



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA

**“PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA LA UBICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA
PARA LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA MANCOMUNIDAD DE LA
PROVINCIA DE IMBABURA, MEDIANTE UN MODELO ESPACIAL”**

GABRIELA PAOLA PAZ FLORES

SANGOLQUÍ-ECUADOR

ABRIL - 2013

CERTIFICACIÓN

Ing. Wilson Jácome

Ing. Mario Cruz

Certifican:

Que el proyecto de tesis titulado “**PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA LA UBICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA MANCOMUNIDAD DE LA PROVINCIA DE IMBABURA, MEDIANTE UN MODELO ESPACIAL**”, realizado por la Señorita Gabriela Paola Paz, ha sido guiado y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

El trabajo en mención consta con dos empastados y dos discos compactos el cual contienen el documento en formato portátil de Acrobat (pdf).

Sangolqui, 8 de Abril del 2013

Ing. Wilson Jácome

DIRECTOR

Ing. Mario Cruz

CO-DIRECTOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Gabriela Paola Paz Flores

Declaro que:

El proyecto de grado titulado “**PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA LA UBICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA MANCOMUNIDAD DE LA PROVINCIA DE IMBABURA, MEDIANTE UN MODELO ESPACIAL**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolqui, 8 de Abril 2013

Gabriela Paola Paz F.

AUTORIZACIÓN

Yo, Gabriela Paola Paz Flores

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación en la biblioteca virtual de la Institución del Proyecto de grado titulado **“PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA LA UBICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA MANCOMUNIDAD DE LA PROVINCIA DE IMBABURA, MEDIANTE UN MODELO ESPACIAL”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolqui, 8 de Abril 2013

Gabriela Paola Paz F.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR:

Gabriela Paola Paz F.

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

Ing. Francisco León

LUGAR DE FECHA: Sangolqui, 8 de Abril del 2013

DEDICATORIA

*“Queda prohibido no hacer las cosas por mí mismo,
no creer en mi Dios y hacer mi destino,
tener miedo a la vida y a sus castigos,
no vivir cada día como si fuera un último suspiro”.*
Alfredo Cuervo Barrero

Esta tesis dedico con todo mi cariño a:

A Dios, porque a su lado no hay límites, sólo oportunidades de triunfar y de alcanzar lo que coloque por delante.

A mis padres: “Porque me cuesta imaginar cómo hubiese sido mi vida sin el amor de ustedes dos pero estoy seguro que no sería tan feliz como lo he sido hasta ahora, porque gran parte de mi felicidad es tenerlos en mi vida”. Padre, todos mis logros han sido en base a tu sacrificio, me has enseñado a ser una luchadora incansable. Madre, has sabido comprenderme durante toda esta etapa, eres única e increíble, cada uno con sus debilidades y fortalezas me han inculcado respeto hacia el prójimo y amor por la vida, son los mejores padres que alguien podría tener” LOS AMO

A mis dos hermanos Karen y Andrés, gracias por aguantarme, los llevo siempre en mi corazón, los amo.

A mi mejor amigo y hermano Luchito, que ha sido un pilar fundamental en mi vida, por todo su apoyo, y su cariño esta tesis es para usted.

A uno de los hombres más importantes de mi vida Ec. Miguel Navas, eres un genio, te adoro, has sido como un padre para mí, y el mejor director del mejor equipo del mundo Chacharita Jrs.

A mi primo David, porque has estado incondicionalmente, siempre con palabras de aliento en los momentos más difíciles, brindándome alegría en mi corazón.

A Iván porque me ha enseñado el verdadero significado de perseverancia y constancia frente a la vida, has sido un verdadero amigo y guía, el ser mejor geógrafo y ser humano, en gran parte te lo debo a ti.

A mis amigos "JALADOS", especialmente a Geovis, Caro, Raulito, Vale, Angelito, Cachorito, Danny, Leito, Emi, Kari, porque han compartido conmigo mis mejores momentos en la universidad, y han sabido estar a mi lado en momentos muy gratos.

A Roberto, Rodri, Daniel, Diego, porque han sido parte de muchas alegrías durante tantos años, muchas gracias por su amistad.

A Johi, has sido un gran apoyo y buena amiga.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por no dejarme caer, y si lo he hecho has sido tú quien me ha estirado la mano para levantarme.

A mis Padres, muchas gracias por estar siempre a mi lado.

A mi tía Mónica Flores, millón gracias por tus consejos, eres una mujer digna de seguir.

A mi familia Flores Cevallos, tíos, primas, gracias por ser siempre tan buenos, la calidad de las personas se mide por cuan humildes puedes llegar a ser.

A la ESPE institución que me recibió para formar académicamente y por brindarme buenos profesores que supieron brindarme sus conocimientos sin egoísmos

A mi Director de Tesis Ing. Wilson Jácome, gracias por todo, su ayuda, paciencia, y amistad durante la fase de estudiante ya que han complementado a que sea mejor profesional.

A mi Codirector de Tesis Ing. Mario Cruz, muchas gracias por el apoyo incondicional, y por brindarme sus conocimientos de manera tan dedicada.

A mis profesores Ing. Robayo, Ing. Oliva Atiaga, Ing. Francisco León, han sido excelentes profesores, siempre les recordaré.

Al Ing. Pepito Robalino, porque me ayudo a dar mis primeros pasos, como profesional, millón gracias.

A mis amigos Sergio y Gaby, muchas gracias por haber compartido momentos de enseñanza y aprendizaje desinteresado.

A DKAR, y en especial al Ing. Diego Villafuerte, porque me ayudo a consolidar mis conocimientos, muchas gracias por auspiciarme con tu Empresa para el desarrollo de esta tesis.

Al Ing. Henry Vilatuña, gracias por su amistad y apoyo brindado durante estos meses.

RESUMEN

Para ubicar los sitios potenciales de un relleno sanitario es necesario realizar un análisis integro en función de diferentes criterios de localización y un análisis de la situación actual del área.

La metodología utilizada en la presente tesis se fundamenta en el establecimiento de criterios restrictivos de la legislación nacional TULSMA, y la EPA, para sus respectivas ponderaciones se utilizó el Método Delphi, al realizar el cruce de coberturas se obtuvo el mapa de localización de infraestructura para la disposición de residuos sólidos.

Se procedió a obtener las cuencas visuales estableciendo cuatro puntos y se obtuvo las áreas visibles, se los localizó por el análisis de alternativas, en función de su población, crecimiento poblacional, y área para el potencial relleno sanitario (20 años de vida útil).

Para obtener las alternativas, se realizó un análisis a partir de las cuencas visuales obtenidas y las áreas de restricción más bajas, generando 3 alternativas, se tomó adicionalmente una más fuera del área establecida ya que presentaba condiciones óptimas en cuanto a los criterios.

Para evaluar las alternativas se realizó una salida de campo y se aplicó fichas de valoración de calidad escénica, las cuales permitieron saber la situación actual de las áreas escogidas.

SUMMARY

To locate potential sites for a landfill is required complete analysis according to various location criteria and an analysis of the current situation in the area.

The methodology used in this thesis is based on the establishment of restrictive criteria TULSMA national legislation, and the EPA, to their respective weightings used the Delphi method, to make the crossing was obtained coverage map location of infrastructure solid waste disposal.

We proceeded to get the setting viewshed scored four points and visible areas, they are tracked by the analysis of alternatives, based on their population, population growth, and the potential area for landfill (20 year life).

For alternatives, analysis was performed from the viewshed obtained and lower restriction areas, generating three alternatives, additionally took a more out of the area as it had optimal conditions in terms of the criteria

To evaluate the alternatives was made a field trip and applied sheets scenic quality assessment, which allowed to know the current status of the areas chosen.

INDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación	3
1.3. Importancia	3
1.4. Objetivo General	4
1.5. Objetivos Específicos	4
1.6. Metas	5
1.7. Localización	6
1.8. Área de influencia	7
1.8. 1 Cantón Ibarra	7
1.8. 2 Cantón Antonio Ante	8
1.8. 3 Cantón Cotacachi	8
1.8. 4 Cantón Otavalo	9
1.8. 5 Cantón Pimampiro	10
1.8. 6 Cantón Urcuqui	10
1.9. Alcance	11
CAPÍTULO II	12
2.1. Residuos o Desechos	12
2.2. Residuos Sólidos	12
2.3. Clasificación de Residuos Sólidos	13
2.3. 1 Residuos Sólidos Urbanos	13
2.3. 2 Residuos Sólidos Rurales	13
2.4. Residuos Sólidos Urbanos	14
2.4. 1 Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos	14
2.4.1. 1 Residuos Sólidos Domiciliarios	14
2.4.1. 2 Residuos Sólidos Comercial	14
2.4.1. 3 Residuos Sólidos de Demolición	14
2.4.1. 4 Residuos Sólidos del barrido de calles	15
2.4.1. 5 Residuos Sólidos de limpieza de parques y jardines	15
2.4.1. 6 Residuos Sólidos hospitalarios	15
2.4.1. 7 Residuos Sólidos Institucional	16
2.4.1. 8 Residuos Sólidos Industrial	16
2.4.1. 9 Residuos Sólidos Especiales	16
2.4. 2 Composición de los Residuos Sólidos Urbanos	16
2.4.2. 1 Residuos de Alimentos	18
2.4.2. 2 Papel y cartón	18
2.4.2. 3 Plásticos	18

2.5. Rellenos Sanitarios	18
2.5. 1 Tipos de Rellenos Sanitarios.....	19
2.5.1. 1 Relleno Sanitario Mecanizado	19
2.5.1. 2 Relleno Sanitario Semi Mecanizado	20
2.5.1. 3 Relleno Sanitario Manual.....	21
2.5. 2 Tipos de Métodos de Construcción de un Relleno Sanitario	22
2.5.2. 1 Método de trinchera o zanja	23
2.5.2. 2 Método de Área.....	23
2.5.2. 3 Combinación de ambos rellenos.....	24
2.5. 3 Componentes de un Relleno Sanitario.....	25
2.5. 4 Ventajas y Desventajas de los Rellenos Sanitarios.....	27
2.5. 5 Principio Básicos de un Relleno Sanitario.....	28
2.5.6. 1 Área para la disposición final de los residuos sólidos.....	30
2.5.6. 2 Área para infraestructura auxiliar	32
2.6. Sistema de Información Geográfica (SIG)	32
2.6. 1 Concepto	32
2.6. 2 Componentes del SIG.....	33
2.6. 3 Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfico (SIG).....	34
2.6. 4 Modelos de Representación Espacial	35
2.6.4. 1 Modelo Vectorial	35
2.6.4. 2 Modelo Raster.....	36
2.6. 5 Geodatabase	36
2.6.5. 1 Beneficios de una Geodatabase	37
2.6. 6 Sistema de Referencia.....	38
2.6.6. 1 Dátum Geodésico	38
2.6. 7 Análisis Multicriterio Aplicado a Tecnología SIG	39
2.6.7. 1 Conceptos Básicos del Análisis Multicriterio.....	39
2.6.7. 2 Conceptos Básicos del Análisis Multicriterio.....	39
2.6. 8 Definición de Cuenca Visual	40
2.7. Paisaje.....	40
2.7. 1 El paisaje en la geografía.....	41
2.7. 2 Calidad Visual del Paisaje.....	41
2.7. 3 Métodos de Valoración a través de Categorías Estéticas	42
CAPÍTULO III	45
LEGISLACION AMBIENTAL INTERNACIONAL	45
3.1. Criterios de Localización de la Agencia de Protección Ambiental (EPA).....	45
3.1. 1 Restricciones de Ubicación.....	46
3.1.1. 1 Seguridad Aeroportuaria.....	46
3.1.1. 2 Llanuras de Inundación.....	46
3.1.1. 3 Pantanales, Marismas y Similares.....	47
3.1.1. 4 Fallas Geológicas	47
LEGISLACION AMBIENTAL NACIONAL.....	48
3.2. Criterios de Localización según el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente (TULSMA), Libro VI, Anexo 6.....	50
3.3. Criterios de Localización según las Ordenanzas Municipales de la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura.....	54
3.3. 1 Municipio de Otavalo.....	54
CAPÍTULO IV	56
METODOLOGIA.....	56

4.1. Recopilación de Información	56
4.1. 1 Fuentes de Información	57
4.2. Creación de una Geodatabase y su topología	57
4.3. Estandarización de la Información	58
4.4. Generación de la Información	59
4.5. Establecimiento de criterios restrictivos	60
4.6. Análisis para establecer las Alternativas	61
4.6. 1 Crecimiento Poblacional vs. Generación de RSU	62
4.6. 2 Área para la ubicación de Infraestructura para la disposición final de RSU.....	64
4.7. Ponderación de los criterios	66
4.7. 1 Vías	66
4.8. Modelo inicial de ubicación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos urbanos	85
4.9. Validación del modelo de ubicación	86
4.10. Cuencas Visuales.....	87
4.11. Obtención de áreas (alternativas) en función del modelo inicial y las cuencas visuales.....	87
4.12. Fichas de valoración de calidad escénica.....	89
CAPÍTULO V	91
RESULTADOS	91
5. 1 Accesibilidad (ANEXO III, LÁMINA 2/15).....	91
5. 2 Zonas pobladas y Aeropuerto (ANEXO IV, LÁMINA 2/15).....	92
5. 3 Hidrografía (ANEXO V, LÁMINA 3/15)	93
5. 4 Bienes Culturales (ANEXO VI, LÁMINA 4/15)	94
5. 5 Otros Insumos (ANEXO VII, LÁMINA 5/15).....	94
5. 6 Uso del Suelo (ANEXO VIII, LÁMINA 6/15).....	95
5. 7 Geomorfología (ANEXO IX, LÁMINA 7/15)	96
5. 8 Geología (ANEXO X, LÁMINA 8/15).....	97
5. 9 Modelo inicial de ubicación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos urbanos (ANEXO XI, LÁMINA 9/15)	98
5. 10 Validación del modelo inicial de ubicación de infraestructura para la disposición final de de residuos sólidos urbanos.....	100
5. 11 Resultados de la obtención de las cuencas visuales (ANEXO XIII, LÁMINA10/15).....	102
5. 12 Resultados de la obtención del área de las alternativas en función del modelo inicial y las cuencas visuales (ANEXO XIII, LÁMINA 11/15).....	103
5. 13 Resultados de las fichas de valoración escénica	105
5. 14 Matriz de alternativas en base a los resultados obtenidos	116
CAPITULO VI.....	118
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
6. 1 Conclusiones.....	118
6. 2 Recomendaciones	120
BIBLIOGRAFÍA	123
ANEXOS	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Cantones que integran la zona de estudio	6
Tabla 1. 2 Parroquias del Cantón Ibarra	7
Tabla 1. 3 Parroquias Urbanas del Cantón Ibarra	7
Tabla 1. 4 Parroquias del Cantón Antonio Ante	8
Tabla 1. 5 Parroquias del Cantón Cotacachi.....	9
Tabla 1. 6 Parroquias del Cantón Otavalo	9
Tabla 1. 7 Parroquias del Cantón Otavalo	10
Tabla 1. 8 Parroquias del Cantón Otavalo	10
Tabla 2. 1 Distribución porcentual de componentes de residuos urbanos para países de bajos, medianos y altos ingresos, excluyendo materiales reciclados ..	17
Tabla 2. 2 Comparación de las Características de un Relleno Sanitario Manual y Mecanizado.	22
Tabla 2. 3 Ventajas y Desventajas de los Rellenos Sanitarios.....	28
Tabla 2. 4 Generación Acumulada de Residuos Sólidos en el Municipio.....	31
Tabla 2. 5 Parámetros del WGS 84.....	38
Tabla 2. 6 Inventario/evaluación de la calidad escénica, criterios de ordenación y puntuación	42
Tabla 2. 7 Clases de calidad escénica (U.S.D.A 1974).....	44
Tabla 2. 8 Escala universal de valores del paisaje	44
Tabla 3. 1 Parámetros para el análisis espacial extraíbles del TULSMA	52
Tabla 4. 1 Especificaciones para la información espacial	58
Tabla 4. 2 Parámetros para el análisis espacial escogidos del TULSMA.....	60
Tabla 4. 3 Parámetros para el análisis espacial escogidos de la EPA	61
Tabla 4. 4 Crecimiento Poblacional vs. Generación de RSU (Mancomunidad de la Provincia de Imbabura).....	63
Tabla 4. 5 Calculo del área para la ubicación de infraestructura para la disposición final de RSU	65
Tabla 4. 6 Calculo de Infraestructura auxiliar	65
Tabla 4. 7 Clasificación de las Vías en función de su Importancia.....	67
Tabla 4. 8 Ponderación en función de sus prioridades de los Buffers de vías según tipo y distancia de la vía.	68
Tabla 4. 9 Ponderaciones para las Zonas Pobladas.....	70
Tabla 4. 10 Ponderaciones para la hidrografía.....	71
Tabla 4. 11 Ponderaciones para bienes culturales.....	72
Tabla 4. 12 Ponderación Inundaciones	73
Tabla 4. 13 Ponderación Yachay	73
Tabla 4. 14 Ponderación Áreas Protegidas	74

Tabla 4. 15 Ponderaciones para Uso del Suelo	74
Tabla 4. 16 Ponderaciones según su grado de Importancia Geomorfología.....	81
Tabla 4. 17 Ponderaciones según su grado de Importancia Geología.....	83
Tabla 5. 1 Área vs. Porcentaje del Análisis de la Accesibilidad.....	91
Tabla 5. 2 Área vs. Porcentaje del Análisis de las Zonas Pobladas.....	92
Tabla 5. 3 Área vs. Porcentaje del Análisis de las Hidrografía.....	93
Tabla 5. 4 Área vs. Porcentaje del Análisis de los Bienes Culturales.....	94
Tabla 5. 5 Área vs. Porcentaje del Análisis de Otros Insumos Utilizados	95
Tabla 5. 6 Área vs. Porcentaje del Análisis del Uso del Suelo	96
Tabla 5. 7 Área vs. Porcentaje del Análisis de la Geomorfología.....	97
Tabla 5. 8 Área vs. Porcentaje del Análisis de la Geología.....	98
Tabla 5. 9 Área vs. Porcentaje del Análisis del Modelo Inicial.....	99
Tabla 5. 10 Comparación de Modelo Inicial vr. Campo.....	100
Tabla 5. 11 Calculo del Tamaño de la muestra	101
Tabla 5. 12 Total de puntos para la validación.....	101
Tabla 5. 13 Alternativas para la Ubicación Potencial del Relleno Sanitario en la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura.....	104
Tabla 5. 14 Ficha de Valoración de Calidad Escénica – Alternativa 1	106
Tabla 5. 15 Clases de la Calidad Escénica – Alternativa 1	107
Tabla 5. 16 Ficha de Valoración de Calidad Escénica – Alternativa 2	108
Tabla 5. 17 Clases de la Calidad Escénica – Alternativa 2	110
Tabla 5. 18 Ficha de Valoración de Calidad Escénica – Alternativa 3	111
Tabla 5. 19 Clases de la Calidad Escénica – Alternativa 3	112
Tabla 5. 20 Ficha de Valoración de Calidad Escénica – Alternativa 4	113
Tabla 5. 21 Clases de la Calidad Escénica – Alternativa 4	115
Tabla 5. 22 Matriz de evaluación de alternativas	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Ubicación de la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura.....	6
Figura 2. 1 Generación de Residuos Sólidos	13
Figura 2. 2 Generación Rellano Sanitario Mecanizado	20
Figura 2. 3 Rellano Sanitario Semimecanizado.....	21
Figura 2. 4 Rellano Sanitario Manual	21
Figura 2. 5 Método de Trinchera o Zanja	23
Figura 2. 6 Método de Área.....	24
Figura 2. 7 Combinación de ambos Métodos.....	25
Figura 2. 8 Componentes Principales del SIG.....	33
Figura 2. 9 Elementos del SIG	33
Figura 2. 10 Aplicaciones de los SIG	35
Figura 2. 11 Modelo de Representación Espacial.....	35
Figura 2. 12 Modelo Vectorial.....	36
Figura 2. 13 Representación de una Geodatabase.....	37
Figura 2. 14 Representación de una Cuenca Visual	40
Figura 4. 1 Elaboración de la Geodatabase del Proyecto de tesis	57
Figura 4. 2 Elaboración de la Topología del Proyecto de Tesis	58
Figura 4. 3 Estructuración de la Información.....	58
Figura 4. 4 Digitalización de la Información.....	59
Figura 4. 5 Ejemplo de Buffers o Áreas de Influencia a cada kilómetro de las vías tipo a.....	67
Figura 5. 1 Representación de la Accesibilidad en %	91
Figura 5. 2 Representación de la Zonas Pobladas en función del Área (%)	92
Figura 5. 3 Representación de la Hidrografía en función del Área (%)	93
Figura 5. 4 Representación de los Bienes Culturales en función del Área (%)	94
Figura 5. 5 Representación de los Bienes Culturales en función del Área (%)	95
Figura 5. 6 Representación del Uso del Suelo en función del Área (%).....	96
Figura 5. 7 Representación de la Geomorfología en función del Área (%)	97
Figura 5. 8 Representación de la Geología en función del Área (%).....	98
Figura 5. 9 Representación del Modelo Inicial en %	99
Figura 5. 10 Representación de la Cuenca Visual en %	103
Figura 5. 11 Representación del Análisis para Escoger el Área (Alternativas) ..	103

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I: Modelo Cartográfico del Modelo de Ubicación de Infraestructura para la Disposición final de Residuos Sólidos.	Error! Bookmark not defined.
ANEXO II: Panorámicas realizadas mediante la salida de campo.	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
ANEXO III: Mapa de Accesibilidad.	Error! Bookmark not defined.
ANEXO IV: Mapa de Zonas Pobladas.	Error! Bookmark not defined.
ANEXO V : Mapa Hidrográfico.	Error! Bookmark not defined.
ANEXO VI: Mapa de Bienes Culturales.	Error! Bookmark not defined.
ANEXO VII : Mapa de Otros Insumos.	Error! Bookmark not defined.
ANEXO VIII: Uso del Suelo.	Error! Bookmark not defined.
ANEXO IX : Mapa Geomorfológico.	Error! Bookmark not defined.
ANEXO X: Mapa Geológico.	Error! Bookmark not defined.
ANEXO XI: Mapa de Ubicación de Infraestructura para la Disposición de Residuos Sólidos.	Error! Bookmark not defined.
ANEXO XII: Mapa de Cuencas Visuales.	Error! Bookmark not defined.
ANEXO XIII: Mapa de Alternativas.	Error! Bookmark not defined.
ANEXO XIV: Mapa de Alternativa 1.	Error! Bookmark not defined.
ANEXO XV: Mapa de Alternativa 2.	Error! Bookmark not defined.
ANEXO XVI: Mapa de Alternativa 3.	Error! Bookmark not defined.
ANEXO XVII: Mapa de Alternativa 4.	Error! Bookmark not defined.

