

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL



Facultad de Arquitectura y Urbanismo
"Arq. Guillermo Cubillo Renella"

Maestría en Impactos Ambientales

TITULO

"Manejo sostenible de los residuos generados en las actividades de
construcción y demolición de edificaciones"

AUTOR

Juan José Pérez Arévalo

ASESOR

Ing. Pilar Ycaza Olvera

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO

2015

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

INSTITUTO DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTÍNUA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
“ARQ. GUILLERMO CUBILLO RENELLA”
MAESTRIA EN IMPACTOS AMBIENTALES

TEMA:

OBTENCIÓN DEL INDICADOR - IRCD Y DE CALIFICACIÓN – CRCD DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE EDIFICACIONES (RCD), APLICANDO LA METODOLOGÍA ESPAÑOLA DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA- ESPAÑA; INVENTARIO DEL VOLUMEN DE LOS RCD DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS CON PERMISOS MUNICIPALES EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, DEL AÑO 2005 AL 2009; Y, REINSERCIÓN Y RECICLAJE DE LOS RCD.

TITULO:

MANEJO SOSTENIBLE DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE EDIFICACIONES

AUTOR:

JUAN JOSÉ PÉREZ ARÉVALO

DIRECTORA DE TESIS:

ING. PILAR YCAZA OLVERA

AÑO 2009 – 2015

MAESTRIA EN IMPACTOS AMBIENTALES

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

MANEJO SOSTENIBLE DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LAS ACTIVIDADES
DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE EDIFICACIONES

La contaminación, es energía con formidable potencial para provocar daños
irreversibles...

Anónimo.

AGRADECIMIENTO

Muchas son las personas que contribuyeron a esta tesis de grado, pero hay unas quienes destacan por encima de todas: la Ing. Pilar Ycaza O., tutora de la presente tesis, cuyo conocimiento sobre la investigación científica y el manejo sostenible de las actividades de la construcción de edificaciones, constituyó una fuente constante de orientación y fortaleza; el Arq. Arturo Guerrero P. e Ing. Gabriel Cabezas V., fiscalizadores de las Obras Complementarias de la Iglesia Rectoral San Josemaría, por permitirnos realizar el estudio de caso.

Tengo una deuda profunda con la Iglesia Rectoral San Josemaría, vaya mi agradecimiento en su Principal, el Padre Rector José Marroquín Y., al Fondo de Cesantía del Magisterio Ecuatoriano – FCME, en su Principal, el Prof. Juan José Castello, a la Universidad de Guayaquil, que al admitirme, hizo posible que emprendiera la realización de este trabajo; vaya mi agradecimiento sincero a quienes conforman el Instituto de Postgrado de la Facultad de Arquitectura, en su decano Arq. Felipe Espinoza y de manera especial a su presidenta Ing. Eva Vélez A., a sus Miembros Ings. Modesto Medina S. y Henry Castillo, a la ex Directora Arq. Pilar Lupera M., al Tribunal de Sustentación de esta tesis: Ings. Nelson Olaya, Pablo Gallardo y Blga. Mercedes Romero.

Mi gratitud especial, para mi familia: Mercedes Moncayo M., María Mercedes Pérez M., Eva María Pérez M., a la autora de la parte digital de esta tesis, Narcisa Lescano Rosado, a la Ing. Julieta Calle Moran, correctora de pruebas de autoría de la tesis, al Ing. Alberto Vicente Chávez C., gestor del ensamblaje de esta investigación (encuestas y otros); y, a la Ing. María Teresa Palominos por su valioso aporte en lo ambiental.

“ Dios dispone a las personas precisas, en el momento preciso, para que se ayuden mutuamente”

Paulo Coelho

DEDICATORIA

...con eterno agradecimiento a Mons. Juan Ignacio Larrea Holguín,

Arzobispo de la ciudad de Guayaquil

A los Padres Rectores

Luis Martínez de Velasco Fariños y José Marroquín Yerovi,

...y en ellos a la juventud de mi patria,

para que no se conformen tan sólo con perseguir su propia calidad de vida,

si no que, leguen a sus hijos y los hijos de sus hijos...

un hábitat, en el que se sientan en su hogar,

y en el que disfrutar de un medioambiente sano y digno sea lo habitual...

Juan José Pérez Arévalo

NDICE GENERAL

	Página
INTRODUCCIÓN	
Antecedentes	1
Objeto de investigación.....	6
Justificación... ..	6
Premisa.....	7
Objetivos	7
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO	
1.1. Situación actual del tema	11
1.2. Gestión del medio ambiente urbano	16
1.3. Requerimiento de la gestión de residuos de construcción, demolición y mantenimiento de edificios e infraestructuras	19
1.3.1. Identificación y caracterización de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD.....	19
1.3.2. Cuantificación y minimización de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD.....	20
1.3.3. Valoración de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD.....	24
1.4. Modelo de evaluaciones de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD	25
1.4.1. Aplicación del modelo de evaluación de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD.....	26
1.5. Procedimiento de cuantificación de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD.....	26

1.6. Residuos peligrosos en la construcción: tipos y formas de manejo (gestores de residuos.....)	29
1.7. Marco legal ambiental.....	38

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Diseño de la investigación	48
2.2. Técnica de recogida de información y soportes	49
2.3. Levantamiento de información para el inventario de los RCD de las edificaciones construidas en la ciudad de Guayaquil, periodo 2005 - 2009	50
2.4. Determinación de la población y muestra	51
2.4.1. Tamaño de muestra.....	52
2.5. Diseño y elaboración de encuestas.....	54
2.6. Tratamiento analítico y procesamiento de los datos	55
2.7. Evaluación de los residuos sólidos – RCD, generados por la construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras	56

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

3.1. Encuestas para la evaluación de los residuos	59
3.1.1. Resultados de las encuestas a los profesionales.....	59
3.2. Encuestas para el diagnóstico de la gestión de residuos sólidos	64
3.3. Encuestas para el diagnóstico de normativa de residuos sólidos.....	65

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO DE CASOS

4.1. Aplicación de la metodología española de la universidad de Sevilla para la obtención del indicador – IRCD y calificación – CRCD de gestión de los residuos sólidos- RCD, en la construcción de los Edificios Multifamiliares del F.C.M.E. en la ciudad de Guayaquil	69
4.1.1. Información general del proyecto.....	69
4.1.2. Dimensiones del terreno.....	70
4.1.3. Características de los edificios.....	71
4.1.4. Área total construida.....	72
4.1.5. Especificaciones técnicas.....	72
4.1.6. Estimación de los residuos de construcción y demolición de los Edificios Multifamiliares del F.C.M.E, aplicando el Modelo Español de la Universidad de Sevilla	72
4.1.7. Obtención del indicador – IRCD y calificación – CRCD de gestión de residuos de construcción y demolición de los Edificios Multifamiliares del F.C.M.E	72
4.2. Inventario del volumen de RCD de las edificaciones construidas con permiso municipales de la ciudad de Guayaquil del año 2005 al 2009, aplicando el indicador – IRCD, obtenido en los edificios Bloques Multifamiliares del F.C.M.E.....	76
4.3. Experiencias con reciclados en la construcción de infraestructuras y edificaciones de la Iglesias Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer.....	79
4.3.1. Reinserción de los reciclados de hormigón, bloques, ladrillos y material pétreo; y, reciclado de los elementos de hormigón.....	80
4.3.2. Obtención de los materiales para la reinserción y reciclado de los residuos de demolición de hormigones, bloques, ladrillos y material pétreo.....	81

4.3.3. Diseño y fabricación del hormigón reciclado y natural.....	84
4.3.4. Características de los agregados para la elaboración del hormigón natural, reciclado y, reinserción de los residuos de hormigón, bloques, ladrillos y material pétreo.....	86
4.4. Plan de manejo de los RCD en el lugar de las edificaciones, vía del estudio de casos	91
4.4.1. Aporte a un plan de manejo de residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD	92
4.4.2. Diseño de un plan de manejo de residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD	94
4.4.3. Recomendaciones para la puesta en marcha y operación adecuada el plan de manejo de residuos de la construcción y demolición de edificaciones - RCD	102
4.4.4. Plan de seguimiento del manejo de residuos de construcción y demolición de edificaciones - RCD	104
4.4.5. Plan de manejo de residuos de la construcción y demolición de edificaciones - RCD en el lugar de la edificación, vía el caso de estudio de casos: Edificios Bloques Multifamiliares del F.C.M.E.	106

CAPÍTULO V

5. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO URBANÍSTICO GUAYAQUIL II, PROPIEDAD DEL FONDO DE CESANTÍA DEL MAGISTERIO ECUATORIANO

5.1. Introducción	116
5.2. Objetivos del plan de manejo ambiental	116
5.3. Estructura del plan de manejo ambiental	117
5.4. Resultados esperados	118
5.5. Plan de mitigación de impactos	118

5.5.1. Generalidad	118
5.5.2. Limpieza y desalojo de vegetación	121
5.5.3. Especificaciones para el movimiento de tierras.....	121
5.5.4. Especificaciones para prevenir contaminación hídrica	122
5.5.5. Especificaciones para los residuos	123
5.5.6. Mitigación del ruido en etapa de construcción.....	123
5.5.7. Mitigación de impactos por construcción de obras	125
5.5.8. Mitigación de impactos por tránsito vehicular y peatonal	126
5.6. Plan de manejo de los residuos de construcción y demolición (RCD).....	127
5.6.1. Identificación de los residuos de construcción y demolición (RCD)	127
5.7. Plan de capacitación ambiental	128
5.7.1. Manejo de equipos de: construcción, extintores y de protección personal.....	129
5.7.2. Instrucción a los trabajadores y empleados	129
5.8. Plan de abandono	130
5.8.1. Procedimiento específicos	130
5.9. Fichas de las medidas ambientales	130
5.9.1. Fichas de medida ambientales etapa de construcción	130
5.9.2. Fichas de las medidas ambientales para la etapa de operación y mantenimiento	131

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones	134
6.2. Recomendaciones	138

GLOSARIO	142-147
BIBLIOGRAFÍA.....	150-162
ANEXOS	165

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

1. Proceso de reutilización de los RCD	4
----------------------------------------------	---

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Esquema de metodología GBC	14
1.2. Gestión año 1998 de los RCD (en %)	18
1.3. Gestión a partir del 2000 de los RCD (en %)	18
1.4. Residuos peligrosos.....	30
1.5. Vertederos controlados.....	37
1.6. Plantas de valorización y reciclado	37

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Técnicas de recogida de información y soportes	50
-----------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO III

3. Resultados de las encuestas

3.1. No se clasifica los residuos por sus características	60
3.2. Destino final de los residuos	60
3.3. Desconocen la cantidad de RCD	60
3.4. No confeccionan planos de la ubicación de los RCD	61
3.5. Residuos de construcción y demolición utilizados en el mejoramiento de vías y rellenos de solares de invasiones.....	61
3.6. Destino final de los residuos	62
3.7. Destino final de los residuos	62
3.8. No son reutilizados peor aún reciclados.....	63

3.9. No tienen registros de generadores y recolectores	64
3.10. No contestaron sobre la cantidad de RCD, que genera la Ciudad de Guayaquil	65

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO DE CASOS

Página

4.1. Bloques Multifamiliares del F.C.M.E	69
4.2. Localización del terreno	70
4.3. Dimensiones del terreno	71
4.4. Áreas de construcción en la ciudad de Guayaquil.....	77
4.5. Permisos de construcción en la ciudad de Guayaquil desde el año 2005 hasta el 2009.....	77
4.6. Área de construcción en la ciudad de Guayaquil desde el año 2005 hasta el 2009	78
4.7. Residuos de construcción y demolición de la ciudad de Guayaquil desde el año 2005 hasta el 2009	78
4.8. Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer.....	80
4.9. Pavimentos con materiales reciclados	81
4.10.Obtención de los materiales reciclados de hormigón, bloques, ladrillos, materiales pétreos y finos.....	82
4.11. Comparación entre los áridos reciclados y los materiales naturales	84
4.12. Toma de muestras de hormigón natural.....	85
4.13. Toma de muestras de hormigón reciclado	86
4.14. Agregado grueso natural	86
4.15. Agregado fino natural.....	87

4.16. Materiales utilizados para los análisis por tamizado y granulométrico para el hormigón reciclado de los pavimentos y la re inserción de los residuos de hormigón, bloques, ladrillos y material pétreo en los rellenos...	88
4.17. Materiales para las pruebas de los reciclados de hormigón, bloques, ladrillos, materiales pétreos y finos.....	90
4.18. Gestión de los residuos de construcción y demolición-RCD	95
4.19. Residuos generados por la construcción y demolición.....	107

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Modelo de gestión de los residuos implementados en Sevilla, España.....	140
------------------------------------------------------------------------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Página

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

- 1.1. Propuestas de minimización de residuos de construcción y demolición (RCD), por la ejecución de edificaciones... 23
- 1.2. Residuos potencialmente peligrosos y otros 31

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

- 3.1. Destino final de los residuos 59
- 3.2. Destino final de los residuos 60
- 3.3. Destino final de los residuos 63

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO DE CASOS

- 4.1. Número de departamentos por Bloque 71
- 4.2. Áreas total construida 72
- 4.3. Residuos estimados de los Edificios Multifamiliares del F.C.M.E 74
- 4.4. Indicador – IRCD y calificación – CRCD de gestión de los residuos sólidos de los Edificios Multifamiliares del F.C.M.E, tomando en cuenta los desperdicios por excavación y limpieza 75
- 4.5. Indicador – IRCD y calificación – CRCD de gestión sólidos de los Multifamiliares del F.C.M.E, sin tomar en cuenta los desperdicios por excavación y limpieza. 76
- 4.6. Permiso de construcción en la ciudad de Guayaquil desde el año 2005 hasta el 2009..... 77
- 4.7. Área de construcción en la ciudad de Guayaquil desde el año 2005 hasta el 2009. 77

4.8. Área de solares construidos en la ciudad de Guayaquil desde el año 2005 hasta el 2009.	78
4.9. Volumen de RCD generaos por la construcción y demolición de las edificaciones de la ciudad de Guayaquil años 2005-2009, aplicando el indicador-IRCD, obtenido en los Edificios del F.C.M.E.	78
4.10. Reinserción recomendada de residuos de demolición de hormigones, bloques, ladrillos y material pétreo.	82
4.11. Proporcionamientos para hormigones con agregados gruesos reciclados y naturales; y, resultados obtenidos del hormigón reciclado y natural.	85
4.12. Resultados del análisis por tamizado del agregado grueso natural, obtenidos por la Empresa Asesoría y Estudios Técnicos C. Ltda.	87
4.13. Resultados del análisis por tamizado del agregado fino natural.....	88
4.14. Resultados del análisis por tamizado del agregado grueso de residuos de hormigón triturado	89
4.15. Resultados del análisis granulométrico de los reciclados de hormigón con bloques, ladrillos y finos.....	90
4.16. Resultados del ensayo nuclear de densidad de campo de los reciclados de hormigón con bloques, ladrillos y finos	91
4.17. Elementos indispensables en la elaboración de un plan de manejo de construcción y demolición	97

CAPÍTULO V

5. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO URBANÍSTICO GUAYAQUIL II, PROPIEDAD DEL FONDO DE CESANTÍA DEL MAGISTERIO ECUATORIANO

5.1. Niveles de presión sonora máximos para vehículos automotores	99
-------------------------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Reinserción recomendada de residuos de demolición de hormigones, bloques, ladrillos y material pétreo	135
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

ÍNDICE DE ANEXOS

Página

1. Ejemplo de un proceso de reciclaje a que deberán someterse los RCD	165
1.1. Criterios de diseño de plantas y selección de equipos para el reciclaje residuos de construcción RCD	172
1.1.1. Criterios económicos	173
1.2. Incentivos Fiscales y Arancelarios	176
2. Cantidades de obras y residuos previstos.....	180
3. Propuesta metodológica para la obtención de un índice de aprovechamiento de residuos en obras de rehabilitación en Andalucía.....	186
4. Una aproximación metodológica a la verificación en obra de la cuantificación de residuos de construcción en Andalucía	200
5. Caracterización de lixiviados productos de residuos sólidos de construcción	214
6. Jornada internacional sobre construcción sostenible	218
7. Línea Base Ambiental.....	224
7.1. Medio Físico	224
7.2 Clima	224
7.2.1 Temperatura	225
7.2.1.1 Viento	226
7.2.1.2 Nubosidad.....	227
7.2.1.3 Precipitación	227
7.2.1.4 Humedad Relativa	229
7.2.2. Tipos de suelo y su distribución	230
7.2.2.1. Geología y suelos	230
7.2.3 Hidrología	231
7.2.4 Calidad de Aire	234

ÍNDICE DE ANEXOS

Página

7.2.5. Nivel de Ruido	235
7.2.5.1. Criterios Auditables	236
7.2.6. Medio Biótico	237
7.2.6.1 Flora	238
7.2.6.2. Fauna	239
7.2.6.2.1. Avifauna	240
7.2.6.2.2. Ictiofauna	241
7.2.7. Medio Socio-económico	241
7.3. Identificación y evaluación de los impactos ambientales por la implantación del proyecto Urbanismo Guayaquil del FCME	243
7.3.1. Identificación de los impactos ambientales	243
7.3.1.1. Medio Físico	244
7.3.1.1.1. Calidad del aire	244
7.3.1.1.2. Calidad del Agua	244
7.3.1.1.3. Calidad del Suelo	244
7.3.1.1.4. Nivel de Ruido	245
7.3.2. Medio biótico	245
7.3.2.1. Medio socioeconómico	246
7.3.2.1.1. Salud y Beneficios	246
7.3.2.1.2. Empleo	246
7.3.3. Definición de las actividades generadoras de impactos ambientales	247
7.3.3.1. Urbanización del Conjunto Residencial	247
7.3.3.2. Edificios para la educación	248
7.3.3.3. Bloques multifamiliares	248
7.3.3.4. Villas	249
7.3.4. Criterios para la valoración de los impactos Ambientales	249
7.3.5. Evaluación de los impactos	250

ÍNDICE DE ANEXOS	Página
7.3.6. Componente físico	250
7.3.6.1. Impactos sobre la calidad del aire	250
7.3.6.2. Impactos por ruido	251
7.3.6.3. Impactos por manejo de desechos sólidos.....	252
7.3.6.4. Impactos sobre la calidad del suelo	252
7.3.6.5. Afectación a la infraestructura - red de transporte y comunicaciones.....	253
7.3.6.6. Afectación a la infraestructura - Red de agua potable.....	254
7.3.7. Componente biótico	254
7.3.7.1. Impactos sobre la flora.....	254
7.3.7.2. Impactos sobre la fauna.....	254
7.3.7.3. Afectación al Paisaje.....	255
7.3.8 Componente socioeconómico.....	255
7.3.8.1. Impactos sobre la salud y beneficios.....	255
7.3.8.2. Impactos sobre empleo.....	256
8. Reinserción – reciclaje de residuos.....	259
9. Lista europea de residuos. Capítulo de RCD de edificaciones.....	269
10. Especificaciones técnicas Edificios Multifamiliares F.C.M.E.....	273
11. Densidades de los RCD, en fases de ejecución y demolición.....	276
12. Calificación de desperdicios o pérdidas de materiales de construcción por la ejecución de edificaciones.....	283
13. Porcentaje de residuos de materiales de construcción de tres países, por la ejecución y demolición de edificaciones	286
14. Fichas ambientales etapa de construcción: Bloques Multifamiliares del FCME	289
15. Fichas ambientales etapa de operación y mantenimiento: Bloques Multifamiliares del FCME.....	303

ÍNDICE DE ANEXOS

Página

16. Costo total del plan de manejo ambiental: Bloques Multifamiliares del FCME	311
17. Residuos de construcción y demolición - RCD, generados en la demolición, construcción y rehabilitación (25%) de viviendas en (m ³ /m ²)	314
18. Total de permisos con propósitos de construcción en principales provincias del país	317
19. Elementos indispensables en la elaboración de un plan de manejo de construcción y demolición	320
20. Plan de manejo de RCD en el lugar de la Edificación: Bloques Multifamiliares del F.C.M.E	323
21. Medidas para la prevención de RCD en el sitio de la obra	329
22. Plan de seguimiento de manejo de residuos sólidos de construcción y demolición en el lugar de la edificación: Bloques Multifamiliares del FCME	333
23. Modelo de cuestionarios	335
23 – a.- Cuestionario a las empresas encargadas de la gestión de residuos de la ciudad de Guayaquil	336
23 – b.- Cuestionario a la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil	339
23 – c.- Cuestionarios a los profesionales vinculados con la construcción (Ingenieros y Arquitectos) de la ciudad Guayaquil.....	342
24. Resultado de las encuestas realizadas a la M.I. Municipalidad de Guayaquil en sus Direcciones: Aseo Urbano, Uso Específico y Vía Pública y Medio Ambiente	346
25.- Análisis de las encuestas realizadas a los profesionales vinculados con la construcción (Ingenieros y Arquitectos) de la ciudad Guayaquil	349
26.- Requerimientos para el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de residuos de construcción y demolición	355

ÍNDICE DE ANEXOS

Página

27. Plan de seguimiento de manejo de residuos sólidos de construcción y demolición en el lugar de la edificación	359
28. Medidas para la prevención de RCD en el sitio de la obra: Bloque Multifamiliares del FCME	362
29. Categorías principales contempladas en la GBTool para la edificación y desarrollo sostenible de las viviendas	366
30. Residuos generados por la construcción y demolición (RCD) de edificaciones de la ciudad de Guayaquil.....	369
31. Pavimentación de calles obra popular con carácter emergente 13 sectores/2010	372
32. Material de desalojo del proyecto “Construcción del intercambiador de tránsito en la Av. De las Américas y Av. Benjamín Rosales”	377
33. Operativo de desalojo de RCD en el sector de la Isla Trinitaria	383
34. Operativos volquetas, rellenos clandestinos con RCD en las riveras del salado.....	387

FIGURAS DE ANEXOS	Página
1. Esquema general de una planta de trituración fija de RCD.....	150
2. Acopio de materia prima	151
3. Obtención de los agregados	151
4. Elaboración de bloques	152
5. Temperatura mensual promedio, Guayaquil	203
6. Frecuencia de vientos predominantes	204
7. Dirección y fuerza del viento	205
8. Precipitación en la ciudad de Guayaquil	206
9. Gráfico de precipitación de Guayaquil 2009.....	207
10. Humedad relativa promedio de la ciudad de Guayaquil	208
11. Urbanización Guayaquil II, propiedad del FCME.....	211
12. Plano de la urbanización Guayaquil II, propiedad del FCME.....	212
13. Equipo electrónico para medir la temperatura.....	214
14. Vegetación existente en el sitio del proyecto del FCME.....	217
15. Presencia de aves: tirano tropical	218
16. Presencia de peces comunes en las riberas de los ríos Daule y Babahoyo...	219
17. Total de permisos con propósitos de construcción.....	272
18. Residuos generados por la construcción y demolición (RCD), desalojos clandestinamente	305

ÍNDICE DE TABLAS DE ANEXOS

Página

1. Cantidades de obras y residuos previstos	163
2. Coeficiente de conservación de unidades de medidas del proyecto, a Unidades de residuos por la construcción y demolición (RCD) de edificaciones	165
3. Serie histórica climatológica	207
4. Normas de calidad de aire para CO, SO ₂ , NO ₂ y PM ₁₀ vigentes en Ecuador.....	213
5. Niveles de ruido permisibles.....	214
6. Niveles máximos de ruido permisibles según uso de suelo	215
7. Población Guayaquil período 2001 - 2010.....	220
8. Niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo	223
9. Criterios de valoración de impactos.....	227
10. Lista Europea de residuos	243
11. Especificaciones técnicas Edificios Multifamiliares FCME	245
12. Densidades de los residuos por la construcción y demolición de edificaciones (RCD), en fase de ejecución y demolición.....	246
13. Calificación de desperdicios o pérdidas de materiales de construcción por la ejecución de edificaciones.....	251
14. Porcentajes de residuos de materiales de construcción de tres Países, por la ejecución y demolición edificaciones	252
15. Medida uno etapa de construcción	253
16. Medida dos etapas de construcción.....	254
17. Medida tres etapas de construcción.....	255
18. Medida cuatro etapas de construcción.....	256
19. Medida cinco etapas de construcción	257

ÍNDICE DE TABLAS

Página

20. Medida seis etapas de construcción	258
21. Medida siete etapas de construcción	259
22. Medida ocho etapas de construcción	260
23. Medida nueve etapas de construcción	261
24. Medida diez etapas de construcción	262
25. Medida once etapas de construcción	263
26. Medida doce etapas de construcción	264
27. Medida uno etapa de operación y mantenimiento	265
28. Medida dos etapas de operación y mantenimiento	266
29. Medida tres etapas de operación y mantenimiento	268
30. Medida cuatro etapas de operación y mantenimiento	269
31. Medida cinco etapas de operación y mantenimiento	270
32. Medida seis etapas de operación y mantenimiento	260
33. Costo total del plan de manejo ambiental	271
34. Residuos de construcción y demolición (RCD), generados en la demolición, construcción y rehabilitación (25%) de viviendas en m ³	272
35. Elementos indispensables en la elaboración de un plan de manejo de construcción y demolición	273
36. Plan de manejo de residuos de construcción en el lugar de la edificación en el lugar de la edificación	274
37. Medidas para la prevención de residuos de la construcción y demolición en el sitio de la obra	278
38. Plan de seguimiento de manejo de residuos sólidos de construcción y demolición en el lugar de edificación	280
39. Resultado de las encuestas realizadas a la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil en sus direcciones: Aseo Urbano, Uso específico y Vía Pública y Medio Ambiente	295

ÍNDICE DE TABLAS

Página

40. Requerimientos para el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición	299
41. Plan de seguimiento de manejo de residuos sólidos de construcción y demolición en el lugar de la edificación	301
42. Medidas para la prevención de residuos de la construcción y demolición en el sitio de la obra	303
43. Categorías principales contempladas en la GBTool para la edificación y desarrollo sostenible de las viviendas	304

ÍNDICE DE SIGLAS	Página
R.C.D (Residuos de construcción y demolición).....	2
IRCD (Indicador residuos de construcción y demolición).....	6
CRCD (Calificación residuos de construcción y demolición).....	6
F.C.M.E (Fondo de Cesantía del Magisterio Ecuatoriano).....	6
GBC (Green Building Challenge).....	11
IISBE (Internacional Initiative for a sustainable built environment)	12
E.D.A (European Demolition Associations).....	18
IRAM Instituto de Racionalización Argentina de Materiales	20
ASTM American Society for Testing and Materials.....	20
DIN Deutsches Institut für Normung', o bien, "Instituto Alemán de Normalización.....	20
EPA Environmental Protection Agency	20

RESUMEN

La investigación presente está concebida para que los promotores, diseñadores y constructores quienes tienen la responsabilidad de concebir edificaciones sostenibles y aprovechar los recursos naturales y reciclados, tratando de minimizar los impactos ambientales negativos en el medio ambiente y sus habitantes, tomen en consideración todos los elementos que conllevan realizar edificaciones amistosas con la naturaleza y su entorno.

