue "No".
Desviación típica	0.425	
Error estandar	0.076	

Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.000	El "100,00%" eligieron: Si
Intervalo de confianza (95%)	[1,000 - 1,000]	
Tamaño de la muestra	31	La opción "No" no fue elegida por nadie.
Desviación típica	0.000	
Error estandar	0.000	

Fuente: Elaboración propia, preguntas transmitidas a usuarios específicos vía electrónica en el año 2015.

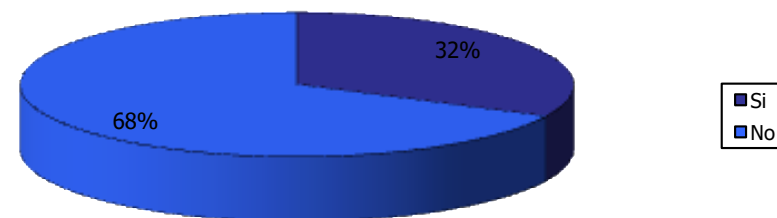
Grafica 21. Conocimiento de -RDCD-

¿Sabía usted que la gran mayoría de los residuos obtenidos por las actividades de construcción y demolición tienen un alto % de reciclaje y valor económico?



Grafica 22. Disposición final de -RDCD-

Entre un vertedero ilícito de residuos y desechos de construcción y demolición Vrs. uno igualmente ilícito de residuos sólidos urbanos comunes ¿Considera que el impacto ambiental es exactamente el mismo?



Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.516	La opción mas elegida fue "No".
Intervalo de confianza (95%)	[1,337 - 1,695]	
Tamaño de la muestra	31	La opción menos elegida fue "Si".
Desviación típica	0.508	
Error estandar	0.091	

Análisis técnico		Conclusiones destacadas
Media	1.677	La opción mas elegida fue "No".
Intervalo de confianza (95%)	[1,510 - 1,845]	
Tamaño de la muestra	31	La opción menos elegida fue "Si".
Desviación típica	0.475	
Error estandar	0.085	

Fuente: Elaboración propia, preguntas transmitidas a usuarios específicos vía electrónica en el año 2015.