GLOSARIO

MANCOMUNIDAD: son agrupaciones de Municipios para la ejecución en común de obras y servicios determinados de su competencia. Las Mancomunidades tienen personalidad y capacidad jurídicas para el cumplimiento de sus fines específicos y se rigen por sus Estatutos propios. Los Estatutos han de regular el ámbito territorial de la entidad, su objeto y competencia, órganos de Gobierno y recursos, plazo de duración y cuantos otros extremos sean necesarios para su funcionamiento.

RELLENO SANITARIO es un lugar destinado a la disposición final de residuos sólidos, en el cual se pretenden tomar múltiples medidas para reducir los problemas generados por otro método de tratamiento de la residuos sólidos como son los tiraderos, dichas medidas son, por ejemplo, el estudio meticuloso de impacto ambiental, económico y social.

DIGITALIZACIÓN: El concepto se refiere a cualquier conversión de un documento análogo en formato numérico.

GEORREFERENCIACIÓN: Es el posicionamiento en el que se define la localización de un objeto espacial en un sistema de coordenadas y dátum determinado.

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: Conjunto de programas que permiten almacenar, recuperar, modificar y combinar cualquier tipo de variables georeferenciadas.

UTM: (Universal Transverse Mercator). Es un caso especial de la proyección Transversa de Mercator. Abreviado como la Grilla UTM, consiste en 60 zonas, cada una tiene 6 grados de amplitud en longitud

GEOMORFOLOGÍA: Es la ciencia que estudia las formas del relieve terrestre.

GEOLOGÍA: Es la ciencia que estudia la composición y estructura interna de la Tierra, y los procesos por los cuales ha ido evolucionando a lo largo del tiempo geológico.

ABREVIATURAS

IGM: Instituto Geográfico Militar

SENPLADES: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo

GADs: Gobiernos Autónomos Descentralizados

SIG: Sistemas de Información Geográfico

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

TULSMA: TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL
MEDIO AMBIENTE

EPA: AGENCIA DE PROTECCION AMBIENTAL

MDT: Modelo Digital de Terreno.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Antecedentes

En diferentes ocasiones, se ha intentado dar solución al problema de la ubicación de sitios para el manejo de disposición final de los residuos sólidos en el país, no obstante los esfuerzos realizados por los gobiernos seccionales se han estancado por diferentes situaciones de carácter económico y político afectando de manera directa a la calidad ambiental, a la salud y bienestar de la población, siendo los sectores menos privilegiados los que sufren las consecuencias de no tener una buena planificación, la misma que debería ser realizada por los Gobiernos Seccionales y el Estado.

A nivel mundial el crecimiento demográfico está relacionado íntimamente con la generación de residuos sólidos. En el Ecuador, esta problemática se ha visto acrecentada debido a la falta de políticas y una adecuada planificación urbana y rural. Para el caso de la gestión de residuos sólidos en la provincia de Imbabura, los RSU se han incrementado y de manera proporcional el crecimiento poblacional, el cual ha crecido en un 3.9% en los últimos 50 años en el área urbana, mientras que en el área rural ha sido de un 1.31%, derivándose una problemática social - económica - ambiental.

Las autoridades competentes han implementado una serie de medidas para propiciar una mejor gestión sobre los RSU de los Gobiernos Seccionales, como por ejemplo normas, que controlen y obliguen a cumplir ciertos parámetros de

calidad para la gestión de residuos en sus respectivas jurisdicciones y ciudades, incluyendo los sectores rurales.

En el Ecuador está en vigencia desde el año 2003, el Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULAS), reformándose su nombre en el año 2010 a Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TUSLMA), el mismo que en el Anexo 6, literal 4, Desarrollo, hace referencia a la “Políticas Nacionales de Manejo de Residuos Sólidos”, el cual dice: “...El Estado declara como prioridad Nacional la Gestión Integral de los Residuos Sólidos...”; y además hace mención a la creación del Comité Integral de Coordinación y Cooperación Interinstitucional para la Gestión de Residuos Sólidos.

Estos reglamentos y normativas constituyen un aporte para la solución, sin embargo no son suficientes, ya que en la mayoría de los casos de los diferentes cantones del Ecuador, la recolección de los residuos, o no se realizan o se efectúan de manera intermitente y poco técnica, por esa razón el Estado dentro de sus políticas ambientales quiere fomentar el apoyo a la preservación del medio ambiente, con la creación de mancomunidades para agrupar a los gobiernos seccionales y que cada uno aporte con sus potencialidades para resolver los problemas comunes que les atañe, de esta manera el Estado piensa utilizar los recursos y así hacer una buena planificación territorial que sea sustentable y sostenible.

Los Municipios de la Provincia de Imbabura han decidido asociarse formando la Mancomunidad integrada por los Gobiernos Seccionales de Ibarra, Cotacachi, Antonio Ante, Otavalo, Pimampiro, Urcuqui, de esta manera las metas y objetivos que se han planteado están orientadas al desarrollo de toda esta área, teniendo como prioridad el realizar una adecuada y optima gestión de residuos sólidos dentro de la misma, tanto para su progreso local, como ejemplo para otras zonas del Ecuador, y como meta final un reconocimiento internacional a la gestión ambiental de los RSU.

1.2. Justificación

Sabemos que en el Ecuador no existe una adecuada gestión de residuos sólidos en cada uno de los GADs, por lo tanto se torna importante la agrupación de los mismos en Mancomunidades, para apoyarse mutuamente con sus debilidades y fortalezas que tienen cada uno.

Las mancomunidades buscan resolver una de la mayores problemáticas ambientales, sociales y económicas, que se enfrenta día a día, por no efectuar una buena gestión en el manejo de residuos sólidos, por lo tanto es necesario realizar un diagnostico integral y profundo que identifique las variables directas e indirectas que intervienen en la gestión de RSU.

En la actualidad la tecnología ha desarrollado muchas técnicas sobre todo para la ubicación de lugares adecuados para la disposición final de RSU, y una de esas tecnologías de punta utiliza como base los Sistemas de Información Geográfica, como una herramienta geoespacial para integrar toda la información recolectada en una base de datos, las cuales se las represente cartográficamente de manera interactiva para el usuario final, que son los tomadores de decisiones en cuanto a la planificación de cada una de sus jurisdicciones.

Por esta razón es de vital importancia la realización de este trabajo para la ubicación de infraestructura para la disposición de residuos sólidos con el mínimo impacto ambiental que pueda darse en la mancomunidad, además este trabajo servirá como ejemplo para que otros Gobiernos Seccionales utilicen de guía para su progreso local.

1.3. Importancia

Debido a que en el Ecuador no se ha desarrollado todavía a gran escala la tecnología de los modelos espaciales utilizando técnicas geomáticas, la ejecución

de esta metodología resulta de gran interés no solo para lograr los objetivos planteados en este trabajo, sino como ejemplo para otros Gobiernos Seccionales que quieran formar mancomunidades incorporen esta herramienta geoinformática para los mismos fines, con esta proyección resulta muy relevante la ejecución de la investigación siguiendo los parámetros indicados.

1.4. Objetivo General

Proponer alternativas para la ubicación de infraestructura para la disposición de residuos sólidos en la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura, mediante un modelo espacial.

1.5. Objetivos Específicos

- Recopilar toda la información necesaria de las diferentes entidades públicas, y gobiernos seccionales de la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura
- Estructurar una geodatabase de toda la información recopilada con su respectiva topología y estandarización
- Establecer criterios y alternativas a partir del Anexo 6, literal 4, Desarrollo, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)
- Desarrollar un primer modelo de ubicación de Infraestructura de residuos sólidos urbanos en base a los criterios utilizados
- Identificar cuencas visuales en base al primer modelo de ubicación de Infraestructura de Residuos para realizar la identificación de alternativas
- Generar fichas de valoración de calidad escénica

- Validar la información mediante las cuencas visuales identificadas y las fichas de valoración de calidad escénica
- Construcción de una matriz de alternativas
- Elaborar un modelo Final de Ubicación de Infraestructura de Residuos Sólidos en base a la validación entre lo establecido en gabinete y lo obtenido en campo

1.6. Metas

- Presentación de una Geodatabase y su topología con la información recopilada de las Instituciones Públicas, y Gobiernos Seccionales de la Provincia de Imbabura
- 1 Mapa de Accesibilidad
- 1 Mapa Hidrográfico
- 1 Mapa de Bienes Culturales
- 1 Mapa de Uso de Suelo
- 1 Mapa de Zonas Pobladas
- 1 Mapa Geológico
- 1 Mapa Geomorfológico
- 1 Mapa de Otros Insumos
- 1 Mapa de Ubicación de Infraestructura de Residuos Sólidos
- 1 Mapa de Cuencas Visuales
- 1 Mapa de Alternativas
- 3 Fichas de valoración de calidad Escénica en Base a Cuencas Visuales
- 4 Mapas de las alternativas seleccionadas

1.7. Localización

El presente proyecto se desarrollará en la Mancomunidad de Imbabura con un área de 458751 ha. Limita con las siguientes provincias: al Norte con Carchi, al Este con Sucumbíos, al Oeste con Esmeraldas y al sur con Pichincha. Geográficamente la zona de estudio del proyecto está enmarcada en Coordenadas UTM, Zona 17 N, Elipsoide WGS84, (figura 1.1).

La Mancomunidad de Imbabura se encuentra integrada por 6 cantones como se muestra en la tabla 1.1.

Tabla 1. 1 Cantones que integran la zona de estudio

NOMBRE	SUPERFICIE (ha)
IBARRA	109296
ANTONIO ANTE	8223
COTACACHI	168733
OTAVALO	49023
PIMAMPIRO	44945
SAN MIGUEL DE URQUQUI	78531

Fuente: Autora

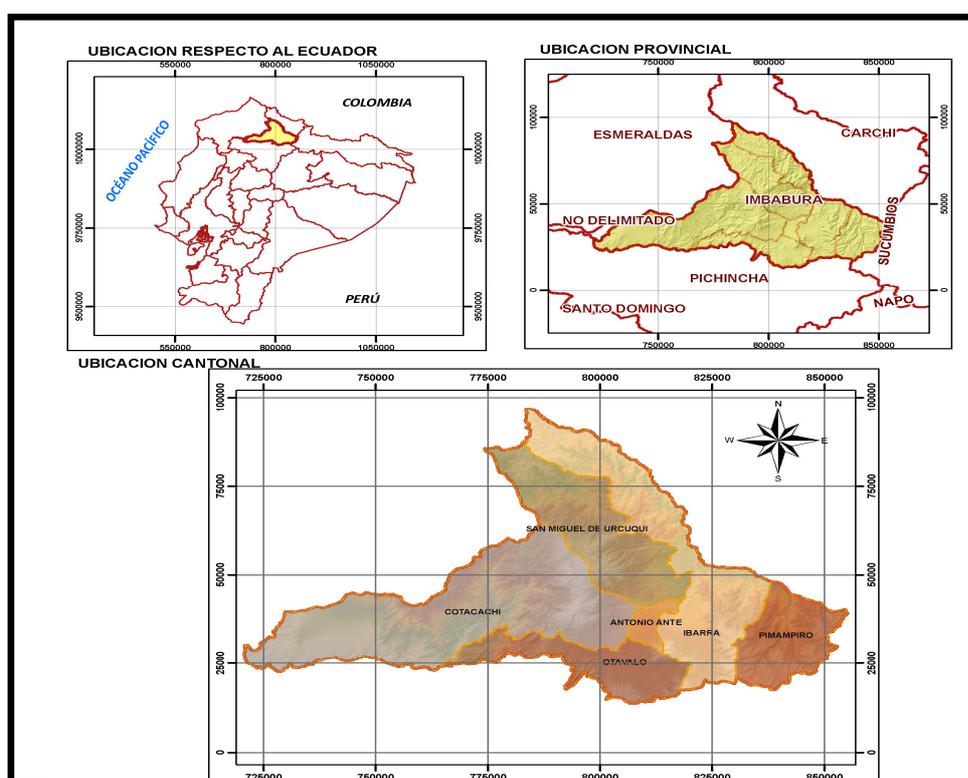


Figura 1. 1 Ubicación de la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura

Fuente: Autora

1.8. Área de influencia

Este estudio tiene una influencia directa sobre todos los cantones que integran la Mancomunidad de Imbabura.

1.8. 1 Cantón Ibarra

Constituyéndose el principal cantón de la Mancomunidad de Imbabura, se encuentra conformado por las siguientes parroquias que se mencionan en las tablas 1.2, 1,3.

Tabla 1. 2 Parroquias del Cantón Ibarra

NOMBRE	SUPERFICIE (ha)
SAN MIGUEL DE IBARRA	24201
AMBUQUI	13206
ANGOCHAGUA	11833
CAROLINA	30779
LA ESPERANZA	3417
LITA	18889
SALINAS	4261
SAN ANTONIO	2709

Fuente: Autora

Tabla 1. 3 Parroquias Urbanas del Cantón Ibarra

PARROQUIAS URBANAS
La Dolorosa del Priorato
Caranqui
Alpachaca
San Francisco
El Sagrario
La Dolorosa del Priorato

Fuente: Autora

Ibarra capital de la provincia de Imbabura, concentra una población aproximada de 181175 hab. (INEC 2010), además constituye el centro de desarrollo económico, educativo y científico de la zona norte del Ecuador.

1.8. 2 Cantón Antonio Ante

Antonio Ante es el cantón más pequeño de Imbabura y se lo considera uno de los más productivos, sobre todo en la industria textil. Se conforma por cinco parroquias como se detalla en la tabla 1.4 a continuación.

Tabla 1. 4 Parroquias del Cantón Antonio Ante

NOMBRE	SUPERFICIE (ha)
ATUNTAQUI	2623
IMBAYA (SAN LUIS DE COBUENDO)	1201
SAN FCO. DE NATABUELA	1330
SAN JOSE DE CHALTURA	1391
SAN ROQUE	1679

Fuente: Autora

Este cantón posee 2 parroquias urbanas aun no delimitadas: Atuntaqui y Andrade Marín.

La cabecera cantonal es la ciudad de Atuntaqui, en la cual se concentra la mayor parte de la población, con una ubicación estratégica que le brinda una ventaja geográfica importante, ya que se encuentra al borde de la carretera panamericana, lo cual potencia el intercambio comercial y el transporte desde y hacia la ciudad de Quito, factor importante para potenciar el turismo comercial, sobretodo en época de ferias textiles.

1.8. 3 Cantón Cotacachi

Cotacachi es el cantón más grande de la mancomunidad de la provincia de Imbabura, conteniendo nueve parroquias, tal como se detalla en la siguiente tabla 1.5.

Tabla 1. 5 Parroquias del Cantón Cotacachi

NOMBRE	SUPERFICIE (ha)
COTACACHI	6996
APUELA	21988
GARCIA MORENO (LLURIMAGUA)	70015
IMANTAG	21109
PEÑAHERRERA	12236
PLAZA GUTIERREZ (CALVARIO)	8013
QUIROGA	6830
6 DE JULIO DE CUELLAJE (CAB EN CUELLAJE)	17383
VACAS GALINDO (CAB. EN SAN MIGUEL ALTO)	4164

Fuente: Autora

Una extensa superficie del cantón esta dentro de los límites de la reserva ecológica Cotacachi – Cayapas, formando parte del sistema nacional de áreas protegidas. Es así que los ecosistemas del área: la florística y fauna, influyen a que sea Cotacachi sea una zona ecológica atractiva para los turistas.

1.8. 4 Cantón Otavalo

El cantón Otavalo es el más conocido de la provincia, no solo a nivel nacional sino a nivel mundial por sus famosos productos artesanales. Contiene las siguientes parroquias como muestra en la tabla 1.6.

Tabla 1. 6 Parroquias del Cantón Otavalo

NOMBRE	SUPERFICIE (ha)
OTAVALO	8385
DOCTOR MIGUEL EGAS CABEZAS (PEGUCHE)	859
EUGENIO ESPEJO (CALPAQUI)	2126
GONZALEZ SUAREZ	4625
PATAQUI	958
SAN JOSE DE QUICHINCHE	8529
SAN JUAN DE ILUMAN	1993
SAN PABLO	6482
SAN RAFAEL	1751
SELVA ALEGRE (CAB. EN SAN MIGUEL DE P.)	13315

Fuente: Autora

Otavaló es un cantón turístico, cuyo principal atractivo es el Lago San Pablo. En los últimos años la zona urbana ha experimentado un alto crecimiento en su tanto en su desarrollo urbano como económico.

1.8. 5 Cantón Pimampiro

Pimampiro es un cantón agrícola, de cuyo territorio se dispone abundante cantidad de información espacial de buena calidad proporcionada a través de los proyectos realizados por entidades públicas y privadas, dentro de este cantón existen cuatro parroquias, según se señala en la siguiente tabla 1.5.

Tabla 1. 7 Parroquias del Cantón Otavaló

NOMBRE	SUPERFICIE (ha)
CHUGA	4470
PIMAMPIRO	9603
MARIANO ACOSTA	13161
SAN FCO. DE SIGSIPAMBA	17710

Fuente: Autora

1.8. 6 Cantón Urcuqui

El cantón San Miguel de Urcuqui es uno de los cantones más pequeños, rodeador de un paisaje natural incomparable y un acogedor clima. Famoso y reconocido a nivel nacional e internacional por su gran diversidad y concentración de recursos naturales. Está compuesto de seis parroquias entre rurales y urbanas como se señala en la siguiente tabla 1.8.

Tabla 1. 8 Parroquias del Cantón Otavaló

NOMBRE	SUPERFICIE (ha)
URCUQUI	6175
CAHUASQUI	10202
LA MERCED DE BUENOS AIRES	45328
PABLO ARENAS	5822
SAN BLAS	7299
TUMBABIRO	3704

Fuente: Autora

1.9. Alcance

Este proyecto pretende realizar un diagnóstico integral y general de la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura al identificar y determinar las áreas más adecuadas para la disposición final de RSU, la información proporcionada en este estudio servirá para que los Gobiernos Seccionales involucrados puedan tomar sus propias decisiones en lo que se refiere a la planificación y ordenamiento territorial, con el menor impacto ambiental posible.

Al utilizar herramientas se puede localizar sitios adecuados basados en una evaluación correcta de criterios, mediante técnicas de análisis multicriterio y evaluado por medio de una salida de campo, los cuales se podrá visualizar por medio de un Modelo Espacial de ubicación de infraestructura de residuos sólidos.

CAPÍTULO II

2.1. Residuos o Desechos

Todo material sólido, líquido o gaseoso, ya sea aislado o mezclado con otros, resultante de un proceso de extracción de la naturaleza, transformación, fabricación o consumo, que su poseedor decide abandonar. Se reconocen como sólidos aquellos que no son líquidos ni lodos¹.

A los residuos se los puede clasificar según su estado físico, es decir, los residuos sólidos, líquidos y gaseosos. Los tres grupos presentan diferencias tanto en el origen de los mismos, como en los efectos ambientales y los tratamientos que se requieren para ser eliminados de manera independiente; por lo que su manejo y gestión se lo desarrolla independientemente.

2.2. Residuos Sólidos

Según la legislación del Ecuador, Un residuo o desecho sólido es: “todo sólido no peligroso, putrescible o no putrescible, con excepción de excretas de origen humano o animal. Se comprende en la misma definición los desperdicios, cenizas, elementos del barrido de calles, desechos industriales, de establecimientos hospitalarios no contaminantes, plazas de mercado, ferias populares, playas, escombros, entre otros”. En la figura 2.1 se explica de mejor manera el proceso de la generación de los residuos sólidos².