El diseño, la construcción y el mantenimiento de los edificios causan un gran impacto en el medio ambiente y los recursos naturales. Las edificaciones y los lugares de trabajo y ocio son fuentes de contaminación; este daño a la naturaleza podría reducirse tomando en cuenta ciertas normas durante la planificación, construcción de edificaciones nuevas para favorecer una relación armónica entre los ocupantes (confort), el hábitat (respeto a los ecosistemas) y el medioambiente (impactos directos mínimos); lo cual resulta, muchas veces, complejo, pero no imposible de realizar; esta tesis de grado tiene esta orientación, concebida como una base para la discusión entre profesionales, la comunidad y las autoridades.

Los objetivos que se plantean van dirigidos a reducir los impactos ambientales negativos ocasionados por la construcción y demolición de las edificaciones, igual de lo que se podrían y deberían hacer en cuanto a minimizar y mitigar dichos impactos. Para esto, se desarrolló un plan de manejo de residuos de la construcción y demolición en el lugar de la edificación y su destino final, con aplicación al estudio de un caso: Edificios Multifamiliares del Fondo de Cesantía del Magisterio Ecuatoriano - FCME, en

cuanto a la identificación, caracterización, cuantificación y evaluación de los residuos sólidos, mal llamado escombros generados por la construcción de edificaciones.

Para complementar el estudio se incluye un glosario de términos y 34 anexos, y la bibliografía correspondiente y seleccionada.

SUMMARY

This research is intended for developers , designers and builders who have the responsibility to design sustainable buildings and use of natural resources and recycled trying to minimize impacts on the environment and its inhabitants, we take into consideration when building all the elements that involve the conduct friendly buildings with nature and their environment.

The design, construction and maintenance of buildings make a big impact on the environment and natural resources. The buildings we inhabit and our places of work and leisure are sources of pollution, but the damage to nature could be reduced if we take into account certain standards when constructing new buildings and thus promote a harmonious relationship between the occupants (comfort) habitat (respect to ecosystems) and the environment (minimum direct impacts); which is often complex, but not impossible to do; this thesis has this orientation, so we conceive as a basis for discussion among professionals, the community and the authorities.

The objectives proposed are aimed at reducing the environmental impacts caused by the construction and demolition of buildings, like what we can

and should do as to minimize and mitigate such impacts.

For this, we have developed a management plan for construction waste and demolition at the site of the building and its final destination, with application to a case study: Multifamily Buildings Unemployment Fund of the Magisterium Ecuador - FCME, in terms of identification, characterization, quantification and evaluation of solid waste generated by the construction of buildings.

To complete the study, we have included a glossary of terms and 34 annexes, and the corresponding and selected bibliography.

Introducción



Introducción

Antecedentes

Objeto de investigación

Justificación

Premisa

Objetivos

Antecedentes

Desde su existencia, el ser humano ha tenido una relación directa con su entorno: dependiendo, en gran medida de las condiciones y los recursos de este entorno y a su vez, modificándolo por las actividades, sobre él, desarrolladas.

De ahí que toda actividad humana, incluida la desarrollada en las comunidades más pequeñas, demandan materiales, productos, energía y muchos elementos que deben ser extraídos de la naturaleza, devolviéndose, a cambio una serie de desórdenes ambientales, entre los que se destaca la contaminación, que no sólo causa desequilibrio en los sistemas urbanos y naturales, sino que también se introduce en el ámbito de toda una obra edificada (Llatas, 2012).

El crecimiento demográfico, especialmente del área urbana, demanda de infraestructura y edificaciones para cubrir las necesidades y la calidad de vida de sus ciudadanos pero, desafortunadamente estas actividades son las que más provocan impacto al ambiente, por la generación de una cantidad inmensa de residuos de construcción y demolición, constituidos por: tierra, áridos, restos de hormigón, restos de cerámica, ladrillos, vidrios, varillas de acero, yeso, tuberías, cartones y otros que al ser considerados como desechos (escombros) son eliminados sin importar su disposición final, siendo arrojados en cualquier lugar, obstruyendo vertientes naturales, cuerpos de agua o siendo quemados produciendo emisiones peligrosas, si estos contienen pinturas o aceites (Huete et al, 1998; Fontanel y García, 2006).

Por lo anterior, uno de los desafíos principales de la humanidad es conseguir la equidad del desarrollo económico con la conservación del medio ambiente, a fin de alcanzar un desarrollo sostenible justo y equitativo (Álvarez, 2003).

Para llevar a cabo este objetivo es necesario, entre otros planteamientos, una gestión adecuada de los residuos, generando los mínimos posibles y los que se generen, tengan el máximo aprovechamiento a través de la reutilización, el reciclado y la valorización energética, debiendo ser mínima la cantidad que se destine a los vertederos (Huete et al, 1998; Fontanel y García, 2006), Anexo 12.

Por ello, es imprescindible la reutilización y el reciclaje de los residuos de la construcción y demolición – RCD, como lo realizan algunos países como Alemania, Dinamarca, España y Holanda, a partir del año 2000 (Llatas, 2012) Tabla 1.

Tabla 1. Estrategias de reutilización y reciclaje

REUTILIZAR	RECICLAR
Utilizar un material en un mismo estado, sin reprocesamiento de la materia.	Es un proceso donde materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas.
Ofreciendo las siguientes opciones:	Teniendo en cuenta:
Reutilización directa en la obra donde son generados los residuos	La composición de los residuos
Reutilización en otras obras (de la misma o de otra empresa constructora).	La disponibilidad de mercados para los materiales reciclados
Reutilización previa transformación	El clima político de la comunidad y la participación de la comunidad

Fuente: Estrategias de reutilización y reciclaje de residuos sólidos de construcción y demolición (GLINKA et al, 2006).

Las consecuencias de la no reutilización y el reciclaje de los RCD, se pueden resumir en los siguientes aspectos Tabla 2:

Tabla 2. Propuesta para el manejo integral de los RCD

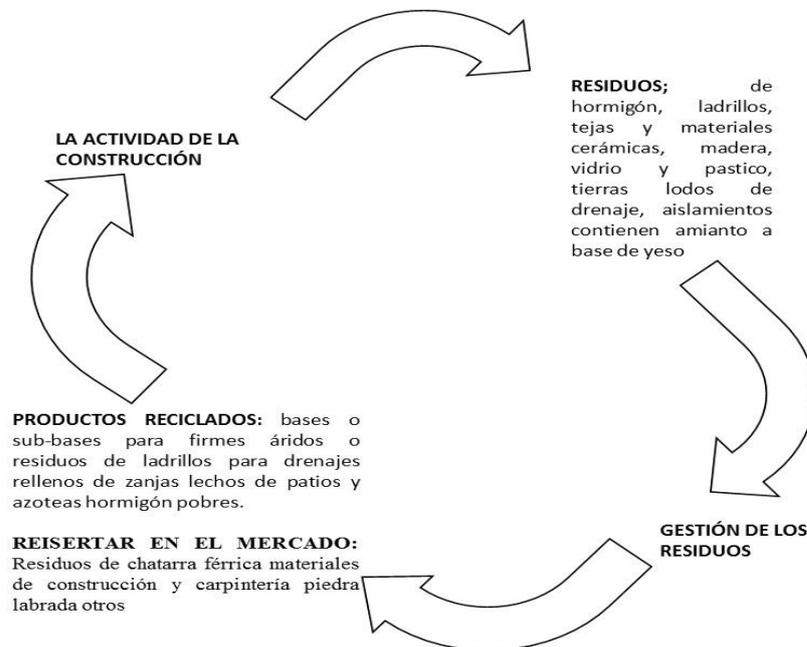
CAUSAS	EFFECTOS
Existencia de escombreras ilegales	Contaminación ambiental
Baja sensibilidad en cuanto al manejo de los residuos sólidos	Aumento de vectores y plagas
Inexistencias de tecnologías y sitios apropiados para el aprovechamiento.	Disminución en calidad de vida
Pocos sitios legales para la disposición final de los escombros.	Reducción en la vida útil de los sitios legales para la disposición final de los RCD.

Fuente: Propuesta para el manejo integral de los residuos de la construcción y la demolición (Cuchi, Sagrera, 2007).

- La escasez creciente de espacios adecuados para el vertido de estos y otros residuos;
- Su vertido, no clasificado adecuadamente e incontrolado; y,
- El no aprovechamiento de materiales (residuos), que aún no han cerrado su ciclo de vida. Anexos 30, 33 y 34.

La Figura 1, muestra la reutilización y el reciclaje de los residuos de la construcción y demolición de las edificaciones e infraestructuras - RCD (Vera, 2011).

Figura 1. Proceso de reutilización de los residuos de construcción y demolición



Fuente: Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de residuos de construcción y demolición en Almería (Vera, 2011)

Se hace necesario que las edificaciones que se construyan deban definir los niveles de confort, pero con la racionalidad y optimización máximas del consumo y control de los recursos propios y externos. Deben diseñarse, construirse, utilizarse, mantenerse y desconstruirse con criterios de sostenibilidad (Vera, 2011).

En los exteriores de las edificaciones, se tiene que dar respuesta a todas las necesidades intrínsecas a la función del edificio como son: el intercambio energético, la iluminación, la protección, la ventilación, entre otros (Cilento, 1996).

Para la construcción de las edificaciones, también se utiliza una gran cantidad de agua, así como durante la vida útil del edificio. Este es un bien vital cada vez más escaso y que será más en el futuro, por lo que, también, hay que cuidarlo al igual o quizás más que a los demás recursos, siendo este uno de los retos principales de los profesionales de la construcción de edificaciones e infraestructuras (Yeang, 1999).

Los retos en la carrera hacia una conciencia global en un mundo en crisis, deben sustentarse en los siguientes cuatro pilares (Rifkin, 2010):

- Las energías renovables;
- El desarrollo de construcciones autosustentables, donde los edificios tienen que generar su propia energía renovable y el reciclaje de sus aguas;
- Las empresas deben solidariamente compartir sus destrezas tecnológicas a sus pares en todo el globo terráqueo; y,
- La comunicación de la información virtual entre los países e individualmente, en todas sus formas sin egoísmos ni discrimin.

En diferentes países, la gestión de estos residuos ha resultado ser una buena práctica, ya que su manejo ha contribuido a disminuir el impacto negativo a su medio ambiente (Huete et al, 1998; Fontanel y García, 2006), Anexo 17.

En el Ecuador aún no se dado esta práctica, por lo que resultaría importante establecer políticas de manejo de estos residuos a fin de

disminuir los impactos negativos que generan, lo que reviste de interés a la presente investigación.

Objeto de investigación

El objeto de esta investigación, se centra en la obtención del indicador de los residuos de la construcción y demolición (IRCD) y la calificación (CRCD) de gestión de los residuos de construcción y demolición de edificaciones (RCD) y la reinserción-reciclaje de éstos, para minimizar los impactos ambientales ocasionados por la construcción y demolición de edificaciones, incluyendo sus fases de: diseño, construcción, mantenimiento y demolición, priorizando el reciclaje, el reuso y la recuperación de materiales Tabla 1, mediante la aplicación de la metodología española de la Universidad de Sevilla-España para la: identificación, caracterización, cuantificación y evaluación de los residuos sólidos, generados por la construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras, mediante el estudio de dos casos: la construcción de los edificios multifamiliares del F.C.M.E en la ciudad de Guayaquil y la construcción de las obras complementarias de la Iglesia Rectoral San Josemaría en la ciudad de Samborondón.

Justificación.

En la actualidad, la ciudad de Guayaquil no tiene un indicador - IRCD y la calificación – CRCD de la gestión de los residuos de construcción y demolición de edificaciones (RCD), para llevar a cabo su inventario. Esto implica que tampoco tiene una metodología para obtenerlos. Por esta

razón, se justifica la realización de esta investigación, incluyendo la reinserción y el reciclaje de los RCD, en la construcción de edificaciones e infraestructuras. Anexo 26.

Premisa

Contar para la construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras, una metodología para la identificación, caracterización, cuantificación, valorización y evaluación de sus residuos sólidos, con un indicador - IRCD y calificación – CRCD de gestión de residuos, contribuiría a minimizar los impactos ambientales negativos y a una adecuada construcción sostenible, dentro de su proceso edificatorio y con ello su valor de uso (Álvarez, 2003).

Objetivos

Objetivo general

Disminuir los impactos ambientales negativos ocasionados por la construcción y demolición de las edificaciones e infraestructuras para vivir en un ambiente saludable en lo posible libre de contaminación.

Objetivos específicos

- 1) Aportar con una metodología para minimizar y mitigar los impactos ambientales negativos ocasionados por la construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras,
- 2) Obtener un indicador IRCD y calificación CRCD de gestión de los residuos de construcción y demolición de las edificaciones (RCD) de los Bloques Multifamiliares del FCME: estudio de caso 1.
- 3) Aplicar la metodología, el indicador IRCD y calificación – CRCD de gestión de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras (RCD), en el inventario de los RCD de las edificaciones construidas en la ciudad de Guayaquil, entre los años 2005 al 2009.
- 4) Experiencias con reciclados en la construcción de las obras complementarias de la Iglesia Rectoral San Josemaría: estudio de caso 2.
- 5) Proponer un Plan de Manejo, para gestión de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras (RCD).

Capítulo I

Marco Teórico

Marco Teórico

- 1.1.** Situación actual del tema
 - 1.2.** Gestión del medio ambiente urbano
 - 1.3.** Requerimiento de la gestión de residuos de construcción, demolición y mantenimiento de edificios e infraestructuras
 - 1.3.1.** Identificación y caracterización de los residuos de construcción y demolición
 - 1.3.2.** Cuantificación y minimización de los residuos de construcción y demolición
 - 1.3.3.** Valoración de los residuos de construcción y demolición
 - 1.4.** Modelo de evaluación de los residuos de construcción y demolición
 - 1.5.** Procedimiento de cuantificación de los residuos de construcción y demolición
 - 1.6.** Residuos peligrosos en la construcción: tipos y formas de manejo
 - 1.7.** Marco legal ambiental
-

1.1. Situación actual del tema

El apogeo de la construcción de las infraestructuras y edificaciones, ha generado importantes cantidades RCD, muchos de los cuales, se han depositado en vertederos, en forma incontrolada e inadecuada, desperdiciando energía y material que se puede reciclar, y/o reutilizar, evitando la afectación del entorno: el paisaje, el suelo, el agua superficial y subterránea, el aire y la salud de las personas (Giménez, et al, 2010).

Entre otros métodos para la evaluación ambiental de los edificios en lo referente al manejo de los RCD, llamados residuos sólidos o escombros en nuestra Legislación, (definidos por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial – ONUDI, 2007, como residuos de construcción, constituidos por residuos de concreto, asfalto, bloques, arenas, gravas, ladrillo, tierra, hierro, madera, provenientes de los desechos de construcción, remodelación y/o demolición de estructuras, como edificios, residencias, puentes), contamos con el método Green Building Challenge (GBC), de construcción de edificaciones con desarrollo sostenible.

Entendiéndose por construcción sostenible: aquella que asegura la calidad ambiental y la eficiencia energética; y que, a su vez minimiza los impactos originados durante todo el ciclo de vida de las edificaciones: desde el diseño, la selección de los materiales y la fabricación, las técnicas de construcción, la ubicación de la edificación, su mantenimiento y la gestión de los residuos durante su vida útil o función y se derribe. (Álvarez, 2003).

El GBC coopera, a nivel mundial, con la evaluación sobre el comportamiento medioambiental de los edificios.

Este método fue propuesto por Canadá. Actualmente lo tiene a cargo el IISBE (www.iisbe.org). En sus inicios, fueron 26 los países que participaron en el proceso. Al año 2015 ya suman 160. Este método ha dado los siguientes pasos:

- A sus inicios de dos años, se realizó en Vancouver la Conferencia Internacional Green Building Challenge, octubre de 1998.
- Difusión de los resultados de la conferencia Sustainable Building 2000, celebrada en Maastricht (Holanda), octubre de 2000;
- Conferencia Sustainable Building 2002 celebrada en Oslo, septiembre de 2002.
- A partir de este evento, se han desarrollado reuniones anuales; en la última sesión WSB14 participaron más de 2300 delegados.

El GBC, se fundamenta en el análisis de datos del ciclo de vida de las edificaciones y las siguientes categorías medioambientales:

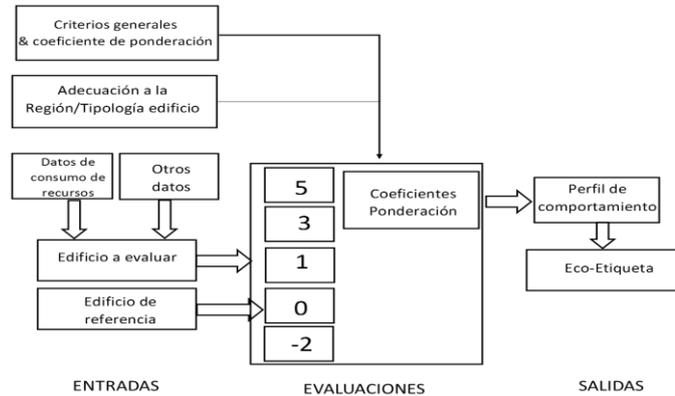
Para una mejor comprensión definiremos el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) o análisis de la cuna a la tumba, como una herramienta que estudia y evalúa el impacto ambiental de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia, estableciendo un balance ambiental con objeto de conseguir un desarrollo sostenible (Heijungs et al, 2010).

- Utilización de los recursos naturales y secundarios, estos últimos llamados así en razón que son reutilizados y reciclados; y, porque aún no han terminado su ciclo de vida (Vera, 2011).
- Cargas medioambientales directas,
- Calidad del ambiente exterior e interior,
- Calidad del servicio,
- Ahorro energético,
- Gestión de mantenimiento,
- Gestión del manejo de los RCD,
- Gestión de transporte, entre otros.

En cada una de las categorías, se establece los criterios de comparación, en una escala de créditos, el grado de cumplimiento de estas exigencias medioambientales (Álvarez, 2003), Anexo 29.

La importancia relativa de unos criterios respecto de otros, es determinada mediante una serie de coeficientes de ponderación asignados a todos y cada uno de los criterios de evaluación, como puede observarse en la Figura 1.1.

Figura 1.1. Esquema de metodología GBC



Fuente: Edificación y desarrollo sostenible. GBC: Un método para la evaluación ambiental de edificios. Informes de la construcción **Álvarez, 2003**.

La aplicación del método, provee las medidas sobre:

- El comportamiento global del edificio, con respecto a un grupo de indicadores de sostenibilidad, para su contraste con otros edificios de la región,
- El comportamiento medioambiental del edificio, con relación a los edificios en referencia,
- La metodología para el manejo de los residuos sólidos - RCD, tanto del interior, como del exterior de los edificios.

Los indicadores de sostenibilidad nos proporcionan señales para medir el progreso hacia objetivos que contribuyen conjuntamente al bienestar humano y al bienestar de los ecosistemas (Hodge, Hardi, & Bell. 1999). Sin embargo, es conveniente diferenciar los indicadores ambientales de los indicadores de sostenibilidad. Mientras que los indicadores ambientales señalan el estado y variación del medio ambiente, los

indicadores de sostenibilidad han de indicar, además, el estado y variación del sistema humano en relación con el sistema natural (Jiménez Herrera. 2000).

Es deseable que el Ecuador se adhiera a este proyecto (Green Building Challenge - GBC), ya que no tiene algún método a nivel nacional, mientras cada Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal realiza la gestión de sus RCD, de acuerdo sus ordenanzas y con lo que dispone el Ministerio Ambiente.

Con respecto al manejo de los RCD, la ciudad de Guayaquil no tiene una reglamentación específica, la ordenanza del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guayaquil lo maneja como disposición final de escombros. Producto de esto los generadores encargan a terceros para el desalojo de éstos, siendo su destino muchas de las veces solares abandonados, la vía Perimetral y los Esteros, ejemplo de esto, son los operativos que la M.I. Municipalidad de Guayaquil, realiza de manera permanente dentro de su perímetro urbano, Anexo 34.

El artículo 5 de la Ordenanza Municipal de la ciudad de Guayaquil establece que es responsabilidad de los generadores de escombros no peligrosos su recolección, transporte y descarga en el relleno sanitario "Las Iguanas", previamente autorizado por la Municipalidad, el mismo que resulta no útil, debido a que no le da ninguna utilidad a estos escombros, según la Legislación Ecuatoriana, como por ejemplo, su reciclaje para nuevos productos, que servirían para la construcción de nuevas edificaciones e infraestructuras (Giménez et al, 2010).

1.2. Gestión del medio ambiente urbano

La construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras es una actividad que contamina al medio ambiente; por ende, corresponde tomar medidas sobre sus efectos, las que deben dirigirse a minimizar los residuos del sector constructivo, que no son tóxicos, pero numerosos (Vera, 2011); por lo que, es necesario su control, siendo ésta la causa principal del aspecto deplorable que presentan los entornos de las ciudades, por ejemplo Guayaquil, ver Anexos 33 y 34 en un operativo de desalojo de escombros en el sector de la Isla Trinitaria.

La falta de control sobre los RCD tiene un impacto en el medio ambiente que merece ser enmarcado en los siguientes aspectos:

- Sobre el medio físico: los vertederos incontrolados de escombros alteran la calidad del aire (presencia de polvo, olores, etc.), la composición del suelo y la proliferación de insectos, roedores y otros agentes que afectan a la salud humana, ejemplo de esto la obstrucción de los drenajes de aguas lluvias y servidas, con consecuencias muchas veces graves.
- Sobre el medio económico: los vertederos incontrolados de escombros alteran las condiciones económicas de su entorno con una pérdida inmediata del valor de mercado de los bienes inmuebles próximos.
- Sobre el medio cultural: los vertederos incontrolados de escombros provocan una degradación de la calidad de vida en su entorno por el incremento de molestias como ruido, polvo, falta de higiene, inseguridad, contaminación estética, etc.

Pero no se trata sólo de un problema relacionado con la cantidad de los residuos, aunque su gestión está paulatinamente mejorando, se trata de un problema caracterizado por:

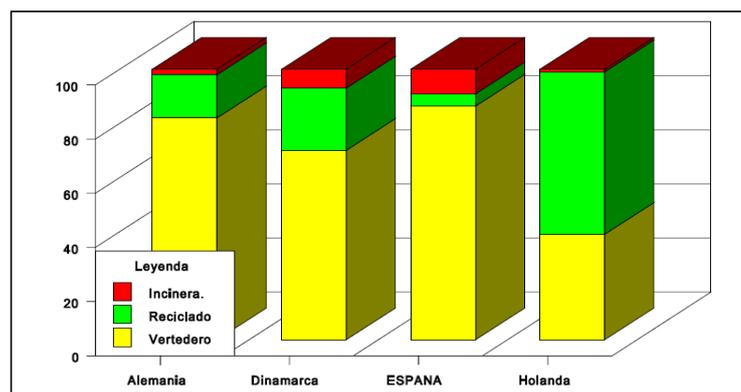
- Descontrol de la cantidad y las características de los residuos que se generan.
- Falta de información y colaboración de los agentes que intervienen en el proceso.
- Indiferencia a las consecuencias de la producción ilimitada de residuos.
- Infraestructura física insuficiente para su gestión adecuada.

Lo anterior promueve, la promulgación de Ordenanzas Municipales que permitan un proceso constructivo económico-ecológico, basado en el respeto al medio ambiente y que siguiendo directrices recogidas por la Legislación Nacional, que se encuadren dentro de los principios rectores de la estrategia comunitaria de gestión de residuos (Moreno, 2009):

- La prevención: reduciendo la producción unitaria de los residuos en cada una de las fases del proceso constructivo: el diseño, la planificación, la ejecución y demolición, mediante la aplicación del principio de responsabilidad de su gestión correcta a los generadores de los residuos.
- La valorización de los RCD: desarrollando medidas que propicien el empleo de los residuos como materia prima secundaria mediante su reutilización o reciclado.
- La eliminación compatible: estableciendo vertederos para el depósito de los residuos no recuperables, de forma compatible con el medioambiente.

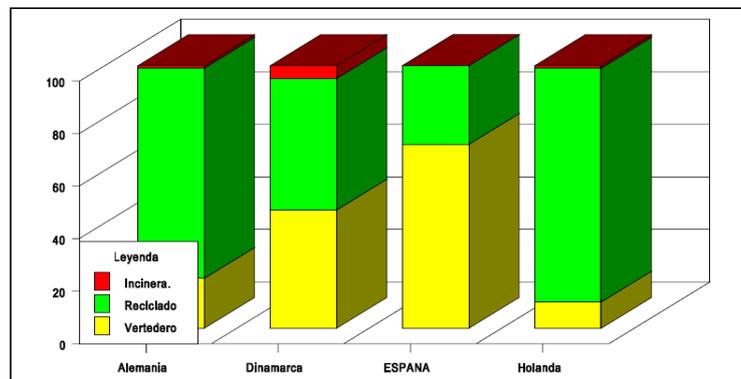
Las dos siguientes Figuras 1.2 y 1.3, muestran un estudio realizado por la EDA (European Demolition Associations) sobre las gestiones a los residuos de construcción y demolición durante el año 1998 y el destino esperado con la gestión de residuos a partir del año 2000 en los países de: Alemania, Dinamarca, España y Holanda.

Figura 1.2. Gestión año 1998 de los RCD (en %).



Fuente: EDA (European Demolition Associations)

Figura 1.3. Gestión a partir del 2010 de los RCD (en %).



Fuente: EDA (European Demolition Associations)

Estos son los objetivos propuestos por la EDA, en que prevalece el incremento rotundo del reciclaje y la disminución del material a evacuarse en los vertederos y a incinerarse. Es de esperar que nuestro país

emprenda acciones como ésta para dar solución a la gestión insegura de sus residuos.

1.3. Requerimiento de la gestión de residuos de construcción, demolición y mantenimiento de edificios e infraestructuras

Según estudios de la gestión de los RCD de edificios e infraestructuras, también conocidos como residuos inertes o escombros, se requiere que sean sometidos a una gestión de reutilización y reciclaje. El Anexo 1, muestra un ejemplo del reciclaje a que se deberán de someterse los RCD, además de un cambio de estrategias del sector constructivo. Este cambio que debe incluir la fabricación de materiales utilizando materia prima secundaria obtenida de los RCD, siendo esta condición imprescindible para cerrar los ciclos de vida de los residuos. (Fernández, 2005).

