

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1976.

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano
MAESTRÍA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLES



Plan de manejo integral para el aprovechamiento de Residuos del Concreto provenientes de construcciones, laboratorios y demoliciones en el Área Metropolitana de Guadalajara.

Trabajo recepcional que para obtener el grado de
Maestro en Proyectos y Edificación Sustentables

Modalidad de TOG: Proyecto Profesionalizante de desarrollo o innovación.
LGAC: Desarrollo de tecnología apropiada.

Presenta: **JOSÉ FERNANDO IBARRIAS GONZÁLEZ**

Tutor **DR. NAYAR CUITLAHUAC GUTIRREZ
ASTUDILLO**

Tlaquepaque, Jalisco. mayo de 2020.

Agradecimientos:

A mi familia: Bertha G., Gabriel I., José I., María I., Erick O., María O., Jorge G., José G.

A mis amigos: Daniela R., Alejandra L., Daniela B., José A., Rosa G., Ana M., Luis L., Edgar C., Silvia S.

A mis compañeros de la Maestría en Proyectos y Edificación Sustentables.

A mi tutor: Nayar G.

A mis profesores: Yolanda B., José F.

A mi colaboradora: Carolina M.

A los laboratoristas: Rahan A. y Mario R.

A las instituciones: ITESO, IAC, CONACYT.

Plan de manejo integral para el aprovechamiento de residuos de concreto provenientes de construcciones, laboratorios y demoliciones en el Área Metropolitana de Guadalajara.

Abstract:

En México el sector de la construcción tiene altas deficiencias en el manejo y la reutilización de los residuos de materiales en las obras y las demoliciones, en específico los que provienen del concreto. En consecuencia, esta investigación buscó definir un plan para el aprovechamiento de los residuos del concreto que se generan en las construcciones, los laboratorios y las demoliciones en el contexto del Área Metropolitana de Guadalajara. Para alcanzar este objetivo se analizaron métodos de separación y procesos de reúso y reciclaje para la creación de nuevos productos. Al finalizar esta investigación se tuvo como resultado un plan que incentiva la actividad de reúso y reciclaje de los residuos del concreto en el Área Metropolitana de Guadalajara, involucrándolos en una Economía Circular, con base a una estrategia sustentable en términos ambientales, sociales, políticos y económicos.

Palabras Claves:

Residuos, Aprovechamiento, Concreto, Construcción, Gestión, Productos Alternativos.

Modalidad de TOG:

Proyecto profesionalizante de desarrollo o innovación.

LGAC:

Desarrollo de tecnología apropiada.

Contenido

Capítulo 1: Planteamiento del problema.....	19
1.1 <i>Delimitación del objeto de desarrollo o innovación.....</i>	<i>19</i>
Ubicación en campos disciplinares.....	20
Definición de términos.....	20
1.2 <i>Descripción de la situación-problema.....</i>	<i>24</i>
Dimensión cuantitativa	24
Significación cualitativa.....	45
1.3 <i>Importancia del proyecto.....</i>	<i>62</i>
Capítulo 2: Marco contextual.....	64
2.1 <i>Antecedentes empíricos del tema.....</i>	<i>64</i>
2.2 <i>Análisis Noticioso del tema.....</i>	<i>71</i>
2.3 <i>Referentes Conceptuales del tema.....</i>	<i>75</i>
Capítulo 3: Diseño Metodológico.....	82
3.1 <i>Supuesto General de trabajo.....</i>	<i>82</i>
3.2 <i>Supuesto Especifico de trabajo.....</i>	<i>82</i>
3.3 <i>Pregunta general.....</i>	<i>82</i>
3.4 <i>Preguntas particulares.....</i>	<i>82</i>
3.5 <i>Objetivo general.....</i>	<i>83</i>
3.6 <i>Objetivos específicos.....</i>	<i>83</i>

3.7 Elección Metodológica.....	84
3.8 Selección de técnicas y diseño de instrumentos.....	89
Capítulo 4: Análisis, desarrollo de la propuesta.....	98
4.1 Síntesis de resultados obtenidos en las herramientas propuestas en el diseño metodológico.....	98
4.2 Hallazgos Aprovechables.....	116
4.3 Diseño Aplicativo de Solución.....	133
4.4 Factibilidad y Validación	139
Capítulo 5: Conclusión.....	146
Bibliografía.....	151
Anexos.....	160
Tablas	
Tabla 1 :% de RCD con relación a la generación de Residuos totales en el mundo.....	25
Tabla 2: RCD per cápita en países europeos.....	26
Tabla 3: Porcentaje con el cual cada actividad constructiva en este país colabora con la generación de RCD.....	26

Tabla 4: Porcentajes de aprovechamiento de RCD que tienen países en el mundo mediante su reciclaje.....	28
Tabla 5: Residuos por actividad económica en Jalisco.....	31
Tabla 6: Principales residuos que se obtienen en las construcciones en Jalisco.....	32
Tabla 7: Costos totales por agotamiento y degradación ambiental en 2014.....	36
Tabla 8: Costos por sector económico en relación con agotamiento, degradación y protección ambientales.....	37
Tabla 9: Distribución de apoyos para la creación de programas y políticas para la gestión de residuos. Fuente: SEMARNAT 2012.	37
Tabla 10: Análisis de ciclo de vida de las tecnologías del concreto.....	40
Tabla 11: Mitos sobre el reciclaje de concreto.....	42
Tabla 12: Legislaciones, programas y normativas más importantes a nivel federal.....	48
Tabla 13: Objetivos para cambiar las conductas de los generadores y gestores de residuos en Jalisco.....	50
Tabla 14: Separación de Residuos de Manejo Especial.....	53
Tabla 15: Sanciones para la mala recolección de Residuos de Manejo Especial.....	53
Tabla 16: Sanciones para el mal acopio de Residuos de Manejo Especial.....	54
Tabla 17: Sanciones para el mal reciclaje de Residuos de Manejo Especial.....	55
Tabla 18: Sanciones para el mal Tratamiento de Residuos de Manejo Especial.....	56
Tabla 19: Sanciones para la mala Disposición Final de Residuos de Manejo Especial.....	57

Tabla 20: Alineación epistemológica.....	85
Tabla 21: Cuadro de operacionalización.....	87
Tabla 22: Perfiles entrevistados.....	98
Tabla 23: Conclusiones de Entrevistas.....	99
Tabla 24: Conclusiones de Encuestas.....	103
Tabla 25: Conclusiones de Observación de Separación de Residuos en el Área Metropolitana de Guadalajara: Remodelación de oficinas Basáñez Consultant.....	106
Tabla 26: Conclusión Observación Obra Pública creada con asfalto reciclado: Vaso Regulador Eucaliptos.....	107
Tabla 27: Conclusiones del Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD a nivel local, nacional e internacional.....	108
Tabla 28: Conclusiones de los experimentos.....	109
Tabla 29: Conclusiones de Herramientas de investigación.....	111
Tabla 30: Resultados de Separación de Residuos de Concreto por Método de Manual.....	126
Tabla 31: Resultados de la prueba de Agregados Gruesos aplicada en el Agregado Grueso-Gravilla, proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado- Método Mecánico y Método Manual.....	127
Tabla 32: Resultados de la prueba de Agregados Gruesos aplicada en Gravillas Naturales.....	127
Tabla 33: Resultados de la prueba de Agregados Fino aplicada en el Agregado Fino con base de Residuos de Concreto.....	128

Tabla 34: Resultados Resistencia a Compresión de Cubos.....	130
Tabla 35: Resultados de densidad de Cubos.....	130
Tabla 36: Resultado de resistencia a compresión de los tabicones.....	132
Tabla 37: Resultado de absorción de los tabicones.....	132
Tabla 38: Densidad de Tabicones.....	132
Tabla 39: Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España.....	213
Tabla 40: Resultados del Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España.....	227
Tabla 41: Resultados del Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España.....	231
Tabla 42: Conclusiones del Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España.....	233
Tabla 43: Resultados de Trituración de Residuos de Concreto por Método de Desbaste.....	238
Tabla 44: Resultados de Trituración de Residuos de Concreto por Método de Trituración de Quijada.....	239
Tabla 45: Resultados de Cribado de productos resultantes del Método de Desbaste y el Método de Trituración de Quijada.....	239
Tabla 46: Resultados de Separación de Residuos de Concreto por Método Manual.....	242
Tabla 47: Resultados de Separación de Residuos de Concreto Propios por Método Manual.....	244

Tabla 48: Resultados de la prueba de Agregados Finos aplicada en el Agregado Fino con base de Residuos de Concreto.....	247
Tabla 49: Resultados de la prueba de Agregados Finos aplicada en la Arena de Río.....	247
Tabla 50: Resultados de la prueba de Agregados Gruesos aplicada en el Agregado Grueso-Gravilla, proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado- Método Mecánico y Método Manual.....	250
Tabla 51: Resultados de la prueba de Agregados Gruesos aplicada en Gravillas Naturales.....	250
Tabla 52: Resultado de densidad del Block Hueco.....	258
Tabla 53: Resultado de resistencia a compresión del Block Hueco.....	258
Tabla 54: Resistencia a compresión de Cubos Anexo 24.....	265
Tabla 56: Densidad de los Cubos Anexo 24.....	266
Tabla 57: Resultados Resistencia a Compresión de Cubos Anexo 26.....	274
Tabla 58: Resultados de densidad de Cubos.	274
Tabla 59: Resultados Resistencia a Compresión de los Tabicones.....	281
Tabla 60: Densidad de los Tabicones.....	281
Tabla 61: Resultado de absorción del Tabicón.....	284
Tabla 62: Resultado de resistencia a compresión de los Tabicones.....	287
Tabla 63: Resultado de resistencia a compresión de los Tabicones.....	287
Tabla 64: Densidad de Tabicones.....	287
Tabla 65: Precio de Tabicones.....	288

Gráficas

Gráfica 1: Generadores de Residuos.....	29
Gráfica 2: % Gasto de protección Ambiental.....	35
Gráfica 3: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Ha participado en algún proyecto o construcción donde se separen los residuos de construcción?	116
Gráfica 4: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Actualmente participa en algún proyecto que separe sus residuos de la construcción?	117
Gráfica 5: Resultado de la encuesta a la pregunta: Sabe ¿Qué destino final tiene los residuos de sus proyectos?	118
Gráfica 6: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿En un proyecto cuántas veces utiliza un volteo?	119
Gráfica 7: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Cuánto le han costado los volteos?.....	120
Gráfica 8: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Conoce el concreto reciclado?.....	121
Gráfica 9: Resultado de la encuesta a la pregunta: Si tuviera la posibilidad ¿Haría uso de algún elemento creado con concreto reciclado?	122
Gráfica 10: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Qué elementos creados a base de concreto reciclado le convendría usar en un proyecto?	123
Gráfica 11: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿A cambio de qué separaría sus Residuos de la Construcción y la Demolición?	124
Gráfica 12: Resultado de resistencia a compresión de los cubos.	130

Gráfica 13: Resultado de resistencia a compresión de los tabicones.	131
Gráfica 14: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿A cambio de que separaría sus residuos de la construcción y la demolición?	140
Gráfica 15: Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España.....	142
Gráfica 16: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Cuál es su profesión?.....	204
Gráfica 17: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Cuál es su edad?.....	204
Gráfica 18: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Cuántos años ha trabajado en la industria de la construcción?.....	205
Gráfica 19: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿En qué tipos de Proyecto u Obra ha participado?.....	205
Gráfica 20: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Qué materiales utiliza más?.....	206
Gráfica 21: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Ha participado en algún proyecto o construcción donde se separen los residuos de construcción?.....	206
Gráfica 22: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Actualmente participa en algún proyecto que separe sus residuos de la construcción?.....	207
Gráfica 23: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Actualmente participa en algún proyecto que separe sus residuos de la construcción?.....	207
Gráfica 24: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Cuánto le han costado los volteos?.....	208
Gráfica 25: Resultado de la encuesta a la pregunta: Sabe ¿Qué destino final tiene los residuos de sus proyectos?.....	208

Gráfica 26: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Tiene conocimiento de que los residuos de concreto en una mala disposición final son altamente contaminantes?.....	209
Gráfica 27: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Tiene conocimiento de que desechar sus residuos de la construcción de manera clandestina es un delito?.....	209
Gráfica 28: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Tiene conocimiento de que los residuos de concreto en una mala disposición final son altamente contaminantes?.....	210
Gráfica 29: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Conoce el concreto reciclado?.....	210
Gráfica 30: Resultado de la encuesta a la pregunta: Si tuviera la posibilidad ¿Haría uso de algún elemento creado con concreto reciclado?.....	211
Gráfica 31: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Qué elementos creados a base de concreto reciclado le convendría usar en un proyecto?.....	211
Gráfica 32: Resultado de la encuesta a la pregunta: Comparándolo con los materiales hechos con elementos naturales ¿Cuánto pagaría por un material hecho con elementos reciclados?.....	212
Gráfica 33: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿A cambio de qué separaría sus Residuos de la Construcción y la Demolición?.....	212
Gráfica 34: Resultado de resistencia a compresión del Block Hueco.....	258
Gráfica 35: Resistencia a compresión de Cubos Anexo 24.....	266
Gráfica 36: Resultados Resistencia a Compresión de Cubos Anexo 26.....	274
Gráfica 37: Resultados Resistencia a Compresión de los Tabicones.....	280
Gráfica 38: Resultado de resistencia a compresión de los tabicones.....	286

Imágenes

Imagen 1: Criba 3/4" y Criba 1/2".....	126
Imagen 2: Selección de RCD del Laboratorio H.....	126
Imagen 3: Resultados de mezcla proporción 1:3:2:2.....	129
Imagen 4: Criba de 3 pisos.....	136
Imagen 5: Trituradora de Quijada o Machacadora.....	138
Imagen 6: Residuos de Madera.....	196
Imagen 7: Residuos de Concreto.....	197
Imagen 8: Residuos de Vidrio.....	198
Imagen 9: Residuos de Acero.....	198
Imagen 10: Residuos de Plástico.....	199
Imagen 11: Vaso Regulador Eucaliptos.....	200
Imagen 12: Vaso Regulador Eucaliptos-Pista de Trote.....	201
Imagen 13: Vaso Regulador Eucaliptos-Canal de Agua Pluvial-Primera Fase.....	201
Imagen 14: Vaso Regulador Eucaliptos-Canal de Agua Pluvial- Segunda Fase.....	202
Imagen 15: Vaso Regulador Eucaliptos.....	202
Imagen 16: Vaso Regulador Eucaliptos-Pista de Trote.....	203
Imagen 17: RCD del Laboratorio H del ITESO.....	237
Imagen 18: RCD del Laboratorio H del ITESO.....	237

Imagen 19: Esmeriladora de 4 1/2" y Copa diamantada para desbaste de concreto 4"	237
Imagen 20: RCD del Laboratorio H del ITESO colocado en una caja de 120 lts para desbaste...	237
Imagen 21: Molde Cilíndrico para probeta de concreto 30cm x 20cm.....	238
Imagen 22: Prensa Universal.....	238
Imagen 23: Criba 3/4" y Criba 1/2"	238
Imagen 24: Selección de RCD del Laboratorio H.....	241
Imagen 25: Pesaje de RCD.....	241
Imagen 26: Criba 3/4" y Criba 1/2"	241
Imagen 27: RCD propios.....	244
Imagen 28: Criba 3/4" y Criba 1/2"	244
Imagen 29: Agregado Fino proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado.....	246
Imagen 30: Agregado Fino proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado.....	246
Imagen 31: Arena de Río.....	246
Imagen 32: Arena de Río.....	246
Imagen 33: Cribas de los números 100,50,36,18,4 y 9.5.....	246
Imagen 34: Agregado Grueso-Gravilla, proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado....	249
Imagen 35: Agregado Grueso-Gravilla, proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado....	249
Imagen 36: Gravilla Natural.....	249
Imagen 37: Gravilla Natural.....	249

Imagen 38: Cribas de 3/4", 1/2", 3/8", 4.75, 2.38 y 1.18.....	250
Imagen 39: Revolvedora de concreto.....	253
Imagen 40: Molde de acero para Block Hueco como medidas de 15x20x40 cm.....	253
Imagen 41: Resultados mezcla 1:5:2:1 (Cemento, Arena de Río, Gravilla Natural y Agua).....	254
Imagen 42: Resultado mezcla 1:5:2:1.25 (Cemento, Arena de Río, Gravilla Natural y Agua)....	255
Imagen 43: Resultado mezcla 1:5:2:1.5 (Cemento, Arena de Río, Gravilla Natural y Agua).....	255
Imagen 44: Prueba de Resistencia.....	258
Imagen 45: Proporción de materiales para experimento anexo 23.....	261
Imagen 46: Moldes de acero para cubos de 5x5x5 cm.....	261
Imagen 47: Absorción inicial de los cubos.....	262
Imagen 48: Absorción en 30 minutos de los cubos.....	262
Imagen 49: Absorción en 1 hora de los cubos.....	263
Imagen 50: Absorción en 1 hora y 30 minutos de los cubos.....	263
Imagen 51: Prueba de Resistencia de cubos con mezcla de concreto reciclado.....	265
Imagen 52: Resultados de mezcla proporción 1:3:2:2:1.5.....	269
Imagen 53: Resultados de mezcla proporción 2:3:2:2:1.5.....	270
Imagen 54: Resultados de mezcla proporción 1:3:2:2:2.....	270
Imagen 55: Resultados de mezcla proporción 2:3:2:2:2.....	271
Imagen 56: Prueba de Resistencia de cubos con mezcla de concreto reciclado.....	273

Imagen 57: Moldes de madera para tabicones con dimensiones 10 x 9 x 26 cm.....	276
Imagen 58: Moldes de madera para tabicones con dimensiones 10 x 9 x 26 cm con mezcla.....	276
Imagen 59: Tabicón en Agua.....	277
Imagen 60: Tabicón fabricado con Agregados Reciclados del Concreto.....	277
Imagen 61: Prueba de Resistencia a compresión en Tabicón.....	281
Imagen 62: Tabicón dentro del horno.....	283
Imagen 63: Tabicón dentro de agua por 24 horas.....	283

Anexos

Anexo 1: Árbol de la problemática	160
Anexo 2: Entrevista M. Arq. Nadia Ayala.....	162
Anexo 3: Entrevista al Dr. Manuel Falcon.....	168
Anexo 4: M. Ing. Salvado Rahan Ángel Valladares.....	175
Anexo 5: Entrevista Arq. Ángeles Zamarripa Gastelum.....	178
Anexo 6: Arq. Erick Ortega Vadillo.....	181
Anexo 7: Maestro de Obra Félix González.....	184
Anexo 8: Entrevista al Presidente del IAC M. Ing. David Urzua.....	186
Anexo 9: Entrevista al Vicepresidente del IAC M. Ing. Florencio González.....	188

Anexo 10: Entrevista al Director de Obras Publicas de Tlajomulco.....	193
Anexo 11: Observación de Separación de Residuos en el Área Metropolitana de Guadalajara.....	196
Anexo 12: Observación Obra Pública creada con asfalto reciclado.....	200
Anexo 13: Resultados de Encuesta.....	204
Anexo 14: Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España.....	213
Anexo 15: Resultados y Conclusiones Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España.....	227
Anexo 16. Experimento: Obtención de Agregado Reciclado de Concreto- Método Mecánico.....	236
Anexo 17: Experimento: Obtención de Agregado Reciclado de Concreto- Método Manual.....	240
Anexo 18: Experimento: Obtención de Agregado Reciclado de Concreto- Desechos Propios.....	243
Anexo 19: Experimento: Prueba de Agregado Fino Reciclado de Concreto.....	245
Anexo 20: Experimento: Prueba de Agregado Grueso Reciclado de Concreto.....	248
Anexo 21: Observación directa-Trabajabilidad con mezcla de concreto proporción 1:5:2 (Cemento, Arena de río, Gravilla) en bloques huecos.....	252
Anexo 22: Experimento: Resistencia de concreto proporción 1:5:2:1.5 en bloques huecos... ..	257
Anexo 23: Observación Directa- Cemento en Mezclas de Concreto Normal Reciclado- Absorción.	260
Anexo 24. Experimento: Cemento en Mezclas de Concreto Reciclado- Resistencia.....	264

Anexo 25: Observación directa-Variaciones de agua y cemento en mezclas de concreto reciclado proporción 1:3:2: 2:1.5, 2:3:2:2:1.5,1:3:2:2:2 y 2:3:2:2:2-Apariencia.....	267
Anexo 26: Experimento: Variaciones de agua en mezclas de concreto reciclado proporción 1:3:2: 2:1.5, 2:3:2:2:1.5,1:3:2:2:2 y 2:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto, Agua)-Resistencia.....	272
Anexo 27: Observación Directa- Tabicones de Agregado Reciclado- Apariencia.....	275
Anexo 28: Experimento Tabicones de Agregado Reciclado-Resistencia.....	279
Anexo 29: Tabicones de Agregado Reciclado-Absorción.....	282
Anexo 30: Comparación Tabicón reciclado con Tabicones del mercado.....	285

Capítulo 1: Planteamiento del Problema.

En el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) se desarrollan de manera activa diversas actividades de la construcción y la demolición. Estas actividades como tal generan una cantidad alta de Residuos de la Construcción y la Demolición (RCD), lamentablemente por lo general desde el proceso de la creación del proyecto ejecutivo no se contemplan estrategias para su disminución y su manejo. Lo antes mencionado, provoca que el proceso de construcción sea deficiente en el manejo de RCD, llegando en la mayor parte de los casos a que su gestión de deshecho se haga de manera informal, ocasionando serios problemas sociales, ambientales, políticos y económicos. Con base a lo anterior, esta investigación plantea la creación de un Plan de manejo integral para el aprovechamiento de los Residuos de Concreto provenientes de Construcciones, Laboratorios y Demoliciones, que proponga estrategias para su reducción, almacenamiento, reúso y reciclaje. Al finalizar, se tiene como resultado un plan, que incentiva la actividad de reúso y reciclaje de los residuos del concreto entre los profesionales de la construcción del Área Metropolitana de Guadalajara, creando nuevos servicios y productos, con base en una estrategia sustentable en términos ambientales, sociales, políticos y económicos.

1.1 Delimitación del objeto de desarrollo o innovación.

Tomando en cuenta la gestión actual de Residuos de la Construcción y la Demolición que se lleva en el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), esta investigación tiene como objeto principal la creación de un plan integral de aprovechamiento de los Residuos de Concreto provenientes de Construcciones, Laboratorios y Demoliciones, basado en la correcta gestión, reúso y reciclaje de estos materiales.

1.1.1 Ubicación en campos disciplinares

La presente investigación se ubica principalmente en los siguientes campos disciplinares: Arquitectura e Ingeniería Civil. A través de estas disciplinas también genera impactos en los siguientes campos disciplinares: Ingeniería Estructural, Ingeniería de Materiales, Ingeniería Ambiental, Economía Ambiental, Economía Ecológica, Innovación Tecnológica, Transferencia Tecnológica y Ejecución de Obra.

1.1.2 Definición de términos

- *Almacenamiento temporal*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como el depósito temporal de residuos de la construcción y demolición previos a su recolección, tratamiento o disposición final.

- *Aprovechamiento del valor o valorización*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como el conjunto de acciones cuyo objetivo es mantener a los materiales que constituyen en los ciclos económicos o comerciales mediante su reutilización, manufactura, rediseño, reprocesamiento, reciclado y recuperación de materiales.

- *Área Metropolitana de Guadalajara (AMG)*: El AMG agrupa los siguientes municipios: Guadalajara, San Pedro Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan, Tlajomulco de Zúñiga, El Salto, Juanacatlán, Ixtlahuacán de los Membrillos.

- *Centro de Acopio*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como la instalación aprobada por la Secretaría de Medio Ambiente para la prestación de servicios a terceros donde se reciben, cuantifica, reúnen, traspasan y acumulan temporalmente Residuos de la Construcción y la Demolición para ser enviado a instalaciones autorizadas para su tratamiento, reciclaje, reutilización, co-procesamiento o disposición final.

- *Centro de Reciclaje*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como instalación cuyo objetivo es transformar los residuos de la construcción y la demolición en agregados reciclados para reincorporarlos a un ciclo de vida con el fin de evitar que se desperdicien.
- *Concreto*: El libro Estructuras de Concreto I escrito por Jorge Segura lo define como el material formado por una mezcla homogénea de agregados inertes finos o arena, agregados gruesos o grava, un ligante que son el cemento y el agua, con o sin aditivos.
- *Construcción*: La NOM-031-STPS-2011 lo define como la actividad de excavación, cimentación, edificación, instalaciones, acabados, entre otras.
- *Demolición*: Destrucción de un edificio u otra construcción.
- *Disposición Final*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como acción de depositar o confinar permanentemente los residuos sólidos en sitios o instalaciones cuya característica prevean afectaciones a la salud de la población, los ecosistemas y sus elementos.
- *Generador de Residuos de la Construcción y la Demolición*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como dependencia, órgano desconcentrado, entidad de la administración pública, persona física o moral, pública o privada, propietarios de obra o contratistas, responsables de cualquier etapa de la demolición, construcción o remodelación que genere residuos.
- *Indicadores de manejo de residuos*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como valores materiales reusados (RU), reciclados dentro (RCo) o fuera de obra (RCa) o dispuestos en un sitio autorizado (D), expresados en porcentajes de acuerdo con los residuos generados en su totalidad (T).

- *Manejo*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como el conjunto de actividades que comprenden el almacenamiento, recolección, transporte, aprovechamiento, reúso, tratamiento, reciclaje y disposición final de los residuos de la construcción y la demolición.

- *Manejo Integral*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como la reducción en la fuente, reutilización, separación, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, físico, químico, térmico, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, realizadas de manera adecuada para adaptarse al contexto y la eficiencia sanitaria, ambientales y ecológica.

- *Material Pétreo*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como aquel cuyo origen proviene de piedras, roca o peñasco; se encuentra en forma de bloque, losetas o fragmentos de distintos tamaños, tanto en la naturaleza como industrializados o tratados por el hombre.

- *Material Reciclado*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como aquellos residuos de la construcción o la demolición, que han tenido un proceso de selección, molienda, cribado y almacenamiento y que por sus características pueden ser reincorporados a la construcción.

- *Minimización*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como conjunto de actividades para evitar la generación de residuos sólidos y aprovecha lo más posible los que son utilizados.

- *Plan de manejo*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como el instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación de residuos, pero también maximizar el valor de los que ya fueron generados, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social. Considerando acciones, procedimiento y medios viables para involucrar a diferentes actores.

- *Residuos*: definido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) como aquellos materiales o productos cuyo poseedor ha desechado, que se encuentran en estados semisólidos o sólido, líquido o gaseoso. Se contienen en recipientes o depósitos, puede sujetarse a un tratamiento o disposición final según la ley (DOF 2003). Se dividen según sus características en 3 tipos: Residuos Sólidos Urbano (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) o Residuos Sólidos (RS) y Residuos Peligrosos (RP).

- *Residuos de Manejo Especial (RME)*: definido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) como aquellos generados en los procesos productivos que reúnen las características para ser considerados residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

- *Residuos de la Construcción y la Demolición*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como los materiales, productos o subproductos generados durante la demolición, ampliación, remodelación, modificación o construcción tanto pública como privada, así como el producto de la excavación cuando este haya alterado sus condiciones físicas, químicas y biológicas generales.

- *Reciclado*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como el proceso en el que residuos de la construcción y la obra se someten a distintos procedimientos para restaurar su valor económico, evitando así su disposición final.

- *Suelos impactados por los residuos y la demolición*: la NADF-007-RNAT-2013 hecha por SEMARNAT lo define como un material o cuerpo natural compuesto de partículas sueltas no consolidadas en diferentes tamaños, con una composición variable en el tiempo y en el espacio alterado por residuos, producto de actividades de la construcción y la demolición.

1.2 Descripción de la situación problema

En México según datos del Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción (CEESCO), la actividad de la construcción en el 2017 se consolidó como el cuarto sector económico, sólo por debajo del comercio, las industrias manufactureras y la industria inmobiliaria; aportando el 8.0% del PIB y facturando 1.6 billones de pesos. Tomando en cuenta el dato antes mencionado, se llega a la conclusión de que en México la construcción es una actividad que se lleva a la práctica de manera intensa, como tal genera impactos positivos como la generación de empleos y desarrollo, e impactos negativos como la generación de residuos, contaminación y degradación de recursos naturales para la obtención de materiales. Este capítulo de la investigación hablará acerca de las causales y las problemáticas que generan los residuos de la construcción y la demolición en Área Metropolitana de Guadalajara; para esto se abordará desde una significación cualitativa y una dimensión cuantitativa, tomando como ejes principales perspectivas Económicas, Socio- Culturales, Políticas y Ambientales.








1.2.1 Dimensión Cuantitativa

En esta dimensión se abordarán causales y problemáticas con datos estadísticos de organismos federales y estatales sobre el manejo de residuos en México y en el mundo, tomando como fuentes las principales secretarías gubernamentales dedicadas a la preservación del medio ambiente, dependencias nacionales de estadística y documentos que aborden temas relacionados. Las problemáticas que se mencionen en esta sección estarán relacionadas con perspectivas económicas, ambientales, socioculturales y políticas.

1.2.1.1 Manejo de RCD a Nivel Mundial

Alrededor del mundo existen diferentes contextos, recursos naturales, culturas, situaciones económicas, tradiciones arquitectónicas y constructivas, esto conlleva a que la construcción en cada parte del mundo sea diferente en gestión y en manejo de RCD. En el artículo “Matching construction and demolition waste supply to recycling demand: A regional management chain model” escrito por Michael Hiete en 2011, detalla el porcentaje de RCD que se tienen en diversos países con relación a su cantidad de residuos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1: % de RCD con relación a la generación de Residuos totales en el mundo. Fuente: Hiete 2011.

País	% de RCD con relación a la generación de Residuos totales
 Japón	16%
 Alemania	19%
 EUA	29%
 Unión Europea	30%
 Australia	42%
 Reino Unido	50%
 España	70%

En esta tabla se puede apreciar como países como Japón y Alemania generan un porcentaje mínimo de RCD con respecto a su generación de residuos, mientras que Reino Unido y

España son los que mayor porcentaje de generación de RCD tienen; lo anterior se debe a los volúmenes de construcción que cada país tiene y a los procedimientos de aprovechamiento de materiales que se tienen en los procesos constructivos en Japón y Alemania, estos provocan que su generación de RCD sea mínima.

Otro dato importante que detalla Michael Hiete en su artículo escrito en 2011 es la cantidad de RCD per cápita en países europeos expresada en la siguiente tabla:

Tabla 2: RCD per cápita en países europeos: Fuente: Hiete 2011.

País	Toneladas per cápita por año de RCD
 Noruega	0.2
 Polonia	0.5
 España	1
 Alemania	2
 Reino Unido	2
 Francia	4
 Irlanda	4
 Luxemburgo	15

Con relación a EUA la autora Cochran en su artículo “Estimating construction and demolition debris generation using a materials flow analysis approach. Waste Management”

escrito en 2010 nos habla de cuál es el porcentaje con el cual cada actividad constructiva en este país colabora con la generación de RCD, como se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 3: Porcentaje con el cual cada actividad constructiva en este país colabora con la generación de RCD.
Fuente: Cochran 2010.*

Actividad	Porcentaje
Demolición NO residencial	39%
Remodelación residencial	22%
Remodelación NO residencial	19%
Demolición residencial	11%
Construcción residencial	6%
Construcción NO residencial	3%
	100%

Alrededor del mundo según el reporte Reciclando Concreto hecho por el Consejo Mundial Empresarial para el desarrollo sostenible, detalla en la siguiente tabla de acuerdo con un análisis los porcentajes de aprovechamiento de RCD que tienen países en el mundo mediante su reciclaje:

Tabla 4: Porcentajes de aprovechamiento de RCD que tienen países en el mundo mediante su reciclaje. Fuente: Consejo Mundial Empresarial para el desarrollo sostenible.

País	Total, RCD (Millones de toneladas)	Total RCD recuperados (Millones de Toneladas)	% de RCD recuperados
 Alemania	201	179	89
 Australia	14	8	57
 Bélgica	14	12	86
 España	39	4	10
 EUA	317	127	82
 Francia	309	195	63
 Holanda	26	25	95
 Inglaterra	90	46	50 - 90
 Irlanda	17	13	80
 Japón	77	62	80
 Noruega	N.D	N.D	50 - 70
 Republica Checa	9	1	45
 Suiza	7	2	Casi 100
 Taiwán	63	58	91

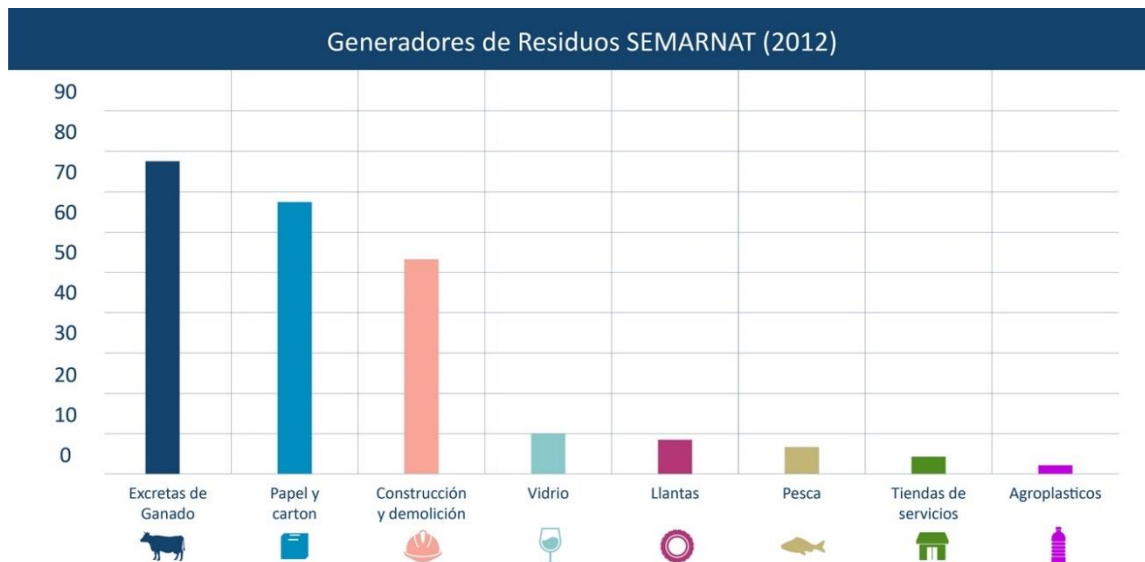
Nota*: Los datos presentados en esta tabla son del año 2007.

Este reporte también detalla cómo en América principalmente Estados Unidos en 38 de sus estados utilizan agregados de concreto reciclado principalmente para calles y 11 lo reciclan nuevo.

1.2.1.2 RCD en México

En el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 se informó que el costo por la degradación ambiental por el mal manejo de residuos en 2011 fue de 48,148 millones de pesos, equivalente 0.3% de PIB para ese año. De acuerdo con este mismo documento en el año 2012 la generación de RME a nivel nacional fue de 84 millones de toneladas, en los que se incluyen los RCD.

Haciendo una comparación con las demás actividades se puede apreciar como la construcción y la demolición se encuentra en un tercer lugar de generadores de residuos, de acuerdo con el Informe de Residuos de la SEMARNAT hecho en 2012:



Gráfica 1: Generadores de Residuos. Fuente: SEMARNAT 2012. NOTA: Datos en millones de toneladas por año.

Una de las principales problemáticas que genera la actividad de la construcción es el mal manejo que se tiene de los residuos, en las construcciones se tiene un total desconocimiento de procedimientos para su separación y almacenamiento, esto ocasiona que distintos tipos de residuos se acumulen en un mismo sitio, haciendo mucho más difícil su correcto desecho. Al








complicarse esta actividad, según datos de SEMARNAT un pequeño porcentaje de estos materiales es llevado a centros autorizados; el resto es llevado a centros clandestinos como terrenos o cerros. Al ser desechado de manera clandestina se hace uso de transportes inadecuados, que no solo contaminan el medio ambiente, sino que no garantizan que no se contaminen los residuos con otros materiales de distintas características durante sus trayectos.

De acuerdo con el artículo “¿A dónde van los residuos de la construcción y la demolición?” Escrito por Carina Martínez en la revista “Ciencia UNAM”, en México solamente existe un centro autorizado para el reciclaje de estos residuos, ubicado en la Ciudad de México y que según datos de la UNAM por cada 7 mil toneladas de residuos que se generan en esta ciudad por día, esta planta sólo tiene la capacidad de recuperar el 3%.

1.2.1.3 RCD en Jalisco

En Jalisco de acuerdo con datos del Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Jalisco hecho por el Gobierno de Jalisco, en la siguiente tabla se puede apreciar como la construcción y la demolición es la actividad económica que genera más residuos:

Tabla 5: Residuos por actividad económica en Jalisco. Fuente: Gobierno de Jalisco.

Fuente de RME	Generación Promedio (Ton/año)
 Establecimientos Pecuarios	3,352,124
 Manufactura	1,420,627
 Comercio al por menor	4,873,819
 Construcción y demolición	7,118,511
 Industria tequilera	633,787
 Hoteles	618,345
 Rastros	119,453.507

Los prestadores de servicios autorizados para el manejo de residuos reportan que manejan en total 115,642,210 toneladas de residuos de los grandes productores. Según este programa los principales residuos que se obtienen en las construcciones son los siguientes:

Tabla 6: Principales residuos que se obtienen en las construcciones en Jalisco. Fuente: Gobierno de Jalisco.

Materiales
Lámina
Asfalto
Varilla
Papel
Piedra
Plástico
Cerámica
Madera
Panel de yeso - cartón
Block tabique
Concreto
Material de excavación

De acuerdo con la Propuesta para la Gestión Integral Sustentable de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en el Área Metropolitana de Guadalajara de Ayala, N. (2015), y del DECRETO 54/2008, se establece un factor de generación de RCD para los distintos municipios del estado, en el que se estima que los que tengan más de 20,000 habitantes generan 1 tonelada de RCD por habitante por año; los que tienen entre 5,000 y 20,000 habitantes se estima que generan 700 kilogramos de RCD por habitante por año. A partir de esto se calcula que Jalisco genera 7,119,511 toneladas por año de RCD.

1.2.1.4 Consumo de Arena y Grava en el mundo

Con base a datos presentados en el artículo La explotación insostenible de arena destruye ríos y mares, escrito por la ONU, cada año la demanda de arena y grava asciende a 50 mil millones de toneladas, provocando contaminación e inundaciones; diariamente se extraen 18 kilos de arena y grava por habitante en el mundo, utilizados en la fabricación de concreto, asfalto y vidrio.

La extracción de arena representa un problema transfronterizo, debido a que el comercio internacional de este recurso a consecuencia del agotamiento de bancos locales aumenta un 5% cada año por las tendencias de urbanización y desarrollo de infraestructura. Las represas y la extracción han reducido los sedimentos de los ríos en áreas costeras, reduciendo los depósitos en los deltas de los ríos y la erosión de las playas.

Estas problemáticas se producen a expensas de sectores económicos, medios de vida locales y la biodiversidad, la extracción de estos materiales por su agotamiento se vuelve una actividad riesgosa para los trabajadores, por los hundimientos y derrumbes que se pueden ocasionar. Las operaciones de extracción legales e ilegales se reportan cada vez más en los alrededores y hasta dentro de reservas de biodiversidad y áreas protegidas.

Para poder satisfacer la demanda de arena y grava en el mundo sin daños, serán necesarias políticas de planificación, regulación y gestión eficaces. Actualmente la extracción se define por su geografía local y la gobernabilidad, no teniendo en el mundo las mismas reglas, practica y ética. Para frenar la extracción irresponsable, la ONU Medio ambiente propone una adaptación de los estándares existentes y las mejores prácticas a las circunstancias nacionales.

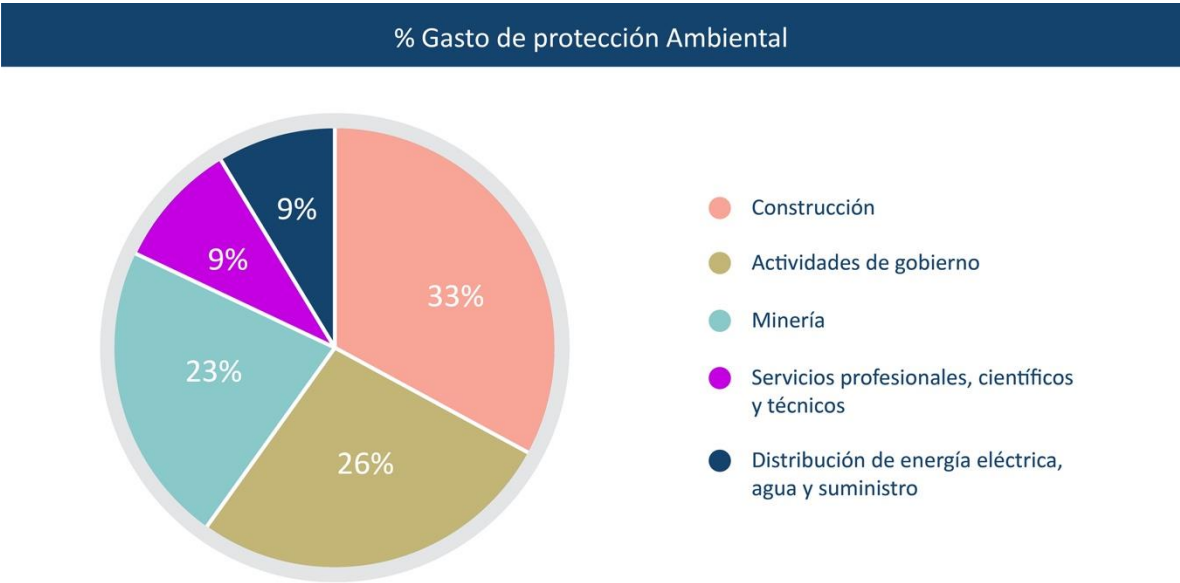
1.2.1.5 Costo del agotamiento de recursos y la degradación Ambiental

Para poder dimensionar las consecuencias económicas que tienen las actividades contaminantes se tomará como principal referencia el informe Cuentas económicas y ecológicas de México, 2014 preliminar. Año base 2008 elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) como parte de los productos del Sistema de cuentas Nacionales de México. Con este informe es posible analizar el impacto ambiental de las actividades económicas que lleva al agotamiento de los recursos naturales, y la degradación del medio ambiente, así como el gasto que la sociedad utiliza para resarcir los daños ambientales que son consecuencia del proceso productivo de bienes y servicios.

Para lograr lo anterior hay que saber que el Producto Interno Bruto tiene dos tipos de costos: el consumo de capital fijo y los costos imputados por los usos ambientales, estos últimos causados por el agotamiento de los recursos naturales y por la degradación ambiental, resulta el Producto Interno Neto Ajustado Ambientalmente. Como ejemplo se puede mencionar que, en el 2014, el costo económico de asumir los daños ambientales fue de 5.3% del PIB, esto implica un costo de 910,906 millones de pesos.

Los gastos de protección ambiental en 2014 en el sector público y los hogares alcanzaron un monto de 147,666 millones de pesos, representando el 0.9% del PIB, lo cual muestra un claro déficit entre el costo del agotamiento con el deterioro ambiental y lo que se gasta en frenarlo o remediarlo. El gasto se destinó principalmente en las siguientes actividades:

NOTA: En esta tabla se muestran las principales actividades que suman un 93%, el 7% se divide en diversas actividades económicas.



Gráfica 2: % Gasto de protección Ambiental. Fuente: INEGI 2015.

Los costos totales por agotamiento y degradación ambiental en 2014 reportados en este informe son:

Tabla 7: Costos totales por agotamiento y degradación ambiental en 2014. Fuente: INEGI 2015.

Concepto	Costos totales por agotamiento y degradación ambiental	Porcentaje respecto al PIB
Costos totales	910,906	5.3
Costos por agotamiento	150,472	0.9
Agotamiento de hidrocarburos	105,475	0.6
Agotamiento de recursos forestales	14,477	0.1
Agotamiento de agua subterránea	30,220	0.2
Costos por degradación	760,434	4.4
Degradación del suelo	86,488	0.5
Residuos Sólidos	57,340	0.3
Contaminación del agua	74,322	0.4
Contaminación atmosférica	542,283	3.2

Nota: Los Costos totales por agotamiento y degradación ambiental se encuentran expresados en millones de Pesos Mexicanos.

En este informe presentado en 2015 por el INEGI también se detallan los costos por sector económico en relación con agotamiento, degradación y protección ambientales, como se especifica en la siguiente tabla en Millones de pesos:

Tabla 8: Costos por sector económico en relación con agotamiento, degradación y protección ambientales. Fuente: INEGI 2015.

Sector Económico	Costos por agotamiento y degradación ambiental	Gastos por protección ambiental
 Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	128,794	525
 Minería	106,812	31,376
 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	4,284	11,885
 Construcción	1,268	45,920
 Industria manufacturera	42,779	N.D

Nota: Las cifras expresadas en esta tabla se encuentran expresadas en millones de Pesos Mexicanos.

De acuerdo con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos 2012 desarrollado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), los 3 estados que reciben más apoyos para la creación de programas y políticas para la gestión de residuos fueron el Estado de México con 176, Hidalgo con 164 y Puebla con 83. En Jalisco solo se recibieron 9 apoyos, lo que constituyó un total de 27 millones de pesos. En el documento antes mencionado se indica que los apoyos se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 9: Distribución de apoyos para la creación de programas y políticas para la gestión de residuos. Fuente: SEMARNAT 2012.

Actividad	Porcentaje
Equipamiento de sistemas de recolección y maquinaria en el relleno sanitario	52%

Construcción de rellenos Sanitarios	17%
Saneamiento y clausura de sitios de disposición final	17%
Elaboración de programas	7%
Obras complementarias	7%

1.2.1.6 Impacto Ambiental de la Industria del Concreto

Con base al artículo de investigación Las tecnologías del concreto en su ciclo de vida escrito por Vitervo O'Reilly, Rubén Bancrofft y Lourdes Ruiz, la producción del concreto no solo tiene implicaciones técnicas y económicas, sino que también sanitarias, culturales y ecológicas. En la evaluación del concreto como producto, los aspectos importantes a evaluar son los técnicos y económicos, pero en los últimos años han tomado relevancias los sanitarios, culturales y ecológicos.

De acuerdo con el artículo: La enorme fuente de emisiones de CO₂ que está por todas partes y que quizás no conocías, escrito por Lucy Rodgers para la BBC News, la industria del concreto es fuente del 8% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a nivel mundial. Si esta industria fuera un país en el mundo, estaría atrás de EUA y China en emisiones de dióxido de carbono. Para tener idea de la magnitud de las emisiones de CO₂ de la industria del concreto, el combustible de los aviones produce el 2.5 % de las emisiones de CO₂ y la agricultura el 12%, ubicando en medio de estos dos a la Industria del Concreto.

La reducción de consumo de recursos en la producción de materiales a través de los costos directos siempre ha existido, pero hasta años recientes se han incluido externalidades ambientales y el valor social de los recursos naturales. La reducción de energía fue el primer factor a considerar debido al incremento del precio del petróleo, siendo un aspecto desarrollado en el campo tecnológico y económico actual.

Se busca la reducción de consumo de recursos naturales, que ocasionan procesos de extracción, una desmaterialización de la actividad socioeconómica, la reducción de impactos por emisión, producidos por los residuos y las emisiones de los procesos productivos. Con este

objetivo, se utilizan las herramientas como el análisis de desmaterialización, la huella ecológica y el análisis de ciclo de vida.

El análisis de ciclo de vida de las tecnologías del concreto debe de tomar en cuenta las etapas o ciclos en las que interviene el concreto, los distintos elementos que interactúan con él y los impactos negativos que ocasiona al medio ambiente. En la siguiente tabla, tomada del artículo de investigación Las tecnologías del concreto en su ciclo de vida escrito por Vitervo O’Reilly, Rubén Bancrofft y Lourdes Ruiz se puede ver el análisis de ciclo de vida de las tecnologías del concreto:

Tabla 10: Análisis de ciclo de vida de las tecnologías del concreto. Fuente: Reilly, Bancrofft y Ruiz 2010.

Ciclo	Aspecto ambientales y acciones	Impactos negativos
CICLO I Extracción de materias primas	- Extracción y procesamiento de áridos, minerales y otras materias primas - Consumo de energía	- Emisiones atmosféricas de polvo y gases - Contaminación por Ruido - Contaminación y compactación de suelos - Cambios de usos de suelos - Afectaciones a la calidad edáfica y biodiversidad
CICLO II Transportación de materias primas	- Transportación de materias primas - Consumo de Energía	- Emisiones atmosféricas de polvo y gases - Contaminación por Ruido - Contaminación por aceites y lubricantes

Ciclo	Aspecto ambientales y acciones	Impactos negativos
<p>CICLO III</p> <p>Producción de componentes del concreto</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Procesamiento de cemento, acero y aditivos - Prefabricación de concreto en planta - Vibrado de concreto - Consumo de agua y energía 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisiones atmosféricas de polvo y gases -Contaminación por ruido - Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos de la producción
<p>CICLO IV</p> <p>Transportación de componente a plantas y obras</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Transportación de cemento, aditivos, áridos, acero y otros productos - Consumo de energía 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisiones atmosféricas de polvo y gases - Contaminación por ruido - Contaminación por aceites y lubricantes
<p>CICLO V</p> <p>Diseño o proyección</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de proyectos estructurales, arquitectónicos y otros - Consumo de energía - Consumo de papel y otros materiales 	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de residuos sólidos de papel y otros materiales
<p>CICLO VI</p> <p>Construcción y puesta en marcha</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción e izaje de elementos - Consumo de agua y energía - Ocupación de suelos 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisiones atmosféricas de polvo y gases - Contaminación por ruido - Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos de la producción - Cambio de usos de suelo - Afectaciones a la calidad edáfica y biodiversidad
<p>CICLO VII</p> <p>Uso</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de la edificación - Mantenimiento y reparación de patologías del concreto, terminaciones y otros - Consumo de agua y energía 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación del suelo por residuos sólidos, líquidos - Contaminación por ruido

Ciclo	Aspecto ambientales y acciones	Impactos negativos
CICLO VIII Demolición, reuso y rehabilitación	<ul style="list-style-type: none"> - Abandono y demolición - Rehabilitación - Gestión de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisiones atmosféricas de polvo y gases - Contaminación por ruido - Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos de la producción - Afectación al paisaje y a las personas

1.2.2.7 Supuestos sobre el reciclaje de concreto

De acuerdo con el reporte “Reciclando concreto” hecho por el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible en 2012, la población en general tiene una mala percepción acerca del concreto reciclado basada en mitos totalmente falsos. En la siguiente tabla se muestran los principales mitos que se tienen y la realidad acerca de estos:

Tabla 11: Mitos sobre el reciclaje de concreto. Fuente: Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible 2012.

Mito	Realidad
El concreto no puede ser reciclado	El concreto no se descompone en sus partes básicas, se puede recuperar y triturar para su reutilización como agregado, también puede ser reciclado mediante el proceso de fabricación del cemento en cantidades controladas ya sea como materia prima alternativa para producir Clinker o como componente adicional a moler Clinker, yeso y otros aditivos del cemento

Mito	Realidad
<p>Los agregados de concreto reciclado no pueden ser utilizados en concreto estructural</p>	<p>Mínimo el 20% del contenido de agregados puede ser reemplazado por concreto reciclado en aplicaciones estructurales</p>
<p>No se puede reciclar concreto en grandes proporciones</p>	<p>Países como Japón y Holanda logran recuperar casi el 100% del concreto de desecho</p>
<p>El concreto se puede fabricar un 100% a partir de concreto reciclado</p>	<p>La tecnología actual permite que el concreto recuperado sea usado como agregado para concreto nuevo, pero el cemento nuevo siempre será necesario en las mezclas. Solo se puede tener una parte de agregado reciclado</p>
<p>El reciclaje de concreto reduce las emisiones de gases con efecto invernadero y la huella de carbono</p>	<p>Las emisiones de gases con efecto invernadero provenientes de la fabricación del concreto ocurren en la producción del cemento. Es posible lograr ahorros menores si la necesidad de transportar los agregados se reduce por medio del reciclaje</p>
<p>Reciclar concreto en agregados de menor grado es degradación y no es la mejor solución ambiental</p>	<p>Se debe efectuar una evaluación del ciclo de la vida. En el caso del reciclado de concreto los usos de menor grado son la solución sostenible, pues evitan el uso de nuevos recursos y requieren el mínimo de energía</p>
<p>Los agregados reciclados son más costosos</p>	<p>La fabricación del agregado puede ser hasta un 30% más barata, lo que incrementa el costo es el transporte de cada zona</p>

Mito	Realidad
<p>El concreto reciclado puede ser mejor que los agregados vírgenes para algunas aplicaciones</p>	<p>El agregado predilecto para losas en calles es el concreto reciclado. Esto se debe a que los agregados reciclados tienen mejores propiedades de compactación y requiere menos cemento como subbases. Adicionalmente es más económico de obtener que la materia virgen</p>
<p>Utilizar agregados reciclados reduce los impactos ambientales</p>	<p>Al emplear agregados reciclados en lugar de materiales vírgenes se generan menos desecho y extracción de materiales vírgenes</p>

En consecuencia, a los datos anteriormente mencionados se puede ver que la mayoría de los mitos son infundados por suposiciones, que contrastándolo con datos acerca de la tecnología actual y los impactos ambientales que provoca, se puede asegurar que el concreto reciclado es una excelente opción sustentable. De estos, el principal mito que existe en México es la creencia de que el concreto no puede ser reciclado, seguido de que los agregados de concreto reciclado no pueden ser utilizados en concretos estructurales.

1.2.2.8 Mercados de reciclaje

De acuerdo con el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Jalisco hecho por el Gobierno de Jalisco, se explica que no es suficiente separar, clasificar, recuperar, comercializar y reciclar los residuos, pues si no se tiene un comprador para

estos productos reciclados no se cierra el círculo, esto puede ocasionar que se acumulen de manera inadecuada y se lleven a sitios de disposición final inadecuados.

Otro factor importante que se suma es que en ocasiones los precios de los materiales fluctúan, entonces se vuelve conveniente la adquisición de materiales secundarios; el problema comienza cuando los procesos de reciclaje son inadecuados, esto puede llegar a encarecer el precio del material a tal grado de ser más caro que el material virgen. Para poder evitar lo anterior es necesario la creación de mecanismos que fortalezcan los mercados de reciclaje.

1.2.1.9 Conclusión Dimensión Cuantitativa

En México la construcción es la tercera actividad económica que genera mayor cantidad de residuos, en el caso del estado de Jalisco es la primera, a consecuencia de esto el gobierno mexicano destina una parte de su presupuesto en gastos de protección como los costos por degradación, la degradación del suelo y el manejo de los residuos sólidos; un ejemplo de esto es la extracción del cemento y los agregados del concreto, estos procedimientos ocasionan impactos ambientales, sociales y económicos. Con base al análisis de la Dimensión Cuantitativa, se vuelve de suma importancia plantear oportunidades de reúso o reciclaje para los RCD, que contemplen la disminución de los impactos políticos, ambientales, sociales y económicos que estos generan, mediante una estrategia sustentable, que pueda ser aplicada en los procesos constructivos y de disposición final.

1.2.2 Significación Cualitativa

En esta significación se abordarán causales y problemáticas con base en legislaciones, normas, programas de residuos, datos de organismos y guías para la correcta gestión. Las problemáticas que se mencionen en esta sección estarán relacionadas con perspectivas económicas, ambientales, socioculturales y políticas.

1.2.2.1 Legislación Internacional

En la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), existe el Modelo de Presión-Estado-Respuesta (PER), en el cual los países que se encuentran dentro de él, cómo México, tiene responsabilidad de hacer informes sobre la situación ambiental que se vive. En este informe entra el apartado de los residuos generados y las consecuencias de ello, así como acciones que el gobierno y la sociedad han emprendido para atender estos problemas.