¹ Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos no Peligrosos, Santo Domingo, Republica Dominicana, Junio 2003, http://www.cedaf.org.do/reciclaje/documentos/NORMA_RESIDUOS_SOLIDOS_NO_PELIGROSOS.pdf Fecha de Consulta: 4-enero-2013

² Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, LIBRO VI: De la Calidad del Ambiente, Anexo 6: Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos, Art.2.9

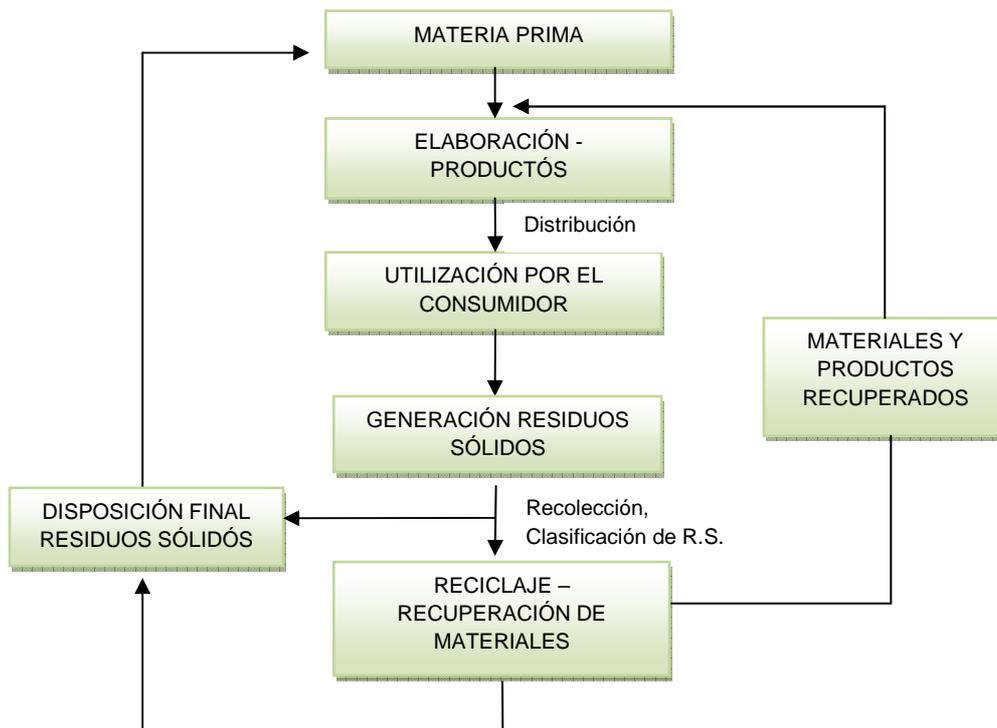


Figura 2. 1 Ciclo de Generación de Residuos Sólidos
Fuente: Autora

2.3. Clasificación de Residuos Sólidos

A los residuos sólidos se los puede clasificar, dependiendo del origen de su generación en dos tipos:

2.3. 1 Residuos Sólidos Urbanos

Todo desecho que resulta de las actividades cotidianas que se realizan dentro del perímetro urbano de una ciudad.

2.3. 2 Residuos Sólidos Rurales

Si bien el término hace solo referencia a los residuos generados como referencia a la ubicación geográfica de su origen, cabe anotar que generalmente

estos residuos difieren comparativamente en la composición y cantidades de residuos sólidos que son producidos en los centros urbanos.

2.4. Residuos Sólidos Urbanos

2.4.1 Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos

Basados en la clasificación que se establece en el TULSMA, los residuos sólidos urbanos de acuerdo al origen, se los ha dividido en 9 tipos:

2.4.1.1 Residuos Sólidos Domiciliarios

El que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento asimilable a éstas.

2.4.1.2 Residuos Sólidos Comercial

Aquel que es generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, bodegas, hoteles, restaurantes, cafeterías, plazas de mercado y otros.

2.4.1.3 Residuos Sólidos de Demolición

Son desechos sólidos producidos por la construcción de edificios, pavimentos, obras de arte de la construcción, brozas, cascote, etc., que quedan de la creación o derrumbe de una obra de ingeniería; constituido por tierra,

ladrillos, material pétreo, hormigón simple y armado, metales ferrosos y no ferrosos, maderas, vidrios, arena, etc.

2.4.1. 4 Residuos Sólidos del barrido de calles

Son los originados por el barrido y limpieza de las calles, parques y jardines, entre otros: Basuras domiciliarias, institucional, industrial y comercial, arrojadas clandestinamente a la vía pública, hojas, ramas, polvo, papeles, residuos de frutas, excremento humano y de animales, vidrios, cajas pequeñas, animales muertos, cartones, plásticos, así como demás desechos sólidos similares a los anteriores.

2.4.1. 5 Residuos Sólidos de limpieza de parques y jardines

Es aquel originado por la limpieza, arreglos de jardines, parques públicos, corte de césped y poda de árboles o arbustos ubicados en zonas públicas o privadas.

2.4.1. 6 Residuos Sólidos hospitalarios

Son los que se generan por las actividades como curaciones, intervenciones quirúrgicas, laboratorios de análisis e investigación y desechos asimilables a los domésticos que no se pueda separar de lo anterior. A estos desechos se los considera como Desechos Patógenos y se les dará un tratamiento especial, tanto en su recolección como en el relleno sanitario, de acuerdo a las normas de salud vigentes y aquellas que el Ministerio del Ambiente expida al respecto.

2.4.1. 7 Residuos Sólidos Institucional

Se entiende por desecho sólido institucional aquel que es generado en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreos, terrestres, fluviales o marítimos, y edificaciones destinadas a oficinas, entre otras.

2.4.1. 8 Residuos Sólidos Industrial

Aquel que es generado en actividades propias de este sector, como resultado de los procesos de producción.

2.4.1. 9 Residuos Sólidos Especiales

Son todos aquellos desechos sólidos que por sus características, peso o volumen, requieren un manejo diferenciado de los desechos sólidos domiciliarios. Son considerados desechos especiales:

- a) Los animales muertos, cuyo peso exceda de 40 kilos
- b) El estiércol producido en mataderos, cuarteles, parques y otros establecimientos
- c) Restos de chatarras, metales, vidrios, muebles y enseres domésticos
- d) Restos de poda de jardines y árboles que no puedan recolectarse mediante un sistema ordinario de recolección
- e) Materiales de demolición y tierras de arrojado clandestino que no puedan recolectarse mediante un sistema ordinario de recolección

2.4. 2 Composición de los Residuos Sólidos Urbanos

La composición de los residuos sólidos urbanos debe ser conocida para la implementación de un sistema de gestión integral de residuos sólidos. Generalmente esta composición se expresa en porcentajes por peso. La

composición de estos residuos dependen en gran medida, de la cobertura de los servicios municipales, los hábitos de los ciudadanos, las actividades económicas a las que se dedican, las industrias existentes en la zona, entre otros.

Los componentes y porcentajes más comunes de los residuos sólidos urbanos en los países de bajos, medianos y altos ingresos, se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2. 1 Distribución porcentual de componentes de residuos urbanos para países de bajos, medianos y altos ingresos, excluyendo materiales reciclados

COMPONENTE	PAISES		
	% PESO/ NIVEL INGRESOS		
	PAISES BAJO	PAISES MEDIANOS	PAISES ALTOS
ORGANICOS	40-85	20-65	6-30
JARDINERIA Y	1-5	1-10	11-24
MADERA	1-10	8-30	25-60
PAPEL Y CARTON	1-5	2-6	2-8
PASTICOS	1-5	2-10	2-6
TEXTILES	1-10	1-10	4-12
VIDRIO	1-5	1-5	3-13
METALES	1-40	1-30	0-10
SUCIEDAD Y CENIZA	1-5	1-4	0-4
OTROS			

NOTA: Renta per cápita de 1990:
Bajos < 750\$ Medios 750/5000\$ Altos >5000\$

Fuente: Cointreau, Sandra. Environmental management of urban solid wastes in developing countries, Washington, USA, 2000

Es necesario incluir que existe una fracción de residuos producidos en las zonas urbanas, que por toxicidad se tratan aparte como:

- Pilas
- Tubos fluorescentes y lámparas
- Medicamentos
- Aparatos electrónicos
- Tetra-brik

2.4.2. 1 Residuos de Alimentos

Su composición química es bien conocida: grasas, hidratos de carbono, proteínas, etc. Su presencia en el conjunto de los RSU presenta una gran variación entre zonas urbanas y rurales, ya que en éstas últimas se suelen utilizar en la alimentación de algunos animales domésticos.

2.4.2. 2 Papel y cartón

Para la fabricación de papel y el cartón se emplea madera y a través de un proceso químico que consume grandes cantidades de agua, energía y productos químicos, se obtiene la pasta de papel. La materia prima, los árboles, son descortezados, troceados y en un proceso de digestión se obtiene la pasta. Ésta es lavada y blanqueada, y posteriormente se procede a la fabricación de la hoja de papel o cartón. Se utiliza en forma de papel-prensa, envases, embalajes, etc. Su participación en el conjunto de los residuos es elevada debido a su gran consumo por habitante y año.

2.4.2. 3 Plásticos

El plástico se obtiene por la combinación de un polímero o varios, con aditivos y cargas, con el fin de obtener un material con unas propiedades determinadas.

2.5. Rellenos Sanitarios

Es una técnica para la disposición de los desechos sólidos en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestia o peligro para la salud y seguridad pública.

Este método utiliza principios de ingeniería para confinar los desechos sólidos en un área la menor posible, reduciendo su volumen al mínimo aplicable, y luego cubriendo los desechos sólidos depositados con una capa de tierra con la frecuencia necesaria, por lo menos al fin de cada jornada³.

En la actualidad, el relleno sanitario moderno se refiere a una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros y cuyo éxito radica en la adecuada selección del sitio, en su diseño y, por supuesto, en su óptima operación y control.

2.5. 1 Tipos de Rellenos Sanitarios

En relación con la disposición final de RSU, se puede clasificar en tres tipos de rellenos sanitarios, como se detalla a continuación:

2.5.1. 1 Relleno Sanitario Mecanizado

El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento.

³TULAS LIBRO VI ANEXO 6. 2.33 RELLENO SANITARIO

Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc. Como se muestra en figura 2.2.



Figura 2. 2 Generación Relleno Sanitario Mecanizado

Fuente: <http://munimanantay.gob.pe/portal/>

2.5.1. 2 Relleno Sanitario Semi Mecanizado

Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RSM en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno al que podríamos llamar semimecanizado, como se muestra en figura 2.3.

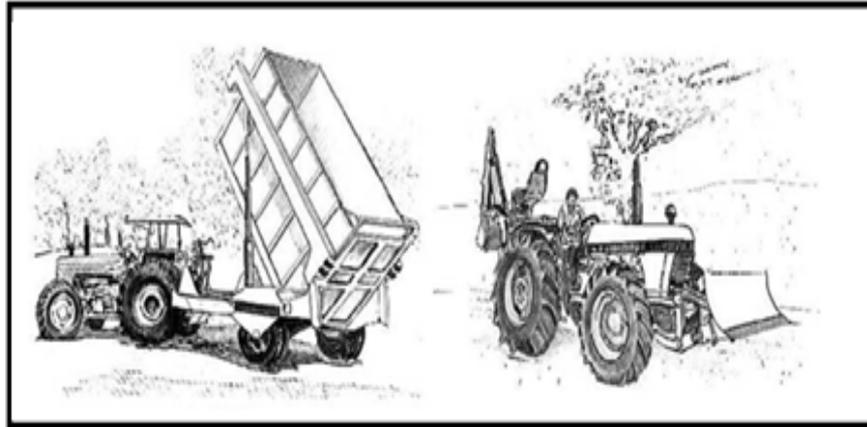


Figura 2. 3 Relleno Sanitario Semimecanizado
Fuente: Guía para el diseño de un Relleno Sanitario.

2.5.1. 3 Relleno Sanitario Manual

Es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen menos de 15 t/día además de sus condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento.

El término manual se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutada con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas (figura 2.4).



Figura 2. 4 Relleno Sanitario Manual
Fuente: <http://relleno.galeon.com/tipos.html>

A continuación en la tabla 2.2, se hace referencia a la comparación entre el relleno manual y mecanizado.

Tabla 2. 2 Comparación de las Características de un Relleno Sanitario Manual Y Mecanizado.

CARACTERÍSTICA	RELLENO MANUAL	RELLENO CON COMPACTACIÓN MECÁNICA
Poblaciones < 5000 habitantes	SI	NO
Poblaciones < 50000 habitantes	Se recomienda su uso, con herramientas y maquinaria adaptada.	NO
50000 < Poblaciones < 200000	NO	SI
Poblaciones > 200000 habitantes	NO	SI
Utilización de Herramientas menores (pala, carretilla, pico, trinche, rastrillo)	SI	SI
Utilización de Maquinaria Adaptada (tractor agrícola, rodillos, saltarín)	SI	SI
Utilización de Maquinaria Pesada (Tractores, orugas, retro excavadoras)	NO	SI
Personal calificado	NO	SI
Cerco perimetral	SI	SI
Caseta de Control	NO	SI
Bascula de pesaje	NO	SI
Sistemas de Tratamiento de lixiviado	SI	SI
Metodología para el frente de trabajo	Excavación de celdas en terrenos planos	Colina artificial sobre terreno plano
	Construcción de celdas terrazadas sobre un talud	Relleno en una quebrada seca
		Relleno de un hueco o Fosa
Sistema de Tratamiento de gases	SI	SI

Fuente: Guía para la Implementación, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios

2.5. 2 Tipos de Métodos de Construcción de un Relleno Sanitario

De acuerdo con las características del terreno (topografía del terreno, tipo de suelo y la profundidad del nivel freático), existen dos maneras básicas de construir un relleno sanitario.

2.5.2. 1 Método de trinchera o zanja

Es el método apropiado para aquellas zonas donde se dispone de una profundidad adecuada de material de cobertura y donde las napas freáticas no se encuentran próximas a la superficie. Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad con una retroexcavadora o un tractor de orugas.

La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación como se muestra en la figura 2.5.

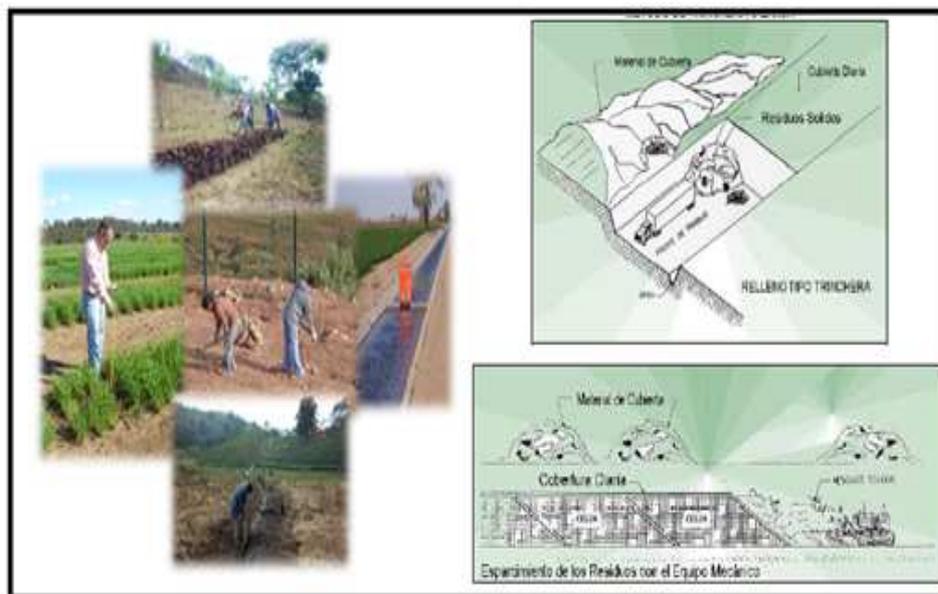


Figura 2. 5 Método de Trinchera o Zanja

Fuente: Autor

2.5.2. 2 Método de Área

Se emplea cuando el terreno es relativamente plano, donde no sea factible excavar fosas o trincheras, esta puede depositarse directamente sobre el suelo

original, el que debe elevarse algunos metros, previa impermeabilización del terreno. En estos casos, el material de cobertura deberá ser transportado desde otros sitios o, de ser posible, extraído de la capa superficial. Las fosas se construyen con una pendiente suave en el talud para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno.

Sirve también para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. El material de cobertura se excava de las laderas del terreno o, en su defecto, de un lugar cercano para evitar los costos de acarreo (figura 2.6).

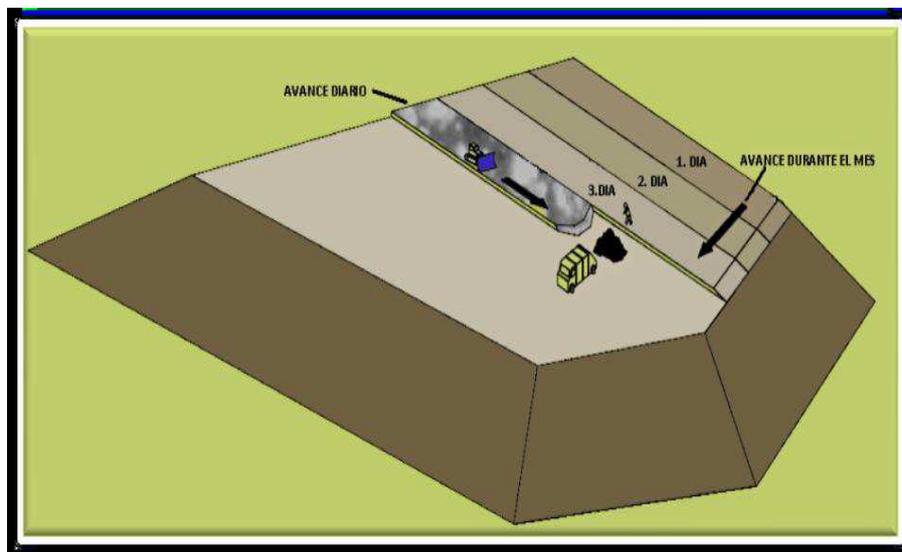


Figura 2. 6 Método de Área

Fuente: http://www.bvsde.paho.org/cursos_rsm/e/unidades/unidad3.pdf

2.5.2. 3 Combinación de ambos rellenos

Dado que estos dos métodos de construcción de rellenos sanitarios tienen técnicas similares de operación, es posible combinar ambos para aprovechar mejor el terreno y el material de cobertura, así como para obtener mejores resultados, a continuación en la figura 2.7 se puede visualizar de mejor manera.

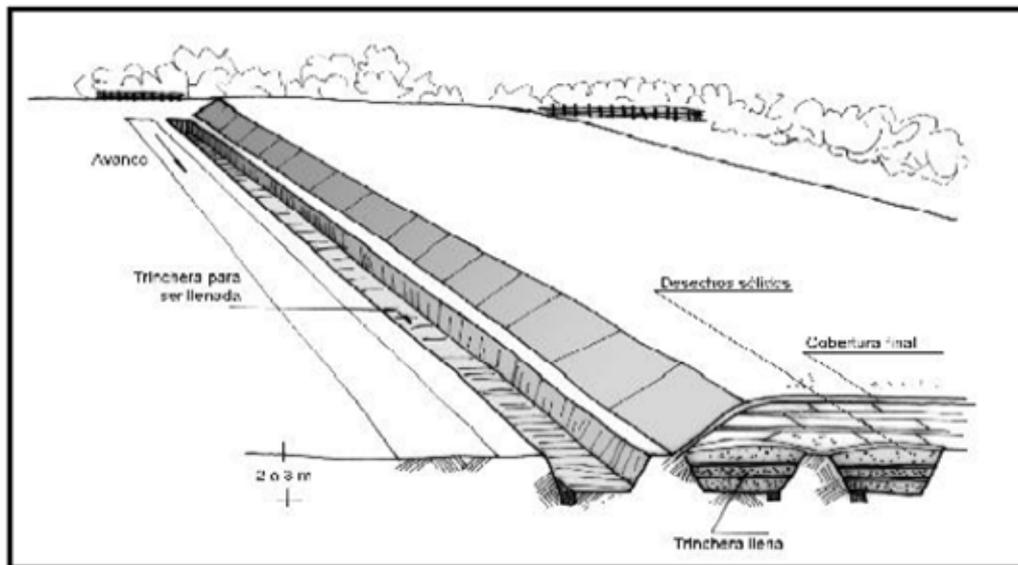


Figura 2. 7Combinación de ambos Métodos

Fuente: http://www.bvsde.paho.org/curso_rsm/e/unidades/unidad3.pdf

2.5.3 Componentes de un Relleno Sanitario

En un relleno sanitario se trata de aislar los desechos, y controlar los lixiviados y biogás que se generan y que tienden a fluir fuera del relleno, evitando impactos ambientales adversos.