Por lo anterior, cabe destacar el esfuerzo que deberán realizar todos los actores del proceso constructivo, incluidas las industrias asociadas, para dar respuesta con construcciones sostenibles (aquella que asegura la calidad ambiental y la eficiencia energética), al derecho que la comunidad tiene y demanda.

1.3.1. Identificación y caracterización de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD

La clasificación de los RCD, para su inclusión en las diferentes etapas de la construcción de una obra, se la realiza a través de su caracterización,

que permite la identificación mecánica, física, química, mineralógica, ambiental y otras, de los residuos sólidos y/o desechos, según la Legislación Ecuatoriana de la construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras (Botasso y Fensel, 1900). Aclarando que la concepción tradicional de los desechos que implicaban su desalojo cambia a residuos aprovechables dentro de la concepción de la sostenibilidad.

Por lo anterior, es vital definir y en caso de ser necesario revisar y/o ampliar, con base a Normativas Internacionales, la Legislación Local o Nacional (aunque, en general, las normas IRAM, ASTM, DIN y EPA contienen los aspectos normativos necesarios), en lo referente a lo ambiental, para observar la posibilidad de la presencia de contaminantes o la formación de nuevos compuestos, por la combinación de las sustancias en el depósito, ante la presencia del agua u otros agentes.

Resulta muy beneficioso separar los RCD clasificados, triturados y tratados, en listas de nuevos materiales disponibles para la construcción. Esta lista, en algunos países, se codifica y comercializa bajo esa codificación (Llatas, 2012).

1.3.2. Cuantificación y minimización de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras – RCD

La arquitectura e ingeniería, además de los constructores clandestinos, son los generadores principales de los RCD en el Ecuador, Anexo18, 31 y 32. De ellos, el 90% son reciclables, según esta investigación (estudio de

los bloques multifamiliares del F.C.M.E.), pero, sin embargo, no se los recicla por diferentes motivos. En esta tesis, se investigó a través de la determinación del índice IRCD de gestión de los RCD (obtenido en el estudio de caso de los bloques multifamiliares del F.C.M.E), lo que produce la ciudad de Guayaquil mediante las construcciones realizadas durante el periodo 2005-2009.

El análisis de ecoeficiencia es, también otro instrumento desarrollado para la cuantificación de estos residuos, especialmente cuando se trata de sistemas de reciclaje, según Lehni (2000); estos sistemas emplean numerosas empresas de productos y fracciones de material.

Para la identificación y cuantificación de los RCD, los expertos recomiendan agruparlos en tres grupos (Vera, 2011 y Llatas, 2012):

- La estructura: varillas de refuerzo, madera de encofrado, hormigón, fundas de papel, bloques, ladrillos y plásticos.
- Los acabados: morteros, residuos peligrosos, madera de acabados, planchas de yeso, alambre galvanizado, porcelanato, entre otros.
- Los subcontratistas: tuberías de acero y plásticas, cables, plásticos, tachos de pintura, vidrios, cartones, entre otros.

En cuanto a la minimización, desde la perspectiva de la industria, los actores son (Huete et al, 1998):

- Los promotores del proyecto,
- Los propietarios del proyecto

- Los profesionales del diseño,
- Los actores del proceso constructivo; y,
- La comunidad, con su exigencia de no contaminar.

Todos ellos deben establecer la minimización de los RCD, a través de los sistemas de producción sostenible, con el medio ambiente y la mejora continua.

Huete et al (1998), propone algunas medidas para la minimización de los RCD Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Propuestas de minimización de residuos de construcción y demolición (RCD), por la ejecución de edificaciones.

FASE	TIPO DE RESIDUO	FACTOR DE ORIGEN	PROPUESTA
Recepción	Productos sobrantes. Calidad de suministro. Manejo inadecuado. Productos dañados	Compras equivocadas. Calidad inadecuada. Daños por transporte	Control de calidad de la gestión. Control de calidad del producto
Almacenaje	Productos inutilizados. Productos caducados. Daños, restos y pérdidas.	Gestión y organización inadecuadas.	Control de calidad de la gestión.
Ejecución	Materias primas y materiales. Envases y contenedores. Elementos y materiales auxiliares. Muestras pérdidas, roturas y derrames. Demoliciones parciales o totales.	Elaboración de mezclas. Empleo de elementos elaborados. Ejecución artesanal. Especificación insuficiente. Ejecución defectuosa. Errores de ejecución o información.	Empleo de mezclas preamasadas. Envases y contenedores retornables. Empleo de elementos prefabricados. Calidad del proyecto. Control de calidad del proceso.
Demolición	Restos de productos de grandes dimensiones. Restos de productos de dimensiones pequeñas.	Demolición por colapso: voladura o impacto. Demolición manual selectiva. Demolición por picado o trituradora.	Demolición selectiva: Desmontaje de elementos. Demolición por picado. Demolición por triturado.

Fuente. (Huete, R; Llatas, C.; López, J.A; Ponce, M. Universidad de Sevilla, 1998).

1.3.3. Valoración de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD

Una vez conocidos y evaluados la cantidad y el tipo de los RCD, se deben establecer líneas de actuación que contemplen su gestión integral y cuya aplicación dependerá de las especificaciones condicionantes, sean éstas económicas, sociales o culturales de cada territorio y situación, con el fin de incrementar la valorización de los residuos, para su transformación en materia prima secundaria (materiales obtenidos después del uso de los materiales extraídos de la naturaleza), para todo tipo de obras, sean estas públicas o privadas (Bilbao, 2012):

Tipos de residuos para edificaciones e infraestructuras:

- Áridos para la ejecución de pavimentos asfálticos,
- Sub-bases para la construcción de obras viales,
- Capas de rodadura para la ejecución de obras viales rurales,
- Tierra reforzada y relleno,
- Rellenos de zanjas, construcción de muros, formación de pendientes, etc.
- Áridos para la ejecución de elementos de hormigón,
- Áridos para la ejecución de bloques,

- Materia prima para la ejecución de tejas, ladrillos, baldosas, etc.

1.4. Modelo de evaluación de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras – RCD.

El modelo de evaluación, permite considerar, en el proyecto, otras alternativas de procedimientos constructivos que generen menos residuos. Estas alternativas sólo tienen sentido, si cumplen con las mismas exigencias constructivas y estructurales del proyecto, de tal manera, que el proyecto inicial no varíe, con respecto al proyecto final. El cuadro de exigencias del proyecto debe mantenerse.

Para relacionar unas alternativas con otras, se deben:

- Aplicar el mismo procedimiento de cuantificación aplicado para calcular los coeficientes,
- Considerar las mismas hipótesis de cálculo, sean éstas con valores absolutos o aproximados,
- Relacionar los valores estimados para determinar la alternativa más limpia de todas (Llatas, 2012).

Del análisis del origen del residuo, su clasificación, estimación de los costos de producción y cantidades producidas, se obtienen aquellas alternativas que sean más limpias.

1.4.1. Aplicación del modelo de evaluación de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD

Para la aplicación del modelo, en el estudio de caso: construcción de dos edificios multifamiliares, propiedad del Fondo de Cesantía del Magisterio Ecuatoriano – FCME, en la ciudad de Guayaquil; los porcentajes de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras, se obtuvieron de los siguientes países: Costa Rica, España (Castilla, Rafaela, Sevilla, U-Sevilla), Perú y Ecuador y la lista europea de residuos, Anexos 9 y 13.

1.5. Procedimiento de cuantificación de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RDC

Para cuantificar los residuos generados por la construcción y demolición de las edificaciones (RCD), se parte del procedimiento de cuantificación desarrollado en un modelo de presupuesto (Llatas, et al, 2012). Este modelo consiste básicamente en la transformación de las cantidades presupuestadas, en cantidades de residuos, Tabla 1.1, anexos: 2 (cantidades de obras y residuos previstos) anexo 3 (propuesta metodológica para la obtención de un índice de aprovechamiento de residuos) anexo 4 (una aproximación metodológica) anexo 5 (caracterización de lixiviados productos de residuos sólidos de construcción) y anexo 6 (jornada internacional sobre construcción sostenible).

En el año 2004, la Empresa de construcción DTI, con sede en el Reino Unido publica la Guía para contratistas, constructores y clientes, documento en el cual establece diez importantes pasos para la formulación de un plan de manejo de residuos en el lugar de la obra, los cuales son descritos a continuación (Plan de manejo de residuos de construcción y demolición en el lugar de la edificación, provincia de Córdoba-España, 2005):

1. Identifique quién es responsable de diseñar el plan de manejo de los residuos en el lugar de la obra y asegurarse de que el plan será llevado a la práctica.
2. Identifique los tipos y las cantidades de los residuos de la construcción y demolición - RCD, que serán producidos en todas las etapas del proceso constructivo.
3. Identifique las opciones de la gestión de los residuos de la construcción y demolición - RCD incluyendo una referencia, las opciones en lugar y fuera del lugar de la obra y preste particular atención a cualquier residuo peligroso producido.
4. Identifique los sitios y los contratistas para la gestión de los residuos de la construcción y demolición, para todos los residuos - RCD y asegúrese de que los contratos sean adecuados, acentuando la conformidad con las responsabilidades legales tales como el cuidado y manejo correcto de dichos residuos por parte de los contratistas.

5. Realice cualquier capacitación necesaria del personal de la empresa o capacitación impartida por los subcontratistas de modo que cada uno de los trabajadores entienda los requisitos de su plan de manejo de los residuos - RCD en el lugar de obra.

6. Determine los objetivos con porcentajes o cantidades de los residuos - RCD en el lugar de obra.

7. Determine las cantidades de los residuos, y de residuos - RCD producidos y compárelos contra su plan de manejo de los residuos - RCD en el lugar de la obra.

8. Supervise la puesta en práctica del plan de manejo de los residuos - RCD en el lugar de la obra, para cerciorarse de que todo está de acuerdo al plan; esté preparado para poner al día su plan; si las circunstancias cambian, aprenda de la experiencia día a día para ocasiones futuras.

9. Revise cómo funcionó el plan de manejo de los residuos - RCD en el lugar de la obra al final del proyecto e identifique los puntos de aprendizaje con sus colegas que puedan estar implicados en la preparación de planes de manejo de residuos (RCD) en el lugar de la obra de modo que puedan beneficiarse de sus experiencias también.

10. Finalmente, puede comparar los porcentajes alcanzados contra los planeados en su plan de manejo de los residuos - RCD en el lugar de la obra e identificar cuáles son los puntos a mejorar y cuáles cumplieron con las expectativas.

1.6. Residuos peligrosos en la construcción: tipos y formas de manejo (Gestores de residuos).

El estudio de gestión de residuos. El expediente no: 02-2011-0295 (2011) del ayuntamiento de Madrid-España, define como residuos peligrosos a los materiales que en cualquier estado sea físico o químico contienen sustancias que representan peligro para la salud humana, el entorno y los recursos naturales. Se consideran dentro de esta definición los envases y recipientes que posean restos de productos peligrosos. Estos residuos son resultantes del proceso: productivo, transformación, reciclaje, utilización o consumo y reutilización.

Según Lap, (2014) y Rodríguez et al, (2010), los residuos peligrosos tienen las siguientes características (Figuras 1): Corrosivas, Tóxicas, Venenosas, Reactivas, Explosivas, Inflamables, Biológicas infecciosas o irritantes.



Figuras 1.4. Residuos peligrosos (Rodríguez et al, 2010).

Tipos de residuos peligrosos en la construcción de edificaciones e infraestructuras

Según Lap, 2014) y Giménez et al, (2005), entre otros mencionamos los siguientes: baterías, pilas (plomo, níquel, cadmio, etc.), filtros de gasolina, aceite y petróleo, trapos / waypes impregnados con combustibles, lubricantes, asbestos, fibras de vidrio, envases de aceites, lubricantes, pintura, solventes, colas, lacas, perseverantes de madera, fluorescentes, restos de electrodos de soldaduras, materiales contaminados con sustancias peligrosas, madera tratada, transformadores y condensadores, piso de vinilo asbesto, los mimos que podemos observar en la Tabla 1.2 junto a su tratamiento y destino.

**Tabla 1.2. Residuos potencialmente peligrosos y otros (Lap, 2014;
Giménez et al, 2005)**

Residuos	Tratamiento	Destino
- Residuos biodegradables	Reciclado/Vertedero	Planta RSU
- Mezclas de residuos municipales	Reciclado/Vertedero	Planta RSU
Potencialmente peligrosos y otros		
- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)	Depósito Seguridad	Gestor autorizado de Residuos Peligrosos (RPs)
- Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	Tratamiento Fco-Qco	
- Mezclas Bituminosas que contienen alquitrán de hulla	Tratamiento/Depósito	
- Alquitrán de hulla y productos alquitranados	Tratamiento/Depósito	
- Residuos Metálicos contaminados con sustancias peligrosas		
- Cables que contienen Hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's		
- Materiales de Aislamiento que contienen Amianto	Depósito Seguridad	
- Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	Depósito Seguridad	
- Materiales de construcción que contienen Amianto	Depósito Seguridad	
- Materiales de Construcción a partir de Yeso contaminados con SP's		
- Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	Depósito Seguridad	Gestor autorizado RPs
- Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	Depósito Seguridad	
- Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	Depósito Seguridad	
- Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 1706 03	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
- Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas		Gestor autorizado RPs
- Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas		
- Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas		
- Absorbentes contaminados (trapos...)	Tratamiento/Depósito	
- Aceites usados (minerales no clorados de motor)	Tratamiento/Depósito	
- Filtros de aceite	Tratamiento/Depósito	

Tabla 1.2. Residuos potencialmente peligrosos y otros (Lap, 2014; Giménez et al, 2005) (continuación)

Residuos	Tratamiento	Destino
Potencialmente peligrosos y otros		
- Tubos fluorescentes	Tratamiento/Depósito	Gestor autorizado RPs
- Pilas alcalinas y salinas y pilas botón		
- Pilas botón	Tratamiento/Depósito	
- Envases vacíos de metal contaminados	Tratamiento/Depósito	
- Envases vacíos de plástico contaminados	Tratamiento/Depósito	
- Sobrantes de pintura	Tratamiento/Depósito	
- Sobrantes de disolventes no halogenados	Tratamiento/Depósito	
- Sobrantes de barnices	Tratamiento/Depósito	
- Sobrantes de desencofrantes	Tratamiento/Depósito	
Aerosoles vacíos	Tratamiento/Depósito	
- Baterías de plomo	Tratamiento/Depósito	
- Hidrocarburos con agua	Tratamiento/Depósito	
- RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03		

Disposición final de los RCD: escombreras o botaderos

Los vertederos o escombreras son depósitos construidos para albergar los residuos de la de demolición de edificaciones e infraestructuras (RCD) no utilizables (materiales inertes) y también los utilizables en nuestro país y de manera especial según las encuestas realizadas en esta investigación en la ciudad de Guayaquil.

Según **Lap, 2014; Giménez et al (2005)**, en el caso de materiales inertes es deseable emplear terrenos naturales, en razón de que el impacto ambiental, como la contaminación de aguas subterráneas y la dirección del viento y no son significativos, por el estado inerte de los residuos. El expediente no: 02-2011-0295 (2011) del ayuntamiento de

Madrid-España, recomienda que deben ser el estado y los gobiernos locales quienes elaboren planes de zonificación para este tipo de residuos, para que los ciudadanos tengan claro cuáles zonas son aptas para albergar a los residuos y en cuáles no.

Pero en el caso de escombros, materiales y elementos de construcción, demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación (caso Ecuador y la ciudad de Guayaquil), se debe buscar terrenos cuyo paisaje se encuentre degradado, tales como minas y canteras abandonadas. Se debe considerar siempre que, por los volúmenes que se van a disponer, se requieren áreas extensas, de preferencia en depresiones naturales fuera de cursos de agua o quebradas.

Según la UICN, Oficina Regional para Mesoamérica, los siguientes lineamientos básicos de diseño, ejecución y manejo ambiental de botaderos o escombreras deben de tomarse en cuenta al escoger el lugar que se utilice para este fin:

Lugar de emplazamiento

La elección del emplazamiento de un botadero se debe basar entre otros, en criterios técnicos, económicos, ambientales y socioeconómicos. En los criterios específicos más importantes se encuentra la distancia de transporte desde la explotación hasta la escombrera, que afecta al costo total de la operación; la capacidad de almacenamiento necesaria, que viene impuesta por el volumen de materiales inertes (estériles) a mover; las alteraciones potenciales que pueden producirse sobre el medio natural

y las restricciones ecológicas existentes en el área de implementación. Las consideraciones ambientales tienen mucha importancia por lo que han pasado a estar en algunos casos por encima de las económicas.

Tamaño y forma

La capacidad y la forma de los botaderos o escombreras será establecida por el volumen de materiales inertes (estériles) y RCD a albergar. Tal cantidad de material a albergar dependerá no solamente de la estructura geológica del sitio de construcción y de la topografía del área, sino también del valor económico de la remoción de escombros y los RCD.

Para determinar el tipo de escombrera o vertedero al que se deben enviar tras realizar las pruebas de admisión, se determina si esos suelos son admisibles en:

- Escombreras o vertederos de residuos peligrosos.
- Escombreras o vertederos de residuos no peligrosos.
- Escombreras o vertederos de residuos inertes.

Geología y capacidad portante

Sobre el sitio del asentamiento del botadero es preciso realizar una investigación de campo que corrobore la no existencia de mineral en el

subsuelo que pudiera ser económicamente explotable, y por otro lado recolectar muestras sobre las características geotécnicas de los materiales que constituirán la base del depósito. Particular atención requiere esta superficie de apoyo cuando está dispuesta naturalmente en forma de ladera. En estos casos y, para pendientes superiores a 10-15o, es normal realizar, aparte de la limpieza de las tierras, una serie de bancadas en forma escalonada para facilitar el asiento de los estériles o inertes, evitando deslizamientos potenciales a través de la superficie de contacto. Este proceso tiene dos etapas:

- La primera en la que se realizara un reconocimiento para identificar los afloramientos rocosos, la cubierta vegetal, los tipos de suelos, sugerencias de agua, áreas de baja permeabilidad, vestigios de hundimientos mineros, discontinuidades estructurales, y otros.
- La segunda en la que se efectuaran sondeos y calicatas, que servirán para conseguir información geológica del subsuelo y para la obtención de muestras para la realización de ensayos in situ o en laboratorio, los sondeos para el reconocimiento se deben realizar a profundidades superiores a los 5 o 7 m.

Como mínimo se deben conocer tres parámetros básicos, la cohesión, el ángulo de rozamiento interno y el peso específico aparente (seco y saturado), para estimar si la base de la escombrera puede soportar la sobrecarga que supone el peso de los estériles vertidos o si por el contrario es probable que se produce inestabilidades estructurales y movimientos de los materiales de la base que afecten a la estructura.

Método de selección del emplazamiento

La elección del área de implantación de la escombrera o vertedero, según la UICN, Oficina Regional para Mesoamérica y la Organización Panamericana de la Salud (2012), persigue diversos objetivos como son:

- Minimizar los costos de transporte y vertido.
- Alcanzar la integración y la restauración de la estructura en el entorno.
- Minimizar el área afectada.
- Evitar la alteración sobre hábitats y especies protegidas, etc.
- Definir las medidas de mitigación y manejo para disminuir el impacto paisajístico, de ruido y calidad del aire. Se debe considerar el uso de barreras visuales.
- Determinar y garantizar las obras de drenaje que sean requeridas tanto en el interior de la escombrera como en su perímetro, para garantizar la adecuada circulación del agua.
- Descargar escombros, materiales y elementos de construcción mezclados con otros residuos como basura, residuos líquidos, tóxicos, peligrosos, hidrocarburos, entre otros.

Habilitación de escombreras o vertederos

Según la Guía de divulgación para la gestión de los residuos de construcción y demolición en Cantabria (2010), las escombreras o vertederos de los RCD son habilitados por las municipalidades, bien en terrenos de propiedad municipal o de particulares, mediante acuerdos entre propietarios y ayuntamientos. Estos lugares están habilitados para recibir únicamente tierras, escombros o residuos inertes, pero en la práctica en la totalidad de los casos, los RCD vienen mezclados con otros

residuos, por ejemplo residuos urbanos, junto a restos de papel, cartón, plásticos, neumáticos, muebles, enseres domésticos e incluso residuos considerados peligrosos. Ello exige la intervención de una Entidad acreditada para estos trabajos, que desarrollará un estudio tendente a comprobar si el nivel de contaminación de las tierras es compatible o no con el uso que se dará al lugar de destino (Figuras 2), que en el caso de los RCD, pueden pasar a los siguientes procesos: valoración y reciclado (Figuras 3)



Figura 1.5. Vertederos controlados (Guía de divulgación, Cantabria, 2010).



Figuras 1.6. Plantas de valorización y reciclado de los RCD. (Guía de divulgación, Cantabria, 2010).

1.7. Marco legal ambiental

Para la ejecución de las obras de infraestructura y proyectos de edificaciones, se tomará en cuenta lo referente a los derechos ciudadanos establecidos en la Constitución Política del Estado, las regulaciones ambientales, sanitarias, viales y de salud, establecidas en los instrumentos legales vigentes en nuestro país y la ciudad de Guayaquil porque nuestros casos son vinculados a la Ciudad de Guayaquil.

En este Marco Legal se considerarán las siguientes leyes y normativas:

Constitución Política del Ecuador

La Constitución Política de la República del Ecuador, aprobada por la Asamblea Nacional Constituyente el 25 de julio de 2008 y publicada en el Registro Oficial No.449 del 20 de octubre del 2008.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

Art. 66.- Numeral 27 indica que se reconoce y garantizará a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

Art. 83.- Numeral 6. Señala que son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Ley de Gestión Ambiental

Publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 418 del 10 de septiembre del 2004.

Debe enfatizarse de gran iniciativa, disponer un capítulo dedicado a la evaluación de impacto ambiental y de control ambiental, en el cual se establece que todas “las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución por los organismos descentralizados de control” (Art. 19), requiriéndose de la respectiva licencia otorgada por el Ministerio del ramo. Para su obtención establece como requisitos: estudios, evaluación de impacto ambiental, evaluación de riesgos, sistemas de monitoreo, auditorías ambientales (Art. 21).

Los diversos organismos estatales y entidades sectoriales intervienen de manera activa en la descentralización de la gestión ambiental, prueba de aquello es que el Ministerio del Ambiente asigna la responsabilidad de ejecución de los planes a todas las instituciones del Estado que tienen que ver con los asuntos ambientales (Art. 13). Actualmente son los Municipios los que están actuando en este ámbito con la expedición de Ordenanzas Ambientales. Con esta medida el Estado espera ampliar su ámbito de acción y mejorar su efectividad.

De esta manera, queda establecida en esta Ley la obligatoriedad de elaborar un Estudio de Impacto Ambiental en toda obra que suponga un riesgo ambiental. En la actualidad, los Municipios del país están incorporando en sus Ordenanzas la exigencia de realizar este estudio en toda obra nueva.

Ley Orgánica de Salud.

Publicada en el Registro Oficial en el No. 457 del jueves 30 de octubre del 2008.

Art. 23.- Que la Constitución Política de la República dispone que el Estado reconoce y garantiza a las personas el derecho a una calidad de vida que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, saneamiento ambiental.

Ley de Régimen Municipal

Publicada en el Registro Oficial en el No. 166 del martes 21 de enero de 2014.

Ley orgánica reformativa al código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización -COOTAD- que define como autónomas a las Corporaciones Edilicias y establece entre sus responsabilidades, preparar un plan de desarrollo municipal destinado a prever, dirigir, ordenar y estimular su desenvolvimiento en los órdenes social,

económico, físico y administrativo. También se asigna a la Municipalidad la obligación de elaborar programas y proyectos específicos a realizarse en el cantón (Sección 2.a, Parágrafo 1°).

En este caso, los municipios y distritos metropolitanos, artículo 198 de la COOTAD, efectuarán su planificación siguiendo los principios de conservación, desarrollo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Art. 215: Ordenanzas y reglamentaciones sobre el uso del suelo, condiciones de seguridad, materiales, condiciones sanitarias y de otras de naturaleza similar.

El Artículo 149 de la COOTAD (Ley de Régimen Municipal), tiene relación con la salud y el saneamiento ambiental, ámbito dentro del cual el Municipio debe coordinar su actividad con otros entes públicos competentes, con los que actúa en forma compartida o excluyente, y en muchos de los casos subordinados a dichos Organismos. Así, el Artículo 149 establece: sección 1a. - "En materia de higiene y asistencia, la Municipalidad coordinará su acción con la autoridad de salud, de acuerdo a lo dispuesto en el Título III de la Administración Municipal; y, al efecto le compete": Literal j.- "Velar por el fiel cumplimiento de las normas legales sobre saneamiento ambiental y especialmente de las que tienen relación con ruidos, olores desagradables, humo, gases tóxicos, polvo atmosférico, emanaciones y demás factores que pueden afectar la salud y bienestar de la población".

Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

Publicada en el Registro Oficial Suplemento el No. 418 del 10 de septiembre de 2004.

La Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental contiene los siguientes reglamentos:

Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación del Suelo

Publicada en el Registro Oficial Suplemento el No. 418 del 10 de septiembre de 2004.

Formulado con el fin de determinar las medidas de control sobre las actividades que constituyan fuentes de deterioro y contaminación del suelo, en especial lo referente a la fabricación, importación, comercialización, y adecuado uso de plaguicidas, acondicionadores del suelo, y demás productos de uso agrícola.

Reglamento para la prevención y control de la contaminación por desechos peligrosos

Para normar la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos en las diferentes ciudades del país.

Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (Tulas)

Emitido mediante Decreto Ejecutivo No. 3399 del 28 de noviembre de 2002, publicado en el Registro Oficial No. 725 del 16 de diciembre del 2002.

Dicho Texto Unificado fue ratificado mediante Decreto Ejecutivo 3516 y publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 2 del 31 de marzo de 2003, cuerpo legal que contiene las Políticas Básicas Ambientales, Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental (Capítulo III, Título IV, Libro VI De la Calidad Ambiental), Normas técnicas ambientales para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Normas técnicas ambientales

Registro Oficial Suplemento No.2

Norma de Límite Permisible de Niveles de Ruido Ambiente para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles y para Vibraciones. Decreto N° 3.516 - Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas, fuentes móviles y para vibraciones (Anexo V, Libro VI: De la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Ecuador).

Establece además los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido en el ambiente, así como disposiciones generales en lo referente a la prevención y control.

Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición final de desechos sólidos no peligrosos. Decreto N° 3.516 - Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas, fuentes móviles y para vibraciones (Anexo V, Libro VI: De la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Ecuador).