En Europa el Parlamento Europeo el 2 de Julio de 2014 creó un documento titulado: Hacia una economía circular: un programa de cero residuos para Europa, fundamentado en los siguientes argumentos:

- Los países europeos sufren fugas de materiales valiosos. La creencia de que los recursos son infinitos llevará a una crisis a los países europeos debido a la degradación y la fragilidad del medio ambiente, mejorar el aprovechamiento de los recursos puede traer beneficios económicos y ambientales.
- Se necesita una economía circular para cumplir el programa de eficiencia en el uso de los recursos establecidos en la Estrategia Europa 2020 para un crecimiento integrado, inteligente y sostenible.
- Una economía circular mantiene el valor añadido de los productos mayor tiempo ya que en vez de considerarlos como un desecho al final de su vida útil, busca la manera de volverlos a integrar a un ciclo productivo.
- Se estima que para el 2030 con estos planes se podrían reducir los insumos de materiales necesarios entre un 17% y un 24%.

Entre los acuerdos de mayor importancia a nivel mundial sobre el reúso y reciclaje de residuos se encuentran: La convención de Viena y el Protocolo de Montreal que aplica a las

sustancias que afectan a la capa de ozono; también se encuentra El Convenio de Basilea que aplica a los movimientos transfronterizos de residuos y su disposición. La Convención sobre el Cambio Climático busca reducir la liberación de gases y contaminantes con efecto invernadero, una de sus principales fuentes es el sector involucrado en el manejo de RSU y RME.

En el caso de América, Chile es uno de los países que cuenta con mayor legislación acerca del manejo de residuos, un ejemplo es el Proyecto de Ley aprobado por la Cámara de Diputados en Chile el 1 de abril de 2015, que establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad del productor y el fomento al reciclaje. Este proyecto como tal busca disminuir la gestión de residuos, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente.

1.2.2.2 Legislación sobre manejo de residuos en México

Los programas de manejo de residuos se dividen principalmente en tres órdenes de gobierno: federal, estatal y municipal, cada uno constituye instrumentos de política destinados a crear condiciones favorables para el cumplimiento de las disposiciones de la legislación en materia de prevención y gestión integral de los residuos. Estos programas se elaboran a partir de diagnósticos básicos que las legislaciones exigen, para determinar su regulación, gestión y su composición con la finalidad de evaluar si las políticas, las normativas y los instrumentos regulatorios y no regulatorios son suficientes.

Pero aún con todo este esfuerzo tomando en cuenta El Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Jalisco, existe una falta de socialización y de verificación extensa del cumplimiento de la legislación, desperdiciando recursos que se podrían reutilizar, reintegrar a la naturaleza o reciclar. Este documento demuestra la debilidad de programas de fortalecimiento de estos programas alrededor del país, lo cual tiene como consecuencias el incremento de residuos.

En consecuencia, a lo anterior, en la mayoría de las entidades federativas existe un rezago importante en el tema de gestión de residuos, sobre todo en los RME, cuyos generadores están obligados a registrarse. La siguiente tabla muestra cuáles son las legislaciones, programas y normativas más importantes a nivel federal.

Tabla 9: Legislaciones, programas y normativas más importantes a nivel federal.

Legislación, normativa o programa	Descripción
NOM-161-SEMARNAT-2011	Establece los criterios para para clasificar los RME para determinar cuales están sujetos a un plan de manejo, conteniendo: el listado de los mismo, el procedimiento para la inclusión o exclusión, los elemento y procedimiento para la formulación de manejo
NOM-083-SEMARNAT-2003	Regula la disposición final de los RSU y los RME ya sea con destino a rellenos sanitarios o a sitios para su reaprovechamiento
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LPGIR)	Refiere a la protección del ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, con objeto a garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano

Artículo 31 de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	La Ley establece la siguiente medida que debiera favorecer los mercados del reciclaje, a través de la aplicación de las políticas de adquisiciones previstas en los Sistemas de Manejo Ambiental
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	Define la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo. También el aprovechamiento racional de los elementos naturales de manera que sea compatible con la obtención de beneficios económicos con el equilibrio de los ecosistemas
NADF-007-RNAT-2013	Tiene por objeto establecer la clasificación y especificaciones de los residuos de la construcción y la demolición para optimizar y fomentar su aprovechamiento y su disposición final inadecuado

1.2.2.3 Legislación sobre manejo de residuos en Jalisco

En el estado de Jalisco se cuenta con una Ley de Gestión Integral para los Residuos, esta ley lo primero que busca resolver es el cambio de conductas de quienes generan y manejan los residuos, también la prevención y mitigación del impacto que generan, lo restante constituye a lograr esos fines. La siguiente tabla explica de acuerdo la Ley de Gestión Integral de Residuos del Estado de Jalisco los objetivos que se persiguen y las disposiciones dirigidas a lograr estos objetivos, tomando en cuenta los puntos de vista del Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Jalisco:

Tabla 10: Objetivos para cambiar las conductas de los generadores y gestores de residuos en Jalisco. Fuente: Gobierno de Jalisco.

Objetivos	Qué persiguen los objetivos	Disposiciones dirigidas a lograr los objetivos
<p>Involucrar a los generadores de residuos para que se adopten medidas de prevención y manejo, para evitar riesgos de salud y ambiente</p>	<p>Cambiar la conducta de los generadores de residuos y que internalicen los costos ambientales</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Artículo 13 a 25 sobre planes de manejo de residuos - Artículo 26 sobre información acerca de los planes de manejo - Artículo 27 instrumentos económicos para apoyar los planes de implementación de planes de manejo
<p>Establecer medidas que prevengan el deterioro de los ecosistemas en el manejo y la disposición final de residuos</p>	<p>Cambiar la conducta inadecuada de quienes manejan inadecuadamente los residuos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Artículo 32 normatividad reglamentaria - Artículo 44 obligaciones de quienes reutilizan o reciclan los residuos - Artículo 45 prohibiciones relacionadas con el manejo de residuos - Artículo 47 a 49 autorizaciones de manejo de residuos - Artículos 50 a 61 sobre etapas de manejo de los residuos, responsabilidades

		al respecto y condicionantes
Crear Políticas públicas en materia de Gestión de Residuos del Estado	Establecen el rumbo de conducta que se deben de seguir para lograr los cambios de conducta de los sujetos regulados	- Artículo 11 establece que el programa estatal para establecer lineamiento, acciones y metas de manejo de residuos, bajo principios de sustentabilidad
Garantiza el derecho a toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable, a través de aplicaciones de valorización, regulación de la generación y gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial		- Artículos 33 a 39 establece marcos de diagnóstico básicos - Artículo 32 normatividad reglamentario
Establecer competencia concurrente entre la federación y el estado	Delimita competencia, establece concurrencias de las autoridades gubernamentales para distribuir la responsabilidad de prevención y gestión de los residuos	- Artículo 6 al 8: atribuciones del poder Ejecutivo, Estado, SEMADER y ayuntamientos
Establecer mecanismos de coordinación entre el Estado y la Federación		- Artículos 9 y 10 coordinación de autoridades
Establecer bases para la participación ciudadana en la reutilización y manejo de residuos	Atribuye responsabilidades en la gestión integral de los residuos a los diversos sectores sociales	- Artículo 11 y 12 sobre involucramiento en los programas - Artículos 28 a 30 educación y participación social - Artículo 35 participación de las partes interesadas en la determinación de otros residuos que sean

		considerados como de manejo especial
Controlar y prevenir la contaminación y remediación de áreas contaminadas	Mitigar la contaminación provocada por los residuos	<ul style="list-style-type: none"> - Artículos 32 normatividad reglamentaria - Artículos 69 a 73 requisitos que deben de reunir el tratamiento y disposición final de los residuos - Artículos 74 a 82 prevención de la contaminación y la remediación de suelos contaminados
Garantizar el cumplimiento de la ley	Destinados a verificar el cumplimiento de la normatividad y en su caso sancionar	<ul style="list-style-type: none"> - Artículos 32 sobre la normatividad reglamentaria - Artículos 83 al 99: medidas de seguridad, infracciones, sanciones, reparación del daño y recurso de revisión

Las sanciones y obligaciones en el estado de Jalisco las delimita principalmente el Reglamento en Materia de Recolección y transporte de Residuos de Manejo Especial publicado en 2011 y la Ley de Gestión Integral de Residuos del Estado de Jalisco que se presentan resumidas en las siguientes tablas:

Separación:

Tabla 11: Separación de Residuos de Manejo Especial. Fuente: Gobierno del Estado de Jalisco.

Obligaciones	Infracciones
<ul style="list-style-type: none"> - Artículo 41 es obligación de toda persona física o jurídica generadora de RSU o RME: - Separa y reducir la generación de los residuos - Separar los RSU y RME evitando que se mezclen entre sí con RP 	<p>- Clasificación Manual de rellenos sanitarios:</p> <p>“No se considera infracción la no separación de residuos ni existe sanción por no llevar a cabo dicha obligación, ni tampoco existe un incentivo fiscal, financiero o de mercado que propicie su cumplimiento”</p> <p>Con base a lo anterior no existe ninguna infracción por no separar los residuos.</p>

Recolección:

Tabla 12: Sanciones para la mala recolección de Residuos de Manejo Especial. Fuente: Gobierno del Estado de Jalisco.

Obligaciones	Infracciones	Sanciones
<p>- Artículo 58 la recolección de RME es obligación de sus generadores, quienes podrán contratar una empresa de servicio de manejo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Carecer de las autorizaciones. - Realizar la recolección de RME sin cumplir con la normatividad vigente. 	<p>Aplica sanciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial a través de la PROEPA.</p>
		<p>Amonestación.</p>
		<p>Multa de 20 a 5000 días de salario mínimo</p>

-Artículo 59 los vehículos destinados a la recolección y traslado deben tener contenedores que hagan factible su separación.	Multa 10001 a 15000 días de salario mínimo.
	Clausura total, parcial o temporal.
	Arresto administrativo.
	Decomiso.
	Suspensión o revocación de licencias, concesiones, permisos y autorizaciones.

Acopio:

Tabla 13: Sanciones para el mal acopio de Residuos de Manejo Especial. Fuente: Gobierno del Estado de Jalisco.

Obligaciones	Infracciones	Sanciones
- Artículo 52 las personas físicas o jurídicas que generen RSU y RME, tienen responsabilidad del residuo en todo su ciclo de vida. - Se exceptúa de la regla anterior, cuando se ha transferido el residuo a un servicio público o privado de limpia.	- Carecer de las autorizaciones. - Deposito o confinamiento de residuos fuera de los sitios destinado para dicho fin en parques, áreas verdes, áreas de valor ambiental, áreas naturales protegida, zonas rurales o áreas de conservación ecológica y otros lugares no autorizados.	Aplica sanciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial a través de la PROEPA.
		Amonestación.
		Multa de 20 a 5000 días de salario mínimo.
		Multa 10001 a 15000 días de salario mínimo.
		Clausura total, parcial o temporal.
Arresto administrativo.		

	- Todo acto de omisión que contravenga las disposiciones establecidas en la presente ley y en los demás ordenamientos legales y normativos.	Decomiso. Suspensión o revocación de licencias, concesiones, permisos y autorizaciones.
--	---	--

Reciclaje:

Tabla 14: Sanciones para el mal reciclajes de Residuos de Manejo Especial. Fuente: Gobierno del Estado de Jalisco.

Obligaciones	Infracciones	Sanciones
<p>- Artículo 19 los grandes generadores de RSU y RME deberán tener una propuesta para sustentar el desarrollo de cada uno de los planes de manejo, que entregar a la autoridad para la validación, en el que se describirán métodos y técnica, para la reutilización y tratamiento de residuos.</p> <p>- Artículo 41 es obligación de toda persona física o jurídica generadora de RSU o RME fomentar la reutilización y reciclaje de los residuos.</p>	<p>- Carecer de las autorizaciones.</p> <p>- Infracción aplicable solo a la omisión de presentación de plan de manejo, no existen infracciones por no reciclar.</p>	Aplica sanciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial a través de la PROEPA
		Amonestación
		Multa de 20 a 5000 dial de salario mínimo
		Clausura total, parcial o temporal
		Arresto administrativo
		Decomiso
		Suspensión o revocación de licencias, concesiones, permisos y autorizaciones

- Artículo 63 los residuos que no se puedan procesar se deberán llevar a un centro autorizado de disposición final.		
---	--	--

Tratamiento:

Tabla 15: Sanciones para el mal Tratamiento de Residuos de Manejo Especial. Fuente: Gobierno del Estado de Jalisco.

Obligaciones	Infracciones	Sanciones
<p>- Artículo 47 requiere autorización de la autoridad.</p> <p>- Artículo 48 presentar informes semestrales, respecto de la forma de manejo a los que fueron sometido.</p> <p>- Artículo 52 Responsabilidad del manejo en todos sus ciclos de vida.</p> <p>- Artículo 69 El tratamiento de RSU o RME se deberá de someter a un diagnostico básico.</p>	<p>- Carecer de las autorizaciones.</p> <p>-Omitir informes trimestrales.</p> <p>- La dilución o mezcla de RSU o RME con líquidos para su vertimiento al sistema de alcantarillado, a cualquier cuerpo de agua o sobre suelos sin o con cubierta vegetal.</p>	Aplica sanciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial a través de la PROEPA
		Amonestación
		Multa de 20 a 5000 dial de salario mínimo
		Multa de 10001 a 15000 días de salarios mínimos
		Multa de 15001 a 20001 días de salarios mínimos
		Clausura total, parcial o temporal
		Arresto administrativo
		Decomiso
Suspensión o revocación de licencias, concesiones, permisos y autorizaciones		

Disposición Final:

Tabla 16: Sanciones para la mala Disposición Final de Residuos de Manejo Especial. Fuente: Gobierno del Estado de Jalisco.

Obligaciones	Infracciones	Sanciones
<p>- Artículo 61 los sitios destinados al tratamiento o disposición final para RSU o RME deben cumplir con el requerimiento básico de esta ley, deberá contar con autorización de impacto ambiental establecidos en la ley ambiental.</p> <p>- Artículo 70 los rellenos sanitarios serán la última opción para la disposición de los residuos.</p>	<p>- Carecer de las autorizaciones</p> <p>- Creación de basureros o tiraderos clandestinos.</p> <p>- Deposito o confinamiento de residuos fuera de los sitios destinados.</p> <p>- Establecer sitios de manejo de RME en lugares no autorizados.</p>	<p>Aplica sanciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial a través de la PROEPA</p>
		Amonestación
		Multa de 20 a 5000 días de salario mínimo
		Multa de 10001 a 15000 días de salarios mínimos
		Clausura total, parcial o temporal
		Arresto administrativo
		Decomiso
Suspensión o revocación de licencias, concesiones, permisos y autorizaciones		

También el estado cuenta con una norma ambiental denominada NAE-SEMADET-001-/2016 que fomenta el manejo adecuado de los RCD, para fortalecer su reutilización y reciclaje ya que los impactos ambientales producidos se reducen significativamente, asimismo define los procesos para la selección de sitios de acopio y disposición final.

Aunque se cuentan con leyes como la “Ley de Gestión Integral de Residuos del Estado de Jalisco” y la norma NAE-SEMADET-001-/2016, de acuerdo con el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Jalisco su cumplimiento no se lleva a cabo debido a los siguientes puntos:

- Solo un grupo reducido de generadores de RME está dado de alta como tal y han implementado programas de manejo debido a que están obligados.
- Existe un gran desconocimiento sobre estas leyes y normativas, esto conlleva a que se haga uso de formas de desecho informales e ilegales.
- Solo se ha reglamentado a nivel estatal la recolección y el transporte de los RME.
- No ha existido una conexión entre las entidades Federativas, Estatales y Municipales para la creación de mayor infraestructura para el manejo de residuos.
- Los municipios en particular menores a 100 habitantes no cuentan con personal capacitado y la herramienta necesaria para la gestión integral de RME.
- Los sistemas de recolección como tal son sumamente deficientes, siendo insuficientes para la recolección de los residuos.
- Los sitios de disposición final no cumplen con los requerimientos de la NOM-083-SEMARNAT-2003 para RME.

1.2.2.4 Guías para la gestión de RCD a nivel mundial.

En el mundo, a consecuencia de la crisis ocasionada por el mal manejo de los RCD, diversas Asociaciones Civiles y dependencias gubernamentales han desarrollado diversas guías para la correcta gestión de los RCD. A continuación, se presentarán algunas de estas guías con una breve descripción.

1.2.2.4.1 Guía para la elaboración del plan de gestión integral de Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) - Secretaría Distrital de Ambiente (Colombia 2014)

En este documento se plantean estrategias de fácil manejo y comprensión para la gestión de los RCD, haciendo un énfasis sobre el aprovechamiento de estos residuos. Esta guía facilita al generador de residuos formular un plan estratégico de gestión de RCD, que le permite aprovechar estos residuos, teniendo en cuenta los beneficios ambientales y económicos que pueda obtener.

1.2.2.4.2 Guía de buenas prácticas ambientales para la construcción- Cámara Chilena de la Construcción (Chile)

Dirigida a inmobiliarias, empresas constructoras y subcontratistas, propone medidas para atenuar los efectos ambientales que se generan en los siguientes ámbitos: ruidos, residuos, emisiones a la atmosfera y relaciones con los vecinos. Habla acerca de la correcta disposición de los residuos y la posibilidad de reutilizarlos en otros materiales.

1.2.2.4.3 Acuerdo de la comisión plenaria: Guía ambiental para la construcción -SETENA (Costa Rica)

Instrumento técnico para la planificación y ejecución de medidas ambientales de mitigación, minimización, prevención y corrección para las actividades de la construcción que puedan causar efectos significativos en el medio ambiente, sirviendo como medio de estandarización para la gestión ambiental.

1.2.2.4.4 Manual Ambiental de Obras-Administración de las Obras Sanitarias del Estado (Uruguay 2014)

Se basa en la correcta gestión de todos los residuos sólidos que se generan en la construcción, haciendo una correcta clasificación de cada uno de ellos que permita reciclar o reutilizar los materiales, minimizando la cantidad de desechos.

1.2.2.4.5 Guía de Buenas Prácticas Ambientales en el Diseño, Construcción, Uso, Conservación y Demolición de Edificios e Instalaciones- Pro-Madrid (España 2015)

Proporciona a los constructores medidas que reduzcan los impactos ambientales mediante procedimientos constructivos y de manejo de residuos apegados a sus leyes locales, en busca del menor impacto ambiental posible.

1.2.2.4.6 Manual de buenas prácticas ambientales en la construcción- SEMADET (México 2018)

Su objetivo es brindar información clara y concisa a todas las personas que participen en la industria de la construcción en el estado de Jalisco sobre lineamientos ambientales, legales y prácticos en los proyectos constructivos. La información que proporciona se divide en 3 lineamientos:

- Permisos básicos.
- Prácticas ambientales dentro de las obras.
- Gestión de residuos generados en la obra.

1.2.2.4.7 Conclusiones de las Guías para la gestión de RCD a nivel mundial.

Conociendo las Guías para la gestión de RCD a nivel mundial, se obtiene el conocimiento de cómo se propone por parte de gobierno o asociaciones la gestión de este tipo de residuos de acuerdo con las características y las legislaciones de los contextos. Este tipo de documentos

proporcionan instrucciones sencillas sobre la manera correcta en la que se pueden gestionar los RCD, permitiéndole implementar estas instrucciones a cualquier persona. El conocimiento de estas guías en esta investigación permite conocer distintas formas de transmitir el conocimiento de la gestión de los RCD de manera sencilla y práctica, basada en los diferentes contextos y legislaciones.

1.2.2.5 Salud y Ambiente

Según datos de la Organización Mundial de Salud (OMS), se estima que en el año 2012 12.6 millones de personas murieron por vivir o trabajar en ambientes poco saludables. Los factores de riesgo ambiental como la contaminación de aire, agua, tierra y suelo, la exposición a productos químicos, el cambio climático y la radiación ultravioleta contribuye en más de 100 enfermedades.

En la segunda edición del informe de la OMS: Ambientes saludables y prevención de enfermedades: Hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente, revela que las muertes por enfermedades no transmisibles que pueden atribuirse a la contaminación del aire han aumentado a 8.2 millones. Las enfermedades no transmisibles, como los accidentes cerebrovasculares, cáncer y las neumopatías crónicas, son la tercera parte de las muertes debido a la insalubridad del medio ambiente.

Por lo anterior es importante considerar que los sitios de disposición final bajo la gestión municipal, en los que se mezclan residuos sanitarios, de manejo especial y peligrosos, contienen agentes que pueden ocasionar daños graves a la salud humana, deteriorando la calidad de los suelos, el agua y el aire.

Con base al Programa Estatal para la prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Jalisco elaborado por el Gobierno de Jalisco, se detalla como la mala gestión de los residuos

producen gases y otros contaminantes con efecto invernadero involucrados en el cambio climático; también existe la posibilidad que por combustión voluntaria o involuntaria de los residuos se liberen contaminantes tóxicos, persistentes y bioacumulables.

1.2.2.6 Conclusión Significación Cualitativa

México y el estado de Jalisco tienen diversas normas, leyes y guías para el correcto manejo de los RCD, incluyendo sanciones para la incorrecta gestión de estos. El problema que tiene esta legislación es su aplicación, la mayor parte de los estados y los municipios no cuentan con la capacidad de personal para supervisar que la gestión de los RCD se haga de manera adecuada, provocando serios daños ambientales, económicos, políticos y sociales, por su disposición ilegal. Con base al análisis de la Significación Cualitativa, se vuelve de suma importancia la creación de métodos de aprovechamiento de RCD que incentiven las buenas prácticas entre los constructores del AMG, basados primeramente en el cumplimiento de las leyes existentes y los procedimientos propuestos por el gobierno, para con ello crear un plan integral de manejo de los RCD que sirva de apoyo para la legislación existente, subsanando los impactos ambientales, económicos y sociales que las malas prácticas han generado.

1.3 Importancia del trabajo

En México la construcción es una de las principales actividades económicas, en consecuencia, al año genera millones de Residuos de Manejo Especial que son dispuestos en sitios de disposición final como rellenos sanitarios o tiraderos clandestinos. Existen Programas, Normas y Legislaciones para intentar resolver la problemática ambiental, social, política y económica que trae el mal manejo de estos residuos, pero por falta de interés y difusión, éstas son desconocidas para la mayoría de los profesionistas en el país.

La reutilización y el reciclaje de los Residuos del Concreto en el campo profesional han sido poco abordados, un ejemplo claro es que el país solo cuenta con una planta recicladora de concreto ubicada en la Ciudad de México, que con base con datos reportados por ellos mismos no tiene la capacidad de cubrir la demanda de Residuos del Concreto generados por el estado.

Tomando en cuenta la problemática anteriormente mencionada y que Jalisco es una de las principales entidades que construye y genera Residuos del Concreto, esta investigación aborda la creación de un plan que entre los profesionistas del Área Metropolitana de Guadalajara cree una revalorización de estos residuos, que al ser dispuestos en un relleno sanitario pierden su valor. Para lograr este objetivo se propone que el plan mediante incentivos más que con sanciones, pueda promover y crear interés por las actividades de gestión, separación, transporte, disposición final, reúso y reciclaje de los Residuos del Concreto en el Área Metropolitana de Guadalajara, pudiendo crear nuevos productos que traigan vida a estos residuos. Con base a la revalorización de estos residuos mediante los procesos adecuados, se traerían a la zona trabajada beneficios, tales como: en lo económico disminución de costos, eficiencia en el trabajo y una mejor gestión de los materiales; en lo ambiental se reduciría la incorrecta disposición final de los residuos de concreto, disminuyendo los impactos ambientales que estos ocasionan en comunidades, ríos, bosques, terrenos o barrancas; en lo social al no disponer incorrectamente estos residuos se mejoran los entornos en donde vive la gente, haciéndolos habitables y saludables; y por último en lo político, se logra que una serie de leyes y normas se respeten al darle una serie de beneficios tangibles a los involucrados.

Capítulo 2: Marco contextual

2.1 Antecedentes empíricos del tema

En la actualidad se ha incrementado la generación de RCD en Latinoamérica y en México, en consecuencia, a esto se ha incrementado la necesidad de buscar soluciones en temas de gestión, aplicaciones, características y mercados que puedan tener estos residuos. Tomando en consideración lo anterior, este capítulo abordará los diferentes estudios que se han hecho acerca del tema y sus necesidades alrededor de Latinoamérica y México.

2.1.1 Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de Barranquilla desde su modelo de gestión- Carlos Albeiro Pacheco Bustos, Luis Guillermo Fuentes Pumarejo, Édgar Humberto Sánchez Cotte, Hugo Alexander Rondón Quintana (Colombia 2017)

A consecuencia del constante crecimiento que vive la ciudad de Barranquilla se han incrementado la generación de RCD en esta ciudad. Por esta razón, esta investigación mediante la realización de 75 encuestas, analiza las maneras de gestionar y aprovechar los RCD entre los constructores de la ciudad, buscando la mejor opción para la gestión y el aprovechamiento de RCD.

2.1.2 Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis- Aldana, J. y Serpell, A. (Colombia y Chile, 2012)

Este artículo presenta un metaanálisis de los contenidos de las publicaciones de gestión de RCD, recopila los avances más importantes en los últimos años. Los temas más mencionados son los residuos, las cantidades generadas, entre otros. Estos resultados podrían orientar a futuras generaciones, guiando la priorización de los esfuerzos de investigación en países en desarrollo,

analizando las metodologías de integración de los adelantos en el tema y las metodologías para la formulación de planes de gestión de RCD en obra.

2.1.3 Gestión interna de los Residuos Sólidos producidos en las obras de construcción de tipo urbanístico utilizando como herramienta tecnología de ayuda los Sistemas de Información Geográfica- Giovanna Vanessa Cárcamo Meola (Colombia 2008)

Esta tesis de maestría hace un análisis principal de las condiciones contextuales de la ciudad de Medellín, Colombia. Crea un sistema de interrelaciones con los Sistemas de Información Geográfica de Colombia, para con esto poder crear un análisis del contexto y poder así generar soluciones.

2.1.4 Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes- Jesús O. Castaño, Rodrigo Misle Rodríguez y Leonardo Andrés Lasso (Colombia 2013)

En Bogotá la construcción ha crecido de forma constante en los últimos años, concentrando entre el 20 y el 30 por ciento del PIB, en consecuencia, a esto se ha incrementado la producción de residuos generados, resultando en una grave problemática. En este artículo se discute el tema de la generación y la gestión de los RCD en Bogotá, además de las políticas públicas y condiciones necesarias para que la actividad de reciclaje de agregados sea viable en su contexto, generando acciones alrededor de las oportunidades y retos necesarios para alcanzar una gestión total de los RCD.

2.1.5 Agregado reciclado para morteros-Angela María Hincapié Henao y Elisa Andrea Aguja López (Colombia 2003)

Los RCD pueden ser reciclados y reutilizados en la elaboración de elementos prefabricados, morteros y hormigones. Esta investigación evaluó morteros elaborados con

agregados provenientes de cilindros de hormigón. Los cilindros fueron triturados hasta convertirlos en agregados finos, se creó un Agregado de Concreto Reciclado (ACR), producido en laboratorio y evaluado en propiedades físicas y mecánicas. Se prepararon tres dosificaciones en volumen 1:0:25:3, 1:0:5:4 y 1:1:5 (Cemento, Cal y Arena). Los resultados mostraron un comportamiento favorable del mortero.

2.1.6 Conferencia: Materiales de Construcción Sostenibles para la Edificación-Andrés Salas Moya (Colombia 2020)

En esta conferencia el Dr. Andrés Salas Moya abordó el tema del Aeropuerto de Chicago, construido con concreto reciclado. Se abordó el tema de los beneficios y las limitantes que tiene el Concreto Reciclado, las aplicaciones que este puede tener y los métodos con los que se puede trabajar para tener el mayor aprovechamiento posible de este material.

2.1.7 Mobiliario Urbano Prefabricado en Concreto con Agregado Grueso Reciclado- Andrés Rosas Chaves (Colombia 2014)

Esta investigación busca obtener un prototipo de banca como elemento de mobiliario urbano en concreto agregado grueso reciclado, producto de residuos de la construcción y la demolición de la ciudad de Bogotá. El punto de partida de esta investigación es el estudio del comportamiento de los agregados reciclados, tomando como base 5 investigaciones que analizaron los comportamientos de estos agregados, se hicieron estudios acerca de las necesidades estructurales y sociales de las bancas. Se evaluaron las ventajas y desventajas de 5 tipos de mobiliarios creados a partir de concreto reciclado, con base a esto se creó una propuesta propia, tomando en cuenta características ergonómicas, tomando en cuenta la Norma 4109 para elementos prefabricados en el urbanismo.

2.1.8 El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana- Carlos Bedoya y Luis Dzul (Colombia- México 2017)

Este artículo evalúa la confección del concreto usando agregados reciclados obtenidos de una valorización de escombros de concreto y mampostería. Se muestran aspectos como resistencia al esfuerzo de la compresión a 3,7,14, 28,56 y 91 días, porosidad, velocidad de pulso ultrasónico y carbonatación, costo económico en comparación con un concreto convencional y una reseña de las políticas públicas de la Construcción Sostenible, aprovechando el escombro de Medellín, Colombia. La resistencia al esfuerzo de la compresión y las medidas de velocidad de pulso ultrasónico de algunas mezclas fueron del 98% de las mezclas de referencias, confeccionada al 100% de agregados reciclados.

2.1.9 Residuos generados en la construcción de viviendas- Elías Ismael Hidalgo (Chile 2018)

El objetivo de esta investigación es proporcionar una herramienta que gestione los RCD, permitiendo a los constructores reutilizarlos, reciclarlos o simplemente destinarlos a rellenos sanitarios certificados; estas medidas permiten minimizar costos por mermas en las obras o por multas provocadas por la mala gestión.

2.1.10 Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción- Ana Grettell Leandro Hernández (Costa Rica 2007)

Este proyecto tiene como objetivo la identificación de propuestas de alternativas para la reutilización y manejo de RCD, basada principalmente en la correcta administración y gestión de estos materiales.

2.1.11 Procedimiento para el manejo de los Residuos de Construcción y Demolición- Carla Gallo (Perú 2007)

Este artículo tiene como propósito regular la gestión y el manejo de los RCD, para minimizar impactos en el ambiente, previniendo riesgos, protegiendo la salud y el bienestar de las personas y contribuyendo al desarrollo sostenible.

2.1.12 Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición- CMIC (México)

Este plan permite a los actores involucrados en la industria de la construcción dar cumplimiento a la normativa vigente en cuestión de manejo de RCD, buscando la minimización y el aprovechamiento de estos residuos, mediante su reutilización, reúso, reciclaje o correcta disposición final.

2.1.13 Comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregados reciclados- I.E. Martínez Soto y C.J. Mendoza-Escobedo (México 2005)

Los residuos producidos por las plantas premezcladoras de concreto representa un problema de residuos sólidos. Este trabajo propone utilizar estos residuos para fabricar Agregados de Concreto Reciclado (ACR) a partir de cilindros de concreto premezclado y diferente insumos de cemento. Los resultados de los experimentos que se realizaron demostraron que el comportamiento del concreto con agregados reciclados tiene un comportamiento similar al que tiene agregados naturales, se sugiere que puede ser utilizado como concreto de clase dos, de acuerdo con el Reglamento de Construcción del Distrito Federal (RCDF).

2.1.14 Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas- Domínguez Lepe J.A.- Martínez L. Emilio (México 2007)

La industria de la construcción demanda grandes volúmenes de recursos, siendo la mayor productora de residuos sólidos; sin embargo, estos no se aprovechan adecuadamente. Los objetivos de este trabajo son 2: reinsertar estos residuos al ciclo de vida de la construcción de

vivienda y segundo contribuir al conocimiento de estos materiales. Inicialmente se expone la fabricación y la caracterización de agregados, elementos constructivos y concretos simples reciclados, para utilizarlos en la construcción de un módulo de vivienda escala 1:1. Se encontraron resultados positivos en comparación con materiales de referencia de la región. Se concluye que la reinserción de los residuos al ciclo productivo de la construcción es una alternativa con la calidad necesaria.

*2.1.15 Reciclaje de materiales de la construcción: aplicación en mezclas de concreto hidráulico-
J.M. Gutiérrez Moreno y A. Mungarya Moctezuma (México 2014)*

Los residuos de concreto hidráulico representan materia prima para la producción de agregados, se estudió el comportamiento de dos mezclas de concreto hidráulico elaborada y probadas bajo condiciones similares. Los concretos que se hicieron con agregados reciclados mostraron un desempeño similar entre ambas mezclas en pruebas mecánicas practicadas en laboratorio. En base a estas pruebas se crearon concretos de resistencia de clase uno, que reducen los costos en el uso de concreto masivo y que representa una solución ambiental para la disposición final de los RCD.

*2.1.16 Análisis Ambiental del Mercado de los Residuos de la Construcción de la zona
Metropolitana de la Ciudad de México- Rivera, C y Gutiérrez C. (México 2008)*

El objetivo general de esta investigación es: efectuar un análisis de beneficios económicos y ambientales del aprovechamiento de la Ciudad de México, así como sus posibles afectaciones ambientales. Los resultados que se obtuvieron fueron: el reciclaje de RCD disminuye el impacto ambiental, la demanda proyecta un aumento en el consumo de agregados reciclados, mientras que la oferta proyecta un déficit, es menor el precio de los agregados reciclados y los costos por m³ por traslado y disposición de RCD son más favorables en la planta de reciclaje que en el relleno

sanitario. Como conclusión el reciclaje de RCD disminuye los impactos ambientales y tiene demanda en algunos sectores de la construcción.

2.1.17 Hacia un reciclaje de materiales de la construcción. Principios Fundamentales- José Manuel Falcon y Anahí de la Rosa (México 2013)

Este artículo aporta un punto de arranque conceptual en el diseño de una metodología para la problemática de los RCD, aportando una guía para reciclar los materiales de la construcción más populares como el asfalto, la madera, el acero, el concreto y el ladrillo, mediante procesos sostenibles en áreas sociales, económicas, energéticas y ecológicas.

2.1.18 Propuesta para la gestión integral sustentable de los residuos de construcción y demolición (RCD) en el área metropolitana de Guadalajara- Nadia Ayala Rodríguez (México, 2015)

Esta investigación aporta conocimiento en la reducción de RCD que se generan y depositan en el AMG, teniendo impacto sobre los aspectos socioambientales negativos. Crea un sistema de gestión integral de RCD a partir de una visión sustentable, identificando características del contexto y definiendo soluciones. Puntos importantes que contiene la propuesta de desarrollo e innovación desarrollados por la autora y otros participantes son: una estimación de generación de RCD en el AMG, el 2do y 3er borrador de la NAE referente a los RCD en Jalisco, un manual de procedimiento para el cumplimiento de dicha NAE, una calculadora de RCD para el desarrollo de vivienda, una propuesta de plan para autoridades y un prototipo de Planta de tratamiento Integral de RCD.

2.1.19 Conclusiones de Antecedentes empíricos del tema.

Con la visión de este panorama de estudios, se refuerza la importancia que presenta el tema y la necesidad que se tiende abordarlo desde contextos específicos, con propuestas que

promuevan soluciones prácticas y asertivas. Cada uno de estos estudios atiende las diferentes necesidades de su contexto, pero la mayoría comparten soluciones que pueden ser aplicadas en otros contextos. Este estado del arte da la oportunidad de conocer que se está haciendo en otras partes del mundo, de esto analizar qué se puede aplicar en el AMG y con qué se puede innovar. En Latinoamérica se está teniendo una oportunidad inmejorable de aprovechar estos residuos y se está trabajando para lograr métodos que permitan a los constructores no sólo separar y disponer de manera adecuada estos residuos, sino que también poder aprovecharlos. En México, Colombia, Chile y Costa Rica se está buscando mejorar los procesos de separación y aprovechamiento, definiendo las características que estos materiales deben de tener y los mercados a los que pueden acceder; el reto para las investigaciones de todos estos países es conseguir que sus trabajos tengan una difusión que llame la atención local, incentivándolos a mejorar sus procesos de gestión de RCD, obteniendo una disminución en los impactos ambientales, sociales, económicos y políticos.

2.2 Análisis Noticioso del tema

La creciente problemática ocasionada por la mala gestión de los RCD ha provocado diversas manifestaciones de la sociedad por los impactos negativos que está ha tenido. En esta sección se hace un análisis noticioso sobre el contexto que se está viviendo sobre la gestión de RCD en Latinoamérica y México.

2.2.1 Residuos de construcción: leyes, proyectos y retos- El tiempo (Colombia 2019)

La construcción en Colombia genera el 40% de los residuos y consume el 60% de los materiales extraídos de la tierra, desperdiciando el 20%. A consecuencia de esto, el gobierno ha hecho esfuerzos para desarrollar leyes e infraestructura basados en proyectos.

2.2.2 Tres años sin escombrera, ¿qué ha pasado con el sitio de residuos de construcción y demolición? – La crónica del Quindío (Colombia 2019)

Aunque ha habido protestas por parte de los volqueteros y fallos del Tribunal Administrativo del Quindío (TAQ), en el que se ordena la consecución de un lugar para disposición final de RCD, el departamento sigue sin tener un sitio legal. Ya no se necesita una escombrera, sino un sitio de aprovechamiento; se tienen 15 lotes en los que se puede ubicar este sitio.

2.2.3 ¿Sabe usted a dónde van los escombros que salen de su casa? – Víctor Andrés Álvarez (Colombia 2018)

Diariamente en Medellín 650 toneladas de RCD a través de 22 volquetas son transportados a 3 sitios de disposición final; hoy la capacidad de estos 3 sitios está desbordada, teniendo la Secretaría de Medio Ambiente que cerrarlos temporalmente.

2.2.4 Continúa evacuación de desechos en la Escombrera de la 50, sur de Cali– El país (Colombia 2019)

Desde 2018 de la Escombrera de la 50 al sur de Cali, se han retirado con una gestión importante 78,000 metros cúbicos de escombros, en el 2019 en los primeros 2 meses se limpiaron 12 mil metros cúbicos; todo esto con el objetivo de tener una estación limpia y plana, con el fin de hacer gestión de los residuos diarios que se generan, mientras se cierra. Esta medida como tal para la comunidad ha significado saneamiento ambiental.

2.2.5 Novedoso portal web impulsado por Corfo entrega tips sobre gestión de residuos– Consuelo Rehbein (Chile 2019)

En el mundo la construcción es responsable del 35% de los residuos sólidos; en Chile la generación de los RCD es una de las áreas carentes de desarrollo junto con la economía circular en

la construcción. Por esta razón, Construye2025 ha desarrollado un sitio específicamente para asesorar el manejo de RCD, acercando a la industria una estrategia multisectorial que promueve la gestión de RCD a través de la economía circular.

2.2.6 Antofagasta podría contar con dos puntos de acopio para desechos de la construcción– Portal Minero (Chile 2019)

Se busca dar solución definitiva a los RCD producidos en el sector público, privado y domiciliario; a través de una alianza público- privada impulsada por la Cámara Chilena de la Construcción de Antofagasta, buscando desarrollar puntos de acopio apropiados para los RCD.

2.2.7 ¡Al fin otro lugar para botar los restos de construcción! – Miguel Ángel Párraga (Ecuador 2019)

Este espacio nuevo se ubica en la cooperativa Nuevo Ecuador de la Isla Trinitaria al sur de Guayaquil, siendo el segundo de la ciudad que permite recibir RCD. El servicio no tiene ningún costo para la ciudadanía, ya que se pretende evitar su mala disposición en la vía pública.

2.2.8 En Lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos– Juan Pablo León (Perú 2017)

En Lima se producen 30 mil metros cúbicos por desmonte, es decir, 19 mil toneladas; en la ciudad existen 6 lugares autorizados para recibir residuos sólidos, pero ninguno exclusivamente para desmonte de construcción. En 2012 surgió un proyecto para destinar un terreno para ser una escombrera, pero no prosperó; en consecuencia, el 70% del desmonte va al mar y a los ríos, solo el 30% va a los puntos autorizados.

2.2.9 ¿A dónde van los residuos de la construcción y la demolición? -Carina Martínez (México 2017)

La Ciudad de México o Distrito Federal cuenta con la norma NADF-007-RNAT-2013 que gestiona el manejo de los RCD, ya que en ella se generan diariamente alrededor de 7 mil toneladas. La ciudad solo cuenta con 2 sitios oficialmente aprobados para la disposición final, situación preocupante después del 19 de septiembre de 2017. Concretos Reciclados es uno de estos sitios, en donde se procesan solamente el 3% de los RCD generados en la ciudad, fabricando gravas y arenas.

2.2.10 El Gobierno de la CDMX quiere construir plantas de reciclaje de cascajo-Obras (México 2019)

La jefa de Gobierno de la Ciudad de México Claudia Sheinbaum, el 26 de mayo de 2019, al presentar su programa Basura Cero y Economía Circular, a consecuencia de las más de 14 mil toneladas de cascajo que se generan en la ciudad, contempla la creación de seis plantas recicladoras de cascajo.

2.2.11 Zapopan es el que tiene más tiraderos clandestinos de escombros – El Informador (México 2018)

En la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) se ubicaron 25 sitios clandestinos, de los cuales 19 se ubicaron en el municipio de Zapopan. Se recibieron 50 reportes de estos espacios, principalmente en el Bajío, en la colonia de Lomas de la Primavera y la zona aledaña a la carretera de Saltillo; no existen sancionados y se desconocen los dueños de los predios. La Asociación Civil Anillo Primavera, explico que, en el Bosque de la primavera, una de las principales zonas de escurrimiento, estos residuos afectan principalmente la filtración de agua y a la fauna que habita en este bosque.

2.2.12 Constructores prometen menor daño ambiental– El Informador (México 2018)

La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) y la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET), se comprometieron para que las obras que ejecuten causen el menor daño ambiental, reaprovechando los residuos, mediante la creación de un manual de buenas prácticas en la materia.

2.2.13 Conclusiones del Análisis Noticioso del tema.

Teniendo conocimiento acerca de la situación que se tiene con respecto a la gestión y el aprovechamiento de los RCD a nivel local, nacional e internacional, se puede concluir que en cada sitio se tiene conocimiento acerca de las problemáticas que ocasionan esta clase de residuos y están en la búsqueda de soluciones. En Colombia se busca difundir leyes, normativas y guías sobre la gestión de RCD junto con la creación de sitios de disposición final; en México se busca resolver el problema de los tiraderos clandestinos, mediante el aprovechamiento de estos residuos; en Chile buscan la creación de puntos de disposición final y el acompañamiento tecnológico de sus estrategias de gestión de RCD; en Perú reportan que el 70% de sus RCD; por ultimo en Ecuador se comienzan a construir sitios de disposición final para RCD. Este análisis demuestra que la problemática que se tiene con la gestión de los RCD es actual y está sucediendo a nivel local, nacional e internacional, provocando que sea necesaria la búsqueda de soluciones para este problema.

2.3 Referentes conceptuales del tema

En este apartado de la investigación se abordarán cuatro referentes conceptuales relevantes en el tema, que servirán de guía para las siguientes etapas. El primer concepto que se abordará es el Biomimetismo, que mediante la imitación de ciclos naturales busca crear estrategias para las necesidades humanas actuales y sus procesos; el segundo concepto que se analizará será La economía circular de acuerdo con 4 formas para incrementar la productividad de

los materiales; el tercer concepto es el de Ciudades Saludables donde se especifican seis estrategias para reducir las emisiones de CO₂; y por último el tercer concepto es el del Procedimiento de Deconstrucción para el manejo de RCD, en él se explica como dice su nombre las características que debe de tener el proceso de deconstrucción.

2.3.1 Biomimetismo: innovación inspirada por naturaleza.

De acuerdo con Jannine M. Benyus, la biomimética etimológicamente proviene de las palabras bios que es vida y mimesis que es imitar. La biomimética es una nueva ciencia basada en modelos, sistemas, procesos y elementos naturales con el propósito de imitarlos y así encontrar soluciones a las necesidades humanas con la condición de que sean sustentables. Alrededor del mundo gran cantidad de científicos han creado proyectos o experimentos con las bases de esta ciencia, que, aunque parezca radical, ya es un nuevo concepto empleado por muchas organizaciones para la construcción de bienes y servicios.

La biomimética puede ser utilizada por ingenieros, administradores, diseñadores, arquitectos, líderes de negocios y muchos otros campos más, con el objetivo de crear herramientas de diseño sustentables. El proceso de biomimetismo se describe como una espiral la cual sirve como una guía de ayuda para tomar en cuenta la biología de los desafíos, consultando al mundo natural en busca de inspiración, garantizando la imitación de la naturaleza en todos los niveles de procesos y de ecosistemas.

Esta metodología no solo contribuye con nociones naturales para el diseño físico, sino que también en los procesos de fabricación, envasado y todo el camino hasta él envío, distribución y las decisiones de recuperación del producto. Se usa una espiral para enfatizar que el proceso es reiterativo, se evalúa si cumple bien el objetivo de su proceso de vida, si ya no lo cumple se

plantea un nuevo desafío y el proceso de diseño comienza de nuevo. Esta espiral desarrolla los siguientes elementos:

- Identificación: el objetivo de este punto es la identificación de desafíos reales, con base a esto desarrolla diseños basados en los principios de la vida. La naturaleza tiene banco de retroalimentación, en constante aprendizaje, adaptación y evolución.
- Interpretación: tomando en cuenta la identificación, se trasladan la información de diseño en funciones que desarrolla la naturaleza, con una referencia hacia ¿cómo la naturaleza hace esta función?
- Descubrimiento: en esta parte se buscan los mejores modelos naturales para responder las incógnitas que se tienen y encontrar a los seres vivos que responden mejor a la situación.
- Resumen: se buscan los patrones y los procesos en los que la naturaleza logra el éxito, se crean taxonomías de estrategias de la vida y se seleccionan las estrategias más relevantes, que cumplan con el diseño principal.
- Emular: se desarrollan soluciones basadas con la naturaleza, se busca imitar a la naturaleza, pero observando las características de la situación.
- Evaluación: se comparan las ideas propias con los casos de éxito naturales y con la vida. Tomando en cuenta esto se busca la manera de mejorar el diseño.

El principal reto del Biomimetismo, es su implementación en procesos industriales y tecnológicos, que permitan obtener procesos menos dañinos al medio ambiente, probablemente sacrificando la producción por los impactos positivos que estos procesos pueden generar.

2.3.2 Economía Circular.

La economía circular es reparadora y regeneradora, de acuerdo con la fundación Ellen MacArthur, su objetivo es conseguir que los productos, componentes y recursos mantengan su utilidad y valor en todos momentos. La economía en si consiste en un ciclo continuo de desarrollo positivo que conserva y mejora el capital natural, optimiza los recursos y minimiza los riesgos del sistema, gestionando una cantidad finita de existencias y flujos renovables.

La economía circular proporciona múltiples mecanismos de creación de valor, el consumo solo se produce en ciclos biológicos eficaces, por lo demás el uso sustituye al consumo. Los recursos se regeneran dentro del ciclo biológico o se recuperan y restauran gracias al ciclo técnico. En el ciclo biológico, existen muchos procesos que regeneran los materiales descartados, pese a la intervención humana o sin ella. En el ciclo técnico, con la suficiente energía disponible, se pueden recuperar los distintos recursos y recrear el orden con la mano del hombre, dentro de la escala temporal que se plantee.

La economía circular tiene 3 principios básicos:

- Principio 1: Preservar y mejorar el capital humano, teniendo control de existencias finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables.
- Principio 2: optimiza el uso de los recursos mediante la rotación de productos, componentes y materiales, buscando su máxima utilidad en todo momento, tanto en los ciclos técnicos como en los biológicos.
- Principio 3 fomentar la eficacia revelando y eliminando externalidades negativas como los daños al uso humano relacionados con los alimentos, la movilidad y la vivienda.

El principal reto que tiene la economía circular es la creación de productos, ya sea por reuso o reciclaje, que tengan demanda por parte del mercado. El reciclaje o reusó para la creación de

productos que no tienen una demanda en el mercado, es peor que la disposición final adecuada de estos productos, debido a que se somete a un proceso a un residuo para generar un producto que no tendrá vida.

2.3.3 Ciudades Saludables.

De acuerdo con el artículo “6 Steps for Designing Halthy Cities” escrito por Niall Patrick Walsh, las ciudades consumen cerca de dos terceras partes de la energía producida a nivel mundial y son responsables de más del 70% de las emisiones de CO₂. Con respecto a este tema el estudio holandés de diseño e investigación FABRICATIONS, ha investigado como las ciudades en Holanda pueden reducir sus emisiones de CO₂.

Para reducir el impacto de las ciudades, FABRICATIONS busca replantear los sistemas urbanos y el concepto de ciudad. Mediante el metabolismo urbano, visualiza las ciudades como un sistema de capas superpuestas, basado en procesos circulares donde productos residuales del sistema se convierten en un recurso para un sistema diferente.

La firma FABRICATIONS ha desarrollado 6 estrategias para el desarrollo de ciudades saludables, que se muestra a través de varios trabajos de investigación. Estas estrategias son las siguientes:

1. Utilice el calor residual convirtiéndolo en energía eléctrica, con esta energía eléctrica ilumine espacios públicos y caminos.
2. Convierta las ciudades en esponjas, contemplando espacios para el almacenamiento de agua pluvial con funciones adicionales en horas inhábiles.
3. Recolecte y procese residuos orgánicos, con el fin de fertilizar granjas urbanas y producir energía.
4. Establezca prácticas para la reutilización de Residuos de la Construcción, reduzca la demolición, la obtención, la transportación de nuevos materiales y la construcción de

nuevas edificaciones, conservando el patrimonio existente, creando pertenencia en las comunidades.

5. Aproveche los espacios urbanos descuidados, para llevar naturaleza al entorno urbano, fomentando un estilo de vida saludable a través del contacto con las plantas.
6. Priorice accesos a la movilidad sostenible y a los automóviles eléctricos, mediante la construcción de infraestructura sustentable.

El principal reto que tiene este referente conceptual es la complejidad de ser implementado en otros contextos, debido a que se vuelve fundamental que el contexto en el que se implemente desarrolle previamente buenas prácticas sustentables, esto lamentablemente no ocurre en la gran mayoría de los países.

2.3.4 Procedimiento de Deconstrucción para el manejo de RCD.

De acuerdo con el artículo Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción, la deconstrucción son las actividades coordinadas para el aprovechamiento de los RCD, para reincorporarlos en un proceso económico. Estas actividades son operaciones de desmantelado y recolección de residuos, haciendo el proceso de demolición, un proceso ordenado y permitiendo aprovechar al máximo los materiales de un edificio derrumbado.

El proceso de deconstrucción se lleva a cabo a partir de las siguientes actividades:

- Desmontaje de elementos arquitectónicos que puedan ser reutilizados en otras construcciones con el mínimo proceso, por ejemplo, puertas de madera, cancelas, ventanas, etc.
- Reconocimiento de Residuos Peligrosos, con el fin de aislarlos de los demás, por ejemplo, losas de poliestireno.

- Derribo masivo de la estructura del edificio, con objeto de recuperar los materiales pétreos.
- Recuperación de los materiales reciclables no pétreos como el acero y el plástico.

En este proceso se debe tener en cuenta que hay materiales que no son elaborados pensando en su desmontaje. En este proceso el principal objetivo es la máxima recuperación de elementos reutilizables o reciclables. Uno de sus principales retos es que se debe hacer una planeación de desmontaje y capacitar al personal para que esta actividad se haga con el mayor cuidado posible para no dañar los elementos que se están retirando.

Capítulo 3 Diseño Metodológico

En este capítulo se abordarán los supuestos y los objetivos, generales y específicos, de este trabajo. Posteriormente se procederá a describir las herramientas metodológicas que se usaran para demostrar estos supuestos y desarrollar los objetivos.

3.1 Supuesto General de trabajo

El aprovechamiento de los residuos generados del concreto, mediante el reúso o el reciclaje mejoraría las dimensiones sociales, económicas, políticas y ambientales, debido a que se tiene la creencia de que ha terminado su vida útil, siendo desechados a rellenos sanitarios, provocando un grave deterioro ambiental y un daño a la salud de los habitantes a nivel local y regional.

3.2 Supuesto Especifico de trabajo

Para poder llegar al reúso o reciclaje correcto de los residuos generados del concreto es necesario tomar en cuenta procesos de gestión de residuos en proyecto ejecutivo y obra, crear incentivos que promuevan la buena gestión de los residuos generados y su correcta disposición final, diseñar el proceso de reciclaje o reúso de acuerdo con el contexto del AMG y crear productos que el mercado necesite.

3.3 Pregunta General

¿Qué características debe de tener un plan de manejo de residuos generados del concreto para que sea funcional en el AMG y tenga impactos positivos en las 4 dimensiones de la sustentabilidad: ambiental, económica, social y política?

3.3 Preguntas particulares

- ¿Se separan los RCD en el AMG?

- ¿En el AMG se está dispuesto a utilizar elementos constructivos creados a base del reciclaje de RCD?
- ¿Qué estrategias se pueden poner en práctica en obra para disminuir la generación de RCD?
- ¿Qué incentivo se le puede dar a una persona que se dedica a la construcción para que gestione de manera adecuada los RCD?
- ¿Qué estrategias de gestión de RCD existen para su manejo en obra?
- ¿Cuál es la mejor estrategia de gestión de RCD para el AMG?
- ¿Qué producto creado con residuos generados del concreto sería el que consumirían mayormente?
- ¿Qué producto creado a base de residuos del concreto es el adecuado para el mercado mexicano?
- ¿Qué características debe de tener el producto creado a base de residuos del concreto para entrar en una Norma mexicana de materiales de la construcción?

3.4 Objetivo General

Desarrollar un plan de manejo integral sustentable para los residuos del concreto del AMG, para lograr su mayor aprovechamiento, crear conciencia del adecuado manejo de residuos, reducir los impactos ambientales, económicos, políticos y sociales que estos producen.

3.5 Objetivos Específicos

1.- Comprobar la viabilidad de actividades de separación y el posible uso de elementos constructivos creados a partir del reciclaje de los residuos generados del concreto.

2.- Crear un incentivo para la separación de los RCD en el AMG, que fomente esta actividad entre los profesionistas de la Construcción y la Demolición, resolviendo los problemas que se tienen en la aplicación de las leyes de gestión de RCD en el AMG.

3.- Crear una estrategia que eficiente los procesos de separación dentro de las actividades de la construcción y señale pautas para su correcta transportación al sitio de disposición final.

4.- Crear un material constructivo creado a base del reciclado o reutilización de los residuos generados del concreto, que cumpla con las Normas Mexicanas de materiales de la construcción y esté basado en las necesidades de los profesionistas del área de la construcción en el AMG.

3.6 Elección Metodológica

La investigación será mixta, su mayor contenido será de carácter cualitativo debido a que principalmente se analizarán la planeación, el manejo y la gestión de RCD durante el proceso de elaboración de proyecto ejecutivo y obra, se analizarán estrategias para no contaminar los materiales. El carácter cuantitativo se verá reflejado en el uso de una encuesta para delimitar el segmento de mercado y la aplicación del producto que se va a crear; también se verá reflejado en el uso de experimento para determinar las características técnicas de los materiales reciclados. Las fuentes de información son mixtas, ya que se incluye investigación documental e investigación de campo. En las siguientes secciones se desarrollará la tabla de alineación epistemológica que detallará objetivos, preguntas y supuestos que servirá para el desarrollo del cuadro de operacionalización, que describirá a detalle la metodología y los instrumentos que se desarrollarán.

3.6.1 Tabla de Alineación epistemológica.

Tabla 20: Alineación epistemológica.