Se llaman lixiviados a los líquidos que se generan a raíz de la degradación de la materia orgánica (de origen bioquímico) y los líquidos que se originan de la infiltración de agua en el relleno (de origen hidrológico). Los gases generados a raíz de la degradación de la materia orgánica se suelen llamar “biogás”, gases que cuando se forman en ambientes sin oxígeno contienen principalmente metano y dióxido de carbono.

Los rellenos sanitarios son diseñados con los siguientes elementos físicos de aislamiento y de control como se muestra en la siguiente tabla a continuación.

- Suelo de Soporte: Debe ser lo suficientemente impermeable para evitar que los lixiviados se infiltren hacia los cursos de agua subterráneas y para

facilitar su capacitación. Como medida de protección ambiental es recomendable impermeabilizar el suelo de fondo con material arcilloso técnicamente compactado y/o utilizar geomembranas apropiadas para estos fines.

- **Cunetas de coronación:** Interceptan las aguas lluvias y las desvían antes de que tomen contacto con la masa de basuras, evitando de esta manera que se contaminen y que perjudiquen la estabilidad del relleno, contribuyendo de esta manera a que no se incremente el caudal de los lixiviados.
- **Drenajes de Lixiviados:** Permiten captar y conducir estos líquidos hacia un tanque de almacenamiento.
- **Sistema de Almacenamiento de Lixiviados:** Todos los líquidos captados por los drenes de lixiviados, son descargados en un tanque de almacenamiento, para posteriormente ser tratados o recirculados hacia la parte alta del relleno.
- **Material de Cobertura:** Sirve para tapar los desechos sólidos con el objeto de neutralizar los malos olores y eliminar la presencia de vectores como moscas y roedores.
- **Ducto de Gases:** Posibilitan la salida de los gases, especialmente del biogás, que se origina en el interior del relleno, el cual puede ser aprovechado en el propio relleno o en las comunidades aledañas.
- **Pozos de Monitoreo de Aguas Subterránea:** Instalados en puntos estratégicos para controlar y validar la gestión de lixiviados.
- **Área de Terreno:** El terreno debe ser lo suficiente grande como para garantizar una vida útil del relleno de por lo menos 20 años.

- Franja de Protección Vegetal: Sirve para mejorar la estética del relleno y como cortina de aislamiento visual de las operaciones que se ejecutan en el interior del relleno.
- Cerramiento Perimetral: Sirve para dar seguridad al relleno e impedir el ingreso de personas extrañas o animales domésticos que perjudicaran el normal desarrollo de las labores de los equipos.
- La celda diaria es la unidad básica de construcción del relleno sanitario y está constituida por la cantidad de basura que se entierra en un día y por la tierra necesaria para cubrirla.
- Acceso al Sitio: Vías de acceso a relleno sanitario en buen estado y vías internas hacia los frentes de trabajo.
- Básculas de Pesaje: Permiten registrar la cantidad de desechos sólidos que ingresan al relleno y mantener registros y controles adecuados.
- Oficinas, Guardería y Garajes: Son locales indispensables para lograr una correcta operación del relleno sanitario.

2.5. 4 **Ventajas y Desventajas de los Rellenos Sanitarios**

El relleno sanitario es la alternativa más conveniente para nuestros países, por lo tanto es esencial asignar recursos tanto financieros como técnicos, sin embargo, a veces la adquisición de terrenos constituye la primera barrera para la construcción de un relleno sanitario, debido a la oposición que se suscita por parte de la comunidad. A continuación en la tabla 2.3 se puede observar las ventajas y desventajas.

Tabla 2. 3 Ventajas y Desventajas de los Rellenos Sanitarios

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Para el Municipio, es una ventaja económica, puesto que el terreno del relleno sanitario puede ser utilizado al máximo y se puede prolongar su uso.	La adquisición del terreno constituye la primera barrera para la construcción del relleno, debido a la oposición que se suscita por parte de la ciudadanía, ocasionada por factores como la falta de conocimiento sobre la técnica del relleno, asociarse la relleno como botadero de basura, evidente desconfianza mostrada hacia las administraciones locales.
Mejor protección del medio ambiente (drenaje y tratamiento de aguas lixiviados, drenaje de gas por chimeneas, cubierta de los desechos).	Generación de Gases de Vertedero y líquidos lixiviados, provocados por el decaimiento biológico de la materia orgánica degradable, la oxidación química, la descomposición y transporte de materiales orgánicos e inorgánicos.
Menos molestia y contaminación para los ciudadanos. Una buena gestión de los residuos sólidos, y una ubicación correcta del relleno sanitario, puede reducir los riegos a la población.	Si no existe una buena gestión de residuos sólidos y buena ubicación del relleno sanitario, la población es la más afectada porque sufre las consecuencias de los malos olores, aves de rapiña, líquidos percolados.
Mejor seguridad para los trabajadores (taludes definidas, compactación de la basura, menos contaminación en el lugar de trabajo)	Se puede presentar una eventual contaminación de aguas subterráneas y superficiales cercanas, sino se toma las debidas precauciones.
Permite recuperar gas metano, constituye una fuente alternativa de energía.	Contaminación Visual
Permite recuperar terrenos marginales o improductivos, tornándoles útiles para la construcción de un área recreativa.	Los predios o terrenos situados alrededor del relleno sanitario pueden devaluarse.
Es flexible, debido a que se proyecta recibir cantidad mayores de desechos con poco incremento de personal.	No se recomienda el uso del relleno clausurado para construir viviendas, escuelas, etc.

Fuente: Autora

2.5. 5 Principio Básicos de un Relleno Sanitario

Para la construcción, operación y mantenimiento de un relleno sanitario es necesario considerar las siguientes prácticas básicas:

- Supervisión constante durante la construcción con la finalidad de mantener un alto nivel de calidad en la construcción de la infraestructura del relleno y en las operaciones de rutina diaria, todo esto mientras se descarga,

recubre la basura compacta la celda para conservar el relleno en óptimas condiciones. Esto implica tener una persona responsable de su operación y mantenimiento.

- Desviación de las aguas de escorrentía para evitar en lo posible su ingreso al relleno sanitario. Considerar la altura de la celda diaria para disminuir los problemas de hundimientos y lograr mayor estabilidad.
- El cubrimiento diario con una capa de 0,10 a 0,20 metros de tierra o material similar.
- La compactación de los RSM con capas de 0,20 a 0,30 metros de espesor y finalmente cuando se cubre con tierra toda la celda. De este factor depende en buena parte el éxito del trabajo diario, pues con él se puede alcanzar, a largo plazo, una mayor densidad y vida útil del sitio.
- Lograr una mayor densidad (peso específico), pues resulta mucho más conveniente desde el punto de vista económico y ambiental.
- Control y drenaje de percolados y gases para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente.
- El cubrimiento final de unos 0,40 a 0,60 metros de espesor se efectúa con la misma metodología que para la cobertura diaria; además, debe realizarse de forma tal que pueda generar y sostener la vegetación a fin de lograr una mejor integración con el paisaje natural.

2.5. 6 Determinación del área requerida para el relleno sanitario

2.5.6. 1 Área para la disposición final de los residuos sólidos

Para realizar este cálculo, es necesario tener la siguiente información básica:

- Población (# habitantes) o el Volumen de desechos sólidos recolectados medidos en el vehículo recolector (m³/día)
- Tasa de crecimiento (% anual)
- Densidad de los desechos sólidos compactados (tn/m³)

A. Proyección de la población:

Se adoptó un crecimiento geométrico para el cálculo de la proyección de la población, para estimar las necesidades de los próximos 15 a 20 años, considerando una tasa de crecimiento de (%), mediante la siguiente ecuación 1:

$$PE = P1 (1 + r)^n \quad (Ec.1)$$

Donde:

PE= Población Estimada

P1 = Población año base

r = Tasa de crecimiento

n = años

B. Producción Per Cápita:

La producción per cápita se estima aplicando la ecuación 2 siguiente:

$$\text{PPC} = \frac{\text{Cantidad de residuos Sólidos Generados en el Municipio por día}}{\text{Población total}} \quad (\text{Ec.2})$$

C. Cantidad de Residuos Sólidos

La generación diaria en kg se puede calcular también de la generación en volumen que se recolecta en un municipio que no cuente con dato de la Producción Per Cápita, si se tiene la cantidad de residuos sólidos que se generan en el municipio por día (m³/día), entonces la Generación Diaria en (kg) = (m³/día)*densidad de los residuos sólidos (tn/m³), como se muestra en tabla 2.4.

Tabla 2. 4 Generación Acumulada de Residuos Sólidos en el Municipio

AÑO	POBLACION (HAB)	PPC (Kg/hab-día)	RESIDUOS SOLIDOS		
			GENERACION DIARIA (Kg)	GENERACION AL AÑO (TON) (365*GD/1000)	RESIDUOS ACULUMADOS (TON) (Año1+Año2+AÑO3+...AÑO20)
1					
2					
3					
...					
20					

Fuente: Guía de rellenos sanitarios

D. Cálculo del área requerida:

Área requerida será el total de área para los años proyectados para el funcionamiento del relleno sanitario, por consiguiente el área para el volumen acumulado de residuos se determinara de la siguiente ecuación:

$$\frac{AT = RA \text{ en los } n \text{ años (m}^3\text{)}}{\text{Altura proyectada para cada celda de residuos}} \quad (\text{Ec.3})$$

AT= Área Total para los n años de

RA= Residuos Acumulados en los n años (m³)

Se debe considerar que de tratarse de método de área para el relleno sanitario esta altura será máxima de 3 metros para rellenos manuales, de 8 metros para rellenos mecanizados.

Si el método de trabajo es el método de trinchera para el relleno sanitario esta altura será mayor tanto para los rellenos manuales como mecanizados, dependiendo de la compactación realizada y estabilidad e taludes que se logre.

2.5.6. 2 Área para infraestructura auxiliar

Tanto para rellenos manuales como mecanizados se debe incrementar al área total calculada para disposición de residuos sólidos un 20 a 40% para infraestructura complementaria como portería, administración, talleres, báscula, vías de circulación y área de maniobras de los equipos y vehículos.

2.6. Sistema de Información Geográfica (SIG)

2.6. 1 Concepto

Conjunto organizado de hardware, software y datos geográficos, diseñados específicamente para capturar, almacenar, actualizar, manipular, analizar y mostrar todo tipo de información referenciada geográficamente⁴.

⁴ Environmental Systems Research Institute Inc (ESRI, 1995)

2.6. 2 Componentes del SIG

Un SIG está formado por cinco componentes o elementos y cada uno de esos componentes cumplen con una función para que existan entre ellos una interacción. Es decir, éstos conforman la información para que sea procesada o se realice un tratamiento, los recursos técnicos, humanos y las metodologías que se adopten en la organización o la empresa. En las siguientes figuras 2.8, 2.9, describen los componentes del SIG.

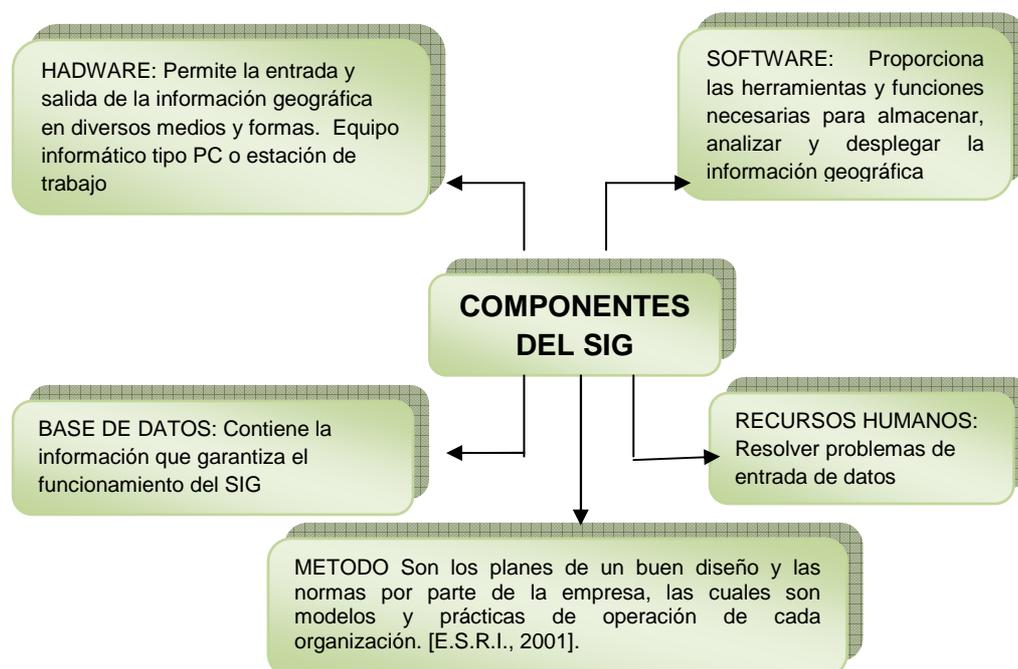


Figura 2. 8 Componentes Principales del SIG

Fuente: http://www.bvsde.paho.org/curso_rsm/e/unidades/unidad3.pdf



Figura 2. 9 Elementos del SIG

Fuente: <http://www.slideshare.net/martinpino/sig-5677534>

2.6. 3 Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfico (SIG)

Algunos ejemplos de las aplicaciones que los SIG (figura 2.10) ha mostrado beneficios y utilidades como se detalla a continuación.

- Aplicación Forestal: para determinar la magnitud de la tala y conocer la vía o el acceso a esa tala.
- Bases de datos ambientales: con estos datos realizar planes convenientes para evitar deterioros naturales en una región.
- Censos: con los datos obtenidos conocer los usos de los servicios que se ofrecen en una área como la distribución de agua potable y transporte.
- Grandes bases cartográficas: con estas bases de datos se adquiere más fácilmente el mantenimiento de inventario con referencias espaciales de los bienes inmuebles así como de su valoración y para preparar una gestión contribuyente en la Administración Pública.
- Planeación Urbana: la elaboración de Planes Generales y Normas Subsidiarias, entre otros están los Planes Parciales, Proyectos de Urbanización, Proyectos de Compensación y Reparcelaciones, Evaluaciones de Impacto Ambiental, Planes Especiales y Catálogos.
- Sistemas de empresas de servicios: para los servicios de transporte que controlan sus equipos con un rastreo satelital.
- Sistemas para el control y modernización de cambios ambientales: estos ofrecen una inspección para zonas de riesgos por factores naturales, y análisis para planes de conservación [Cesga, 2001].



Figura 2. 10 Aplicaciones de los SIG

Fuente: <http://www.slideshare.net/amaliacaceres/sistemas-de-informacin-geografica-3498078>

2.6. 4 Modelos de Representación Espacial

Los SIG funcionan como dos tipos de información geográfica y permiten el despliegue de mapas cartográficos. Existen dos modelos, según la forma en que se representan los objetos espaciales como se muestra en la figura 2.11.

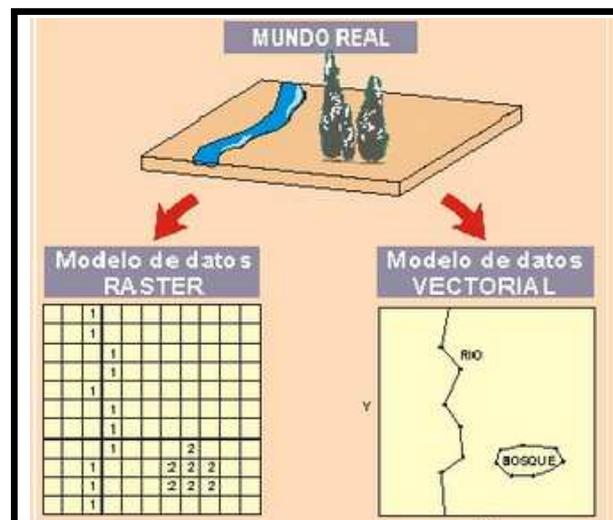


Figura 2. 11 Modelo de Representación Espacial

Fuente: <http://www.slideshare.net/amaliacaceres/sistemas-de-informacin-geografica-3498078>

2.6.4. 1 Modelo Vectorial

Un modelo vectorial representa los objetos espaciales: puntos, líneas o arcos y polígonos como se muestra en la figura 2.12 a continuación.

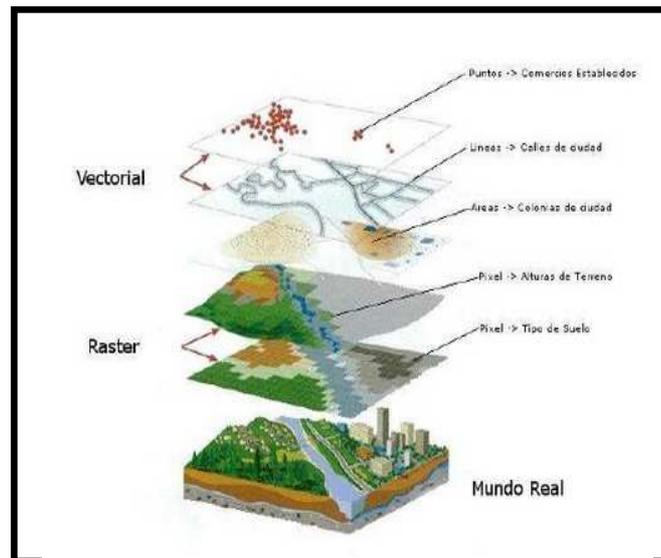


Figura 2. 12 Modelo Vectorial

Fuente: <http://www.slideshare.net/sacra07/sig-sistemas-de-informacin-geografica>

Los objetos puntuales se representan mediante un par de coordenadas, los objetos lineales se definen mediante el trazado de segmentos rectilíneos que se cruzan en vértices, representándose mediante las coordenadas de estos vértices, y los objetos superficiales se codifican aproximando sus fronteras mediante segmentos lineales.

2.6.4. 2 Modelo Raster

Utiliza celdas, contiene un solo valor de atributos. La captura de la información se hace mediante imágenes satelitales, fotografía aérea, cámara digital, los GPS también son fuentes de entrada de datos, entre otros.

2.6. 5 Geodatabase

La Geodatabase es un modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica, ya sea en archivos dentro de un sistema de archivos o en una colección de tablas en un Sistema de Administración de Base de Datos.

Una Geodatabase permite almacenar números tipos de datos, como por ejemplo datos de tipo: Vectorial, CAD, Tablas, Topología, Información Calibrada, etc.

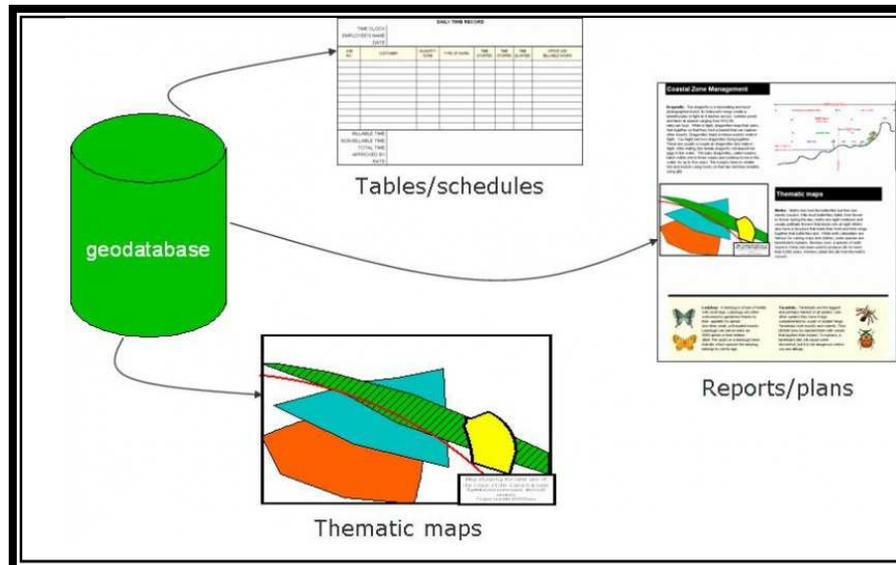


Figura 2. 13 Representación de una Geodatabase
Fuente: <http://www.vliz.be/wiki/Afbeelding:Geodatabase.jpg>

El modelo de la Geodatabase permite almacenar, además de elementos geográficos, el comportamiento de dichos elementos, lo que facilita la generación de una visión más completa de la realidad.

2.6.5. 1 Beneficios de una Geodatabase

La Geodatabase al usuario permite:

- Almacenar una gran colección de datos espaciales en una ubicación descentralizada
- Aplicar las normas y las relaciones complejas de datos
- Definir geoespaciales avanzados modelos de relación (por ejemplo, la topología, redes)

- Mantener integridad de los datos espaciales con una respuesta coherente, precisa de base de datos
- Aprovecha su información espacial para su pleno potencial

2.6. 6 Sistema de Referencia

Es la definición de modelos, parámetros, constantes, etc., que sirven como base para la descripción del estado geométrico o de los procesos físicos de la Tierra o de la superficie terrestre como se menciona en la tabla 2.5.