Estipula normas para prevenir la contaminación del agua, aire y suelo, en general

Ordenanza de Uso del Espacio y Vía Pública del Municipio de Guayaquil.

Registro Oficial No. 68 del 18 de noviembre de 1992.

Ordenanza que establece los requerimientos técnicos mínimos así como las normas de funcionamiento para los establecimientos y sistemas dedicados a la recolección, clasificación, transporte y almacenamiento temporal en centros de acopio, comercialización y/o actividades de reutilización o reciclaje de los desechos sólidos recuperables no peligrosos en la ciudad de Guayaquil. Aprobadas el 22 y 29 de diciembre del 2009.

Ordenanza que norma el manejo y disposición final de escombros generados en la ciudad de Guayaquil. Aprobada el 7 y 14 de septiembre del 2006.



Marco Metodológico

Marco metodológico

- 2.1** Diseño de la investigación.
 - 2.2** Técnica de recogida de la información y los soportes.
 - 2.3** Levantamiento de la información para el inventario de los RCD de las edificaciones construidas en la ciudad de Guayaquil, período 2005 - 2009.
 - 2.4** Determinación de la población y muestra.
 - 2.4.1** Tamaño de la muestra.
 - 2.5** Diseño y elaboración de las encuestas.
 - 2.6** Tratamiento analítico y procesamiento de los datos
 - 2.7** Evaluación de los residuos sólidos, generados por la construcción y demolición de las edificaciones e infraestructuras (RCD)
-

2.1. Diseño de la investigación

El presente estudio, se enmarca dentro de la metodología cualitativa, porque trata de medir la profundidad de la relación entre las variables o los fenómenos en estudio y no su exactitud; tiene un carácter descriptivo porque trata de relacionar las variables o fenómenos en estudio pero sin llegar a determinar las causas de dicha relación y qué pretende revisar de forma completa y profunda, los acontecimientos o procesos significativos relacionados con el objeto del estudio, que tiene lugar en escenarios concretos.

Esta investigación, se circunscribe en la realidad de dos estudios de caso: la construcción de dos edificios bloques multifamiliares del F.C.M.E en la ciudad de Guayaquil y las experiencias con reciclado en la construcción de las infraestructuras y edificaciones de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer en la ciudad de Samborondón.

Este estudio no pretende la realización de predicciones, y búsqueda de verdades universales, sino, el desarrollo de una metodología, la aplicación de indicadores y el aprovechamiento de las experiencias con reciclados que se describen en dos casos particulares, en que la generalidad ocupa un lugar irrelevante (Guba y Lincoln, 1989).

Para el inventario y la gestión de los residuos generados por la construcción de edificaciones en la ciudad de Guayaquil, período 2005-2009, se recurrió a los cuestionarios: encuestas a los profesionales, funcionarios municipales y empresa de aseo urbano cantonal de

Guayaquil, encargada de la recolección de los residuos sólidos; los datos se volcaron al programa SPSS (Programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences, muy usado en las ciencias sociales, empresas de investigación de mercado, marketing e investigaciones que utilizan encuestas y entrevistas. Fue creado el nombre de Statistical Package for the Social Sciences (Pardo et at, 2005). Anexo 25.

2.2. Técnica de recogida de información y soportes

Para la recogida de la información y los soportes se utilizó la siguiente técnica (Vázquez y Ángulo s.f.):

Recursos: - objetos físicos: cámara fotográfica.

Estrategias: - interactivas y sociales: encuestas.

Observación: fotografías – imágenes: textos - documentos.

Soportes: cuaderno de campo y otros soportes

Las técnicas utilizadas de recogida de información en la presente investigación, se puede observar en la figura 2.1.

Figura 2.1. Técnicas de recogida de información y soportes



Fuente: Vázquez Recio y Angulo Rasco Universidad de Cádiz, España.

2.3. Levantamiento de la información para el inventario de los RCD de las edificaciones construidas en la ciudad de Guayaquil, período 2005 – 2009

El inventario de los residuos de construcción y demolición o RCD de las edificaciones construidas con permisos municipales, durante el período 2005 – 2009, de la ciudad de Guayaquil, se realizó con base a la siguiente información:

- Permisos otorgados por el GAD Municipal del Cantón Guayaquil para la construcción, remodelación y demolición de sus edificaciones en el período 2005 - 2009, con el objeto de obtener sus respectivas áreas (la cantidad de metros cuadrados construidos), durante éste período.

- Encuestas a profesionales de la ciudad de Guayaquil, vinculados con la construcción (arquitectos e ingenieros); para la determinación de la gestión “in situ” y destino final de los RCD.
- Encuesta a la empresa encargada de la gestión de los residuos del cantón Guayaquil para la determinación de los aspectos relacionados a la gestión de los RCD, desde el sitio de su generación hasta su disposición final.
- Encuesta a diferentes departamentos del Gobierno Autónomo Descentralizado – GAD del cantón Guayaquil en sus Direcciones: Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales, Uso del Espacio y Vía Pública y Medio Ambiente, a efectos de determinar los aspectos normativos y legales de la gestión de los RCD.

2.4. Determinación de la población y muestra

Para la cuantificación y evaluación de los RCD de las edificaciones en la ciudad de Guayaquil, en calidad de población o unidad de análisis, se incluyeron todas las edificaciones en proceso de construcción durante el período 2005 – 2009, que fueron consideradas a partir de los permisos otorgados con sus respectivas áreas durante estos períodos por el GAD Municipal del Cantón de Guayaquil para la construcción de sus edificaciones y el indicador de los IRCD obtenido en el estudio de caso: construcción de dos bloques multifamiliares del FCME.

Para la muestra de las encuestas a los profesionales, se consideró un muestreo probabilístico con un diseño estratificado por racimo, en base a: n profesionales responsables de las obras según los permisos otorgados durante el año 2009 por el GAD Municipal del Cantón de Guayaquil: 2.500 profesionales.

La muestra, para el diagnóstico de la gestión de los residuos sólidos generados por la construcción de edificaciones, obedeció a un muestreo no probabilístico, por tratarse de una sola empresa encargada de la gestión de estos residuos sólidos o desechos (Vachagnon), según la Legislación Ecuatoriana.

De igual forma, para el diagnóstico de los aspectos normativos de la gestión y el destino de los residuos sólidos generados por la construcción de las edificaciones, se realizó un muestreo no probabilístico a las diferentes Direcciones del GAD Municipal del Cantón de Guayaquil vinculadas con este aspecto.

2.4.1. Tamaño de muestra

Para el destino (encuestas a profesionales) de los RCD de las edificaciones en la ciudad de Guayaquil y el tamaño de la muestra, se fundamentó en tres aspectos:

- 1) Error permitido
- 2) Estimado nivel de confianza

3) Carácter finito o infinito de la población.

Las fórmulas generales para determinar el tamaño de la muestra, con base a las poblaciones, son las siguientes:

Para poblaciones infinitas (más de 100.000 elementos).

Para poblaciones finitas (menos de 100.000 elementos).

Para la investigación se utilizó la fórmula para poblaciones finitas.

$$n = \frac{z^2(p)(q)N}{e^2(N - 1) + p q (z)^2}$$

n = tamaño de la muestra con base a: z, p, q.

N = tamaño de la población y/o universo.

p = variabilidad del fenómeno (prevalencia) (60%).

q = complemento de p, en función de la unidad (100%-60%)
=40%.

e = precisión (5%).

z = varianza de la muestra, expresada como probabilidad de
ocurrencia (95%).

z = 1,65 (tabla probabilidades de una normal estándar).

No = valor obtenido con base a: z, p, q.

Obtención de No en base a: z, p, q.

$$N_o = z^2 p \times q / e^2$$

$$N_o = (1.65)^2 \cdot 0.60 \times 0.40 / (0.05)^2$$

$$N_o = 0,6534 / 0.0025 = 261,3600$$

$$N_o = 261,3600$$

Obtención de la muestra estratificada por racimo, con base a: n (tamaño de población).

n = muestra estratificada por racimo.

$$N = 2.500.$$

$$n = N_o / 0,95 + (N_o - 1) / N.$$

$$n = 261,3600 / 0,9500 + (261,3600 - 1) / 2.500.$$

$$n = 261,3600 / 0,9500 + 260,3600 / 2.500.$$

$$n = 261,3600 / 0,9500 + 0,1041.$$

$$n = 261,3600 / 1,0541 = 236,7177.$$

$$n = 247,9461.$$

Con base en este resultado, el número de las encuestas para los profesionales debe de ser de 250, cantidad algo mayor a 247,9461.

2.5. Diseño y elaboración de encuestas

El diseño y la elaboración de las encuestas, se orientó a los siguientes objetivos:

- a) La evaluación de los residuos sólidos.

- b) El diagnóstico de la gestión de los residuos sólidos.

- c) El diagnóstico de la normativa que rige le gestión de residuos sólidos

a) Para la evaluación de los residuos sólidos fueron diseñadas y elaboradas los cuestionarios que se presentan en el Anexo 23.

b) Para el diagnóstico de la gestión de los desechos sólidos fue diseñado y elaborado el cuestionario que se presenta en el Anexo 23-a.

c) Para el diagnóstico de la normativa que rige la gestión de desechos sólidos generados por las construcciones en la ciudad de Guayaquil, fue diseñado y elaborado el cuestionario presentado en el anexo 23-b.

2.6. Tratamiento analítico y procesamiento de los datos

Para el procesamiento de la información recogida en los cuestionarios a los profesionales, funcionarios municipales y empresa encargada de la recolección de los RCD fue sistematizada y procesada en el programa

estadístico informático SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), frecuentemente utilizado por las empresas de investigación de mercado.

2.7. Evaluación de los residuos sólidos – RCD generados por la construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras

La evaluación de los RCD generados por la construcción y demolición de las edificaciones e infraestructuras, se realizó mediante los siguientes pasos:

1. Identificación y caracterización de los desechos realizadas con visitas a obras (tanto de construcción como de demolición) en ejecución, a fin de corroborar la información obtenida de las encuestas a profesionales, aprovechando para la toma de las imágenes del tratamiento de la gestión de los residuos, que se adjuntan en el anexo 23-a (Residuos generados por la construcción y demolición RCD, edificios bloques multifamiliares y villas aledañas para compararlas con el anexo 30).
2. Obtención del indicador (IRCD) de los RCD, mediante el desarrollo del estudio de caso 1 en la construcción de dos edificios multifamiliares del FCME.
3. Inventario del volumen de RCD de las edificaciones construidas en la ciudad de Guayaquil entre los años 2005 y 2009, mediante aplicación del IRCD obtenido en el estudio de caso 1.



Resultado de las encuestas

Resultados de las encuestas

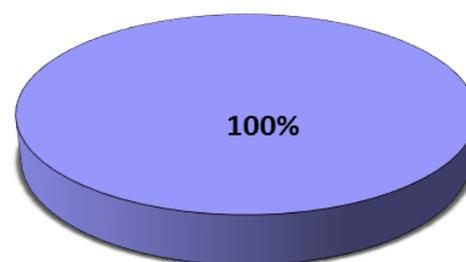
- 3.1.** Encuestas para la evaluación de los residuos sólidos.
 - 3.2.** Encuestas para el diagnóstico de la gestión de residuos sólidos.
 - 3.3.** Encuestas para el diagnóstico de la normativa de residuos sólidos.
 - 3.4.** Observaciones de campo
-

3.1. Encuestas para la evaluación de los residuos.

3.1.1. Resultados de las encuestas a los profesionales

El 100% de los profesionales Figura 3.1, respondió que los residuos obtenidos de la construcción de edificaciones no eran clasificados de acuerdo con las características de los materiales.

Figura 3.1. No se clasifica los residuos por sus características.



■ No se clasifica los residuos por sus características

Fuente: Diario "El Universo"

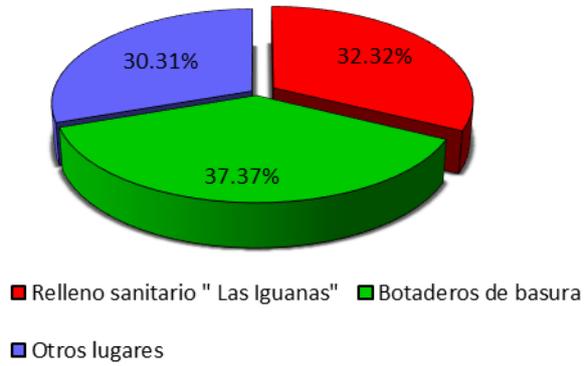
El destino final de éstos es, Tabla 3.1 y Figura 3.2:

Tabla 3.1. Destino final de los residuos.

Destino final de los residuos	
Botaderos de basura	37,37%
Relleno sanitario "Las Iguanas"	32,32%
Otros lugares	30,31%

Fuente: Diario "El Universo"

Figura 3.2. Destino final de los residuos.



Fuente: Diario "El Universo"

La mayoría de los profesionales Figura 3.3, desconoce la cantidad de RCD producidos.

Figura 3.3. Desconocen la cantidad de RCD.



Fuente: Diario "El Universo"

El 100% de los encuestados Figura 3.4, respondieron que no confeccionan planos de ubicación de los residuos de construcción y demolición (RCD).

Figura 3.4. No Confeccionan planos de la ubicación de los RCD.



Fuente: Diario "El Universo"

Según los encuestados Figura 3.5, el 12% de los residuos de construcción y demolición son utilizados para el mejoramiento de vías y el resto en rellenos de solares de invasiones

Figura 3.5. Residuos de construcción y demolición utilizados en el mejoramiento de vías y rellenos de solares de invasiones.



Fuente: Diario "El Universo"

Una encuesta realizada por el diario "El Universo" Tabla 3.2 y Figura 3.6, el 24 de agosto 2009, sobre este tema (el destino final de los residuos), revela que el 9,8% de la basura total que traslada la contratista Vachagnon

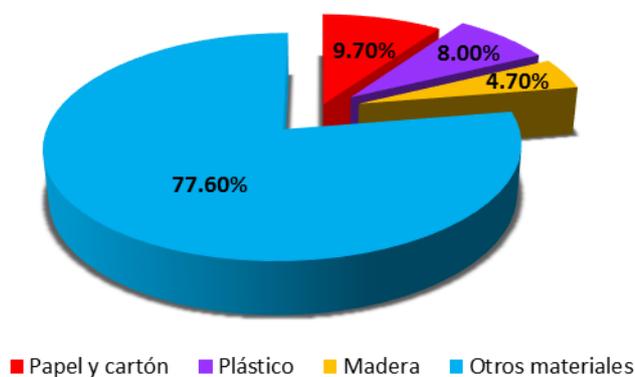
relleno sanitario “Las Iguanas” corresponde a materiales de construcción, que representan los siguientes porcentajes:

Tabla 3.2. Destino final de los residuos.

Papel y cartón	9,70%
Plásticos	8.00%
Madera	4,70%
Otros materiales	76.60%

Fuente: Diario “El Universo”

Figura 3.6. Destino final de los residuos.



Fuente: Diario “El Universo”

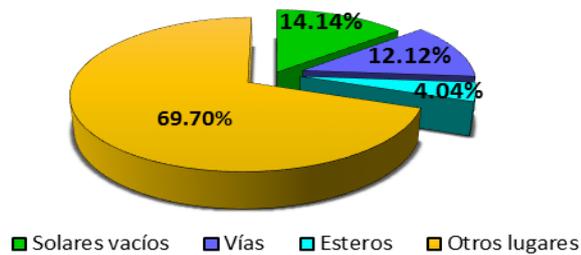
Los desechos Tabla 3.3 y Figura 3.7, como tierras, ladrillos comunes, maderas, hierros, papeles, plásticos, perfiles, mampostería y hormigón, sus generadores los depositan de manera clandestina en:

Tabla 3.3. Destino final de los residuos.

Desechos como Tierras, ladrillo comunes	
Solares vacíos	14,14%
Vías	12,12%
Esteros	4,04%
Otros lugares	69,70%

Fuente: Diario “El Universo”

Figura 3.7. Destino final de los residuos.



Fuente: Diario “El Universo”

Estos resultados reflejan que los residuos (mal llamados desechos) de la construcción de las edificaciones de la ciudad de Guayaquil, no son reutilizados y peor aún reciclados Figura 3.8, al contrario de lo que sucede en los países como Holanda, Bélgica o Dinamarca, que reutilizan o reciclan en un 90%, 87% y 81%, respectivamente.

Figura 3.8. No son reutilizados peor aún reciclados.



Fuente: Diario “El Universo”

3.2. Encuestas para el diagnóstico de la gestión de los residuos sólidos.

En cuanto a las encuestas realizadas a los funcionarios de las Direcciones: Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales, Uso Específico del Suelo, Uso del Espacio y Vía Pública y Medio Ambiente del GAD Municipal del cantón de Guayaquil estos contestaron, que:

- Existe un marco legal relacionado con los residuos de construcción y demolición. “Ordenanza que norma el manejo y disposición de los escombros generados por la construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras”; y,
- Tienen una oficina específicamente encargada tema para la supervisión y recolección de los desechos sólidos no peligrosos.

A la pregunta de que si tienen registro tanto de generadores como de recolectores Figura 3.9, éstos respondieron que no tienen registros.

Figura 3.9. No tienen registros de generadores y recolectores.



Fuente: Diario "El Universo"

Respecto a la cantidad de RCD que genera la ciudad de Guayaquil Figura 3.10, estos no contestaron sobre la cantidad de RCD, que genera la ciudad de Guayaquil.

Figura 3.10. No contestaron sobre la cantidad de RCD, que genera la ciudad de Guayaquil.



Fuente: Diario "El Universo"

3.3. Encuestas para el diagnóstico de la normativa de los residuos sólidos.

En la encuesta realizada a la empresa encargada de la gestión de residuos Vachagnon, sobre el destino de los materiales respondieron que:

- En su primera etapa, eran los contenedores ubicados en los diferentes sitios de la ciudad.
- En la segunda etapa, los transportaban los volqueteros calificados hacia el relleno sanitario "Las Iguanas",

En cuanto a la infraestructura que utilizaban para el depósito de los RCD, respondieron que:

- Utilizan los sectores B y B`, del relleno sanitario “Las Iguanas”.

De los resultados de las encuestas se concluye, que para el manejo de los residuos de construcción y demolición de las edificaciones e infraestructuras (RCD), la ciudad de Guayaquil no tiene ninguna reglamentación específica; la ordenanza del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guayaquil lo maneja como disposición final de escombros, por lo tanto el interés, mediante la investigación, presente de proponer un plan para la gestión, la reutilización y el reciclaje de estos RCD.

Capítulo 4

Estudio de casos

Estudio de casos

- 4.1.** Aplicación de la metodología española de la Universidad de Sevilla para la obtención del indicador - IRCD y calificación – CRCO, de gestión de los residuos sólidos – RCD, en la construcción de dos edificios multifamiliares del F.C.M.E, en la ciudad de Guayaquil.
 - 4.2.** Inventario del volumen de los RCD de las edificaciones construidas con permisos municipales de la ciudad de Guayaquil del año 2005 al 2009, aplicando el indicador-IRCD, obteniendo en los edificios multifamiliares del FCME.
 - 4.3.** Experiencias con reciclados en la construcción de las infraestructuras y edificaciones de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer en la ciudad de Samborondón.
 - 4.4.** Plan de manejo de los RCD en el lugar de las edificaciones, a través del estudio de casos.
-

4.1. Aplicación de la metodología española de la Universidad Sevilla para la obtención del indicado IRCD y calificación – CRCD de gestión de los residuos sólidos – RCD, en la construcción de los edificios multifamiliares del F.C.M.E en la ciudad de Guayaquil.

4.1.1. Información general del proyecto

Proyecto: bloques multifamiliares, Figura 4.1.

Figura 4.1. Bloques multifamiliares del F.C.M.E.



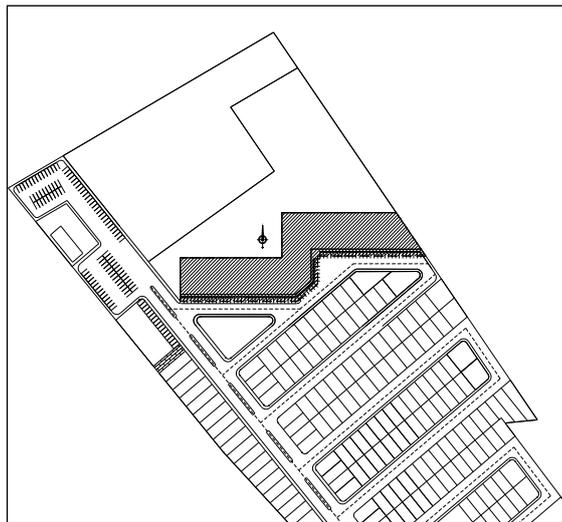
Fuente. Bloques multifamiliares del F.C.M.E.

Propiedad: Fondo de Cesantía del Magisterio Ecuatoriano de Guayaquil. F.C.M.E
Proyectista: Arquitecta Martha Copo - T.R.P.G-4056
Responsable técnico: Juan José Pérez Arévalo - R.P.01-G-867
Constructores: Asociación Civil Construfácil – Pérez

Localización del terreno, Figura 4.2:

Provincia: Guayas.
Cantón: Guayaquil.
Parroquia: Tarqui.
Urbanización: Guayaquil II.
Manzana: 01.
Solar: 004.

Figura 4.2. Localización del terreno.

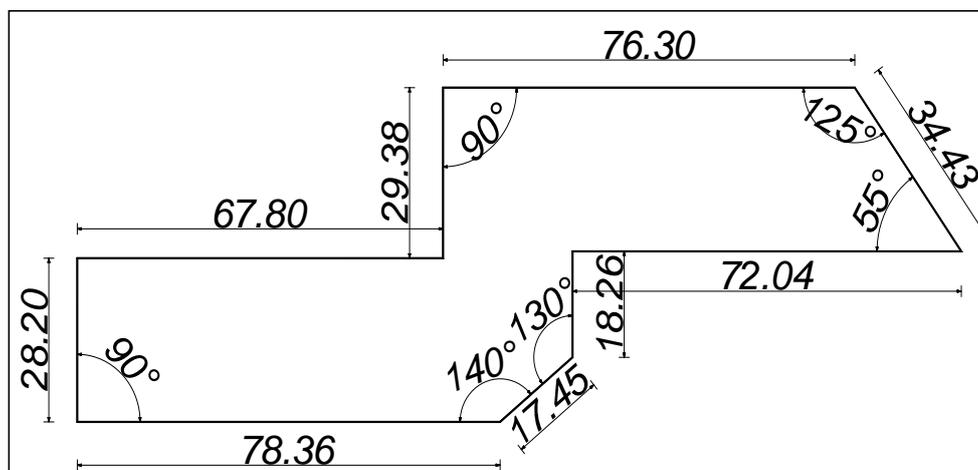


Fuente. Bloques multifamiliares del F.C.M.E.

4.1.2. Dimensiones del terreno, Figura 4.3:

El área de terreno es de 4.972,30 m²:

Figura 4.3. Dimensiones del terreno.



Fuente. Bloques multifamiliares del F.C.M.E.

4.1.3. Características de los edificios

Los dos edificios son de características arquitectónicas y estructurales iguales Tabla 4.1, pero para efectos de este estudio de valoración de los residuos de la construcción y demolición, se contempla como un solo edificio.

Tabla 4.1. Número de departamentos por bloque.

Plantas	Departamentos de 2 dormitorios	Departamentos de 3 dormitorios	Habitación del portero	Lavandería
Baja	4	8		
Primera alta	4	8		
Segunda alta	4	8		
Total	12	24	1	1

Fuente. Bloques multifamiliares del F.C.M.E.

4.1.4. Área total construida, Tabla 4.2:

Tabla 4.2. Área total construida.

	Departamentos de 2 dormitorios	Área c/Dep. (m ²)	Departamentos de 3 dormitorios	Área c/Dep. (m ²)	Hab. portero y servicios generales (m ²)	Lavandería (m ²)	Total edificios (m ²)
Baja	4	63,72	8	75,03	289,39	15,60	1.160,11
Primera alta	4	63,72	8	75,03	198,88	15,60	1.069,60
Segunda alta	4	63,72	8	75,03	198,88	15,60	1.069,60
Total bloques	12	764,64	24	1.800,72	1	1	
Total c/edif.		1.529,28		3.601,44	687,15	46,80	3.299,31
Total edificios							6.598,62

Fuente. Bloques multifamiliares del F.C.M.E.

4.1.5. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas, de los Bloques Multifamiliares del FCME, se encuentran en el Anexo 10.

4.1.6. Estimación de los residuos de construcción y demolición de los edificios multifamiliares del F.C.M.E, aplicando el modelo español de la Universidad de Sevilla.

La estimación de los residuos derivados del proceso de la construcción de los edificios multifamiliares, sin tener en cuenta otros residuos derivados de los sistemas de envío (tráiler, camiones y camionetas) de materiales,

embalajes de materiales, etc., y la generación de los residuos peligrosos como consecuencia del empleo de materiales de construcción que contienen amianto planchas de fibrocemento para el techado, y otros residuos derivados del uso de sustancias peligrosas como disolventes, aceites, pinturas, etc. y de sus envases contaminados, se muestran en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Residuos estimados de los edificios multifamiliares del F.C.M.E.

DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO		Porcentaje de desperdicios %	RESIDUOS ESTIMADOS	
	Cantidad			Cantidad	
	m ³	Kg.			m ³
EXCAVACIÓN Y RELLENO					
Excavación de cimientos y cisternas	1.929,77	1.929.700,00	100,00	1.929,77	1.929.700,00
HORMIGÓN					
Cimentaciones, pilares, vigas, losas, pilaretes y dinteles	1.218,88	2.803.424,02	10,49	127,86	294.079,18
Cubiertas	328,17	754.791,04	10,49	34,43	79.177,58
Acero	15,00	116.828,46	2,60	0,39	3.037,54
INSTALACIONES					
Eléctrica	19,46	1.309,94	2,21	0,43	28,95
Sanitaria	22,17	1.468,93	2,21	0,49	32,46
CONTRAPISO					
Hormigón simple	251,92	579.416,02	10,49	26,43	60.780,74
MAMPOSTERIA					
Paredes-bloques	1.008,90	1.816.020,00	5,00	50,45	90.801,00
ENLUCIDOS					
Interior-exterior-filos	2.119,62	3.815.316,00	10,00	211,96	381.531,60
TEJAS Y MATERIALES CERÁMICOS					
Cubiertas	0,69	1.242,00	6,50	0,04	80,73
Revestimiento-pisos	301,52	542.735,96	5,20	15,68	28.222,27
Revestimiento-paredes	88,45	159.210,00	5,20	4,60	8.278,92
Teja metálica	0,12	96,00	7,00	0,01	6,72

Fuente. Bloques multifamiliares del F.C.M.E.