Objetivos	Preguntas	Supuestos
<p>Objetivo general:</p> <p>Desarrollar un plan de manejo sustentable para los residuos del concreto del AMG, para lograr su mayor aprovechamiento, crear conciencia del adecuado manejo de residuos, reducir los índices de contaminación ambiental</p>	<p>¿Qué características debe de tener un plan de manejo de residuos generados del concreto para que sea funcional en el AMG y tenga impactos positivos en las 4 dimensiones de la sustentabilidad: ambiental, económica, social y política?</p>	<p>Supuesto general de trabajo</p> <p>El aprovechamiento de los residuos generados del concreto, mediante el reúso o el reciclaje mejoraría de manera sustancial dimensiones sociales, económicas y ambientales, debido a que se tiene la creencia que ha terminado su vida útil, siendo desechados a rellenos sanitarios, provocando un grave deterioro ambiental y un daño a la salud de los habitantes que viven alrededor de estos terrenos</p> <p>Supuesto específico de trabajo</p> <p>Para poder llegar al reúso o reciclaje correcto de los residuos generados del concreto es necesario tomar en cuenta procesos de gestión de residuos en</p>

		proyecto ejecutivo y obra, crear incentivos que promuevan la buena gestión de los residuos generados y su correcta disposición final, diseñar el proceso de reciclaje o reúso de acuerdo con el contexto del AMG y crear productos que el mercado necesite.
Objetivos Específicos:		
1. Comprobar la viabilidad de actividades de separación y el posible uso de elementos constructivos creados a partir del reciclaje de los residuos generados del concreto	¿Se separan los RCD en el AMG? ¿En el AMG se está dispuesto a utilizar elementos constructivos creados a base del reciclaje de RCD?	Separando los RCD en el AMG es posible poder someterlos a procesos de reciclaje que generen nuevas aplicaciones constructivas necesarias para la actividad profesional de la construcción
2. Crear un incentivo para la separación de los RCD en el AMG, que fomente esta actividad entre los profesionistas de la Construcción y la Demolición, resolviendo los problemas que se tienen en la aplicación de las leyes de gestión de RCD en el AMG	¿Qué incentivo puede promover la actividad de la separación y la donación de los RCD en el AMG?	Con un incentivo adecuado se puede fomentar la actividad de la separación de los RCD en el campo profesional del AMG. Con esto se podría garantizar el correcto reciclaje de los RCD
3. Crear una estrategia que eficiente los procesos de separación dentro de las actividades de la construcción y señale pautas para su correcta	¿Qué estrategias de gestión de RCD existen para su manejo en obra? ¿Cuál es la mejor estrategia de gestión de RCD para el AMG?	Durante la obra los materiales se pueden contaminar con Residuos Sólidos Urbanos o Residuos Peligrosos, haciendo mucho más complicado su proceso de reciclado. Es

transportación al sitio de disposición final		necesario proponer una estrategia que genere beneficios al constructor en obra que se vea reflejado en imagen y aprovechamiento de materiales, permitiendo lograr una transportación adecuada de ellos
4. Crear un material constructivo creado a base del reciclado o reutilización de los residuos generados del concreto, que cumpla con las Normas Mexicanas de materiales de la construcción y esté basado en las necesidades de los profesionistas del área de la construcción en el AMG	<p>¿Qué material creado a base de residuos del concreto es el adecuado para el mercado mexicano?</p> <p>¿Qué características debe de tener este material creado a base de residuos del concreto para entrar en una Norma mexicana de materiales de la construcción?</p>	Un material creado en base de residuos del concreto debe de tomar las necesidades del mercado constructivo del AMG y cumplir con las Normas mexicanas de materiales de la construcción, esto garantiza que sea un material que va a tener un nuevo uso

3.6.2 Cuadro de operacionalización.

Tabla 21: Cuadro de Operacionalización.

Momento Metodológico	Postura Epistémica / Metodología	Método	Técnicas	Observables
1. Comprobar la viabilidad de actividades de separación y el	Cuantitativo/ Cualitativo	- Analítico Descriptivo	- Entrevista - Encuesta	- Profesionales que conozcan las estrategias de

<p>posible uso de elementos constructivos creados a partir del reciclaje de RCD</p>				<p>manejo de los RCD en el AMG</p> <ul style="list-style-type: none"> - Profesionales que construyan en el AMG
<p>2. Crear un incentivo para la separación de los RCD en el AMG, que fomente esta actividad entre los profesionistas de la Construcción y la Demolición, resolviendo los problemas que se tienen en la aplicación de las leyes de gestión de RCD en el AMG</p>	<p>Cuantitativo / Cualitativo</p>	<p>- Analítico Descriptivo</p>	<p>- Entrevista - Encuesta</p>	<p>- Profesionales que conozcan las estrategias de manejo de los RCD en el AMG</p> <p>- Profesionales que construyan en el AMG</p>
<p>3. Crear una estrategia que eficiente los procesos de separación dentro de las actividades de la construcción y señale pautas para su correcta transportación al sitio de</p>	<p>Cuantitativo / Cualitativo</p>	<p>-Hermenéutico - Analítico descriptivo</p>	<p>- Revisión bibliográfica - Entrevista - Encuesta - Observación directa</p>	<p>- Libros, tesis, publicaciones y artículos</p> <p>- Leyes, normas y guías nacionales e internacionales</p> <p>- Profesionales que conozcan las estrategias de manejo de los RCD en el AMG</p>

disposición final				<ul style="list-style-type: none"> - Profesionales que construyan en el AMG - Construcciones en el AMG
4. Crear un material constructivo creado a base de el reciclado de los RCD, que cumpla con las Normas Mexicanas de materiales de la construcción y esté basado en las necesidades de los profesionistas del área de la construcción en el AMG	Cuantitativo / Cualitativo	<ul style="list-style-type: none"> -Hermenéutico -Experimental - Analítico descriptivo 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión bibliográfica - Observación directa -Experimento 	<ul style="list-style-type: none"> - Normas, Libros, tesis, publicaciones y artículos - Observación de distintos tipos de mezclas y sus características al secar - Pruebas de resistencia y absorción basado en normas mexicanas sobre material propuesto

3.7 Selección de técnicas y diseño de instrumentos

3.7.1 Entrevista a experto sobre la materia de gestión de RCD

El objetivo de esta entrevista es saber cuál es el punto de vista de un experto sobre el tema de manejo de RCD en el AMG y qué posibles estrategias ve viables para poder mejorarlo.

Para este instrumento se decidió entrevistar a la Maestra Arquitecta Nadia Ayala, debido al amplio

conocimiento que tiene sobre gestión de los RCD y la normatividad que se puede aplicar. Esta entrevista se puede encontrar en el Anexo 2.

3.7.2 Entrevista a investigador a nivel nacional de los materiales reciclados con base en RCD.

El objetivo de esta entrevista es saber cuáles son las experiencias y los puntos de vista de un investigador que ha trabajado con el reciclaje de los RCD. Para este instrumento se decidió entrevistar al Dr. José Manuel Falcon Meraz debido a la tesis que realizó en su maestría sobre Ciencias de la construcción en Durango. Esta entrevista se puede encontrar en el Anexo 3.

3.7.3 Entrevista a investigador a nivel local de los materiales reciclados con base en RCD.

El objetivo de esta entrevista es saber cuáles son las experiencias y los puntos de vista de un investigador que ha trabajado con el reciclaje de los RCD. Para este instrumento se decidió entrevistar al M. Ing. Rahan Ángel Valladares debido a la Trabajo de Obtención de Grado que realizó en su maestría sobre Proyectos y Edificación Sustentables en el ITESO. Esta entrevista se puede encontrar en el Anexo 4.

3.7.4 Entrevista a profesionistas dedicados a la construcción en el AMG.

El objetivo de esta entrevista es saber cuáles son las experiencias y los puntos de vista de 2 profesionistas dedicados a la construcción en el AMG sobre el reciclaje de los RCD. Para este instrumento se decidió entrevistar a la Arq. Ángeles Zamarripa Gastelum y al Arq. Erick Ortega Vadillo, debido a su experiencia en la construcción en el AMG. Estas entrevistas se pueden ubicar en los Anexos 5 y 6.

3.7.5 Entrevista a constructor en el AMG.

El objetivo de esta entrevista es saber cuáles son las experiencias y los puntos de vista de un constructor en el AMG sobre el reciclaje de los RCD. Para este instrumento se decidió entrevistar

al Maestro de Obra Félix González, debido a su experiencia en la construcción en el AMG. Esta entrevista se puede encontrar en el Anexo 7.

3.7.6 Entrevista a miembros del Instituto Americano del Concreto.

El objetivo de esta entrevista es saber cuáles son las experiencias y los puntos de vista de 2 miembros del Instituto Americano del Concreto en el AMG sobre el reciclaje de los RCD. Para este instrumento se decidió entrevistar al M. Ing. David Urzua y al M. Ing. Florencio González. Estas entrevistas se pueden encontrar en la Anexos 8 y 9.

3.7.7 Entrevista al Director de Obras Publicas de Tlajomulco de Zúñiga: Ing. Jorge González Morales.

El objetivo de esta entrevista es conocer más acerca de las estrategias de manejo de RCD del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, verificar la existencia de un sistema de recolección, los sitios de disposición final que tiene y la factibilidad en el municipio de la creación de una planta de reciclaje de RCD. Esta entrevista se puede encontrar en el Anexo 10.

3.7.8 Observación de Separación de RCD en el AMG

El objetivo de esta observación directa es hacer un análisis descriptivo sobre los diferentes procesos de separación de los RCD que se realizan en el AMG. Para esto se decidió observar la remodelación de las oficinas de Basáñez Consulting, en el municipio de Guadalajara. En esta herramienta se analizan las características de separación de los Residuos de Madera, Concreto, Vidrio, Acero y Plástico en una obra de tamaño grande en el AMG. Esta Observación Directa se puede encontrar en el Anexo 11.

3.7.9 Observación de Obra Pública creada con material a base de reciclaje de asfalto.

El objetivo de esta observación directa es hacer un análisis descriptivo sobre una obra pública creada con material a base de reciclaje de asfalto. Para esto se decidió observar el Vaso Regulador Eucaliptos, en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga. Esta Observación Directa se puede encontrar en el Anexo 12.

3.7.10 Encuesta base para determinar el mercado y la aplicación de los materiales hechos con RCD.

El objetivo de esta encuesta es vaciar los datos obtenidos de las entrevistas anteriormente realizadas para determinar sus variables, con base en ellas aplicar este instrumento para saber cuál es el mejor segmento posible y cuál es la mejor aplicación para los materiales hechos con RCD. Esta encuesta se puede encontrar en el Anexo 13.

3.7.11 Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España.

Este análisis FODA tiene como objetivo revisar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que tienen los distintos documentos y guías de manejo de RCD a nivel internacional y nacional, teniendo como resultado una serie de pautas que sirven para crear un plan de gestión de RCD para el AMG. Este Análisis FODA se puede encontrar en los Anexos 14 y 15.

3.7.12 Experimento: Obtención de Agregado Reciclado- Método Mecánico.

En la búsqueda del agregado reciclado de concreto ya sea fino o grueso, esta herramienta tiene como objetivo analizar el proceso de obtención con herramientas mecánicas, sus beneficios y sus inconvenientes. La estructura de este experimento es Introducción, Método, Materiales y Herramientas, Metodología, Resultados, Análisis y Conclusiones. Este experimento se puede encontrar en el Anexo 16.

3.7.13 Experimento: Obtención de Agregado Reciclado de Concreto- Método Manual

En la búsqueda del agregado reciclado de concreto ya sea fino o grueso, esta herramienta tiene como objetivo analizar el proceso de obtención manual por separación, sus beneficios y sus inconvenientes. La estructura de este experimento es Introducción, Método, Materiales y Herramientas, Metodología, Resultados, Análisis y Conclusiones. Este experimento se puede encontrar en el Anexo 17.

3.7.14 Experimento: Obtención de Agregado Reciclado de Concreto- Desechos Propios.

Esta herramienta tiene como objetivo analizar los RCD que se generan en esta investigación, y analizar la cantidad de agregados finos y gruesos que se pueden recuperar. La estructura de este experimento es Introducción, Método, Materiales y Herramientas, Metodología, Resultados, Análisis y Conclusiones. Este experimento se puede encontrar en el Anexo 18.

3.7.15 Experimento: Prueba de Agregado Fino Reciclado de Concreto.

En esta herramienta tomando en cuenta normas mexicanas se analizarán la calidad del Agregado Fino Reciclado obtenido y de acuerdo con los resultados se mejorará. La estructura de este experimento es Introducción, Método, Materiales y Herramientas, Metodología, Resultados, Análisis y Conclusiones. Este experimento se puede encontrar en el Anexo 19.

3.7.16 Experimento: Prueba de Agregado Grueso Reciclado de Concreto- Gravilla.

En esta herramienta tomando en cuenta normas mexicanas se analizarán la calidad del Agregado Grueso Reciclado obtenido y de acuerdo con los resultados se mejorará. La estructura de este experimento es Introducción, Método, Materiales y Herramientas,

Metodología, Resultados, Análisis y Conclusiones. Este experimento se puede encontrar en el Anexo 20.

3.7.17 Observación directa-Trabajabilidad con mezcla de concreto proporción 1:5:2 (Cemento, Arena de río, Gravilla) en Bloques Huecos.

La finalidad de esta herramienta es mediante una observación directa, analizar las propiedades de trabajabilidad que tiene la mezcla de concreto 1:5:2 (Cemento, Arena y Grava) en bloques huecos, variando la cantidad de agua de está. La estructura de esta Observación Directa es Introducción, Método, Materiales y Herramientas, Metodología, Resultados, Análisis y Conclusiones. Esta Observación Directa se puede encontrar en el Anexo 21.

3.7.19 Experimento: Resistencia de concreto proporción 1:5:2:1.5 (Cemento, Arena de Río, Gravilla, Agua) en Bloques Huecos.

El objetivo de esta herramienta es analizar la resistencia que tiene la mezcla de concreto 1:5:2:2 (Cemento, Arena de Río, Grava, Agua) en Bloques Huecos. La estructura de este experimento es Introducción, Método, Materiales y Herramientas, Metodología, Resultados, Análisis y Conclusiones. Este experimento se puede encontrar en el Anexo 22.

3.7.20 Observación Directa- Cemento en Mezclas de Concreto Normal y Reciclado- Absorción.

En esta herramienta mediante un registro fotográfico se analizará la capacidad de secado de la mezcla de concreto normal proporción 1:5:2 (Cemento, arena de rio y gravilla natural), y la mezcla de concreto con agregados reciclados a proporción 1: :3:2:2(cemento, arena de rio, arena reciclada de concreto, gravilla reciclada de concreto), variando la proporción de concreto en cada una. La estructura de esta Observación Directa es Introducción, Método, Materiales y

Herramientas, Metodología, Resultados, Análisis y Conclusiones. Esta Observación Directa se puede encontrar en el Anexo 23.

3.7.21 Experimento: Cemento en Mezclas de Concreto Reciclado- Resistencia.

En esta herramienta se analizará la capacidad de resistencia de la mezcla de concreto normal proporción 1:5:2 (Cemento, Arena de Río y Gravilla natural), y la mezcla de concreto reciclado a proporción 1:3:2:2(cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto), variando la proporción de concreto en cada una. La estructura de este experimento es Introducción, Método, Materiales y Herramientas, Metodología, Resultados, Análisis y Conclusiones. Este experimento se puede encontrar en el Anexo 24.

3.7.22 Observación directa-variaciones de agua y cemento en mezclas de concreto reciclado proporción 1:3:2:2:1.5, 2:3:2:2:1.5,1:3:2:2:2 y 2:3:2:2:2(Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto, Agua)-Apariencia

En esta herramienta mediante un registro fotográfico se analizará la apariencia de la mezcla de concreto reciclado a proporción 1:3:2: 2:1.5, 2:3:2:2:1.5,1:3:2:2:2 y 2:3:2:2:2(Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto, Agua), enlistando sus características físicas. La estructura de esta Observación Directa es Introducción, Método, Materiales y Herramientas, Metodología, Resultados, Análisis y Conclusiones. Esta Observación Directa se puede encontrar en el Anexo 25.

3.7.23 Experimento: Variaciones de agua en mezclas de concreto reciclado proporción 1:3:2:2:1.5, 2:3:2:2:1.5,1:3:2:2:2 y 2:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto, Agua)-Resistencia

En esta herramienta se analizará la resistencia de la mezcla de concreto reciclado a proporción 1:3:2: 2:1.5, 2:3:2:2:1.5,1:3:2:2:2 y 2:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto, Agua). La estructura de este experimento es Introducción, Método, Materiales y Herramientas, Metodología, Resultados, Análisis y Conclusiones. Este experimento se puede encontrar en el Anexo 26.

3.7.24 Observación Directa- Tabicones de Agregado Reciclado- Apariencia.

Con base un registro fotográfico, sus dimensiones, su peso y su densidad, se analizará la calidad de los tabicones hechos con una mezcla de concreto reciclado a una proporción 1:3:2:2(Cemento, Arena de Rio, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto). La estructura de esta Observación Directa es Introducción, Método, Materiales y Herramientas, Metodología, Resultados, Análisis y Conclusiones. Esta Observación Directa se puede encontrar en el Anexo 27.

3.7.25 Experimento- Tabicones de Agregado Reciclado- Resistencia.

El objetivo de este experimento es analizar la resistencia de tabicones hechos con una mezcla de concreto reciclado a una proporción 1:3:2:2(Cemento, Arena de Rio, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto). La estructura de este experimento es Introducción, Método, Materiales y Herramientas, Metodología, Resultados, Análisis y Conclusiones. Este experimento se puede encontrar en el Anexo 28.

3.7.26 Experimento-Tabicones de Agregado Reciclado-Absorción.

En este experimento se analizará la absorción de tabicones hechos con una mezcla de concreto reciclado a una proporción 1:3:2:2(Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto). La estructura de este experimento es Introducción, Método,

Materiales y Herramientas, Metodología, Resultados, Análisis y Conclusiones. Este experimento se puede encontrar en el Anexo 29.

3.7.27 Experimento-Comparación Tabicón Reciclado con Tabicones del Mercado.

Esta herramienta tiene como objetivo comparar las características físicas de un tabicón hecho con concreto reciclado y varios tabicones del mercado. La estructura de este experimento es Introducción, Método, Materiales y Herramientas, Metodología, Resultados, Análisis y Conclusiones. Este experimento se puede encontrar en el Anexo 30.

Capítulo 4: Análisis, desarrollo de la propuesta y resultados.

En este capítulo se analizarán los resultados obtenidos en las herramientas de investigación descritas en el diseño metodológico, permitiendo analizar los principales hallazgos, en función de crear una solución que dé respuesta a los objetivos que se plantearon en esta investigación, solucionando las problemáticas que se tienen actualmente en el AMG.

4.1 Síntesis de resultados obtenidos en las herramientas propuestas en el diseño metodológico.

4.1.1 Entrevistas aplicadas a profesionistas y trabajadores de la construcción en el AMG.

En esta sección se aplicaron entrevistas a profesionistas y trabajadores que hayan participado en proyectos del AMG, para saber su experiencia acerca del manejo de los RCD en el AMG y su opinión acerca de los materiales reciclados creados a base de RCD. Se buscó que hubieran trabajado en los siguientes 4 sectores principalmente: el académico, el profesional, una asociación profesional y gobierno. Los perfiles que se seleccionaron fueron los siguientes:

Tabla 22: Perfiles Entrevistados.

		Profesión	Ocupación	Experiencia
Investigación	Dr. José Manuel Falcon Meraz	Arquitecto	Profesor del ITESO	Tesis de maestría basada en el reciclaje de RCD
	M. Arq. Nadia Ayala	Arquitecto	Profesor del ITESO	Tesis de maestría basada en la gestión de RCD
	M. Ing. Rahan Ángel Valladares	Ingeniero Civil	Profesor del ITESO	Tesis de maestría basada en el reciclaje de Residuos del Concreto

Profesional	Arq. Erick Ortega Vadillo	Arquitecto	Director General de Taller N+33	Trabaja en construcción en el AMG
	Arq. Ángeles Zamarripa	Arquitecto	Directora General de Ático Arquitectos	Trabaja en construcción en el AMG
	Sr. Florencio González	Maestro de obra	Maestro de Obra	Trabaja en construcción en el AMG
Asociación Profesional	M. Ing. David Urzua	Ingeniero Civil	Presidente del Instituto Americano del Concreto	Miembro de Asociación Profesional de la construcción en el AMG
	M. Ing. Florencio González	Ingeniero Civil	Vicepresidente del Instituto Americano del Concreto	Miembro de Asociación Profesional de la construcción en el AMG
Gobierno	Ing. Jorge González Morales	Ingeniero Civil	Director de Obras Públicas de Tlajomulco	Director de Obras Públicas de Tlajomulco

Las conclusiones que se obtuvieron de estas entrevistas fueron las siguientes:

Tabla 23: Conclusiones de Entrevistas.

Conclusiones de entrevistas	
	Existe una incertidumbre acerca de las características y la resistencia de los materiales reciclados.
	Se cree que el proceso de reciclaje es demasiado costoso.
	Por la complejidad que implica desechar los RCD de manera correcta, se buscan maneras ilegales para desecharlos.

Contexto Nacional sobre Gestión de RCD	Por el momento que se vive en el AMG, el tamaño de las obras que se tienen y la cantidad de desechos que se generan, es necesario un proyecto de gestión y tratamiento de los residuos.
	Solo existe en todo el país una planta de concreto-céntrico reciclado, ubicada en la Ciudad de México.
	Un ejemplo de las ventajas de tener una recicladora de concreto es la Ciudad de México. Actualmente ya no tienen bancos de material virgen, por lo que deben traer material de estados vecinos como Toluca o el Estado de México, siendo costosos los traslados. La ventaja competitiva que tiene esta recicladora es que al estar dentro de la ciudad los costos de traslado son menores.
	En municipios como Tlajomulco de Zúñiga, es obligatorio para obtener un permiso de construcción presentar como se gestionarán los RCD.
Contexto Internacional sobre Gestión de RCD	En otros países se tiene una cultura de la gestión de los RCD debido a las leyes de gestión de los residuos, su aplicación es severa.
	La parte fundamental de las buenas prácticas para la gestión de los RCD es su separación.
	Países de la Unión Europea y algunos países asiáticos tienen esquemas avanzados de reciclaje de RCD, debido a que tienen poco territorio, no pueden desperdiciarlo haciendo rellenos sanitarios. Para obtener materiales de bancos vírgenes los deben importar.
	Existe un esquema llamado "Commingled Recycling" en el que se paga por el servicio de recolectar estos residuos, separarlos y darles un destino final que no sea el de la disposición final, sino que sea el reúso o el reciclaje.
Materiales Comúnmente utilizados en el AMG	Los materiales principales de las construcciones en el AMG son el concreto y el acero, seguidos por las arenas, las gravas y el cemento.

Reutilización de residuos en construcciones en el AMG	El material que más se busca reutilizar es la madera, debido a su costo y a que se puede reutilizar de nuevo en cimbras. El acero solo se reutiliza en detalles o para delimitar áreas. El concreto no se tiene conocimiento de cómo se puede reutilizar.
RCD en el AMG	El principal residuo que se genera es el escombro o materiales pétreos (concreto, blocks, etc.), seguido por envolturas, poliestireno y poliductos. La madera se busca reutilizarla y el acero no desperdiciarlo, si quedan residuos de acero se venden en las chatarrerías.
Manejo de RCD en el AMG	Dependiendo del tamaño de la obra se separan, si es una obra pequeña por cuestiones de espacio no se separan, si es una obra de media a grande se separan en pétreos, maderas, aceros, plásticos y vidrios, cuidando que no afecte en términos de espacio.
	En las construcciones grandes se contrata empresas para gestionar los residuos que se generan.
	La certificación LEED en uno de sus puntos exige la separación de materiales.
Destino Final de RCD en el AMG	La gran mayoría de la población desconoce exactamente a dónde van a parar sus RCD. También una parte considera que está bien desechar sus residuos en destinos finales inadecuados.
	Los sitios de disposición final de RCD autorizados por el gobierno de Tlajomulco se ubican en antiguos bancos de materiales ubicados a las afueras del municipio.
Numero de volteos utilizados comúnmente en construcciones en el AMG	Las construcciones pequeñas tienen alrededor de 5 volteos. Utilizan los volteos una vez por mes.
	Las construcciones grandes tienen más de 20 volteos. Utilizan los volteos dos veces por semana.
Precios de volteo en el AMG	Van desde los \$950.00 pesos hasta los \$2,500.00 pesos.
	Su precio depende de la zona en la ciudad en la que se encuentre la construcción; si está dentro de la ciudad es más caro, si está en la periferia de la ciudad es más barato. Esto sucede a consecuencia de los costos de transportación a los sitios de disposición final que se ubican en las afueras de la ciudad.

Conocimiento del material reciclado a base de RCD	A nivel mundial se conoce mucho de los materiales reciclados a base de RCD, a nivel nacional se tiene poco conocimiento acerca de ellos
	La mayoría de los profesionistas en el AMG desconocen su existencia, los pocos que lo conocen solo han escuchado de ellos, pero no los han visto en físico
Proceso para reciclar concreto	Para poder procesar el material debe de estar limpio principalmente de materia orgánica y residuos sólidos
	En una primera fase pasa en una banda con un electro magneto para separar los restos de acero que pueda tener, en una segunda etapa se muele para conseguir la granulometría adecuada para la aplicación que se quiere hacer.
Características del concreto reciclado	Se busca que sea denso.
	De acuerdo con su granulometría es el material que se produce.
	Debe cumplir con resistencia a la compresión, en este caso del concreto de 28 días de un cilindro y el módulo elástico, el módulo de elasticidad del material.
	Debe cumplir con las características que exigen las Normas Mexicanas de materiales para la construcción.
Precio para productos hechos a base de RCD	Debe ser más económico para obtener una ventaja sobre el material de un banco natural, un ejemplo de cómo se fija el precio es el de concretos reciclados, ellos fijan el precio tomando como base el precio actual del material del banco natural, a ese precio le restan el 50%.
Aplicaciones para productos hechos a base de RCD	Si cumple con las Normas Mexicanas, se puede utilizar para cualquier aplicación constructiva que se desee.
	Los profesionales de la construcción, por la composición del material prefieren que no se algo visible, que se utilice como cimentación o como blocks.
Mercado para productos hechos a base de RCD	Existe un mercado para esta clase de materiales, pero su tamaño máximo sería el de una microindustria.
	Por la lejanía en la que se encuentra los bancos de material virgen en el estado de Jalisco, es factible comenzar una industria de material reciclado de RCD en el AMG.

Incentivo para la separación de RCD	El incentivo como tal debe traer beneficios directos a la economía del constructor ya sean Incentivos Fiscales, Descuentos en permisos de la construcción o Volteos Gratis.
Aportación al Proyecto	Es un tema poco conocido entre los constructores, pero que la mayoría opina que es necesario desarrollar a un nivel más allá del de un Trabajo de Obtención de Grado, debido a que la situación en el AMG lo amerita.

**Nota: Para leer las entrevistas completas revisar la sección de anexos.*

4.1.2 Encuestas aplicadas a profesionistas y trabajadores de la construcción en el AMG.

En esta sección se analiza la encuesta aplicada a profesionistas y trabajadores que hayan participado en proyectos del AMG, para saber su experiencia acerca del manejo de los RCD y su opinión acerca de los materiales reciclados. Se aplicó esta encuesta a 110 profesionistas y trabajadores de la construcción en el AMG, que hayan participado en proyectos Habitacionales, Comerciales, Obra pública e Industriales. Las conclusiones de las encuestas fueron las siguientes:

Tabla 24: Conclusiones de Encuestas.

Conclusiones Encuestas	
¿En qué tipos de proyecto u Obra ha participado?	Los profesionistas encuestados han participado mayormente en proyectos habitacionales, ya sea de vivienda horizontal o vertical, seguido de proyectos comerciales y obra pública. Esto quiere decir que nuestro universo de encuestados ha participado en proyectos de escala pequeña a grande.
¿Qué materiales utiliza más?	El material que más se utiliza es el acero, seguido por el cemento, la grava y el block. Esto quiere decir que, en los proyectos habitacionales, comerciales y de obra pública se usan mayormente estos materiales.

<p>¿Ha participado en algún proyecto o construcción donde se separen los residuos que se generan?</p>	<p>El 58% de los profesionistas encuestados ha participado en algún proyecto en el que se separan los RCD.</p>
<p>¿Actualmente participa en algún proyecto o construcción donde se separen los residuos que se generan?</p>	<p>En contraste con los resultados de la pregunta anterior sólo el 27% de los profesionistas encuestados participa en un proyecto donde se separen los RCD. Esto probablemente se deba a la escala de los proyectos en los que participan actualmente.</p>
<p>¿En un proyecto cuantas veces utiliza un volteo?</p>	<p>58 de los profesionistas encuestados utiliza entre 15 y 20 veces los volteos por proyecto. Esto implica que participan en proyectos de un tamaño mediano a grande.</p>
<p>¿Cuánto le han costado los volteos?</p>	<p>El precio de los volteos en el AMG le ha costado a 49 de los profesionistas encuestados entre \$1,000.00 y \$1,500.00 pesos, seguido de \$500.00 a \$1,000 pesos.</p>
<p>Sabe ¿Qué disposición final tienen los residuos de sus proyectos?</p>	<p>El 61% del universo de profesionistas no sabe cuál es la disposición final de sus RCD.</p>
<p>¿Tiene conocimiento de que desechar sus residuos de la construcción de manera clandestina es un delito?</p>	<p>A pesar de no saber cuál es el destino final de sus RCD, el 81% del universo encuestado de profesionistas sabe que desechar los RCD en una disposición inadecuada es un delito.</p>
<p>¿Tiene conocimiento de que los residuos de concreto en una mala disposición final son altamente contaminantes?</p>	<p>Con base a los resultados presentados en las 2 anteriores preguntas, el 75% sabe que los RCD en una disposición inadecuada son altamente contaminantes y en consecuencia desecharlos de esta manera se vuelve un delito, pero el 25% no sabe lo contaminantes que son estos residuos.</p>

¿Conoce el concreto reciclado?	El 72% del universo de profesionistas encuestados no conoce el concreto reciclado, dejando solo al 28% que tiene algún conocimiento acerca de él.
Si tuviera la posibilidad ¿Haría uso de algún elemento creado con concreto reciclado?	El 95% del universo de profesionistas encuestados haría uso de algún elemento creado a base de concreto reciclado, dejando solo al 5% que no haría uso. Esto quiere decir que, si se tuvieran elementos constructivos creados a base de concreto reciclado en el AMG, tendrían una alta aceptación en el mercado.
¿Qué elementos creados a base de concreto reciclado le convendría usar en un proyecto?	Las aplicaciones constructivas creadas a base de elementos reciclados que más utilizaría el universo de profesionistas encuestados serían los blocks, seguido de los elementos prefabricados.
Comparándolo con los materiales hechos con elementos naturales ¿Cuánto pagaría por un material hecho con elementos reciclados?	28% del universo de profesionistas encuestados pagaría entre el 10% y el 30% del costo del material natural. Analizando el resto de los resultados se puede concluir que alrededor del 72% estaría dispuesto a pagar alrededor del 50% del costo del material natural.
¿A cambio de qué separaría sus residuos de la construcción y la demolición?	La mayor parte del universo de profesionistas encuestados separaría sus residuos para obtener descuentos en permisos de construcción. Pero si analizamos el resto de los resultados se puede ver que 21 profesionistas lo harían por nada, 24 por volteos gratis y 4 por mejorar el medio ambiente. Con base a esto se puede inferir que 49 profesionistas lo harían solo por la correcta gestión de sus RCD.

**Nota: para ver los resultados de las encuestas revisar la sección de anexos.*

4.1.3 Observación Directa de Separación de RCD en el AMG: Remodelación de oficinas Basáñez

Consultant.

En esta sección se hizo una Observación Directa a las estrategias de la gestión de RCD en una construcción dentro del AMG, para esto se seleccionó la remodelación de las oficinas de Basáñez Consultant que es una obra de tamaño grande ubicada en el municipio de Guadalajara. Las conclusiones obtenidas de esta Observación Directa fueron las siguientes:

Tabla 25: Conclusiones de Observación de Separación de Residuos en el Área Metropolitana de Guadalajara: Remodelación de oficinas Basáñez Consultant.

Conclusiones de Observación de Separación de Residuos en el Área Metropolitana de Guadalajara: Remodelación de oficinas Basáñez Consultant	
Separación de RCD	Se separan de acuerdo con el tipo de material que son: madera, pétreo, plástico, vidrio y acero.
Aspectos Negativos en su método de Gestión de RCD	La ubicación de la madera, los pétreos, el plástico y el acero no es planeada ni cuidada, se suele mezclar con otros materiales o empaques.
	Se apilan en montones, la mayoría a cielo abierto, solo el vidrio no.
	Su colocación inadecuada provoca problemas de espacio e imagen en la obra.
	Los materiales pétreos son los que más se contaminan con empaques.
	No se sabe que se puede hacer con los materiales pétreos, su única solución es su desecho.
Aspectos Positivos en su método de Gestión de RCD	Sólo el vidrio se ubica en un lugar planeado, ya que se busca que no se rompa y que no sea peligroso para los trabajadores.

	Se busca reutilizar o reciclar la madera, el vidrio, el acero y el plástico.
	Se busca vender el plástico y el acero a recicladoras.

**Nota: para ver la Observación Directa de Separación de RCD en el AMG: Remodelación de oficinas Basáñez Consultant revisar la sección de anexos.*

4.1.3 Observación Directa Obra Pública creada a base de asfalto reciclado en el AMG.

En esta sección se hizo una Observación Directa a una Obra Pública creada a base de asfalto reciclado dentro del AMG, para esto se seleccionó el Vaso Regulador Eucaliptos que es una obra de tamaño grande ubicada en el municipio de Tlajomulco. Las conclusiones obtenidas de esta Observación Directa fueron las siguientes:

Tabla 26: Conclusión Observación Obra Pública creada con asfalto reciclado: Vaso Regulador Eucaliptos.

Conclusión Observación Obra Pública creada con asfalto reciclado: Vaso Regulador Eucaliptos	
Método de aprovechamiento de RCD	En el municipio de Tlajomulco desde hace ya varios años el asfalto que se obtiene de las remodelaciones de las calles se somete a un desbastamiento para poder ser usado en obras públicas como cimentaciones.
Aplicación del material reciclado	Se busca que este material no sea visible para los usuarios de la obra.
Beneficios del material Reciclado	A esta obra pública el asfalto reciclado le trajo ahorros de alrededor de 3 millones de pesos.
	Las personas desarrollan actividades recreativas, sin darse cuenta de que están sobre cimentaciones de asfalto reciclado, ya que es imperceptible por la calidad del material.

**Nota: para ver la Observación Directa del Vaso Regulador Eucaliptos revisar la sección de anexos.*

4.1.3 Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD.

En esta sección se examina el Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD a nivel local, nacional e internacional, llegando a las siguientes conclusiones:

Tabla 27: Conclusiones del Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD a nivel local, nacional e internacional.

<h2 style="margin: 0;">Conclusiones del Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD a nivel local, nacional e internacional</h2>	
Secciones básicas en un plan de Gestión de RCD	<ul style="list-style-type: none"> - Inscripción a un registro de generadores de RME. - Definición de los RS, RME, RP y RCD. - Legislación del país sobre construcción y RCD. - Análisis bibliográfico. - Impacto ambiental de la extracción de la materia prima y el proceso de RCD. - Definición de generador y gestor de RCD, junto con sus responsabilidades. - Principales características de la construcción en su país. - Clasificaciones de RCD. - Menciona los peligros de los asbestos y los polvos. - Medidas de mitigación de generación de RCD. - Etapas de la construcción, su impacto ambiental y su generación de residuos. - Métodos de separación de RCD. - Capacitación de personal en gestión de RCD. - Registros y controles de la generación de RCD. - Definiciones de los principales conceptos de Gestión de RCD. - Opciones para el posible reúso o reciclaje de los RCD. - Tratamientos de RCD. - Características de recolección de RCD. - Alternativas de disposición final. - Plantea el diseño de una central de reciclaje.
Área de oportunidad en planes de Gestión de RCD	<ul style="list-style-type: none"> - Concepto de Deconstrucción. - Densidades de los RCD de acuerdo con su tipo. - Señalética y sus características. - Productos de RCD: bloques huecos, adoquines, mosaicos y módulo de Vivienda. - Cálculo en el proyecto ejecutivo para RCD.

**Nota: para ver la Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD revisar la sección de anexos.*

4.1.3 Análisis de Experimentos.

En esta sección se analizarán los resultados que se obtuvieron con los experimentos de Estrategias de Reúso y Reciclaje de Concreto, Agregados Reciclados de Concreto, Mezclas y Elementos en los que se pueden emplear las Mezclas de Concreto con base de Agregados Reciclados.

Tabla 28: Conclusiones de los Experimentos.

Conclusiones de los experimentos	
Estrategias de reúso y reciclaje del concreto	Se recomienda en una primera fase la separación de los Residuos del Concreto por medio de Tamices; esto permite usarlos como Agregado Fino y Agregado Grueso. sin necesidad de un proceso industrial, por consecuencia sin emisiones de CO ₂ y gasto de energía.
	En una segunda etapa se recomienda el uso de la Trituradora de Quijada, en este proceso se puede obtener Agregado Fino y Agregado Grueso.
	A los residuos de concreto de mayor tamaño o resistencia, que no se puedan usar como grava, como última opción se recomienda el proceso de desbaste, que aparte de disminuir su volumen, genera Agregado Fino y Agregado Grueso.
Calidad del Agregado Fino Reciclado de Concreto	Se recomienda evaluar este agregado en las normas ASTM C 33-03 y en la NMX-111-ONNCE-2014.
	El Módulo de finura del Agregado Fino Reciclado de Concreto es mayor que el que marcan las normas para un Agregado Fino. Se recomienda una mayor trituración del Agregado o la mezcla con un agregado que si cumpla la norma, ya que el Módulo de Finura del Agregado Fino Reciclado de Concreto es 3.12, y los límites marcados en las normas son entre 2.10 y 3.10.
	Se recomienda que, si se mezcla el Agregado Fino Reciclado de Concreto y otro agregado que, si cumpla las normas, se recomienda que sea en proporción 1:1(Agregado Fino Reciclado de Concreto y Agregado Fino Natural).

<p>Calidad del Agregado Grueso Reciclado de Concreto</p>	<p>El Agregado Grueso Reciclado cumple con la mayor parte de las granulometrías requeridas en las normas ASTM C 33-03 y la NMX-111-ONNCE-2014, mientras que la Gravilla Natural cumple en menor proporción con estas granulometrías. Lo anterior hace que el Agregado Reciclado sea una buena opción para aplicaciones de concreto.</p>
	<p>Si se requiere mejorar la calidad del Agregado Grueso Reciclado, se recomienda una mayor trituración del Agregado que no cumpla con la granulometría requerida, o la extracción de éste.</p>
<p>Mezclas de Concreto con base de Agregados Reciclados</p>	<p>Para elementos de mampostería no estructurales, se recomienda la proporción 1:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto y Agua), debido a que se obtiene una buena calidad, absorción, trabajabilidad y resistencia basados en las normas NMX-C-404-ONNCE-2012 , NMX C-441-ONNCE-2013 , y en el Manual de Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento.</p>
	<p>Al disminuir la proporción de cemento en la mezcla a un 75% y 50%, se disminuyó también la resistencia del elemento.</p>
	<p>Al aumentar la proporción de cemento en la mezcla un 100%, aumenta su resistencia.</p>
<p>Elementos en los que se pueden emplear las Mezclas de Concreto con base de Agregados Reciclados</p>	<p>Si se realiza de manera artesanal se recomienda que el uso de las Mezclas de Concreto con base de Agregados Reciclados sea en elementos no estructurales, como Tabicones, ya que se cumple perfectamente con los requerimientos de la norma NMX C-441-ONNCE-2013.</p>
<p>Tabicones hechos con Mezclas de Concreto con base de Agregados Reciclados</p>	<p>Los Tabicones hechos con Mezclas de Concreto con base de Agregados Reciclados, cumplen con las especificaciones de apariencia, resistencia y absorción que marca la norma NMX C-441-ONNCE-2013 y el Manual de Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento.</p>
<p>Tabicones hechos con Mezclas de Concreto con base de Agregados Reciclados vs Tabicones del AMG</p>	<p>El Tabicón hecho con Mezclas de Concreto con base de Agregados Reciclados, al compararlo con los del mercado, se puede comprobar que es un elemento no estructural que posee mejor resistencia y absorción que los elementos no estructurales que se pueden encontrar en el mercado. La única deficiencia que tiene es su densidad, posee una densidad mayor que la de los tabicones del mercado; esta condición se puede solucionar al fabricar de forma industrializada el Tabicón de Concreto Reciclado. Tomando en cuenta todo lo anterior, se determinó que el precio del Tabicón de Concreto Reciclado debe de ser de \$6.00 pesos por pieza.</p>

**Nota: para ver los experimentos revisar la sección de anexos.*

4.1.4 Conclusiones de Herramientas de Investigación.

Con base al análisis de los resultados de las herramientas anteriormente mencionadas, se concluyeron los siguientes puntos:

Tabla 29: Conclusiones de Herramientas de Investigación.

Conclusiones de Herramientas de Investigación	
Materiales comúnmente utilizados en el AMG	El material más utilizado en el AMG en proyectos habitacionales, comerciales y de obra pública es el acero, seguido por el concreto, blocks y grava.
Manejo de RCD en el AMG	<p>El manejo de RCD en el AMG está condicionado al tamaño de la construcción, si es una obra pequeña no se separa por la falta de espacio, las obras de tamaño mediano a grande son las que separan más, contratando compañías específicamente para esta función. Con base a esto la mayoría de la población alguna vez en su vida profesional ha participado en algún proyecto que separe los residuos.</p> <p>Las obras que si separan sus residuos por lo general lo hacen para facilitar su transportación al sitio de disposición final. Lo separan de manera inadecuada, creando montículos de residuos de madera, materiales pétreos, vidrio, plásticos y acero. Todos ellos a cielo abierto, sin precaución de que se contaminen con residuos orgánicos o se mezclen entre sí.</p>
Disposición final de RCD en el AMG	<p>La gran mayoría de la población desconoce exactamente a donde van sus RCD al desecharlos, pero reconoce que es un delito su disposición final inadecuada y que son altamente contaminantes.</p> <p>La disposición correcta de estos residuos es en bancos de material que ya han sido utilizados en su totalidad y que se encuentran en las periferias de las ciudades.</p>

Precio y numero de volteos en el AMG	El precio del volteo en el AMG ronda entre los \$950.00 pesos y los \$2,000.00. El precio de los volteos depende que tan cercana este la construcción a la periferia de la ciudad, si está cercana a la periferia cuesta \$950.00 pesos, si está adentro de la ciudad puede costar hasta más de \$2,000.00 pesos. Esto debido a como se mencionó anteriormente la ubicación del sitio de disposición final y su costo de transporte.
	Los proyectos de escala pequeña utilizan de 1 a 5 volteos, los de escala mediana de 5 a 15 volteos y los de escala grande arriba de 20 volteos.
	Tomando en cuenta la información antes mencionada un proyecto ya sea de escala pequeña o grande en la periferia del AMG, en volteos puede llegar a tener gastos desde los \$4,750.00 pesos hasta más de \$19,000.00 pesos.
	Por otro lado, si el proyecto se ubica en el centro del AMG, ya sea que el proyecto sea de escala pequeña a grande, su gasto en volteos puede ser desde los \$10,000 pesos hasta más de \$40,000.00 pesos.
Conocimiento de materiales reciclados	Se conoce mayormente el reciclado de madera, acero, plástico y vidrio. Por el contrario, el reciclado de concreto casi no se conoce, provocando que la mayoría de los profesionales de la construcción piense que lo único que se puede hacer con estos materiales es desecharlos.
	Las dependencias públicas del AMG desde ya hace varios años, todo residuo que generan al demoler calles, lo desbastan y lo utilizan para la cimentación de nuevas obras, teniendo ahorros por ejemplo de 3 millones de pesos.
Aplicaciones para productos hechos a base de RCD	La principal característica que mencionan los profesionistas de la construcción del AMG para las aplicaciones de productos hechos a base de RCD, es que estos no deben de ser visibles.
	Tomando en cuenta la información antes mencionada las aplicaciones creadas a base de Concreto Reciclado indicadas para el AMG son los Block, las gravas y los elementos prefabricados.
	La principal problemática para los productos hechos a base de RCD es que solo se conocen los más comunes, los de madera, acero, plástico y vidrio. El reciclaje de concreto es prácticamente desconocido, provocando que exista una creencia de que su disposición final es el único uso que puede tener.

<p>Mercado para productos hechos a base de RCD</p>	<p>Aunque se desconoce el reciclaje del concreto, una gran mayoría de los profesionistas estaría dispuesta a utilizarlo, pero con un precio menor al del material creado a base de elementos naturales.</p>
<p>Incentivo para la separación de RCD</p>	<p>El incentivo debe de traer un beneficio económico al constructor.</p> <p>Una gran cantidad de profesionistas mencionan que con que se les garantice que su disposición final traerá un beneficio ecológico, están dispuestos a donar sus RCD.</p> <p>Tomando en cuenta lo antes mencionado, el mejor incentivo que cumple con estas 2 características son los volteos gratis, estos le traen un beneficio económico al constructor y garantizan su disposición final correcta.</p>
<p>Pautas para el manejo de RCD</p>	<p>Con base al análisis FODA, los elementos básicos que debe de tener un plan para el manejo de RCD son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inscripción a un registro de generadores de RME. - Definición de los RS, RME, RP y RCD. - Legislación del país sobre construcción y RCD. - Análisis bibliográfico. - Impacto ambiental de la extracción de la materia prima y el proceso de RCD. - Definición de generador y gestor de RCD, junto con sus responsabilidades. - Principales características de la construcción en su país - Clasificaciones de RCD. - Menciona los peligros de los asbestos y los polvos. - Medidas de mitigación de generación de RCD. - Etapas de la construcción, su impacto ambiental y su generación de residuos. - Métodos de separación de RCD. - Capacitación de personal en gestión de RCD. - Registros y controles de la generación de RCD. - Definiciones de los principales conceptos de Gestión de RCD. - Opciones para el posible reúso o reciclaje de los RCD. - Tratamientos de RCD. - Características de recolección de RCD. - Alternativas de disposición final.

Procesamiento de residuos del Concreto	<p>Se recomienda que para el procesamiento de los residuos de concreto se lleve primeramente un proceso de separación manual mediante cribado, separando Agregado Fino (Arenas) y Agregados Gruesos (Gravas). Después de este proceso, de acuerdo con los productos obtenidos se decidirá que usos pueden tener.</p>
	<p>Si requiere una granulometría menor en los Agregados Gruesos (Gravas) se recomienda hacer uso de la Trituradora de Quijada.</p>
	<p>Este orden en el procesamiento de residuos de Concreto permite aprovechar la mayor cantidad de residuos con el menor uso energético de maquinaria.</p>
Agregados Finos y Gruesos con base de residuos de concreto	<p>El agregado fino no alcanza a tener la calidad requerida en la norma ASTM C 33-03 y en la NMX-111-ONNCE-2014, pero se puede mejorar mediante una mayor trituración o la mezcla con un Agregado Fino que si cumpla las normas.</p>
	<p>El Agregado Grueso cumple con las normas ASTM C 33-03 y en la NMX-111-ONNCE-2014.</p>
Mezclas con Agregados Finos y Gruesos con base de residuos de concreto	<p>Con base a la trabajabilidad, la absorción y la resistencia, se recomienda que la proporción en la mezcla sea 1:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto y Agua). Si se le aumenta el Cemento se le aumenta la resistencia; si se le aumenta la cantidad de arena también se le aumenta la resistencia, pero también la absorción y la densidad. Si se le aumenta el agua se aumenta la trabajabilidad, pero se le disminuye la resistencia; si se le disminuye el agua, se disminuye la trabajabilidad y la resistencia.</p>
Aplicación de las mezclas con Agregados Finos y Gruesos con base de residuos de concreto	<p>La mezcla 1:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto y Agua) cumple con los requerimientos para la fabricación de elementos no estructurales de mamposterías indicados en la norma NMX C-441-ONNCE-2013. En el caso de Tabicónes no estructurales cumple con los requerimientos de resistencia y absorción.</p>

Comparación Tabicones con mezcla con Agregados Finos y Gruesos con base de residuos de concreto contra Tabicón del mercado del AMG	El Tabicón con mezcla con Agregados Finos y Gruesos con base de Residuos de Concreto supera en cuestiones de resistencia y absorción a los Tabicones del mercado del AMG, solo posee una densidad mayor. Estas características hacen que sea un elemento que puede ser empleado en el AMG y competir de buena manera con los Tabicones existentes.
---	--

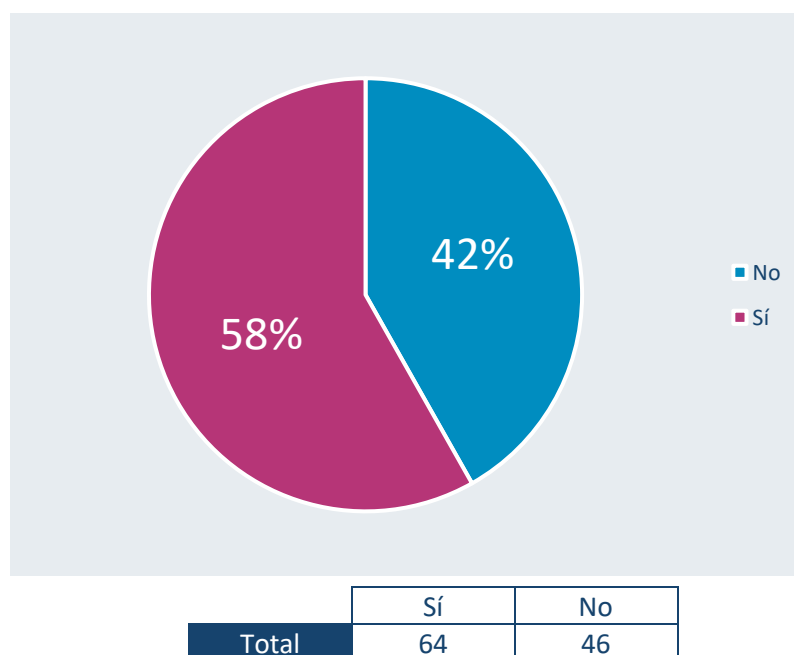
**Nota: Para leer las Herramientas de investigación completas revisar la sección de anexos.*

4.2 Hallazgos Aprovechables.

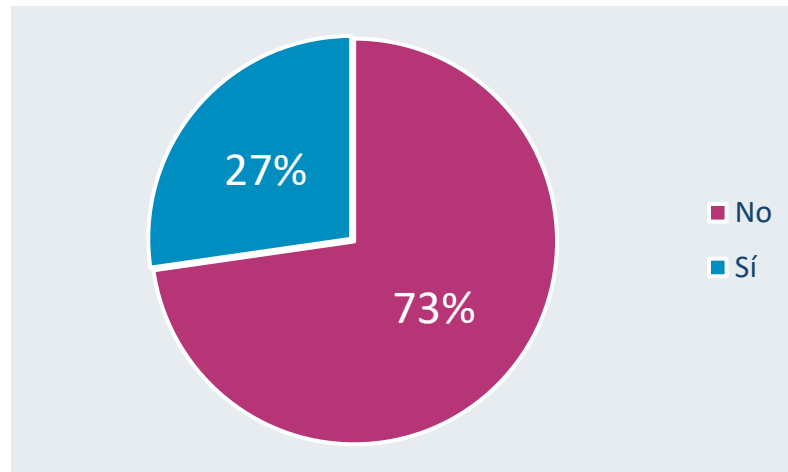
En esta sección se abordarán los principales hallazgos que las herramientas de investigación dieron como resultado, estos hallazgos tienen la capacidad de generar un valor agregado a la solución de esta investigación.

4.2.1 Manejo de RCD en el AMG

Actualmente el 27% de los constructores encuestados en el AMG participa en un proyecto donde se separan los RCD, mientras que el 58% ha participado en algún proyecto donde se separan los RCD. Esto implica que la mayoría de los constructores a los que se les aplicó la encuesta tiene conocimientos de cómo se separan los RCD. (Ver Gráficas 10 y 11)



Gráfica 3: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Ha participado en algún proyecto o construcción donde se separen los residuos de construcción?



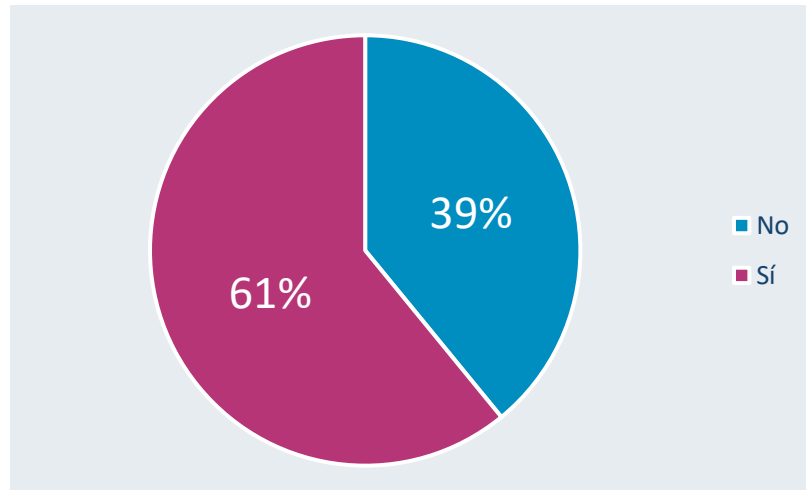
	Sí	No
Total	30	80

Gráfica 4: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Actualmente participa en algún proyecto que separe sus residuos de la construcción?

Este hallazgo da aportaciones importantes para el Objetivo Especifico 1: Comprobar la viabilidad de actividades de separación y el posible uso de elementos constructivos creados a partir del reciclaje de los residuos generados del concreto, debido a que comprueba que actualmente en el AMG los constructores tienen conocimiento de cómo separar sus RCD y un gran porcentaje de ellos ya lo está realizando.

4.2.2 Disposición final de RCD en el AMG

El 39% de los constructores encuestados desconoce el sitio de disposición final al que llevan sus RCD (Ver Gráfica 14). Los grupos vulnerables como son los Maestros de obra o Albañiles, de acuerdo con la entrevista ubicada en el Anexo 7, consideran que es correcto desechar los RCD en ríos y bosques.



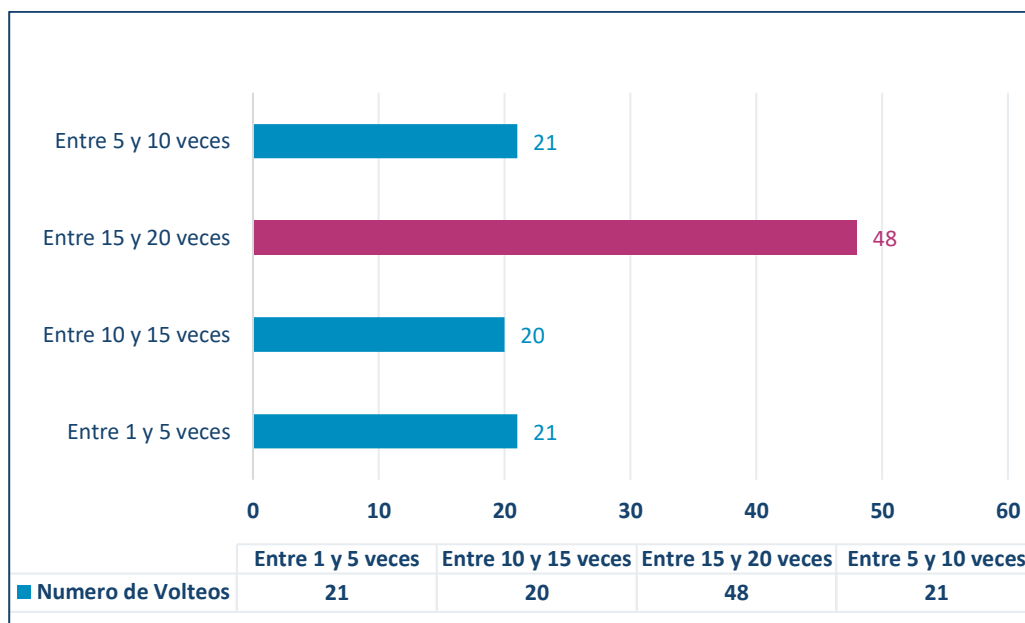
	Sí	No
Total	67	43

Gráfica 5: Resultado de la encuesta a la pregunta: Sabe ¿Qué destino final tiene los residuos de sus proyectos?