Tabla 2. 5 Parámetros del WGS 84

DESCRIPCIÓN	VALOR
Semieje mayor (a):	6'378.137,0000 metros
Semieje menor (b):	6'356.752,3142 metros
Achatamiento (f):	1/298,257223563
Constante gravitacional terrestre (μ):	3,986004418x10 ¹⁴ m ³ /s ²
Velocidad angular terrestre (W_e)	7,292115x10 ⁻⁵ rad/s

Fuente: Instituto Geográfico Militar

2.6.6. 1 Dátum Geodésico

El Dátum Geodésico se define como un conjunto de parámetros que determinan la forma y dimensiones del elipsoide de referencia que conectan las mediciones con el sistema de referencia. (Drewes H., 2002).

La orientación y ubicación del elipsoide asociado a un sistema coordinado (X, Y, Z) se conoce como Dátum Geodésico; si el sistema (X, Y, Z) es geocéntrico se tendrá un Dátum Geodésico Geocéntrico (Global o Moderno), cómo el GRS80 o WGS84; y, si el sistema (X, Y, Z) es local se tendrá un Dátum Geodésico Local (Horizontal o Clásico), cómo PSAD56. (Sánchez L., 2004).

2.6. 7 Análisis Multicriterio Aplicado a Tecnología SIG

2.6.7. 1 Conceptos Básicos del Análisis Multicriterio

- a) Criterios: elementos simples (variables) que permiten evaluar el grado de acercamiento (o de consecución) de un objetivo. Pueden ser de dos tipos:
- Factores: se cuantifican y se evalúan en conjunto, así se puede comparar y cuantificar alternativas entre si.(pendientes)
 - Limitantes o restricciones: su inclusión excluye a otros, luego sirva para excluir posibilidades (es decir, alternativas) que los consideren.
- b) Alternativa: conjunto de posibilidades que se tienen en cuenta para alcanzar un objetivo.

2.6.7. 2 Conceptos Básicos del Análisis Multicriterio

Consiste en la evaluación de una serie de alternativas basándose en una serie de criterios. Por lo tanto, un método de evaluación Multicriterio "Puede servir para inventar, clasificar, analizar y ordenar convenientemente una serie de alternativas a partir de criterios que se hayan considerado pertinentes en la evaluación"⁵.

La toma de decisiones multicriterio debe ser entendida como un "mundo de conceptos, aproximaciones, modelos y métodos, para auxiliar a los centros decisores a describir, evaluar, ordenar, jerarquizar, seleccionar o rechazar objetos, en base a una evaluación (expresada por puntuaciones, valores o

⁵ Eastman et. al 1993

intensidades de preferencia) de acuerdo a varios criterios (Colson y de Bruin, 1989).

2.6. 8 Definición de Cuenca Visual

La cuenca visual (figura 2.14) es el conjunto de todas las áreas visibles desde el punto de vista del observador, para diferentes fines aplicativos, se utiliza la cuenca visual topográfica, la misma que toma en cuenta, solamente la morfología del terreno, sin considerar efecto de sombras de la vegetación y estructuras adyacentes.

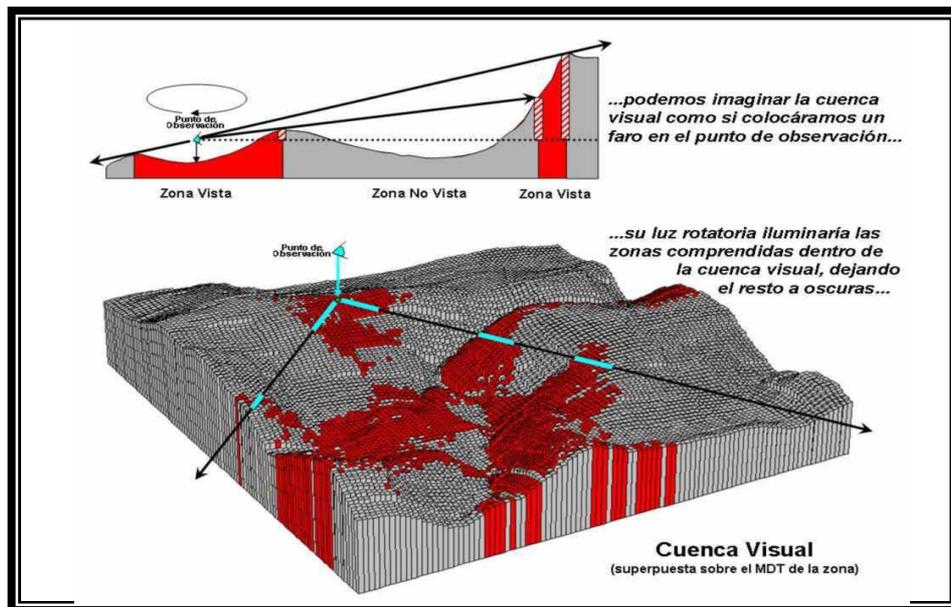


Figura 2. 14 Representación de una Cuenca Visual

Fuente: <http://www.manual del relleno sanitario.com>

2.7. Paisaje

En general, se entiende por paisaje cualquier área de la superficie terrestre producto de la interacción de los diferentes factores presentes en ella y que tienen un reflejo visual en el espacio.

El paisaje se define por sus formas, naturales o antrópicas. Todo paisaje está compuesto por elementos que se articulan entre sí. Estos elementos son básicamente de tres tipos, abióticos, bióticos y antrópicos, (actuaciones humanas). Determinar estos elementos constituye el primer nivel de análisis geográfico.

2.7. 1 El paisaje en la geografía

El paisaje se define como un espacio con características morfológicas y funcionales similares en función de una escala y una localización.

La escala vendría definida por el tamaño del paisaje o, lo que es lo mismo, el tamaño de la "visión" del observador. Por ejemplo, un paisaje regional como un gran desierto puede esconder paisajes diferenciales a escala local.

El paisaje ya no está definido por sus agentes naturales, los paisajes naturales sólo son espacios marginales y residuales.

2.7. 2 Calidad Visual del Paisaje

No cabe la menor duda de que actualmente hay un creciente reconocimiento de la calidad estética del entorno natural (CARLSON, 1977).

Tanto es así, que el paisaje visual se ha establecido como un recurso básico, tratado como parte esencial y recibiendo igual consideración que los demás recursos del medio físico (USDA, 1974).

La percepción de la belleza de un paisaje es un acto creativo de interpretación por parte del observador" (POLAKOWSKY, 1975).

2.7. 3 Métodos de Valoración a través de Categorías Estéticas

Los criterios de valoración de la calidad escénica aplicados por Bureau of Land Management (BLM) 1980 a zonas previamente divididas en unidades homogéneas, según su fisiografía y vegetación (tabla 2.6), en cada unidad se valoran diversos aspectos como: morfología, vegetación, agua, color, vistas escénicas, rareza, modificaciones y actuaciones humanas.

Tabla 2. 6 Inventario/evaluación de la calidad escénica, criterios de ordenación y puntuación

FICHA DE VALORACION DE CALIDAD ESCENICA			
MORFOLOGÍA	Relieve muy montañoso marcado y prominente(Acantilado, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien, relieve de gran variedad superficial o muy erosionado ó sistema de dunas; o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante (ejemplo: glaciar)	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular.
PESOS	5	3	1
VEGETACIÓN	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes.	Alguna variedad en la vegetación pero sólo uno o dos tipos.	Poco o ninguna variedad o contraste en la vegetación.
PESOS	5	3	1
AGUA	Factor dominante en el paisaje apariencia limpia y clara, aguas blancas (Rápidas y cascadas) o láminas de agua en reposo.	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje.	Ausente o inapreciable.
PESOS	5	3	0
COLOR	Combinaciones de color intensas y variada, o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.
PESOS	5	3	1

FICHA DE VALORACION DE CALIDAD ESCENICA			
FONDO ESCÉNICO	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
PESOS	5	3	0
RAREZA	Único o poco corriente o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
PESOS	6	2	1
ACTUACIONES HUMANAS	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aun que no es su totalidad o no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica.
PESOS	2	0	-1
		Σ	

Fuente: BLM, 1980

Según la suma total de puntos se determinan tres clases de áreas según su calidad visual como se menciona en la tabla 2.7.

- CLASE A: Áreas que reúnen características excepcionales, para cada aspecto considerado (de 19 a 33 puntos); de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.
- CLASE B: Áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros (de 12 a 18 puntos); de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea y textura, pero que resultan comunes en la región estudiada y no excepcionales.

- CLASE C: Áreas con características y rasgos comunes en la región fisiográfica (de 0 a 11 puntos); de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.

Para ello se evalúan tres clases de variedad o de calidad escénica según los rasgos biofísicos de un territorio (morfología, forma de las rocas, vegetación y formas de agua).

Tabla 2. 7 Clases de calidad escénica (U.S.D.A 1974)

VARIEDAD PAISAJISTICA	Clase A Alta	Clase B Media	Clase C Baja
MORFOLOGÍA TOPOGRAFIA	Pendiente de más del 60%, laderas muy modeladas, erosionadas y abarrancadas o con rasgos muy dominantes	Pendiente entre el 30%, vertientes con modelados suaves u ondulados	Pendientes entre 0 y 30%, vertientes con poca variación sin modelado y sin rasgos dominantes
FORMA DE ROCAS	Formas rocosas sobresalientes. Perizas, afloramientos y taludes, etc. Inusuales en tamaño, forma y localización	Rasgos obvios pero no resaltan; similares a los de la clase alta, sin destacar especialmente	Apenas existen rasgos apreciables
VEGETACIÓN	Alto grado de variedad. Grandes masas boscosas. Gran diversidad de especies	Cubierta vegetal casi continua, con poca variación en la distribución. Diversidad de especies media	Cubierta vegetal continua, pero sin distribución

Fuente: U.S.D.A Forest Service 1940

Por último se integran ambos aspectos (Tabla 2.8), y se analizan las categorías mediante la escala universal de valores del paisaje:

Tabla 2. 8 Escala universal de valores del paisaje

TIPOS	
CATEGORIAS	VALORES
Espectacular	16 - 36
Soberbio	8 - 16
Distinguido	4 - 8
Agradable	2 - 4
Vulgar	1 - 2
Feo	0 - 1

Fuente: BLM, 1980

CAPÍTULO III

LEGISLACION AMBIENTAL INTERNACIONAL

Existen dos organizaciones a nivel internacional que juegan un papel importante al momento de hablar sobre rellenos sanitarios (ubicación, diseño y operación), tanto la División de Salud Ambiental de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) como la Agencia de Protección Ambiental (E.P.A), se han preocupado por establecer reglamentos, documentos, los cuales sirven a los países de Latinoamérica como del Caribe, como un marco de referencia comparativo para implementar reglamentos o reformar la legislación vigente de los mismos.

3.1. Criterios de Localización de la Agencia de Protección Ambiental (EPA)

En Mayo de 1993 la División de Salud Ambiental de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS), consciente de la importancia de los cambios introducidos y del interés de los especialistas en residuos sólidos, elaboró un documento definitivo en el que describe la legislación estadounidense sobre Rellenos Sanitarios, con la finalidad de que los responsables o encargados de la normalización o la vigilancia ambiental, conformen sus propios reglamentos o leyes según las condiciones socioeconómicas y ambientales de cada país, de tal manera se mejore la gestión de los residuos sólidos.

El reglamento sobre residuos sólidos de la EPA, (Volumen 40, "Federal Register), partes 240 a 259, en las que la parte 258 corresponde a criterios para

rellenos de residuos sólidos municipales. La parte 258 fue promulgada por la EPA a fines de 1992.

El procedimiento seguido para la promulgación de la parte 258 llevo varios años, e incluyo la recopilación de la información de aproximadamente 6000 rellenos existentes en los EEUU, su análisis, la elaboración de una propuesta normativa, su discusión con grupos técnicos y público interesado, para llegar finalmente a su publicación.

3.1. 1 Restricciones de Ubicación

3.1.1. 1 Seguridad Aeroportuaria

Se indica aquí que los rellenos deben estar a las distancias mínimas siguientes:

- a) a 3000m de los aeropuertos que sirven a aviones con motor a turbina
- b) a 1500m de los aeropuertos que sirven a aviones con motor a pistón

3.1.1. 2 Llanuras de Inundación

En esta parte se requiere que los rellenos se ubiquen fuera de las zonas de inundación con períodos de retorno de 100 años. En caso de no haber otra alternativa de ubicación, el responsable del relleno deberá demostrar que no se está poniendo en peligro la salud o el ambiente por:

- a) La obstrucción del flujo de la inundación

- b) La posibilidad de deslaves o erosión que provoquen arrastre de residuos

3.1.1. 3 Pantanales, Marismas y Similares

El reglamento limita la ubicación de instalaciones para rellenos sanitarios en zonas pantanosas, marismas y similares, si no se demuestra que; i) que no hay otra alternativa, viable ecológicamente, más favorable, ii) que no se violarán los reglamentos aplicables sobre calidad de las aguas, sobre efluentes tóxicos, y sobre la protección de las especies tanto marinas como otras que estén en peligro de extinción. Se deberá demostrar además, con suficiente grado de confianza, que se han previsto medidas adecuadas para no degradar el ambiente.

3.1.1. 4 Fallas Geológicas

Las instalaciones para rellenos sanitarios se ubicarán a 60m o más de las fallas que hayan tenido desplazamiento durante el Holoceno. También hace algunas excepciones.

3.1.1. 5 Zonas Sísmicas

En toda instalación de relleno de residuos sólidos municipales que se localice en una "zona de impacto sísmico", las estructuras incluyendo las membranas, taludes, y sistemas de control de aguas superficiales y de lixiviados, deberán estar diseñados para resistir la aceleración horizontal sísmica local. En este punto se definen lo que es una zona de impacto sísmico, lo que es la aceleración, etc.

Se define como "zona de impacto sísmico": aquella que tiene una probabilidad del 10% o más, que la aceleración horizontal en roca dura (expresada como % de la fuerza de gravedad) exceda 0.10 g en 250 años.

3.1.1. 6 Zonas Inestables

Cualquier instalación que se ubique en "zonas inestables" debe demostrar que los diseños de ingeniería garantizan la estabilidad de sus componentes estructurales. Para esto se deberán tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Condiciones del suelo que puedan causar asentamientos diferenciales
- b) Característica geomorfológicas o geológicas locales
- c) Características especiales causadas por obras previas hechas por el hombre (p. ej. excavación de túneles)

LEGISLACION AMBIENTAL NACIONAL

En el Ecuador rigen actualmente leyes que protegen los derechos y obligaciones de los ciudadanos, en referencia a la gestión de residuos sólidos. Los principales marcos legales a nivel nacional se resumen en los siguientes:

- Constitución Política de la República del Ecuador, Capítulo V, sección Segunda del Medio Ambiente
- Código de la Salud

- Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente, Libro VI, Anexo 6
- Ley Orgánica de régimen municipal
- Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental
- Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo. Normas emitidas por el Consejo Superior del IESS. Resolución N° 172
- Ordenanzas Municipales

La Constitución Política de la República del Ecuador expone que el Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, a demás tipificara las infracciones a las personas naturales o jurídicas por las acciones u omisiones en contra de las normas de protección al medio ambiente.

El Código de Salud hace referencia a la obligación de cada persona a mantener el aseo de las ciudades en donde viven, debiendo inhibirse de arrojar basura en lugares no autorizados; además establece que son los municipios las entidades encargadas a realizar el manejo de los R. S. U, acorde a los procedimientos técnicos adecuados.

En el TULSMA el Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional la gestión integral de los Residuos Sólidos en el país, como una responsabilidad que debe ser compartida con la sociedad, que contribuyan al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas que abarcan el ámbito de salud y ambiente, el ámbito social, económico financiero, institucional, técnico y legal, los mismos que se manifiestan a través del Anexo 6 Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos.

La Ley Orgánica de Régimen Municipal determina que servicios debe prestar la municipalidad al aseo público, recolección, tratamiento de Residuos Sólidos, para cuidar la higiene y salubridad del cantón.

La Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, la cual está sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientales sustentables y respeto a las culturas y prácticas tradicionales. (Art. 2)

Además el Ministerio de Salud, en coordinación con las municipalidades, planificará, regulará, normará, limitará y supervisará los sistemas de recolección, transporte y disposición final de basuras en el medio urbano y rural.

Las Ordenanza Municipales del Cantón, que constituyen lineamientos a seguir basados en la Ley de Régimen Municipal y que establece el valor de las tasas a cobrar por los servicios de recolección y transporte, pero así mismo, no estable sanciones a quienes incumplan los reglamentos establecidos en la Ley de Régimen Municipal.

3.2. Criterios de Localización según el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente (TULSMA), Libro VI, Anexo 6

En el (TULSMA), Capítulo 4, Desarrollo, hace referencia a las Normas generales para la disposición de desechos sólidos no peligrosos, empleando la técnica de relleno mecanizado, y menciona que todo sitio para la disposición sanitaria de desechos sólidos provenientes del servicio de recolección de desechos sólidos deberá cumplir como mínimo, con los siguientes requisitos para rellenos sanitarios mecanizados:

- a) El relleno sanitario debe ubicarse a una distancia no menor de 13 Km. de los límites de un aeropuerto o pista de aterrizaje
- b) No debe ubicarse en zonas donde se ocasione daños a los recursos hídricos (aguas superficiales y subterráneas, fuentes termales o medicinales), a la flora, fauna, zonas agrícolas ni a otros elementos del paisaje natural. Tampoco se deben escoger áreas donde se afecten bienes culturales (monumentos históricos, ruinas arqueológicas, etc.)
- c) El relleno sanitario deberá estar ubicado a una distancia mínima de 200 m de la fuente superficial más próxima.
- d) Para la ubicación del relleno no deben escogerse zonas que presenten fallas geológicas, lugares inestables, cauces de quebradas, zonas propensas a deslizamientos, a agrietamientos, desprendimientos, inundaciones, etc., que pongan en riesgo la seguridad del personal o la operación del relleno
- e) El relleno sanitario no debe ubicarse en áreas incompatibles con el plan de desarrollo urbano de la ciudad. La distancia del relleno a las viviendas más cercanas no podrá ser menor de 500 m. Tampoco se deben utilizar áreas previstas para proyectos de desarrollo regional o nacional (hidroeléctricas, aeropuertos, represas, etc.)
- f) El relleno sanitario debe estar cerca de vías de fácil acceso para las unidades de recolección y transporte de los desechos sólidos
- g) La permeabilidad de los suelos deberá ser igual o menor que 1×10^{-7} cm/seg; si es mayor se deberá usar otras alternativas impermeabilizantes
- h) Se deberá estimar un tiempo de vida útil del relleno sanitario de por lo menos 10 años

A continuación se presenta un resumen de los parámetros que se presentan en el mencionado Anexo, tabla 3.1.

Tabla 3. 1 Parámetros para el análisis espacial extraíbles del TULSMA

Literal	Objeto	Tipo Objeto	Parámetro	Valor Parámetro	Unidad	Observación
A	Aeropuerto	Línea	Área de restricción	13	Km	Parámetro cualitativo y cuantitativo claro
		Polígono	Área de restricción	13	Km	Parámetro cualitativo y cuantitativo claro
B	Recursos hídricos	Varios	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
	Flora	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
	Fauna	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
	Zonas Agrícolas	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
	Paisaje Natural	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
	Bienes Culturales	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
C	Fuente superficial	Varios	Área de restricción	200	M	Aunque no es clara la descripción del objeto, se interpreta que hace referencia a una fuente superficial de agua
D	Fallas geológicas	Línea	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro

Literal	Objeto	Tipo Objeto	Parámetro	Valor Parámetro	Unidad	Observación
D	Lugares inestables	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
	Cauces de quebradas	Línea	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	El parámetro no es claro pero puede ser asimilado con el literal c
	Zonas propensas a deslaves	Polígono	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
	Zonas propensas a agrietamientos	Polígono	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
	Zonas propensas a desprendimientos	Polígono	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
	Zonas propensas a inundaciones	Polígono	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
E	Viviendas	Punto	Área de restricción	500	M	Parámetro cualitativo y cuantitativo claro
	áreas para proyectos de desarrollo	Polígono	Área de restricción	intersección	U	Parámetro cualitativo claro
F	Vías	Línea	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
G	material de cobertura	Polígono	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
H	Suelos	Polígono	Velocidad de infiltración del agua	1 x 10 ⁻⁷	cm/seg	Parámetro cualitativo y cuantitativo claro
I	Servicios básicos	Varios	Intersección o pertenencia	Intersección o pertenencia	U	Parámetro cualitativo claro

Fuente: Autora

3.3. Criterios de Localización según las Ordenanzas Municipales de la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura

3.3. 1 Municipio de Otavalo

En la Ordenanza para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en el Cantón Otavalo Registro Oficial Suplemento No. 303 del 19 de octubre del año 2010, Capítulo VIII Art 60.- Requerimientos Técnicos, se detalla los requisitos para implementar un relleno sanitario en el cantón:

- i) El relleno sanitario debe contar con un diseño y manejo técnico para evitar problemas de contaminación de las aguas subterráneas, superficiales, del aire y del suelo mismo. Tampoco deberán afectar bienes culturales (monumentos históricos, ruinas arqueológicas, etc.)