**Tabla 4.3. Residuos estimados de los edificios multifamiliares del F.C.M.E.
(Continuación)**

DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO		Porcentaje de desperdicios %	RESIDUOS ESTIMADOS	
	Cantidad			Cantidad	
	m³	Kg.			m³
PINTURA					
Paredes tumbados y elementos estructurales	7,35	5.878,95	0,19	0,01	11,17
MADERA					
Encofrados, puertas y anaqueles	50,00	40.000,00	15,00	7,50	6.000,00
ESTRUCTURA METÁLICA					
Pantalla y losas de cubiertas	0,14	2.100,04	7,05	0,01	148,05
ALUMINIO Y VIDRIO					
Puertas y ventanas	3,40	3.231,58	0,19	0,01	6,14
TUMBADO					
Yeso tipo gypsum	49,89	62.362,54	8,57	4,28	5.344,47
VARIOS					
Limpieza general 0.50m³/m²	10,46	10.460,00	100,00	10,46	10.460,00
TOTAL DE RESIDUOS ESTIMADOS M³, CON EXCAVACIÓN Y LIMPIEZA					
	7.425,91	12.645.591,48	16,23	2,424,81	2.897.727,53
TOTAL DE RESIDUOS ESTIMADOS M³, SIN EXCAVACIÓN Y LIMPIEZA					
	5.485,68	10.705.431,48	6,38	484,58	957.567,53

Fuente. Bloques multifamiliares del F.C.M.E.

4.1.7. Obtención del indicador - IRCD y calificación - CRCD de gestión de residuos de construcción y demolición de los edificios multifamiliares del F.C.M.E.

En la Tabla 4.4, se muestra los resultados del indicador del RCD para el caso de estudio de los edificios multifamiliares del FCME, tomando en cuenta los desperdicios por excavación y limpieza, en función del área construida, la cantidad de residuos sólidos - RCD; y, el porcentaje de desperdicios.

Tabla 4.4. Indicador - IRCD y calificación - CRCD de gestión de residuos sólidos de los edificios multifamiliares del F.C.M.E,

Indicador	Cantidades			Total m³/m²	Calificación
	RCD m³	Área m²	Rubros		
IRCD	2.424,80	6.598,62	-	0,37	
CRCD	308,37	-	19	16,23%	ALTA

Simbología: IRCD = Indicador RCD; CRCD = Calificación RCD
 Formula RCD m³ = CRCD = (Porcentaje de desperdicios)*(# rubros).

Fuente. Bloques multifamiliares del F.C.M.E.

La cimentación, se efectuó con zapatas corridas de hormigón armado apoyadas en un relleno compactado de 1,50 m de profundidad, esta decisión conllevó la retirada de unos 1,929.77 m³ de arcilla negra, es decir más del 50% de los residuos que se generan a lo largo de toda la obra.

Si en este mismo proyecto, se hubiese efectuado una cimentación sobre un terreno firme, por ejemplo, sobre la roca existente hacia el sur de esta

misma urbanización. El volumen de los residuos hubiera descendido a 192,98 m³ (de la excavación para las zapatas y riostras), que significaría un 90% menos de excavación, 688,01 m³ es decir, 11,49% en vez del 16,23% de porcentaje de los desperdicios, Tabla 4.5.

Tabla 4.5. Indicador - IRCD y calificación - CRCDD de gestión de residuos sólidos de los edificios multifamiliares del F.C.M.E, sin tomar en cuenta los desperdicios por excavación y limpieza.

Indicador	RCD (m ³)	Cantidad		Total (m ³ m ⁻²)	Calificación
		Área (m ²)	Rubros		
IRCD	484,58	6.598,62	-	0.07	
CRCDD	121,22	-	19	6,38%	ALTA

Simbología:

IRCD= Indicador RCD

CRCDD= Calificación RCD

* Indicadores 10% de desperdicio por excavación

Fórmula RCD m³ = CRCDD = (Porcentaje de desperdicios)* (# rubros).

Fuente. Bloques multifamiliares del F.C.M.E.

4.2. Inventario del volumen de RCD de las edificaciones construidas con permisos municipales de la ciudad de Guayaquil del año 2005 al 2009, aplicando el indicador - IRCD, obtenido en los edificios bloques multifamiliares del F.C.M.E.

Los volúmenes generados de RCD por la construcción y demolición de las edificaciones de la ciudad de Guayaquil años 2005 - 2009, en función de las áreas de construcción obtenidas de los permisos de construcción otorgados por el Gobierno Autónomo Descentralizado - GAD Municipal del

cantón Guayaquil, Tablas 4.6, 4.7 y 4.8; con sus respectivas Figuras 4.5, 4.6 y 4.7, el indicador IRCD = 0,37 m³/m² del estudio de un caso: bloques multifamiliares del FCME, se muestran en la Tabla 4.9 y Figura 4.8: Volumen de RCD generados por la construcción y demolición de edificaciones de la ciudad de Guayaquil años 2005 – 2009, aplicando el indicador - IRCD, obtenido en los edificios del FCME.

Tabla. 4.6. Áreas de solares construidos en la ciudad de Guayaquil 2005 - 2009.

Años	Áreas de construcción/m ²
2005	918.705,23
2006	858.603,02
2007	1,271.288,97
2008	1,488.993,49
2009	1,599.273,13
	6,136.863,84

Fuente. GAD Municipalidad del Cantón Guayaquil

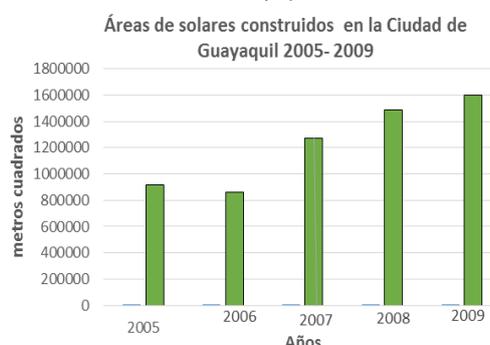
Tabla. 4.7. Permisos de construcción en la ciudad de Guayaquil desde el año 2005 - 2009.

Años	No. de permisos
2005	2.892,00
2006	2.878,00
2007	2.864,00
2008	2.859,00
2009	2.894,00

14.387,00

Fuente. GAD Municipalidad del Cantón Guayaquil

Figura. 4.4. Áreas de construcción en la ciudad de Guayaquil 2005 - 2009



Fuente. GAD Municipalidad del Cantón Guayaquil

Figura. 4.5. Permisos de construcción en la ciudad de Guayaquil 2005 - 2009



Fuente. GAD Municipalidad del Cantón Guayaquil

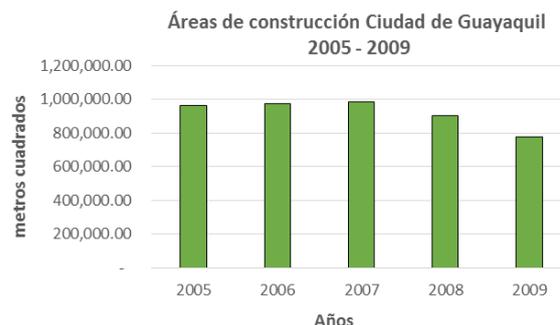
Tabla. 4.8. Áreas de construcción en la ciudad de Guayaquil desde el año 2005 - 2009. (GAD Municipalidad del Cantón Guayaquil)

Años	Áreas de construcción/m ²
2005	962.006,20
2006	974.056,90
2007	986.250,57
2008	902.692,43
2009	776.604,50

4.601.610,60

Fuente. GAD Municipalidad del Cantón Guayaquil

Figura. 4.6. Áreas de construcción en la ciudad de Guayaquil 2005 - 2009



Fuente. GAD Municipalidad del Cantón Guayaquil

Tabla 4.9. Volumen de RCD generados por la construcción y demolición de las edificaciones de la ciudad de Guayaquil años 2005 – 2009, aplicando el indicador –

IRCD

Años	Áreas m ²	IRCD m ³ /m ²	RCD m ³
2005	962.006,20	0,37	353.508,91
2006	974.056,90	0,37	357.937,19
2007	986.250,57	0,37	362.418,01
2008	902.692,43	0,37	331.172,85
2009	776.604,50	0,37	285.379,26

IRCD = 0.37 m³/m², tomando del estudio de caso: edificios bloques multifamiliares del FCME

Fuente. Elaboración propia

Figura 4.7. Residuos de construcción y demolición (RCD) de la ciudad de Guayaquil, 2005 – 2009, aplicando el indicador – IRCD y calificación - CRCD,



Fuente. Elaboración propia

La cuantificación de los RCD, se realizó con base a las áreas obtenidas de los permisos de construcción multiplicada por el coeficiente IRCD (indicador de residuos de construcción y demolición), obtenido del estudio del caso: construcción y demolición de los bloques multifamiliares del FCME de la ciudad de Guayaquil.

Estos residuos cuyo promedio es de 398.191,25 m³, durante los años del 2005-2009, podrían haber sido aprovechados como en las obras complementarias (rellenos y pavimentos) del estudio de caso: Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer, reinserción-reciclaje de los residuos-RCD, obtenidos a partir de las demoliciones de la vivienda del guardián y la casa de descanso del personal de servicio de esta Iglesia Rectoral, en beneficio a no generar impactos ambientales con estos residuos, o desechos (según la Legislación Ecuatoriana) y ahorrar energía por la no utilización de estos, en la producción de materiales nuevos con materias primas primarias, es decir extraídas de la naturaleza, con las consecuencias que todos conocemos: destruyéndola

4.3 Experiencias con residuos reciclados en la construcción de infraestructuras y edificaciones de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer

4.3.1. Reinserción de los residuos de hormigón, bloques, ladrillos y material pétreo; y reciclado de los elementos de hormigón.

Proyecto: Obras de infraestructuras y edificaciones de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá.

Figura 4.8. Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer



Fuente. Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer

Propiedad: Arquidiócesis de Guayaquil

Proyectista: Arq. Arturo Guerrero Pérez

Fiscalizador: Ing. Gabriel Cabezas Vélez

Constructor: Juan José Pérez Arévalo – R.P.01-G867

El estudio, se centra en la aplicabilidad de los residuos de hormigón, bloques, ladrillos y material pétreo, como materia prima secundaria en la re inserción y el reciclaje, Anexo 11, de éstos en rellenos (450,00 m³) y elaboración de hormigón reciclado para pavimentos de parqueos (220,00 m²) de las obras complementarias de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer Km 7.5, Vía La Puntilla a la ciudad de Samborondón, Figura 4.9.

Figura 4.9. Pavimentos con materiales reciclados



Fuente. Obras complementarias de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer.

4.3.2. Obtención de los materiales para la reinserción y reciclado de los residuos de demolición de hormigones, bloques, ladrillos y material pétreo.

Los materiales para la elaboración del relleno y hormigón reciclado para la construcción de las obras complementarias de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer, se obtuvieron de la excavación y demolición de la vivienda del guardián y casa de descanso del personal de servicio de misma Iglesia, Figura 4.10, según las recomendaciones para la reinserción de residuos de demolición de hormigones, bloques, ladrillos y material pétreo (Huete, et al, 1998), de la Universidad de Sevilla-España, Tabla 4.10.

Figura 4.10. Obtención de los materiales reciclados de hormigón, bloques, ladrillos, materiales pétreos y finos.



Fuente. Obras complementarias de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer.

Tabla 4.10. Reinserción recomendada de residuos de demolición de hormigones, bloques, ladrillos y material pétreo.

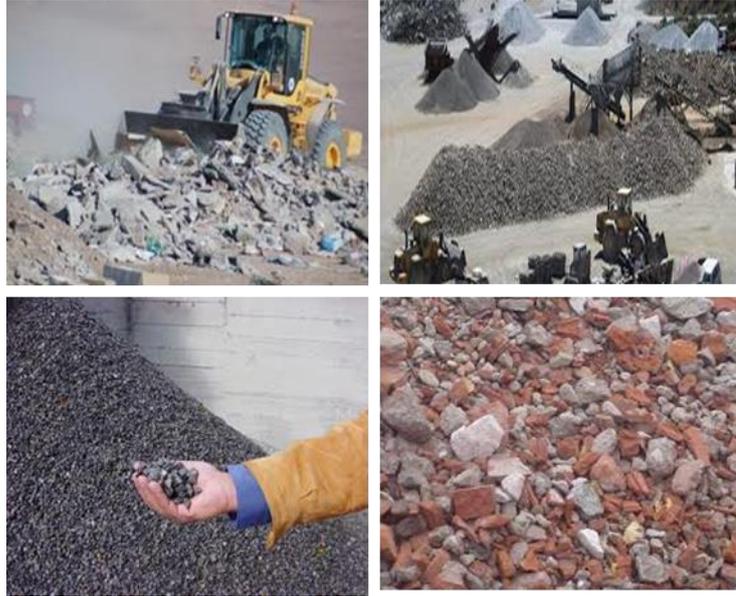
Procedencia del árido	Rellenos	Contrapisos	Hormigón
Triturado del hormigón	Si	No	No
Triturado del hormigón seleccionado	Si	Relativamente	Relativamente
Triturado del hormigón limpio	Recomendable	Si	Si
Triturado del hormigón y ladrillo	Recomendable	Relativamente	Relativamente

Fuente. Obras complementarias de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer.

Barbudo (2012) recomienda que cuando se carece de una reglamentación y normativa que regule el uso de estos materiales, hasta que ellas sean elaboradas, es imprescindible que cada actuación, se convierta en un proyecto de investigación en el que se analicen y evalúen las características y el comportamiento tanto de los nuevos materiales como de los elementos con ellos elaborados. Que se debe tomar en cuenta la comparación entre los áridos reciclados y materiales naturales, Figura 4.11, lo siguiente:

1. El tamaño y la superficie de las partículas: los áridos reciclados tienden a tener una forma más irregular y mayor tamaño que los naturales.
2. La densidad: de los áridos reciclados es normalmente más baja que la de los naturales debido a la presencia de restos de morteros y otros que tienen menor densidad.
3. La absorción de agua: los áridos reciclados tienden a tener una capacidad de absorción de agua mayor que los naturales.
4. Los valores mecánicos: son sensiblemente inferiores (60 - 80%).
5. Trabajabilidad y durabilidad: los hormigones a base de áridos reciclados tienen una trabajabilidad y durabilidad menor que los hormigones convencionales.

Figura 4.11. Comparación entre los áridos reciclados y los materiales naturales



Fuente. Obras complementarias de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer.

4.3.3. Diseño y fabricación del hormigón reciclado y natural.

La comparación y el diseño de las mezclas realizadas para esta investigación lo realizó la empresa Asesoría y Estudios Técnicos C. Ltda., tanto de los áridos reciclados y naturales, buscando que cumplieran con las características deseables de un hormigón: su consistencia, resistencia y durabilidad, Tabla 4.11.

Tabla 4.11. Proporcionamientos para hormigones con agregados gruesos reciclados y naturales; y, resultados obtenidos del hormigón reciclado y natural

Material para un m ³	RECICLADO					NATURAL				
	Resistencia diseño (kg cm ⁻²)		Resultados obtenidos			Resistencia diseño (kg cm ⁻²)		Resultados obtenidos		
			Edad (días)	Nº muestras	Resistencia (kg cm ⁻²)			Edad (días)	Nº muestras	Resistencia (kg cm ⁻²)
UNIDADES	210.00 (kg)	(L)	7	3	68.67	210.00 (kg)	(L)	7	3	135.33
CEMENTO	320.00		14	3	115.33	320.00		14	3	117.00
AGREGADO FINO	848.50		28	3	147.33	848.50		28	3	216.33
AGREGADO GRUESO	1138.90					1138.90				
AGUA	204.80					182.00				

Fuente. Empresa Asesoría y Estudios Técnicos C. Ltda.

La toma de las muestras para las pruebas del hormigón reciclado y natural, por la empresa Asesoría y Estudios Técnicos C. Ltda., para esta investigación, se pueden apreciar en las Figuras 4.12 y 4.13.

Figura 4.12. Toma de muestras del hormigón natural.



Fuente. Empresa Asesoría y Estudios Técnicos C. Ltda.

Figura 4.13. Toma de muestras del hormigón reciclado



Fuente. Empresa Asesoría y Estudios Técnicos C. Ltda.

4.3.4. Características de los agregados para la elaboración del hormigón natural, reciclado, y reinserción de los residuos de hormigón, bloques, ladrillos y material pétreo.

Las características de los agregados gruesos y finos, naturales y reciclados, que se utilizaron para los análisis, al igual que para la ejecución del proyecto de construcción de las obras complementarias de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer, se muestran en las Figuras 4.14, 4.15, 4.16 y 4.17.

Figura 4.14. Agregado grueso natural, utilizado para los ensayos y ejecución



Fuentes. Obras complementarias de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer.

4.3.4.1. Análisis por tamizado de los agregados grueso y fino para el hormigón natural

Los ensayos, lo realizo la empresa Asesoría y Estudios Técnicos C. Ltda., para esta investigación, según las normas mexicanas y la ASTM. Sus resultados se muestran en las Tablas 4.12 y 4.13.

Tabla 4.12. Resultados del análisis por tamizado del agregado grueso natural.

Descripción			Peso seco inicial (g)	9.336
Tamiz N°	Abertura (mm)	Ret. acumulado (g)	% retenido	% que pasa
1 1/2"	37,50	0.000	0,00	100,00
1"	25,00	126,000	1,00	99,00
3/4"	19,00	414,000	4,00	96,00
1/2"	12,50	3,808	41,00	59,00
3/8"	9,50	6,522	70,00	30,00
N° 4	4,80	8,836	95,00	5,00
N° 8	2,40	9,080	97,00	3,00
Bandeja		9,336		

Fuente. Empresa Asesoría y Estudios Técnicos C. Ltda.

Figura 4.15. Agregado fino natural



Fuente. Obras complementarias de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer.

Tabla 4.13. Resultados del análisis por tamizado del agregado fino natural.

Tamiz N°	Descripción Abertura (mm)	Ret. parcial (g)	Ret. acumulado (g)	Peso seco inicial (g)		500.00	
				% retenido	% que pasa	Especificaciones	
3/8"	9,50	4,60	4,60	0,92	99,08	100,00	100,00
N° 4	4,75	0,70	5,30	1,06	98,94	95,00	100,00
N° 8	2,40	4,10	940	1,88	98,12	80,00	100,00
N° 16	1,20	7,00	16,40	3,28	96,72	50,00	85,00
N° 30	0,60	27,70	44,10	8,82	91,18	25,00	60,00
N° 50	0,30	176,30	220,40	44,08	55,92	5,00	30,00
N° 100	0,15	124,30	344,70	68,94	31,06	0,00	10,00
N° 200	0,08	22,00	366,70	73,34	26,66	0,00	5,00
FONDO		0,00	366,70	73,34	26,66		
TOTAL		500,00	1378,30				

Fuente. Empresa Asesoría y Estudios Técnicos C. Ltda.

4.3.4.2. Análisis granulométrico de los reciclados de hormigón, bloques, ladrillos, materiales pétreos y finos, Figura 4.16.

Figura 4.16. Materiales utilizados para los análisis por tamizado y granulométrico para el hormigón reciclado de los pavimentos y la reinserción de los residuos de hormigón, bloques, ladrillos y material pétreo



Fuente. Obras complementarias de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer.

Los ensayos fueron realizados por la empresa Asesoría y Estudios Técnicos C. Ltda., para esta investigación, según las normas mexicanas y la ASTM. Sus resultados se muestran en las Tablas 4.14 y 4.15. El ensayo nuclear de densidad de campo de los reciclados de hormigón con bloques, ladrillo y finos lo muestra la tabla 4.16.

Tabla 4.14. Resultados del análisis por tamizado del agregado grueso de residuos de hormigón triturado.

Piedra triturada, tamaño máximo 1" Descripción		Peso seco inicial (g)		
Tamiz Nº	Abertura (mm)	Ret. acumulado (g)	% retenido	% que pasa
2"	25,00	142,000	1,00	99,00
1 1/2"	37,50	1,630	13,00	87,00
1"	25,00	3,402	27,00	73,00
3/4"	19,00	4,768	37,00	63,00
1/2"	12,50	7,466	58,00	42,00
3/8"	9,50	8,886	69,00	31,00
Nº 4	4,80	10,768	84,00	16,00
Nº 8	2,40	11,572	90,00	10,00
Bandeja		12,816		

Fuente. Empresa Asesoría y Estudios Técnicos C. Ltda.

Tabla 4.15. Resultados del análisis granulométrico de los reciclados de hormigón con bloques, ladrillos y finos.

Número de tamiz (plg)	Abertura del tamiz (mm)	Porcentajes de finos por peso % que pasa
4"	101,600	1,00
3"	76.,00	100,00
2 1/2"	63,500	91,73
2"	50,800	84,35
1 1/2"	38,100	74,31
1"	25,400	63,76
3/4"	19,050	58,89
1/2"	12,700	49,36
3/8"	9,525	44,48
4	4,750	33,11
10	2,000	26,31
16	0,850	21,25
40	0,425	17,42
60	0,250	15,54
100	0,150	14,14
200	0,075	12,99
pasan	0,000	0,00

Fuente. Empresa Asesoría y Estudios Técnicos C. Ltda.

Figura 4.17. Materiales para las pruebas de los reciclados de hormigón, bloques, ladrillos, materiales pétreos y finos



Fuente. Obras complementarias de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer.

Tabla 4.16. Resultados del ensayo nuclear de densidad de campo de los reciclados de hormigón con bloques, ladrillos y finos.

Punto	Compactación (%)	Humedad (%)	Propiedad (pulg)
Camino hacia la casa administrativa			
1	98.00	8.30	6"
2	100.00	9.20	6"
3	97.00	11.00	6"
4	85.00	12.90	6"
5	94.00	11.60	6"
6	88.00	11.00	6"

Fuente. Empresa Asesoría y Estudios Técnicos C. Ltda.

4.4. Plan de manejo de los RCD en el lugar de las edificaciones, a través del estudio de casos.

Un plan de manejo de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD es un instrumento de gestión integral, que contiene un conjunto de acciones y procedimientos para facilitar el acopio y las disposiciones de estos residuos, que, al desecharse, se convierten en un problema para el medio ambiente, la economía y la salud de las personas.

Entre los objetivos principales de los planes de manejo de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD, se encuentran los siguientes (Llatas, 2009: plan de manejo de residuos de

construcción y demolición en el lugar de la edificación, provincia de Sevilla-España, 2009):

- Fomentar la minimización de la generación de estos residuos - RCD;
- Promover la responsabilidad compartida de los productores, los propietarios, los transportadores y las autoridades;
- Realizar la separación de los residuos de construcción y demolición de edificaciones - RCD en la fuente de recolección;
- Fomentar la reutilización (uso de los residuos sin modificar) y el reciclaje (uso de los residuos modificándolos) de los residuos de construcción y demolición de edificaciones – RCD, con el objeto de reducir el volumen de estos residuos, que actualmente van a alguna disposición final, autorizada o no, pero sin algún uso.

4.4.1. Aporte a un plan de manejo de residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD.

El reuso y reciclaje de los residuos de construcción y demolición de edificaciones - RCD han sido asociados a las prácticas constructivas eficientes. La experiencia, en este sentido, ha mostrado a los constructores, que los beneficios económicos por una gestión eficiente de estos residuos, además de la aprobación de sus propietarios y las comunidades, que consideran estas prácticas como adecuadas, positivas, pertinentes, son muy dignos de tomar en cuenta si se quiere ahorrar dinero (Sanz, 2012).

Estos beneficios se sintetizan en los siguientes:

- Ajuste de costos: reciclar (uso de residuos modificados), reusar (uso de residuos sin modificar) y recuperar (no desalojados como desechos) residuos - RCD, ahorra dinero.
- Ventaja de mercado: una empresa experimentada en el manejo de residuos - RCD tomará ventaja, ya que el reciclaje es una herramienta valiosa para la comercialización y ofertas de proyectos, en respuesta al interés creciente de los clientes y las autoridades, por una gestión de residuos - RCD con eficiencia y calidad.
- Crea beneficios medioambientales: las ventajas ambientales también resultan de programas de reuso, reciclaje, prevención y minimización de los - RCD.
- Ayuda en la economía: con la creación de empleos relacionados con el reuso y reciclaje de los residuos - RCD.

Además, cuando las empresas del ramo constructor deciden adoptar un manejo efectivo de los residuos - RCD producidos en el lugar de la construcción, pueden obtener, adicionalmente, beneficios tales como:

- Un mejor control de riesgos relacionados con los residuos de RCD.
- Una mejor herramienta que puede contribuir a cumplir con regulaciones establecidas en materia de disposición de residuos - RCD.
- El conocimiento de un sistema que puede producir ahorros mediante el uso adecuado de los insumos de construcción, con el fin de evitar desperdicios.

- Transformación de una fuente de gastos en ingresos, mediante la identificación y oportunidades de residuos - RCD con reuso y reciclaje potencial.
- Reducción de los costos de adquisición de materia prima primaria y preservación de las reservas naturales, debido a la sustitución de estos materiales convencionales: arena, roca y piedra, entre otros.
- Generación de empleos con la creación de nuevas oportunidades de negocio.
- Reducción del uso de energía y la generación de CO₂ en la producción y el transporte de los materiales.
- Producción de los materiales de menor costo, con reducción del precio final de las obras civiles e infraestructuras.
- Vinculación a las acciones de educación ambiental y participación comunitaria, necesarias para la implantación del reuso y reciclaje.