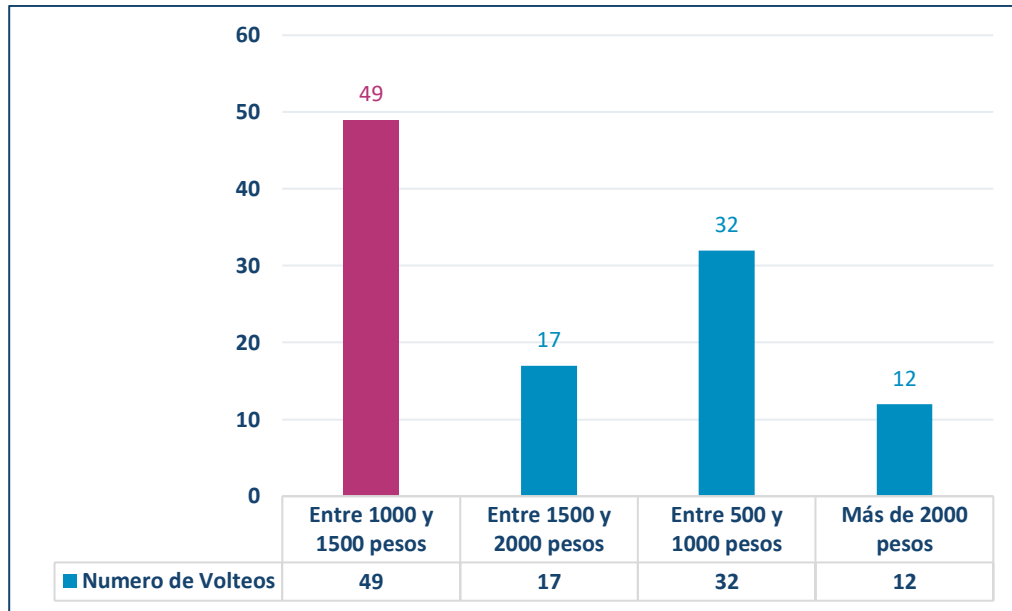
Estos hallazgos evidencian la necesidad del desarrollo del Objetivo Especifico 2: Crear un incentivo para la separación de los RCD en el AMG, que fomente esta actividad entre los profesionistas de la Construcción y la Demolición, resolviendo los problemas que se tienen en la aplicación de las leyes de gestión de RCD en el AMG, y el Objetivo Especifico 3: Crear una estrategia que eficiente los procesos de separación dentro de las actividades de la construcción y señale pautas para su correcta transportación al sitio de disposición final; debido a que comprueban que se desconoce en su mayoría cuál es la correcta disposición final de los RCD, tendiendo a que los grupos vulnerables como los albañiles y maestros de obra piense que son los ríos o bosques. En ese sentido una estrategia que incentive la correcta gestión de los RCD, desde la separación en obra hasta su reúso, reciclaje o disposición final , se vuelve de suma importancia para disminuir los impactos ambientales, económicos, sociales y políticos.

4.2.3 Volteos en el AMG

El precio de los volteos depende de la distancia a la que este el sitio de disposición final al que se llevan, en el AMG los sitios de disposición final se encuentran en las periferias; si la construcción está en el centro del AMG el volteo tiene un costo mayor que si está en la periferia. La mayor parte de los constructores en el AMG, como se puede ver en la gráfica 12, hacen uso de los volteos de RCD entre 15 y 20 veces por proyecto; estos volteos de acuerdo con la Gráfica 13 le cuestan a la mayoría de los constructores en el AMG entre \$1,000.00 y \$1,500.00 pesos.



Gráfica 6: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿En un proyecto cuántas veces utiliza un volteo?

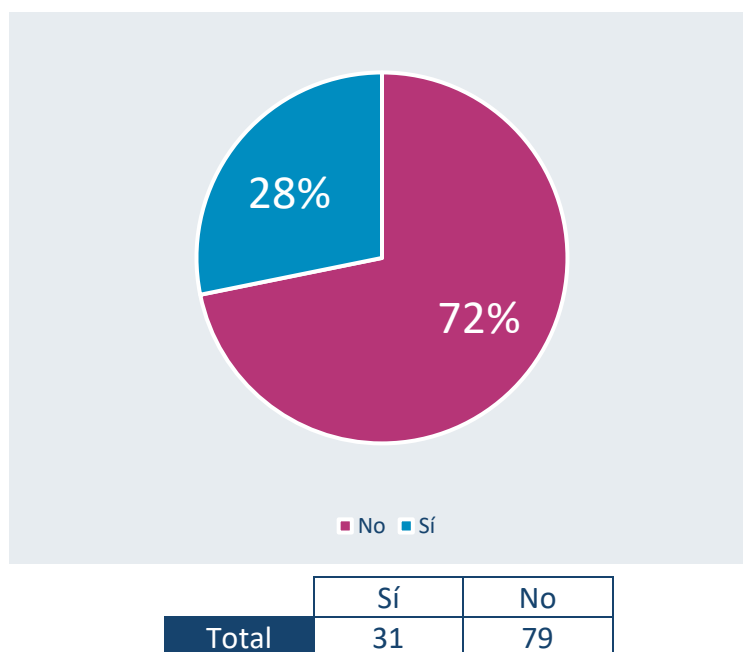


Gráfica 7: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Cuánto le han costado los volteos?.

Este hallazgo valida que uno de los gastos que más impacta a los constructores en el AMG en cuestión de manejo de RCD son los volteos. Por esta razón, los volteos deben ser una de las opciones de incentivo para el Objetivo Especifico 2: Crear un incentivo para la separación de los RCD en el AMG, que fomente esta actividad entre los profesionistas de la Construcción y la Demolición, resolviendo los problemas que se tienen en la aplicación de las leyes de gestión de RCD en el AMG.

4.2.4 Conocimiento del Concreto Reciclado

El 72% de los constructores encuestados no conocen la posibilidad de poder reciclar sus residuos de concreto en nuevas mezclas de concreto. (Ver Gráfica 18)

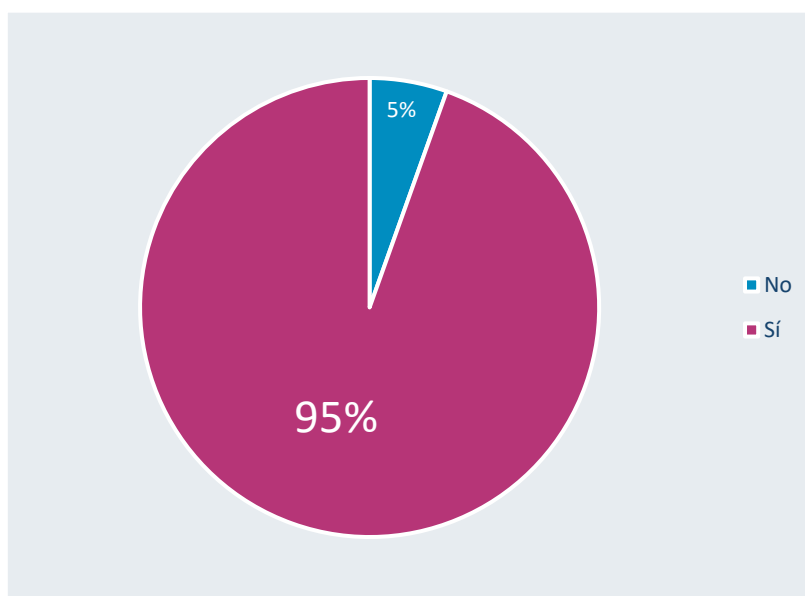


Gráfica 8: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Conoce el concreto reciclado?

Este hallazgo justifica porque en el AMG los productos creados a base de Concreto Reciclado no existen, la razón es el desconocimiento de ellos. Si el mercado no conoce la posibilidad de reutilizar o reciclar sus residuos del Concreto en otros productos, difícilmente hará uso de ellos. Esto se vuelve uno de los principales retos para el Objetivo Especifico 1: Comprobar la viabilidad de actividades de separación y el posible uso de elementos constructivos creados a partir del reciclaje de los residuos generados del concreto y el Objetivo Especifico 2: Crear un material constructivo creado a base del reciclado o reutilización de los residuos generados del concreto, que cumpla con las Normas Mexicanas de materiales de la construcción y esté basado en las necesidades de los profesionistas del área de la construcción en el AMG.

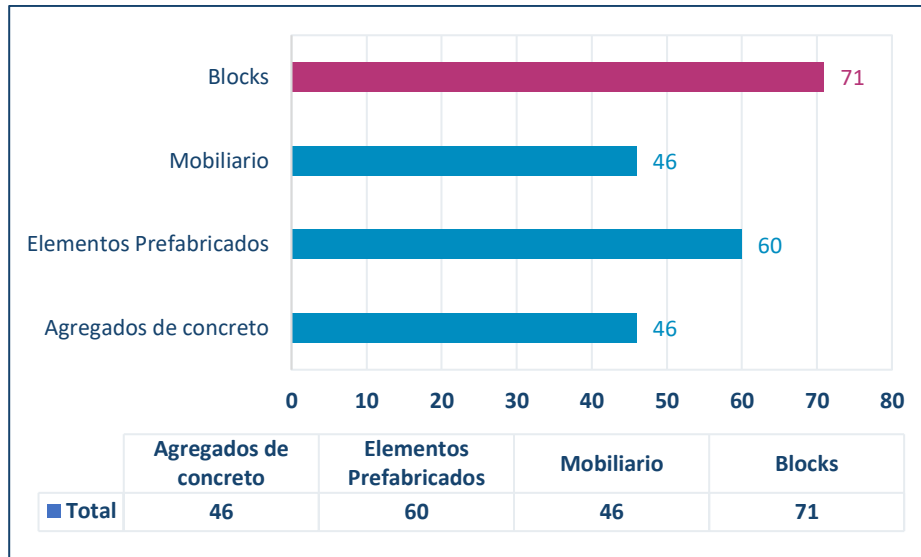
4.2.5 Aplicaciones y Mercado para productos hechos a base de concreto reciclado

El 95% de los constructores encuestados refieren que están dispuestos a utilizar elementos con concreto reciclado, las condiciones son que sean elementos de mampostería como blocks o elementos prefabricados, no visibles y que cumplan con la normatividad requerida. (Ver Gráfica 19 y 20)



	Sí	No
Total	104	6

Gráfica 9: Resultado de la encuesta a la pregunta: Si tuviera la posibilidad ¿Haría uso de algún elemento creado con concreto reciclado?

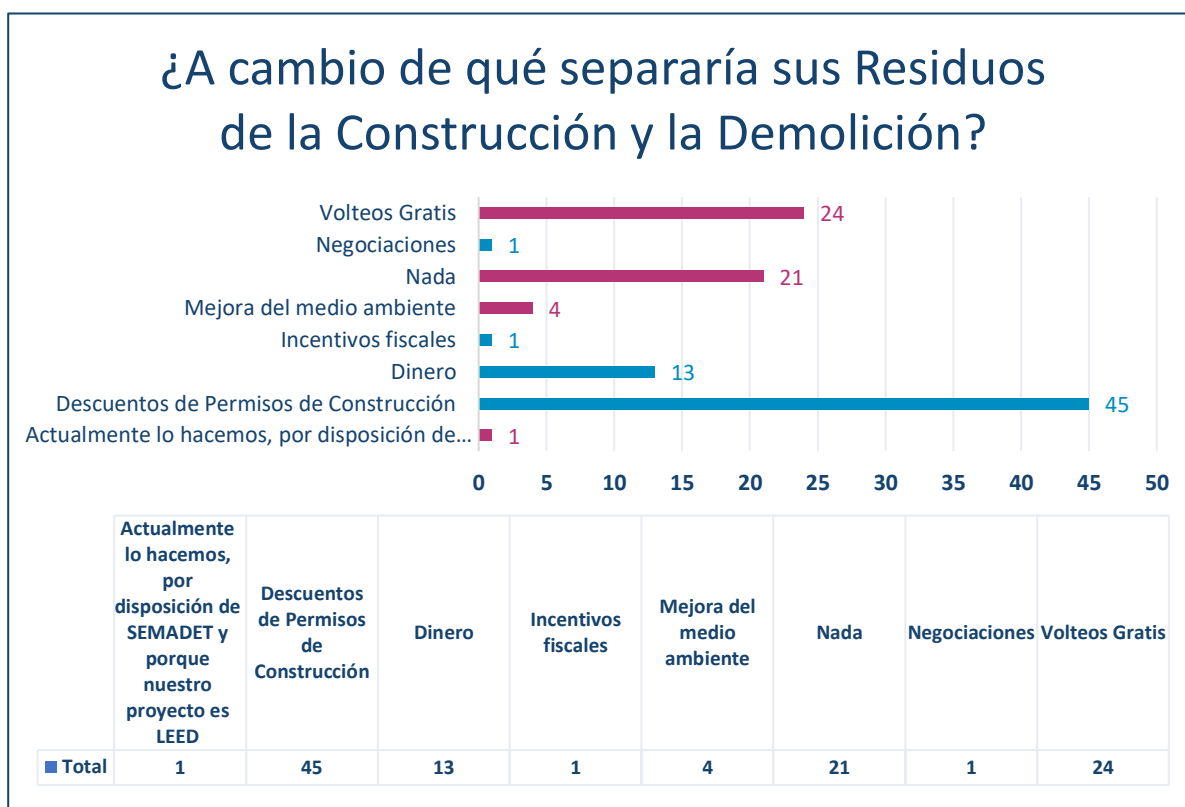


Gráfica 10: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Qué elementos creados a base de concreto reciclado le convendría usar en un proyecto?

Estos hallazgos validan el Objetivo Especifico 1: Comprobar la viabilidad de actividades de separación y el posible uso de elementos constructivos creados a partir del reciclaje de los residuos generados del concreto, demostrando que, si existieran los productos creados a base de concreto reciclado, en el AMG estos productos tendrían una alta aceptación. También estos hallazgos dan una idea de que clase de productos con base de concreto reciclado utilizarían en el AMG , apoyando con esto al Objetivo Especifico 4: Crear un material constructivo creado a base del reciclado o reutilización de los residuos generados del concreto, que cumpla con las Normas Mexicanas de materiales de la construcción y esté basado en las necesidades de los profesionistas del área de la construcción en el AMG.

4.2.6 Incentivo para la separación de RCD

25 de los constructores encuestados separarían sus RCD por nada o solamente por saber que se está mejorando el medio ambiente. 24 de los constructores separarían sus RCD por Volteos Gratis. Uno de los constructores encuestados refirió que la certificación LEED le pide que separe sus RCD.



Gráfica 11: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿A cambio de qué separaría sus Residuos de la Construcción y la Demolición?

Estos hallazgos validan el Objetivo Especifico 1: Comprobar la viabilidad de actividades de separación y el posible uso de elementos constructivos creados a partir del reciclaje de los residuos generados del concreto; mostrando que los constructores están dispuestos a separar sus RCD. Y también da respuesta al Objetivo Especifico 2: Crear un incentivo para la separación de los RCD en el AMG, que fomente esta actividad entre los profesionistas de la Construcción y la

Demolición, resolviendo los problemas que se tienen en la aplicación de las leyes de gestión de RCD en el AMG; este incentivo deben ser los volteos gratis.

4.2.7 Pautas para el manejo de RCD

Las pautas que se encontraron y pueden agregar valor son las siguientes:

- Concepto de Deconstrucción.
- Densidades de los RCD de acuerdo con su tipo.
- Señalética y sus características.
- Productos de RCD: bloques huecos, adoquines, mosaicos y módulos de vivienda.
- Cálculo en el proyecto ejecutivo para RCD.

Estas pautas dan valor al Objetivo Especifico 3: Crear una estrategia que eficiente los procesos de separación dentro de las actividades de la construcción y señale pautas para su correcta transportación al sitio de disposición final.

4.2.8 Procesamiento de residuos del Concreto

Para la menor generación de impactos ambientales se requiere hacer un proceso primeramente de cribado con los Residuos de Concreto (Ver Imagen 21 y 23). Este proceso permite aprovechar una alta cantidad de residuos del concreto ya sean arenas, gravas o gravillas, usando la menor cantidad de procesos mecánicos (Ver Tabla 38).



Imagen 1: Criba 3/4" y Criba 1/2"



Imagen 2: Selección de RCD del Laboratorio H

Tabla 30: Resultados de Separación de Residuos de Concreto por Método de Manual.

Residuos de Concreto a separar (Kg)	Agregado Fino- Pasa por Criba del No. 4(Kg)	Agregado Grueso- No Pasa por Criba del No. 4, Pasa por Criba de 1/2(Kg)	Agregado Grueso- No Pasa por Criba de 1/2(Kg)
46.76	24.38	9.60	11.56

**Nota: Para ver el experimento completo revisar el Anexo 17: Experimento: Obtención de Agregado Reciclado de Concreto- Método Manual.*

Este hallazgo aporta a la solución del Objetivo Especifico 4: Crear un material constructivo creado a base del reciclado o reutilización de los residuos generados del concreto, que cumpla con las Normas Mexicanas de materiales de la construcción y esté basado en las necesidades de los profesionistas del área de la construcción en el AMG, ya que propone un método de obtención de

agregado grueso y fino (Arenas y Gravas) con el menor uso de métodos mecánicos y la menor generación de impacto ambiental y económico.

4.2.9 Agregados Gruesos con base de Residuos de Concreto

El Agregado Grueso con base de Residuos de Concreto de acuerdo con las normas ASTM C 33-03 y la NMX-111-ONNCE-2014 posee una mejor variación granulométrica que el Agregado Grueso que se puede obtener en el AMG. (Ver Tablas 41 y 42)

Tabla 31: Resultados de la prueba de Agregados Gruesos aplicada en el Agregado Grueso-Gravilla, proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado- Método Mecánico y Método Manual.

Tamiz	Porcentaje recomendado que pase	Peso Total a pasar por Tamiz	GR que pasaron por el Tamiz	% que pasó por el Tamiz	GR que no pasaron por el Tamiz	% que no pasó por el Tamiz
3/4"	100	1126.76	1126.76	100.00	0.00	0.00
1/2"	90 al 100	1126.76	1126.76	100.00	0.00	0.00
3/8"	40 al 70	1126.76	899.44	79.83	227.32	20.17
4.75"	0 al 15	899.44	69.12	6.13	830.32	93.87
2.38"	0 al 5	69.12	0.00	0.00	69.12	100.00
1.18"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

Tabla 32: Resultados de la prueba de Agregados Gruesos aplicada en Gravillas Naturales.

Tamiz	Porcentaje recomendado que pase	Peso Total a pasar por Tamiz	GR que pasaron por el Tamiz	% que pasó por el Tamiz	GR que no pasaron por el Tamiz	% que no pasó por el Tamiz
3/4"	100	1463.82	1463.82	100.00	0.00	0.00
1/2"	90 al 100	1463.82	1463.82	100.00	0.00	0.00
3/8"	40 al 70	1463.82	1463.82	100.00	0.00	0.00
4.75"	0 al 15	1463.82	405.76	27.72	1058.06	72.28
2.38"	0 al 5	405.76	0.00	0.00	405.76	100.00
1.18"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

*Nota: Para ver el experimento completo revisar el Anexo 20: Experimento: Prueba de Agregado Grueso Reciclado de Concreto- Gravilla.

Este hallazgo aporta a la solución del Objetivo Especifico 4: Crear un material constructivo creado a base del reciclado o reutilización de los residuos generados del concreto, que cumpla con las Normas Mexicanas de materiales de la construcción y esté basado en las necesidades de los

profesionistas del área de la construcción en el AMG, debido a que demuestra la calidad del Agregado Grueso con bases de Concreto Reciclado.

4.2.11 Agregados Finos con base de Residuos de Concreto

El Agregado Fino con base de Residuos de Concreto de acuerdo con las normas ASTM C 33-03 y la NMX-111-ONNCE-2014 , casi cumple con el rango que se estipula en el modulo de finura, que es entre 2.1 y 3.1. Por esta razón se recomienda una mayor molienda del agregado fino o la incorporación de un agregado fino que si cumpla con el módulo de finura requerido, en proporción 1:1 (Agregado Fino que sí cumpla el módulo de finura y Agregado Fino con base de Residuos de Concreto). (Ver Tabla 39)

Tabla 33: Resultados de la prueba de Agregados Fino aplicada en el Agregado Fino con base de Residuos de Concreto.

Tamiz	Porcentaje recomendado que pase	Peso Total a pasar por Tamiz	GR que pasaron por el Tamiz	% que pasó por el Tamiz	GR que no pasaron por el Tamiz	% que no pasó por el Tamiz
9,5(3/8)	100	1127.37	1127.37	100.00	0	0.00
4.75 mm(no.4)	95 al 100	1227.37	1127.37	91.85	0	0.00
2.36mm(no.8)	80 al 100	1227.37	909.33	74.09	318.04	25.91
1.18 mm(no.16)	50 al 85	909.33	689.49	56.18	219.84	43.82
600 um(no.30)	25 al 60	689.49	450.33	36.69	239.16	63.31
300 um(no. 50)	10 al 30	450.33	192.24	15.66	258.09	84.34
150 um(no.100)	2 al 10	192.24	67.13	5.47	125.11	94.53

Modulo de Finura	3.12
------------------	------

**Nota: Para ver el experimento completo revisar el Anexo 19: Experimento: Prueba de Agregado Fino Reciclado de Concreto.*

Este hallazgo aporta a la solución del Objetivo Especifico 4: Crear un material constructivo creado a base del reciclado o reutilización de los residuos generados del concreto, que cumpla con las Normas Mexicanas de materiales de la construcción y esté basado en las necesidades de los profesionistas del área de la construcción en el AMG, debido a que muestra cómo se puede mejorar la calidad del agregado fino con base de Residuos de Concreto.

4.2.11 Mezcla de concreto reciclado

La mezcla de Concreto Reciclado 1:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto y Agua) proporciona una buena trabajabilidad con la mezcla, una calidad buena con base en el manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento (Ver Imagen 51), una buena resistencia para Tabicones no estructurales con base a la normativa NMX C-441-ONNCE-2014 y además una buena densidad. (Ver Gráfica 5, Tabla 47 y 48)

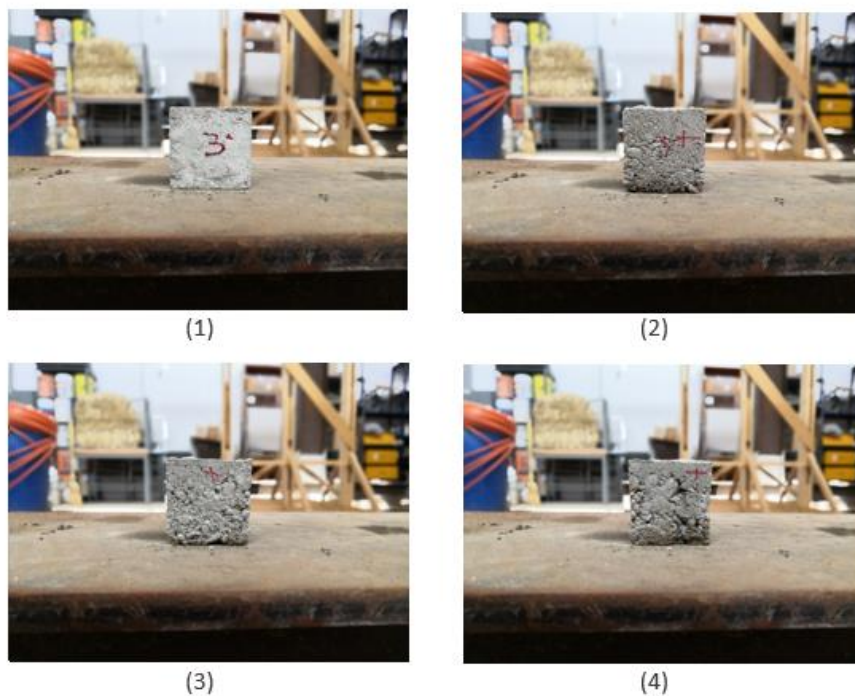
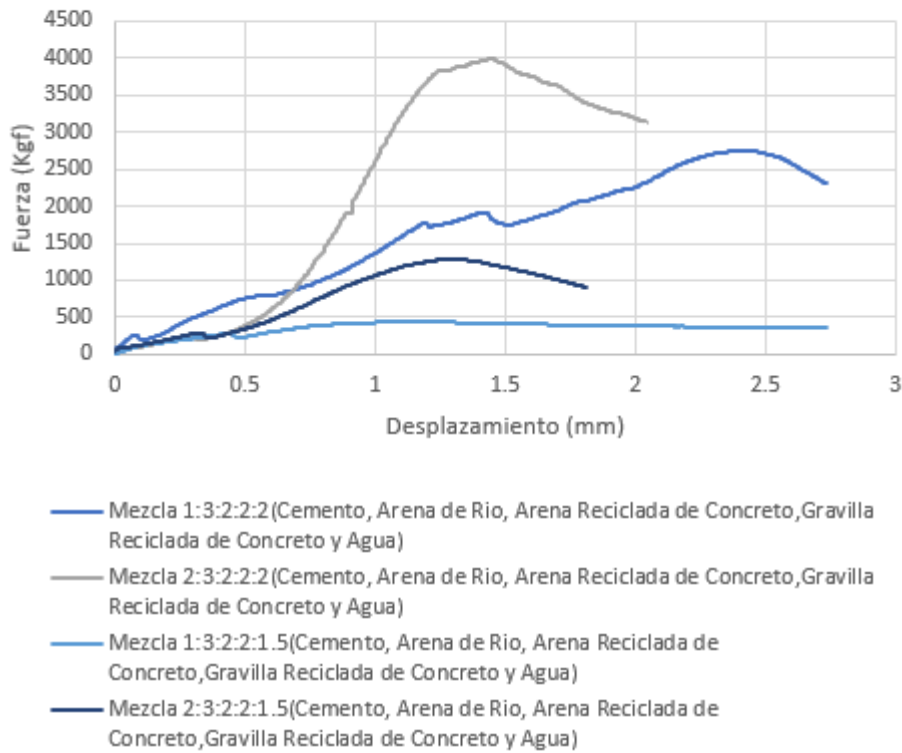


Imagen 3: Resultados de mezcla proporción 1:3:2:2:2.

Resistencia a Compresión de Cubos



Gráfica 12: Resultados Resistencia a Compresión de Cubos.

Tabla 34: Resultados Resistencia a Compresión de Cubos.

Nombre	Max._Carga (kgf)	Max._Desplazamiento (mm)	Max._Esfuerzo (kgf/cm ²)
Mezcla 1:3:2:2	2747.82	2.43	105.65
Mezcla 2:3:2:2	3994.26	1.46	153.57
Mezcla 1:3:2:1.5	436.57	1.12	17.46
Mezcla 2:3:2:1.5	1290.83	1.30	51.63

Tabla 35: Resultados de densidad de Cubos.

Cubo	Masa (g)	Largo(cm)	Ancho (cm)	Alto(cm)	Volumen(cm)	Densidad (g/cm ³)
Mezcla 1:3:2:2	236.42	5.10	5.10	5.10	132.65	1.78
Mezcla 2:3:2:2	247.45	5.10	5.10	5.10	132.65	1.87
Mezcla 1:3:2:1.5	194.06	5.00	5.00	5.00	125.00	1.55
Mezcla 2:3:2:1.5	212.74	5.00	5.00	5.20	130.00	1.64

*Nota: Para ver estos experimentos completos revisar el Anexo 25: Observación directa-variaciones de agua y cemento en mezclas de concreto reciclado proporción 1:3:2: 2:1.5, 2:3:2:2:1.5,1:3:2:2 y 2:3:2:2:2(Cemento, Arena de rio, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto, Agua)-Apariencia; y el Anexo 26: Experimento: Variaciones de agua

en mezclas de concreto reciclado proporción 1:3:2: 2:1.5, 2:3:2:2:1.5,1:3:2:2:2 y 2:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Rio, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto, Agua)-Resistencia.

Este hallazgo aporta a la solución del Objetivo Especifico 4: Crear un material constructivo creado a base del reciclado o reutilización de los residuos generados del concreto, que cumpla con las Normas Mexicanas de materiales de la construcción y esté basado en las necesidades de los profesionistas del área de la construcción en el AMG, debido a que propone un tipo de mezcla que cumple con una buena trabajabilidad, calidad, resistencia y densidad.

4.2.10 Comparación Tabicones con mezcla de Agregados Finos y Gruesos con base de residuos de concreto contra Tabicón del mercado del AMG

Los Tabicones con mezcla con Agregados Finos y Gruesos con base de Residuos de Concreto poseen mejor resistencia y absorción que los Tabicones del AMG, solamente poseen una densidad más alta. (Ver Gráfica 27 y Tablas 51,52 y 53)



Gráfica 13: Resultado de resistencia a compresión de los tabicones.

Tabla 36: Resultado de resistencia a compresión de los tabicones.

Tabicón	Max._Carga (Kgf)	Max._Despl (mm)	Max._Esfuerzo (Kg/cm2)
Tabicón de Concreto Reciclado	25325.60	13.31	92.77
Tabicón de Jalcreto-Ferretería Dicomma	21673.80	6.63	55.29
Tabicón de Concreto-Construrama	32635.70	6.90	81.79
Tabicón de Jalcreto-Central de Materiales	23072.70	5.29	58.86

Tabla 37: Resultado de absorción de los tabicones.

Tabicón	Masa seca del especiment (Kg)	Masa saturada superficialmente seca (kg)	Porcentaje de Absorción a 24 horas
Tabicón de Concreto Reciclado	3.525	3.963	12.426
Tabicón de Jalcreto-Ferretería Dicomma	5.080	6.135	20.768
Tabicón de Concreto-Construrama	5.552	6.620	19.236
Tabicón de Jalcreto-Central de Materiales	5.431	6.395	17.750

Tabla 38: Densidad de Tabicones.

Tabicón	Masa (g)	Largo(cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Volumen(cm3)	Densidad (g/cm3)
Tabicón de Concreto Reciclado	4320.00	26.00	10.50	9.50	2593.50	1.67
Tabicón de Jalcreto-Ferretería Dicomma	5260.00	28.00	14.00	11.00	4312.00	1.22
Tabicón de Concreto-Construrama	6043.00	28.50	14.00	11.00	4389.00	1.38
Tabicón de Jalcreto-Central de Materiales	5830.00	28.00	14.00	11.00	4312.00	1.35

*Nota: Para ver el experimento completo revisar el Anexo 30: Comparación tabicón reciclado con tabicones del mercado.

Este hallazgo aporta a la solución del Objetivo Especifico 4: Crear un material constructivo creado a base del reciclado o reutilización de los residuos generados del concreto, que cumpla con las Normas Mexicanas de materiales de la construcción y esté basado en las necesidades de los profesionistas del área de la construcción en el AMG, debido a que comprueba que los productos con Agregados Reciclados del Concreto son capaces de competir con los productos del AMG en cuestiones de resistencia y absorción.

4.3 Diseño Aplicativo de la Solución.

Tomando en cuenta las Conclusiones y los Hallazgos Aprovechables, el AMG se encuentra en un punto en el que se requieren actividades para poder gestionar y aprovechar de manera adecuada los Residuos del Concreto que se generan, reduciendo los impactos ambientales, económicos, políticos y sociales. A continuación, se detallan estas actividades.

4.3.1 Incentivo para la separación de RCD.

Las actividades de separación de RCD tienen un impacto económico para los constructores del AMG, debido a que invierten mano de obra, tiempo y espacio en ello, pero esta es una actividad esencial para la correcta gestión y aprovechamiento de estos residuos. Por esta razón la creación de un incentivo se vuelve de suma importancia y el mejor incentivo que se le puede dar a un constructor a cambio de la separación de RCD, son volteos gratis. Al constructor estos volteos le implican un costo mayor o menor, dependiendo del tamaño de la obra y de la cercanía que tenga con el sitio de disposición final; al proporcionarle el incentivo del volteo gratis de sus RCD a cambio de la separación de estos, automáticamente se le está generando un ahorro y la posibilidad de analizar si alguno de estos residuos lo puede reutilizar. Teniendo este incentivo se vuelve necesario tener pautas para la correcta separación de RCD.

4.3.2 Pautas para la separación de RCD.

Teniendo claro el incentivo necesario para la separación de RCD en el AMG, las pautas que deben de seguir los constructores para la correcta separación de estos residuos son las siguientes:

- El constructor se debe de inscribir ante SEMADET en el padrón de generadores de RME (Residuos de Manejo Especial).

- El Generador (Constructor) y el Gestor (Persona que dispone o trata los RCD) deben definir cada uno sus obligaciones y responsabilidades.

- El Generador desde el proyecto ejecutivo debe definir los siguientes puntos:

- Uso de materiales prefabricados que le permitan tener el menor desperdicio de material.
- Contemplar las etapas de construcción, los materiales que va a requerir y las posibles estrategias que puede utilizar para reducir la generación de RCD.
- Cuantificar los RCD que va a generar, ya sea por medio de un factor o una fórmula.
- Tipos de Residuos que va a generar: pétreos, metales, madera, plástico, materiales asfálticos, suelo y materiales geológicos, vidrio y materiales de difícil reciclaje.
- Sitio dentro de la construcción donde vaya a depositar los RCD, ya sea mediante contenedores, costales o super costales. Este sitio debe estar cercano a la calle y no debe obstruir accesos.

- Teniendo la información anterior el Generador y el Gestor deben programar recolecciones periódicas de residuos.

- El Generador en el sitio seleccionado para disponer los RCD, debe colocar ya sean costales, supercostales o contenedores, correctamente rotulados de acuerdo con el tipo de residuos que se va a colocar en ellos: pétreos, metales, madera, plástico, materiales asfálticos, suelos y materiales geológicos, vidrio y materiales de difícil reciclaje.

-El Generador tiene la obligación de capacitar a sus albañiles en la correcta separación de los RCD, supervisando que se haga de manera adecuada.

- Antes de la recolección, el Generador puede seleccionar los RCD que pueda reutilizar en el mismo proyecto o en otros.

- El Gestor al recolectar los RCD generados por el Generador, debe de entregarle un documento donde se detalle la siguiente información:

- Fecha y lugar donde se generaron los RCD.
- Nombre del generador.
- Tipo de RCD que se generaron: pétreos, metales, madera, plástico, materiales asfálticos, suelos y materiales geológicos, vidrio y materiales de difícil reciclaje.
- Cantidades de RCD que se reciben.
- Usos que tendrán esos RCD.
- Sitio de disposición final al que se llevaran sino es posible reusar o reciclar esos RCD.

- También el gestor tiene la obligación de entregar el Manifestó de Impacto Ambiental del sitio de disposición final al que se llevaran los RCD que no puedan ser reutilizados, avalado por SEMADET.

- En la transportación de los RCD, el gestor debe asegurar que los RCD previamente separados por el Generador no se mezclen, ya sea mediante el uso de costales o supercostales.

- Los vehículos que transporten RCD deben de tener las siguientes características:

- Cobertura de carga en la transportación mediante una lona.
- Verificación Vehicular.
- Holograma de Verificación.
- Equipo contra incendios a través de extintores de polvo químico seco de 6 kg, de acuerdo con la capacidad del vehículo.
- Dispositivos de iluminación para trabajo nocturno, estrobos, torreta, señales de alerta reflejantes y alarma sonora de reversa

Todas estas pautas permiten poder gestionar y aprovechar de mejor manera los RCD generados por los constructores en el AMG, pero también le permiten al constructor tener un mejor control de la generación de residuos en su actividad, dándole la oportunidad de disminuir sus residuos, trayendo ahorros a su construcción.

4.3.3 Aprovechamiento de Residuos del Concreto.

Teniendo las actividades anteriores resueltas, lo consiguiente es buscar formas en las que los RCD puedan ser reutilizados o reciclados; la madera de las cimbras suele ser reutilizada, el plástico y el metal reciclado, pero lo que es directamente los Residuos del Concreto en el AMG la mayor parte de los constructores desconoce que se puede hacer con ellos. A continuación, se muestra cual es el proceso para aprovechar los Residuos del Concreto.

Al obtener los Residuos de concreto, el primer paso debe ser el cribado, para eso se recomienda una Criba con las siguientes características:



Imagen 1: Criba 3 pisos. Fuente: Maqro: Maquinaria

- Descripción: Criba 3 pisos de 5' x 20' 70 horas Caterpillar C4.4 (111.3 Hp).
- Capacidad de tolva de 8m³. Para seleccionar 3 productos. Producción 200 a 300 T/h Año 2017.
- Recomendación de Marca: Terex Finlay Serie TRX00694LDGH34076.

Se recomienda que los productos obtenidos sean de acuerdo con las cribas de ½ de pulgada y den No.4; si el agregado no pasa la criba de ½ de pulgada es grava, sino pasa la del no. 4 es gravilla y si pasa la del no.4 es arena.

Con este proceso automáticamente se obtienen 3 productos que pueden ser utilizados principalmente en la creación de elementos de mampostería no estructurales como Tabicones o Blocks, pero también pueden ser utilizados en cimentaciones o mezclas para calles.

En el caso de que se requiera una menor granulometría en el agregado que se busca o el residuo tenga acero, se recomienda hacer uso de una Trituradora de Quijada con las siguientes características:



Imagen 5: Trituradora de Quijada o Machacadora. Fuente: Maqro: Maquinaria

- Tipo: Quijada o Machacadora.
- Descripción: Trituradora en quijada (30'' x 42'') con motor C9 Caterpillar 350 HP TIER 3, con banda lateral de despolve y separador magnético.
- Marca Recomendada: Terex Finlay.

Al terminar este proceso, los agregados obtenidos tienen que pasar de nuevo por el proceso de cribado, para determinar cuáles son arenas, gravillas y gravas.

Con los agregados obtenidos se puede realizar una mezcla con proporción 1:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto y Agua), esta mezcla tiene una buena trabajabilidad, absorción y crea elementos con una buena calidad.

Los Tabicones no estructurales son una buena opción para la mezcla con proporción 1:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto y Agua), debido a que como elemento cumple con las normas nacionales, posee la resistencia y la absorción requerida. Si se compara el Tabicón realizado con esta mezcla con los que se venden actualmente en el AMG, se puede apreciar que el Tabicón creado con concreto a base de agregados reciclados, posee una mejor resistencia y absorción que los que se pueden conseguir en el AMG, aunque también aumenta su densidad.

Al finalizar estos procesos automáticamente se pueden obtener 4 productos: los primeros son las Arenas y las Gravas creadas a base de Residuos del Concreto, las Gravas que se obtienen tienen la calidad suficiente para competir con las Gravas Naturales y las Arenas que se obtienen se pueden mejorar mediante procesos mecánicos o la mezcla con Arenas que cumplan la normatividad, para así competir con la calidad de las Arenas Naturales. Estos dos productos dan origen a una cantidad de mezclas de concreto, que de acuerdo con el proceso que lleven, pueden dar paso a una serie de productos ya sean no estructurales o estructurales que cumplan con los requerimientos normativos y compitan de manera adecuada con el mercado local del AMG, un ejemplo de esto son los Tabicones no estructurales planteados en esta investigación.

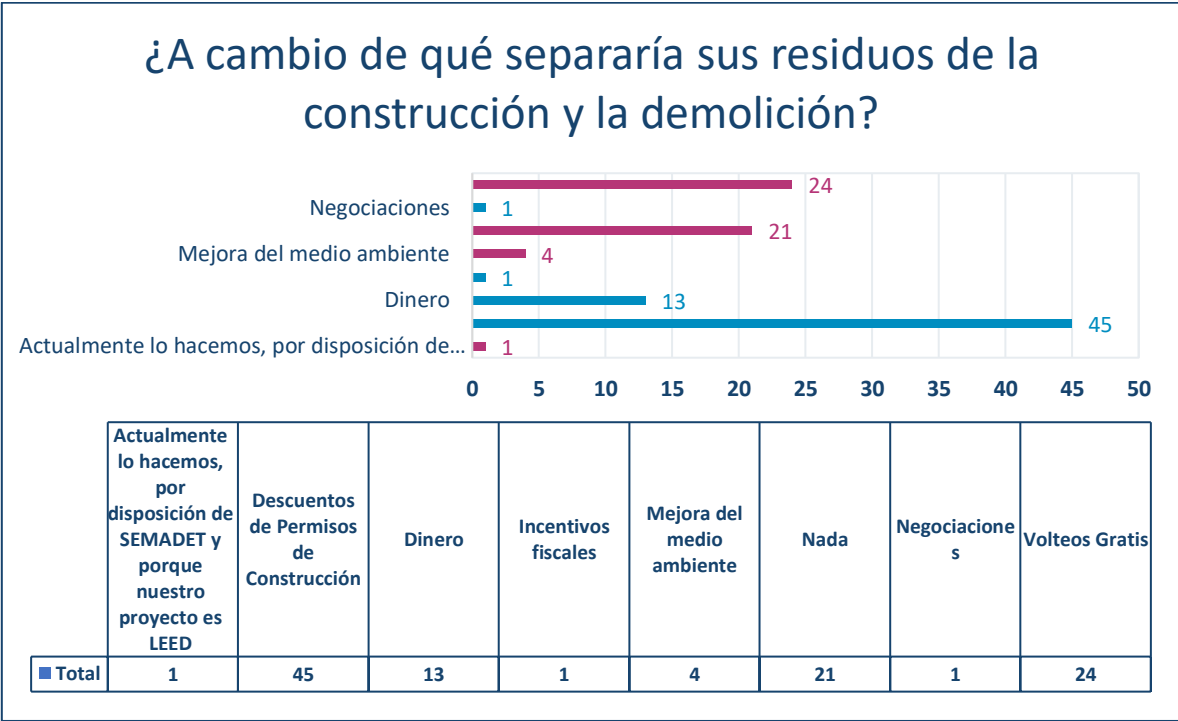
4.4 Factibilidad y Validación.

Con base a los resultados obtenidos en la encuesta realizada, el 58% de los constructores del AMG han participado en un proyecto donde se separen los RCD y actualmente el 27% los separa, estas actividades son básicas e indispensables para la correcta gestión y aprovechamiento de RCD; actualmente el 72% de los constructores del AMG no conocen el concreto reciclado. Al evaluar la cantidad de constructores que separan sus residuos o que tienen el conocimiento de estos procedimientos, pero no tienen el conocimiento de cómo se pueden aprovechar los residuos

de concreto, se puede concluir que en el AMG se está desaprovechando una oportunidad valiosa de que estos residuos sean aprovechados, impidiendo los impactos ambientales, económicos, políticos y sociales que estos pudieran ocasionar. Por esta razón el Plan de manejo integral para el aprovechamiento de residuos de concreto provenientes de construcciones, laboratorios y demoliciones en el Área Metropolitana de Guadalajara se vuelve un documento relevante, que le da una solución a un problema actual.

4.4.1 Incentivo para la separación de RCD.

Siendo esencial para la gestión y el aprovechamiento de RCD su separación, y volviéndose importante la creación de un incentivo para esto, se le pregunto a los constructores del AMG: ¿A cambio de qué separaría sus residuos de la construcción y la demolición?, y los resultados fueron los siguientes:

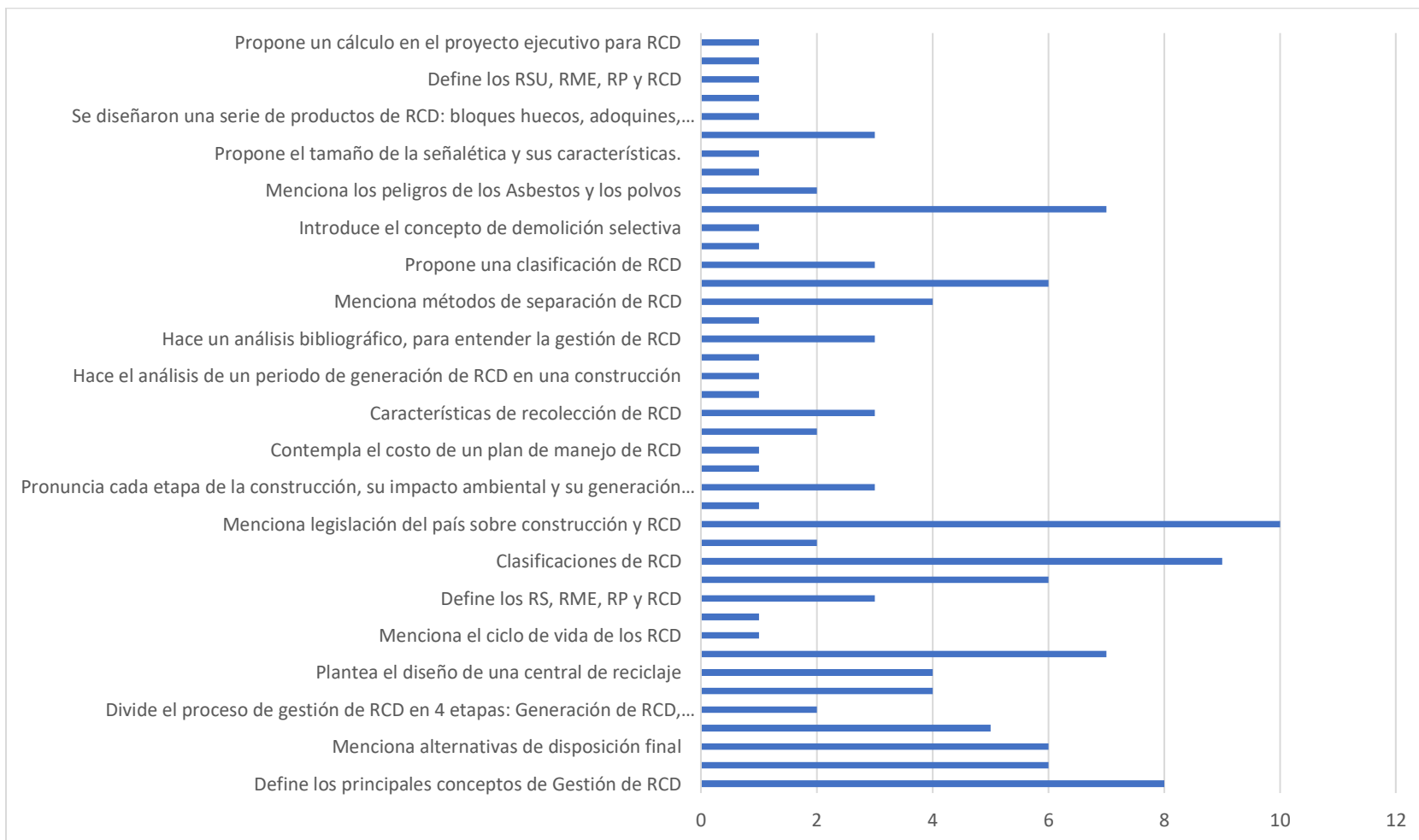


Gráfica 3: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿A cambio de que separaría sus residuos de la construcción y la demolición?

De acuerdo con los resultados, el mejor incentivo que podrían obtener los constructores en el AMG son descuentos en permisos de la Construcción, lamentablemente este incentivo requiere que se alineen intereses profesionales y políticos, volviéndose complicado. Analizando y combinando los resultados restantes se puede ver que la mayoría de los constructores estaría dispuesta a separar sus RCD por nada, volteos gratis, mejora del medio ambiente o porque su proyecto está buscando una certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) y SEMADET lo demanda. Con base a esto el mejor incentivo que se le puede dar a un constructor ya que le trae un beneficio económico son los volteos de residuos gratis, ya que, de acuerdo al tamaño de su construcción y la cercanía con el relleno sanitario, estos ahorros pueden ser de entre \$4,750.00 y \$40,000.00 pesos.

4.4.2 Pautas para la separación de RCD.

Con base al Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España, las características que debe de tener un plan de manejo de RCD son las siguientes:



Gráfica 4: Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España.

Con estos resultados se puede saber cuáles son las medidas que se están desarrollando en las distintas realidades de Latinoamérica y España, pudiendo adaptar a la realidad del AMG y su legislación existente.

4.4.3 Aprovechamiento de Residuos del Concreto.

Con base a los resultados obtenidos en las entrevistas y encuestas realizadas, en el AMG actualmente los constructores reutilizan la madera en cimbras, reciclan el acero y el plástico, pero el verdadero problema son los Residuos del Concreto, estos residuos automáticamente se les considera basura de gran volumen. El 95% de los constructores del AMG está dispuesto a utilizar elementos creados con base de concreto reciclado, ya sean blocks, tabicones o mobiliario, la única condición es que cumpla con la normatividad requerida.

Los experimentos realizados en esta investigación y ubicados en los anexos 15,16 y 17, demostraron que el primer procedimiento que se tiene que hacer al recibir los Residuos de Concreto es un cribado; este procedimiento permite obtener gravas, gravillas y arena con una sola maquinaria. En el caso de que se requiera una granulometría menor o los residuos tengan metal, se haría uso de lo que es una Trituradora de Quijada con un separador magnético.

El Agregado Grueso obtenido de estos procesos, como se puede ver en el experimento ubicado en el anexo 19, cumple con las normas ASTM C 33-03 y NMX-111-ONNCE-2014, teniendo una mejor diversidad en su granulometría que el Agregado Grueso que se puede obtener en el AMG.

En el caso del Agregado Fino, como se puede ver en el experimento ubicado en el anexo 18, no cumple con las normas ASTM C 33-03 y NMX-111-ONNCE-2014; pero con base a las mismas normas, se puede mezclar con un Agregado Fino que si cumpla con las normas para mejorar su granulometría y cumplir con los requerimientos.

Los Tabicones creados con la mezcla proporción 1:3:2:2:2(Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto y Agua) cumplen perfectamente con los requerimientos establecidos de resistencia, absorción y apariencia en la norma NMX C-441-ONNCE-2013 y en el Manual de Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento. Esto se comprueba con los experimentos ubicados en los anexos 25,26 y 27.

Este Tabicón al compararlo con los Tabicones que se pueden obtener en el AMG, de acuerdo con el experimento ubicado en el anexo 28, se puede apreciar que cumple de mejor manera con los requerimientos de resistencia, absorción e imagen que marca la norma NMX C-441-ONNCE-2013 y el Manual de Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento, lo único que aumenta es su densidad. Este elemento no estructural es competitivo en sus características técnicas en el mercado del AMG.

En cuestiones de Sustentabilidad, la solución planteada en esta investigación impacta directamente en las dimensiones que las problemáticas que ocasionan los RCD en el AMG mostraron: Política, Social, Económica y Ambiental. Políticamente el incentivo planteado en esta investigación ayuda a que, mediante un convenio con los constructores, que son los volteos gratis, se cumplan con las leyes de gestión de RCD que existen en el AMG, sin necesidad de ninguna sanción, esto impacta directamente en la economía del constructor trayéndole un beneficio y ambientalmente da la posibilidad de poder reutilizar o reciclar estos residuos. Económicamente al poder reutilizar o reciclar los RCD evitamos una parte de los costos de degradación ambiental que puedan ocasionar la extracción de material natural, debido a que en la producción de elementos con base de Residuos de Concreto no se está impactando ningún recurso natural, ni se esta usando la misma cantidad de maquinaria para procesarlo y se está disminuyendo la transportación de material, debido a que los RCD ya se encuentran dentro del AMG; también con estas medidas

se está evitando el uso de tiraderos clandestinos como bosques y ríos, que al final a consecuencia de la gran contaminación que generan los Residuos del Concreto terminan degradándose.

Socialmente se evita que la disposición final de estos residuos sea en bosques, ríos y comunidades de escasos recursos; estos residuos como tal además de ser altamente contaminantes, pueden ocasionar una serie de enfermedades que son muy dañinas para el ser humano. Este plan de manejo integral para el aprovechamiento de Residuos del Concreto provenientes de construcciones, laboratorios y demoliciones en el AMG trae una solución sustentable a una problemática actual con beneficios sociales, ambientales, políticos y económicos.

Capítulo 5: Conclusión.

Este Trabajo de Obtención de Grado (TOG) mediante el Plan de manejo integral para el aprovechamiento de residuos de concreto provenientes de construcciones, laboratorios y demoliciones en el Área Metropolitana de Guadalajara, ofrece una solución a la actual problemática que se vive en la cuestión de gestión de Residuos del Concreto. Para lograr esto primeramente analiza la situación actual que se vive en México y en el AMG en cuestión de gestión de RCD, propone un incentivo para fomentar la actividad de la separación de residuos entre los constructores, acompañado de una serie de pautas básicas que debe tener el proceso de esta separación, para finalmente con base a normas y manuales de elementos constructivos proponer una aplicación útil para los Residuos del Concreto.

La Construcción en México de acuerdo con el Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción (CEESCO), representa el cuarto sector económico en el país; a consecuencia de esto es una de las industrias que más impactos genera a nivel social, económico, político y ambiental. Uno de sus principales impactos es su generación de residuos, a nivel nacional es la tercera actividad con mayor generación, por debajo de las excretas de ganado y el papel y cartón; de acuerdo con el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Jalisco, es la actividad económica que genera mayores residuos, produciendo más de 7 millones de toneladas al año.

En México y el estado de Jalisco, a consecuencia de los impactos que generan estos residuos se han generado leyes, sanciones y normas para su correcta gestión; lamentablemente, a consecuencia de que la construcción es una de las actividades que se realiza con mayor intensidad en el país, también es una de las actividades como se mencionó anteriormente que genera mayores residuos, esto hace complicado que las autoridades puedan cuidar la aplicación de las

leyes, sanciones y normas existentes, provocando que la disposición final de estos residuos se haga en sitios clandestinos, generando impactos ambientales, económicos, políticos y sociales adversos.

Una gran parte de los Residuos de la Construcción y la Demolición (RCD) son reusados o reciclados en el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), por ejemplo, las cimbras de madera son reusadas y el acero sobrante reciclado, los únicos residuos que se desconocen opciones para su reuso o reciclaje son los de concreto. Esto provoca que los RCD que mayormente se desechan sean los del concreto.

Los sitios clandestinos en los que se depositan los Residuos del Concreto son bosques, ríos o comunidades de escasos recursos. Ambientalmente esta clase de residuos degrada el suelo en el que son depositados y afecta la infiltración del Agua; en el caso de los ríos de igual manera los contamina y es capaz de cambiar su flujo. Económicamente se tiene destinado en el país el 0.3% del Producto Interno Bruto (PIB) para el manejo de Residuos Sólidos, pero también se contempla el 0.5% para los costos de degradación de suelos. Políticamente, aunque se tienen leyes y sanciones para la disposición final en sitios clandestinos, las autoridades por el tamaño de la actividad de la construcción no tienen la capacidad de sancionar la mala disposición de los Residuos del Concreto. Esto provoca que socialmente la disposición ilegal de los residuos en comunidades de escasos recursos represente un gran peligro para las personas, debido a que estos residuos son capaces de provocar enfermedades, que tras una larga exposición pueden ocasionar la muerte.

Al no tener opciones de reuso o reciclaje para los Residuos del Concreto, se provoca que estos residuos se dispongan en sitios clandestinos, pero también se ocasiona que los constructores en el AMG solo tengan la opción de utilizar materiales provenientes de las canteras. De acuerdo

con la ONU este ritmo de construcción a nivel mundial ha ocasionado una sobre explotación de las canteras, reblandeciendo suelos.

Actualmente, como se muestra en este TOG, un porcentaje significativo de constructores en el AMG ya separa sus RCD, pudiendo aprovechar sólo los que son los residuos de madera, acero y plástico, teniendo forzosamente que desechar lo que son los Residuos del Concreto. Este plan proporciona opciones a los constructores para aprovechar sus Residuos del Concreto.

Otro porcentaje significativo de constructores en el AMG no separa sus RCD ni tiene el conocimiento de la forma adecuada en la que se debe de realizar. Para esto este plan propone un incentivo, en el que el constructor al separar sus RCD de manera adecuada reciba viajes o volteos gratis. Esto le trae un beneficio económico al constructor, ya que le permite ya no tener que invertir de su bolsillo en viajes o volteos de residuos hacia sitios de disposición final.

Para poder acceder a este incentivo, es necesario garantizar la correcta separación de los RCD realizada por los constructores del AMG, para esto este plan proporciona una serie de pautas que garantizan la eficiencia y la calidad de este proceso. Estas pautas como tal le proporcionan al constructor actividades claves en el proyecto ejecutivo y en la construcción, que le permiten tener beneficios económicos y de imagen, debido a que gestiona de manera más eficiente sus residuos, teniendo una mejor disposición de ellos dentro de la construcción y dándole la posibilidad de reusarlos o reciclarlos.