- j) El relleno sanitario deberá estar ubicado a una distancia mínima de 200 mts. de la fuente de agua superficial más próxima

- k) Para la ubicación del relleno no deben escogerse zonas que presenten fallas geológicas, lugares inestables, cauces de quebradas, zonas propensas a deslaves, agrietamientos, desprendimientos, inundaciones, etc., que pongan en riesgo la seguridad del personal o la operación del relleno

- l) El relleno sanitario no debe ubicarse en áreas incompatibles con el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad. La distancia del relleno a las viviendas más cercanas no podrá ser menor de 500 mts. tampoco se deben utilizar áreas previstas para proyectos de desarrollo regional o nacional (hidroeléctricas, aeropuertos, represas, etc.)

- m) El relleno sanitario debe estar cerca de vías de fácil acceso para las unidades de recolección y transporte de los desechos sólidos

- n) Se deberá estimar un tiempo de vida útil del relleno sanitario de por lo menos 10 años

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Recopilación de Información

Esta fase se basó principalmente en la revisión, análisis y evaluación de toda la información disponible de la zona de estudio. Se programó una visita a los cantones para recopilar información en campo y obtener datos del personal de los distintos GADs, ya que son estos funcionarios quienes conocen la problemática de sus cantones y las distintas soluciones que se han planteado dentro de sus jurisdicciones.

Además el estudio se basa en la recopilación de la información secundaria que provee datos referenciales como son:

1. Mapas o coberturas digitales de la zona de estudio
2. Altimetría, planimetría y toponimia de los cantones que conforman la Mancomunidad
3. Información análoga disponible para generar coberturas necesarias para el análisis.

4.1. 1 Fuentes de Información

Se identificó las instituciones y/o dependencias generadoras de información en relación con la información cartográfica que existe del país; como el IGM con su geoportal gratuito, los Gobiernos Seccionales, y la información temática recopilada por la SENPLADES.

Insumos básicos recopilados para el estudio se detallan a continuación:

- Cartas topográficas a escala 1:50000 formato digital (IGM)
- Información temática a escala 1:50000 (SENPLADES)
- Información general sobre cartografía, rellenos sanitarios (GADs)

4.2. Creación de una Geodatabase y su topología

Para aprovechar y manejar de mejor manera la información se procedió a elaborar una Geodatabase Personal (figura 4.1) con toda la información recopilada, paso siguiente se efectuó el proceso de topología (figura 4.2) a las capas que fueron necesarias por ejemplo ríos, vías, geología, geomorfología, uso del suelo para obtener una mejor calidad de la información.

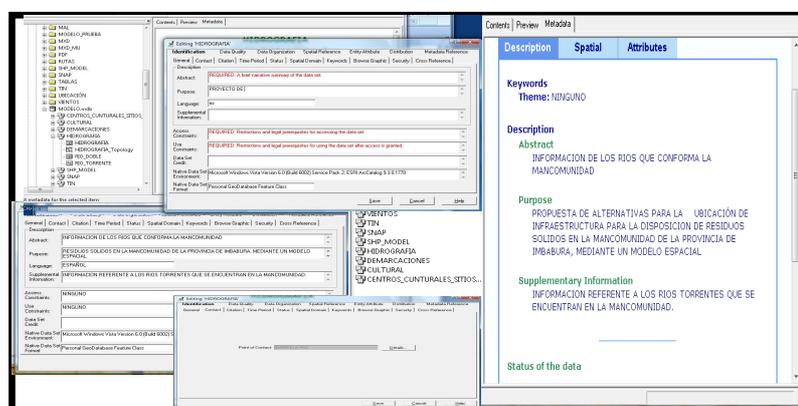


Figura 4. 1 Elaboración de la Geodatabase del Proyecto de tesis
Fuente: Autora

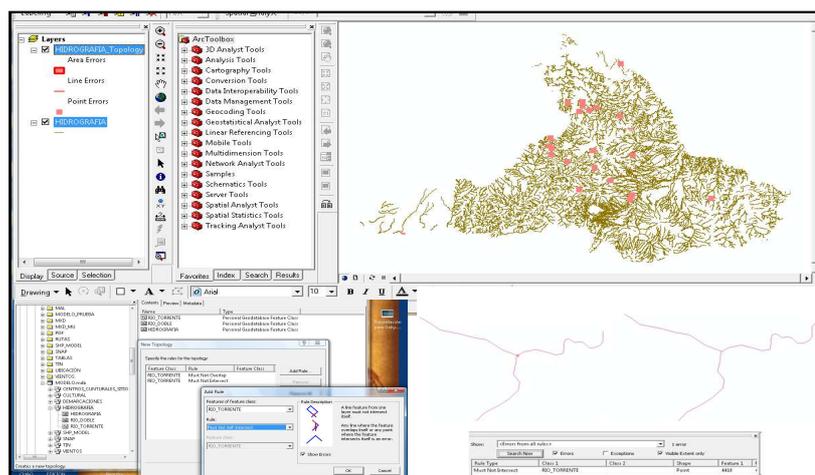


Figura 4. 2 Elaboración de la Topología del Proyecto de Tesis
Fuente: Autora

4.3. Estandarización de la Información

La información recopilada se estructuró en un solo sistema de referencia (tabla 4.1), las bases de datos y los metadatos se estandarizaron por cantones y al final la compilación de todos para manejar de mejor manera la información (figura 4.3).

Tabla 4. 1 Especificaciones para la información espacial

Datum:	WGS84
Elipsoide:	WGS84
Proyección Cartográfica:	Universal Transversa de Mercator
Zona UTM:	17 N

Fuente: Autora

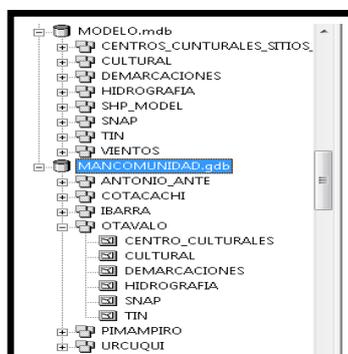


Figura 4. 3 Estructuración de la Información
Fuente: Autora

4.4. Generación de la Información

La información que no existió o se necesitó ser actualiza se generó a través de trabajo de campo o información secundaria. Se consideró varios procesos:

- **Digitalización.-** Se digitalizó elementos a partir de distintas fuentes como archivos de imagen, pdf, o incluso shapes. En los casos de imágenes o pdf fue necesario previamente georeferenciar estos archivos (figura 4.4.)
- **Digitación.-** Se ingresó por teclado información hacia tablas en donde se ha requerido completar, aumentar, corregir o adicionar parámetros que ayuden al análisis espacial posterior
- **Espacialización.-** A partir de listas de coordenadas se obtuvo nubes de puntos
- **Generación de subproductos.-** Se determinó que para la generación del modelo se debe usar elementos vectoriales tipo polígono, esto implica que, además de los parámetros de análisis espacial que se digitalizó en los polígonos existentes para el análisis, se generó áreas de influencia o BUFFERS de otros elementos

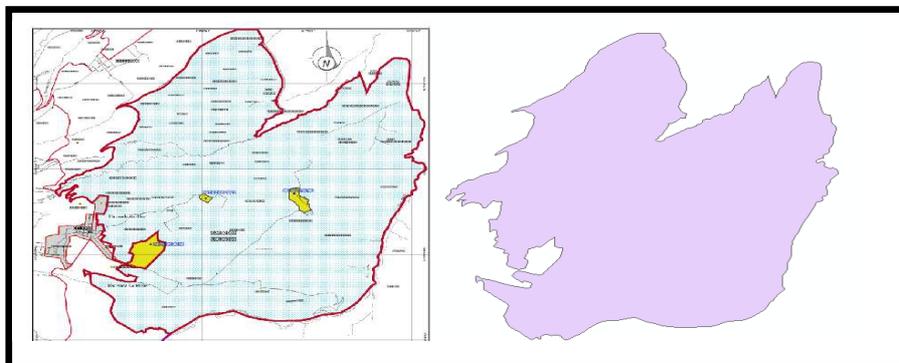


Figura 4. 4 Digitalización de la Información

Fuente: Autora

4.5. Establecimiento de criterios restrictivos

Los criterios restrictivos son aquellos que permiten o limitan el análisis de regiones geográficas específicas, a través de los cuales se diferencian las áreas aptas como las no aptas, debido al riesgo que representan al ambiente, a la salud humana o al excesivo costo.

Tomando como referencia los Criterios de Localización del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente (TULSMA), Libro VI, Anexo 6, el cual no tiene los parámetros completos para nuestro análisis; fue necesario completar con los criterios de restricción de la Agencia de Protección Ambiental (E.P.A), mencionado en el Capítulo 3, utilizando como punto de partida para conocer áreas que potencialmente serían adecuadas para ubicar infraestructura para la disposición final de residuos sólidos urbanos. En las tablas 4.2, 4.3, se detalla a continuación dichos criterios:

Tabla 4. 2 Parámetros para el análisis espacial escogidos del TULSMA

Liter al	Objeto mencionado	Objeto Utilizado	Tipo Objeto	Parámetr o	Valor Parámetro	Unidad	Observación
A	Aeropuerto	BUFFER_AERE OPUERTO.shp	Polígono	Área de restricción	13	Km	Parámetro cualitativo y cuantitativo claro
B	Recursos hídricos	BUFFER_RIOS.s hp	varios	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	ver literal c
	Zonas Agrícolas	USO_SUELO.sh p	NINGUN O	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
	Bienes Culturales	BUFFER_ARQU EOLOGICO.shp	NINGUN O	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
C	Fuente superficial	BUFFER_RIOS.s hp	varios	Área de restricción	200	m	Aunque no es clara la descripción del objeto, se interpreta que hace referencia a una fuente superficial de agua

Liter al	Objeto mencionado	Objeto Utilizado	Tipo Objeto	Parámetro	Valor Parámetro	Unidad	Observación
	Cauces de quebradas	BUFFER_RIOS.shp	Línea	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	ver literal c
	Zonas propensas a inundaciones	AREA_INUNDACION.shp	Polígono	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro
E	Viviendas	POBLADO_FINAL.shp	punto	Área de restricción	500	m	Parámetro cualitativo y cuantitativo claro
	Áreas para proyectos de desarrollo	Ciudad_Conocimiento.shp	Polígono	Área de restricción	Intersección	u	Parámetro cualitativo claro
F	Vías	VIAS_FINAL_MODELO.shp	Línea	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO	No existe un parámetro claro

Fuente: Autora

Tabla 4. 3 Parámetros para el análisis espacial escogidos de la E.P.A

Liter al	Objeto	Tipo Objeto	Parámetro	Valor Parámetro	Unidad	Observación
J	Falla Geológicas	Línea	Área de restricción	60 o más	M	Parámetro cualitativo y cuantitativo claro
K	Zonas Inestables	Polígono	Área de restricción	NINGUNO	NINGUNO	Características geomorfológicas y geológicas.

Fuente: Autora

De esta información oficial disponible se ha seleccionado, o generado, coberturas para su uso en el desarrollo de nuestro modelamiento espacial, tomando en cuenta los parámetros establecidos en el TUSLMA y EPA. Además que se ha tomado en cuenta los criterios técnicos más acorde a nuestra realidad.

4.6. Análisis para establecer las Alternativas

Para el análisis de las alternativas no solo se debe tener en cuenta los criterios establecidos por el TUSLMA y EPA, ya que la Mancomunidad de

Imbabura, en los últimos años ha sufrido un crecimiento demográfico, por consiguiente la generación de RSU, por lo tanto se debe tomar en consideración otros criterios como se menciona a continuación:

- Tasa de Crecimiento Poblacional
- Generación de RSU (diaria, anual)
- Área para la ubicación de infraestructura para la disposición final de RSU

4.6. 1 Crecimiento Poblacional vs. Generación de RSU

En la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura, cuenta con aproximadamente 398225 habitantes, lo cual supone un 3% de la población nacional, y con un crecimiento poblacional aproximadamente del 1.27 % como hace referencia la tabla 4.4.

Entre la década (1999-2001), el crecimiento poblacional en la provincia fue acelerado pues el número de habitantes aumentó en un 30%. El 50% de la población imbabureña está viviendo en zonas rurales y el otro 50% en zonas urbanas.

En la provincia de Imbabura, el 62% de las viviendas disponen del servicio de recolección de basura. Los cantones con mejor servicio son Ibarra y Antonio Ante (78% y 63% de viviendas), lo siguen Urcuqui y Otavalo (51% y 48%), sin embargo, en Pimampiro y Cotacachi (41% y 30%), muy pocas viviendas disponen de este servicio.

Tabla 4. 4 Crecimiento Poblacional vs. Generación de RSU (Mancomunidad de la Provincia de Imbabura)

CANTONES	POBLACION 2011	TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	POBLACION SERVIDA CON RECOLECCION DE BASURA (%)	POBLACION SERVIDA CON RECOLECCION DE BASURA	GENERACION RESIDUOS	GENERACION RESIDUOS
					T/DÍA	T/AÑO
IBARRA	181175	2.36%	78%	141316.5	125.22	45705.3
OTAVALO	104874	2.50%	48%	50339.52	52.91	19312.15
COTACACHI	40036	2.26%	30%	12010.8	12.95	4726.75
ANTONIO ANTE	43518	2.08%	63%	27416.34	30.09	10982.85
SAN MIGUEL DE URCUQUI	15671	0.04%	51%	7992.21	7.14	2606.1
PIMAMPIRO	12951	-1.60%	41%	5309.91	10.46	3817.9
TOTAL	398225	1.27%		244385	239	87151

Fuente: INEC 2011 – Gobiernos Municipales de la Provincia de Imbabura.

A nivel provincial, este servicio presenta notables diferencias cuando se trata de una zona urbana con un 92% de viviendas que cuentan con este servicio y de una zona rural donde solo el 28% de viviendas lo tiene. La misma tendencia tiene lugar en el resto de cantones; aunque en unos la diferencia entre lo urbano y lo rural no están tan marcada; tal es el caso de Antonio Ante y Urcuqui, seguidos de Ibarra y Otavalo. Pimampiro y Cotacachi esta diferencia es de 7 y 9 veces superior.

Esa situación se debe fundamentalmente a la dispersión poblacional. Por lo tanto, se puede determinar que respecto a la recolección de basura, son los centros urbanos quienes se encuentran primordialmente atendidos con este servicio y no las zonas rurales.

4.6. 2 Área para la ubicación de Infraestructura para la disposición final de RSU.

El área requerida depende de la cantidad de desechos sólidos que se va a depositar en el Relleno Sanitario. Como se mencionó en la tabla 4.4., a continuación se realizan los siguientes pasos:

- Para calcular la población estimada se procedió a aplicar la siguiente ecuación 1;

$$PE= P1 (1+R)^n \quad (\text{Ec. 1})$$

- **PE**= Población Estimada
- **P1**= población año base
- **R**= tasa de crecimiento
- **n**=años de vida útil del relleno sanitario

El TULSMA, en el Libro VI, Anexo 6, Desarrollo, Criterios de localización de un relleno sanitario, hace referencia de que un relleno sanitario debe tener por lo menos 10 años de vida útil, sin embargo para este proyecto de tesis se ha llegado a un consenso con los GADs que integran la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura y se estableció 20 años de vida útil.

- Los datos de generación de residuos que se produce de manera diaria y anual se nos facilitó en cada municipio
- Para obtener los residuos acumulados se realizó una suma entre cada año
- El Área para los n años de funcionamiento resultó de la división entre los Residuos Acumulados en los n años (m³) / altura proyectada para cada celda de residuos, en este caso cada celda va a tener una altura de 8 m en función de relleno mecanizado porque la población es mayor a 200000 hab (tabla 4.5)

Tabla 4. 5 Calculo del área para la ubicación de infraestructura para la disposición final de RSU

AÑOS	POBLACION	GENERACION RESIDUOS DIARIA	GENERACION RESIDUOS ANUAL	RESIDUOS ACUMULADA (T o m3)	AREA TOTAL (m2)
ACTUAL	398225	239	87151	87151	10894
1	403282	242	88258	175409	21926
2	408404	245	89379	264788	33098
3	413591	248	90514	355302	44413
4	418843	251	91663	446965	55871
5	424163	254	92828	539792	67474
6	429550	258	94006	633799	79225
7	435005	261	95200	728999	91125
8	440530	264	96409	825408	103176
9	446124	267	97634	923042	115380
10	451790	271	98874	1021916	127739
11	457528	274	100129	1122045	140256
12	463338	278	101401	1223446	152931
13	469223	281	102689	1326135	165767
14	475182	285	103993	1430128	178766
15	481217	289	105314	1535442	191930
16	487328	292	106651	1642093	205262
17	493517	296	108006	1750099	218762
18	499785	300	109377	1859476	232434
19	506132	303	110766	1970242	246280
20	512560	307	112173	2082415	260302

Fuente: Autora

Para calcular el área que comprende la infraestructura auxiliar se debe incrementar al área total calculada para disposición de residuos sólidos en un 20 a 40% para infraestructura complementaria como portería, administración, talleres, báscula, vías de circulación y área de maniobras de los equipos y vehículos, en este caso de tomo el 30%. En la tabla 4.6 se realizó los cálculos correspondientes.

Tabla 4. 6 Calculo de Infraestructura auxiliar

260302	100%
7890.57	30%

Fuente: Autora

Por lo tanto el área total de acuerdo al crecimiento de la población y generación de residuos sólidos es de:

- Área del Sitio: 26.03 (ha)
- Área de infraestructura auxiliar: 7.8 (ha)
- Área total: 34 (ha)

4.7. Ponderación de los criterios

Para poder realizar el modelamiento es necesario ponderar los criterios antes mencionados, existe diferentes métodos para ponderar, sin embargo en este caso, el Método Delfi de consenso es el más adecuado, ya que consiste en converger a un vector de pesos que recoja las preferencias del grupo de decisores involucrados, y es así que un equipo técnico conformado por los GADs y la Empresa que me auspicia, mediante un análisis cuantitativo, se decidió que el valor CERO implica que no hay ninguna restricción, y se asigna valores enteros empezando desde el UNO según el nivel de restricción que cada polígono presente.

Estas ponderaciones se las realiza en función de su grado de importancia y prioridad, como se menciona a continuación:

4.7. 1 Vías

Para usar la cobertura de vías se realizó una reclasificación a la información presentada en la cobertura del IGM, utilizando dos de sus campos. A continuación se puede observar en la tabla 4.7 la clasificación de las vías en función de su importancia.

Tabla 4. 7 Clasificación de las Vías en función de su Importancia

Rst_desc	hct_desc	Clasificación
RUTA PRIMARIA	DURO/PAVIMENTO	A
RUTA PRIMARIA	SUELTO/NO PAVIMENTO	B
RUTA SECUNDARIA	SUELTO/NO PAVIMENTO	C
RUTA SECUNDARIA	SUELTO/NO PAVIMENTO	C
	SUELTO/NO PAVIMENTO	C
RUTA LOCAL	TEMPORAL	D
	TEMPORAL	D

Fuente: Autora

El TULAS define que el lugar apropiado para que se ubique un relleno sanitario, es cerca de vías de fácil acceso, por lo que se generaron Buffers a cada kilómetro de distancia de la vía, desde uno hasta cinco kilómetros (figura 4.5)

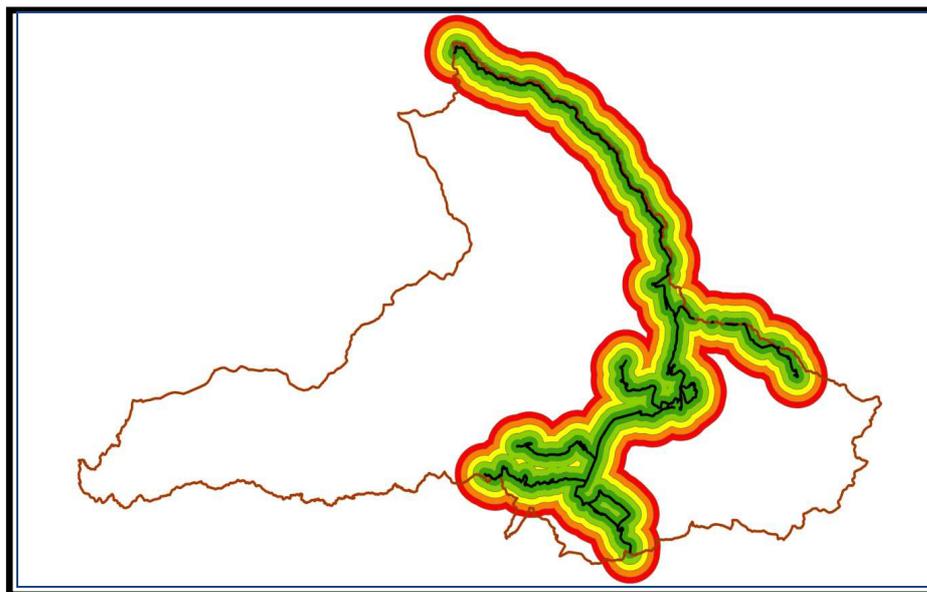


Figura 4. 5 Ejemplo de Buffers o Áreas de Influencia a cada kilómetro de las vías tipo a
Fuente: Autora

Este proceso se realizó para los cuatro tipos de vías definidos en la reclasificación. A cada buffer se le asignó una ponderación como se muestra en la siguiente tabla 4.8:

Tabla 4. 8 Ponderación en función de sus prioridades de los Buffers de vías según tipo y distancia de la vía.