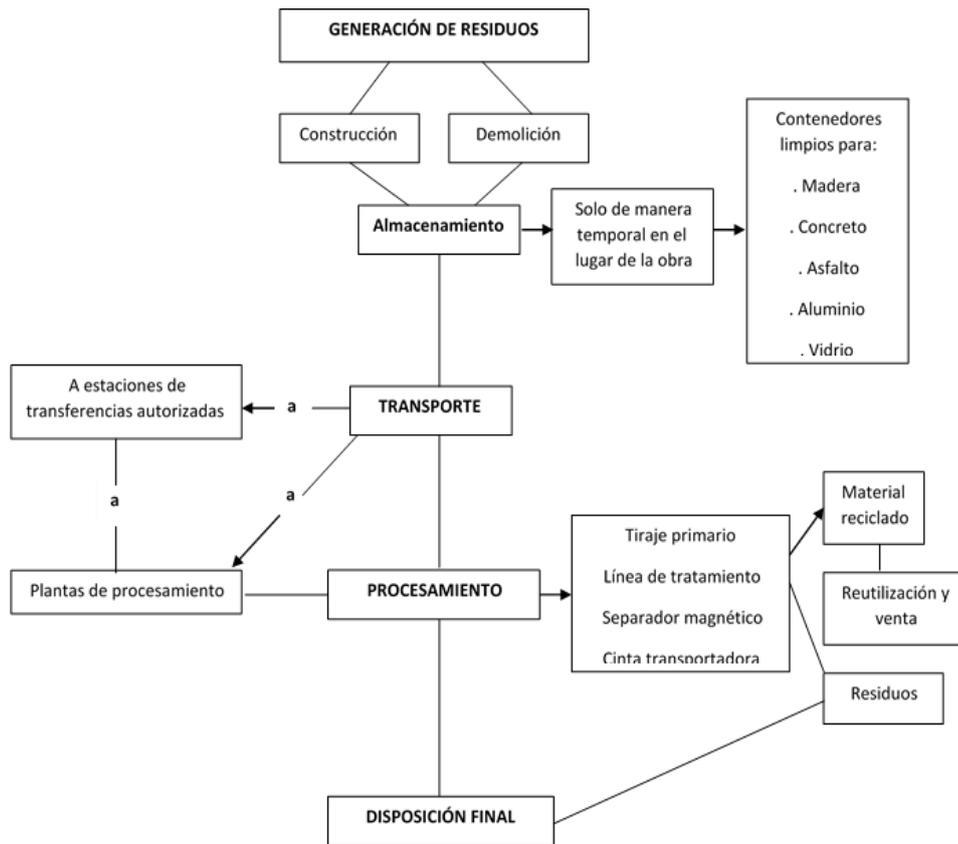
4.4.2. Diseño de un plan de manejo de residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD.

Bajo los antecedentes de la gestión de residuos sólidos domésticos es posible hacer una analogía en cuanto al manejo de los residuos de construcción y demolición - RCD, ya que se observan ciertos puntos de coincidencia en su manejo hasta su disposición final, esto es, recolección (almacenamiento temporal en el lugar de la obra), transporte, procesado y disposición final Figura 4.18.

En la Figura 4.18. Proceso integral de gestión de los residuos de construcción y demolición - RCD, se observan los componentes de la gestión de los residuos de la construcción y demolición - RCD y la manera

que pueden ser reutilizados como agregados en la industria de la construcción (Cornwell, Mackenzie L. Davis; Hardcover, 1998).

Figura 4.18. Gestión de los residuos de construcción y demolición – RCD



Fuente. Cornwell, Mackenzie L. Davis; Hardcover, (1998).

Con lo observado en este diagrama, se visualiza que el primer punto a tratar al iniciar un plan de manejo de los residuos sólidos - RCD es considerar las opciones de las alternativas de su gestión (LLatas, 2005: plan de manejo de los residuos de construcción y demolición en el lugar de la edificación, provincia de Córdoba-España, 2005).

Estas opciones son:

- Minimización, reutilización, reciclaje y, finalmente, su disposición final.
- Los aspectos tales como: cantidades, materiales específicos y masa de materiales son importantes, porque permiten el cálculo de las masas totales aproximadas, para determinar la viabilidad económica de usar métodos alternativos para su disposición final.
- Otras variables que deben incluirse son: los costos de la recolección, el transporte y procesado de los residuos.

Los métodos de separación y clasificación de los residuos de la construcción y demolición - RCD, deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Plan de manejo.
- b) Investigación de las opciones de reuso y reciclado.
- c) Decisión sobre cuáles residuos se deben reciclar y reutilizar.

Con base a dichos lineamientos y los elementos indispensables en la elaboración de un plan de manejo de residuos de construcción y demolición - RCD en el lugar de obra, que se muestran en la Tabla 4.17. Elementos indispensables en la elaboración de un plan de manejo de

construcción y demolición, se ha elaborado un plan de manejo de la construcción y demolición. Tabla 4.18.

Tabla 4.17. Elementos indispensables en la elaboración de un plan de manejo de construcción y demolición.

Elementos indispensables en la elaboración de un plan de manejo de construcción y demolición
1. Ficha técnica de la obra Localización. Tipo. Empresa constructora. Existencia o no demolición. Volumen de la obra (largo x ancho x alto). Tiempo estimado. Servicios utilizados.
2. Persona o responsable de la puesta en marcha y seguimiento de plan de gestión de residuos u organigrama de responsabilidades Datos de contacto.
3. Inventario de residuos generados Tipos de residuos generados (urbanos, residuos de construcción y demolición, otros residuos no peligrosos). Volumen de generación estimado de residuos de construcción y demolición, modo de estimación de esas cantidades. Principales procesos de generación de residuos de construcción durante las diferentes fases de la obra y principales residuos generados en cada uno.
4. Gestión interna Operaciones de recolección selectiva proyectada Almacenamiento de depósito de residuos Operaciones de gestión de residuos realizadas en la propia obra, con descripción de los equipos utilizados (compactación, trituración).
5. Gestión externa Sistema de gestión externa elegida para los diferentes tipos de residuos Empresas encargadas de la gestión externa Certificado de destino del gestor externos
6. Medidas de minimización de residuos
7. Acciones de formación y de comunicación de los criterios de gestión seguidos, al personal y empresas que intervienen en la obra.

Fuente. (Llatas, 2005 provincia de Córdoba-España)

Tabla 4.18. Plan de manejo de residuos de construcción y demolición en el lugar de la edificación

Plan de manejo de residuos de construcción y demolición de edificaciones en el lugar de la edificación	
Nombre de la compañía:	
Dirección:	
Teléfono:	
Localización del proyecto:	
Contratista:	Teléfono:
Ingeniero:	Teléfono:
Coordinador del reciclaje:	
Coordinadores de reciclaje designados:	
Objetivos del manejo de desechos:	
* Este proyecto ahorrará por medio de la reutilización o reciclará un mínimo de XX% por peso de los desechos generados en el lugar de edificio.	
* La reducción de desechos será incluida durante el diseño del edificio, y los esfuerzos de la reutilización y del reciclaje serán mantenidas a través del proceso de construcción.	
Planeación de la prevención de desechos:	
¿Qué pasos serán tomados para prevenir o minimizar la generación de desechos durante el proyecto?	
Esto podría incluir diseños que favorecen la estandarización de elementos constructivos y la minimización de residuos de construcción y demolición. Tabla Nº 1: Minimización de residuos de construcción y demolición (RCD) por la ejecución de edificaciones. Capítulo 2 de esta tesis.	
<ul style="list-style-type: none"> • Especificar las técnicas educativas que incorporan pocos materiales. • En sitios del trabajo, podría incluir una localización central para que todo el corte de madera que facilite el uso de los pedazos. • Podría también incluir que los proveedores tomen el exceso de materiales, quitar los materiales que pueden ser ahorrados antes de la construcción, renovación demolición o incluir especificaciones requeridas por subcontratistas para prevenir la generación de desechos. 	

Fuente. (Llata, 2005 provincia de Córdoba-España)

Tabla 4.18. Plan de manejo de residuos de construcción y demolición en el lugar de la edificación. (Continuación)

Plan de manejo de residuos de construcción y demolición de edificaciones en el lugar de la edificación

Plan de comunicación y educación:

Describe como será comunicado el plan de manejo de desechos al equipo de construcción y subcontratistas y como el contratista y asegurará que estos sigan el plan.

* Las actividades de prevención y reciclaje de desechos serán discutidas al inicio de cada semana, en donde el coordinador de subcontratistas reforzará las metas del proyecto y dará a conocer el progreso a la fecha actual.

* Se espera que el subcontratista se cerciore que todo su equipo cumpla con el plan de manejo de desechos.

* Todos los contenedores estarán claramente etiquetados. Los contenedores en donde serán depositados los desechos con potencial de reciclabilidad deberán estar localizados de manera cercana a la construcción.

* Las listas de materiales que son aceptadas o no para reciclar serán expuestas en el sitio de obra.

* Todos los subcontratistas serán informados de manera escrita acerca de la importancia de la no contaminación de los materiales reciclables con otros materiales o basura.

* Las actividades de reciclaje serán examinadas cada semana por los coordinadores del programa con el fin de evitar cualquier contaminación producida por personas ajenas a la construcción.

Plan motivacional:

El equipo de proyecto desarrollará y publicará una declaración de la misión del proyecto que se pueda distribuir a los subcontratistas y que pueda ser distribuido en el sitio de trabajo.

Plan de evaluación:

El contratista general desarrollará, actualizará y distribuirá en el lugar de trabajo una gráfica indicando el progreso a la fecha actual para alcanzar la meta reciclaje de "X%" del peso del total de desechos del proyecto.

Expectativas de desechos, manejos y disposición:

En el cuadro siguiente identifica los materiales de desechos esperados en este proyecto, su método de disposición, y procedimientos para su adecuado manejo.

Fuente. (Llatas, 2005 provincia de Córdoba-España)

Tabla 4.18. Plan de manejo de residuos de construcción y demolición en el lugar de la edificación. (Continuación)

Plan de manejo de residuos de construcción y demolición de edificaciones en el lugar de la edificación			
Material	Cantidad	Método de disposición ¹ .	Procedimiento de manejo ²
Prefabricados de mortero o concreto (bloques, tabicones, adoquines tubos, etc.)			
Concreto simple			
Concreto armado			
Cerámicos			
Concreto asfálticos			
Concreto asfálticos producto del fresado			
Producto de mampostería			
Tumbados			
Prefabricados de arcilla recocida (tabiques, ladrillos, bloque, etc.)			
Bloques			
Mortero			
Suelo orgánico			
Suelo no contaminado y materiales arcillosos, granulares y pétreos naturales contenidos en ellos.			
Otros materiales minerales no contaminados y no peligrosos contenidos en el suelo.			

Fuente. (Llatas, 2005 provincia de Córdoba-España)

Tabla 4.18. Plan de manejo de residuos de construcción y demolición en el lugar de la edificación. (Continuación)

Plan de manejo de residuos de construcción y demolición de edificaciones en el lugar de la edificación			
Material	Cantidad	Método de disposición	Procedimiento de manejo
Madera			
Metales			
Papel			
Plástico			
Residuos de podas, tablas y jardinería			
Paneles de yeso			
Vidrio			
Otros			
Disposición de desechos:			
Empresa recicladora:			
Teléfono:			
Localización de la planta de reciclaje:			
Costo por tonelada de material recibido: \$XX/ ton			
Cantidad estimada de desechos a entregar: XX ton			
Fuente. (Llatas, 2005 provincia de Córdoba-España)			

4.4.3. Recomendaciones para la puesta en marcha y operación adecuada del plan de manejo de residuos de la construcción y demolición de edificaciones - RCD.

La puesta en práctica de un plan de manejo de residuos de construcción y demolición - RCD en el lugar de la obra bien especificado y eficaz avivará el orgullo del trabajador y elevará la imagen de la empresa. Estos planes asegurarán el éxito, maximizará las ventajas competitivas, y proporcionará una comercialización muy interesante; para lo que es recomendable, Anexo 16:

- Hacer conocer a cada uno de los empleados y trabajadores, las medidas para la prevención de generación de los residuos de la construcción y demolición - RCD en el lugar de la obra, tabla 4.19.
- Determinar el sitio.
- Diseñar el tamaño y la ubicación de los contenedores.
- Promover e educar Instruir
- Prevenir la contaminación.
- Registrar los éxitos lo positivo

Tabla 4.19. Medidas para la prevención de residuos de la construcción y demolición en el sitio de la obra

Medidas para la prevención de residuos de la construcción y demolición en el sitio de la obra		
Materias primas	Medidas	Almacenamiento
Tierras y pétreos de la excavación	Se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, en cuando a los planos de cimentación y siguiendo las pautas del estudio geotécnico del suelo donde se va a proceder a excavar.	Sobre una base dura para reducir desperdicios. Separar de contaminantes potenciales.
RCD de naturaleza pétreo	Se evitará la generación de los mismos como sobrantes de producción en el proceso de fabricación, devolviendo en lo posible al suministrarse las partes del material que no fuesen a colocar.	Sobre una base dura para reducir desperdicios, se dispondrá de contenedores de 6m ³ para su segregación. Separar de contaminantes potenciales.
Residuos de grava, rocas trituradas, arena y arcilla.	Se intentará en la medida de lo posible reducirlos a fin de economizar la forma de su colación y ejecución. Se reutiliza la mayor parte posible dentro de la propia obra.	Sobre una base dura para reducir desperdicios, se dispondrá de contenedores de 6m ³ para su segregación. Separar de contaminantes potenciales.
Hormigón	Se intentará en la medida de lo posible utilizar la mayor cantidad de fabricado en plantas de la empresa suministrada. Si existirá en algún momento sobrante deberá utilizarse en partes de la obra que se deje para estos menesteres, por ejemplo contrapisos en planta baja o sótanos, etc. Deberán limpiarse de las partes de aglomerantes y estos restos se reutilizarán para su reciclado.	Sobre una base dura para reducir desperdicios, se dispondrá de contenedores de 6m ³ para su segregación. Separar de contaminantes potenciales.
Restos de ladrillos, tejas y materiales cerámicos	Se aportará, también a la obra en las condiciones prevista en su envasado, con el número justo según la dimensión determinada en proyecto y antes de su colocación seguir la planificación correspondiente a fin de evitar el mínimo número de recortes y elementos sobrantes.	Almacenar en los embalajes originales hasta el momento del uso. Se segregarán en contenedores suministrados por una cantera para facilitar su separación.

Fuente. Ayuntamiento de Castellón de la Plana-España, 2005.

Tabla 4.19. Medidas para la prevención de residuos de la construcción y demolición en el sitio de la obra. (Continuación)

Medidas para la prevención de residuos de la construcción y demolición en el sitio de la obra		
Materias primas	Medidas	Almacenamiento
Mezclas bituminosas	Se pedirán para su suministro la cantidad justa en dimensión y extensión para evitar los sobrantes innecesarios	Sin recomendaciones específicas
Madera	Se replanteará junto con el oficial de carpintería a fin de utilizar el menor número de piezas y se puede economizar en la manera de los posibles su consumo	En lugar cubierto, protegiendo todo tipo de madera de la lluvia. Se utilizarán contenedores con carteles identificativos para así evitar la mezcla.
Elementos metálicos (incluidas aleaciones)	Se aportará a la obra con el número escueto según la dimensión determinada en proyecto y siguiendo antes de su colocación la planificación correspondiente a fin de evitar el mínimo número de recortes y elementos sobrantes.	En lugar cubierto, usando cuando proceda los embalajes originales hasta el momento del uso. Para este grupo de residuos se dispondrán de contenedores para su separación.
Residuos plásticos	En cuanto a las tuberías de material plástico (PE, PVC, PP...) se pedirán para su suministro la cantidad lo más justa posible. Se solicitará se los suministradores la entrega en otra con el menor número de embalaje, renunciando al superfluo decorativo.	Para tuberías usar separadores para prevenir que rueden. Para otras materias de plástico almacenar en los embalajes originales hasta el momento del uso. Se ubicarán dentro de la obra contenedores para su almacenamientos

Fuente. Ayuntamiento de Castellón de la Plana-España, 2005.

4.4.4. Plan de seguimiento del manejo de residuos de construcción y demolición de edificaciones - RCD.

Su objetivo es vigilar el cumplimiento adecuado del plan de manejo de residuos sólidos de construcción y demolición - RCD en el lugar de

edificación para organizar acciones y estrategias con el fin de asegurar de manera previa, oportuna y eficaz el manejo y control de los residuos de la construcción y demolición - RCD de las actividades que se desarrollan dentro del proyecto, como son: la prevención y ahorro de los insumos, entre otras.

Con el plan de seguimiento, se busca básicamente mantener una vigilancia estrecha sobre las necesidades de control de acuerdo a lo establecido en el plan de manejo de los residuos sólidos de construcción y demolición - RCD en el lugar de edificación.

Los recorridos y las inspecciones rutinarias en el lugar de obra deberán ser efectuadas para vigilar y verificar el cumplimiento de las obligaciones, los procedimientos y las responsabilidades que fueron asignadas a los programas de reciclaje y reuso de los residuos de construcción y demolición - RCD, para lo que es recomendable realizar:

- Seguimientos.
- Registros fotográficos.
- Evaluaciones periódicas.

Los objetivos de estas evaluaciones serán dinamizar y fortalecer las actividades generadas por el plan.

En el Anexo 20 y 22, se muestra un ejemplo de ficha que puede ser empleada durante la etapa de seguimiento.

La evaluación del plan de manejo de los residuos de construcción y demolición - RCD en el lugar de edificación podrá ser realizada de manera anual, semestral o trimestral, dependiendo de la duración de la ejecución de la obra, mediante un análisis del avance en las actividades, los resultados propuestos y el cumplimiento de las metas previstas en el porcentaje o la cantidad de los residuos de reciclado y reuso.

Una gestión adecuada de los residuos de construcción y demolición - RCD debe sustentar su reciclaje, reuso y la utilización de los materiales recuperados como fuente de energía o materias primas, a fin de colaborar a la conservación y el uso racional de los recursos naturales.

4.4.5. Plan de manejo de los residuos de la construcción y demolición de edificaciones - RCD en el lugar de la edificación, vía a través del estudio de casos: edificios bloques multifamiliares del F.C.M.E.

4.4.5.1. Medidas para la separación de los residuos de construcción y demolición - RCD de los edificios multifamiliares del FCME.

Tomando en consideración la metodología española de la Universidad de Córdoba-España sobre la identificación, cuantificación, valoración y evaluación de los residuos de construcción y demolición - RCD, se realizó la separación de los residuos de construcción y demolición - RCD de los edificios multifamiliares del F.C.M.E, en la que, sus cantidades no superaron las establecidas en esta metodología para que éstos requieran

un tratamiento por separado, salvo lo relativo a los bloques y la madera de encofrado, cuyas cantidades son las siguientes:

- Bloques: 50,45 m³
- Madera: 7,50 m³

Para separar los residuos mencionados se dispuso de un espacio bastante amplio de terreno, donde (diciembre 2014) está edificado el Club del FCME. La recogida, se realizó manualmente de acuerdo a un plan específico. Este espacio se ubicó en una zona con acceso desde la vía pública al recinto de la obra, Figura 4.19.

Para la recogida final de los residuos, se tuvo la participación de un gestor de residuos, quien al finalizar la obra, se encargó de transportarlos a su destino final.

Figuras 4.19. Residuos generados por la construcción y demolición - RCD



Fuente. Bloque multifamiliares del F.C.M.E.

4.4.5.2. Línea base ambiental

Tomando como referencia el estudio de impacto ambiental del proyecto urbanístico Guayaquil II, 2008 del F.C.M.E, el estudio presente, es para proponer las medidas ambientales que permitan implantar, en el proyecto de construcción de los edificios multifamiliares del FCME, minimizando los daños a los recursos naturales. Anexo 7.

El plan maestro para la construcción de una urbanización del Fondo de Cesantía del Magisterio Ecuatoriano de Guayaquil tiene una superficie de 50.000,00 m², ubicado al norte de la ciudad de Guayaquil, adyacente a la autopista Terminal Terrestre - Pascuales, en los contornos periféricos del cerro Colorado, los que corresponden según la ordenanza de edificaciones y ratificados en la Reformatoria como ZR-4C, según el plano de zonificación de Guayaquil vigente; forma parte de la parroquia Tarqui, cantón Guayaquil, provincia del Guayas.

Este estudio incluirá, incluye el informe ejecutivo, la descripción del lugar, la identificación de los impactos mediante la caracterización del medio físico, biótico y socioeconómico, las medidas de mitigación (reparar los daños causados) y normas ambientales; y, el análisis de los efectos probables que el proyecto urbanístico ejerza sobre el entorno.

Cumpliendo de esta forma con las estipulaciones formuladas por el Plan Regulador de Desarrollo Urbano de la ciudad de Guayaquil, que indica que a más de las Normas Nacionales podrán utilizarse Normas

Internacionales especialmente de la Environmental Protection Agency (EPA).

Entre los impactos principales que generará el proyecto urbanístico son: las modificaciones del drenaje natural, la contaminación del agua, RCD, el deterioro del suelo, los ruidos producidos por la ejecución de las obras de infraestructura y los vehículos, siendo entre otros el impacto más relevantes la contaminación del agua y los RCD.

La implantación del proyecto, cerca del cerro Colorado será afectada por los escurrimientos si no se tomaron medidas de drenaje y correctivos hidráulicos. (Limpieza y mejoramiento de canales naturales y construcción de alcantarillas).

Los impactos sobre la atmósfera, se producirán por el ingreso de los vehículos, que generan humos, gases y partículas.

Los impactos negativos, se hallan repartidos en diversas variables ambientales que serán mitigados en el Plan de Manejo Ambiental (PMA), a través de varias alternativas y regulaciones referidas al control de la distribución del uso del suelo, el manejo de los lotes, el tamaño de los predios, el tamaño de las construcciones, los tratamientos de los desechos sólidos y las aguas residuales, con la finalidad de prevenir, mitigar y controlar el medio a intervenir.

Los impactos positivos se originan especialmente en el aspecto socioeconómico, al favorecer la inversión, revalorizar el suelo, generar empleo y mantener y proteger el área y sus recursos paisajísticos, incentivar la recreación y el turismo, y disminuir el déficit de vivienda con el desarrollo de los proyectos urbanísticos de calidad ambiental alta para los sectores medios.

A continuación, se indican algunas medidas que se proponen dentro del PMA:

- Los diseños del proyecto deben responder a las pendientes del terreno y así evitar la menor cantidad de erosión posible.
- Por estar cerca del cerro Colorado, y evitar erosiones y deslaves, el proyecto promueve la creación de un colector paralelo, al lado de la Urbanización, con el fin de recolectar las aguas de los escurrimientos.
- La concepción global de la urbanización establece un modelo hidrológico adecuado a través de vías colectoras de los escurrimientos.
- Plantar árboles, implantar áreas comunales y barreras para disminuir el ruido, en las zonas perimetrales de la urbanización, y plantear secciones en hondonadas, banquetes u otras barreras físicas; el proyecto se aislará con una franja de protección que se ubica adyacente a la autopista Terminal Terrestre – Pascuales.
- Utilizar una franja de árboles en el entorno de la planta de tratamiento de aguas residuales entre 3,00 y 5,00 metros en la parte nororiental, con vegetación adecuada considerando la velocidad y modelación del viento, medida que no afectaría a los predios vecinos.

Finalmente, se debe indicar que el proyecto Guayaquil II, propiedad del Fondo de Cesantía del Magisterio Ecuatoriano de Guayaquil – FCME, generará impactos de poca magnitud, pero sin costos al ecosistema natural, en razón de que se han tomado todos los requerimientos que este tipo de planes exige. Ningún recurso como: el agua, los medios bióticos y abióticos, el aire y el suelo, no se verán afectados con las descargas, ni con los tratamientos residuales o la conducta de sus habitantes, debido a la forma en que se ha planteado, la adaptación del proyecto al entorno.

El diagnóstico ambiental obtenido de la información de la línea base de la ciudad de Guayaquil y la investigación, se adjunta en el Anexo 7.

4.4.5.3. Plan de manejo de los RCD en el lugar de las edificaciones a través del estudio de casos.

Tabla. 4.20. Plan de manejo de residuos de construcción y demolición en el lugar de la edificación de los edificios multifamiliares del F.C.M.E.

Nombre de la compañía:	Asociación Civil Construfácil Pérez		
Dirección:	Chimborazo y Letamendi - Guayaquil		
Teléfono:	042-405193		
Localización del proyecto:	Urbanización Guayaquil 2 Mz. 1, S. 4, Parroquia Pascuales cantón Guayaquil		
Responsable técnico			
Ingeniero:	Juan José Pérez Arévalo		
Teléfono:	042-403872		
Coordinador de reciclaje:	Arq. Mauricio Yunda		
Teléfono:	042-110783		
Coordinadores de reciclaje designados:	Ing. Víctor Zúñiga		
Objetivos del manejo de desechos:	<p>* Este proyecto ahorró por la reutilización o reciclaje un 10% por peso de los desechos generados en el lugar de edificio.</p> <p>* La reducción de los desechos se logró por la reutilización y reciclaje a través del proceso de construcción.</p>		
Planeación de la prevención de desechos:	<p>La minimización de los residuos de construcción y demolición se logró mediante la Tabla N° 1: Propuesta de minimización de residuos de construcción y demolición (RCD) por la ejecución de edificaciones. Capítulo 3 de esta tesis.</p> <p>En el sitios de trabajo se localizó una central para que todo el corte de madera que facilitó el uso de todos los pedazos.</p> <p>Se adquirieron solo los materiales necesarios con las especificaciones requeridas, para prevenir la generación de desechos.</p>		
Plan de comunicación y educación:	<p>* Las actividades de prevención y reciclaje de desechos fueron discutidas al inicio de cada semana, en donde el coordinador de subcontratistas reforzó las metas del proyecto y dió a conocer el progreso a la fecha.</p> <p>* El subcontratista se cercioró de que todo su equipo cumpla con el plan de manejo de desechos.</p> <p>* No se contó con contenedores para depositar los desechos con potencial de reciclabilidad, pero sí con un terreno circundante a la construcción con el mismo objetivo.</p> <p>* Las listas de materiales a reciclar fueron expuestas en el sitio de obra.</p> <p>* Todos los subcontratistas fueron informados de manera escrita a cerca de la importancia de la no contaminación de los materiales reciclables con otros materiales o basura.</p> <p>* Las actividades de reciclaje fueron examinadas cada semana por los coordinadores del programa con el fin de evitar cualquier contaminación producida por personas ajenas a la construcción.</p>		
Plan motivacional:	<p>El equipo del proyecto desarrolló una declaración de la misión del proyecto que se pueda distribuyó a los subcontratistas en el sitio de trabajo.</p>		
Plan de evaluación	<p>El Director técnico desarrolló, actualizó y distribuyó en el lugar de trabajo una gráfica indicando el progreso a la fecha para alcanzar la meta reciclaje de 10% del peso del total de desechos del proyecto.</p>		
Expectativas de desechos, manejos y disposición:	<p>En el cuadro siguiente se identifica los materiales de desecho de este proyecto, su método de disposición, y procedimientos para su adecuado manejo.</p>		
Material	Cantidad m³	Aspectos ambientales	Método de disposición. (almacenamiento)
Prefabricados de mortero o concreto (bloques, tabicones, adoquines tubos, etc.)	68.86	Residuos Desechos	Sobre el relleno compactado del terreno circundante para reducir los desperdicios se dispuso de éste para su segregación. Se separó los contaminantes potenciales
Concreto simple	27.86	Residuos	Sobre el relleno compactado del terreno circundante para reducir los desperdicios se dispuso de éste para su segregación. Se separó los contaminantes potenciales
Concreto armado	65.57	Residuos	-
Cerámicos	20.29	Residuos Desechos Emisiones	Con el número justo según la dimensión determinada en el proyecto y antes de su colocación se siguió la planificación correspondiente para a fin de evitar el mínimo número de recortes y elementos sobrantes.
			Procedimiento de manejo. (medidas)
			En la medida de lo posible se redujo los RCD, a fin de economizar la forma de su colocación y ejecución. Se utilizó la mayor parte de los RCD dentro de la propia obra. Se utilizó hormigón premezclado en plantas de la empresa suministradora. Los sobrantes se utilizaron en partes de la obra que se deje para estos menesteres. Ejemplo contrapisos en la planta baja.
			Se almacenó en los embalajes originales hasta el momento de su uso.