Teniendo los puntos anteriores resueltos, este plan no contempla como opción principal la disposición final adecuada de los Residuos del Concreto, sino que plantea su reúso y reciclaje, mediante procesos que garanticen su mayor aprovechamiento con la menor emisión de Bióxido de Carbono. Para lograr esto prioriza la separación de los Residuos del Concreto, mediante un proceso de cribado industrial, después de este proceso ya se pueden utilizar estos residuos como

gravas, gravillas y arenas; solo en el caso de requerirse granulometrías menores o que el concreto tenga residuos de acero, se hace uso de una Trituradora de Quijada. Esto a comparación de la extracción natural de gravas, gravillas y arenas produce un menor impacto ambiental, ya que no se está afectando un recurso natural, el procesamiento de los residuos del concreto requiere menor maquinaria que la extracción de recursos naturales y esto residuos se encuentran dentro del AMG, no teniendo necesidad de transportarlos grandes distancias, no provocando emisiones de Bióxido de Carbono por transportación.

La aplicación que propone este plan para las gravas, gravillas y arenas generadas por los Residuos del Concreto, basados en las necesidades y requerimientos de los constructores en el AMG, son los Tabicones. Los Tabicones hechos con Agregados a base de Residuos de Concreto cumplen con la normativa nacional e internacional de elementos de mampostería no estructural y en comparación a los Tabicones que se pueden obtener dentro del AMG, este elemento posee mejores características de resistencia y absorción.

Para futuras investigaciones se recomienda primero partir de la experimentación con los posibles productos en los que estas mezclas pueden ser utilizadas, pero es de suma importancia comenzar a trabajar a la par en normativas que le expliquen al constructor local cómo se debe de trabajar este material, basadas en normativas de materiales existentes. Estas normativas como tal lo que harán será ayudar a que el constructor conozca el material y le tenga confianza, solucionando uno de los principales problemas existentes que es la falta de demanda de este tipo de materiales.

También se debe comenzar a abordar los impactos urbanos que la gestión de estos residuos generaría, como cuáles serían las estrategias de transportación que generan menores

emisiones de bióxido de carbono a la atmosfera y qué clase de infraestructura urbana debe existir dentro de la ciudad para su correcta gestión.

Con base en todo lo anterior, el Plan de manejo integral para el aprovechamiento de residuos de concreto provenientes de construcciones, laboratorios y demoliciones en el Área Metropolitana de Guadalajara, permite dar una solución que resuelve una de las principales problemáticas de una de las actividades económicas principales del país, como es la construcción. Esta solución trae beneficios económicos, sociales, políticos y ambientales, debido a que permite aprovechar sus residuos, no teniendo la necesidad de pagar viajes o volteos, esto garantiza que los Residuos del Concreto no vayan a sitios de disposición final inadecuados, ocasionando serios problemas ambientales que generen costos por degradación, y evitando que se generen afectaciones a comunidades de escasos recursos

Bibliografía

- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2014). Guía para la elaboración del plan de gestión integral de Residuos de la Construcción y Demolición (RCD). Bogotá, Colombia: Bogotá Humana.
- Aldana, J., & Serpell, A. (2012). Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis. Chile: Revista de la Construcción.
- Álvarez, V. (24 de Octubre de 2018). *¿Sabe usted a dónde van los escombros que salen de su casa?* . Obtenido de El Colombiano: <https://www.elcolombiano.com/antioquia/escombreras-en-medellin-problematica-e-informalidad-MF9546835>
- ASTM. (2003). ASTM C 33-03 . Pensilvania, EUA.
- ASTM. (20 de Febrero de 2012). ASTM-C-140. Pensilvania, EUA.
- Asuntos Económicos. (7 de Mayo de 2019). *Noticias ONU*. Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2019/05/1455611>
- Ayala, N. (27 de Febrero de 2017). Propuesta para la gestión integral sustentable de los residuos de construcción y demolición (RCD) en el Área Metropolitana de Guadalajara. Guadalajara, México: REI.
- Bedoya, C., & Dzul, L. (30 de Julio de 2015). El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. Santiago de Chile, Chile: RIC.
- Benyus, J. (1997). *Biomimetismo: innovación inspirada por naturaleza*. Nueva York: Harper Perennial.
- Cámara de Diputados de Chile. (1 de Abril de 2015). Proyecto de Ley de Gestión de Residuos. Santiago de Chile, Chile.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (9 de Enero de 2015). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Ciudad de México, México: Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2016). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (19 de Enero de 2018). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Ciudad de México, México: Diario Oficial de la Federación.

Cárcamo, G. (Septiembre de 2008). Gestión interna de los Residuos Sólidos producidos en las obras de construcción de tipo urbanístico utilizando como herramienta tecnología de ayuda lo sistemas de información geográfica. Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte.

Castaño, J., Rodríguez, R. M., & Lasso, L. (15 de Abril de 2013). Gestión de residuos de construcción. Bogotá , Colombia: Tecnura.

CEESCO. (2018). Situación Actual y Perspectivas de la Industria de la Construcción en México. Ciudad de México, México: CMIC.

CMIC. (s.f.). Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición. Ciudad de México, México.

Cochran, K. (30 de Noviembre de 2010). Estimating construction and demolition debris generation using a materials flow analysis approach. Waste Management. Nueva York, EUA: Waste Management.

Comisión de Derecho Internacional. (27 de Enero de 1980). Convención de Viena. Viena, Austria:

ONU.

Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible. (s.f.). Reciclando Concreto hecho por el

Consejo Mundial Empresarial para el desarrollo sostenible. Cement Sustainability Cement.

Economía y Negocios. (25 de Octubre de 2019). *El Tiempo*. Obtenido de

<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/proyectos-con-residuos-de-construccion-427024?fbclid=IwAR3duRJQd0cVsiGsNF5HISQBN0ECoelbwqe6n5BMrQbKlZbxqy6g51tkWUw>

El Informador. (20 de Noviembre de 2018). *Zapopan es el que tiene más tiraderos clandestinos de*

escombros. Obtenido de <https://www.informador.mx/jalisco/Zapopan-es-el-que-tiene-mas-tiraderos-clandestinos-de-escombros-20181120-0033.html>

El Informador. (19 de Mayo de 2019). *Constructores prometen menor daño ambiental*. Obtenido

de <https://www.informador.mx/jalisco/Constructores-prometen-menor-dano-ambiental-20180519-0010.html>

Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Economía Circular*. Obtenido de

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>

Falcón, J., & De la Rosa, A. (14 de Febrero de 2013). Hacia un reciclaje de materiales de la

construcción. Paraná, Brasil: Ingeniería Civil Sostenible y Urbanismo.

ForoProMadrid. (2015). Guía de Buenas Prácticas Ambientales en el Diseño, Construcción, Uso,

Conservación y Demolición de Edificios e Instalaciones. Madrid, España.

- Gallo, C. (3 de Marzo de 2015). Procedimiento para el manejo de los Residuos de Construcción y Demolición. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica de Perú.
- Gobierno del Estado de Jalisco. (24 de Febrero de 2007). Ley de Gestión Integral de Residuos del Estado de Jalisco. Guadalajara, México: Periódico Oficial del Estado de Jalisco.
- Gobierno del Estado de Jalisco. (1 de Julio de 2011). Reglamento en Materia de Recolección y transporte de Residuos de Manejo Especial. Guadalajara, México: Periódico Oficial del Estado de Jalisco.
- Gobierno del Estado de Jalisco. (8 de Octubre de 2016). NAE-SEMADET-001-/2016. Guadalajara, México: Periódico Oficial del Estado de Jalisco.
- Gobierno del Estado de Jalisco. (2019). *Área Metropolitana de Guadalajara*. Obtenido de <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/guadalajara>
- Gutiérrez, J., & Mungarya, A. (2014). Reciclaje de materiales de la construcción: aplicación en mezclas de concreto hidráulico. Mexicali, México: COLOQUIO MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD .
- Hansen, T. (1992). *Recycling of demolished concrete and Masonry*. Nueva York: RILEM.
- Hernández, A. (Noviembre de 2007). Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción. Cartago, Costa Rica: Repositorio TEC.
- Hidalgo, E. (2018). Residuos generados en la construcción de viviendas. Valparaiso, Chile: Peumo Repositorio Digital USM.
- Hiete, M. (2011). Matching construction and demolition waste supply to recycling demand: A regional management chain model. *Building Research & Information*, 333-351.

- Hincapié, A., & Aguja, E. (3 de Octubre de 2002). *Agregado Reciclado para Morteros*. Medellín, Colombia: REVISTA Universidad EAFIT.
- INEGI. (2015). *Cuentas económicas y ecológicas de México 2014 preliminar. Año base 2008*. Ciudad de México.
- Instituto Colombiano de Productores de Cemento. (s.f.). *Fabricación de Bloques de Concreto*. Bogotá, Colombia.
- León, J. (26 de Agosto de 2017). *En Lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos*. Obtenido de El Comercio: <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-generan-19-mil-toneladas-desmonte-dia-70-mar-rios-noticia-453274-noticia/>
- Maqro: Maquinaria*. (2019). Obtenido de <https://www.maquinariamaqro.com.mx/>
- Martínez, C. (2017). ¿A dónde van los residuos de la construcción y la demolición? *Ciencia UNAM*.
- Martínez, E., & Domínguez, J. (16 de Mayo de 2007). *Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas*. Mérida, México: Ingeniería.
- Martínez, I., & Mendoza, C. (Noviembre de 2005). *Comportamiento mecánico de concreto*. Ciudad de México, México: INGENIERÍA Investigación y Tecnología.
- O'Reilly, V., Bancrofft, R., & Ruiz, L. (2 de Enero de 2010). *Las tecnologías del concreto en su ciclo de vida*. Ciudad de México, México: Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo.
- Obras. (28 de Mayo de 2019). *El Gobierno de la CDMX quiere construir plantas de reciclaje de cascajo*. Obtenido de Expansión: <https://obras.expansion.mx/infraestructura/2019/05/28/el-gobierno-de-la-cdmx-quiere-construir-plantas-de-reciclaje-de-cascajo>

- OCDE. (s.f.). Modelo de Presión-Estado-Respuesta. 2016.
- OMS. (2006). *Ambientes saludables y prevención de enfermedades: Hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente*. Ginebra.
- ONNCE. (2013). NMX C-441-ONNCE-2013. Ciudad de México, México.
- ONNCE. (2013). NMX-C-037-ONNCE-2013 . Ciudad de México, México.
- ONNCE. (8 de Mayo de 2018). NMX-111-ONNCE-2014. Ciudad de México, México.
- ONNCE. (s.f.). NMX-C-404-ONNCE-2012 . Ciudad de México, México.
- ONU. (1987). *Protocolo de Montreal*. Montreal.
- ONU. (1989). *Convenio de Basilea*.
- ONU. (1992). *La Convención sobre el Cambio Climático*. Washington.
- Pacheco, C., Fuentes, L., Sánchez, É., & Rondón, H. (2017). Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión. Bogotá, Colombia: Ingeniería y Desarrollo.
- Parlamento Europeo. (2 de Julio de 2014). Hacia una economía circular: un programa de cero residuos para Europa. Bruselas, Bélgica.
- Párraga, M. (27 de Junio de 2019). *¡Al fin otro lugar para botar los restos de construcción!* .
Obtenido de Extra: <https://www.extra.ec/actualidad/guayaquil-basura-acopio-materialesdeconstruccion-servicio-MK2936086>
- Portal Minero. (22 de Enero de 2019). *Antofagasta podría contar con dos puntos de acopio para desechos de la construcción*. Obtenido de <http://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pagelId=159914593>

- Ramírez, M. (2019). *Tres años sin escombrera, ¿qué ha pasado con el sitio de residuos de construcción y demolición?* Obtenido de La crónica del Quindío:
<https://www.cronicadelquindio.com/noticia-completa-titulo-tres-anos-sin-escombrera-que-ha-pasado-con-el-sitio-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-cronica-del-quindio-nota-131814>
- Redacción del País. (25 de Octubre de 2019). *Continúa evacuación de desechos en la Escombrera de la 50, sur de Cali*. Obtenido de El País: <https://www.elpais.com.co/cali/continua-evacuacion-de-desechos-en-la-escombrera-de-la-50-sur-de.html>
- Rehbein, C. (8 de Abril de 2019). *Novedoso portal web impulsado por Corfo entrega tips sobre gestión de residuos*. Obtenido de Publimetro:
<https://www.publimetro.cl/cl/noticias/2019/04/08/residuos-gestion.html>
- Rivera, C., & Gutiérrez, C. (24 de Julio de 2008). *Análisis ambiental del mercado de los residuos de la construcción en la zona metropolitana de la Ciudad de México*. Ciudad de México, México: REDISA.
- Rodgers, L. (2017 de Diciembre de 2018). *La enorme fuente de emisiones de CO2 que está por todas partes y que quizás no conocías*. Obtenido de BBC News:
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-46594783>
- Rosas, A. (9 de Diciembre de 2014). *Mobiliario Urbano Prefabricado en Concreto con Agregado Grueso Reciclado*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Salas, Á. (24 de Abril de 2020). *Conferencia: Materiales Sostenibles de la Construcción para la Edificación*. Tlaquepaque, Jalisco, México: ITESO.
- Segura, J. (2011). *Estructuras de Concreto I*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

SEMADET. (2018). Manual de buenas prácticas ambientales en la construcción. Guadalajara, México: Gobierno del Estado de Jalisco.

SEMADET. (2017 de Febrero de 27). Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Jalisco . Guadalajara, México: Gobierno del Estado de Jalisco.

SEMARNAT. (20 de Octubre de 2004). NOM-083-SEMARNAT-2003. Ciudad de México, México: Diario Oficial de la Federación.

SEMARNAT. (2012). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos 2012*. Ciudad de México.

SEMARNAT. (2012). *Informe de Residuos*. Ciudad de México: Gobierno de México.

SEMARNAT. (1 de Febrero de 2013). NOM-161-SEMARNAT-2011. Ciudad de México, México: Diario Oficial de la Federación.

SEMARNAT. (12 de Diciembre de 2013). Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 (PROMARNAT). Ciudad de México, México: Diario Oficial de la Federación.

SEMARNAT. (26 de Febrero de 2015). NADF-007-RNAT-2013 . Ciudad de México, México.

SETENA. (8 de Julio de 2008). Acuerdo de la comisión plenaria: Guía ambiental para la construcción. San José, Costa Rica: Ministerio de Ambiente y Energía.

STPS. (17 de Agosto de 2010). NOM-031-STPS-2011 . Ciudad de México, México.

Unidad de Gestión Ambiental. (Julio de 2014). Manual Ambiental de Obras-Administración de las Obras Sanitarias del Estado. Montevideo, Uruguay: OSE.

Walsh, N. (2019). *6 Steps for Designing Halthy Cities*. Obtenido de Archdaily:

<https://www.archdaily.com/918940/6-steps-for-designing-healthy-cities>

Anexos.

Anexo 1: Árbol de la Problemática.

(7) Construcción a precios elevados			(7) Afectación a programas sociales y económicos		
(5) Indiferencia acerca del impacto que Generan los RCD	(6) Procesos en Obra ineficientes y altamente contaminantes	(7) Construcción con una alta cantidad de residuos.	(5) Falta de recursos para manejo de RCD y otros programas sociales.	(3) Necesidad de crear espacios para el manejo de RCD	(6) Pérdida de espacios productivos para esparcimiento
(1) (2) (3) (5) (6) (7) Pérdida de recursos económicos y naturales.	(4) (5) Pérdida de espacios útiles y de esparcimiento en el AMG	(5) Desconocimiento de la normatividad del Manejo de RCD en el AMG	(3) Falta de interés para el manejo de RCD	(4) Indiferencia sobre el Manejo de RCD	(4) Pérdidas económicas por posibles sanciones
(1) (3) (5) Desconocimiento de la normatividad del Manejo de RCD en el AMG	(3) (1) (2) (4) (5) Contaminación en el Medio Ambiente	(3) (1)(2)(5) Desecho Clandestino de RCD	(2) (3) Falta de educación acerca de RCD los profesionistas en el AMG	(2) Falta de programas para el manejo de RCD	(3) Falta de incentivos
(1) (2) (3) (5) Creación de Proyecto Ejecutivo sin contemplar en las Partidas el manejo de RCD	(1) (2) (3) (5) Mal manejo de RCD en obra	(1) (2) (3) (5) Incumplimiento de una Normatividad	(1) Falta de Sanciones considerables por mal manejo de RCD	(1) Violaciones de la ley constantes	(1) Construcciones sin noción del Manejo de RCD
Manejo Inadecuado de los residuos de obra en el Área Metropolitana de Guadalajara					
(1) Desconocimiento de la normatividad el Manejo de RCD en el AMG	(2) Falta de educación acerca de RCD los profesionistas en el AMG	(3) Indiferencia acerca del impacto que Generan los RCD	(1) Normatividad no aplicada en el AMG	(2) Falta promoción de la normatividad existente	(3) Falta de programas para el manejo de RCD
(4) Desecho clandestino RCD	(5) Falta de Sanciones considerables por mal manejo de RCD	(6) Construcciones sin noción de Manejo de RCD	(4) Falta de sanciones RCD	(5) Pérdidas económicas por falta de sanciones	(6) Necesidad de crear espacios para el manejo de RCD
(7) Procesos en Obra ineficientes y altamente contaminantes	(8) Construcción con una alta cantidad de Residuos		(7) Pérdida de espacios productivos, ambientales y de esparcimiento		

 Consecuencia Dimensión Social

 Consecuencia Dimensión Política

 Causa Dimensión Social

 Causa Dimensión Política

(9) Pérdida de clientes					
(Todos) Proyectos deficientes	(6) Mala transportación del material	(6) Mal destino del Material	(8) (10) Contaminación material	(7) Empleo de métodos informales de deshecho	
(5) Compra de materiales mucho más baratos y de mala calidad	(5) Mano de Obra barata	(5) Búsqueda de manejo de RCD Barato	(4) (8) (9) (10) Contaminación ambiental	(5) Búsqueda de soluciones fáciles de deshecho	(7) (10) Uso de transporte inadecuado
(1) (2) (4) Mayor costo del proceso de construcción	(1) (2) Necesidad de más materiales	(1) (2) (3) (4) Búsqueda de abaratar procesos y recursos	(1) (10) Mal manejo de RCD en obra	(2) (3) (8) (10) Mayor uso energético	(2) (1) Mayor Generación de Residuos
(1) Derroche de materiales en obra	(2) (1) Procesos ineficiente que no contemplan RCD	(1) (2) Contemplaciones de recurso que no será usados en el proyecto	(1) (10) Derroche de materiales en Obra	(2) (1) Necesidad de Obtener más materiales	(3) (1) (10) Degradación de recursos naturales

Manejo Inadecuado de los residuos de obra en el Área Metropolitana de Guadalajara

(1) Proyectos Ejecutivos que contemplan un gran porcentaje de merma en obra	(2) Derroche de materiales en obra	(3) Mayor costo del proceso de Construcción	(1) Proyectos Ejecutivos que contemplan un gran porcentaje de merma en obra	(2) Derroche de materiales en obra	(3) Necesidad de obtener más materiales
(4) Necesidad de más materiales	(5) Búsqueda de abaratar procesos y recursos	(6) Búsqueda de manejo de RCD Barato	(4) Mayor uso energético	(5) Mayor generación de residuos	(6) Necesidad de espacios para uso de destino final
(7) Compra de materiales mucho más baratos y de mala calidad	(8) Mano de Obra barata	(9) Proyectos deficientes	(7) Contaminación de Suelos	(7) Búsqueda de soluciones fáciles de deshecho	(8) Uso de transporte inadecuado
			(9) Contaminación de Suelos	(10) Empleo de métodos informales de deshecho	

 Consecuencia Dimensión Económica

 Consecuencia Dimensión Ambiental

 Causa Dimensión Económica

 Causa Dimensión Ambiental

Anexo 2: Entrevista M. Arq. Nadia Ayala.

Entrevista: M. Arq. Nadia Ayala.

Fecha: 4 de marzo del 2019.

Hora: 15: 04 hrs.

Lugar: Tlajomulco, Jalisco.

Escolaridad: Maestría

Ocupación: Directora Kiltik Consultoría

1. En su maestría ¿Qué tema abordó en su Trabajo de Obtención de Grado?

R: Bueno mi trabajo se llamó Propuesta la Gestión Integral Sustentable de los Residuos de Construcción y Demolición que se abrevian como RCD, me tocó el tema en Guadalajara. Es un trabajo muy integral, que si bien es como de mi autoría el trabajo, no todos los esfuerzos publicados son de mi autoría personal, es un trabajo colectivo entre alumnos de PAP, colegas, profesores e incluso algunas personas de las dependencias estatales como la SEMADET, pero se trata de una propuesta integral que abarca aspectos técnicos, normativos, de diagnóstico y de propuestas de tecnología para manejar de manera integral los residuos de la construcción y la demolición, que hasta hace un par de años no tenían una forma específica de ser tratados en el estado de Jalisco y pues digamos que el objetivo integral es dar luz sobre la situación actual de estos residuos, la generación de los mismos, las cantidades, los destinos y de encontrar alternativas.

2. ¿Cuáles serían esas alternativas que encontró o esa luz?

R: Bueno pues una de las principales y que viene principalmente inspirada de lo que ya sucede en otros países en particular en la Unión Europea y en países asiáticos, es el reciclaje de esos residuos, se hacen literalmente en plantas de tratamiento donde existen principalmente dos vertientes: las de manejo que yo les denominé concreto céntrico que son las que reciben residuos pétreos o similares a pétreos, que incluyen cerámicos, mampostería, incluyen concreto, etc. Estos son procesados por equipos que lo trituran y los separan según su granulometría y después se pueden comercializar como agregados

recicladados. La otra que ya es un proceso más complejo, estamos hablando de centros de acopio plurilateral, en donde recibimos también otro tipo de materiales como maderas, plásticos y pues metales, claro que hoy en día el metal ya goza de un reciclaje mucho mayor que el resto de los materiales; pero para poder simplificar el trabajo del constructor, al recibir un camión que transporta todos su residuos, sin necesidad de separarlos, especialmente cuando hablamos de obras con espacio limitado, sino existe la posibilidad de estar separando por categoría, que sería lo ideal. Pero también bajo este esquema que en español no tiene un nombre específico pero que en inglés se conoce como “Commingled Recycling” en el que se paga por el servicio de recolectar estos residuos, separarlos y darles un destino final que no sea el de la disposición final, sino que sea el reuso o el reciclaje.

3. ¿En el país existe alguna compañía que se dedique a alguno de estos servicios?

R: La visión concreto-céntrica sí, está la empresa de concretos reciclados en la Ciudad de México que tuve la oportunidad de visitar durante mi propia investigación para mi Trabajo de Obtención de Grado. Esta empresa es muy abierta con las personas que la visitan, porque algo que ellos encontraron como la principal barrera sobre la utilización de los agregados reciclados en la construcción fue el desconocimiento. Entonces lo que ellos quieren es llegar a la mayor cantidad de personas posibles que encuentren las virtudes de estos materiales, que no solo son más baratos, sino que pueden tener mayor calidad. En el caso de la Ciudad de México, como se trata de instalaciones que están aun dentro de la ciudad, en la ciudad de México ya no existe prácticamente bancos de material, digamos virgen dentro de la ciudad, ya todo tiene que ser obtenido en el Estado de México, Puebla, Hidalgo y estados vecinos. Entonces en este aspecto la empresa tiene una ventaja competitiva, ya que los traslados o los fletes que suelen ser también una parte del costo en la compra del material para la construcción pues serán menores por temas de distancia, ya que ellos están dentro de la mancha urbana. Ellos sólo reciben residuos pétreos no reciben plásticos ni maderas ni otros materiales, como te comenté los procesa con equipos especiales, que realmente no son cosa del otro mundo, algunos de estos equipos ya se usan en otras aplicaciones en bancos de materiales de gravas, por ejemplo quijadas que rompen la piedra, otras bandas transportadoras que cuentan con electro magnetos que retiran el armado del concreto cuando se trata de concreto armado y

después se criban mecánicamente y se dividen en arenas y gravas de distintas granulometrías. La forma en que concretos reciclados fija sus precios es que literalmente se van a ver cuánto cuesta la arena virgen en el mercado y las gravas, y le ponen la mitad del precio. Entonces no solo es competitivo el precio, sino que concretos reciclados también te provee un análisis de laboratorio de una muestra de cada lote con las propiedades de lo que estas comprando, que los bancos de materiales vírgenes prácticamente no te ofrecen, entonces tienes garantía de la calidad de tu material a una menor distancia y a la mitad del costo.

4. ¿Cuál sería la principal problemática del AMG para llegar a ese punto?

R: Creo que sería principalmente que todos los acercamientos que se han dado a tener una planta de este tipo han sido de índole privada, aunque el gobierno ya tiene conocimiento a partir del trabajo que realice en equipo en mi Trabajo de Obtención de Grado que tú conoces, no está asentado otro entregable de otra clase de la maestría que fue del MBA que fue un plan de negocios para una planta de tratamiento de residuos de la construcción y la demolición, en donde mi estima fue que con una inversión de 20 a 30 millones de pesos pudiera tratarse inicialmente un 10% de los residuos generados en la Zona Metropolitana y que sería financieramente factible, empezando a tener retornos de inversión prácticamente en 2-3 años se cubría, asumiendo que la demanda aumentara en los próximos años y asumiendo que los primeros clientes y obligados serían la obra pública, ya que deberían estar obligados en las especificaciones de los mismos concursos.

5. ¿Qué estrategias de gestión de residuos de la construcción serían necesarias para llegar a este punto?

R: Además del tema de residuos, mi especialidad también es el tema de la certificación LEED, en esta certificación existe un crédito es decir un objetivo que se puede lograr en la certificación que es voluntario, no es obligatorio por lo menos en el esquema en el que la mayoría de los edificios están registrados en el estado de Jalisco que es la versión 3 de LEED and Building for Designing Construction y te puedo decir que he tenido proyectos que han intentado para cumplir con este tema de LEED hacer este esquema de separación. LEED te requiere que tomes en cuenta todos los tipos de residuos que se generan, entonces si tú tienes separación en sitio, si puedes encontrarle destino final casi a, más

bien segundo destino casi a todo excepto a lo que es concreto o pétreos, que paradójicamente es lo que más se produce. Entonces uno de los principales problemas que tenemos en Jalisco es justo ese, la mayor cantidad de residuos que generamos es la que hoy en día no tiene una opción formal para recibir y reciclar, que curiosamente a nivel mundial es la que mayor popularidad tiene, el procesamiento de pétreos, entonces si tu separas en obra para esto tienes que tener un lugar , si es una obra chiquita en donde apenas caben tus propios materiales y tus herramientas, pues difícilmente vas a tener espacio para acumular residuos. Por qué digo acumular, porque no es factible estar llevando todos los días residuos a un centro de acopio, simplemente por la logística y los costos de transporte, lo mejor sería almacenar hasta llegar a una cierta cantidad y programar una recolección. En este caso tendrías que investigar en el padrón de recolectores de la autoridad pertinente que en este caso es la SEMADET para ver qué tipo de materiales son los que si reciben y hacer acuerdos con los recolectores, aunque habrá macro recolectores que lo que hacen es recibirte todo y después derivarlo a las distintas recicladoras , que eso es lo que ha sucedido generalmente en proyectos LEED, por cuestiones de confidencialidad de contrato no hay como mayor detalle de cuales proyectos, pero lo que si he notado es que si se pueden destinar los materiales pero es un esfuerzo considerable, tienes que organizar y gestionar muchas variables para poder organizar una sola cosa, lo cual si existiera una entidad ya fuera privada o pública que tuviera la posibilidad de gestionar toda la cantidad de diversos materiales que se tiene en una obra y darles un destino apropiado, pues se simplificaría.

6. En su opinión ¿Cuál sería un buen incentivo para fomentar la gestión de esos residuos para lograr este objetivo?

R: Pues yo sí creo en los incentivos en el sentido de no penalizar, sino que premiar e incentivar, una vez que la voluntad de aquellos que lo hacen por obtener un beneficio para que después esto se vuelva la norma digamos. Pero encuentro difícil tener un incentivo como tal, tal vez pudiera pensar en algo similar como algunos de los ayuntamientos ofrecen, por ejemplo, para la certificación LEED. No creo que sea equivalente porque el esfuerzo es mucho mayor, estamos hablando que el tema de los residuos es solo un componente dentro de lo que una certificación LEED engloba, pero como tal vez habrás escuchado en algunos municipios se ofertó la reducción del 100% de impuestos y

derechos en un año fiscal como pudiera ser licencias de construcción. Que para algunos proyectos podemos hablar de decenas de miles de pesos o incluso de millones de pesos. Entonces podemos hablar de incentivos fiscales, aunque con cierta reserva, porque también tendríamos que evaluar su factibilidad y no convertirse en un bache burocrático, condicionar la entrega de licencias de construcción a un plan de gestión de residuos avalado por la autoridad pertinente que es la SEMADET, por lo menos en obras que generen cantidades de medias a grandes, debido a que, si ya tienes un plan de gestión de residuos, lo más seguro es que lo sigas.

7. ¿Qué segundo uso podrían tener los residuos de la construcción?

R: Pues prácticamente en todo lo que tienen que ser pétreos se pueden convertir en agregados de nuevos concretos, pavimentos especialmente. Puede usarse incluso para concreto estructural si los exámenes o las pruebas de laboratorio derivadas de los lotes así lo demuestran, aunque está comprobado que por tener una cantidad ya de cementantes incluso a veces pueden llegar a ser de mejor calidad que las arenas y las gravas vírgenes. Ya hablando de otro tipo de residuos como maderas, pue esas si ya son procesadas por ejemplo en materiales que conocemos como aglomerados, creo que pueden tener una muy buena posibilidad de ser reutilizados, cuidando los aspectos de inocuidad, que no se vuelvan materiales tan peligrosos, porque muchas veces sino sabemos de donde procede el material no sabemos con que pueda estar tratado y si esto se vuelva un riesgo de salud o de medio ambiente a partir de su procesamiento, es un tema complejo. Pero pues engloba muchos temas que a veces se salen de la esfera de los residuos. Los metales hoy en día son los que si tú vas a una obra no te vas a encontrar varillas tiradas, esas se van a juntar porque se van a juntar y los muchachos se las llevan a las chatarreras para obtener un pago. En realidad, posibilidades hay cientos, los bloques que usaríamos como símiles de ladrillo o de jalcreto son una gran oportunidad que inclusive hoy se fabrican de plástico u otro tipo de residuos que no necesariamente provienen de residuos de la construcción, sino que pueden ser de Residuos Sólidos Urbanos. Digamos que la tecnología hoy en día nos permite infinidad de posibilidades, la aplicación de este tipo de técnicas en el mundo es muy basta. En México de hecho cuando me metí a investigar cuantos trabajos de posgrado existían acerca de trabajos de residuos de la construcción y la demolición la mayoría estaban enfocados en la reutilización de los residuos, por eso mi trabajo se

separaba un poco, porque digamos que buscaba la visión más amplia y digamos encontrar valor en esas propuestas que ya existen, ¿cómo lo reutilizamos? Sin embargo, ese no fue mi foco ni mi especialidad, pero los pétreos son los que tienen más oportunidad y los demás ya son una variedad infinita de posibilidad.

8. Algo que le gustaría agregar:

R: Creo que algo que puedo compartir, derivado de mis experiencias posteriores a la comunicación de mi trabajo posterior a la maestría, es que una circunstancia importante es que actualmente estamos intentando incluir a algunos de los actores que forman parte de esta gestión integral que no se habían tomado en cuenta, se habían tomado en cuenta durante mi trabajo haciendo entrevistas y socializando un poco lo que se estaba intentando hacer con la norma ambiental estatal derivada del trabajo que se hizo con SEMADET y el PAP , que son los transportistas de materiales que suelen convertirse automáticamente en los transportistas de escombros por la conveniencia de que te llevo un viaje de arena y me regresas un viaje de escombros, actualmente algunos de los sindicatos que los transportistas tienen ya están enterados de que sus camiones tienen que estar registrados ante la autoridad pertinente que es SEMADET, para fungir como transportistas de residuos de manejo especial que es la categoría en la que se encuentran los Residuos de la Construcción y la Demolición, y necesariamente informarles que tienen que ir a tiraderos autorizados , pero una vez que existan estas otras oportunidades, estos centros de acopio, estaciones de transferencia o plantas de reciclaje puedes empezar a derivar estos residuos a estos centros de reciclaje, que los transportistas pudieran encontrar un incentivo para llevarlos a reciclar. Ósea el transportista le cobra al generador por recibir el escombros y también recibe un incentivo por llevarlo a centro de reciclaje, donde se lo recibirán y se lo procesarán para posteriormente venderlo. El tema está en venderlo, como la barrera más importante que tenemos porque socialmente seguimos teniendo la barrera de que un material reciclado es un material de baja calidad o material que no reúne las características necesarias para fungir con diferentes funciones, todo es un tema de educación del gremio de construcción que incluye a los Arquitectos, Ingenieros Civiles, etc., para entender que estos materiales no solo pueden sino que deberían ser reutilizados , que no nos topemos con las circunstancias como por ejemplo Hong Kong enfrenta, Hong Kong es una isla donde la construcción es un monstruo, pero al

ser una isla no tiene recursos naturales infinitos y ya no tienen bancos de material que explotar, entonces tuvieron que enfocarse en un esquema de reciclaje de residuos por obligatoriedad, porque es algo que les funciona a la perfección, porque cosa que ellos demuelen cosa que aprovechan para generar algo nuevo. Hong Kong es un gran ejemplo de cómo si logramos entender la lógica económica detrás de esto puede haber un modelo perfectamente armado que sea un ganar ganar para todas las partes.

Anexo 3: Entrevista al Dr. Manuel Falcon.

Entrevista: Dr. José Manuel Falcón Meraz.

Fecha: 28 de febrero del 2019.

Hora: 15: 53 hrs.

Lugar: Tlaquepaque, Jalisco.

Escolaridad: Doctorado.

Ocupación: Profesor ITESO.

1. ¿Cuál fue el tema que abordó en su trabajo de obtención de grado en su maestría?

R: Mi maestría fue en Ingeniería en Ciencias de la Construcción, la empecé a cursar en el año 2000 y la concluí en el año 2003. Mi tema de tesis se tituló “Reciclaje y Reutilización de Materiales de Construcción”.

2. ¿Cuáles son los principales hallazgos que encontró sobre el tema?

R: En ese momento, cuando yo lo propuse de entrada había la duda si se podían reciclar o reutilizar los materiales de construcción. De entrada, lo que encontraba era una negativa a la idea, sobre todo porque el pensamiento estaba muy centrado en el costo; es decir, si tú vas a producir algún elemento material alternativo de reciclados y te va a costar más, pues nadie te lo va a comprar y no es viable. El pensamiento científico se estaba bloqueando ahí directamente, si la cosa era viable en cuestiones de dinero, aunque no se tomara en cuenta el proceso de industrialización que luego abarata los productos. Sin embargo, de

entrada, me aceptaron el intentar demostrar que los materiales se podían reciclar, por ahí fue la aceptación inicial y ya después que se podía obtener a través de los productos y después ver la viabilidad económica. Entonces yo de entrada dije voy a tomar todos los materiales principales de la construcción, me enfoqué en concreto, ladrillo, madera y asfalto. Y ver de entrada cuáles eran los procesos que se seguían a nivel mundial para reciclarlos, empecé por ver buenas prácticas y después el cuestionarme si se podían aplicar en la ciudad donde lo iba a aplicar.

3. ¿Cuáles eran estas buenas prácticas?

R: Mira de entrada vi que por ejemplo había países en Escandinavia que reciclaban hasta el 90% de sus materiales de construcción, entonces yo en ese momento estaba trabajando a la par en Desarrollo Urbano y Obras Públicas, tenía acceso directo al departamento de licencias, entonces podía acceder a cuántos metros cuadrados se construían en la ciudad por año, y en base a eso y algunos factores que ya existían sacar cuánto volumen de residuo se estaba produciendo y ver cuál era el volumen del problema. Después compararlos con los volúmenes de otros países y ver por qué allá sí se reciclaba y acá no, encontré dónde estaba el punto de inflexión. En esas prácticas lo que noté es que mucho dependía de reglamentaciones muy estrictas, que motivaban por el factor económico a generar prácticas sostenibles, es decir era más barato reciclar que tirar y eso generaba que hubiera mucha creatividad para ver estos procesos. Y yo en México encontraba que era más fácil tirarlo, tirarlo ya ni si quiera en un relleno sanitario que lo gestionara el gobierno, sino que tirarlo a pie de banqueta cuando nadie se daba cuenta, y pues eso era muy grave. Entonces pensé que también el dinero que se gastaba el gobierno en gestionar esos residuos pues podría integrarse en un proyecto integral. También en lo de las buenas prácticas que me preguntas, notaba que gran parte del problema del reciclado está en la separación de los residuos, ahí está la clave del asunto, veía que las practicas se centraba en yo te gestiono tus residuos, te cobro por cada container que se genere, entonces tú ya vas a intentar reducir lo máximo que se pueda, pero claro siempre va a haber una producción de residuos, no hay residuos 0, pero en lugar de generarme 3 container durante la obra me generas 1. Y una vez generado ese container necesitas dármelo separado con los principales materiales, entonces el proceso siguiente que yo voy a realizar como gestor de residuos va a ser más fácil, porque ya viene separado.

4. ¿Qué características deben de tener estos materiales al ser separados?

R: Pues mucho de lo que se debía de cuidar es que no viniera muy contaminado, porque siempre en lo que vas a reciclar hay una parte del producto que no vas a poder utilizar, o también en base a los productos que quieres generar al final hay unos que tienen que ir más limpios que otros. Básicamente lo que hay que cuidar es como te digo, separar y una vez separado cuidar que no se contamine: es común que por ejemplo, generas un container de, que hasta eso tiene que ver, o sea el generar el transporte adecuado, no de que llega un camión y se lo lleva y lo levanta de la banqueta, sino que las empresas en Europa dejan sus container especiales en los cuales tú vas a verter tus residuos y de ahí se lo van a llevar, ellos tienen un container que evita que se contamine. En México es muy común que, si haces el esfuerzo por separarlo, de todas maneras, se contamine, porque arrojan el vaso de la coca, si es a pie de calle pues paso alguien caminando y arrojó una bolsa de papitas o como no estaba en un container llovió y eso mojó el producto. Total, que al final se hace un asco, que es muy difícil de reciclar. Es un proceso muy similar al de la basura, es como querer agarrar un bote de basura de una familia y luego quererlo reciclar, si no viene separado, es altamente complejo, lo que te vas a tardar va a salir peor.

5. ¿Cómo es el proceso de reciclaje de estos materiales?

R: Pues depende de que es lo que quieras reciclar, si es asfalto ese se hace directamente, o sea es in situ, se raspa una capa superficial, se calienta y se vuelve a recolectar, entonces es uno como de los más sencillos. Hay otro como el de madera que depende de qué características vengan, pero puedes obtener productos como el despedazar la madera y si no viene manchada de aceite pues se puede aplicar en productos como en un parque para hacer andadores con pedacitos de madera o algo así, o sea productos de que vamos no vas a volver a obtener una madera tal cual como viene de la naturaleza, eso es evidente, pero que puedes obtener productos secundarios. También otra opción es que la madera sea triturada, mezclada y obtener fibras para paneles, como para hacer pisos laminados o algo así, mdf o similares. Es como comentaba hace rato, hay que tener cuidado con la contaminación y la mezcla de fibra, pero ya hay equipos sofisticados que te hacen ese agrupamiento de fibras con las mismas densidades y ya la clasificación de los paneles y nombre viene en base a esas densidades. Y en el caso del concreto pues requiere un

triturado y que en base al origen es la resistencia que te puede dar, como también hay cierta desconfianza la mayor utilización que se puede tener de esto por ejemplo es un concreto pobre en una plantilla de cimentación, como el sustituto de un agregado. Podemos decir, no le voy a poner grava, le voy a poner un concreto triturado y haces unas pruebas, que ya las hay, hay muchísimas pruebas que se vienen haciendo, como te digo, yo estaba en el año 2000 y ya se estaban haciendo. Estamos diciendo que hace 20 años o más que se vienen haciendo pruebas de esto, ya está más que probado que se puede, el tema sigue siendo la confianza y el tema económico. Yo lo sigo viendo muy amarrado de la legislación, obviamente en México es triste, pero tenemos una cultura que, si no se castiga y se penaliza, pues se lleva al límite. En países pareciera que Escandinavia como región es el mundo perfecto, que tampoco lo es, pero generalmente tienen mayor ética en todos sus procesos no solo en los de la construcción, la gente sí está bien consciente que estas prácticas no son sostenibles, que además ellos tienen muy poco territorio, sus países tienen la dimensión del estado de Chihuahua y ellos si se preocupan por destinar terrenos a cosas que en verdad sirvan, ellos no quieren perder terreno haciendo un relleno sanitario si lo pueden evitar, entonces ellos son de la idea de que un país más inteligente y más desarrollado no es el que gestiona correctamente sus residuos, sino el que ni si quiera los produce o los reutiliza.

6. ¿Qué costo les pondría a estos materiales?

R: Mira yo creo que el costo tiene que ser competitivo, la gran religión del siglo XXI es el dinero, con eso no nos podemos tapar los ojos. O sea, si no sacas un producto con un precio competitivo pues es muy difícil que la gente lo utilice; una vez que logras sacar un producto que tenga un precio similar lo demás ya depende de otros factores. Yo creo que por ahí tiene que andar, no te voy a decir tiene que ser 5 pesos más barato, te voy a decir que pueda ser competitivo, ya después se puede agarrar uno de otros factores de venta mercadológicos como la cuestión del cuidado del planeta, propiedades térmicas o físicas, alguna cosa que pudieran tener estos materiales. En esa época estaba el boom de tener investigadores metiendo algún desperdicio, por ejemplo a la producción de ladrillo, varios de mis compañeros decían ladrillo pero con residuo de tal cosa, y ellos el objetivo original era el deshacerse de ese desperdicio, que cenizas del volcán o que quien sabe qué, piedra que tira la industria de no sé cuánto o he visto uno que las fibras del agave del tequila, el

objetivo original es deshacerse de ese residuo, pero eso termina siendo como meterlo debajo de la cama, ese residuo sigue estando por ahí. Lo que yo veía principalmente que obtenían es que, sin saberlo, luego al hacerle pruebas físicas a los materiales tenían propiedades que no sabían que iban a tener, resultó que era más térmico, más aislante acústico, que no sé qué y eso nada más a la hora de las pruebas lo estaban detectando. Entonces ahí pueden intuirse ciertos efectos en base a la materia prima que le metas, puede intuirse, esto podría facilitararlo, si ellos hicieron otra cosa y yo le meto está el efecto sea mayor. Y luego ya de ahí se agarraban para poder vender un producto que tenía una propiedad adicional, es decir con esto puedes hacerme block de concreto, estoy inventando, puedes hacerme block de concreto pero el precio es bien competitivo, pero además va a ser más térmico. Y que además tienes una fuente de reciclado de residuos constante, los residuos se siguen produciendo. A veces en lo otro como son fuentes que se agotan, o sea fuentes no renovables, es como decir si estoy explotando un yacimiento donde estoy obteniendo grava pues puede ser que un día ya no haya grava, y en los residuos sabemos que estamos produciendo y produciendo residuos, entonces es como darle la vuelta ante unos escasos pues tú te aseguras de tener. O sea, qué bonito sería que un día llegáramos al tema de hay escasez de residuos, no tenemos dónde reciclar porque la gente ni siquiera está produciendo residuos.

7. ¿Cree que en el caso específico Jalisco esté listo para reciclar sus residuos de la construcción y la demolición?

R: Mira yo creo que no puede ser un proceso de la noche a la mañana, pero sí puede ser un tema de interés, porque el volumen de residuos y de obras que están en este momento son interesantes como para proponer un proyecto piloto. No pues como si dijeras: no, es una pequeña comunidad, produce muy poquitos residuos, no justifica la creación de una planta o el cambio de una legislación o poner inspectores para que cuiden algo, pues puede ser que no sea tierra fértil para poner un proyecto de este tipo. Pero yo creo que aquí podrían darse las condiciones, o sea pueden darse las condiciones ideales porque observo algunos factores, volumen suficiente de obras, volumen suficiente de residuos de la construcción, escasez de territorio, la mancha urbana está creciendo muchísimo como para estar perdiendo espacio enterrando residuos y de alguna manera esto podría generar un cambio en la legislación porque habría mucha gente interesada en que esto se retorne.

8. ¿Qué incentivo fomentaría en los proyectos en los que participa para realizar las actividades de separación y reciclaje de los residuos?

R: Híjole, yo habiendo pasado por ese territorio creo que la experiencia me enseñó que lo que funciona, es duro de decir, pero creo que lo que funciona es el tema del castigo más que del premio. El si no lo haces así pues te voy a multar o te voy a castigar. No tengo mucha certeza de que aquí funcione el hazlo por el bien del planeta, creo que nos siguen dominando los intereses económicos, lo que sea más práctico y barato en la obra. No sé, pudiera de alguna manera con un planteamiento creativo que en otros países sucede, decir bueno si tú me demuestras que reciclas tus residuos te podría hacer una extensión de impuestos, o el predial o algo. Si te puedo premiar porque a mí gobierno me estas ahorrando la gestión de esos residuos que iban a estar en la calle, o sea yo ya no lo tengo que hacer, lo estás haciendo tú solo. Te puedo decir yo te voy a premiar con esto y generamos un modelo donde ganamos todos. Porque de alguna manera también si nosotros queremos poner en una evaluación de proyectos y poner datos financieros, los daños al planeta, los daños ecológicos no se pueden cuantificar en dinero. Entonces ya de entrada el proyecto va a salir viable; porque yo si pierdo por el tema de malas prácticas por ejemplo se extinguió el oso panda, cómo cuantificamos eso en billetes, por muchos billetes que me traigas yo no voy a resucitar el oso panda. Los daños al planeta no se pueden medir en dinero y pues tomando ese camino quizás con una creatividad, podemos idear estos mecanismos de premio y también los mecanismos de castigo, porque mira te conviene porque si lo haces te va a ir bien aquí, pero si lo haces mal pues te va a ir mas mal. Que un poco vemos que en México es esa cultura, cambiando un poco los territorios vemos que el mexicano se comporta mal aquí en el país y cuando va a otros países como Estados Unidos, allá si hace las cosas bien porque sabe que lo van a multar, una multa ahí es bastante fuerte y se comportan de una manera más correcta. Aquí hacemos otra cosa, no sé si por ese lado podríamos ver una cosa así, por etapas también.

9. ¿Por qué cree que no hay el interés de las cementeras para invertir en procesos para reciclar los residuos de la construcción y la obra, si por ejemplo CEMEX tiene una recicladora en España?

R: Pues porque aquí es el país donde todo vale, entonces ellos hacen sus análisis financieros y yo como me voy a meter a hacer eso, o sea yo me acuerdo mucho también el tema de la ignorancia, bueno CEMEX lo sabe, pero el ciudadano de a pie lo ignora, yo me acuerdo que mi tema me lo debatieron mucho, al final lo aceptaron, lo demostré, presenté todo un proyecto para hacer un centro de gestión integral de recursos de reciclado. Y bueno de todas maneras lo aceptaron y me fue muy bien en mi tema de tesis, sin embargo fue un constante batallar durante el proceso de hacerla y después adquirí una beca para hacer el doctorado en España y el primer mes que llegué, estaban haciendo una excavación para una estación del tren del metro y es muy curiosa la vida, porque empecé a ver una máquina de reciclado del concreto, estaban demoliendo una banquetta y reciclándola en situ, para luego en agregado usarlo ahí mismo para hacerlo en una banquetta, y me tocó presenciarlo como turista, algo que me habían dicho que no se podía hacer. O sea, de que se puede se puede, lo que pasa es que aquí nos sumergimos en lo más barato y en el todo se vale, entonces el reflejo de la sociedad también se da en la construcción, o sea si aquí no se castigan los delitos en la construcción tampoco. Si a mí me sale más barato tirar algo y comprarlo de nuevo que reciclarlo, pues no lo voy a hacer.

10. ¿Algún comentario que quisiera agregar?

R: No pues nada, yo creo que, sí es interesante, para mí fue un proyecto que aprendí mucho cuando hice mi tesis de que las cosas sí se podían, es muy apasionante el tema del reciclado. Yo creo que, si a mí me salió el proyecto con ciertos números y en un territorio en esos años, yo creo que ahorita el proyecto puede ser mucho más viable. Que saliera de la escuela y terminara siendo una realidad, yo creo que hay manera de hacer las cosas y sería interesante. Yo desgraciadamente perdí el hilo del proyecto, porque había gente interesada, pero como me fui a seguir estudios de posgrado y a vivir en el extranjero abandoné esa gestión del proyecto, pero creo que pudiera ser interesante que se explorara aquí en la Zona Metropolitana de Guadalajara, veo la viabilidad de ello y por qué no poner algo. Pero ojo, yo también quisiera decir que ya solo el hecho de plantearlo y estudiarlo ya tiene un valor en sí mismo, o sea no necesariamente el proyecto tiene que ser viable financieramente para demostrar que se tiene que hacer algo, es como que yo analizo y ya vi que mi producto no se va a vender, sigan contaminando, sigan tirando los residuos, no pasa nada, siga la misma legislación. Sino que el propio estudio puede arrojar

conclusiones donde digas bueno el producto no es viable de venderlo, pero la otra conclusión es que algo se debe de hacer. Porque el proceso de reciclado tiene que no se produzca el residuo hasta la gestión, el manejo, la transformación y la nueva aplicación. Creo que esa narrativa del proceso del material de construcción que se convierte en escombros, y que en países de habla inglesa se conoce con un nombre específico que creo que es "Construction and Demolition Recycling", creo que puede ser valioso para empezar a hacer algo con los volúmenes que se tiene. Porque el hecho de solo decir los datos que se tienen es muy revelador, tenemos datos de cuánta basura genera una familia, cuántos pañales genera un bebé en su vida y no sé qué, pero estas estadísticas de cuántos volúmenes de escombros se tienen en la ciudad creo que sería alarmante ese dato.

Anexo 4: *M. Ing. Salvado Rahan Ángel Valladares.*

Entrevista: M. Ing. Salvador Rahan Ángel Valladares.

Fecha: 25 de abril del 2019.

Hora: 16: 05 hrs.

Lugar: Tlaquepaque, Jalisco.

Escolaridad: Maestría.

Ocupación: Maestro del ITESO.

1. ¿Cuál es su profesión?

R: Ingeniero Civil.

2. ¿Qué estudios tiene?

R: Hasta el Postgrado de Sustentabilidad, hice el bachillerato en una carrera de tecnólogo, hice un curso en especialización en pruebas de laboratorio que se llama Laboratorista Jefe de Grupo, luego hice la Licenciatura y luego el Postgrado.

3. En su maestría ¿Cuál fue el tema de su Trabajo de Obtención de Grado?

R: Agregados Reciclados para uso en concreto a partir de Probetas de concreto.

4. ¿Cuáles son los hallazgos que encontró del tema?

R: En primera digo, ya estando metido en el tema e investigando no es algo tan novedoso a nivel mundial, no es algo tan común a nivel local, no sé hasta ahorita de ninguna empresa a nivel local que se dedique a hacerlo. Como hallazgos me encontré que puede ser un muy buen material, necesita cierto proceso para la producción, cierto proceso en particular que amerita llevar un control para lograr resultados adecuados.

5. ¿Qué proceso sería el adecuado?

R: En este caso fue uno de los primeros problemas que me topé, de qué manera lograr la granulometría adecuada que es uno de los factores importantes para la fabricación de concreto. Yo había propuesto originalmente la máquina de desgaste de Los Ángeles y no me dio resultados para eso; posteriormente propuse el uso de una Trituradora de Quijada, no encontré ninguna disponible al tamaño que la necesitaba y la única que me encontré con disponibilidad no la quisieron rentar o triturar el trabajo. Así que no sé qué tan optima sea la producción con eso, no pude tener acceso a esa máquina, así que como última opción y me resultó, use la prensa universal para comprimir los desechos hasta lograr las granulometrías que yo requería, realmente hice un cribado para generar una granulometría ideal, por sí sola no me la dio, yo la fabrique.

6. ¿Cuál cree que son las principales razones por las que en el AMG no se ha hecho?

R: Una no tenemos todavía demasiada cultura de reciclar y en la construcción mucho menos, probablemente no le han echado el ojo a lo económico, si pudiera o no ser viable. Yo digo de acuerdo con lo que estuve checando, si hay suficiente material como para que se pudiera hacer una pequeña industria, no le competirías a los bancos, pero por ejemplo yo supongo que aquí en la escuela podríamos prescindir de un gran porcentaje, sino es que del total de agregados comprados a partir de eso. La mayoría de las empresas con las que trabajé, para ellas es un desperdicio, que les cuesta dinero deshacerse de ese desperdicio, entonces yo pienso que más de alguna de esas empresas con gusto te regalarían el material con tal de que tú te deshicieras de él y a ti te saldría la materia prima gratis, pagarías solo el proceso.

7. ¿Cuáles aplicaciones cree que podrían tener estos materiales?

R: En la construcción el que quieras, nada más que tu tendrías que provocar que el agregado que fabriques o produzcas cumplan con las normas de lo que los vas a usar. Esa fue una de las limitantes por las que yo me enfoqué en el concreto solamente, pero en realidad lo puedes utilizar en más cosas, ya tiene muchos años en carreteras.

8. ¿Qué características debería tener este material?

R: Depende mucho del uso que le quieras dar, una de las características es que no fuera muy ligero o poroso, sino que fuera denso. Te digo lo de la granulometría lo tendrías que acotar de acuerdo con la función que quieras.

9. ¿Qué precio le pondría a este material nuevo?

R: No tengo idea de cuánto costaría una pieza, pero la adquisición del agregado estaría muy ligado el costo al proceso de producción de este, si cuentas ya con alguna máquina que te lo destruya, que te lo haga del tamaño que quieres, no creo que sea muy onerosa la producción. Pero habría que ver cuánto te cuesta disponer de una maquinaria que te lo haga, y no tengo idea a cuánto saldría el metro cúbico o la tonelada contra lo que ya te venden. Lo que sí, yo en algún momento pensé en mandar a hacer una máquina chiquita nada más para la experimentación no para la producción, y una máquina para que me diera lo necesario para hacer experimentos me salía en alrededor de 30 mil pesos, si quieres algo más grande para tener mayor producción pues obviamente te va a salir en más de eso, probablemente sería la inversión más grande de entrada, ya teniendo la producción, lo que te estaría costando es qué granulometría quisieras lograr, ya que dependiendo de la máquina que quisieras usar te puede dar abundancia de algunos o carencia de otros, que te implicaría estar reprocesando el material hasta lograr los tamaños que quieres y las cantidades necesarias. Si tú vas a producir agregado para fabricar concreto asfáltico en particular la granulometría que exige el concreto asfáltico es de las granulometrías más caprichosas o difíciles de formar, el producir eso te saldría mucho más caro que producir un agregado para base de un pavimento o en subbase o terracerías de un pavimento, dependiendo de para que lo vaya a utilizar te puede costar más hacerlo que comprarlo.

10. ¿Cree que existe un mercado para esta clase de materiales en el AMG?

R: A baja escala solamente, por decir empresas como la universidad, nosotros compramos grava y arena y no llegamos a comprar cuando mucho un camión al año, lo podríamos sacar de ahí. Si te dedicaras a eso y agarraras clientes así de pequeños probablemente si les pudieras dar buen abasto.

Anexo 5: Entrevista Arq. Ángeles Zamarripa Gastelum.

Entrevista: Arq. Ángeles Zamarripa Gastelum.

Fecha: 6 de marzo del 2019.

Hora: 16: 50 hrs.

Lugar: Guadalajara, Jalisco.

Escolaridad: Licenciatura.

Ocupación: Ático Arquitectos.

1. ¿Cuántos años lleva ejerciendo su profesión?

R:5 años.

2. ¿Qué clase de proyectos ha realizado?