CLASIFICACIÓN	DISTANCIA (Km)	PONDERACIÓN
A	1	0
	2	0
	3	1
	4	1
	5	2
B	1	0
	2	1
	3	1
	4	2
	5	2
C	1	0
	2	1
	3	2
	4	2
	5	3
D	1	1
	2	2
	3	2
	4	3
	5	3

Fuente: Autora

Al realizar el cruce de las coberturas se obtuvo una serie de polígonos con diferentes ponderaciones, de las cuales se estableció para nuestro estudio la menor de las existentes, ya que este valor nos indica la accesibilidad hacia el mismo. Paso siguiente, se realizó un proceso de combinación entre polígonos con el mismo valor para obtener un modelo adecuado, finalmente se realizó un cruce con la delimitación provincial para establecer los lugares que están a más de cinco kilómetros de cualquier vía y a estas áreas se les asigna la ponderación más alta de restricción, con lo cual se tiene el subproducto deseado.

4.7. 2 Aeropuerto

Para el aeropuerto se generó un Buffer de trece kilómetros, se asignó el valor de UNO a la ponderación de esta área. Hay que tomar en cuenta que el aeropuerto de Ibarra está prácticamente en desuso como tal.

4.7. 3 Zonas Pobladas

El TULAS menciona que no se puede ubicar un relleno a menos de quinientos metros de una vivienda, por lo cual para realizar este análisis se recurrió a tres coberturas espaciales como se muestra en la tabla 4.9 como son: zonas urbanas, poblados y edificios. Estas coberturas marcan la existencia de viviendas, se aplicó un buffer de quinientos metros a cada una de ellas, se procedió a ponderar cada uno de los polígonos resultantes, y al final combinar los polígonos con las mismas ponderaciones.

Tabla 4. 9 Ponderaciones para las Zonas Pobladas

COBERTURA	DESCRIPCION	PONDERACIÓN
ZONA URBANA	ZONA URBANA	3
POBLADOS	POBLADOS	2
EDIFICIOS	CENTRO COMUNITARIO	1
	CENTRO DE SALUD	1
	CENTRO MÉDICO	1
	CONTROL DE PUERTO	1
	EDIFICIO GUBERNAMENTAL	1
	ESCUELA	1
	ESTACIONES DE CONTROL DEL TIEMPO	1
	HOTEL	1
	IGLESIA	1
	INVERNADERO	1
	JARDÍN DE INFANTES / GUARDERÍA	1
	OTRO	1
	PROCESAMIENTO / TRATAMIENTO	1
UNIVERSIDAD / COLEGIO	1	

Fuente: Autora

La cobertura de edificios es un buen complemento para la de poblados ya que marca sitios donde están las edificaciones principales y amplía el área de influencia de estos, además que ubica sitios donde existe esta infraestructura para dar servicios a la población rural que es bastante dispersa.

Las ponderaciones responden al criterio de la diferencia de densidad poblacional existente.

4.7. 4 Hidrografía

Se tomo varias coberturas tanto del IGM como de la SENPLADES para obtener un buen resultado. La cobertura de lagunas como ríos dobles son polígonos mientras que los demás están expresados como líneas, sin embargo a se les aplicó un buffer de dos cientos metros tal como señala el TULAS para fuentes superficiales, aplicando este mismo criterio para recursos hídricos y cauces de quebradas, al final como muestra la tabla 4,10, se aplicó las siguientes ponderaciones:

Tabla 4. 10 Ponderaciones para la hidrografía

NOMBRE	TIPO	PONDERACIÓN
LAGUNA		3
RIO DOBLE		3
RIO SIMPLE	PERENNE	2
RIO SIMPLE	INTERMITENTE	1
RIO SIMPLE		1
QUEBRADAS	PERENNE	2
QUEBRADAS	INTERMITENTE	1
QUEBRADAS		1
ACEQUIA		2
CANAL		2

Fuente: Autora

Debido a que en la fuente de información no todos los ríos simples ni todas las quebradas tienen bien definido su carácter de perenne o intermitente, se asignó la ponderación UNO para los desconocidos. La ponderación obedece al criterio del nivel de importancia de los diferentes recursos hídricos en cuanto al nivel de afectación que produciría la descarga de efluentes a sus aguas sobre la población que hace uso del recurso.

4.7. 5 Bienes Culturales

Se utilizó la cobertura de puntos de arqueología, en donde se señala la existencia de Colecciones, Museos y Sitios Arqueológicos.

Tabla 4. 11 Ponderaciones para bienes culturales

NOMBRE	PONDERACIÓN
COLECCIÓN	1
MUSEO	1
SITIO ARQUEOLOGICO	2

Fuente: Autora

No existe un parámetro para el análisis de este criterio, sin embargo se adoptó el mismo que a las zonas pobladas, es decir un área de restricción de 500m, y como muestra la tabla 4.11, su ponderación se realizó según su grado de importancia y prioridad.

4.7. 6 Fallas Geológicas

Para la cobertura de fallas geológicas se generó un Buffer de 60 metros, se asignó el valor de VEINTE a la ponderación de esta área. Hay que tomar en cuenta que en el TULSMA se hace mención a las fallas geológicas, sin embargo fue necesario integrar el criterio de la EPA, el cual menciona ante la ubicación de un relleno sanitario, una falla geológica debe ubicarse a 60m o más.

4.7. 7 Inundaciones

El TULSMA menciona que el relleno no debe ubicarse en zonas propensas a inundaciones, ya que puede sufrir riesgo tanto el personal como la operación del relleno sanitario como hace mención la tabla 4.12.

Tabla 4. 12 Ponderación Inundaciones

COBERTURA	PONDERACIÓN
INUNDACIONES	3

Fuente: Autora

4.7. 8 Áreas previstas para proyectos de desarrollo

El relleno sanitario no puede ubicarse en áreas previstas para proyectos de desarrollo regional o nacional, Imbabura cuenta con Yachay primera ciudad planificada del Ecuador como un ecosistema de negocios de alta tecnología donde convive armónicamente una universidad de clase mundial, institutos públicos y privados de investigación y desarrollo tecnológico, y empresas de base tecnológica que generan el cambio de la matriz productiva del Ecuador, a continuación se detalla en la tabla 4.13.

Tabla 4. 13 Ponderación Yachay

COBERTURA	PONDERACIÓN
YACHAY	4

Fuente: Autora

4.7. 9 Áreas Protegidas

El relleno sanitario no debe ubicarse en zonas que sean protegidas, porque pueden ocasionar daños irremediables a la flora y fauna, Imbabura cuenta con reservas ecológicas y por su grado de importancia se dio una restricción más alta a esta cobertura, a continuación se puede observar en la tabla 4.14.

Tabla 4. 14 Ponderación Áreas Protegidas

COBERTURA	PONDERACIÓN
Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas	20
Reserva Ecológica Cayambe Coca	20

Fuente: Autor

4.7. 10 Uso del Suelo

El TULSMA menciona que existe una restricción a la afectación de zonas agrícolas y otros elementos del paisaje natural, para lo cual se ha tomado como base la cobertura de uso del suelo en la que se señala lo existente dentro de cada polígono. Esta cobertura es particularmente dinámica por lo cual debe tomarse en cuenta que cada registro puede cambiar de un momento a otro, sobretodo en el tipo de cultivo presente, a continuación se detalla en la tabla 4.15.

Tabla 4. 15 Ponderaciones para Uso del Suelo

USO	DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
Ae	100% AREA EROSIONADA	0
Cj/Ae	70% 30% AREA EROSIONADA	0
Cc/Ae	70% CULTIVOS CICLO CORTO – 30% AREAS EROSIONADAS	1
Cc/Af	70% CULTIVOS CICLO CORTO – 30% AREAS EN FUERTE PROCESO DE EROSIÓN	1
Cc/Ap	70% CULTIVOS CICLO CORTO – 30% AREAS EN PROCESO DE EROSION	1
Cd/Ae	70% CULTIVO DE CEVADA – 30% ÁREAS EROSIONADAS	1
Cd/Af	70% CULTIVO DE CEVADA – 30% ÁREAS EN FUERTE PROCESO DE EROSIÓN	1
Cd/Ap	70% CULTIVO DE CEVADA – 30% ÁREAS EN PROCESO DE EROSIÓN	1
Ce/Ae	70% CEREALES – 30% ÁREAS EROSIONADAS	1
Ce/Af	70% CEREALES – 30% ÁREAS EN FUERTE PROCESO DE EROSIÓN	1
Ce/Ap	70% CEREALES - 30% ÁREAS EN PROCESO DE EROSIÓN	1
Ce/Ci	70% CEREALES 30% CULTIVOS DE INVERNADERO	1

Ci/Af	70% CULTIVOS DE INVERNADERO 30%	1
Ci/Cc	70% CULTIVOS DE INVERNADERO – 30% CULTIVOS CICLO CORTO	1
Ci/Cñ	70% CULTIVOS DE INVERNADERO 30%	1
Cm/Af	70% 30% ÁREAS EN FUERTE PROCESO DE EROSIÓN	1
Cm/Ap	70% MAIZ – 30% AREAS EN PROCESO DE EROSION	1
Cñ/Ae	70% CAÑA DE AZUCAR – 30% AREA EROSIONADA	1
Cñ/Af	70% CAÑA DE AZUCAR – 30% ÁREAS EN FUERTE PROCESO DE EROSIÓN	1
Cñ/Ap	70% CAÑA DE AZUCAR – 30% AREA EN PROCESO DE EROSION	1
Pc/Ci	70% PASTO CULTIVADO – 30% CULTIVO DE INVERNADERO	1
Pn/Ci	70% - 30% CULTIVO DE INVERNADERO	1
Va/Ae	70% VEGETACION ARBUSTIVA – 30% AREAS EROSIONADAS	1
Va/Af	70% VEGETACION ARBUSTIVA – 30% AREAS EN FUERTE PROCESO DE EROSION	1
Va/Ap	70% VEGETACION ARBUSTIVA – 30% AREAS EN PROCESO DE EROSION	1
Cd-Pc	50% CULTIVO DE CEVADA - 50% PASTOS CULTIVADOS	1
Ce-Ch	50% 100% CEREALES 50% CULTIVOS INDIFERENCIADOS	1
Ce-Cm	50% CEREALES – 50% CULTIVOS DE MAIZ	1
Ce-Cr	50% CEREALES 50% FRUTALES	1
Ce-Pc	50% CEREALES – 50% PASTO CULTIVADO	1
Ce-Va	50% CEREALES - 50% VEGETACIÓN ARBUSTIVA	1
Ci-Cñ	50% CULTIVOS DE INVERNADERO 50%	1
Cj-Cm	50% - 50% CULTIVOS DE MAIZ	1
Cm-Co	50% CULTIVOS DE MAIZ – 50%	1
Cm-Cp	50% CULTIVOS DE MAIZ - 50% CULTIVOS DE PAPA	1
Cm-Pc	50% MAIZ – 50% PASTOS CULTIVADOS	1
Cm-Pn	50% MAIZ – 50% PASTOS NATURALES	1
Cm-Va	50% MAIZ – 50% VEGETACION ARBUSTIVA	1
Cñ-Cx	50% CAÑA DE AZUCAR – 50% ARBORICULTURA TROPICAL	1
Cñ-Pc	50% CAÑA DE AZUCAR – 50% PASTOS CULTIVADOS	1
Cñ-Va	50% CAÑA DE AZUCAR – 50% VEGETACIÓN ARBUSTIVA	1
Cp/Va	50% CULTIVOS DE PAPA – 50% VEGETACIÓN ARBUSTIVA	1
Cp-Va	50% CULTIVOS DE PAPA – 50% VEGETACIÓN ARBUSTIVA	1
Cx-Pc	50% ARBORICULTURA TROPICAL – 50% PASTOS CULTIVADOS	1
Cx-Pn	50% ARBORICULTURA TROPICAL – 50% PASTOS NATURAL	1
Cx-Va	50% ARBORICULTURA TROPICAL – 50% VEGETACION ARBUSTIVA	1
Pc-Pn	50% PASTOS CULTIVADOS – 50% PASTOS NATURALES	1
Pc-Pr	50% PASTOS CULTIVADOS – 50% PARAMO	1

Pc-Va	50% PASTOS CULTIVADOS – 50% VEGETACION ARBUSTIVA	1
Pn-Va	50% PASTO NATURAL – 50% VEGETACION ARBUSTIVA	1
Pr-Va	50% PARAMO – 50% VEGETACION ARBUSTIVA	1
Ci	100% CULTIVOS DE INVERNADERO	2
Bi/Cx	70% BOSQUE NATURAL – 30% ARBORICULTURA TROPICAL	2
Bi/Pc	70% BOSQUE NATURAL – 30% PASTO CULTIVADO	2
Bi/Pn	70% BOSQUE NATURAL – 30% PASTO NATURAL	2
Bi/Va	70% BOSQUE INTERVENIDO – 30% VEGETACION ARBUSTIVA	2
Bi-Cc	70% BOSQUE NATURAL – 30% CULTIVOS CICLO CORTO	2
Bp/Bi	70% BOSQUE PLANTADO – 30% BOSQUE NATURAL	2
Bp/Cc	70% BOSQUE PLANTADO – 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO	2
Bp/Pc	70% BOSQUE PLANTADO – 30% PASTO NATURAL	2
Cc/Bi	70% CULTIVOS CICLO CORTO – 30% BOSQUE INTERVENIDO	2
Cc/Bp	70% CULTIVOS CICLO CORTO – 30% BOSQUE PLANTADO	2
Cc/Ce	70% CULTIVOS CICLO CORTO – 30% CEREALES	2
Cc/Cñ	70% CULTIVOS CICLO CORTO – 30% CAÑA DE AZUCAR	2
Cc/Cp	70% CULTIVOS CICLO CORTO – 30% CULTIVOS DE PAPA	2
Cc/Cx	70% CULTIVOS CICLO CORTO – 30% ARBORICULTURA TROPICAL	2
Cc/Pc	70% CULTIVOS CICLO CORTO – 30% PASTO NATURAL	2
Cc/Pn	70% CULTIVOS CICLO CORTO – 30% PASTO NATURAL	2
Cc/Va	70% CULTIVOS CICLO CORTO – 30% VEGETACION ARBUSTIVA	2
Cd/Cc	70% CULTIVO DE CEVADA – 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO	2
Cd/Pc	70% CULTIVO DE CEVADA – 30% PASTOS CULTIVADOS	2
Cd/Va	70% CULTIVO DE CEVADA - 30% VEGETACIÓN ARBUSTIVA	2
Ce/Cm	70% CEREALES - 30% CULTIVOS DE MAIZ	2
Ce/Cr	70% CEREALES 30% FRUTALES	2
Ce/Pc	70% CEREALES – 30% PASTO CULTIVADO	2
Ce/Pn	70% CEREALES - 30% PASTO NATURAL	2
Ce/Va	70% CEREALES – 30% VEGETACIÓN ARBUSTIVA	2
Cj/Cc	70% 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO	2
Cj/Cm	70% 30% CULTIVOS DE MAIZ	2
Cm/Ae	70% MAIZ – 30% AREA EROSIONADA	2
Cm/Bp	70% MAIZ – 30% BOSQUE PLANTADO	2
Cm/Cc	70% MAIZ – 30% CULTIVOS CICLO CORTO	2
Cm/Cd	70% MAIZ – 30% CULTIVO DE CEVADA	2
Cm/Ce	70% MAIZ – 30%	2

Cm/Ci	70% MAIZ – 30% CULTIVOS DE INVERNADERO	2
Cm/Cñ	70% MAIZ – 30% CAÑA DE AZUCAR	2
Cm/Cp	70% MAIZ – 30% CULTIVOS DE PAPA	2
Cm/Cr	70% MAIZ – 30% FRUTALES	2
Cm/Cx	70% MAIZ – 30%	2
Cm/Pc	70% MAIZ – 30% PASTO CULTIVADO	2
Cm/Pn	70% MAIZ – 30% PASTO NATURAL	2
Cm/Va	70% MAIZ – 30% VEGETACION ARBUSTIVA	2
Cñ/Bi	70% CAÑA DE AZUCAR – 30% BOSQUE INTERVENIDO	2
Cñ/Ci	70% CAÑA DE AZUCAR – 30% CULTIVOS DE INVERNADERO	2
Cñ/Cm	70% CAÑA DE AZUCAR – 30% MAIZ	2
Cñ/Cx	70% CAÑA DE AZUCAR – 30% ARBORICULTURA TROPICAL	2
Cñ/Pc	70% CAÑA DE AZUCAR – 30% PASTOS CULTIVADOS	2
Cñ/Pn	70% CAÑA DE AZUCAR – 30% PASTOS NATURALES	2
Cñ/Va	70% CAÑA DE AZUCAR – 30% VEGETACIÓN ARBUSTIVA	2
Cp/Cc	70% CULTIVOS DE PAPA – 30% CULTIVOS DE CICLO CORTO	2
Cp/Cñ	70% CULTIVOS DE PAPA – 30% CAÑA DE AZUCAR	2
Cp/Pc	70% CULTIVOS DE PAPA – 30% PASTOS CULTIVADOS	2
Cr/Ae	70% FRUTALES – 30% AREAS EROSIONADAS	2
Cr/Af	70% FRUTALES – 30% ÁREAS EN FUERTE PROCESO DE EROSIÓN	2
Cr/Ap	70% FRUTALES – 30%	2
Cr/Cm	70% FRUTALES – 30% MAIZ	2
Cr/Va	70% FRUTALES – 30% VEGETACIÓN ARBUSTIVA	2
Cx/Ap	70% ARBORICULTURA TROPICAL – 30% AREAS EN PROCESO DE EROSION	2
Cx/Bi	70% ARBORICULTURA TROPICAL – 30% BOSQUE INTERVENIDO	2
Cx/Cc	70% ARBORICULTURA TROPICAL – 30% CULTIVO CICLO CORTO	2
Cx/Cm	70% ARBORICULTURA TROPICAL – 30% MAIZ	2
Cx/Cñ	70% ARBORICULTURA TROPICAL 30%	2
Cx/Pc	70% ARBORICULTURA TROPICAL – 30% PASTOS CULTIVADOS	2
CxPn	70% ARBORICULTURA TROPICAL – 30% PASTOS CULTIVADOS	2
Cx/Va	70% ARBORICULTURA TROPICAL – 30% VEGETACIÓN ARBUSTIVA	2
Pc/Af	70% PASTO CULTIVADO – 30% AREAS EN FUERTE PROCESO DE EROSION	2
Pc/Ap	70% PASTO CULTIVADO – 30% AREAS EN PROCESO DE EROSION	2
Pc/Bi	70% PASTO CULTIVADO – 30% BOSQUE INTERVENIDO	2

Pc/Bp	70% PASTO CULTIVADO – 30% BOSQUE PLANTADO	2
Pc/Cc	70% PASTO CULTIVADO – 30% CULTIVOS CICLO CORTO	2
Pc/Cd	70% PASTO NATURAL – 30% CULTIVO DE CEBADA	2
Pc/Ce	70% PASTO NATURAL – 30% CEREALES	2
Pc/Cm	70% PASTO CULTIVADO – 30% MAIZ	2
Pc/Cñ	70% PASTO CULTIVADO – 30% CAÑA DE AZUCAR	2
Pc/Cp	70% PASTO CULTIVADO – 30% CULTIVOS DE PAPA	2
Pc/Cr	70% PASTO CULTIVADO – 30% FRUTALES	2
Pc/Cx	70% PASTO CULTIVADO – 30% ARBORICULTURA TROPICAL	2
Pc/Oh	70% PASTO NATURAL – 30% HUMEDALES	2
Pc/Pn	70% PASTO CULTIVADO – 30% PASTO NATURAL	2
Pc/Pr	70% PASTO CULTIVADO – 30% PARAMO	2
Pc/Va	70% PASTO CULTIVADO – 30% VEGETACION ARBUSTIVA	2
Pn/Ae	70% PASTO NATURAL – 30% AREAS EROSIONADAS	2
Pn/Af	70% PASTO NATURAL – 30% AREAS EN FUERTE PROCESO DE EROSION	2
Pn/Ap	70% PASTO NATURAL – 30% AREAS EN PROCESO DE EROSION	2
Pn/Bi	70% PASTO NATURAL – 30% BOSQUE INTERVENIDO	2
Pn/Bp	70% - 30% PASTO PLANTADO	2
Pn/Cc	70% PASTO NATURAL – 30% CULTIVO CICLO CORTO	2
Pn/Cm	70% PASTO NATURAL – 30% MAIZ	2
Pn/Cñ	70% PASTO NATURAL – 30% CAÑA DE AZUCAR	2
Pn/Cr	70% PASTO NATURAL – 30% FRUTALES	2
Pn/Cx	70% PASTO NATURAL 30% ARBORICULTURA TROPICAL	2
Pn/Er	70% PASTO NATURAL – 30% AFLORAMIENTO ROCOSO	2
Pn/Pc	70% PASTO NATURAL – 30% PASTO CULTIVADO	2
Pn/Va	70% PASTO NATURAL – 30% VEGETACION ARBUSTIVA	2
Pr/Ae	70% PARAMO – 30% AREAS EROSIONADAS	2
Pr/Af	70% PARAMO 30% AFLORAMIENTO ROCOSO	2
Pr/Ap	70% PARAMO – 30% AREAS EN PROCESO DE EROSION	2
Pr/Bi	70% PARAMO – 30% BOSQUE INTERVENIDO	2
Pr/Cc	70% PARAMO – 30% CULTIVOS CICLO CORTO	2
Pr/Ce	70% PARAMO – 30% CEREALES	2
Pr/Pc	70% PARAMO – 30% PASTO CULTIVADO	2
Pr/Va	70% PARAMO – 30% VEGETACION ARBUSTIVA	2
Va/Bi	70% VEGETACION ARBUSTIVA – 30% BOSQUE INTERVENIDO	2
Va/Cc	70% VEGETACION ARBUSTIVA – 30% CULTIVO CICLO CORTO	2
Va/Cd	70% VEGETACIÓN ARBUSTIVA – 30% CULTIVO DE CEBADA	2
Va/Ce	70% VEGETACIÓN ARBUSTIVA – 30% CULTIVOS INDIFERENCIADOS	2