Fuente. Proceso de residuos de construcción y demolición-provincia de Córdoba-España, 2005

Tabla. 4.20. Plan de manejo de residuos de construcción y demolición en el lugar de la edificación de los edificios multifamiliares del FCME. (Continuación)

Material	Cantidad m ³	Aspectos ambientales	Método de disposición (almacenamiento)	Procedimiento de manejo (medidas)
Concreto asfálticos	-	-	-	-
Concreto asfálticos producto del fresado	-	-	-	-
Producto de mampostería Tumbados	50.45	Residuos Desechos	Según la dimensión determinada en el proyecto y antes de su colocación se siguió la planificación correspondiente para a fin de evitar el mínimo número de recortes y elementos sobrantes.	El cemento se almacenó en los embalajes originales hasta el momento de su uso. Los bloques se almacenaron en el terreno circundante al pie de la obra.
Mortero	4.28			
Prefabricados de arcilla recocida (tabiques, ladrillos, bloque, etc.)	211.96	-	-	-
Bloque	-	-	-	-
Suelo orgánico	-	-	-	-
Suelo no contaminado y materiales arcillosos, granulares y pétreos naturales contenidos en ellos.	1929.77	Desechos Emisiones	En acto conjunto se realizó la excavación y el desalojo utilizando retroexcavadoras y volquetes hacia las orillas del río Daule del terreno circundante a la obra.	Se ajustó a las dimensiones específicas del proyecto, en cuanto a los planos de cimentación y siguiendo las pautas del estudio geotécnico del suelo donde se procedió a excavar.
Otros materiales minerales no contaminados y no peligrosos contenidos en el suelo.	-	-	-	-
Madera	7.50	Residuos Desechos Emisiones	En un lugar cubierto, en el terreno circundante se almacenó la madera para protegerle de la lluvia y el sol.	Se replanteó junto con el obrero de carpintería a fin de utilizar el menor número de piezas para poder economizar su consumo.
Metales	0.39	Residuos Desechos Emisiones	En un lugar cubierto, en el terreno circundante se almacenó el hierro para protegerle de la lluvia y el sol.	Se adquirieron según las dimensiones y las cantidades determinadas en el proyecto y siguiendo antes de su colocación la planificación correspondiente a fin de obtener un mínimo número de recortes y elementos sobrantes.
Papel	-	-	-	-
Plástico	0.92	Residuos Desechos Emisiones	Para el bodegaje de las tuberías se usó separadores para prevenir que rueden. Para otras materias primas de plástico se almacenó en los embalajes originales hasta el momento de su uso. Se construyó una bodega para su almacenamiento en el terreno circundante de la obra. Sobre el relleno compactado del terreno circundante para reducir los desperdicios se dispuso de éste para su segregación. Se separó los contaminantes potenciales	En cuanto a las tuberías de material plástico (PE, PVC, PP...) se compró la cantidad más justa posible según las cantidades de dimensiones previstas en el proyecto. Se solicitó a los suministradores la entrega en obra con el menor número de embalaje, renunciando al superfluo o decorativo. El desalojó por cuenta de un Gestor de residuos, el mismo que le depósito a orillas del río Daule del terreno circundante a la obra.
Residuos de podas, tablas y jardinería	10.46	Desechos Emisiones	-	-
Paneles de yeso	-	-	-	-
Vidrio	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-

Ver tablas en anexo

a Anexo N° 27: Requerimiento para el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición, investigación de esta tesis

b

Tabla N° 14: Plan de manejo de residuos de construcción y demolición en el lugar de la edificación de los edificios multifamiliares del FCME

Fuente. Proceso de residuos de construcción y demolición-provincia de Córdoba-

España, 2005

**Plan de manejo ambiental del proyecto urbanístico Guayaquil II,
Propiedad del fondo de Cesantía del Magisterio Ecuatoriano**

**Plan de manejo ambiental del proyecto urbanístico Guayaquil II,
propiedad del Fondo de Cesantía del Magisterio Ecuatoriano**

- 5.1.** Introducción.
 - 5.2.** Objetivos del Plan de Manejo Ambiental.
 - 5.3.** Estructura del Plan de Manejo Ambiental.
 - 5.4.** Resultados esperados.
 - 5.5.** Plan de mitigación de impactos.
 - 5.6.** Plan de manejo de residuos de construcción (RCD).
 - 5.7.** Plan de capacitación ambiental.
 - 5.8.** Plan de abandono.
 - 5.9.** Fichas de las medidas ambientales.
-

Introducción

El Plan fue elaborado para salvaguardar los ecosistemas naturales y los componentes del medio humano del entorno, donde se implantará el proyecto urbanístico del FCME.

El PMA, desarrollado en función de la legislación ambiental vigente, proporciona una conexión esencial entre los impactos que se generan, los resultados del análisis de los impactos, las actividades operacionales y las medidas de mitigación.

Este Plan comprende las medidas de prevención, mitigación, control, y compensación y contingencias, que deben ser cumplidas por el contratista que ejecutará el proyecto, con la finalidad de dar cumplimiento al Marco Legal Ambiental, nacional, regional de la ciudad de Guayaquil y de la urbanización Guayaquil II.

Un PMA es útil solamente si es apropiadamente implementado. A fin de lograr esto, los constructores proveerán de la capacitación ambiental al personal para crear conciencia de la utilización de este Plan.

5.1. Objetivos del Plan de Manejo Ambiental

- Minimizar los impactos sobre el entorno de los terrenos.
- Minimizar los daños a la salud de los obreros y habitantes del sector, mediante la aplicación de medidas preventivas.

- Proporcionar a los directivos del FCME un instructivo para el manejo de las actividades de la Comunidad Guayaquil II, en condiciones ambientalmente eficientes, que permitan conservar el entorno donde se ubican.
- Establecer un programa de mediciones ambientales que, por la naturaleza de las instalaciones, se requieran en el futuro.
- Mantener un programa de seguimiento y evaluación de las medidas ambientales, en concordancia con los objetivos, general y específicos de la operación de las instalaciones.
- Realizar el transporte del material granular, tomando las precauciones previstas, y evitar la generación de material particulado.
- Reducir las emisiones de los gases y ruidos provenientes de la maquinaria pesada.
- Evitar los congestionamientos vehiculares.
- Prevenir accidentes laborales y de tránsito.
- Evitar la contaminación del suelo, agua y aire dentro y fuera de las áreas de trabajo.
- Compensar la pérdida de vegetación.
- Ejecutar la obra en los tiempos programados.
- Incrementar las plazas de trabajo para los obreros locales.

5.2. Estructura del plan de manejo ambiental

Su estructura será la siguiente:

- Plan de prevención, control y mitigación de los impactos: aspectos aire, agua, suelo, paisaje y desechos sólidos peligrosos y no peligrosos.

- Plan de manejo de desechos.
- Plan de educación y capacitación ambiental.
- Plan de abandono.

5.3. Resultados Esperados

Que se apliquen oportunamente las medidas ambientales planteadas y, por lo tanto que los potenciales impactos ambientales negativos sean enfrentados adecuadamente, lográndose que el proyecto cumpla con las leyes y ordenanzas ambientales.

5.4. Plan de mitigación de impactos

A través del presente plan, se definen las normas que contribuirán a la prevención, mitigación y control de los efectos negativos en la ejecución de las actividades de construcción y operación de la Comunidad Guayaquil II.

5.5.1. Generalidades

Las medidas preventivas y de control, que el contratista debe ejecutar para mitigar los impactos ambientales negativos causados por la construcción de los diferentes sistemas que conforman el proyecto, considerando aspectos relacionados con salud pública, seguridad en la construcción, pérdida y/o deterioro de recursos naturales e impactos socioculturales en la comunidad:

- Los responsables técnicos de la obra deberán conocer la legislación ambiental y el Plan de Manejo Ambiental con la finalidad de cumplir y hacerlos cumplir.
- Procurar, en todas sus acciones durante la construcción, la minimización de los impactos ambientales negativos, a través de las medidas contenidas en el Plan de Manejo Ambiental y la aplicación de las medidas que fueren requeridas en el caso de impactos ambientales negativos significativos no identificados inicialmente.
- Un fiscalizador ambiental verificará el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y control de los impactos.
- Mantener registros sobre los casos de incumplimientos involuntarios en la aplicación de las medidas ambientales y las modificaciones que se implantaren.

Estos registros deberán estar disponibles cuando la autoridad ambiental nacional o local lo requiera.

- Si como resultado de la acción u omisión del contratista, se produjera cualquier daño o perjuicio a los ecosistemas y a uno de los componentes del medio humano, este deberá restaurar dicha área a la condición anterior de ocurrido el daño, a satisfacción de la fiscalización ambiental.

De no ser posible se compensará o indemnizará de acuerdo al daño realizado.

- Antes de ejecutarse la recepción provisional de la obra, todo el terreno ocupado por el contratista, en conexión con la obra, tendrá

que ser limpiado, removiéndose todos los residuos, los materiales excedentes, las estructuras provisionales, las plantas y los equipos, debiendo quedar, todas las zonas de la obra, limpias y estéticamente adecuadas.

- Todos los sistemas de drenaje, sumideros y demás desagües deberán ser limpiados, a fin de eliminar todo tipo de acumulación de materiales sólidos.
- En los trabajos de excavación y relleno, el contratista tomará todas las precauciones necesarias y pertinentes para la protección de las propiedades colindantes con los límites de la obra, a fin de no interrumpir el tránsito, los servicios públicos y otros.
- Bajo ninguna circunstancia el contratista o subcontratista promoverá y/o realizará actividades que causen deforestación, erosión, contaminación y/o alteración del régimen hídrico.
- Es necesario que, de acuerdo con las normas vigentes, se coloquen en los frentes de trabajo, señales preventivas e informativas con el propósito de suministrar a la comunidad, información permanente, haciéndoles conocer acerca de los riesgos de la construcción.
- Los obreros deberán ser provistos de mascarillas con filtros que eviten la inhalación de polvo durante el movimiento de tierras.
- Al personal que trabaje en los diferentes frentes, se exigirá el uso de protección y vestimenta adecuada a fin de evitar riesgos laborales.

- Previo al inicio de la construcción, el contratista deberá tener la aprobación de las empresas e instituciones públicas respectivas.

5.5.2. Limpieza y desalojo de vegetación

- El constructor, en su oferta, deberá indicar claramente su cronograma relacionado a las actividades de limpieza y desalojo de materiales.
- Se evitará la tala innecesaria de árboles en las áreas destinadas a los parques.
- El constructor deberá asegurarse que todo el personal que utilice moto-sierras, machetes u otras herramientas hayan recibido entrenamiento en el uso apropiado.

5.5.3. Especificaciones para el movimiento de tierras

Al realizar estas obras, el contratista tomará las siguientes medidas:

- Se evitará, en lo posible, la destrucción de la vegetación y excavación fuera del área constructiva, para lo cual, se procederá a la demarcación del área.

- La disposición de los materiales no aprovechables para la construcción de los terraplenes o rellenos, se efectuará en los sitios indicados por el supervisor ambiental.
- Será obligación, del contratista, el dejar a las zonas de préstamo, una vez explotadas, debidamente conformadas y emparejadas hasta que tengan un buen aspecto y no causen alteraciones mayores al drenaje externo.

5.5.4. Especificaciones para prevenir contaminación hídrica

A más de las medidas de control de la erosión y sedimentación, descritas en el numeral anterior, se tiene previsto o se deberá realizar lo siguiente:

- Se adoptarán todas las precauciones que sean razonables durante la construcción del proyecto para impedir la contaminación hídrica. Los contaminantes como combustibles, lubricantes, sedimentos y otros desechos nocivos, deben ser descargados a los drenajes naturales o canales naturales.
- Toda la descarga de agua de la construcción será tratada adecuadamente para eliminar los materiales nocivos antes que ésta sea descargada a los cauces de los ríos y riachuelos, con el propósito de no degradar el medio.
- Toda la maquinaria pesada utilizada en la obra, deberá estar en perfecto estado mecánico. Para ello, deberá ser revisada diariamente, evitando, de esta manera, el riesgo de los derrames

de hidrocarburos (combustible, aceites y otros) que se podrían filtrar hacia las aguas subterráneas.

- En el abastecimiento del combustible para las concretas y los compactadores mecánicos, se cuidará que no se produzcan derrames.
- Los equipos pesados deberán ser revisados diariamente para verificar si tienen fugas de aceite, combustibles u otros.

5.5.5. Especificaciones para los residuos

- El contratista, para desalojar los residuos no peligrosos, deberá contratar exclusivamente con los gestores autorizados (volquetas) del Servicio de Recolección de residuos de construcción e infraestructuras por la GAD Municipal del Cantón Guayaquil.
- El sitio para la disposición final de los residuos deberá ser determinado por el GAD Municipal, dentro de las instalaciones oficiales: relleno sanitario las Iguanas, tomando en consideración los requerimientos sanitarios y ambientales vigentes.

5.5.6. Mitigación del ruido en la etapa de construcción

Al realizar estas obras, el contratista tomará las siguientes medidas:

- Todo el equipo utilizado durante la construcción deberá operar dentro de las especificaciones técnicas para evitar ruidos excesivos. Si el nivel de ruido es alto en el área de influencia directa, el personal deberá usar protección auditiva.
- Los equipos y las máquinas recibirán un mantenimiento regular y permanecerán en buenas condiciones de funcionamiento para evitar emisiones y ruido excesivos.
- Cuando sea necesario, los vehículos automotores que transporten personal o carga deberán estar provistos de silenciadores, y no sobrepasar los niveles de presión sonora máximos para vehículos automotores, conforme a la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Niveles de presión sonora máximos para vehículos automotores

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	NPS MÁXIMO (dBA)
Motocicletas:	De hasta 200 centímetros cúbicos.	80
	Entre 200 y 500 cc.	85
	Mayores a 500 cc.	86
Vehículos:	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor.	80
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 toneladas.	81
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 toneladas.	82
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 toneladas y potencia de motor mayor a 200 PH	85
Vehículo de carga:	Peso máximo hasta 3,5 toneladas	81
	Peso máximo hasta 3,5 toneladas hasta 12,0 toneladas.	86
	Peso máximo mayor a 12,0 toneladas	88

Fuente: Ministerio del Ambiente, Ecuador, Texto Unificado de Legislación Secundaria. Decreto N° 3.516 Libro VI, Anexo 5 (Edición Especial N° 2, 31/3/2003).

- En las actividades de la construcción será necesario cumplir con las regulaciones del IESS, y el Ministerio de Relaciones Laborales esto es, dotar a los trabajadores con el equipo de protección personal adecuado, especialmente a quienes trabajen con concreteras, vibradores y martillos hidroneumáticos.

5.5.7. Mitigación de impactos por la construcción de obras

- En general, se deberá evitar el daño extensivo de las zonas relacionadas con las obras del proyecto.
- El material, producto de las excavaciones, deberá colocarse a un lado de la zona de excavación y ser tapado con plásticos hasta su evacuación, para evitar que pueda ingresar a los drenajes naturales.
- La tierra, producto de la excavación, deberá ser humedecida antes de colocarse los plásticos indicados si, el trabajo, se realiza en época seca y suficientemente soportados los filos de los mismos con piedras en época húmeda, a efectos de evitar que se pierda material que pueda ir hacia los drenajes naturales del sector.
- Se evitará la formación de charcos permanentes en las áreas de excavación, que puede afectar a la salud de los obreros y pobladores vecinos a la construcción.
- Los trabajadores deberán utilizar mascarillas anti-polvo, y a fin de atenuar los problemas de polvo.
- Se deberá planificar, en obra, la ubicación ordenada de los materiales de construcción, debiendo consignarse sitios de acumulación y almacenamiento (contenedores) de los diferentes materiales: pétreos, cemento, hierro, madera etc., de manera no

solamente de atenuar el deterioro del paisaje, sino, además, evitar la generación de los residuos.

- Para la preparación y el mezclado del hormigón que se utilizará en los trabajos de albañilería, fundición de columnas, vigas y enlucidos, se utilizarán parihuelas adecuadas para evitar el incremento de los impactos al suelo.
- La preparación de las mezclas de hormigón y morteros para trabajos menores de concreto y albañilería, se hará fuera de los solares, para no afectar las condiciones naturales del suelo destinadas a zonas verdes y a jardinería de cada vivienda.
- Para la provisión de los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos: cemento, tubos, madera de encofrado, clavos, adoquines, se edificará un almacenamiento con láminas de zinc, caña y placa de cubierta, con las seguridades correspondientes.
- El acopio del cemento y los acelerantes requeridos, se realizará sin causar molestias a los obreros y vecinos del lugar; para ello, estos materiales serán colocados adecuadamente sobre una plataforma de madera de encofrado.

5.5.8. Mitigación de los impactos por el tránsito vehicular y peatonal

- Se deberá establecer un cronograma de actividades entre la población y el contratista, de manera de realizar el transporte de los materiales, la maquinaria y vehículos, de acuerdo a las zonas de instalación de materiales del proyecto, con el fin de racionalizar el tránsito; se deberán implementar sistemas de señalización a la salida de las minas del material pétreo y entrada de la instalación a los materiales, que atenúen las molestias que producirán a los usuarios.

- Podría reducirse el polvo del tránsito automotriz y camionero mediante un mantenimiento riguroso de la maquinaria, y su puesta a funcionamiento en las circunstancias que estrictamente lo ameriten.
- Vigilar que los conductores de los volquetes coloquen lonas de protección sobre el balde para evitar el derrame de material de acarreo y el desprendimiento de material particulado.
- Las áreas de acceso y recorrido de volquetes dentro de la obra, se mantendrán humedecidas a fin de evitar la contaminación del aire por la generación de material particulado y las consecuentes afectaciones a la salud del personal que trabaja en obra.

5.6. Plan de manejo de los residuos de construcción y demolición (RCD).

Bajo el plan para el manejo de los residuos de la construcción y demolición - RCD, el FCME hará un seguimiento continuo a estos flujos, a través de un inventario para cuantificar los RCD previsibles, para aplicar en las áreas en las que se podrían desarrollar esfuerzos para minimizarlos. Anexo 20.

5.6.1. Identificación de los residuos de la construcción y demolición - RCD

Los RCD generados durante las actividades de construcción serán los siguientes:

5.6.1.1. Residuos de la construcción y demolición - RCD no peligrosos

Ésos son los siguientes: chatarra metálica, restos de: bloques, concreto, mezclas de enlucidos y levantada de paredes, material pétreo, papel y cartón, madera, vegetales, material eléctrico y electrónico, plásticos, vidrios y otros.

5.6.1.2. Residuos peligrosos de la construcción y demolición - RCD

Éstos son los siguientes: aceite usado, emulsiones agua- aceite, baterías de plomo, acumuladores de níquel y cadmio, pilas, tubos fluorescentes, suelos contaminados con aceites, diésel o gasolina, envases con residuos químicos peligrosos, filtros, franelas, solventes de pintura, residuos eléctricos y electrónicos, líquidos acuosos de limpieza no biodegradables, residuos de pintura.

5.7. Plan de capacitación ambiental

La administración deberá coordinar, con los empleados que laboran, para exponer el proyecto; además, se instruirá a todo el personal sobre el Plan de Manejo Ambiental. Este plan tiene como finalidad que los trabajadores estén capacitados para el cumplimiento de las actividades específicas y evitar cualquier emergencia que podría suceder y afectar no sólo al entorno sino su integridad física; además, facilitará la realización de charlas frecuentes con el personal en los siguientes temas generales.

5.7.1. Manejo de equipos de: construcción, extintores y de protección personal

Se darán instrucciones para el uso permanente de todo equipo de protección personal: auditiva, calzado, fajas, guantes, gafas, extintores, aparatos eléctricos y electrónicos, con la finalidad de proteger de daños físicos posibles a los trabajadores y empleados durante el cumplimiento de sus actividades.

5.7.2. Instrucción a los trabajadores y empleados

Se realizarán conferencias semanales al personal de obra para solicitarles que preserven el entorno natural y laboral libre de contaminantes y que acaten los procedimientos operativos específicos y generales establecidos en el PMA:

- Manejo de residuos sólidos y líquidos.
- Procedimientos para situaciones de emergencia.
- Salud y seguridad laboral.
- Prohibiciones: caza (de animales y aves silvestres del cerro Colorado).

5.8. Plan de abandono

Objetivo general: establecer acciones tendientes a la recuperación y remediación de los suelos intervenidos y afectados por la construcción de la infraestructura básica para la edificación de la urbanización, en la eventualidad que todos los adjudicatarios desistan construir en esa área.

5.8.1. Procedimientos específicos

Actividades:

- Derrocamiento de toda la infraestructura existente.
- Desalojo de los residuos hacia los lugares autorizados.
- Remediación y recuperación de los suelos contaminados
- Mejoramiento paisajístico del entorno mediante la siembra de árboles y arbustos.

5.9. Fichas de las medidas ambientales

5.9.1. Fichas de medidas ambientales etapa de construcción,
Anexo 14.

5.9.2. Fichas ambientales etapa de operación y mantenimiento,
Anexo 15.

Con base a estas prácticas llevadas a cabo, para el manejo de los residuos de la construcción y demolición - RCD, devolviéndolos a la naturaleza (botaderos), sin algún aprovechamiento, se tomó la decisión de investigar estas formas de eliminar estos RCD, a cambio de reusarlos y reciclarlos como lo realizan los países de: Alemania, Dinamarca, España y Holanda, con resultados excelentes en su reutilización y reciclado en los rellenos y la construcción de edificaciones e infraestructuras.



Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones y recomendaciones

- 6.1.** Conclusiones.
 - 6.2.** Recomendaciones
-

6.1. Conclusiones

1. El volumen generado de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructuras - RCD, puede reducirse en todas las fases del proceso constructivo, desde el proyecto a la ejecución y demolición, minimizando, reusando y reciclando, es decir valorizando los RCD, como materia prima secundaria.

2. Ante la carencia de reglamentación técnica, es necesario que cada actuación se constituya en un proyecto de investigación aplicado (estudio de caso).

3. Estas propuestas adecuadas a cada exigencia y disponibilidad, se sustentan en tres pilares fundamentales:

a. En la dimensión económica

- Extender el ciclo de vida de las edificaciones con una mayor calidad en la ejecución y su mantenimiento.
- Primar las inversiones en transformación y mantenimiento, frente a la construcción de nuevas edificaciones.

b. En la dimensión social.

- Establecer programas de formación y participación dirigidos a todos los agentes del proceso: técnicos, constructores y usuarios.
- Desarrollar una legislación técnica específica.
- Establecer medidas que permitan los procesos constructivos sostenibles.

c. En la dimensión medioambiental

- Primar el empleo de los RCD como materia prima secundaria, como se muestra en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1. Reinserción recomendada de residuos de demolición de hormigones, bloques, ladrillos y material pétreo.

Procedencia del árido	Rellenos	Contrapisos	Hormigón
Triturado del hormigón	Si	No	No
Triturado del hormigón seleccionado	Si	Relativamente	Relativamente
Triturado del hormigón limpio	Recomendable	Si	Si
Triturado del hormigón y ladrillo	Recomendable	Relativamente	Relativamente

Fuente. Obras complementarias de la Iglesia Rectoral San Josemaría Escrivá de Balaguer.

No se debe olvidar que las decisiones responderán a demandas o exigencias del promotor, por lo que se le debe asignar una cuota de responsabilidad.

Por último se acostumbra a considerar una densidad media de los residuos (incluyendo los envases) de 0,4 – 0,6 t /m³. (Llatas, 2012)

0,37 (incluida la excavación- arcillas expansivas) – 0,10 (sin incluir excavación – suelos rocosos o arenosos) e igualmente la tabla sobre el uso de los RCD (copiar del estudio de caso - Iglesia).

De lo expuesto se puede concluir, con una visión optimista con relación a los objetivos que pudieran lograrse en la consolidación de los esfuerzos necesarios difíciles para alcanzar un medio ambiente sostenible, a partir de un reenfoque del diseño y la construcción de las edificaciones, siguiendo algunas de las indicaciones de (Kiebert, et al, 2000) y las presentadas en esta investigación; edificaciones:

1. Que sean fáciles para la construcción e igualmente para la destrucción o demolición al final de su vida útil;
2. Cuyos componentes puedan ser desacoplados de la edificación, reemplazados con facilidad, y reutilizados con ajustes y retoques pequeños;
3. Que puedan ser construidas de manera progresiva;

4. Que utilicen productos y componentes concebidos y diseñados para el reciclaje;
5. Que generen un mínimo de residuos durante la construcción de las edificaciones en el proceso constructivo, cuyo metabolismo pueda ser muy lento debido a su durabilidad, adaptabilidad y transformabilidad;
6. Cuyos cerramientos exteriores, ventanería y cubiertas sean compatibles ambientalmente;
7. Que tengan una eficiencia energética alta;
8. Que no produzcan algún tipo de emisiones peligrosas o contaminantes;
9. Que utilicen, con eficiencia, los recursos y las técnicas disponibles localmente;
10. Que puedan combinar de manera sincrética y óptima los materiales y componentes de producción industrial y de energía incorporada alta con los de origen local de energía incorporada baja;
11. Que respondan, con acierto, a las condiciones ambientales y valores culturales e históricos locales;
12. Que promuevan la salud y el confort de sus ocupantes en un entorno estético y ambientalmente grato.