R: Hemos realizado proyectos residenciales, corporativos, comerciales, diseño de departamentos y hoteles.

3. ¿Qué características han tenido estos proyectos?

R: Respetar principalmente el reglamento de construcciones, el contexto y bueno un poco respetar espacios, eficientarlo lo mayor posible para tener un buen funcionamiento en ellos.

4. ¿Qué clase de materiales ha utilizado?

R: Generalmente hemos utilizado block, agregados tipo grava, arenas, pues lo necesario y concreto. Todas nuestras obras han sido de concreto pues.

5. ¿Qué residuos tienen estos proyectos?

R: Mucho escombros, te hablo de demoliciones de muros tanto de ladrillo o block, eso principalmente en remodelaciones, es donde yo he notado por ejemplo ahorita la obra en la que estamos que es un trabajo de remodelación, son las obras donde más tenemos residuos, principalmente los que te menciono, de demoliciones de muros, demoliciones de losas, la misma basura generada por materiales como envolturas, un tipo de residuo complicado que tenemos en este tipo de construcciones es el poliestireno que se genera al hacer recortes cuando no te dan medidas así ajustadas o haya habido algún problema de cálculo estructural, que te hayan dejado piezas que no vas a conseguir fácilmente en el mercado, si ya no las mandas a hacer, tienes que adaptarte a la medida estándar que ya está y generalmente terminas haciendo residuos que no se los lleva un camión de escombros por ejemplo, es el único material que me han pedido que separe porque ellos no se lo llevan, ya de manera independiente me deshago de él.

6. ¿Cómo manejas tus residuos?

R: Aquí por ejemplo divido, depende de qué tipo de residuos, hay unos que son escombros y no se pueden reutilizar para nada como el concreto, yo pido viajes de retiro y lo tiran en basureros, no sé específicamente cual sería el destino que se le dé, son tiraderos especiales. Pero eso en una obra que empiezo desde 0, pero por ejemplo obras tipo remodelación son considerados residuos focos, puertas, todo eso es algo que el cliente ya no va a reutilizar y de hecho prácticamente yo lo he estado regalando a trabajadores, porque me cobran por retirarlo, aunque sean útiles, al final sino es algo a medida no te va a servir para nada y tengo que pagar por ello. Muebles de baño, madera, al que le sirvió de verdad que lo tome.

7. ¿Con qué frecuencia genera estos residuos?

R: Los residuos como mobiliario una vez en obra iniciada, es de mis primeras actividades que realizo, desmontar los espacios para poder iniciar demoliciones. Pero los retiros de

escombro aquí me estoy llevando por ejemplo 3 a la semana, pero a principios de obra llegue a tener 5 retiros de escombro por semana de 7 metros cúbicos cada uno.

8. ¿Cuánto le han costado estos retiros?

R: De escombros por camión \$950.00 pesos, por esta ubicación que estamos ahorita aquí en la calma, pero ahorita estoy cotizando para una casa que vamos a iniciar aquí en andares y por la ubicación me cobran \$1,200.00 pesos, esto porque está un poco más adentro de la ciudad, y generalmente como los tiraderos están un poco más a la salida, entonces les cuesta más a ellos el flete y la gasolina.

9. ¿Tiene conocimiento acerca de los materiales reciclados?

R: De obra realmente no, se los de casa, por ejemplo, lo básico botellas, pero de obra no tengo conocimiento.

10. Si se le ofreciera un material reciclado ¿Lo aceptaría para alguno de sus proyectos?

R: Sí, claro.

11. ¿Qué costo cree que debería de tener este material?

R: Voy a generalizar, yo creo que debería ser más económico. Creo que lo aceptaría estando más económico, yo sé que el proceso de construcción a lo mejor es un poco más complicado, pero ya lo están reutilizando ya no es un material primo, pero si lo aceptaría.

12. ¿Qué aplicaciones le daría?

R: A lo mejor nada aparente, pero algo estructural, que me puedan presentar a lo mejor una ficha técnica, resistencia, calidad, etc. Sí lo utilizaría.

13. ¿Qué incentivo buscaría a cambio de gestionar sus residuos?

R: Honestamente bueno, generalmente pagas porque te retiren el material, de verdad con no cobrar se me haría suficiente, pero si hubiera un incentivo, pues a lo mejor un porcentaje por viaje dependiendo el tipo de material que se lleven, a lo mejor si me dijeras, por tantos metros cuadrados de vidrio templado te doy un porcentaje mínimo de eso. Te digo con que no me cobre ya es ganancia. Tal vez lo que es escombro no me daría

el tiempo de separarlo en blocks o ladrillo, a lo mejor material block, concreto, recubrimientos, todo lo que se desprenda con marro y cincel en un solo viaje. Por ejemplo, demueles un muro y te encuentras con 3-4 materiales que se vaya todo junto. Pero si me dices el acero, claro lo separo y de hecho ese es el único material que puedo vender por kilo, pero también separo la madera, el cristal, cosas que hasta por orden lo separas.

14. Algo que le gustaría agregar:

R: Bueno ahorita, por ejemplo, que después de la entrevista más o menos sé a dónde va enfocada y realmente se me hace algo de mucho provecho y se me haría hasta satisfactorio tener esta opción porque dentro de tus mismos residuos, generalmente es algo ya pagado, ya construido y le vuelves a dar como una vida útil todavía, ese material ya existe, porque no darle una vida más larga y pues estirar costos, presupuestos o ese tema.

Anexo 6: Arq. Erick Ortega Vadillo.

Entrevista: Arq. Erick Ortega Vadillo.

Fecha: 27 de febrero del 2019.

Hora: 13: 52 hrs.

Lugar: Zapopan, Jalisco.

Escolaridad: Licenciatura

Ocupación: Director de Taller N+33 Arquitectos.

1. ¿Cuántos años lleva ejerciendo su profesión?

R: Desde 2005, 14 años.

2. ¿Qué clase de proyectos ha realizado?

R: De todo tipo: Hotelero, Recreativo, Habitacional y Remodelaciones actualmente.

3. ¿Qué características tienen estos proyectos?

R: Hay una amplia gama, me desarrollé desde hacer hoteles en la parte ejecutiva, en la parte técnica y constructiva, y en proyecto general.

4. ¿Cuáles son los principales materiales que se usan en estos proyectos?

R: El concreto destaca mucho, prefabricados y materiales ligeros como Tablaroca y Durock.

5. ¿Cuáles son los principales residuos que generan estos proyectos?

R: Pues de todo tipo de residuos, hay desperdicios en cuanto a metal, en cuanto a aluminio. Hay de todo tipo de desperdicio en cuanto a construcción, concreto incluso.

6. ¿Cómo se manejan estos residuos?

R: Pues depende el grado de la construcción, en construcciones muy grandes como conjuntos hoteleros hay empresas especializadas dedicadas al retiro, hay formas de almacenamiento muy específicas; en obras o construcciones más chicas, se hace menos separado y controlado.

7. Actualmente en su empresa ¿Qué clase de proyectos desarrolla?

R: Remodelaciones en general y remodelaciones del tipo comercial.

8. En estas remodelaciones ¿Qué clase de manejo de residuos tiene?

R: Se desperdician pedazos de Tabla Roca, Durock, Aluminio y en muy pocos casos concretos. Y en el manejo es un manejo muy general, se contrata una empresa tal cual para que se lleve todos los desperdicios juntos.

9. ¿Cada cuánto contrata esta empresa en un proyecto?

R: Como son proyectos de corta duración hay de 2 a 3 viajes de escombros por proyecto. Digamos que 1 cada mes.

10. ¿Cuánto le cobran?

R: Aproximadamente \$2500.00 pesos.

11. Sabe ¿dónde van a parar estos residuos?

R: No.

12. ¿Cuál es su opinión acerca de los materiales reciclados creados a base de residuos de la construcción y la demolición?

R: Pues en general no conozco muchos que se usan, pero si los usaría, por qué no. Si hay una buena forma de usarlos, si los usaría.

13. En alguno de los procesos de construcción en los que ha participado ¿Ha reutilizado algún residuo?

R: Madera, sobre todo, la madera en las remodelaciones es algo que se cuida.

Desafortunadamente materiales ligeros como el Durock o Tabla Roca es muy complicado que al retirarlos queden en buen estado para volver a usarlos. Materiales más duros como el concreto o el block es más difícil retirarlos completos.

14. ¿Cree que exista algún mercado para los materiales reciclados a base de Residuos de la Construcción y la Demolición?

R: No, no conozco ningún mercado. Pero es probable que alguien los compre, pues al final de cuentas todo lo que son casas de lámina de asbestos se ejecuta con materiales reciclados o de bajos costos

15. Además de los techos de asbesto ¿Qué aplicaciones cree que se le pudieran dar a estos materiales?

R: Depende del material, los concretos por ejemplo me imagino que pueden funcionar para cimentación o para algún elemento muy sólido en la construcción. De aluminios y cristales sería la creatividad del Arquitecto.

16. ¿Qué costo les pondría a estos materiales?

R: Yo buscaría que fueran económicos, pensando en que es un material de reúso y que supuestamente ya tuvo un periodo de uso o periodo de recuperación de la inversión. Y por

el concepto de reciclaje esperaba que fuera más económico, desafortunadamente uno quiere reutilizar algo y es más caro.

17. ¿Qué incentivo fomentaría en los proyectos en los que participa para que se realicen las actividades de separación y reciclaje de los residuos?

R: Pues en general saber que se va a usar. Por ejemplo, en obras grandes es muy dado que se separe y se haga una venta, creo que no es tanto la idea de que se recupere el dinero sino de que se utilice el material. Si se pretende hacer algún uso, creo que es suficiente.

18. ¿Algún comentario que quisiera agregar?

R: En cuestión de reciclaje, pues ojalá buscaran la forma de utilizar todo lo que se desperdicia. Desafortunadamente mucho de lo que se da en el campo, es que ese desperdicio de material se usa como relleno de terrenos y no creo que sea la manera adecuada de hacerlo.

Anexo 7: Maestro de Obra Félix González.

Entrevista: Maestro de obra Félix González.

Fecha: 6 de marzo del 2019.

Hora: 17: 50 hrs.

Lugar: Guadalajara, Jalisco.

Escolaridad: Secundaria.

Ocupación: Maestro de Obra en Ático Arquitectos.

1. ¿Cuántos años lleva ejerciendo su profesión?

R: 45 años.

2. ¿Qué clase de proyectos ha realizado?

R: Demasiados, he hecho empacadoras, bodegas, casas, pues terracerías, muchas cosas.

3. ¿Cuáles son los materiales que más ha utilizado?

R: Cemento, grava, arena y ya.

4. ¿Cómo maneja los residuos de estos materiales?

R: Los saco y lo mando en un camión al tiradero de desecho. No lo separo, me cuesta más trabajo y sale más caro estarles separando que lo que cuesta tirarlo, cuesta más barato tirarlo. Quizá se puedan apartar algunas cosas y reciclar.

5. En un proyecto ¿Cuántas veces utiliza un camión de volteo?

R: En un proyecto yo diría que muchas veces, no llevaría cuenta porque es de acuerdo con el tamaño de la obra en la que participe. Creo que es necesario mantener el área de trabajo lo más limpia posible.

6. ¿Conoce el destino final de estos residuos?

R: Pues hay veces que sí y hay veces que no, a veces van a las barrancas, a los ríos, a las zonas donde son partes bajas y las van rellenando con ese material y después que ya rellenaron todo, tengo entendido que ahí fincan casas.

7. ¿Ha reutilizado alguno de estos residuos en obra?

R: Por lo regular no, madera y acero sí, pero por lo regular no, ya todo lo que es desechable no se mete en obra.

8. Si le ofrecieran utilizar algún material reciclado con estos residuos ¿Lo utilizaría?

R: Si estuviera bueno sí, si fuera de calidad para ponerlo sí, sino es de calidad no.

9. ¿Para qué lo utilizaría?

R: Para construir algo de muros, el reciclaje de ladrillo puedo pegarlo en algunos muros o pegarlo en registros de agua que no es muy necesario que sea ladrillo nuevo.

10. ¿A cambio de que separaría sus residuos de la construcción?

R: Acero y madera si lo hacemos, pero lo que sería escombro tal vez a cambio de un pago o volteos gratis.

11. Algo que le gustaría agregar:

R: No, nada

Anexo 8: *Entrevista al Presidente del IAC M. Ing. David Urzua.*

Entrevista: M. Ing. David Urzua.

Fecha: 5 de marzo del 2019.

Hora: 11: 40 hrs.

Lugar: Guadalajara, Jalisco.

Escolaridad: Maestría.

Ocupación: Director del Instituto de Americano del Concreto.

1. ¿Qué clase de proyectos ha realizado?

R: Bueno nosotros nos dedicamos a diseñar estructuras tanto de acero como de concreto. Aquí en Guadalajara ya tenemos varios proyectos como la Torre Platinum que está en patria, un edificio en Andares donde alguna vez hubo un antro en el piso 21, luego varios proyectos para Grupo Vec que es una inmobiliaria que se dedica a desarrollar proyectos habitacionales, tenemos proyectos en Querétaro, León, Tijuana. Tenemos un proyecto en Panamá que ya lo estamos entregando, bueno tenemos varios proyectos.

2. ¿Cuáles son los principales materiales que utiliza en estos proyectos?

R: Principalmente el concreto reforzado y el acero estructural. Principalmente diseñamos estructuras de concreto reforzado cuando el cliente así lo pide, principalmente por el costo. Una estructura en acero estructural es entre un 25% y un 30% más cara que su

contraparte en concreto reforzado, la mayor parte del proyecto se construyen con concreto reforzado.

3. ¿Qué conocimiento tiene acerca de los materiales reciclados?

R: Pues no mucho, pero cuando mencionas la palabra reciclado se viene a mi mente por ejemplo los plásticos de las botellas de agua o cualquier tipo de plástico que se recicla.

4. Si se le propusiera usar un material reciclado en el cálculo de algún proyecto ¿Qué especificaciones buscaría en este material?

R: Pues nada más con que cumpla con cuestiones de resistencia. Las dos propiedades más importantes que nos importan a nosotros cuando hablamos de la estructura son la resistencia a la compresión en este caso del concreto de 28 días de un cilindro y el módulo elástico, el módulo de elasticidad del material. Si el material reciclado cumple con buenos valores de resistencia a la compresión y buenos valores de modulo elástico, pues yo no tendría ningún problema en recomendarlo, mientras cumpla con esos dos valores desde el punto de vista mecánico, adelante. No importa que sea reciclado o no, lo que nos importa es que tenga una resistencia suficiente, módulo de elasticidad suficiente y que al final si un material reciclado ha sido ya ensayado y los reportes indican que actúa adecuadamente, pues adelante.

5. ¿En qué aplicaciones usted pensaría que sería bueno usarlo?

R: Yo creo que, si el concreto se comporta bien en estos dos parámetros mecánicos que te acabo de mencionar, lo puedes usar en cualquier cosa. Lo puedes usar en estructuras, columnas, cimentaciones, yo creo que se puede usar para lo que sea, porque si funciona, funciona bien en cualquier elemento.

6. ¿Qué precio le pondría a este material?

R: Bueno realmente debería de ser ventajoso reciclar, en temas de generar menos desperdicio para el planeta. Yo creo que debería ser atractivo reciclar, yo esperarí que no fuera mucho más caro que un concreto normal nuevo, yo esperarí que su precio fuera muy parecido, pues para que sea atractivo para los constructores. Desafortunadamente los constructores y los desarrolladores están inmersos en un esquema de negocios, todo es dinero, aun cuando el reciclado de materiales pudiera ser una situación responsable y

respetuosa con el planeta, pero si es más cara que un concreto nuevo pues difícilmente va a ser adoptado como una estrategia.

7. ¿Qué incentivo creería que sería bueno para que los constructores o desarrolladores tomaran en cuenta estos materiales?

R: Pues yo creo que el gobierno lo podría incentivar mediante descuentos en permisos de la construcción, los permisos de la construcción son generalmente caros y más en nuestra ciudad, suelen aumentar periódicamente. Si se asegurara que mediante el reciclaje de cierto porcentaje de escombros o la utilización también de cierto porcentaje de concreto reciclado se obtendría un descuento en permisos de la construcción creo que podría ayudar mucho.

8. Algo que le gustaría agregar:

R: Pues es algo interesante que yo no conozco, pero que no suena mal, estamos en una postura de cuidado del planeta, este planeta que tanto hemos lastimado, pues podría ser una buena oportunidad que se comiencen a reciclar los escombros y como tú lo comentas que se comiencen a incentivar esta clase de acciones. Creo que sería muy importante considerar que los costos del concreto reciclado no difieran demasiado de los costos del concreto original, porque, aunque el gobierno incentive su uso, si sale más cara su operación no creo que sea factible.

Anexo 9: Entrevista al Vicepresidente del IAC M. Ing. Florencio González.

Entrevista: M. Ing. Florencio González.

Fecha: 3 de abril del 2019.

Hora: 11: 25 hrs.

Lugar: Tlaquepaque, Jalisco.

Escolaridad: Maestría

Ocupación: Vicepresidente del Instituto Americano del Concreto

1. ¿Cuántos años lleva ejerciendo su profesión?

R: Desde que tengo 12 años, pero más o menos 25 años.

2. ¿Qué clase de proyectos ha realizado?

R: Hoteles, carreteras, vías férreas, túneles, todo lo de obras públicas y privado también ahorita ya. Mi papá empezó con la mecánica de suelos y control de calidad, tanto que él llegó a ser el coordinador de mecánica de suelos en las obras del 22 de abril, fue cuando yo inicié. Yo empecé a trabajar en 1992 justo después de las explosiones, fueron en abril y yo empecé a trabajar en junio.

3. ¿Qué complejidades han tenido estos proyectos que ha realizado?

R: Lo más complejo fue la reubicación de PEMEX, ya que la complejidad viene de donde se localiza, por ejemplo, los agregados temporales de donde se ha realizado, por ejemplo, que es el temporal de lluvias y estás haciendo terracerías y tienes que contrarrestar el agua, con qué, con cal viva. Por ejemplo, me toco el RIU en el que estaban usando un aditivo de alta resistencia que a los 28 días no cumplía con el 100%, pero a nadie se le ocurrió leer la ficha técnica del aditivo en donde te mencionaba que podía llegar hasta los 90 días, qué hicimos, pues lo dejamos a 90 días. Por ejemplo, ese tipo de complejidades, piezas especiales, la poca existencia de materiales para realizar rellenos o bases hidráulicas. Que se complican y los materiales de la zona no sirven y hay que buscar una opción.

4. ¿Qué materiales ha utilizado en estos proyectos?

R: Principalmente concreto, productos de excavación, pero lo que más he usado yo es concreto.

5. ¿Qué residuos tienen estos proyectos?

R: el acero de desperdicio, basura, escombros.

6. ¿Han podido reutilizarlos?

R: No, de repente el acero lo utilizan para delimitar áreas, pero estructuralmente no, todo el desperdicio de acero lo venden.

7. ¿Cómo maneja los residuos de sus proyectos?

R: Se separan, por ejemplo, el concreto que se usa para las muestras de laboratorio se pone en un lugar específico, el acero por ejemplo de los cortes también se pone en un solo lugar. La basura como el cartón se pone en un lugar aparte.

8. ¿Al desecharlos se mezclan?

R: Dependiendo de la obra y el cliente, hay constructores muy limpios que ya saben el costo de los residuos que generan y saben que van a sacar una lanita de ahí, de 15 a 30 mil pesos de ahí si es una obra grande, entonces lo separan.

9. ¿Sabe cuál es el destino final de estos residuos?

R: Sí, pues a las recicladoras, el acero literalmente va a lugares donde los van a volver a fundir y volver a hacer un acero de menor calidad.

10. Y los escombros como el concreto ¿A dónde van a parar?

R: Ahorita está muy de moda tumbar casas y creo que eso ya lo está haciendo Paniagua, el Ingeniero Paniagua, Demoliciones Paniagua, deberías de buscarlos. Él te puede decir que hacer exactamente con el escombro. Ahorita se me está ocurriendo que como yo soy el de mecánica de suelos yo llego exactamente cuando están demoliendo las casas y he visto por ejemplo que G&G trata de separar todo el concreto del ladrillo de otro tipo de materiales, por ejemplo, todo lo de las ventanas lo trata de separar para venderlo como acero, el concreto como escombro. Nomás que al final de cuentas si es un poco complicado porque lo haces con una mano, ósea con una excavadora 320, que es un equipo muy pesado que no te da chance de separarlo muy fácil. Pero ahorita que me dices, sí se ha hecho G&G lo hace, lo ha hecho en 2-3 casas.

11. ¿Cuánto le han costado los volteos de material?

R: No sabría decirte, yo no estoy metido en costos, pues es el acarreo nada más. Lo que si me ha tocado es pagar para que lo tiren en tiraderos especiales. Si sale como en \$1,200.00 -\$1,500.00 pesos de 7 m3.

12. ¿Conoce el concreto reciclado?

R: En físico no lo conozco, pero si he escuchado. Hay que tener ciertas consideraciones por ejemplo la que te platicaba, que hay que ver que el material no esté contaminado, bacterias que afectan a la salud de las personas. Más que nada es lo que he escuchado, que esté libre de radioactividad, pudieron haberse trabajado en hospitales o algo, que no tengan cierta radioactividad que al final de cuenta afectan la salud humana.

13. ¿Qué características buscaría en el concreto reciclado para decir que es un concreto de calidad?

R: Un concreto de calidad es aquel que cumple con su normatividad, granulometría, los agregados no tienen plasticidad, no son absorbentes, porque lo que más nos pega en las mezclas es el contenido de agua, si bajamos el contenido de agua hacemos maravillas con el concreto, nos da más durabilidad, usamos menos cemento, tiene muchas ventajas. Ósea si tú tienes agregados buenos, tu concreto va a salir muy bueno, los agregados buenos no tienen tanta permeabilidad, ósea absorción, son más pesados. Entonces eso es lo que buscaríamos en el concreto reciclado, un concreto reciclado debe cumplir con la normatividad, yo lo que creo es que se debería de hacer una normatividad especial para un concreto reciclado.

14. Con relación al concreto normal ¿Qué precio le pondría al concreto reciclado?

R: Yo buscaría que fuera más económico, ya es un concreto de basura, vamos a ponerlo entre comillas pues. Pero yo creo que en un futuro es el único concreto que vamos a poder utilizar. Te digo, mientras tengamos agregados y materia base no hay bronca, el día que no tengamos es cuando vamos a estar obligados a utilizarlo. Y el costo es lo de menos, el chiste es que tenemos que fabricar cosas.

15. ¿Por qué usted piensa que no se ha hecho uso en el AMG del concreto reciclado?

R: La mentalidad del mexicano, la mentalidad de que si no es negocio no lo hago, sino me da dinero no lo hago; sino lo sé y no sé qué hacer, mejor no lo hago y sigo trabajando como lo he hecho toda mi vida. Ese es el problema que venimos arrastrando con generaciones como la de mi papá, que yo tengo mucho conflicto con él en ese aspecto. Yo

creo que la generación, por ejemplo, la mía ya trae esa cosquillita como de vamos a busca otras cosas. Por ejemplo, mi empresa esta toda en línea, yo trato de reciclar lo mayor posible o buscar cosas limpias, ya desaparecí el cabeceo de azufre en mi empresa, ya no cabeceo con azufre en mi empresa por dos cosas: es peligroso, pero lo mejor es que no estoy contaminando, así de sencillo. Mi generación empezó, empezó a echarle un granito de arena, las generaciones de ustedes son las que van a tener que poner el ejemplo a las próximas generaciones, no nosotros. Creo que ustedes ya van a tener que trabajar con toda esa tecnología.

16. ¿Cuál cree que sería el principal factor que necesitaríamos para conseguir reciclar los residuos de la construcción?

R: Educación, más que nada educación. Es quitar el Tabú de que te tiene que salir más barato, en Guadalajara somos más codos que en Monterrey, en Guadalajara lo primero que te preguntan es ¿en cuánto me lo das? Las personas mayores por ejemplo crecieron con el regateo, me ha tocado que me han preguntado ¿Cuánto es lo menos por un estudio de mecánica de suelos?, y yo les digo oye esto no es mercado, mi ingeniería cuesta, tanto quemarme las pinches pestañas. Eso es lo que ha provocado que esas tecnologías no entren, que no haya esto o lo otro. Yo te digo que es viable, te platico, mi proyecto era tener un terrenote, irlo almacenando hasta tener un muy buen volumen y empezar el reciclado. Pero yo quería hacerlo privado como en un proceso químico, calentarlo, meterlo al horno, algo. Para qué, para sacarle ventajas, a mí se me ocurría para bases hidráulicas o para mejorar suelos, porque esos materiales pues chupan un poquito de agua. Pero para ello ocupas investigación y dinero, sobre todo cambiar el chip. Yo te lo digo, tal vez ahorita no, pero en 10 años te juro que eso tiene que cambiar.

17. Algún comentario que quisiera agregar:

R: No pues qué bueno que estés inquieto con estas nuevas tecnologías, sería bueno realizar cierto tipo de pruebas para ver para que son buenos los materiales, te recomendaría investigar pruebas de calidad, esos son los estándares que van a regir que tu agregado o reciclado sea óptimo, busca la normatividad de los tipos de concretos.

Anexo 10: Entrevista al Director de Obras Publicas de Tlajomulco.

Entrevista: Ing. Jorge González Morales.

Fecha: 4 de abril del 2019.

Hora: 10: 05 hrs.

Lugar: Tlajomulco, Jalisco.

Escolaridad: Ingeniería.

Ocupación: Director de Obras Públicas de Tlajomulco.

1. ¿Cuáles son los principales proyectos que realizan en Obras Públicas de Tlajomulco?

R: como su nombre lo dice, se ejecutan todas las obras relativas a calles, a estructuras y a super estructuras urbanas, edificación de las mismas instalaciones del mismo municipio tanto culturales como deportivas, todo lo que es obra pública lo ejecuta esta dirección general.

2. ¿Cuáles son los principales materiales que se utilizan en estos proyectos?

R: Utilizamos toda la variedad, pero principalmente el concreto y el asfalto.

3. ¿Cuáles son los principales residuos que tienen estos proyectos?

R: Pues procuramos que no haya residuos, obviamente entre más residuos tengas más pérdida tienes, cuando es una obra nueva procuramos no tener desperdicios, entonces haces una programación exacta de tus materiales y cuando son rehabilitaciones generalmente nuestras demoliciones, el departamento de ecología nos marca nuestros bancos de tiro, donde tenemos tiraderos especialmente que están dentro de las normas para poder recibir el tipo de material de demoliciones.

4. ¿Dónde se encuentran estos tiraderos?

R: Están en las afueras del municipio, en lugares donde fueron explotación de bancos de material antiguos que con estos nuevos materiales se están rellenando. Pero sí, todos avalados por ecología y la SEMADET.

5. ¿Cuáles son sus principales estrategias para gestionar sus residuos?

R: Por ejemplo, en el asfalto, desde hace 4 o 5 años todo el asfalto se recicla, no se tira, ese se desbasta, se lleva a un almacén, se le da un tratamiento y se vuelve a reutilizar, ya sea para recubrir caminos vecinales o que nos sirva de base en algún otro tipo de obra, el asfalto todo se recicla. El concreto lo reutilizamos en drenes, a la hora que lo quebramos y que tenemos pedazos arriba de 5 a 10 pulgadas, lo utilizamos en drenes y en zonas donde se necesitan filtros de agua.

6. ¿En el municipio de Tlajomulco existe alguna sanción para la incorrecta disposición final de los RCD?

R: Sí claro, hay un fiscal ambiental aquí en Tlajomulco, creo que es de los primeros en todo el estado, sino es que es el único y hace su labor. Normalmente cuando vienen a pedirme un permiso de construcción deben tener autorizado su banco de disposición final de sus residuos, sino no se les da el permiso y obviamente a la hora de estar revisando se revisa y se supervisa que lo vayan y lo depositen en el lugar indicado. Aquí el problema surge en la gran mayoría de la población que sin autorización y sin permiso van y depositan basura y desechos a lugares no indicados. Es cuestión de cultura, depositan sus desechos en lugares no indicados donde no les cueste, ya que no les importa la situación de contaminación, gente sin escrúpulos que va y deposita materiales donde no debe.

7. ¿Si existiera la posibilidad de usar una aplicación de concreto reciclado, usted cree que el municipio la utilizaría?

R: Sí claro, definitivamente. En primer lugar, la materia prima para hacer asfalto y concreto cada vez es más escasa y lejana, es igual que el agua. Sino reusamos los materiales, pues no va a haber. O tendríamos que migrar a otro tipo de materiales más ligeros como tabla rocas o cosas de ese tipo, pero los materiales de la zona y la región cada vez son más escasos, no nos queda otra más que reutilizarlos. Si es el caso del concreto pues tendríamos que buscar ya una industria que demuela el concreto y recupere grava, arenas y acero, separándolo para poderlo reutilizar en un proceso constructivo.

8. ¿Cuáles son las características que debería de tener este concreto reciclado para que sea utilizado por Obras Publicas de Tlajomulco?

R: Pues en primer lugar que se pueda utilizar y que cumpla con la norma para poder ser utilizados, cumpliendo con eso yo creo que en primer lugar es un ahorro económico, en segundo es contribuir con la naturaleza para no generar o acrecentar un problema que ya tenemos y a la larga eso nos va a traer beneficios.

9. ¿Qué tipos de incentivos cree que se le podrían dar a la población para que separe sus RCD y los done para su reciclaje?

R: Yo creo que eso es directamente proporcional a la economía del constructor o del que está haciendo la obra, porque en eso se traduce en economía para el mismo, porque a la hora de que tú vas a hacer una demolición y vas con una persona que tiene reciclado de materiales pues en un momento dado haces la negociación para que el mismo del reciclado de materiales vaya y recoja el producto y se lo lleve a su negocio, entonces se redunda para economía para su mismo negocio. Para el municipio sería una buena oportunidad, pero no tiene mucha injerencia en ese tipo de negocios. Tenemos ley de ingresos, cualquier actividad esta tasada por un impuesto, algún incentivo fiscal se daría siempre y cuando fuera algo benéfico para el municipio, pero creo que sería más un trato entre particulares. Mas que un incentivo en este caso yo creo que es una obligación cumplir con la ley, depositar los residuos en lugares adecuados y reciclar.

10. Algún comentario que quisiera agregar:

R: El camino del ser humano hacia el futuro es la sustentabilidad y el reciclado es uno de estos factores, no tenemos opción, tenemos que reciclar y reutilizar todos los productos que se puedan reutilizar, tanto como productos de concretos, asfaltos. El agua la tenemos que reutilizar para poder sobrevivir, junto con los productos de petróleo que son no renovables.

Anexo 11: Observación de Separación de Residuos en el Área Metropolitana de Guadalajara.

Observación de Separación de Residuos en el Área Metropolitana de Guadalajara			
Observador:	José Fernando Ibarrias González	Fecha:	06/03/2019
Nombre de la obra:	Remodelación de oficinas Basáñez Consulting		
Tamaño de la obra:	Grande		
Dirección:	Av. del Pinar #3450, Pinar de la Calma, 45080 Guadalajara, Jal., México Teléfono: +52 33 3634 8484		
Encargado:	Arq. Ángeles Zamarripa Gastelum		
Residuos de Madera			
<i>Foto:</i>			
			
<i>Imagen 6: Residuos de Madera</i>			
Descripción			
1.- Son residuos Generalmente de cimbras y muebles que se quitan de la remodelación.			
2.- Se tiene un espacio en obra específicamente para acumularse en la entrada de la obra.			
3. Se encuentra mezclado con residuos de empaques y acero.			
4.- Se encuentra a cielo abierto			

5.- Se busca hacer reuso de esta madera en la misma obra o en nuevas.

6.- Se ubica al lado de los residuos pétreos en la entrada de la obra.

Residuos de Concreto

Foto:



Imagen 7: Residuos de Concreto.

Descripción:

1.- Son generados principalmente en actividades de demolición y elaboración de enjarres.

2.- Su composición principal son ladrillos y enjarres.

3. Se encuentra mezclado con residuos de empaques.

4.- Se encuentra a cielo abierto.

5.- No se tiene idea sobre alguna forma de reutilización.

6.- Se deshecha en su totalidad.

6.- Se ubica al lado de los residuos de madera en la entrada de la obra.

Residuos de Vidrio

Foto:



Imagen 8: Residuos de Vidrio.

Descripción:

- 1.- Son generados principalmente en actividades de desmontaje de puertas viejas.
- 2.- Se encuentra en un lugar techado.
- 3.- Se busca su reutilización o reciclaje.
- 4.- Se tiene en un lugar específico, para evitar su contaminación o que se rompa.
- 5.- Se encuentra en el área techada de la entrada.

Residuos de Acero

Foto:



Imagen 9: Residuos de Acero.

Descripción:

- 1.- Son generados principalmente en actividades de recortes de varillas y castillos.
- 2.- Se encuentra a cielo abierto.
- 3.- Se busca principalmente su reutilización o su venta a recicladoras.
- 4.- Se encuentra en el área de atrás de la obra

Residuos de Plástico

Foto:



Imagen 10: Residuos de Plástico.

Descripción:

- 1.- Son generados principalmente en actividades de recortes de poliductos.
- 2.- Se encuentra en un lugar techado.
- 3.- Se busca principalmente su reutilización o su venta a recicladoras.
- 4.- Se encuentra en el área de atrás de la obra

Conclusiones

- 1.- Se separan de acuerdo con el tipo de material que son: madera, pétreo, plástico, vidrio y acero.
- 2.- La ubicación de la madera, los pétreos, el plástico y el acero no es planeada ni cuidada, se suele mezclar con otros materiales o empaques.
- 3.- Se apilan en montones, la mayoría a cielo abierto, solo el vidrio no.
- 4.- Su colocación inadecuada provoca problemas de espacio en imagen en la obra.

- 5.- Solo el vidrio se ubica en un lugar planeado, ya que se busca que no se rompa y sea peligroso para los trabajadores.
- 6.- Se busca reutilizar o reciclar la madera, el vidrio, el acero y el plástico
- 7.- Se busca vender el plástico y el acero a recicladoras.
- 8.- No se sabe que se puede hacer con los materiales, su única solución es su deshecho.
- 9.- Los materiales pétreos son los que más se contaminan con empaques.

Anexo 12: Observación Obra Pública creada con asfalto reciclado.

Observación Obra Pública creada con asfalto reciclado			
Observador:	José Fernando Ibarrias González	Fecha:	04/04/2019
Nombre de la obra:	Vaso Regulador Eucaliptos		
Tamaño de la obra:	Grande		
Dirección:	Calle Valle de los Almendros 28, Tlajomulco de Zúñiga, Jal., México		
Encargado:	Ing. Jorge González Morales		
Fotos:			
			
<i>Imagen 11: Vaso Regulador Eucaliptos.</i>			



Imagen 12: Vaso Regulador Eucaliptos-Pista de Trote.

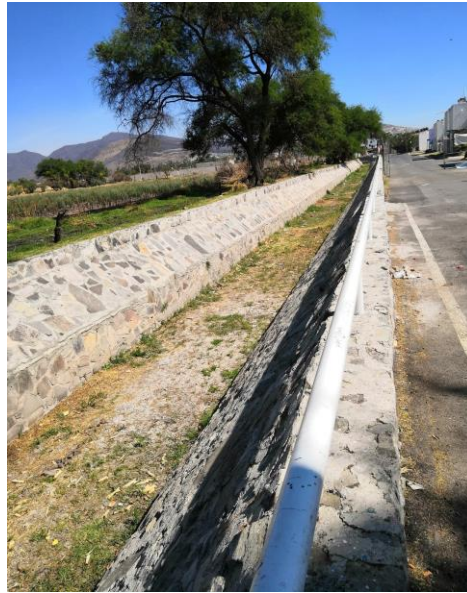


Imagen 13: Vaso Regulador Eucaliptos-Canal de Agua Pluvial-Primera Fase.



Imagen 14: Vaso Regulador Eucaliptos-Canal de Agua Pluvial- Segunda Fase.



Imagen 14: Vaso Regulador Eucaliptos.



Imagen 16: Vaso Regulador Eucaliptos-Pista de Trote.

Descripción:

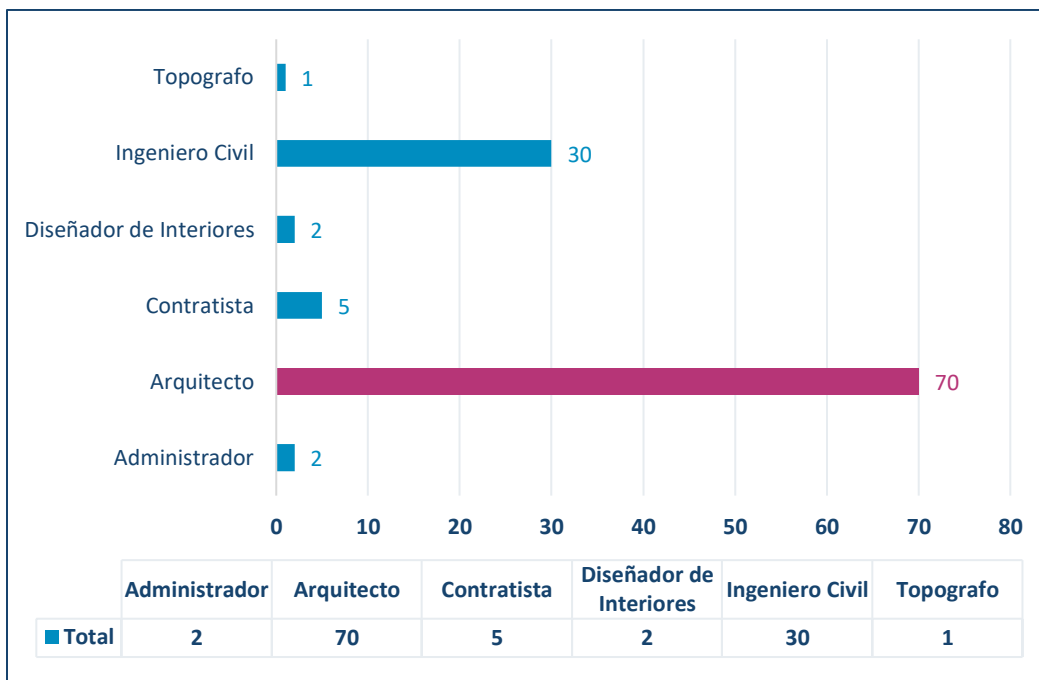
- 1.- La composición de su cimentación es de asfalto reciclado de las calles de Tlajomulco por medio del método de Desbaste.
- 2.- No se percibe a simple vista el asfalto reciclado.
- 3.- Por el uso del asfalto reciclado se estima que se tuvo un ahorro de alrededor de 3 millones de pesos en los materiales de cimentación.
- 4.- Cuenta con lo que es el vaso regulador de aguas pluviales, 3 etapas de control de agua pluvial, una pista de trote y un área de juegos
- 5.- Maneja alrededor de 40 mil m3 de agua cada temporal de lluvia.
- 6.- Su área es de alrededor de 24,727 m2.

Conclusión

- 1.- En el municipio de Tlajomulco desde hace ya varios años el asfalto que se obtiene de las remodelaciones de las calles se somete a un desbastamiento para poder ser usado en obras públicas como cimentaciones.
- 2.- Se busca que este material no sea visible para los usuarios de la obra.
- 3.- Tlajomulco tiene su propio banco de asfalto reciclado
- 4.- A esta obra pública el asfalto reciclado le trajo ahorros de alrededor de 3 millones de peso
- 5.- Las personas desarrollan actividades recreativas, sin darse cuenta de que están sobre cimentaciones de asfalto reciclado, ya que es imperceptible por la calidad del material

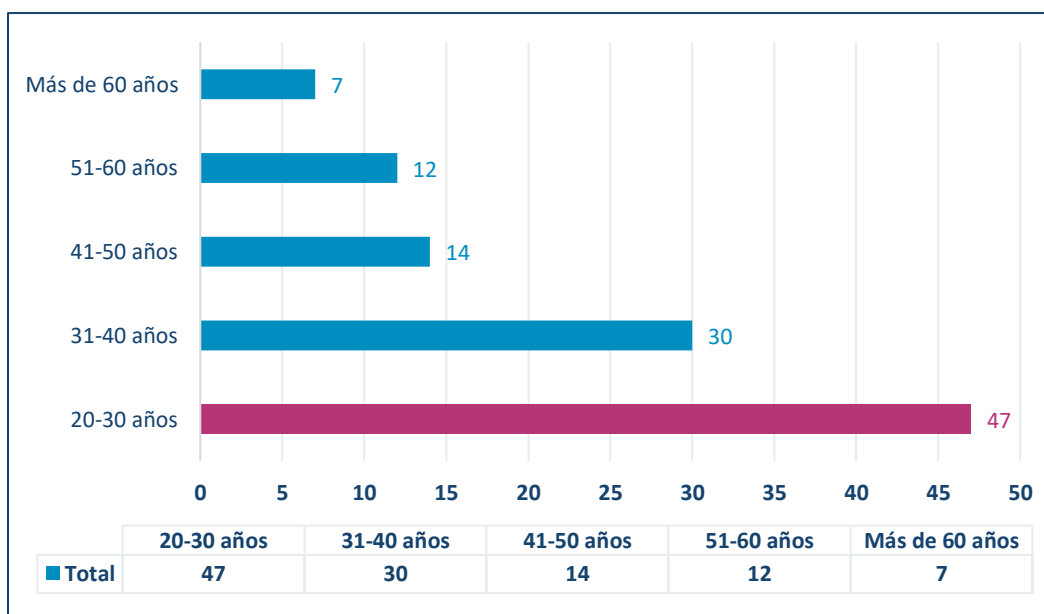
Anexo 13: Resultados de Encuesta.

1. ¿Cuál es su profesión?



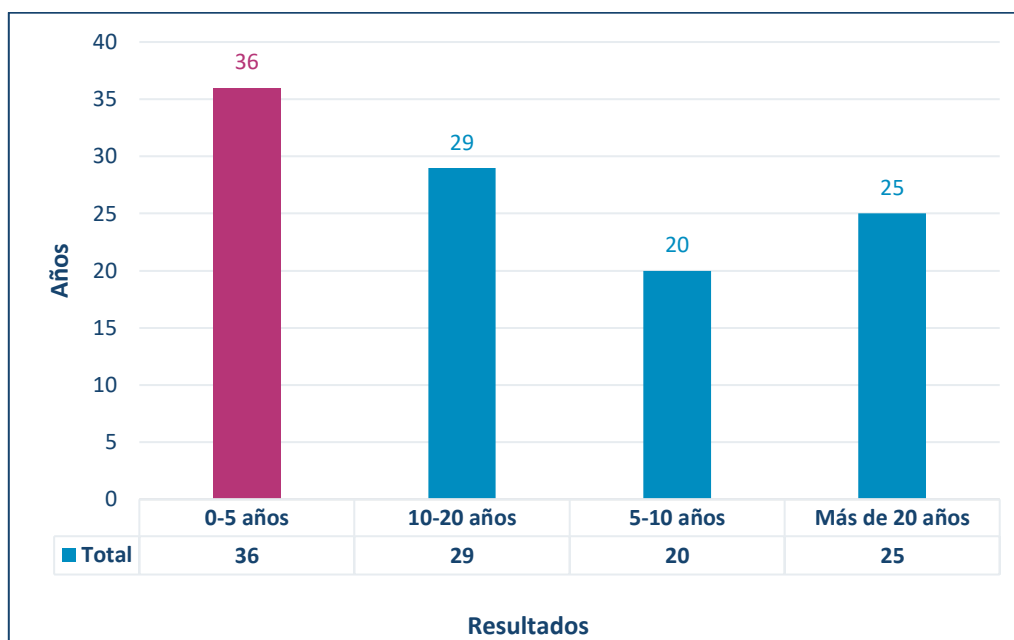
Gráfica 16: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Cuál es su profesión?

2. ¿Cuál es su edad?



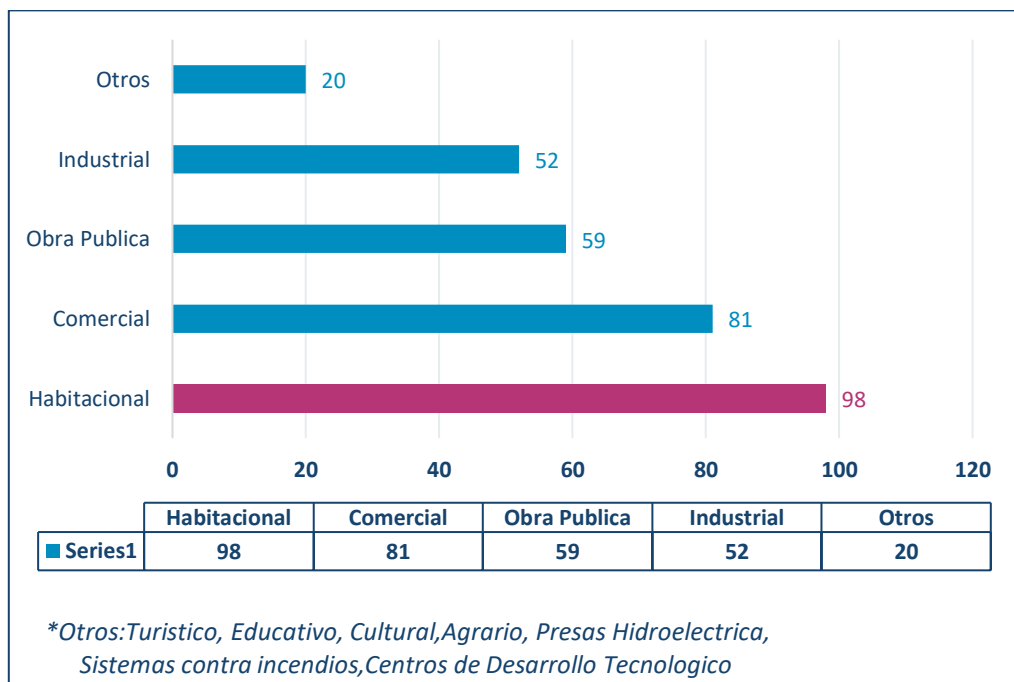
Gráfica 17: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Cuál es su edad?

3. ¿Cuántos años ha trabajado en la industria de la construcción?



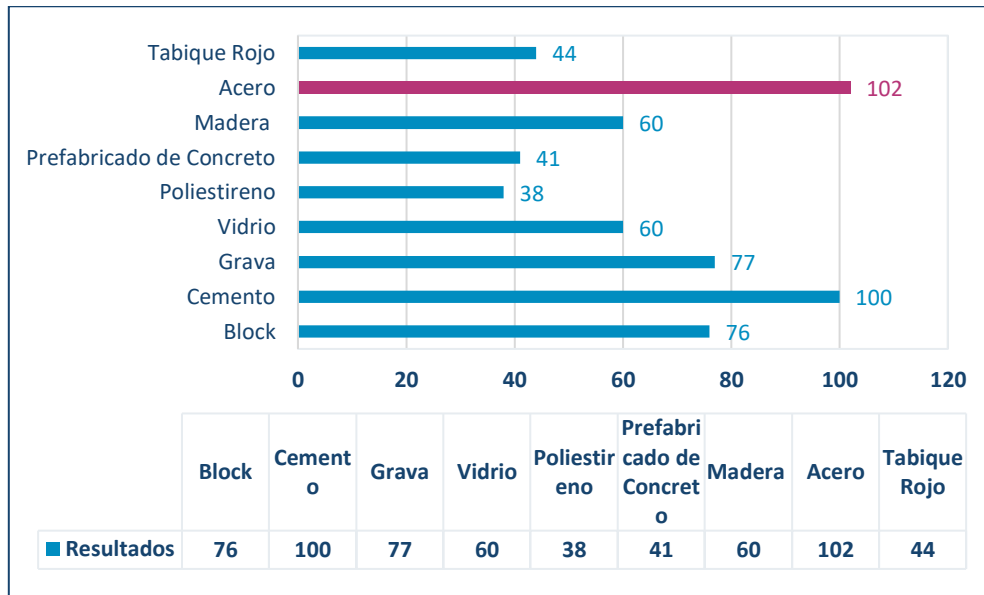
Gráfica 18: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Cuántos años ha trabajado en la industria de la construcción?

4. ¿En qué tipos de Proyecto u Obra ha participado?



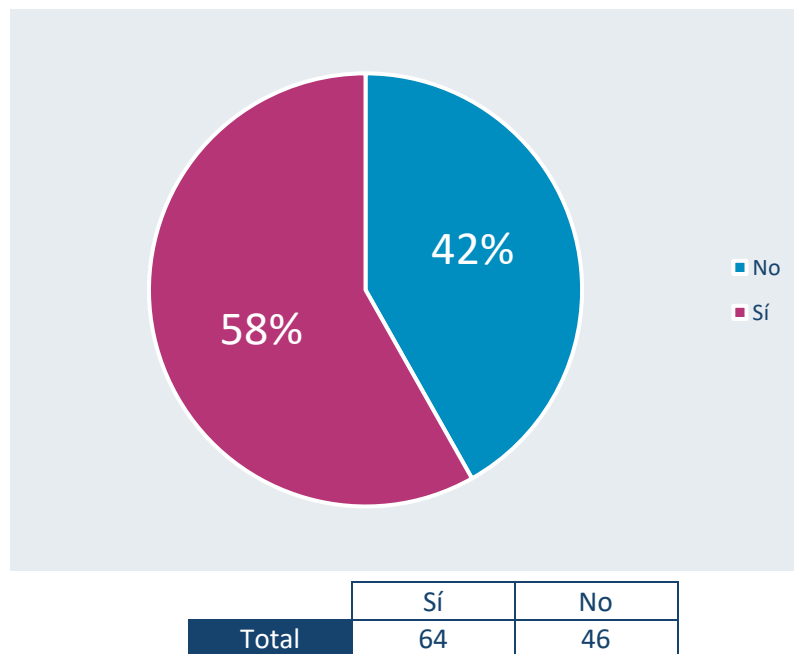
Gráfica 19: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿En qué tipos de Proyecto u Obra ha participado?

5. ¿Qué materiales utiliza más?



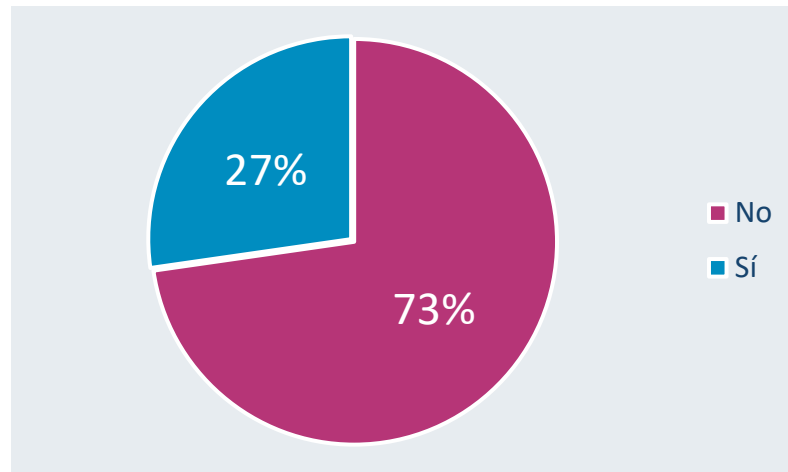
Gráfica 20: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Qué materiales utiliza más?

6. ¿Ha participado en algún proyecto o construcción donde se separen los residuos de construcción?



Gráfica 21: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Ha participado en algún proyecto o construcción donde se separen los residuos de construcción?

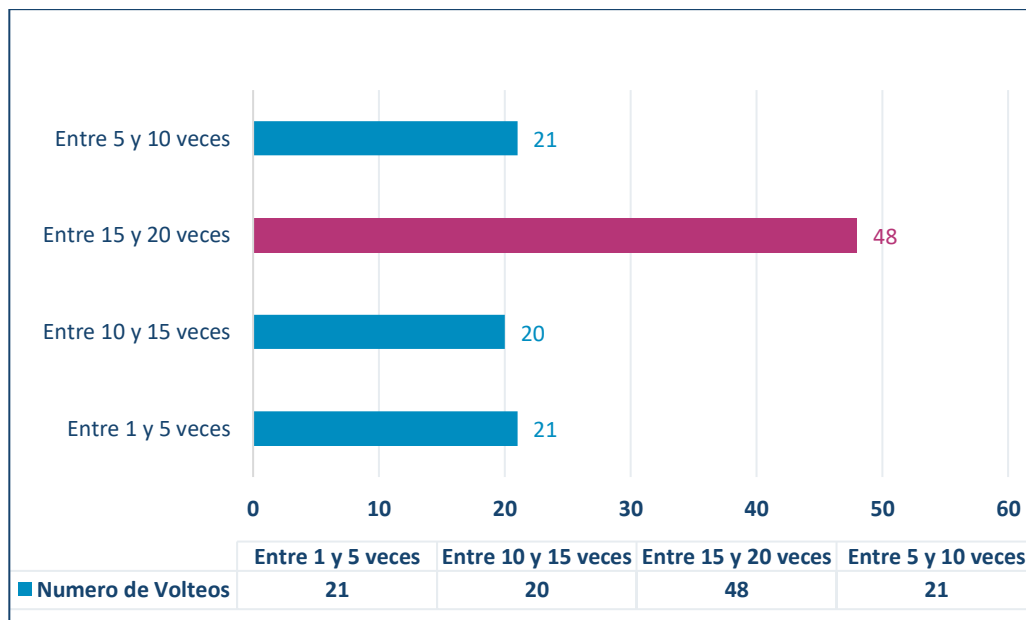
7. ¿Actualmente participa en algún proyecto que separe sus residuos de la construcción?



	Sí	No
Total	30	80

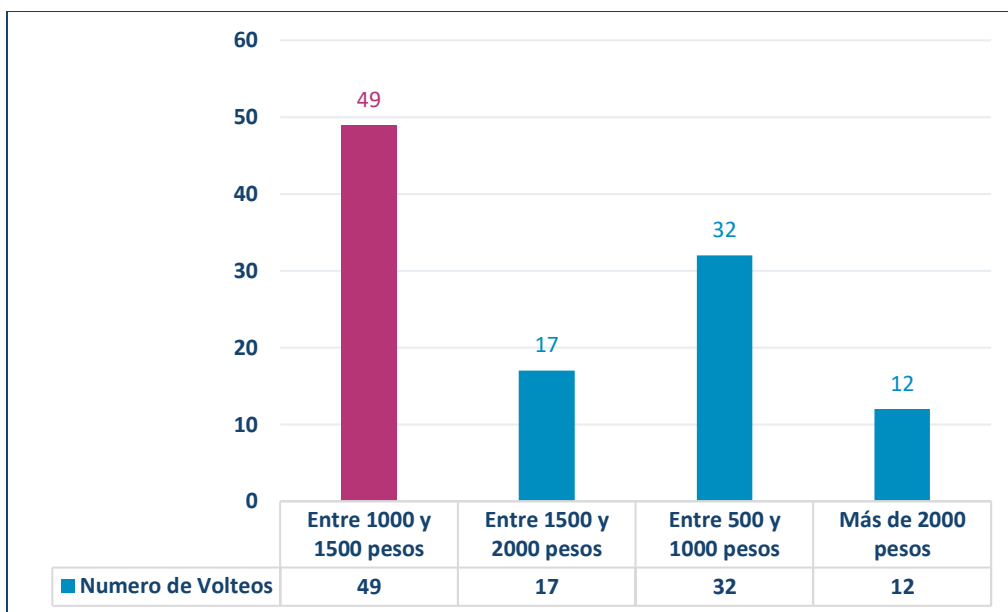
Gráfica 22: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Actualmente participa en algún proyecto que separe sus residuos de la construcción?

8. ¿En un proyecto cuántas veces utiliza un volteo?



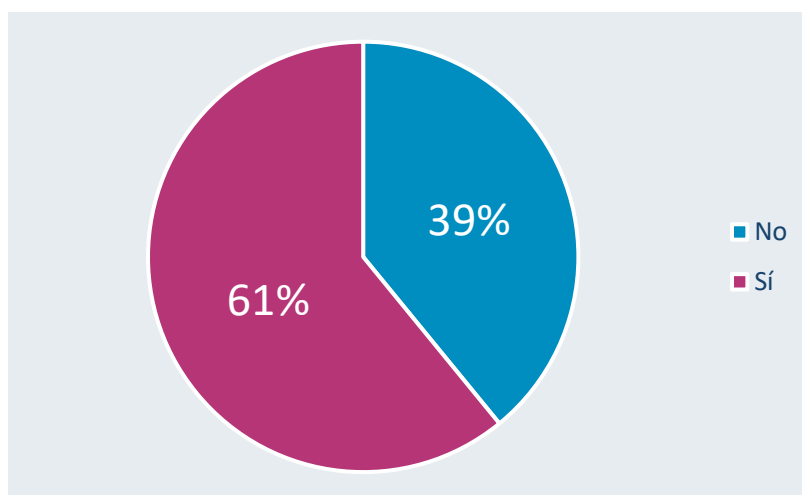
Gráfica 23: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿En un proyecto cuántas veces utiliza un volteo?

9. ¿Cuánto le han costado los volteos?



Gráfica 24: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Cuánto le han costado los volteos?.

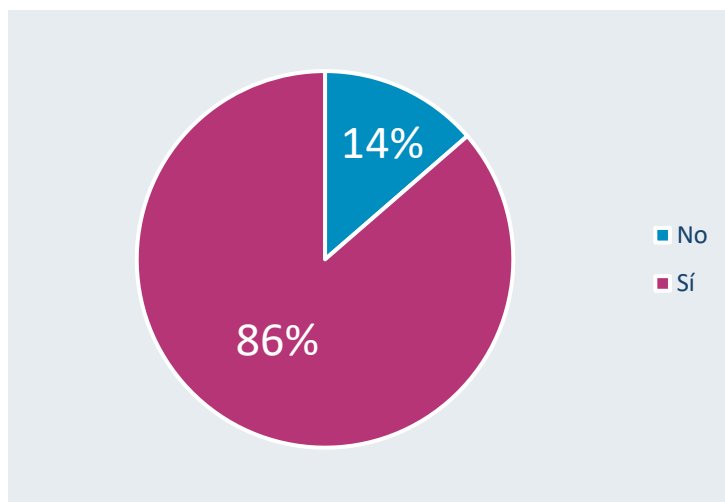
10. Sabe ¿Qué destino final tiene los residuos de sus proyectos?



	Sí	No
Total	67	43

Gráfica 25: Resultado de la encuesta a la pregunta: Sabe ¿Qué destino final tiene los residuos de sus proyectos?

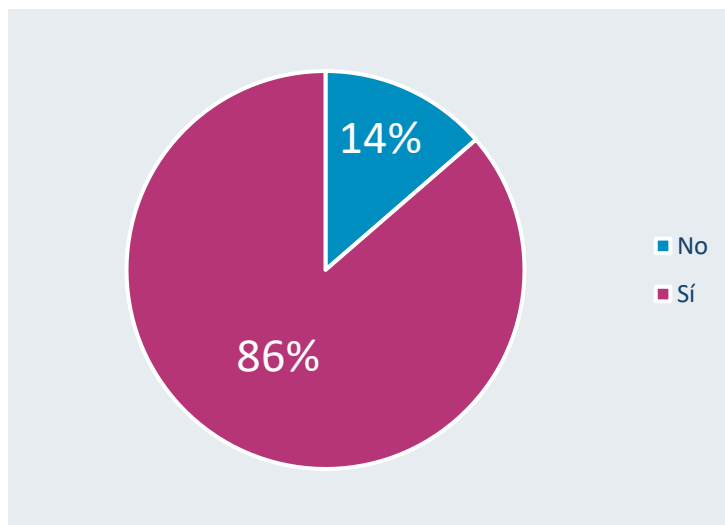
11. ¿Tiene conocimiento de que los residuos de concreto en una mala disposición final son altamente contaminantes?



	Sí	No
Total	95	15

Gráfica 26: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Tiene conocimiento de que los residuos de concreto en una mala disposición final son altamente contaminantes?

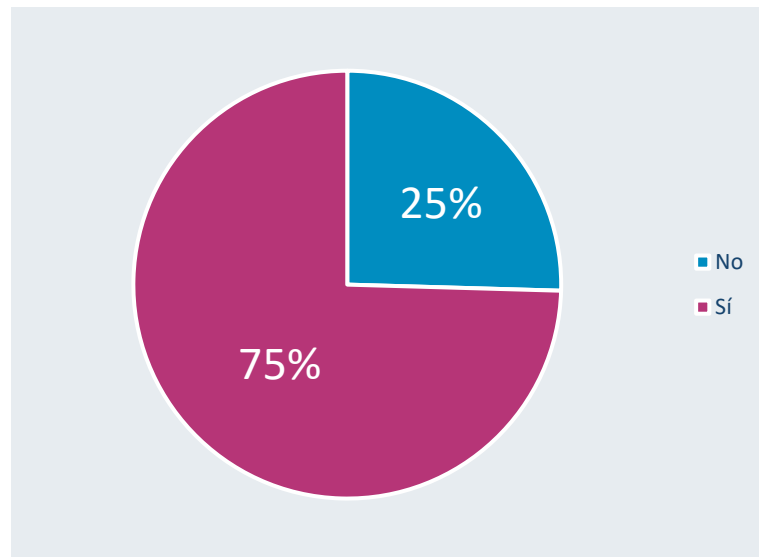
12. ¿Tiene conocimiento de que desechar sus residuos de la construcción de manera clandestina es un delito?



	Sí	No
Total	95	15

Gráfica 27: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Tiene conocimiento de que desechar sus residuos de la construcción de manera clandestina es un delito?

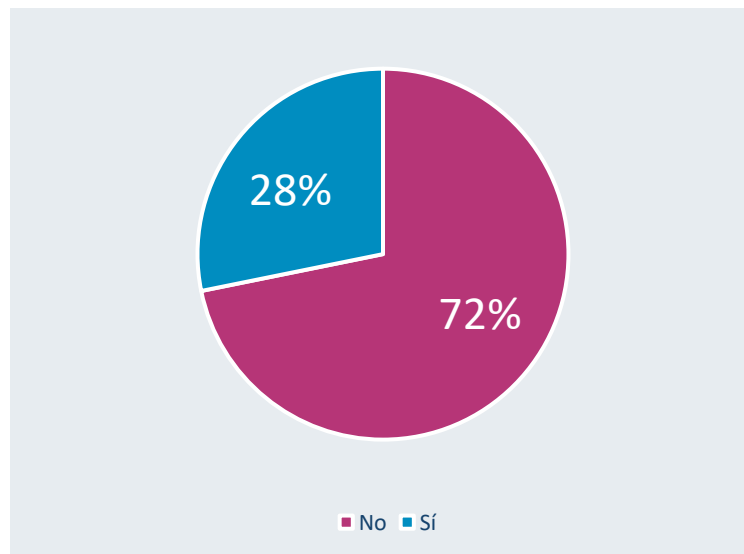
13. ¿Tiene conocimiento de que los residuos de concreto en una mala disposición final son altamente contaminantes?



	Sí	No
Total	82	28

Gráfica 28: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Tiene conocimiento de que los residuos de concreto en una mala disposición final son altamente contaminantes?

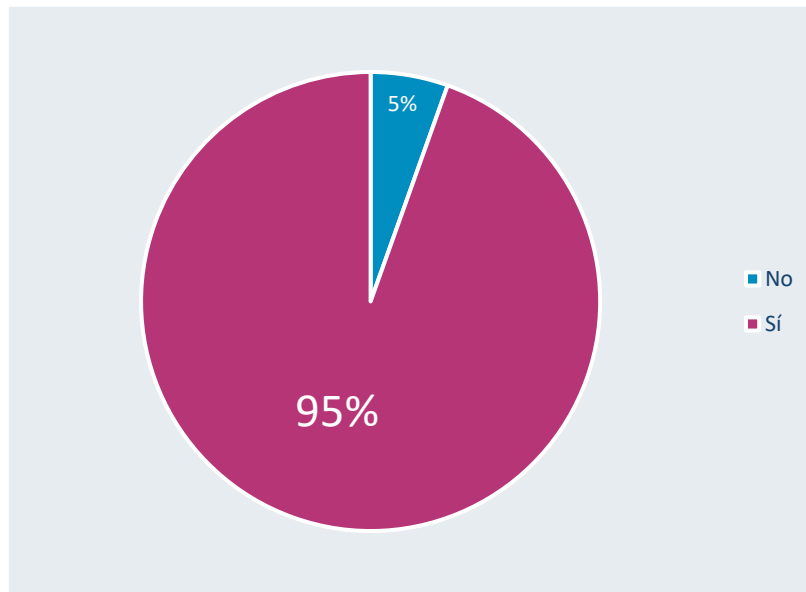
14. ¿Conoce el concreto reciclado?



	Sí	No
Total	31	79

Gráfica 29: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Conoce el concreto reciclado?

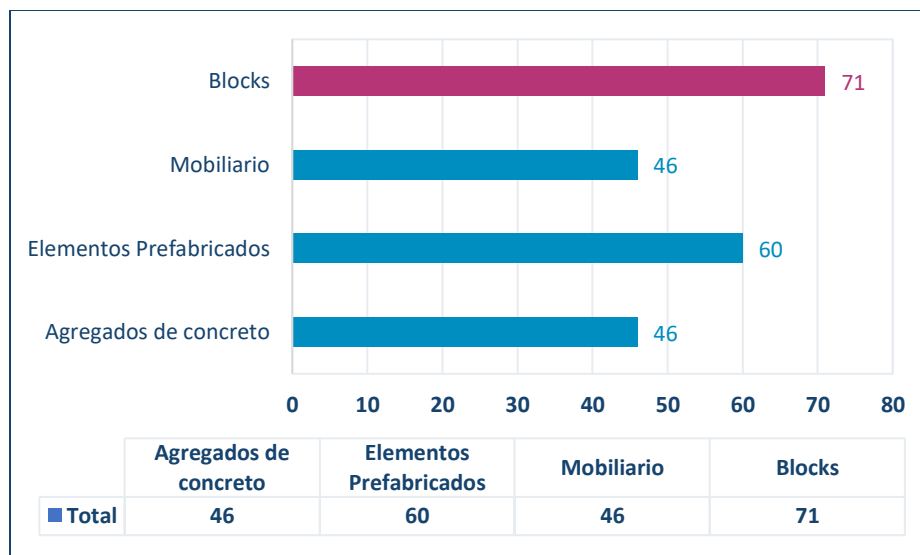
15. Si tuviera la posibilidad ¿Haría uso de algún elemento creado con concreto reciclado?



	Sí	No
Total	104	6

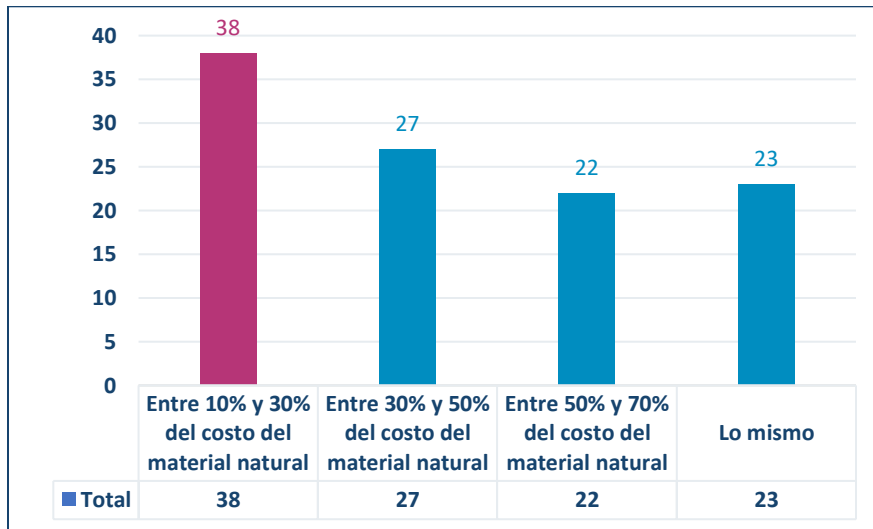
Gráfica 30: Resultado de la encuesta a la pregunta: Si tuviera la posibilidad ¿Haría uso de algún elemento creado con concreto reciclado?

16. ¿Qué elementos creados a base de concreto reciclado le convendría usar en un proyecto?



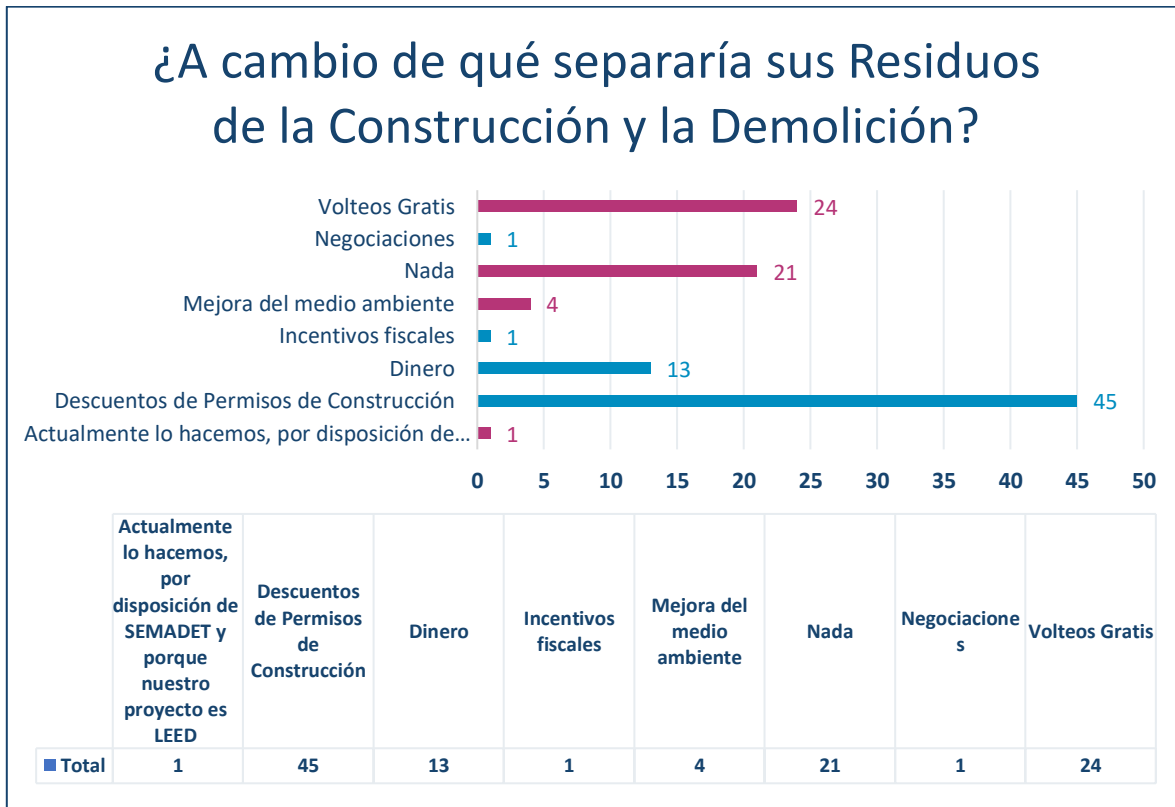
Gráfica 31: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿Qué elementos creados a base de concreto reciclado le convendría usar en un proyecto?

17. Comparándolo con los materiales hechos con elementos naturales ¿Cuánto pagaría por un material hecho con elementos reciclados?



Gráfica 32: Resultado de la encuesta a la pregunta: Comparándolo con los materiales hechos con elementos naturales ¿Cuánto pagaría por un material hecho con elementos reciclados?

18. ¿A cambio de qué separaría sus Residuos de la Construcción y la Demolición?



Gráfica 23: Resultado de la encuesta a la pregunta: ¿A cambio de qué separaría sus Residuos de la Construcción y la Demolición?

Anexo 13: Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España.

Tabla 31: Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España.

Proyectos de investigación y Guías de buenas Prácticas				
	Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Procedimiento para el manejo de los residuos de construcción y demolición	Define los principales conceptos de Gestión de RCD	Desarrollar métodos de separación en obra	Proporciona la información para identificar los residuos hasta los anexos.	No contempla proyecto Ejecutivo
	Menciona la inscripción a un registro de generadores de RME.	Manejar métodos de separación diferentes a los contenedores	Falta de antecedentes acerca de la gestión de RCD en Perú	Falta de estrategias de separación en obra
	Menciona alternativas de disposición final	Profundizar en métodos de reaprovechamiento	No contempla lo que se ha hecho a nivel internacional	
	Define generador y gestor de RCD, junto con sus responsabilidades	Creación de una central de reciclaje	No contiene un método para calcular los RCD Que se generan en el proyecto	
	Divide el proceso de gestión de RCD en 4 etapas: - Generación de RCD - Reaprovechamiento - Traslado o ingreso al centro de acopio - Disposición final			
	Marca tiempos en cada etapa			
	Propone la creación de registros y controles de la generación de RCD			
	Plantea el diseño de una central de reciclaje			
	Menciona antecedentes de la gestión de RCD en su país	Opciones de reúso	Falta de estrategias en proyecto ejecutivo	No especifica métodos de separación

Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción	Define los principales conceptos de Gestión de RCD	Opciones para el reciclaje de escombros además de concretos de baja resistencia	Contiene demasiado análisis del contexto	No contempla ningún control
	Menciona el ciclo de vida de los RCD	Estimación de RCD en Costa Rica	Contempla poco lo que se ha hecho a nivel internacional	Falta de métodos de transporte
	Define el concepto de Deconstrucción	Creación de una central de reciclaje	No divide las etapas de generación de RCD	En demolición no contempla los materiales pétreos, ya que son difíciles de reciclar
	Plantea el diseño de una central de reciclaje.		No contiene un método para calcular los RCD que se generan en el proyecto	Menciona el cálculo de RCD, pero no especifica cómo
	Define los RS, RME, RP y RCD		En la etapa de diseño menciona simplificar el diseño para reducir el uso de materiales	
	Menciona las principales características de la construcción en su país			
	Clasificaciones de RCD			
	Plantea capacitación de personal en gestión de RCD			
Acuerdo de la comisión plenaria guía ambiental para la construcción	Menciona legislación del país sobre construcción y RCD	Creación de estrategias de manejo de RCD para cada etapa.	No plantea en el proyecto ejecutivo la separación	No especifica métodos de transportación
	Evalúa el proyecto ejecutivo	Creación de una central de reciclaje	No especifica los tipos de residuos que existen	No especifica métodos de reúso
	Menciona la inscripción a un registro de generadores de RME	Creación de ejemplos de controles de RCD	No contempla lo que se ha hecho a nivel internacional	No especifica métodos de reciclaje
	Propone la creación de registros y controles de la generación de RCD		No contiene un método para calcular los RCD que se generan en el proyecto	

	Pronuncia cada etapa de la construcción, su impacto ambiental y su generación de residuos		No define los principales conceptos de Gestión de RCD	
	Clasificaciones de RCD			
Residuos generados en la construcción de viviendas	Menciona antecedentes de la gestión de RCD en su país	Creación de una central de reciclaje	Solo habla de la separación, pero no menciona cómo	No especifica métodos de transportación
	Define los RS, RME, RP y RCD	Creación de un plan de manejo de RCD, conveniente para el constructor	No contempla proyecto ejecutivo	No especifica métodos de reúso
	Menciona legislación del país sobre construcción y RCD	Creación de estrategias de manejo de RCD para cada etapa.	No contiene un método para calcular los RCD que se generan en el proyecto	No especifica métodos de reciclaje
	Contempla los reúsos que se pueden reutilizar y su valorización	Creación de estrategias de almacenamiento de RCD	No define los principales conceptos de Gestión de RCD	No maneja ningún control de RCD
	Clasificaciones de RCD		No menciona la inscripción a un registro de generadores de RME.	Contempla que es más costoso tener un plan de gestión de residuos
	Menciona en los materiales que se puede reciclar el pavimento			
	Define los RME como residuos inertes			
	Pronuncia cada etapa de la construcción, su impacto ambiental y su generación de residuos			
	Observación directa de una obra y su generación de Residuos			
	Contempla el costo de un plan de manejo de RCD			

<p align="center">Guía de para la Construcción Buenas Prácticas Ambientales</p>	Define los principales conceptos de Gestión de RCD	Crear un sistema de capacitación de manejo de RCD profesionalizante.	Solo menciona medidas de mitigación de RCD	Solo menciona medidas de mitigación de RCD
	Menciona las principales actividades generadoras de RCD	El reúso de los residuos que se generan	No maneja métodos de separación.	No especifica métodos de transportación
	Medidas de mitigación de generación de RCD	Creación de una central de reciclaje	No menciona la inscripción a un registro de generadores de RME	No maneja ningún control de RCD
	Características de recolección de RCD			No especifica como debe de ser la disposición final
	Contempla la protección del suelo			
<p align="center">Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes</p>	Menciona antecedentes de la gestión de RCD en su país	Proponer nuevos usos que puede tener el RCD Por medio de Reúso o Reciclaje	Se centra solo en el reciclaje y la disposición final de los RCD	De 15 millones de toneladas de escombros que se producen en Bogotá solo el 15% se puede reciclar según el estudio realizado por Misse y Lasso
	Hace un análisis del reciclaje en Bogotá		No habla nada de reúso	
	Plantea el diseño de una central de reciclaje.		No habla nada de separación de RCD	
	Menciona alternativas de sitios de disposición final		Es meramente informativo de lo que se pudiera hacer	
			No define los principales conceptos de Gestión de RCD	
			No menciona la inscripción a un registro de generadores de RME	

Gestión interna de los residuos sólidos producidos en las obras de construcción de tipo urbanístico utilizado como herramienta tecnológica de ayuda a los sistemas de información geográfica	Menciona antecedentes de la gestión de RCD en su país	Proponer métodos de almacenamiento: Super costales o contenedores	No aborda separación en construcción	Se centra solamente en la disposición de RCD en obra
	Define los principales conceptos de Gestión de RCD	Proponer sistemas de reúso o reciclaje	No aborda generación de RCD	No habla de disposición final
	Menciona legislación del país sobre construcción y RCD		No aborda reciclaje o reúso	
	Hace el análisis de un periodo de generación de RCD en una construcción		No menciona la inscripción a un registro de generadores de RME	
	Introduce la tecnología SIG a la gestión de RCD			
Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis	Hace un análisis bibliográfico, para entender la gestión de RCD	Comparar métodos internacionales de reducción, reúso o reciclaje.	No habla de separación	Solo muestra países desarrollados en su análisis, haciendo ver que es imposible para los demás llegar a esos niveles
	Define los principales conceptos de Gestión de RCD	Comparar métodos de separación en la construcción.	Menciona algunas estrategias de mitigación en proyecto	

	Del peso total de materiales, los residuos son del 1 % al 10 %; en Brasil son del 20% al 30%	Compara características centrales de reciclaje	No analiza a fondo los sistemas de gestión.	Ye, G., & Yuan, H. (2010). Estimating the generation of construction and demolition waste by using system dynamics: a proposed model. 4th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, iCBBE 2010. Yuan, H. & Shen, L. (2011). Trend of the research on construction and demolition
	Menciona como se pueden reutilizar o reciclar los RCD		No habla de legislación internacional	
			No menciona la inscripción a un registro de generadores de RME	
Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión	Menciona las principales características de la construcción en su país			
	Menciona legislación del país sobre construcción y RCD	Proponer central de reciclajes de RCD.	No propone aplicaciones para el agregado reciclado de RCD	Solo describe el caso de barranquilla
	Clasificaciones de RCD	Proponer posibles productos a base de RCD	No menciona métodos de separación para los RCD en la fuente	No analiza casos análogos exitosos del tamaño de Barranquilla.
	Menciona antecedentes de la gestión de RCD en su país	Proponer responsabilidades del sector privado y el publico	No propone métodos de transporte de RCD	No propone ningún tipo de control
	Define generador y gestor de RCD, junto con sus responsabilidades.		No define los principales conceptos de Gestión de RCD	
	Menciona alternativas de sitios de disposición final		No menciona la inscripción a un registro de generadores de RME	

	Menciona métodos de separación de RCD			
	Menciona tratamiento de RCD			
Guía para la elaboración del plan de gestión integral de Residuos de la Construcción y Demolición (RCD)	Define los principales conceptos de Gestión de RCD	Crear un documento llave en mano de acuerdo al tipo de proyecto que permita a cualquier constructor leerlo.	No menciona métodos de separación para los RCD en la fuente	Es complejo de implementar por cualquier constructor, debido a que pide la implementación de varias fórmulas.
	Menciona la inscripción a un registro de generadores de RME		Es un documento técnico	No contempla la transportación de los RCD
	Menciona legislación del país sobre construcción y RCD		No menciona casos análogos de casos de éxito	
	Propone una clasificación de RCD		No menciona como cuantificar la cantidad de RCD que se generan desde el proyecto ejecutivo	
	Contiene densidades de los RCD de acuerdo a su tipo		No menciona la inscripción a un registro de generadores de RME	
	Pronuncia cada etapa de la construcción, su impacto ambiental y su generación de residuos			
	Introduce el concepto de demolición selectiva			
	Define generador y gestor de RCD, junto con sus responsabilidades			
	Da opciones para el posible reúso o reciclaje de los RCD			
	Propone la creación de registros y controles de la generación de RCD			

Manual Ambiental de Obras	Da opciones para el posible reúso o reciclaje de los RCD	Se puede hacer una guía en específico acerca de los RCD	No menciona la diferencia entre RSU, RME, RCD y RP	Habla de la gestión en general de los Residuos Sólidos.
	Menciona el almacenamiento de RP	Impulsar planes de gestión de RCD	No menciona el almacenamiento de RCD	No especifica el tipo de transporte que se debe de tener para RCD
	Menciona los peligros de los Asbestos y los polvos		No menciona métodos de separación de residuos.	Se centra más en los RSU y en los RP
			No menciona sitios de disposición final	Deslinda de responsabilidad en la disposición final al generado
			No hace un análisis acerca de los distintos tipos de residuos que puede haber en la construcción.	
			No define los principales conceptos de Gestión de RCD	
			No menciona la inscripción a un registro de generadores de RME	
Guía de buenas prácticas ambientales en el Diseño, Construcción, Uso, Conservación y Demolición de Edificios e Instalaciones	Propone una la creación de un plan para el tratamiento de Residuos.	Crear un plan de gestión de RCD con base a la información que proporciona	No menciona la mitigación de RCD en proyecto	Es un documento que se centra en lo técnico, pero no en la capacitación acerca de la gestión de RCD
	Propone distintos tipos de contenedores para su separación con señalética	Crear un sistema de capacitación de manejo de RCD profesionalizante	No menciona la separación de RCD en construcción	No menciona la posible disposición final que deben de tener los residuos
	Propone el tamaño de la señalética y sus características	Utilizar la maquinaria de compactación para reúso y reciclaje en construcción	No menciona la diferencia entre RSU, RME, RCD y RP	

	Menciona legislación del país sobre construcción y RCD		No menciona sitios de disposición final.	
	Clasificaciones de RCD		No menciona los posibles reúsos que se le puede dar a los RCD	
	Propone la creación de registros y controles de la generación de RCD		No define los principales conceptos de Gestión de RCD	
	Menciona tratamiento de RCD		No menciona la inscripción a un registro de generadores de RME.	
	Da opciones para el posible reuso o reciclaje de los RCD			
	Menciona el impacto ambiental de la extracción de la materia prima y el proceso de RCD			
Hacia un reciclaje de materiales de la construcción. Principios Fundamentales	Menciona las principales características de la construcción en su país	Con base a este documento se puede crear un plan de manejo de RCD	No menciona métodos de separación en construcción	No menciona legislación nacional ni internacional
	Propone una clasificación de RCD		No menciona estrategias de mitigación en proyecto ejecutivo	No menciona la creación de un plan de manejo
	Menciona los principales actores del manejo y el tratamiento de RCD: -Generador. -Recolector. -Transportador. -Sitio de disposición final.		En los principales actores omite el papel de los gestores de RCD	
	Da opciones para el posible reuso o reciclaje de los RCD		No menciona la creación de un plan de manejo de RCD	
	Menciona tratamiento de RCD		No menciona la inscripción a un registro de generadores de RME.	

Reinserción de los Residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas	Hace un análisis bibliográfico, para entender la gestión de RCD	Hay que especificar que se necesita para iniciar una producción a gran escala	Procedencia de los RCD	No se utilizan materiales naturales
	Se diseñaron una serie de productos de RCD: bloques huecos, adoquines, mosaicos y módulo de vivienda	Crear un plan de manejo de RCD a una escala mayor	Falta de informe de impacto ambiental.	
	Se pudo realizar un proceso de aprovechamiento amplio.		No especifica los tipos de RCD que utilizo	
	Se compara con normativa		No menciona ningún procedimiento de separación	
	Realiza comparaciones entre elementos naturales y reciclados		No menciona ningún plan de manejo de RCD	
	Simulo diseños en serie de elementos		No menciona la inscripción a un registro de generadores de RME	
	Da opciones para el posible reúso o reciclaje de los RCD			
	Menciona tratamiento de RCD			
Análisis ambiental del mercado de los residuos de la construcción en la zona metropolitana de la ciudad de México	Menciona legislación del país sobre construcción y RCD	Creación de subproductos con los materiales que se obtienen	No menciona métodos de separación en obra	No menciona especificaciones técnicas de los materiales
	Menciona tratamiento de RCD	Creación de un plan de gestión de RCD.	No menciona procesos de tratamiento de materiales	Propone precios bajos de los materiales
	Propone una clasificación de RCD		Solo menciona un caso análogo en el país	
	Clasificaciones de RCD			
	Tiene una tabla que habla de composición de los RCD.		No menciona un plan de gestión de RCD	
	Hace un estudio de mercado de los materiales			

Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición	Menciona las principales características de la construcción en su país	Creación de una planta de tratamiento de RCD	Generaliza datos	No menciona en los datos que proporciona si son nacionales o estatales.
	Hace estimaciones acerca de la generación de RCD	Proponer características de aplicaciones para RCD.	No menciona la etapa de proyecto ejecutivo en la minimización de RCD	Menciona datos oficiales de generación de RCD que no contemplan la generación informal
	Hace mención acerca del posible reaprovechamiento de los RCD	Propone incentivos para la separación de RCD	Menciona poco la capacitación para los trabajadores de la construcción sobre métodos de separación	
	Menciona métodos para cálculo de RCD		No menciona el registro al padrón de generadores de RME	
	Medidas de mitigación de generación de RCD		Propone castigos más que incentivos	
	Menciona métodos de separación de RCD		No define los principales conceptos de Gestión de RCD	
	Características de recolección de RCD			
	Propone la creación de registros y controles de la generación de RCD			
	Menciona medios de difusión para este plan			
	Contiene un capítulo sobre desastres naturales			
Menciona la generación de RCD a nivel nacional en 2011				
Menciona la inscripción a un registro de generadores de RME				

	Menciona antecedentes de la gestión de RCD en su país			
	Clasificaciones de RCD			
	Plantea capacitación de personal en gestión de RCD			
	Menciona legislación del país sobre construcción y RCD			
Propuesta para la gestión integral sustentable de los residuos de construcción y demolición (RCD) en el área metropolitana de Guadalajara	Define los principales conceptos de Gestión de RCD	Proponer sistemas de reúso en obra	No menciona de donde obtiene las definiciones	Gráficos de mala calidad
	Menciona antecedentes de la gestión de RCD en su país	Proponer características de aplicaciones para RCD.	Mencionar medidas de mitigación de generación de RCD	
	Hace un análisis sobre la generación de RCD a nivel internacional	Propone incentivos para la separación de RCD	Mencionar medidas y características para la transportación de RCD	
	Menciona legislación del país sobre construcción y RCD		No menciona ningún tipo de control en la generación de RCD	
	Habla de los impactos que generan los RCD al medio ambiente		No menciona capacitación para los trabajadores de la construcción sobre métodos de separación	
	Menciona las consecuencias de la disposición final de RCD inadecuada			
	Menciona el impacto ambiental de la extracción de la materia prima y el proceso de RCD			
	Menciona tratamiento de RCD			
	Menciona alternativas de sitios de disposición final			

	Obtiene el punto de vista de los transportistas			
	Propone una norma			
	Plantea el diseño de una central de reciclaje			
	Clasificaciones de RCD			
	Hace un análisis bibliográfico, para entender la gestión de RCD			
	Menciona las principales características de la construcción en su país			
	Da opciones para el posible reúso o reciclaje de los RCD			
	Menciona métodos de separación de RCD			
Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción	Define los principales conceptos de Gestión de RCD	Crear un apartado específico para el reaprovechamiento de RCD	El esquema que define los tipos de Residuos que se generan en la construcción no se distingue.	Gráficos de mala calidad
	Menciona legislación del país sobre construcción y RCD	Mencionar que los sitios de disposición final pueden ser utilizados como plantas de tratamiento de RCD	No menciona acciones específicas para la mitigación de residuos en obra o en proyecto	
	Menciona la inscripción a un registro de generadores de RME.		No menciona características del etiquetado de contenedores	
	Define los RSU, RME, RP y RCD		Enfoca demasiada atención en los RSU y los RP	
	Define como debe de ser la separación, reducción y almacenamiento de los RSU, RME, RP y RCD		No menciona ningún tipo de control en la generación de RCD	

	Da opciones para el posible reúso o reciclaje de los RCD		No menciona capacitación para los trabajadores de la construcción sobre métodos de separación	
	Define generador y gestor de RCD, junto con sus responsabilidades.			
	Propone un cálculo en el proyecto ejecutivo para RCD			
	Menciona los tipos de planes de gestión de RCD			
	Características de recolección de RCD			
	Menciona alternativas de sitios de disposición final			
	Menciona las principales características de la construcción en su país			
	Clasificaciones de RCD			
	Menciona métodos de separación de RCD			

Anexo 15: Resultados y Conclusión Conclusiones Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España.

Tabla 40: Resultados Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España.

Proyectos de investigación y Guías de buenas Prácticas																																																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1										
Procedimiento para el manejo de los residuos de construcción y demolición.	1	1	1	1	1	1	1																																												
Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción.			1				1	1	1	1	1	1	1																																						
Acuerdo de la comisión plenaria guía ambiental para la construcción.		1				1							1		1	1	1	1	1	1																															
Residuos generados en la construcción de viviendas.							1				1		1		1		1																																		
Guía de para la Construcción Buenas Prácticas Ambientales.	1																					1	1	1																											

Tabla 41: Resultados Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España.

Característica		#
Define los principales conceptos de Gestión de RCD		1
Menciona la inscripción a un registro de generadores de RME		2
Menciona alternativas de disposición final		3
Define generador y gestor de RCD, junto con sus responsabilidades		4
Divide el proceso de gestión de RCD en 4 etapas: - Generación de RCD - Reaprovechamiento - Traslado o ingreso al centro de acopio - Disposición final		5
Propone la creación de registros y controles de la generación de RCD		6
Plantea el diseño de una central de reciclaje		7
Menciona antecedentes de la gestión de RCD en su país		8
Menciona el ciclo de vida de los RCD		9
Define el concepto de Deconstrucción		10
Define los RS, RME, RP y RCD		11
Menciona las principales características de la construcción en su país		12
Clasificaciones de RCD		13

Plantea capacitación de personal en gestión de RCD	14
Menciona legislación del país sobre construcción y RCD	15
Evalúa el proyecto ejecutivo	16
Pronuncia cada etapa de la construcción, su impacto ambiental y su generación de residuos	17
Observación directa de una obra y su generación de Residuos	18
Contempla el costo de un plan de manejo de RCD	19
Medidas de mitigación de generación de RCD	20
Características de recolección de RCD	21
Contempla la protección del suelo	22
Hace el análisis de un periodo de generación de RCD en una construcción	23
Introduce la tecnología SIG a la gestión de RCD	24
Hace un análisis bibliográfico, para entender la gestión de RCD	25
Del peso total de materiales, los residuos son del 1 % al 10 %; en Brasil son del 20% al 30%	26
Menciona métodos de separación de RCD	27
Menciona tratamiento de RCD	28
Propone una clasificación de RCD	29
Contiene densidades de los RCD de acuerdo a su tipo	30
Introduce el concepto de demolición selectiva	31
Da opciones para el posible reúso o reciclaje de los RCD	32
Menciona los peligros de los Asbestos y los polvos	33

Menciona el almacenamiento de RP	34
Propone el tamaño de la señalética y sus características.	35
Menciona el impacto ambiental de la extracción de la materia prima y el proceso de RCD	36
Se diseñaron una serie de productos de RCD: bloques huecos, adoquines, mosaicos y módulo de vivienda	37
Menciona las consecuencias de la disposición final de RCD inadecuada	38
Define los RSU, RME, RP y RCD	39
Define como debe de ser la separación, reducción y almacenamiento de los RSU, RME, RP y RCD	40
Propone un cálculo en el proyecto ejecutivo para RCD	41

Tabla 34: Conclusiones Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España.

Conclusiones Análisis FODA de los documentos de investigación y guías de manejo de RCD en Latinoamérica y España

En los diferentes trabajos de investigación se puede visualizar que en cada país se toman medidas de acuerdo con las necesidades y problemáticas que se generan de acuerdo con el contexto en el que se generaron. Este análisis FODA ayudó para determinar las pautas mínimas que debe de llevar un plan de gestión de RCD y las pautas que pueden mejorar este proceso de manera sustancial.

Como pautas mínimas este análisis FODA arrojo que un plan de gestión de RCD debe de contener las siguiente siguiente información:

- Inscripción a un registros de generadores de RME
- Definición de los RS, RME ,RP y RCD
- Legislación del país sobre construcción y RCD
- Análisis bibliográfico
- Impacto ambiental de la extracción de la materia prima y el proceso de RCD
- Definición de generador y gestor de RCD, junto con sus responsabilidades
- Principales características de la construcción en su país.
- Clasificaciones de RCD
- Menciona los peligros de los asbestos y los polvos
- Medidas de mitigación de generación de RCD
- Etapas de la construcción ,su impacto ambiental y su generación de residuos
- Métodos de separación de RCD
- Capacitación de personal en gestión de RCD
- Registros y controles de la generación de RCD
- Definiciones de los principales conceptos de Gestión de RCD
- Opciones para el posible reúso o reciclaje de los RCD
- Tratamientos de RCD
- Características de recolección de RCD
- Alternativas de disposición final
- Plantea el diseño de una central de reciclaje

Como pautas que aportan valor al plan de gestión de manera internacional se encuentran las siguientes:

- Concepto de Deconstrucción
- Densidades de los RCD de acuerdo a su tipo
- Señalética y sus características
- Productos de RCD: bloques huecos, adoquines, mosaicos y módulo de vivienda
- Calculo en el proyecto ejecutivo para RCD

Un plan de gestión de RCD para ser funcional en cualquier ciudad debe de contemplar las pautas mínimas que se mencionan en este análisis FODA, tomando en cuenta el contexto en el que se va a realizar. Las pautas que aportan valor al plan de gestión permiten que su desarrollo sea más adecuado al contexto y a las necesidades del constructor

Experimento: Obtención de Agregado Reciclado de Concreto-Método Mecánico

Lugar	Edificio H, ubicado dentro del ITESO	Fecha	15/11/2019
Introducción: <p>Mediante dos métodos mecánicos se procesó una cantidad de residuos de concreto procedentes del Laboratorio H, del ITESO; Con el objetivo de analizar la cantidad de arenas y gravas que se recuperan mediante estos dos procesos.</p>			
Método: <p>Para la realización de este experimento se simulará el método de trituración de concreto de Trituradora de Quijada, expuesto en el libro "Recycling of demolished concrete and Masonry" escrito por el RILEM, haciendo uso de la Prensa Universal del Laboratorio H. Otro método que también se probará será el de Desbaste, recomendado por la Secretaría de Obras Publicas de Tlajomulco. Se tomaron en cuenta las normas ASTM C 33-03 y en la NMX-111-ONNCE-2014.</p>			
Materiales y Herramientas: <ul style="list-style-type: none">- Escombros de concreto proveniente del Edificio H, ubicado dentro del ITESO- 5 cubetas de plástico con capacidad de 19 lts.- 3 cajones de Albañil o Mezcleros 51cm x 51cm.- 1 Caja de plástico de 120 lts.- Molde Cilíndrico para probeta de concreto 30cm x 20cm.- Cucharón de Albañil de 11".- Esmeriladora de 4 1/2".- Copa diamantada para desbaste de concreto 4".- Prensa Universal- Criba de 3/4".- Criba de 1/2".- Balanza con capacidad de 500 kgs.			
Metodología: <p>Para la realización de este experimento, se seleccionó un sitio que tuviera una generación de RCD constante y variada. El sitio seleccionado fue el Laboratorio H del ITESO, en él se generan constantemente RCD, a consecuencia de las prácticas y pruebas que realizan los estudiantes de ingeniería en él.</p>			



Imagen 17: RCD del Laboratorio H del ITESO



Imagen 18: RCD del Laboratorio H del ITESO

De los RCD del Laboratorio H del ITESO, se seleccionaron los residuos del concreto que generaron los alumnos y se almacenaron en cubetas de 19 lts, las cuales serán pesadas, para tener un registro del material que se va a procesar.

Posteriormente se procederá a realizar el primer procedimiento de trituración del material descrito en el libro "Recycling of demolished concrete and Masonry" escrito por el RILEM, que es el método de desbaste. Para este método se colocaron los residuos del concreto en una caja de 120 lts, y mediante el uso de una esmeriladora de 4 1/2" con una copa diamantada de 4", se pulverizaron los residuos del concreto lo máximo posible. El producto Obtenido del método de desbaste se pesó y se analizaron las características de este.



Imagen 19: Esmeriladora de 4 1/2" y Copa diamantada para desbaste de concreto 4".



Imagen 20: RCD del Laboratorio H del ITESO colocado en una caja de 120 lts para desbaste.

Consecuentemente al método de desbaste, se realizó la trituración por medio de una simulación de la Trituración de Quijada. Para esto se colocaron los residuos del concreto en un molde de acero para cilindros y con ayuda de la Prensa Universal se aplastaron lo máximo posible. El producto Obtenido del método de desbaste se pesó y se analizaron las características de este.



Imagen 21: Molde Cilíndrico para probeta de concreto 30cm x 20cm.



Imagen 22: Prensa Universal.

Al finalizar, el producto resultante de estos dos procesos se pesó y se separó con las cribas de 3/4" y 1/2", para determinar los tipos de productos que se obtienen, tomando en cuenta las normas ASTM C 33-03 y en la NMX-111-ONNCE-2014. Estos últimos productos se volverán a pesar.



Imagen 23: Criba 3/4" y Criba 1/2"

Resultados:

Para este experimento en total se procesaron 67.84 kilogramos de residuos del concreto, principalmente cilindros ya probados en el Laboratorio H del ITESO.

En el método de desbaste los siguientes fueron los resultados:

Residuos de Concreto a Procesar (Kg)	Agregado Resultante (Kg)	Residuos que no se pudieron procesar (Kg)
27.76	8.1	19.29

Tabla 43: Resultados de Trituración de Residuos de Concreto por Método de Desbaste.

En este proceso hubo una pérdida de 400 gramos de Residuos del Concreto.

A consecuencia de la alta cantidad de residuos que no se pudieron procesar, se tomó la decisión de procesarlo junto con el restante de los residuos, con el método de Trituración de Quijada.

Los resultados del método de quijada fueron los siguientes:

Tabla 44: Resultados de Trituración de Residuos de Concreto por Método de Trituración de Quijada

Residuos de Concreto a procesar (Kg)	Agregado Resultante (Kg)	Residuos que no se pudieron procesar (Kg)
57.76	50.18	7.58

En este proceso hubo una pérdida de 1.98 kg de Residuos de Concreto.

En el proceso de separación por medio de cribado los resultados fueron los siguientes:

Tabla 45: Resultados de Cribado de productos resultantes del Método de Desbaste y el Método de Trituración de Quijada

Residuos de Concreto a procesar (Kg)	Agregado Fino- Pasa por Criba del No. 4(Kg)	Agregado Grueso- No Pasa por Criba del No. 4, Pasa por Criba de 1/2(Kg)	Agregado Grueso- No Pasa por Criba de 1/2(Kg)
58.28	20.34	23.88	13.43

En este proceso hubo una pérdida de 0.63 Kg de Residuos de Concreto.

Análisis:

El Método de Desbaste, permitió procesar 27.76 kilogramos de residuos, obteniendo el 29.20 % de generación de arenas, gravillas y gravas, teniendo una pérdida del 1.44%, no pudiendo procesar el 69.36%. Este método permite disminuir las dimensiones de los residuos del concreto, generando una cantidad baja de arena, gravilla y grava, haciendo uso de un elemento mecánico como la esmeriladora que consume energía.

El Método de Trituración de Quijada, permitió procesar en menor tiempo los 57.76 kilogramos de residuos, obteniendo el 86.87 % de generación de arenas, gravillas y gravas, teniendo una pérdida del 3.48%, no pudiendo procesar el 9.67%. Este método permite procesar la mayor cantidad de residuos posible en un método mecánico, obteniendo arenas, gravillas y gravas, pero al igual que el método anterior haciendo uso de energía a través de la trituradora.

El proceso de separación por medio de cribado permitió procesar 58.28 kilogramos de residuos del concreto generados en los procesos anterior, obteniendo el 34.90 % de arenas, el 40.97% de gravillas y el 23.04 % de gravas, teniendo una pérdida del 1.09%.

Conclusión:

Con base a los resultados obtenidos y al análisis de estos, el Método de Trituración de Quijada es el más adecuado para el procesamiento mecánico de los residuos del concreto, debido a que permite el mayor procesamiento y la mayor producción de arenas, gravillas y gravas. Aunque el Método de Desbaste tiene una menor producción de arenas, gravillas y gravas, se recomienda su aplicación en los residuos de concreto que tengan dimensiones o resistencias altas, en una fase previa al Método de Trituración de Quijada.

Anexo 17: Experimento: Obtención de Agregado Reciclado de Concreto- Método Manual.

Experimento: Obtención de Agregado Reciclado de Concreto-Método Manual

Lugar	<i>Edificio H, ubicado dentro del ITESO</i>	Fecha	11/12/2019
--------------	---	--------------	------------

Introducción:

Mediante un proceso manual se separó una cantidad de residuos de concreto procedentes del Laboratorio H, del ITESO; Con el objetivo de analizar la cantidad de arenas y gravas que se recuperan mediante este proceso.

Método:

Para la realización de este experimento se utilizaron procedimientos de cribado descritos en las normas ASTM C 33-03 y en la NMX-111-ONNCE-2014.

Materiales y Herramientas:

- Escombro de concreto proveniente del Edificio H, ubicado dentro del ITESO
- 5 cubetas de plástico con capacidad de 19 lts.
- 3 cajones de Albañil o Mezcleros 51cm x 51cm.
- Cucharon de Albañil de 11".
- Criba de 3/4".
- Criba de 1/2".
- Bascula con capacidad de 500 kgs.

Metodología:

Al igual que en el experimento: Obtención de Agregado Reciclado de Concreto- Método Manual, se seleccionó un sitio que tuviera una generación de RCD constante y variada. El sitio seleccionado es el Laboratorio H del ITESO, en él se generan constantemente RCD, a consecuencia de las prácticas y pruebas que realizan los estudiantes de ingeniería en él.

De los RCD del Laboratorio H del ITESO, se seleccionaron los residuos del concreto que generaron los alumnos y se almacenaron en cubetas de 19 lts, las cuales fueron pesadas, para tener un registro del material que se va a procesar.



Imagen 24: Selección de RCD del Laboratorio H



Imagen 25: Pesaje de RCD

Posteriormente se separó estos residuos tomando en cuenta las normas ASTM C 33-03 y en la NMX-111-ONNCE-2014, de agregados finos y gruesos, haciendo uso de las cribas de 3/4" y 1/2". Estos agregados resultantes fueron pesados y almacenados.



Imagen 26: Criba 3/4" y Criba 1/2"

Resultados:

Para este experimento en total se procesaron 46.76 kilogramos de residuos del concreto, principalmente cilindros ya probados en el Laboratorio H del ITESO.

Los resultados del cribado de estos residuos fueron los siguientes:

Tabla 46: Resultados de Separación de Residuos de Concreto por Método de Manual.

Residuos de Concreto a separar (Kg)	Agregado Fino- Pasa por Criba del No. 4(Kg)	Agregado Grueso- No Pasa por Criba del No. 4, Pasa por Criba de 1/2(Kg)	Agregado Grueso- No Pasa por Criba de 1/2(Kg)
46.76	24.38	9.60	11.56

En este proceso hubo una pérdida de 1.22 kg de Residuos de Concreto.

Análisis:

El Método Manual haciendo uso del procedimiento de cribado, permitió procesar 46.76 kilogramos de residuos, obteniendo un 52.13% arenas, un 20.53% de gravillas y un 24.72% de gravas, teniendo una pérdida del 2.62%. Este método debido a la selección previa de los escombros generó una alta cantidad de arenas, gravillas y gravas, generando un perdido mínimo y no consumiendo energía.

Conclusión:

El Método Manual haciendo uso del procedimiento de cribado, permite obtener de los residuos de concreto una alta cantidad de arena, gravilla y grava, sin necesidad de tener un consumo energético por el proceso con las cribas. Aunque se vuelve importante la selección previa de los residuos del concreto para su máximo aprovechamiento.

Experimento: Obtención de Agregado Reciclado de Concreto-Desechos Propios

Lugar	<i>Edificio H, ubicado dentro del ITESO</i>	Fecha	20/02/2020
Introducción: Mediante un proceso manual se separó una cantidad de residuos de concreto procedentes de los experimentos realizados en este TOG, en el Laboratorio H, del ITESO; Con el objetivo de analizar la cantidad de arenas y gravas que se recuperan mediante este proceso.			
Método: Para la realización de estos experimentos se utilizaron procedimientos de cribado descritos en las normas ASTM C 33-03 y en la NMX-111-ONNCE-2014.			
Materiales y Herramientas: - Escombros de concreto proveniente del Edificio H, ubicado dentro del ITESO. - 5 cubetas de plástico con capacidad de 19 lts. - 3 cajones de Albañil o Mezcleros 51cm x 51cm. - Cucharón de Albañil de 11". - Criba de 3/4". - Criba de 1/2". - Balanza con capacidad de 500 kgs.			
Metodología: En este experimento se evaluó la cantidad de residuos del concreto que fueron producidos en este TOG. Estos residuos se almacenaron en cubetas de 19 lts, las cuales fueron pesadas, para tener un registro del material que se va a analizar. Posteriormente se separó estos residuos tomando en cuenta las normas ASTM C 33-03 y en la NMX-111-ONNCE-2014, de agregados finos y gruesos, haciendo uso de las cribas de 3/4" y 1/2". Estos agregados fueron pesados y almacenados.			



Imagen 27: RCD propios



Imagen 28: Criba 3/4" y Criba 1/2"

Resultados:

Para este experimento en total se procesaron 46.76 kilogramos de residuos del concreto.

Los resultados del cribado de estos residuos fueron los siguientes:

Tabla 47: Resultados de Separación de Residuos de Concreto Propios por Método de Manual.

Residuos de Concreto a separar (Kg)	Agregado Fino- Pasa por Criba del No. 4(Kg)	Agregado Grueso- No Pasa por Criba del No. 4, Pasa por Criba de 1/2(Kg)	Agregado Grueso- No Pasa por Criba de 1/2(Kg)
40.68	12.48	8.62	18.84

En este proceso hubo una pérdida de 0.74 kg de Residuos de Concreto.

Análisis:

El Método Manual haciendo uso del procedimiento de cribado en los desechos propios, permitió procesar 40.68 kilogramos de residuos, obteniendo un 30.67% de arenas, un 21.18% de gravillas y un 46.31% de gravas, teniendo una pérdida del 1.84%. A consecuencia del uso de residuos generados en esta investigación se generó una alta cantidad de arenas, gravillas y gravas, generando una pérdida mínima y no consumiendo energía.

Conclusión:

El Método Manual haciendo uso del procedimiento de cribado aplicado en los residuos propios, permite obtener de los residuos de concreto una alta cantidad de arena, gravilla y grava, sin necesidad de tener un consumo energético por el proceso con las cribas. Aunque se vuelve importante la selección previa de los residuos del concreto para su máximo aprovechamiento.

Anexo 19: Experimento: Prueba de Agregado Fino Reciclado de Concreto.**Experimento: Prueba de Agregado Fino Reciclado de Concreto.**

Lugar	<i>Edificio H, ubicado dentro del ITESO</i>	Fecha	13/12/2019
--------------	---	--------------	------------

Introducción:

Con el objetivo de analizar la calidad del Agregado Fino obtenido del proceso de separación y reciclado de concreto, se realizaron pruebas con diferentes tamices basados en normas mexicanas y extranjeras.

Método:

Para la realización de este experimento se utilizaron procedimientos de cribado descritos en las normas ASTM C 33-03 y en la NMX-111-ONNCE-2014.

Materiales y Herramientas:

- Agregado fino proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado- Método Mecánico, Método Manual y Desechos propios.
- 5 botes de plástico con capacidad de 1 lt.
- Cribas de los números 100,50,36,18,4 y 9.5.
- Balanza con capacidad de 3500 grs.

Metodología:

Haciendo uso del Agregado Fino proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado- Método Mecánico y Método Manual, se tomó una muestra de éste en un bote de un litro, se pesó y se realizó el procedimiento de prueba de agregados finos descrito en las normas ASTM C 33-03 y en la NMX-111-ONNCE-2014. Se pasó por las cribas de los números 100,50,36,18,4 y 9.5, se pesó el material retenido y se tomó nota de este. Para finalizar se hizo el mismo análisis con Arena de Río para hacer una comparación con los resultados del Agregado Fino Reciclado.



Imagen 29: Agregado Fino proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado



Imagen 30: Agregado Fino proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado



Imagen 31: Arena de Rio



Imagen 32: Arena de Rio



Imagen 33: Cribas de los números 100,50,36,18,4 y 9.5

Resultados:

Los resultados de la prueba de Agregados Fino aplicada en el Agregado Fino proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado- Método Mecánico, Método Manual y Desechos propios fueron los siguientes:

Tabla 48: Resultados de la prueba de Agregados Fino aplicada en el Agregado Fino con base de Residuos de Concreto.

Tamiz	Porcentaje recomendado que pase	Peso Total a pasar por Tamiz	GR que pasaron por el Tamiz	% que pasó por el Tamiz	GR que no pasaron por el Tamiz	% que no pasó por el Tamiz
9,5(3/8)	100	1127.37	1127.37	100.00	0	0.00
4.75 mm(no.4)	95 al 100	1227.37	1127.37	91.85	0	0.00
2.36mm(no.8)	80 al 100	1227.37	909.33	74.09	318.04	25.91
1.18 mm(no.16)	50 al 85	909.33	689.49	56.18	219.84	43.82
600 um(no.30)	25 al 60	689.49	450.33	36.69	239.16	63.31
300 um(no. 50)	10 al 30	450.33	192.24	15.66	258.09	84.34
150 um(no.100)	2 al 10	192.24	67.13	5.47	125.11	94.53

Modulo de Finura	3.12
------------------	------

Los resultados de la prueba de Agregados Fino aplicada en la Arena de Río fueron los siguientes:

Tabla 49: Resultados de la prueba de Agregados Fino aplicada en la Arena de Rio

Tamiz	Porcentaje recomendado que pase	Peso Total a pasar por Tamiz	GR que pasaron por el Tamiz	% que pasó por el Tamiz	GR que no pasaron por el Tamiz	% que no pasó por el Tamiz
9,5(3/8)	100	1168	1168	100.00	0	0.00
4.75 mm(no.4)	95 al 100	1168	1168	100.00	0	0.00
2.36mm(no.8)	80 al 100	1168	987.25	84.52	180.75	15.48
1.18 mm(no.16)	50 al 85	987.25	795.88	68.14	191.37	31.86
600 um(no.30)	25 al 60	795.88	575.06	49.23	220.82	50.77
300 um(no. 50)	10 al 30	575.06	177.77	15.22	397.29	84.78
150 um(no.100)	2 al 10	177.77	42.2	3.61	135.57	96.39

Modulo de Finura	2.79
------------------	------

Análisis:

Al realizar los procedimientos de cribado descritos en las normas ASTM C 33-03 y en la NMX-111-ONNCE-2014 en el Agregado Fino proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado- Método Mecánico y Método Manual para determinar la calidad del agregado fino, se pudo observar que al

pasarlo por las cribas de 3/8, no.16, no.30, no.50 y no.100 , el agregado cumple con la granulometría requerida; pero en las cribas del no.4 y del no.8 no cumple con la granulometría requerida, haciendo que el módulo de finura sea 3.12, sobrepasando el rango que marcan las normas, que es de 2.10 a 3.10. Los datos anteriores llevarían a la idea de que el Agregado Fino no es de buena calidad, pero con base a lo que dicen las normas se puede mejorar, ya sea con la trituración de los elementos que no pasaron las cribas del no. 4 y el no.8 o con la combinación del agregado fino probado con otro agregado fino que si cumpla con las granulometrías establecidas en las normas.