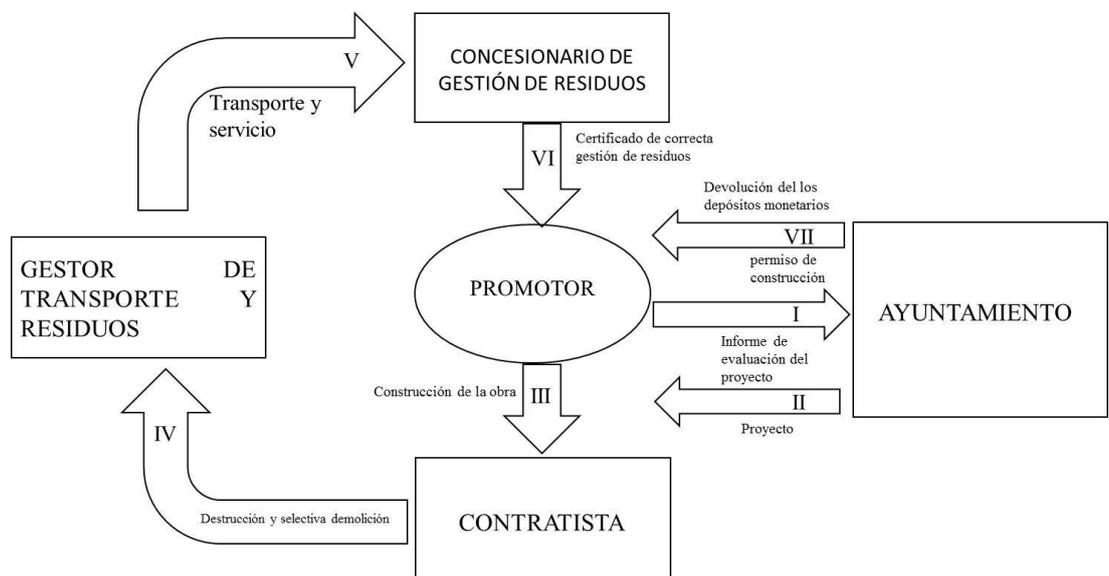
6.2. Recomendaciones

- Promover la participación del Ecuador en las reuniones del Comité Ejecutivo Internacional de “Construcciones sustentables” con el objeto de intercambiar experiencias y abrir nuevos campos de investigación y desarrollo en relación al manejo de los desechos sólidos producto de la construcción y demolición de las edificaciones e infraestructuras.
- Promover la reducción de los impactos ambientales y sociales negativos generados por un manejo inadecuado de sus residuos, minimizando, de esta forma, alguna de las consecuencias tales como inundaciones, deslizamientos de barrancos, proliferación de enfermedades, contaminación, entre otras.
- Promover el uso de áridos reciclados e investigaciones y normativas que fomenten dicha utilización.
- Dirigir las propuestas que se desarrollen en la gestión de los residuos de construcción y demolición de edificaciones - RCD, con la aplicación del modelo planteado en esta investigación, respecto a la gestión y el plan de manejo de los RCD como lo hacen los países de Alemania, Dinamarca, España y Holanda, referidos en esta investigación, que solo incineran el 3% de los RCD, es decir haciendo uso del 97% de éstos, tanto en la reutilización como en el reciclaje.

- Los RCD, al menos, deben ser clasificados para el uso de los rellenos de los solares vacíos y otras obras, ya que en estos residuos, se encuentran elementos tales como: residuos tóxicos y materiales orgánicos que al descomponerse provocan el deterioro de las edificaciones levantadas y la salud, especialmente, de las familias que habitan en ellos.
- El estado y los gobiernos locales deben elaborar planes de zonificación para los RCD, de manera que se tenga claro cuáles zonas son más aptas para ello.
- Considerar una densidad media de los RCD (incluyendo los envases) de 0,4 – 0,6 ton m⁻³ (Llatas, 2005).
- Hasta contar con una reglamentación técnica, recomendamos los indicadores IRCD obtenidos en esta investigación de 0.37 y 0.10 m³ m⁻², para edificaciones con y sin excavación respectivamente.
- Siendo la cantidad de RCD de la ciudad de Guayaquil de aproximadamente 400.000,00 m³ (cuatrocientos mil metros cúbicos) al año, sin tomar en cuenta las construcciones informales, las obras municipales y del gobierno central, es recomendable que los usáramos técnicamente, para explotar menos materiales primarios y contribuir así a un mejor cuidado de nuestra naturaleza.

- El Modelo de gestión sostenible de los residuos implementado en Sevilla-España, podría ser un ejemplo a seguir (Solís-Guzmán, et al., 2009), en nuestro país Figura 6.1.

Figura 6.1. Modelo de gestión de los residuos implementados en Sevilla, España.



Fuente: Solís-Guzmán et al, (2009)

La envidia es la forma de admiración de los mediocres
 Nelson Navarro Campos, Ing. PhD, profesor cubano

- CARACTERIZACIÓN:** Determinación de los atributos peculiares de una persona o cosa, de modo que se distinga claramente de las demás: caracterización de los personajes.
- CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE:** Es una manera de actuar de la industria de la construcción hacia el logro del desarrollo sostenible, tomando en cuenta aspectos medio ambientales, socioeconómicos y culturales. Específicamente, implica cuestiones tales como diseño y administración de edificaciones, construcción y rendimiento de materiales y uso de recursos – todas, dentro de la órbita más amplia del desarrollo y la gestión urbana.
- CONSTRUCCIÓN:** Es una de las actividades principales de la economía y también protagonista a la hora de generar residuos hacia el medio ambiente en todas las etapas de su proceso de existencia, ya sea por los materiales y energías utilizadas durante su edificación, rehabilitación y/o desconstrucción.
- CUANTIFICACIÓN:** Cálculo del número de unidades, tamaño o porción de una cosa, especialmente por medio de números.
- DEMOLICIÓN:** Hacer caer al suelo un edificio o una construcción, empleando para ello instrumentos adecuados y apropiados.
- DESECHO:** Es cualquier producto inservible o inutilizado, que su poseedor destina al abandono.

DESPERDICIO:	Es todo residuo sólido o semisólido de origen animal o vegetal sujeto a la putrefacción.
EVALUACIÓN:	Proceso que tiene como finalidad determinar el grado de eficacia y eficiencia con que han sido empleados los recursos destinados a alcanzar los objetivos previstos, posibilitando la determinación de las desviaciones y la adopción de medidas correctivas que garanticen el cumplimiento adecuado de las metas presupuestadas.
GESTIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL:	La gestión de impacto ambiental pretende reducir al mínimo nuestras intrusiones en los diversos ecosistemas, elevar al máximo las posibilidades de supervivencia de todas las formas de vida por muy pequeñas e insignificantes que resulten desde nuestro punto de vista.
GESTIÓN DE PROYECTO:	La gestión de proyectos es la disciplina de organizar y administrar recursos de manera tal que se pueda culminar todo el trabajo requerido en el proyecto dentro del alcance, el tiempo, y coste definidos.
IDENTIFICACIÓN:	Es la que generalmente se ha utilizado para definir y representar el activo proceso estructurante que tiene lugar dentro del yo y por el cual éste metaboliza ciertos componentes internalizados, dando lugar a una matriz identificatoria.
IMPACTO AMBIENTAL	Son los impactos primarios de una acción humana que ocurren al mismo tiempo y en el mismo lugar.

DIRECTO: IMPACTO AMBIENTAL:	Alteración favorable (impacto positivo) o desfavorable (impacto negativo) en el medio o en alguno de los componentes del medio producido por una acción o actividad.
LIXIVIADO:	Son los líquidos generados por el proceso de descomposición de la basura orgánica, son altamente corrosivos, ácidos y contaminantes.
MEDIO AMBIENTE:	Es el conjunto de elementos objetivos (calidad del aire, del agua, cantidad del ruido, etc.) y subjetivos (belleza de un paisaje, calidad de un lugar, etc.) que construyen las circunstancias de un individuo.
METODOLOGÍA:	Es una palabra compuesta por tres vocablos griegos: meta (“más allá”), odós (“camino”) y logos (“estudio”). El concepto hace referencia a los métodos de investigación que permiten lograr ciertos objetivos en una ciencia. Por lo tanto, la metodología es el conjunto de métodos que rigen una investigación científica o una exposición doctrinal.
RECICLAR:	Es un proceso mediante el cual los residuos son transformados en materia prima para la fabricación de nuevos productos.

RELLENO SANITARIO:	Es una técnica de disposición de basuras en el suelo, que no causa perjuicio al medio, y evita molestias y peligro para la salud.
RESIDUO SÓLIDO:	Es todo objeto, sustancia, elemento en estado sólido que se abandona o rechaza.
RESIDUO:	Se considera que el término residuo comprende todo bien u objeto que se obtiene a la vez que el producto principal.
SOSTENIBILIDAD:	Característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades de la población actual y local sin comprometer la capacidad de generaciones futuras o poblaciones de otras regiones de satisfacer sus necesidades.
SUSTENTABILIDAD:	Se funda en el reconocimiento de los límites y de las potencialidades de la naturaleza, así como en la complejidad ambiental, inspirando una nueva comprensión del mundo para enfrentar los desafíos de la humanidad en el tercer milenio.
VALOR DE USO:	Es aquél que representa la utilidad y beneficios económicos que proporciona el bien, por lo tanto es un valor subjetivo; por ello es difícil determinarlo con precisión y su base son las predicciones futuras sobre precios y tasas de interés.

**CONSTRUCCIÓN
SOSTENIBLE:**

Aquella que asegura la calidad ambiental y la eficiencia energética; y que, a su vez minimiza los impactos originados durante todo el ciclo de vida de las edificaciones: desde el diseño, la selección de los materiales y la fabricación, las técnica de construcción, la ubicación de la edificación, su mantenimiento y la gestión de los residuos durante su vida útil o función y se derribe.

**INDICADORES DE
SOSTENIBILIDAD:**

Los indicadores de sostenibilidad nos proporcionan señales para medir el progreso hacia objetivos que contribuyen conjuntamente al bienestar humano y al bienestar de los ecosistemas. Sin embargo, es conveniente diferenciar los indicadores ambientales de los indicadores de sostenibilidad. Mientras que los indicadores ambientales señalan el estado y variación del medio ambiente, los indicadores de sostenibilidad han de indicar, además, el estado y variación del sistema humano en relación con el sistema natural.

PROCESO CONSTRUCTIVO:

Serie de actividades relacionadas entre sí, para lograr un objetivo, con la ayuda de personal en la construcción de una vivienda.

ECOEFICIENCIA:	La ecoeficiencia es una filosofía que forma parte del desarrollo sostenible. La misma busca reducir el impacto ambiental de un sistema, sin afectar su competitividad económica.
PRODUCCIÓN SOSTENIBLE:	El término desarrollo sostenible, perdurable sustentable se aplica al desarrollo socio-económico. Significa producir solo lo necesario, nada más.
CICLO DE VIDA:	Es una herramienta que estudia y evalúa el impacto ambiental de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia, estableciendo un balance ambiental con objeto de conseguir un desarrollo sostenible.
MATERIA PRIMA SECUNDARIA:	Son materiales obtenidos después del uso de los materiales extraídos de la naturaleza que nos sirven para construir nuevas edificaciones e infraestructuras.

Bibliografía

Bibliografía

Referencias bibliográficas.

Acosta, D. (2002). *Arquitectura y Construcción Sostenibles: Propuestas y Experiencias Profesionales y Académicas*. Trabajo de ascenso para la categoría de Profesor Asociado. IDEC - FAU – UCV.

Agenda de la Construcción Sostenible (2010). *Etiquetas en el sector de la construcción*. Categoría Materiales. Consultado de www.csostenible.net

Alavedra P. (La construcción sostenible. El estado de la cuestión. Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040: ESPAÑA. ISSN: 1578-097X. Consultado de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala>.

Álvarez, L. (2003). *Edificación y desarrollo sostenible*. GBC: Un método para la evaluación ambiental de edificios. Informes de la construcción. España. Consultado de <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/download/556/631>.

Architecture Sustainable. (2005). Center for Sustainable Systems* University of Michigan 440 Church Street, Dana Building Ann Arbor, MI 48109-1041 USA. Consultado de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:RJgX8HH3J8IJ:css.snre.umich.edu/+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec&lient=firefox-a>.

Auernheimer, C. (1996). *Curso de Impacto Ambiental*. Proyecto. Habana. Oficina del historiador de la Ciudad de La Habana Universidad de Alicante Centro de Estudios de Tecnologías Avanzadas. Instituto Politécnico “José A. Echevarría”. Universidad Politécnica de Valencia La Habana, 336p.

Barbudo, A. (2012). Aplicaciones de los áridos reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición en la construcción de infraestructuras viarias. Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería Rural de la Universidad de Córdoba.

Bilbao, L. (2012). Proyecto de urbanización de garellano. Estudio de gestión de residuos. Consultado de: https://www.bilbao.net/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-disposition&blobheadername2=pragma&blobheadervalue1=attachment%3B+filename%3DH_121038000001+Anejo-04.pdf&blobheadervalue2=public&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1273839203885&ssbinary=true valoración de los rcd en pdf.

Botasso, H. y Fensel, E. (1900). "Proyecto para el uso sistemático de residuos de construcción, demolición y procesos industriales". Consultado de <http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/laserena/25.pdf>.

Burbano, H. (2000). Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental. Aproximación desde la Naturaleza y la Sociedad. Universidad de Nariño. Colombia. ISBN: 958-9479-14-6. Pág. 23.

Cardona, M. (2007). Minimización de residuos: una política de gestión ambiental empresarial. Consultado de http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol1n2/pl_v1n2_46-57_Minimizaci%C3%B3n.pdf.

- Carter, G. (1995). Save Energy: Build it Right First Time. III International Congress Energy, Environment and Technological Innovation. Proceedings.Vol.1: 405-409.
- Carter, L. (2002). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de Estudios de Impacto. Pág. 1- 830.
- Castañón, M. (2010). Todo Residuos 2010-2011. Wolters Kluwer España.
- Cilento, A. (1996). Syncretism and Tecnological Innovation in Housing Production. III International Congress Energy, Environment and Technological Innovation. UCV-Univ. La Sapienza. Caracas. Proceedings. Vol. 1, 411-415. Versión en español en: Tecnología y Construcción 12 I. IDEC-UCV, Caracas: 15-19.
- Cilento, A. (1998a). Construcción Sostenible: de las declaraciones a la acción. Tribuna del Investigador, Vol. 4, N° 2. APIU-UCV, Caracas: 72-81.
- Citma. (1997). Estrategia Ambiental Nacional República de Cuba. (a) 27p.
- Cornwell, Mackenzie L. Davis; Hardcover, (1998) Introduction to Environmental Engineering.
- Cuchí, A; Sagraera, A. Reutilización y Reciclaje de los Residuos del Sector de la Construcción. Revista Ambiental. Mayo de 2007. Consultado en www.bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/538/1/Propuesta_Manejo_Integral_Bran_2011.pdf.

Decreto N° 3.516 - Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas, fuentes móviles y para vibraciones (Anexo V, Libro VI: De la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, República del Ecuador). Consultado de http://faolex.fao.org/cgi-bin/faolex.exe?rec_id=112184&database=faolex&search_type=link&table=result&lang=eng&format_name=@ERALL.

Domínguez, L y Martínez, E. (2007). Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas. Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán México. Consultado de <http://www.redalyc.org/pdf/467/46711305.pdf>.

EDA – European Demolition Association. (1978) Consultado de <http://www.europeandemolition.org/espanol>.

Espinoza, G. (2001). Revisión de la Evaluación de Impacto Ambiental en Países de Latinoamérica y el Caribe. Metodología, Resultados y Tendencias. BID, CED. Santiago, Chile. Pág. 1- 95.

Espinoza, G. (2002). Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impactos Ambiental. BID, CED. Santiago, Chile. Consultado de <http://www.ced.cl/ced/wp-content/uploads/2009/03/gestion-y-fundamentos-de-eia.pdf>.

Estudio de impacto ambiental expost de área de servicios de la urbanización “Metrópolis II” para las etapas E, F, G y H. (2008). Consultado de http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:aM6_QUOnQxMJ:www.metropolis.com.ec/metropolis/download.php

%3Ffile%3DEstudioImpactoAmbientalMetropolis.pdf+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec&client=firefox-a.

Fernández, P. (2005). Gestión de residuos de construcción y demolición. Consultado de http://pagina.jccm.es/medioambiente/planes_programas/plan_res_construccion.pdf.

Fontanel, L. y García, J. (1996). Gestión del medio ambiente urbano. Residuos que se generan de la actividad de la construcción. Directiva U.E “Demolition waste”. Consultado de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:x-X28pXiOMMJ:informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/download/1026/1110+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec&client=firefox-a>.

Giménez, B., Castilla C., Cortés, López, J. Martínez, A. Pastor (2010). Gestión de residuos de la construcción y demolición en una obra de nueva planta. Departamento: Construcciones Arquitectónicas Centro: ETS Arquitectura. Consultado en http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7558/OA_GESTION_RCD.pdf?sequence=1.

Glinka, M., Vedoya, D., Pilar, C. 2006. Estrategias de reciclaje y reutilización de residuos sólidos de construcción y demolición.

González, R. y López J. (1994). Análisis Bioclimático de la Arquitectura.

Guba & Lincoln. (1989). Confiabilidad y Validez en el Contexto de la investigación y evaluación cualitativas.

Heijungs R., Huppes G., Guinée J.B., 2010. Evaluación del ciclo de vida y análisis de la sostenibilidad de los productos, materiales y tecnologías. Toward a scientific framework for sustainability life cycle analysis. *Polymer Degradation and Stability*, 95(3): 422-428. Consultado en www.interreg-sudoe.eu/contento-dinamicolibreria-ficherosB111DBEF-C019-2BB8-348B.

Herrera, M. (1997). Evaluación de Impacto Ambiental. Diplomado de Ordenación Rural en Función del Medio Ambiente. Conferencia. Universidad de Alicante- ISCAH "Fructuoso Rodríguez Pérez" -(Proyecto Habana). 41p.

Hodge, A., Hardi, P., & Bell, D. (1999). Seeing change through the lens of sustainability. En *Beyond Delusion: Science and Policy Dialogue on Designing Effective Indicators of Sustainable Development*. Costa Rica: International Institute for Sustainable Development

Huete, R.; Llatas, C.; López, J.A.; Ponce, M. (1998) "Gestión del medio ambiente urbano. Residuos que se generan en la actividad de construcción. Cuantificación y minimización". Congreso Latino-Americano Tecnología e Gestao na Producto de Edifícios: Soluções para o Tercero Milenio, Sao Paulo: 309-321.

Impacto de la edificación hacia el medio ambiente (2010). Consultado de <http://blogs.myspace.com/index.cfm?fuseaction=blog.view&frindId=518475904&blogId=526706562>.

Jiménez H. (2000). Desarrollo sostenible. Transición hacia la coevolución global. Madrid: Ediciones Pirámide.

- Johansson, E. (2008). Evaluación del comportamiento térmico Universidad de Lund-Suecia con IPUR-Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Kibert CH., Sendzimir J. y Guy B. (2000). Construction ecology and metabolism: natural system analogue for a sustainable built environment. *Construction Management and Economics* 18: 903-916.
- Lehni, M. (2000). Eco-efficiency: creating more value with less impact. Geneva: World Business Council on Sustainable Development (WBCSD)
- LLatas, C. (2000). Residuos Generados en la Construcción de Viviendas, propuestas y evaluación de procedimientos y prescripciones para su minimización. (Tesis Doctoral: Universidad de Sevilla). Consultado de http://fondosdigitales.us.es/media/thesis/1957/Q_Tesis_LLA.pdf
- Llatas, C. (2004). Impacto ambiental de los residuos de construcción. Cuantificación y minimización, Dpto. Construcciones Arquitectónicas I, Universidad de Sevilla: España. Consultado de http://www.laciudadviva.org/opencms/export/sites/laciudadviva/recursos/documentos/Carmen_Llatas_Oliver__Impacto_ambiental_de_los_residuos_en_construccion.pdf-9f0effe5f8c477d37a90ec34442f7fe5.pdf.
- Llatas, C. et al (2009). Ponencia Una aproximación metodológica a la verificación en obra de la cuantificación de residuos de construcción en Andalucía. Universidad de Sevilla, España.

- Llatas, C. et al. (2010). Ponencia de la Sustainable Building Conference. Una aproximación a la evaluación de la ecoeficiencia en edificios. Herramientas básicas. Madrid.
- Llatas, C. (2012). Propuesta Metodológica para la obtención de un índice de aprovechamiento de residuos en Obras de rehabilitación en Andalucía. Universidad de Sevilla. Consultado en <http://www.sb10mad.com/ponencias/archivos/c/C027.pdf>
- Lloyd, D. (2002). Arquitectura Y Entorno. El diseño de la Construcción Bioclimática. 1era Edición. Barcelona- España: Editorial BLUME.
- Master ingeniería ambiental. (2006-2007). Residuos de construcción y demolición. Consultado de <http://www.uhu.es/emilio.romero/docencia/Residuos%20Construccion.pdf>.
- Ministerio del Ambiente de la República del Ecuador. (2002). Texto Unificado de la Legislación Ambiental. Libro Sexto, De la Calidad Ambiental. Todos los Artículos.
- Moreno, O. (2009). Gestión ambiental urbana y desarrollo sustentable. Consideraciones desde un enfoque social sobre nuestro hábitat urbano. Chile. http://ambiente-total.ucentral.cl/pdf/at01_sustentabilidad.pdf.
- Mostaedi, A. (2002). Arquitectura Sostenible. Lowtechhouses. Instituto Monsa Ediciones Barcelona. Movimiento Clima. (s.f.). Recuperado de www.movimientoclima.org.

Neila, J. (2004). Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible. Ed. Murilla-Lería.

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial ONUDI, 2007. Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos. Consultado en http://www.unido.org/fileadmin/import/72852_Gua_Gestin_Integral_de_RSU.pdf

Panigatti, M. Begliardo, H, Grifa, C. Boglione, R. Casenave, S. Sánchez, M. y Cassina, D. Metal (2006). Relevamiento de residuos de construcción y demolición en la ciudad de Rafaela y departamento castellanos – Santa fe. Universidad Tecnológica Nacional.
<http://www.frlp.utn.edu.ar/lemac/Publicaciones/Del%202006/PROYECTOS%20I+D%20Y%20RELEVAMIENTOS/05%20-%20RAFAELA%20-%20Relevamiento%20de%20residuos.pdf>

Panigatti, Metal (2006). Reciclado de residuos de construcción y demolición (RCD) y de residuos de procesos (RP) PROCQMA – Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Rafaela: San Rafael.

Pérez, C. (1999). Nuevo contexto para el desarrollo sustentable. Quinto Día, junio 16,17. Portal Forestal. Tu comunidad digital.

Procesos de residuos de construcción y demolición (2005), Esquema general de una planta de trituración fija de (RCD), provincia Córdoba, España.

Ramírez de Arellano, A.; Llatas Oliver, C. et. al (2002). Retirada selectiva de residuos. Modelo de presupuestación. Fundación Cultural

del Colegio Oficial Aparejadores Arquitectos Técnicos de Sevilla. Sevilla. Consultado de http://www.nureinvestigacion.es/ficheros_administrador/f_metodologica/fmetodologica_26.pdf.

Ruano, M. (1999). *Ecourbanismo. Entornos Humanos Sostenibles: 60 Proyectos*. 2da Edición. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A.

Pardo, A. y Ruiz, M.A. (2005). *Análisis de datos con SPSS 13 base*. Madrid: McGraw Hill.

Salamanca, A. y Crespo, C. (2007). *El diseño de la investigación cualitativa*. Consultado de http://www.nureinvestigacion.es/ficheros_administrador/f_metodologica/fmetodologica_26.pdf.

Salgado, A. (2007). *Investigación cualitativa: Diseños evaluación del rigor metodológico y retos*. Consultado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1729-48272007000100009&script=sci_arttext.

Sanz, J. (2012). *Análisis del ciclo de vida de una vivienda media de la Región de Murcia*. Consultado en: www.repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/2856/1/tfm110.pdf.

Secretaría de la M. I. Municipalidad de Guayaquil (2010). *Ordenanza que norma el manejo y disposición final de escombros generados en la ciudad de Guayaquil*. Ecuador.

Serbia, J. (2007). Diseño, muestreo y análisis en la investigación cualitativa. Universidad nacional de Lomas de Zamora. Consultados de http://cienciared.com.ar/ra/usr/3/206/n7_vol3pp123_146.pdf.

Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (Tulas). 2003

United Nations. (1997). Habitat Agenda and Istambul Declaration. DPI/1859/HAB/CON-96-25546-March 1957-20M.

Vázquez, M. (2001). Construcción e impacto sobre el ambiente: el caso de la tierra y otros materiales. Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X. Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n20/amvaz.html>.

Vera, L. (2010-2011) Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de residuos de construcción y demolición en Almería. Universidad de Almería. Consultado de <http://repositorio.ual.es:8080/jspui/bitstream/10835/1189/1/PFM.pdf>.

Yeang, K. (1999). Proyectar con la naturaleza. Bases Ecológicas para el Proyecto Arquitectónico. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A.

Estudio de gestión de residuos. Expediente N°: 02-2011-0295: proy.ejecuc.estud.seg.salud.demolic.vvdas. en nopalera 24 y 26 (col. milit. campamento) y demolic. parcial vvda. c/verdolaga 3 (col. milit. arroy meagues) madrid. promotor: invied. (2011). Consultado en http://www.invied.mde.es/08-perfil-contratante/Galerias/ficheros/2012/02-2012-0004/02-2012-0004_GESTION_RESIDUOS.pdf

Lap. (2014). Procedimiento de manejo de residuos en actividades de construcción en el AIJCH. Consultado en https://www.google.es/?gws_rd=ssl#q=manejo+de+residuos+peligrosos+en+la+construccion+de+edificaciones+e+infraestructuras

Giménez, B.; Castilla, N.; Cortés, J.; Martínez, A.; Pastor, R. (2005). Gestión de residuos de la construcción y demolición en una obra de nueva planta. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7558/OA_GESTION_RCD.pdf?sequence=1

UICN, Oficina Regional para Mesoamérica y la Iniciativa Caribe. San José, Costa Rica. (2011). Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción. Consultado en http://cmsdata.iucn.org/downloads/guia_escombros_baja.pdf

Decreto 189/2005, de 13-12-2005, por el que se aprueba el Plan de Castilla-La Mancha de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (D.O.C.M. nº253, de 16-12-2005). (2005). Gestión de residuos de construcción y demolición. Consultado en http://pagina.jccm.es/medioambiente/planes_programas/plan_res_construccion.pdf

Rodríguez, R.; Gómez, N.; Zarauza, P.; Benítez, A.; (2013). Educación ambiental, residuos y reciclaje. Consultado en http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/educacion_ambiental_y_formacion_nuevo/ecocampus/recapacicla_universidades/recursos/guia_didactica_edu_amb.pdf

Consejería de Medio Ambiente y desarrollo Rural Dirección general de Planificación y Gestión Ambiental. (2005). Plan de castilla la mancha de gestión de residuos de construcción y demolición. Consultado en <http://www.castillalamancha.es/sites/default/files/documentos/20120511/planrcd.pdf>

Guía de divulgación para la gestión de los residuos de construcción y demolición en Cantabria. (2010). Guía práctica. Gestión de los residuos de construcción y demolición (RCDs). Consultado en <http://www.euresp-plus.net/sites/default/files/uploads/Guia%20RCDs.pdf>