Por otro lado, al probar la Arena de Río con los mismos procedimientos, se pudo observar que cumple con todos los requerimientos de granulometría descritos en las normas, su módulo de finura es 2.79, no requiere ningún tipo de trituración ni combinación con otro agregado fino.

Conclusión:

El Agregado Fino proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado- Método Mecánico y Método Manual, no cumple por si solo con el módulo de finura descrito en las normas STM C 33-03 y en la NMX-111-ONNCE-2014, haciendo un producto deficiente. Se recomienda la aplicación de una trituración a los elementos que no cumplan con las granulometrías descritas en la norma; también se recomienda sino es posible la trituración de los elementos, la combinación del Agregado Reciclado Fino con otro Agregado Fino que si cumpla la normatividad a una proporción 1:1.

Anexo 20: Experimento: Prueba de Agregado Grueso Reciclado de Concreto- Gravilla.

Experimento: Prueba de Agregado Grueso Reciclado de Concreto- Gravilla.			
Lugar	<i>Edificio H, ubicado dentro del ITESO</i>	Fecha	16/12/2019
Introducción:			
Con el objetivo de analizar la calidad de la gravilla obtenida del proceso de separación y reciclado de concreto, se realizaron pruebas con diferentes tamices basados en normas mexicanas y extranjeras.			
Método:			
Para la realización de este experimento se utilizaron procedimientos de cribado descritos en las normas ASTM C 33-03 y en la NMX-111-ONNCE-2014.			

Materiales y Herramientas:

- Agregado Grueso proveniente del Reciclado de concreto.
- 5 botes de plástico con capacidad de 1 lt.
- Cribas de los números 3/4", 1/2", 3/8", 4.75", 2.36" y 1.18"
- Bascula con capacidad de 3500 grs.

Metodología:

Haciendo uso del Agregado Grueso-Gravilla, proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado- Método Mecánico, Método Manual y Desechos propios, se tomó una muestra de éste en un bote de un litro, se pesó, se pasó por las cribas de los números 3/4", 1/2", 3/8", 4.75", 2.36" y 1.18" y se realizó el procedimiento de prueba de agregados finos descrito en las normas ASTM C 33-03 y en la NMX-111-ONNCE-2014



Imagen 34: Agregado Grueso-Gravilla, proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado



Imagen 35: Agregado Grueso-Gravilla, proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado



Imagen 36: Gravilla Natural



Imagen 37: Gravilla Natural



Imagen 38: Cribas de 3/4", 1/2", 3/8", 4.75, 2.38 y 1.18.

Resultados:

Los resultados de la prueba de Agregados Gruesos aplicada en el Agregado Grueso-Gravilla, proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado- Método Mecánico, Método Manual y Desechos propios fueron los siguientes:

Tabla 50: Resultados de la prueba de Agregados Gruesos aplicada en el Agregado Grueso-Gravilla, proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado- Método Mecánico y Método Manual.

Tamiz	Porcentaje recomendado que pase	Peso Total a pasar por Tamiz	GR que pasaron por el Tamiz	% que pasó por el Tamiz	GR que no pasaron por el Tamiz	% que no pasó por el Tamiz
3/4"	100	1126.76	1126.76	100.00	0.00	0.00
1/2"	90 al 100	1126.76	1126.76	100.00	0.00	0.00
3/8"	40 al 70	1126.76	899.44	79.83	227.32	20.17
4.75	0 al 15	899.44	69.12	6.13	830.32	93.87
2.38	0 al 5	69.12	0.00	0.00	69.12	100.00
1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

Los resultados de la prueba de Agregados Gruesos aplicada en Gravillas Naturales fueron los siguientes:

Tabla 51: Resultados de la prueba de Agregados Gruesos aplicada en Gravillas Naturales.

Tamiz	Porcentaje recomendado que pase	Peso Total a pasar por Tamiz	GR que pasaron por el Tamiz	% que pasó por el Tamiz	GR que no pasaron por el Tamiz	% que no pasó por el Tamiz
3/4"	100	1463.82	1463.82	100.00	0.00	0.00
1/2"	90 al 100	1463.82	1463.82	100.00	0.00	0.00
3/8"	40 al 70	1463.82	1463.82	100.00	0.00	0.00
4.75	0 al 15	1463.82	405.76	27.72	1058.06	72.28
2.38	0 al 5	405.76	0.00	0.00	405.76	100.00
1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

Análisis:

Al realizar la prueba de Agregados Gruesos aplicada en el Agregado Grueso-Gravilla, proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado- Método Mecánico y Método Manual, se puede observar que el Agregado cumple con la mayoría de los requerimientos de granulometría de las normativas ASTM C 33-03 y la NMX-111-ONNCE-2014. Solamente en la criba de 3/8" no se cumplen el rango del 40% al 70%, se obtiene un 79.38%, se recomienda una menor trituración del material o substraer el 9.38% de agregado que pasa de más en la criba.

En el caso de la Gravilla Natural, al realizar las mismas pruebas, se pudo ver que cumple con los requerimientos de 4 cribas que marcan las normativas, pero en lo que son las cribas de 3/8" y la de 4.75 no cumple con las granulometrías especificadas, se recomienda una menor trituración del material o substraer el agregado sobrante.

Conclusión:

Al comparar las pruebas de Agregados Gruesos en el Agregado Grueso-Gravilla, proveniente de la Obtención de Agregado Reciclado- Método Mecánico y Método Manual con la Gravilla natural, basados en las normativas ASTM C 33-03 y la NMX-111-ONNCE-2014, se puede concluir que el Agregado Reciclado cumple con la mayor parte de las granulometrías requeridas mientras que la Gravilla Natural cumple en menor proporción con estas granulometrías. Lo anterior hace que el Agregado Reciclado sea una buena opción para aplicaciones de concreto.

Anexo 21: Observación directa-Trabajabilidad con mezcla de concreto proporción 1:5:2 (Cemento, Arena de rio, Gravilla) en bloques huecos.

Observación directa-Trabajabilidad con mezcla de concreto proporción 1:5:2 (Cemento, Arena de rio, Gravilla) en bloques huecos.			
Lugar	Edificio H, ubicado dentro del ITESO	Fecha	12/12/2019
Introducción:			
<p>Con el objetivo de realizar pruebas de trabajabilidad en la mezcla de concreta proporción 1:5:2, se realizaron 3 mezclas de concreto con esta proporción variando la cantidad de agua en cada una de ellas y se probó su trabajabilidad en la realización de bloques huecos. Al finalizar se tendrá justificada cual es la mejor dosificación de agua para bloques huecos.</p>			
Método:			
<p>Para la realización de este experimento se tomó como referencia las características que debe de tener un block, mencionadas en el manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento.</p>			
Materiales y Herramientas:			
<ul style="list-style-type: none"> - 8 kilos de Cemento Gris. - 34 kilos de Arena de Rio. - 16 Kilos de Gravilla. - 3 botes de plásticos con capacidad de 1 lt. - Cucharon de Albañil de 11 pulgadas. - 10 litros de agua. - Aceite Quemado. - Brocha de poliéster de 4 pulgadas. - Mesa vibradora de concreto. - Revolvedora de concreto. - Molde de acero para moldes de Block Hueco como medidas de 15x20x40 cm. 			
Metodología:			
<p>Tomando en cuenta el manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento, se realizaron 3 bloques huecos de concreto con una dimensión de 15x20x40 cm.</p> <p>Se realizaron los siguientes tipos de mezcla en la revolvedora: 1:5:2:1, 1:5:2:1.25 y 1:5:2:1.5 (Cemento, Arena de Río, Gravilla natural, Agua), se tomó como referencia de unidad el bote de</p>			

plástico con capacidad de 1 lt. Para realizar la mezcla de un bloque hueco con la dimensión requerida se requiere el doble de mezcla haciendo uso del bote de plástico con capacidad de 1lt.



Imagen 39: Revolvedora de concreto.

Teniendo las mezclas hechas se procedió a vaciarlas una por una en el molde de acero para moldes de Block Hueco con medidas de 15x20x40 cm, cuidando que quede compacta. Teniendo el molde lleno se procedió a vibrarlo en la maquina vibradora de concreto por 20 segundos, para después desmoldar el bloque hueco.



Imagen 40: Molde de acero para moldes de Block Hueco como medidas de 15x20x40 cm

Con los 3 bloques huecos, mediante un registro fotográfico, se analizó las características de cada uno con su variación de agua, tomando en cuenta el manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento.

Resultados:

Resultado mezcla 1:5:2:1 (Cemento, Arena de Río, Gravilla Natural y Agua):



Imagen 41: Resultados mezcla 1:5:2:1 (Cemento, Arena de Río, Gravilla Natural y Agua).

Resultado mezcla 1:5:2:1.25 (Cemento, Arena de Río, Gravilla Natural y Agua):



Imagen 42: Resultado mezcla 1:5:2:1.25 (Cemento, Arena de Río, Gravilla Natural y Agua).

Resultado mezcla 1:5:2:1.5 Cemento, Arena de Río, Gravilla Natural y Agua):



Imagen 43: Resultado mezcla 1:5:2:1.5 Cemento, Arena de Río, Gravilla Natural y Agua).

Análisis:

Tomando en cuenta como base el apartado Problemas que se presentan con más frecuencia en la fabricación de bloques de concreto y su solución, del manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento, se mencionaran las problemáticas que se tuvieron en las mezclas, sus causas y sus soluciones.

Mezcla 1:5:2:1 (Cemento, Arena de Río, Gravilla Natural y Agua):

- Problema: No se formó el bloque.

- Causa: Mala dosificación en la mezcla, Variaciones en el contenido de humedad: La mezcla puede estar muy seca.

- Solución: Revisar la dosificación de la mezcla y verificar que el contenido de humedad sea el correcto.

Mezcla 1:5:2:1.25 (Cemento, Arena de Río, Gravilla Natural y Agua):

- Problema: se formaron grumos de mezcla, el bloque tiene fisuras y se está degradando.

- Causa: Mala dosificación en la mezcla, Variaciones en el contenido de humedad: La mezcla puede estar muy seca.

- Solución: Revisar la dosificación de la mezcla y verificar que el contenido de humedad sea el correcto.

Mezcla 1:5:2:1.5 (Cemento, Arena de Río, Gravilla Natural y Agua):

- Problema: Ninguno.

Conclusión:

Al comparar los distintos tipos de mezclas que se elaboraron, se observa que el principal problema que se tenía era el nivel de humedad de la mezcla, que impedía que el bloque se formara de manera correcta. Tomando en cuenta lo anterior, se propone que las mezclas para futuros bloques sean con proporción 1:5:2:1.5 (Cemento, Arena de Río, Gravillas y Agua)

Anexo 22: Experimento: Resistencia de concreto proporción 1:5:2:1.5 (Cemento, Arena de Río, Grava, Agua) en bloques huecos.

Experimento: Resistencia de concreto proporción 1:5:2:1.5 (Cemento, Arena de Río, Grava, Agua) en bloques huecos.			
Lugar	Edificio H, ubicado dentro del ITESO	Fecha	10/01/2020
Introducción:			
<p>Con el objetivo de obtener la resistencia del block hueco realizado con un concreto proporción 1:5:2:1.5(Cemento, Arena de Río, Grava y Agua), se realizó la prueba de resistencia al block realizado en la observación directa: Trabajabilidad con mezcla de concreto proporción 1:5:2, en bloques huecos.</p>			
Método:			
<p>Para la realización de este experimento se tomó como referencia las características que debe de tener un block, mencionadas en el manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento.</p> <p>Para la prueba de resistencia se tomó como base los lineamientos descritos en la norma NMX-C-404-ONNCE-2012 y la ASTM-C-140-11A.</p>			
Materiales y Herramientas:			
<ul style="list-style-type: none"> - Bloque hueco realizado en la Observación directa-trabajabilidad con mezcla de concreto proporción 1:5:2(Cemento, Arena de Río, Grava) en bloques huecos. -Prensa Universal. - Medio kilo de cemento. - 2 placas de metal de 25 cm x 45 cm, con un espesor de 1 cm. - Balanza con capacidad de 500 kgs. 			
Metodología:			
<p>Haciendo uso del Bloque hueco realizado en la Observación directa-trabajabilidad con mezcla de concreto proporción 1:5:2, se realizó la prueba de resistencia en la prensa.</p> <p>Primeramente, se colocó una placa de metal en la Prensa Universal, después se colocó el bloque hueco sobre la placa, en la parte superior del bloque hueco se le creó un asiento con el cemento, se colocará la placa restante sobre el asiento, y se procedió a realizar la prueba, tomando como base los lineamientos descritos en la norma NMX-C-404-ONNCE-2012 y la ASTM-C-140-11A.</p>			



Imagen 44: Prueba de Resistencia

Resultados:

Los resultados de resistencia a compresión del Block Hueco fueron los siguientes:

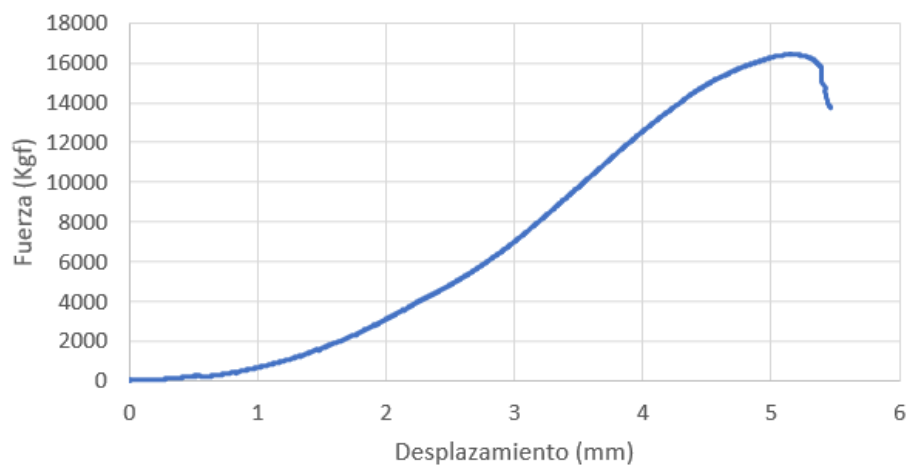
Densidad:

Tabla 52: Resultado de densidad del Block Hueco .

Masa (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Volumen (cm ³)	Hueco1 (cm ³)	Hueco 2 (cm ³)	Volumen Final (cm ³)	Densidad (g/cm ³)
14140.00	40.00	15.20	19.50	11856.00	1940.40	1940.40	7975.20	1.77

Resistencia a Compresión:

Resistencia a compresión Block Hueco



Gráfica 23: Resultado de resistencia a compresión del Block Hueco.

Tabla 53: Resultado de resistencia a compresión del Block Hueco .

Maxima Carga (Kgf)	Maximo Desplazamiento (mm)	Maximo esfuerzo (Kg /cm ²)	Maximo Tiempo (seg)
16440.400	5.148	27.401	104.200

Análisis:

Al finalizar las pruebas de resistencia, los resultados obtenidos en cuestión de densidad y de resistencia a compresión, arrojan que la mezcla con la que se realizó produce un elemento de concreto ligero, pero en cuestión de normatividad el elemento no alcanza la resistencia requerida que es de 60 kg/cm².

Conclusión:

La proporción en la mezcla de concreto permite la producción de un elemento ligero, pero la resistencia de este elemento no alcanza los parámetros de la norma NMX-C-404-ONNCE-2012. Por esta razón, se recomienda probar la mezcla en tabicones basándose en los parámetros de la norma NMX-C-441-ONNCE-2013.

Observación Directa- Cemento en Mezclas de Concreto Normal Reciclado- Absorción.

Lugar	<i>Edificio H, ubicado dentro del ITESO- Calle Ricardo Zermeño 1305, Paseos del Sol, Zapopan, Jalisco.</i>	Fecha	<i>6/12/19 al 20/12/19</i>
--------------	--	--------------	--------------------------------

Introducción:

Teniendo la proporción adecuada de concreto (1:5:2:1.5), las pruebas de agregados finos y gruesos en agregados reciclados gracias a los experimentos realizados anteriormente, se procedió a realizar pruebas de mezclas de concreto reciclado, variando la cantidad de cemento en cada una de ellas, para analizar sus características de absorción.

Método:

Para la realización de este experimento se tomó como referencia las características que debe de tener la mezcla de concreto en un block, mencionadas en el manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento.

Materiales:

- 300 grs. de Cemento Gris.
- 900 grs. de Arena de Rio.
- 500 grs. de Arenan reciclada de Concreto.
- 150 grs. de Gravilla Natural.
- 400 grs. de Gravilla reciclada de Concreto.
- 500 ml de agua.
- Cuchara Scoop Dosificadora de 20 grs.
- Bote de 250 ml de plástico.
- Molde de acero para cubos de 5 x5 x5 cm.
- 4 Botes de plástico de 1 lt.
- Aceite Quemado.
- Brocha de poliéster de 4".
- Plumón.
- Bascula con capacidad de 3500 grs.

Metodología:

Teniendo separado el material se procedió a crear las siguientes mezclas dentro de los botes de 1 lt:



Imagen 45: Proporción de materiales para experimento.

- Mezcla 1: 4 Cucharadas de Cemento, 20 cucharadas de Arena de Río, 8 cucharadas de Gravilla Natural.
- Mezcla 2: 4 cucharadas de Cemento, 8 cucharadas de Arenas Reciclada de Concreto, 12 cucharadas de Arena de Río, 8 cucharadas de Gravilla Reciclada de Concreto.
- Mezcla 3: 3 cucharadas de Cemento, 8 cucharadas de Arenas Reciclada de Concreto, 12 cucharadas de Arena de Río, 8 cucharadas de Gravilla Reciclada de Concreto.
- Mezcla 4: 2 cucharadas de Cemento, 8 cucharadas de Arenas Reciclada de Concreto, 12 cucharadas de Arena de Río, 8 cucharadas de Gravilla Reciclada de Concreto.

A cada una de estas mezclas se le pusieron 6 cucharadas de agua. Teniéndolas ya perfectamente mezcladas se procedió a vaciarlas en los moldes para cubos de 5x5x5 cm, previamente cubiertos con aceite quemado. Se dejó secar por un día y se desmoldó.



Imagen 46: Moldes de acero para cubos de 5x5x5 cm

Se metieron estos cubos en una cubeta de agua durante 10 minutos. Después de esto se sacaron y cada media hora se tomó una foto de cómo es su proceso de secado durante una hora y media, tomando como referencia las características que debe de tener la mezcla de concreto en un block, mencionadas en el manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento.

Resultados:

El siguiente análisis fotográfico demuestra el resultado de la prueba de absorción realizada a los cubos:



Imagen 47: Absorción inicial de los cubos.



Imagen 48: Absorción en 30 minutos de los cubos.



Imagen 49: Absorción en 1 hora de los cubos.



Imagen 50: Absorción en 1 hora y 30 minutos de los cubos.

Análisis:

Con base a la observación directa del secado de los cubos, se puede apreciar que el cubo que seca más rápido es el de la mezcla 2 hecho a una proporción de 4 cucharadas de Cemento, 8 cucharadas de Arenas Reciclada de Concreto, 12 cucharadas de Arena de Río, 8 cucharadas de Gravilla Reciclada de Concreto (1:2:3:2), seguido por el de 4 cucharadas de Cemento, 20 cucharadas de Arena de Río, 8 cucharadas de Gravilla Reciclada de Concreto (1:5:2). Esto implica que el cubito hecho con agregados de concreto reciclado y una proporción de cemento de 1, tuvo un proceso más rápido de secado, que el de concreto normal.

Conclusión:

Con base a los resultados obtenido en el análisis fotográfica, se puede concluir que el concreto hecho con la mezcla 2, es el que tiene mejores condiciones de secado, debido a que supera al cubo hecho con concreto con agregados naturales. Esta mezcla en cuestiones de absorción es la indicada para utilizar en los siguientes experimentos.

Anexo 24. Experimento: Cemento en Mezclas de Concreto Reciclado- Resistencia.

Experimento: cemento en mezclas de concreto reciclado- resistencia

Lugar	<i>Edificio H, ubicado dentro del ITESO</i>	Fecha	10/01/2020
--------------	---	--------------	------------

Introducción:

Con el objetivo de obtener la resistencia de la mezcla de concreto común 1:5:2:1.5 (Cemento, Arena de Río, Grava Natural y Agua) y las mezclas de concreto reciclado proporción 1:3:2:2:1.5, 0.75:3:2:2:1.5 y 0.50:3:2:2:1.5 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto y Agua), se realizaron pruebas de resistencia a las mezclas realizadas en la Observación Directa: Cemento en mezclas de concreto reciclado-absorción.

Método:

Para la realización de este experimento se tomó como referencia las características que debe de tener un block, mencionadas en el manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento.

Para la prueba de resistencia se tomó como base los lineamientos descritos en la norma NMX-C-404-ONNCE-2012 y la ASTM-C-140-11A.

Materiales y Herramientas:

- Prensa Universal.
- 300 grs. de Cemento Gris.
- Bascula con capacidad de 3500 grs.

Metodología:

Haciendo uso de los cubos realizados en la Observación directa-cemento en mezclas de concreto reciclado-absorción, se realizó la prueba de resistencia en la prensa.

Se colocó cada cubo en la Prensa Universal, dependiendo de la calidad del cubo se determinó si se le pone un asiento de cemento en la parte superior o inferior de este. Después de esto se procedió a probarlo, tomando como referencia las normas NMX-C-404-ONNCE-2012 y la ASTM-C-140-11A.



Imagen 51: Prueba de Resistencia de cubos con mezcla de concreto reciclado.

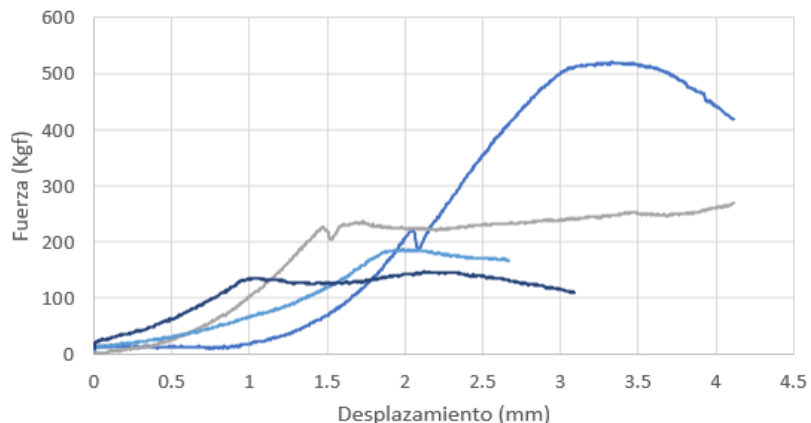
Resultados:

Los resultados de resistencia a compresión de los cubos fueron los siguientes:

Tabla 54: Resistencia a compresión de Cubos.

Cubo	Max._Carga (kgf)	Max._Desplazamiento (mm)	Max._Esfuerzo (kgf/cm ²)	Max._Tiempo (seg)
Mezcla 1	520.88	3.33	20.84	68.70
Mezcla 2	269.97	4.36	10.80	89.30
Mezcla 3	187.56	1.99	7.50	41.90
Mezcla 4	147.99	2.16	5.92	45.30

Resistencia a Compresión de Cubos



- Mezcla 1- Proporción 1:5:2:1.5 (Cemento, Arena de Río, Grava natural y Agua)
- Mezcla 2: Proporción 1:3:2:2:1.5 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Grava Reciclada de Concreto y Agua)
- Mezcla 3: Proporción 0.75:3:2:2:1.5 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Grava Reciclada de Concreto y Agua)
- Mezcla 4: Proporción 0.50:3:2:2:1.5 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Grava Reciclada de Concreto y Agua)

Gráfica 35: Resistencia a compresión de Cubos.

Densidad de los Cubos:

Tabla 56: Densidad de los Cubos.

Cubo	Masa (g)	Largo(cm)	Ancho (cm)	Alto(cm)	Volumen(cm ³)	Densidad (g/cm ³)
Mezcla 1	197.90	5.00	5.00	4.70	117.50	1.68
Mezcla 2	193.60	5.00	5.00	4.80	120.00	1.61
Mezcla 3	192.30	5.00	5.00	5.00	125.00	1.54
Mezcla 4	195.80	5.00	5.00	4.90	122.50	1.60

Análisis:

Tomando como referencia el cubo con la Mezcla 1, que es la que utiliza concreto con agregados naturales, se puede decir que el mejor cubo de los restantes es el que tiene la Mezcla 2, la resistencia de los cubos restantes se ve afectada por la cantidad de cemento en su mezcla. En cuestiones de densidad el cubo con la Mezcla 1 tiene la densidad más alta, dándole mayor resistencia, mientras que al igual que en la compresión el cubo que le sigue es el de Mezcla 2, teniendo una mayor densidad que las otras dos mezclas y por ende una mayor resistencia. El proceso de fabricación pudo haber afectado la resistencia de los cubos, se recomienda probar

variaciones de agua arriba de la proporción 1.5 y mejorar la compactación de la mezcla en los moldes.

Conclusión:

Con base a los resultados anteriormente mencionados y su análisis, se llega a la conclusión de que el mejor cubo fue el de la Mezcla 2, debido a su cercanía en resistencia y densidad al cubo de la Mezcla 1 fabricado con agregados naturales. Esto significa que la proporción de cemento en las mezclas con agregado reciclado si afecta su resistencia, a menor cantidad de cemento menor resistencia. Se recomienda probar variación de agua arriba de la proporción 1.5 y mejorar la compactación de la mezcla en los moldes.

Anexo 25: Observación directa-variaciones de agua y cemento en mezclas de concreto reciclado proporción 1:3:2: 2:1.5, 2:3:2:2:1.5,1:3:2:2:2 y 2:3:2:2:2(Cemento, Arena de rio, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto, Agua)-Apariencia.

Observación directa-variaciones de agua y cemento en mezclas de concreto reciclado proporción 1:3:2: 2:1.5, 2:3:2:2:1.5,1:3:2:2:2 y 2:3:2:2:2(Cemento, Arena de rio, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto, Agua)-Apariencia.

Lugar	<i>Edificio H, ubicado dentro del ITESO</i>	Fecha	<i>10/12/2020</i>
--------------	---	--------------	-------------------

Introducción:

Mediante una observación directa se analizarán la apariencia de las mezclas de concreto reciclado proporciones 1:3:2: 2:1.5, 2:3:2:2:1.5,1:3:2:2:2 y 2:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto y Agua) para determinar sus características físicas.

Método:

Para la realización de este experimento se tomó como referencia las características que debe de tener un block, mencionadas en el manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento.

Materiales:

- 500 grs. de Cemento Gris.
- 900 grs. de Arena de Río.
- 500 grs. de Arena reciclada de Concreto.
- 150 grs. de Gravilla Natural.
- 400 grs. de Gravilla reciclada de Concreto.
- 500 ml de agua.
- Cuchara Scoop Dosificadora de 20 grs.
- Bote de 250 ml de plástico.
- Molde de acero para cubitos de 5 x5 x5 cm.
- 4 Botes de plástico de 1 lt.
- Aceite Quemado.
- Brocha de poliéster de 4".
- Plumón.
- Balanza con capacidad de 3500 grs.

Metodología:

Haciendo uso de la Cuchara Scoop Dosificadora de 20 gr., se separó 4 veces las siguientes cantidades de material y se depositarán en los botes de 250 ml de plástico:

- 8 cucharadas de Arenas Reciclada de Concreto.
- 12 cucharadas de Arena de Río.
- 8 cucharadas de Gravilla Reciclada de Concreto.

En otros botes de 250 ml de plástico se vaciarán las siguientes cantidades dos veces:

- 4 cucharadas de Cemento.
- 8 Cucharadas de Cemento.

Teniendo separado el material se procedió a crear las siguientes mezclas dentro de los botes de 1 lt:

- 4 cucharadas de Cemento, 8 cucharadas de Arenas Reciclada de Concreto, 12 cucharadas de Arena de Río, 8 cucharadas de Gravilla Reciclada de Concreto, 6 Cucharadas de Agua.
- 8 cucharadas de Cemento, 8 cucharadas de Arenas Reciclada de Concreto, 12 cucharadas de Arena de Río, 8 cucharadas de Gravilla Reciclada de Concreto, 6 Cucharadas de Agua.
- 4 cucharadas de Cemento, 8 cucharadas de Arenas Reciclada de Concreto, 12 cucharadas de Arena de Río, 8 cucharadas de Gravilla Reciclada de Concreto, 8 cucharadas de Agua.

- 8 cucharadas de Cemento, 8 cucharadas de Arenas Reciclada de Concreto, 12 cucharadas de Arena de Río, 8 cucharadas de Gravilla Reciclada de Concreto, 8 Cucharadas de Agua.

Teniéndolas ya perfectamente mezcladas se procedió a vaciarlas en los moldes para cubos de 5x5x5 cm, previamente cubiertos con aceite quemado. Se dejó secar por un día y se desmoldó. Estos bloques se mantuvieron en cubetas de agua por 17 días, para después dejarlos secar por 3 días. Teniendo esto se procedió a realizar un registro fotográfico de estos bloques y a analizar sus características tomando como referencia las características que debe de tener un block, mencionadas en el manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento.

Resultados:

El registro fotográfico de los resultados de las mezclas son los siguientes:

- **1:3:2: 2:1.5.**



(1)



(2)



(3)



(4)

Imagen 52: Resultados de mezcla proporción 1:3:2:2:1.5.

- **2:3:2: 2:1.5.**



(1)



(2)



(3)



(4)

Imagen 53: Resultados de mezcla proporción 2:3:2:2:1.5.

- 1:3:2: 2:2.



(1)



(2)



(3)



(4)

Imagen 54: Resultados de mezcla proporción 1:3:2:2:2.

- 2:3:2: 2:2.



(1)



(2)



(3)



(4)

Imagen 55: Resultados de mezcla proporción 2:3:2:2:2.

Análisis:

Con base al el Manual de Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento, los cubos hechos con las mezclas 1:3:2:2:2 y 2:3:2:2:2 son homogéneos, no presentan hoyos, fisuras o se degradan.

Los cubos hechos con las mezclas 1:3:2: 2:1.5 y 2:3:2:2:1.5 por el contrario no son homogéneos en su totalidad, presentan hoyos en sus lados, esto se puede deber a defectos al verter en los moldes o a que la mezcla le falta humedad.

Conclusión:

Para futuras mezclas se recomienda la proporción 1:3:2:2:2 y 2:3:2: 2:2, debido a que es homogénea, no presenta hoyos, fisuras o se degradan. Esta condición es conveniente en cuestiones de calidad, debido a que la homogeneidad de la mezcla permite crear elementos que no tengan deficiencias como las anteriormente mencionadas.

Anexo 26: Experimento: Variaciones de agua en mezclas de concreto reciclado proporción 1:3:2:

2:1.5, 2:3:2:2:1.5,1:3:2:2:2 y 2:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto, Agua)-Resistencia.

Experimento: Variaciones de agua en mezclas de concreto reciclado proporción 1:3:2: 2:1.5, 2:3:2:2:1.5,1:3:2:2:2 y 2:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto, Agua)-Resistencia.			
Lugar	Edificio H, ubicado dentro del ITESO		Fecha 12/02/2020
Introducción:			
Se analizó la resistencia de las mezclas de concreto reciclado proporción 1:3:2: 2:1.5, 2:3:2:2:1.5,1:3:2:2:2 y 2:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto y Agua) para analizar cual tiene mejor calidad en aspectos de resistencia.			
Método:			
Para la realización de este experimento se tomó como referencia las características que debe de tener un block, mencionadas en el manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento.			
Para la prueba de resistencia se tomó como base los lineamientos descritos en la norma NMX-C-404-ONNCE-2012, NMX C-441-ONNCE-2014 y la ASTM-C-140-11A.			
Materiales y Herramientas:			
<ul style="list-style-type: none"> - Prensa Universal. - 300 grs. de Cemento Gris. - Balanza con capacidad de 3500 grs. 			

Metodología:

Haciendo uso de los cubos realizados en la observación directa-variaciones de agua y cemento en mezclas de concreto reciclado proporción 1:3:2: 2:1.5, 2:3:2:2:1.5,1:3:2:2:2 y 2:3:2:2:2(Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto, Agua)-Apariencia

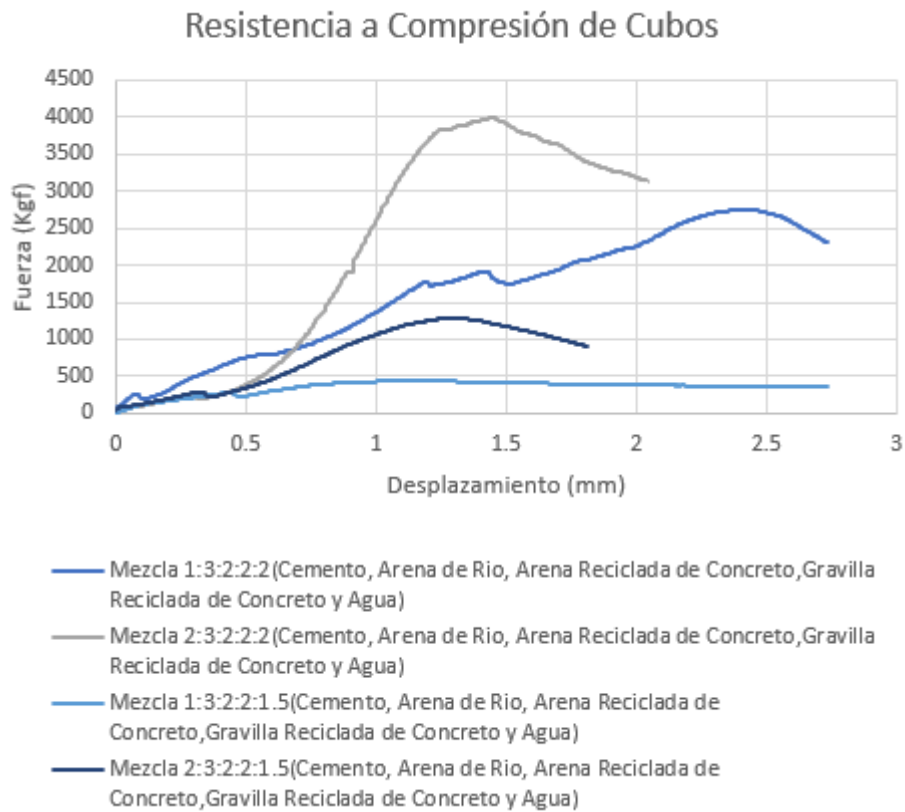
Se colocó cada cubo en la prensa, dependiendo de la calidad del cubo se determinó si se le pone un asiento de cemento en la parte superior o inferior de este. Después de esto se procedió a probarlo, tomando como referencia las normas NMX-C-404-ONNCE-2012 y la ASTM-C-140-11A.



Imagen 56: Prueba de Resistencia de cubos con mezcla de concreto reciclado.

Resultados:

Los resultados de resistencia a compresión de los cubos fueron los siguientes:



Gráfica 36: Resultados Resistencia a Compresión de Cubos.

Tabla 57: Resultados Resistencia a Compresión de Cubos.

Nombre	Max._Carga (kgf)	Max._Desplazamiento (mm)	Max._Esfuerzo (kgf/cm ²)
Mezcla 1:3:2:2	2747.82	2.43	105.65
Mezcla 2:3:2:2	3994.26	1.46	153.57
Mezcla 1:3:2:2:1.5	436.57	1.12	17.46
Mezcla 2:3:2:2:1.5	1290.83	1.30	51.63

Densidad:

Tabla 58: Resultados de densidad de Cubos.

Cubo	Masa (g)	Largo(cm)	Ancho (cm)	Alto(cm)	Volumen(cm)	Densidad (g/cm ³)
Mezcla 1:3:2:2	236.42	5.10	5.10	5.10	132.65	1.78
Mezcla 2:3:2:2	247.45	5.10	5.10	5.10	132.65	1.87
Mezcla 1:3:2:2:1.5	194.06	5.00	5.00	5.00	125.00	1.55
Mezcla 2:3:2:2:1.5	212.74	5.00	5.00	5.20	130.00	1.64

Análisis:

Con base a los resultados previamente mostrados, al aumentar el agua en la mezcla 1:3:2:2:1.5(Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto y Agua) un 33.33%, aumenta su resistencia a compresión considerablemente. La mezcla 1:3:2: 2:2 a comparación de la mezcla 1:3:2: 2:1.5 aumentó su resistencia alrededor de 6 veces.

A la mezcla 1:3:2: 2:1.5 al doblarle la cantidad de cemento, aumenta también su resistencia a la compresión considerablemente, de 17.46 Kg/cm² a 51.63 Kg/cm². En ese sentido la mezcla 1:3:2: 2:1.5, al doblarle la cantidad de cemento, también aumenta su resistencia a compresión, de 105.65 kg/cm² a 153.57 Kg/cm².

El aumento de agua y cemento también provoca que la densidad de las mezclas sea mayor.

Conclusión:

El aumento de agua y cemento en la mezcla 1:3:2: 2:1.5(Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto y Agua) aumenta la resistencia a compresión de los elementos, pero también aumenta su densidad. Por esta razón y tomando en cuenta las normativas MX-C-404-ONNCE-2012 y NMX C-441-ONNCE-2014, se recomienda el uso de la mezcla 1:3:2:2:2, que es la más cercana a la densidad de la mezcla 1:3:2:2:1.5, aumentando su resistencia considerablemente, no teniendo un incremento en su densidad tan alto y pasando lo requerimientos de las normas.

Anexo 27: Observación Directa- Tabicones de Agregado Reciclado- Apariencia.

Observación Directa- Tabicones de Agregado Reciclado- Apariencia.

Lugar	Edificio H, ubicado dentro del ITESO	Fecha	09/03/2020
--------------	--------------------------------------	--------------	------------

Introducción:

Mediante una observación directa se analizó la apariencia de un tabicón hecho de concreto reciclado con una mezcla proporción 1:3:2: 2:2(Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Grava Reciclada de Concreto y Agua), enlistando sus características principales

Método:

Para la realización de este experimento se tomó como referencia las características que debe de tener un block, mencionadas en el manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento.

Materiales:

- 650 grs. de Cemento Gris.
- 1500 grs. de Arena de Rio.
- 1000 grs. de Arenan reciclada de Concreto.
- 1000 grs. de Gravilla reciclada de Concreto.
- 1 lt de agua.
- Bote de 250 ml de plástico.
- Molde de madera para hacer tabicones con dimensiones 10 x 9 x 26 cm
- Bote de plástico de 1 lt.
- Aceite Quemado.
- Brocha de poliéster de 4".
- Plumón.
- Bascula con capacidad de 500 kgs.

Metodología:

Haciendo uso de los botes de plástico de 250 ml se separaron los siguientes materiales:

- 2 botes de Cemento Gris.
- 4 botes de Arena Reciclada de Concreto.
- 6 botes de Arena de Rio.
- 4 botes de Gravilla Reciclada de Concreto.
- 4 botes de Agua.

Todos estos materiales se mezclarán perfectamente en una cubeta y se vaciaron en los Moldes de madera para tabicones con dimensiones 10 x 9 x 26 cm, previamente cubiertos por el aceite quemado.



Imagen 57: Moldes de madera para tabicones con dimensiones 10 x 9 x 26 cm.



Imagen 58: Moldes de madera para tabicones con dimensiones 10 x 9 x 26 cm con mezcla.

Se dejó secar un día y se desmoldará. Inmediatamente después de esto se metió en una cubeta llena de agua y se dejó ahí durante 25 días.



Imagen 59 : Tabicón en Agua.

Posteriormente a esto se sacó de la cubeta y se dejó secar 3 días. Después de esto mediante un registro fotográfico se analizaron sus características tomando en cuenta las características mencionada en el manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento.

Resultados:

El registro fotográfico del tabicón hecho con la proporción de mezcla 1:3:2: 2:2 (Cemento, Arena de Rio, Arena Reciclada de Concreto, Gravilla Reciclada de Concreto, Agua) es el siguiente:



(1)



(2)



(3)



(4)

Imagen 60: Tabicón fabricado con Agregados Reciclados del Concreto.

Análisis:

Con base al manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento, el tabicón fabricado en este experimento cumple con las normas establecidas de calidad, solamente tiene pequeños hoyos, que muy probablemente se deban a la necesidad de un mayor vibrado en su fabricación; pero como mezcla es homogénea y no se alcanzan a distinguir los agregados.

Conclusión:

En la fabricación de tabicones, la mezcla proporción 1:3:2:2:2(Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Grava Reciclada de Concreto y Agua) ofrece un producto de alta calidad, debido a que la mezcla resulta homogénea, el único detalle a mejorar en ella es el proceso de vibrado y compactación al vaciar en los moldes.

Experimento: Tabicones de Agregado Reciclado. Resistencia.			
Lugar	Edificio H, ubicado dentro del ITESO	Fecha	28/2/2020 al 13/3/2020
Introducción: Con el objetivo de analizar la resistencia de tabicones hechos de concreto reciclado con una mezcla proporción 1:3:2: 2:2(Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Grava Reciclada de Concreto y Agua), se realizaron diferentes pruebas basadas en normativa mexicana.			
Método: Para la realización de este experimento se tomó como referencia las características que debe de tener un block, mencionadas en el Manual de Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento. Para la prueba de resistencia se tomó como base los lineamientos descritos en las normas NMX C-441-ONNCE-2013 y la ASTM-C-140-11 ^a			
Materiales y Herramientas: - 3 Tabicones de concreto reciclado con una mezcla proporción 1:3:2: 2:2(Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Grava Reciclada de Concreto y Agua), realizados con las especificaciones de la Observación directa-tabicón de agregado reciclado-apariencia. - Prensa Universal. - 1 kilo de cemento. - 1 placa de metal de 25 cm x 45 cm, con un espesor de 1 cm. - 1 placa de metal de 14 cm x 30 cm, con un espesor de 1 cm. - Bascula con capacidad de 500 kgs.			
Metodología: Se realizaron 3 Tabicones de concreto reciclado con una mezcla proporción 1:3:2: 2:2(Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Grava Reciclada de Concreto y Agua), realizados con las especificaciones de la Observación directa-tabicón de agregado reciclado-apariencia. Estos tabicones sirvieron para realizar pruebas a 14, 21 y 28 días después de su creación, un tabicón por prueba. Primeramente, se colocó una placa de metal en la prensa, en esta placa se le creó un asiento de cemento para el tabicón, después se colocó el tabicón sobre el asiento de cemento, se			

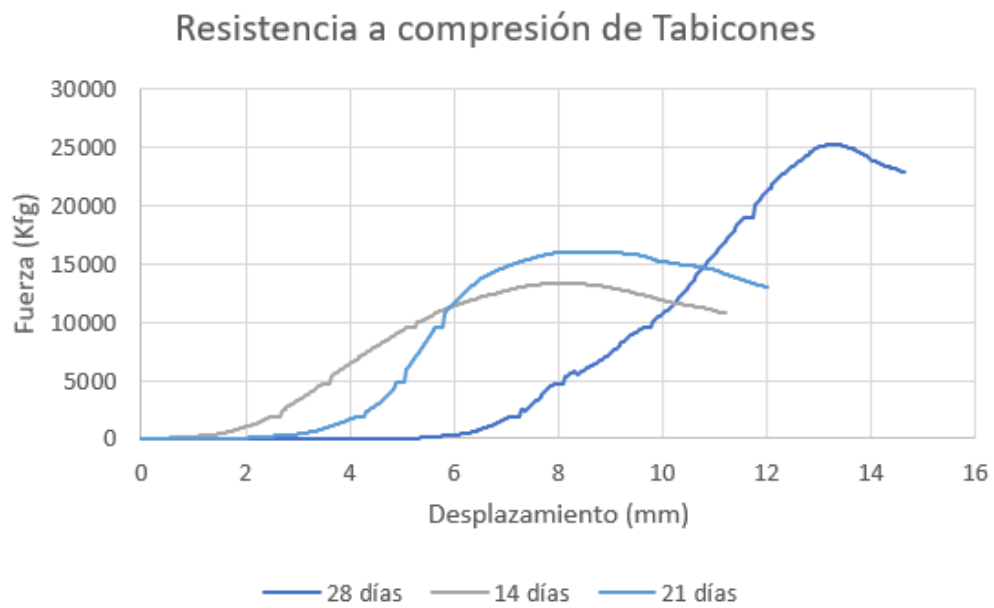
colocó la placa restante sobre el tabicón, y se procedió a realizar la prueba, tomando como base los lineamientos descritos en la norma NMX C-441-ONNCE-2013 y la ASTM-C-140-11A.



Imagen 58: Prueba de Resistencia a compresión en Tabicón.

Resultados:

Los resultados de resistencia a compresión de los tabicones fueron los siguientes:



Gráfica 37: Resultados Resistencia a Compresión de los Tabicones.

Tabla 59: Resultados Resistencia a Compresión de los Tabicones.

Tabicón	Max. Carga (Kgf)	Max. Despl (mm)	Max. Esfuerzo (kg/cm ²)
14 días	13327.10	7.97	47.01
21 días	16031.90	8.75	61.66
28 días	25325.60	13.31	92.77

Densidad de los Tabicones:

Tabla 60: Densidad de los Tabicones.

Tabicón	Masa (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Volumen (cm)	Densidad (g/cm ³)
14 días	3960.00	27.00	10.50	8.00	2268.00	1.75
21 días	3880.00	26.00	10.00	9.50	2470.00	1.57
28 días	4320.00	26.00	10.50	9.50	2593.50	1.67

Análisis:

Con base a los resultados obtenidos, se puede apreciar como al pasar el tiempo la mezcla proporción 1:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Grava Reciclada de Concreto y Agua), al pasar el tiempo va aumentando su resistencia. Con la resistencia obtenida desde los 14 días cumple la normativa de Tabicones marcada en la norma NMX C-441-ONNCE-2013.

Conclusión:

Con las resistencias a compresión obtenida a 14, 21 y 28 días, el tabico hecho con mezcla proporción 1:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Grava Reciclada de Concreto y Agua) cumple con la normativa NMX C-441-ONNCE-2013. Se recomienda mejorar el proceso de fabricación de tabicones, con este proceso puede que el tabicón alcance los requerimientos de la norma NMX-C-404-ONNCE-2012.



Anexo 29: Tabicones de Agregado Reciclado-Absorción.

Tabicones de Agregado Reciclado-Absorción			
Lugar	Edificio H, ubicado dentro del ITESO	Fecha	9/3/2020 al 13/3/2020
Introducción: Con el objetivo de analizar la absorción de un tabicón hecho con una mezcla de concreto reciclado proporción 1:3:2: 2:2(Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Grava Reciclada de Concreto y Agua), se realizaron diferentes pruebas basadas en normativa mexicana.			
Método: Para la realización de este experimento se tomó como referencia las características que debe de tener un block, mencionadas en el manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento. Para la prueba de resistencia se tomó como base los lineamientos descritos en las normas NMX-C-037-ONNCE-2013 y la NMX C-441-ONNCE-2014.			
Materiales y Herramientas: - 1 Tabicón de concreto reciclado con una mezcla proporción 1:3:2: 2:2(Cemento, Arena de Rio, Arena Reciclada de Concreto, Grava Reciclada de Concreto y Agua), realizados con las especificaciones de la Observación directa-tabicón de agregado reciclado-apariencia. - Bascula con capacidad de 10,000 grs. - Cubeta de platico de 19 lts. - 13 lts de Agua. - Horno Industrial.			

Metodología:

El Tabicón de concreto reciclado con una mezcla proporción 1:3:2:2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Grava Reciclada de Concreto y Agua), realizados con la especificaciones de la Observación directa-tabicón de agregado reciclado-apariencia, se colocó dentro del Horno, a una temperatura de 100 °C; tomando en cuenta la NMX-C-037-ONNCE-2013, se sacó cada hora del horno y se pesó, hasta conseguir que entre la penúltima y la última masa no exista una diferencia mayor al 0.02%, en este punto se consideró como la masa seca del espécimen.



Imagen 59: Tabicón dentro del horno.

Teniendo el tabicón seco, se colocó en una cubeta llena de agua durante 24 horas. Después de las 24 horas se sacará de la cubeta y se le dio un secado aparente con una franela. Posteriormente a esto, se procedió a pesar de nuevo el tabicón, a esto se le conocerá como la masa saturada superficialmente seca.



Imagen 60: Tabicón dentro de agua por 24 horas.

Con la masa saturada y la masa saturada superficialmente seca, se procedió a desarrollar la siguiente formula basada en la NMX-C-037-ONNCE-2013:

$$A = \frac{(\text{Masa saturada superficialmente seca} - \text{Masa seca del espécimen})}{\text{Masa seca del espécimen}} * 100$$

Este resultado se conocerá como Porcentaje de Absorción a 24 horas.

Resultados:

Resultado de absorción del Tabicón:

Tabla 61: Resultado de absorción del Tabicón.

Masa seca del espécimen (Kg)	Masa saturada superficialmente seca (Kg)	Porcentaje de Absorción a 24 horas
3.525	3.963	12.426

Análisis:

Con base a los resultados anteriormente el Tabicón hecho con mezcla proporción 1:3:2: 2:2 (Cemento, Arena de Río, Arena Reciclada de Concreto, Grava Reciclada de Concreto y Agua) cumple con los requisitos de absorción de la norma NMX-C-037-ONNCE-2013. El porcentaje de absorción obtenido permite con una mejora del proceso de fabricación pensar en pasar satisfactoriamente el porcentaje de absorción de elementos estructurales.

Conclusión:

El Tabicón hecho con mezcla proporción 1:3:2: 2:2(Cemento, Arena de Rio, Arena Reciclada de Concreto, Grava Reciclada de Concreto y Agua) cumple satisfactoriamente con el porcentaje de absorción a 24 horas de la norma NMX-C-037-ONNCE-2013 para tabicones. Se recomienda analizar la probabilidad de usar la mezcla para elementos estructurales.

Anexo 30: Comparación tabicón reciclado con tabicones del mercado.

Comparación tabicón reciclado Con tabicones del mercado

Lugar	Edificio H, ubicado dentro del ITESO	Fecha	9/3/2020 al 13/3/2020
--------------	--------------------------------------	--------------	--------------------------

Introducción:

Con el objetivo de analizar las fortalezas y debilidades del Tabicón de Concreto Reciclado, se comparó su resistencia y absorción con la de diferentes tipos de tabicones que se pueden obtener en el AMG.

Método:

Para la realización de este experimento se tomó como referencia las características que debe de tener un block, mencionadas en el manual Fabricación de bloques de Concreto, escrito por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento.

Para la prueba de resistencia se tomó como base los lineamientos descritos en las normas NMX C-441-ONNCE-2014 y ASTM-C-140-11A. Para la prueba de absorción se tomaron los lineamientos de la norma NMX-C-037-ONNCE-2013.

Materiales y Herramientas:

- 3 Tabicones obtenidos en el AMG.
- Bascula con capacidad de 10,000 grs.
- 3 Cubetas de plástico de 19 lts.
- 39 lts de Agua.
- Horno Industrial.
- Prensa Universal.
- 1 kilo de cemento.
- 1 placa de metal de 25 cm x 45 cm, con un espesor de 1 cm.
- 1 placa de metal de 14 cm x 30 cm, con un espesor de 1 cm.

Método:

A los 3 tabicones obtenidos en el AMG, se les realizaron las pruebas realizadas en los experimentos Tabicones de Agregado Reciclado- Resistencia y Tabicones de Agregado Reciclado- Absorción. Teniendo los resultados de cada experimento, se creó una comparación con el Tabicón Reciclado para determinar sus características frente al mercado.

Nota: Los tabicones del AMG se evaluarán solo a 28 días.

Resultados:

Los resultados de resistencia a compresión de los tabicones fueron los siguientes:



Tabla 62: Resultado de resistencia a compresión de los tabicones.

Tabicón	Max._Carga (Kgf)	Max._Despl (mm)	Max._Esfuerzo (Kg/cm2)
Tabicón de Concreto Reciclado	25325.60	13.31	92.77
Tabicón de Jalcreto-Ferretería Dicomma	21673.80	6.63	55.29
Tabicón de Concreto-Construrama	32635.70	6.90	81.79
Tabicón de Jalcreto-Central de Materiales	23072.70	5.29	58.86

Absorción de los tabicones:

Tabla 63: Resultado de absorción de los tabicones.

Tabicón	Masa seca del especiment (Kg)	Masa saturada superficialmente seca (kg)	Porcentaje de Absorción a 24 horas
Tabicón de Concreto Reciclado	3.525	3.963	12.426
Tabicón de Jalcreto-Ferretería Dicomma	5.080	6.135	20.768
Tabicón de Concreto-Construrama	5.552	6.620	19.236
Tabicón de Jalcreto-Central de Materiales	5.431	6.395	17.750

Densidad de los tabicones:

Tabla 64: Densidad de Tabicones.

Tabicón	Masa (g)	Largo(cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Volumen(cm3)	Densidad (g/cm3)
Tabicón de Concreto Reciclado	4320.00	26.00	10.50	9.50	2593.50	1.67
Tabicón de Jalcreto-Ferretería Dicomma	5260.00	28.00	14.00	11.00	4312.00	1.22
Tabicón de Concreto-Construrama	6043.00	28.50	14.00	11.00	4389.00	1.38
Tabicón de Jalcreto-Central de Materiales	5830.00	28.00	14.00	11.00	4312.00	1.35

Precio de los tabicones:

Tabla 65: Precio de Tabicones.

Tabicón	Precio
Tabicón de Concreto Reciclado	\$ 6.00
Tabicón de Jalcreto-Ferreteria Dicomma	\$ 10.00
Tabicón de Concreto-Construrama	\$ 8.00
Tabicón de Jalcreto-Central de Materiales	\$ 11.00

Análisis:

Con base a los resultados anteriores, aunque el Tabicón de Concreto Reciclado tiene menores dimensiones, tiene una mejor resistencia que los tabicones del mercado, pero en consecuencia a esto también tiene una mayor densidad.

En cuestiones de absorción a 24 horas, también es el que mejor absorción tiene, debido a que es menor a la de los tabicones del mercado.

Tomando en cuenta lo anterior, incluyendo que el Tabicón de concreto reciclado es de menor tamaño, pero que en la mayoría de sus caracterizas es mejor que los del mercado, se determinó que su precio de venta fuera de \$6.00 pesos.

Comparando la fabricación de los Tabicones del Mercado, todos fueron fabricados mediante u proceso industrializado, utilizando diferentes tipos de procesos y materiales. Al aplicarle estos tipos de procesos al Tabicón de Concreto Reciclado probablemente sus características mejoren y su densidad disminuya.

Conclusión:

El Tabicón de Concreto Reciclado, al compararlo con los del mercado, se puede comprobar que es un elemento no estructural que posee mejor resistencia y absorción que los elementos no estructurales que se pueden encontrar en el mercado. La única deficiencia que tiene es su densidad, posee una densidad mayor que la de los tabicones del mercado; esta condición se puede solucionar al fabricar de formar industrializada el Tabicón de Concreto Reciclado. Tomando en cuenta todo lo anterior, se determinó que el precio del Tabicón de Concreto Reciclado debe de ser de \$6.00 pesos por pieza.