Va/Ci	70% VEGETACIÓN ARBUSTIVA – 30% CULTIVOS I	2
Va/Cm	70% VEGETACION ARBUSTIVA – 30% CULTIVOS INDIFERENCIADOS	2
Va/Cñ	70% VEGETACION ARBUSTIVA – 30% CULTIVOS INDIFERENCIADOS	2
Va/Co	70% VEGETACIÓN ARBUSTIVA - 30% CULTIVOS INDIFERENCIADOS	2
Va/Cp	70% VEGETACION ARBUSTIVA – 30% CULTIVOS DE PAPA	2
Va/Cr	70% VEGETACIÓN ARBUSTIVA – 30% FRUTALES	2
Va/Cx	70% VEGETACION ARBUSTIVA – 30% CULTIVOS INDIFERENCIADOS	2
Va/Er	70% VEGETACIÓN ARBUSTIVA - 30% AFLORAMIENTO ROCOSO	2
Va/Pc	70% VEGETACION ARBUSTIVA – 30% PASTO CULTIVADO	2
Va/Pn	70% VEGETACION ARBUSTIVA – 30% PASTO NATURAL	2
Va/Pr	70% VEGETACION ARBUSTIVA – 30% PARAMO	2
Bi/Cm	50% BOSQUE NATURAL – 50% MAIZ	2
Bi-Ce	50% BOSQUE NATURAL 50% CEREALES	2
Bi-Cñ	50% BOSQUE NATURAL – 50% CAÑA DE AZUCAR	2
Bi-Cr	50% BOSQUE NATURAL – 50% FRUTALES	2
Bi-Cx	50% BOSQUE NATURAL – 50% ARBORICULTURA TROPICAL	2
Bi-Pc	50% BOSQUE NATURAL – 50% PASTOS CULTIVADOS	2
Bi-Pn	50% BOSQUE NATURAL – 50% PASTOS NATURALES	2
Bi-Pr	50% BOSQUE NATURAL – 50% PARAMO	2
Bi-Va	50% BOSQUE NATURAL – 50% VEGETACION ARBUSTIVA	2
Bp-Cd	50% BOSQUE PLANTADO 50% CULTIVO DE CEVADA	2
Bp-Cm	50% BOSQUE PLANTADO 50% CULTIVOS INDIFERENCIADOS	2
Bp-Cp	50% BOSQUE PLANTADO 50% CULTIVOS DE PAPA	2
Bp-Pr	50% BOSQUE PLANTADO – 50% PARAMO	2
Bp-Va	50% BOSQUE PLANTADO – 50% VEGETACION ARBUSTIVA	2
Cc-Cd	50% CULTIVOS CICLO CORTO 50% CULTIVO DE CEVADA	2
Cc-Ci	50% CULTIVOS CICLO CORTO 50% CULTIVO DE INVERNADERO	2
Cc-Cj	50% CULTIVOS CICLO CORTO 50% CULTIVO DE FREJOL	2
Cc-Cm	50% CULTIVOS CICLO CORTO – 50% CULTIVOS INDIFERENCIADOS	2
Cc-Cñ	50% CULTIVOS CICLO CORTO – 50% CULTIVOS INDIFERENCIADOS	2
Cc-Cp	50% CULTIVOS CICLO CORTO – 50% CULTIVOS DE PAPA	2
Cc-Cr	50% CULTIVOS CICLO CORTO 50% FRUTALES	2
Cc-Cx	50% CULTIVOS CICLO CORTO 50% CULTIVOS INDIFERENCIADOS	2
Cc-Pc	50% CULTIVOS CICLO CORTO – 50% PASTOS CULTIVADOS	2
Cc-Pn	50% CULTIVOS CICLO CORTO – 50% PASTOS NATURALES	2
Cc-Pr	50% CULTIVOS CICLO CORTO – 50% PARAMO	2

Cc-Va	50% CULTIVOS CICLO CORTO – 50% VEGETACION ARBUSTIVA	2
Ci-Cm	50% CULTIVOS – 50% MAIZ	2
Cm-Cr	50% CULTIVOS DE MAIZ - 50% FRUTALES	2
Cñ-Pn	50% CAÑA DE AZUCAR – 50% PASTOS NATURAL	2
Cp-Pc	50% CULTIVOS DE PAPA – 50% PASTOS CULTIVADOS	2
Cr-Pc	50% FRUTALES – 50% PASTOS CULTIVADOS	2
Cr-Va	50% FRUTALES – 50% VEGETACION ARBUSTIVA	2
Bn	100% BOSQUE NATURAL	3
Bp	100% BOSQUE PLANTADO	3
Cc	100% CULTIVOS CICLO CORTO	3
Cd	100% CULTIVO DE CEVADA	3
Ce	100% CEREALES	3
Cf	100% I	3
Ch	100% CULTIVOS DE HORTALIZAS	3
Cj	100% CULTIVO	3
Cm	100% MAIZ	3
Cñ	100% CAÑA DE AZUCAR	3
Co	100% CULTIVO	3
Cp	100% CULTIVOS DE PAPA	3
Cr	100% FRUTALES	3
Cx	100% ARBORICULTURA TROPICAL	3
Er	100% AFLORAMIENTO ROCOSO	3
Oh	100% HUMEDALES	3
On	100% NIEVE O HIELO	3
Pc	100% PASTO CULTIVADO	3
Pn	100% PASTO NATURAL	3
Pr	100% PARAMO	3
U	100% ZONA URBANA	3
Va	100% VEGETACION ARBUSTIVA	3
Wn	100% CUERPO DE AGUA NATURAL	3
Bi/Cc	70% BOSQUE NATURAL – 30% CULTIVOS CICLO CORTO	3
Bi/Cñ	70% BOSQUE NATURAL 30% CAÑA DE AZUCAR	3
Bi/Cr	70% BOSQUE NATURAL – 30% FRUTALES	3
Bi/Ct	70% BOSQUE NATURAL 30% TE	3
Bi/Pr	70% BOSQUE NATURAL – 30% PARAMO	3
Cm/Pr	70% MAIZ – 30% PÁRAMO	3

Fuente: Autora

4.7. 11 Geomorfología

En TULSMA y la EPA hace mención que los rellenos sanitarios no deben ubicarse en zonas inestables, pero la EPA es más específica en su explicación y señala que la geomorfología del terreno es importante para saber la forma que tiene el relieve, tomando a consideración esto, las colinas son las zonas más aptas para ubicar los rellenos sanitarios (tabla 4.16).

Tabla 4. 16 Ponderaciones según su grado de Importancia Geomorfología

CODIGO	DESCRIPCIO	PONDERACIO
C2	Colinas medianas	1
G-Ve	Gargantas de valles encañonados	1
I	Valles Interandinos	2
Sa	Superficies de aplanamiento	2
Fv2	Terraza alta	2
Y	Conos de deyección y esparcimiento	2
Y1	Conos de deyección disectados	2
Vx	Vertientes convexas	2
Vv	Vertientes cóncavas	2
O3	Piedemonte coluvial	2
Vi	Vertientes irregulares	2
Ve	Valles encañonados	2
On	Nieve	3
Fv5	Terraza indiferenciada	3
Fv1	Terraza baja	3
P	Planicies costaneras	3
D	Zonas deprimidas	3
Fv4	Terraza colgada	3
E	Relieve escarpado	3
M	Relieve montañoso	3

Ch	Chevrones	3
Wn	Cuerpos de agua	3
U	Zonas Urbanas	3

Fuente: Autora

4.7. 12 Geología

En TULSMA y EPA menciona que los rellenos sanitarios no deben ubicarse en zonas inestables, pero la EPA es más específica y señala que es necesario tomar en cuenta la geología, ya que lo ideal es que se construya en terrenos que dispongan de barrera geológica⁶, son ideales los suelos:

- Arcillosos
- Con Roca desagregada
- Limosos

Además si el suelo natural tiene una permeabilidad, constituye una buena barrera geológica para un relleno sanitario, los objetivos primordiales de esta son:

- Minimizar la cantidad de agua lixiviada que se infiltran al suelo, al fin de proteger las capas freáticas.
- Garantizar que la mayoría de contaminantes se queden en la proximidad del relleno, incluso si se daña la capa mineral.

Por lo tanto la cobertura geológica, que se muestra en la tabla 4.17 se ha ponderado en función de su litología y la permeabilidad de los suelos.

⁶ La barrera geológica es una capa de suelo natural de baja permeabilidad que se encuentra arriba de la primera capa freática.

Tabla 4. 17 Ponderaciones según su grado de Importancia Geología

SIMBOLO	LITOLOGIA	TIPO_PERM	PERMEABILIDAD	P_HIDROLOG
CZ()	GRANODIORITA, DIORITA, PÉRFIDO	POROSIDAD INTERGRANULAR Y FISURACION-ROCAS SIN IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	PRACTICAMENTE IMPERMEABLE	0
Pzi	ROCAS METAMORFICAS INDIFERENCIADAS, ESQUISTOS VERDES, ESQUISTOS MUSCOVITICOS, CUARCITA, ESQUISTOS VERDES, CUARZO	POROSIDAD INTERGRANULAR Y FISURACION- ROCAS SIN IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	PRACTICAMENTE IMPERMEABLE	0
Gd	ROCAS GRANITICAS INDIFERENCIAS, GRANODIORITA	POROSIDAD INTERGRANULAR Y FISURACION-ROCAS SIN IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	PRACTICAMENTE IMPERMEABLE	0
Gr	GRANITO	POROSIDAD INTERGRANULAR Y FISURACION- ROCAS SIN IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	PRACTICAMENTE IMPERMEABLE	0
Di	DIORITA	POROSIDAD INTERGRANULAR Y FISURACION- ROCAS SIN IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	PRACTICAMENTE IMPERMEABLE	0
K P 1	ROCAS ULTRABASICAS	POROSIDAD INTERGRANULAR Y FISURACION-ROCAS SIN IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	PRACTICAMENTE IMPERMEABLE	0
G	ROCAS INTRUSIVAS, GRANITO, GRANODIORITA	POROSIDAD INTERGRANULAR Y FISURACION-ROCAS SIN IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	PRACTICAMENTE IMPERMEABLE	0
PCc	ESQUISTOS VERDES, ANFIBOLITAS, CUARCITAS	POROSIDAD INTERGRANULAR Y FISURACION-ROCAS SIN IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	PRACTICAMENTE IMPERMEABLE	0
K P	LAVAS BASALTICAS, TOBAS, BRECHAS	FISURACION	MUY BAJA	1
PC EM	LAVAS ANDESITICAS, TOBAS, VOLCANOCLASTOS	FISURACION	MUY BAJA	1
EZ	TURBIDITAS FINAS	POROSIDAD INTERGRANULAR	BAJA	1
Z	CALIZA	FISURACION	GENERALMENTE BAJA	1

PIM	VOLCANICOS DEL PUMAMAQUI	FISURACION	GENERALMENTE BAJA	1
QS	BRECHAS, TOBA	POROSIDAD INTERGRANULAR	BAJA	1
Ksj	ARENISCAS, LUTITAS CHERTOSAS, CALIZAS, GRAUVACA	FISURACION	GENERALMENTE BAJA	1
ES	LUTITA VIOLACEA CONGLOMERADO VOLCANICO	FISURACION	GENERALMENTE BAJA	1
Qc	CENIZAS, PIROCLASTOS	POROSIDAD INTERGRANULAR	BAJA	1
Kch	LUTITAS NEGRAS, ARENISCAS, FILITAS	FISURACION	MUY BAJA	1
K K	LUTITAS, CHERTS, ARENISCAS	FISURACION	MUY BAJA	1
Gu	FRAGMENTOS DE ROCAS TAMADO CENTIMETRICO	POROSIDAD INTERGRANULAR	MEDIA	2
Br	BRECHA VOLCANICA (INDIFERENCIADA)	FISURACION	BAJA A MEDIA	2
Dg	DEPOSITOS GLACIARES, MORRENAS	POROSIDAD INTERGRANULAR	MEDIA	2
MPIY	CONGLOMERADO, BRECHA ARENISCA	POROSIDAD INTERGRANULAR	MEDIA	2
PZA	CONGLOMERADO	POROSIDAD INTERGRANULAR	MEDIA	2
Qi	VOLCANICO: CUATERNARIO INDIFERENCIADO	FISURACION	BAJA A MEDIA	2
PMo	ANDESITA, BRECHA	FISURACION	BAJA A MEDIA	2
Lh	DEPOSITO LAHARITICO	POROSIDAD INTERGRANULAR	MEDIA A ALTA	2
Qpr	PIROCLASTICAS	FISURACION	BAJA A MEDIA	2
PIAn	ANDESITA, BRECHA, AGLOMERADO	FISURACION	BAJA A MEDIA	2
Pcq	LAVAS, ANDESITAS PIROXENICAS	FISURACION	BAJA A MEDIA	2
PCu	ANDESITA, AGLOMERADO	FISURACION	BAJA A MEDIA	2
PI-Pr	VOLCANICOS DE YANAHURCO	FISURACION	BAJA A MEDIA	2
Pv	PIROCLASTICAS	FISURACION	BAJA A MEDIA	2
PCo	ANDESITA ,AGLOMERADO	FISURACION	BAJA A MEDIA	2
PNP	VOLCANICOS DEL NEGRO PUNO	FISURACION	BAJA A MEDIA	2
Da	DEPOSITO ALUVIAL	POROSIDAD INTERGRANULAR	GENERALMENTE ALTA	3

Ti	TERRAZAS INDIFERENCIADAS	POROSIDAD INTERGRANULAR	GENERALMENTE ALTA	3
De	DERRUMBE	POROSIDAD INTERGRANULAR	GENERALMENTE ALTA	3
Dc	DEPOSITO COLUVIAL	POROSIDAD INTERGRANULAR	GENERALMENTE ALTA	3
T1-3	TERRAZAS (1-3)	POROSIDAD INTERGRANULAR	GENERALMENTE ALTA	3
DI	DEPOSITO LAGUNAR	POROSIDAD INTERGRANULAR	GENERALMENTE ALTA	3
Te	TERRAZAS (1,2 MAS ELEVADAS)	POROSIDAD INTERGRANULAR	GENERALMENTE ALTA	3
L	RIOS/LAGOS/LAGUNAS			3
L	RIOS/LAGOS/LAGUNAS			3
L	RIOS/LAGOS/LAGUNAS			3
L	RIOS/LAGOS/LAGUNAS			3
L	RIOS/LAGOS/LAGUNAS			3
L	RIOS/LAGOS/LAGUNAS			3
L	RIOS/LAGOS/LAGUNAS			3
L	RIOS/LAGOS/LAGUNAS			3
Rio	RIOS/LAGOS/LAGUNAS			3

Fuente: Autora

4.8. Modelo inicial de ubicación de infraestructura para la disposición final de de residuos sólidos urbanos

El modelamiento inicial se realizó por medio del cruce de todas las coberturas, en el programa ARCGIS 9.3, los polígonos resultantes adquieren como valor la suma de todas las ponderaciones. La superficie de los polígonos resultantes nos brinda una idea de la influencia de cada insumo sobre el modelo y del resultado como tal.

El modelamiento espacial en general brinda una herramienta de decisión, mas no es concluyente ni definitivo, esto quiere decir que además de tomar en

cuenta parámetros físicos, es necesario complementar con un análisis de otros factores muy importantes como el social o el económico.

4.9. Validación del modelo de ubicación

Para esta validación se tomó el modelo inicial de ubicación de infraestructura para la disposición de residuos sólidos. Por lo tanto hay que formularse la siguiente pregunta ¿La Información en campo es igual a la obtenida en gabinete? , Para responder esta pregunta se debe evaluar el mapa, se debe tomar una muestra que satisfaga un grado de precisión a un nivel de confianza dado.

$$n = \pi(1 - \pi)(Z_{\alpha/2} \delta)^2 \quad (\text{Ec. 4})$$

n= Tamaño de la muestra

π = proporción de la población

δ = error de estimación de π , y es igual a diferencia entre la proporción de la población (π), es decir $Z_{\alpha/2} = \rho - \pi$

- En este caso, se va a trabajar con un nivel de confianza del 95%, por lo tanto el valor estándar para este nivel de confianza ($Z_{\alpha/2}$) es 1.96
- Pero ya que no se conoce, se debe suponer que π es 0.5 debido a que es igualmente probable que el mapa este bien como este mal
- Por otro lado se sabe que $\delta = \rho - \pi$ pero al no tener ρ es necesario un muestreo previo para sacar la proporción muestral del mapa (ρ) que esta correcta y en función de ello obtener n para el muestreo final
- El criterio que se usó para determinar si un punto es correcto, es que tanto la calificación del mapa, como la calificación en campo sean iguales
- Al calificar en campo se debe observar si existen o no los lugares asignados,, y de ahí calificarles como correctos o incorrectos de acuerdo a la restricción que se le dio

- De estos puntos se obtuvo los puntos correctos, y se reemplazó en la ecuación anterior, dando el tamaño de la muestra
- Se añadió cinco puntos más a los puntos originales y se obtuvo un resultado final

4.10. Cuencas Visuales

Las cuencas visuales y su análisis para el presente estudio son de vital importancia, ya que se va a utilizar las áreas visibles para análisis posteriores. A continuación se detalla los pasos a seguir para la obtención de las cuencas visuales:

- Es necesario cargar el modelo digital de terreno (MDT), en este caso se obtuvo de las curvas de nivel y sus puntos acotados obtenidos de las cartas topográficas a escala 1:50 000, por medio del programa ARCGIS 9.3, y la herramienta con la cual se calculó la visibilidad
- Se definió puntos de observador, en este caso se los localizó en función de la altura del punto del observador, y la altitud del territorio.
- En ARCGIS 9.3 se debe utilizar la herramienta Viewshed, Spatial Analyst , Surface, Viewshed. En el cuadro de diálogo se debe seleccionar el MDT como Input raster, como Input point la capa de puntos y el nombre de salida del archivo.

4.11. Obtención de áreas (alternativas) en función del modelo inicial y las cuencas visuales

Para obtener las áreas potenciales para ubicar los posibles rellenos sanitarios, es necesario realizar los siguientes pasos:

- En función de la tabla 4.4, se puede observar que los cantones que tienen una población y generación de residuos más representativa son:
 - Ibarra
 - Otavalo
 - Antonio Ante
- Por lo tanto estos cantones son los más aptos para localizar las alternativas.
- Se tiene que tomar en cuenta la distancia en que se encuentran cada cantón, ya que el transporte influye en la ubicación de un relleno sanitario por el tema económico, aunque en este estudio no se esté analizando este aspecto, se incluyó ese aspecto, por esta ocasión. A las áreas urbanas más importantes, se les agregó un buffer de quince kilómetros, obteniendo un área para ubicar las alternativas.
- Del modelo inicial se va a obtener los lugares con menos restricción, en este caso se optó por escoger 0-5, porque se observó que no era de tanta relevancia en función de las restricción total.
- De las cuencas visuales, se obtuvo las áreas visibles y las no visibles, para nuestro análisis se tomó las áreas visibles.
- Por medio del método de transparencia coberturas, se procedió a generar las áreas.

4.12. Fichas de valoración de calidad escénica

4.12. 1 Inventario y evaluación de la calidad escénica, criterios de ordenación y puntuación

Para el inventario y evaluación de la calidad escénica se han establecido los siguientes pasos:

1. Se seleccionó los elementos del territorio que contribuyen con fuerza a la definición del recurso paisaje, cómo son: vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza, actuaciones humanas. (Tabla N°2.6)
2. Se identificó las características de cada uno de los entes o elementos
3. Se caracterizó la estructura visual del territorio, mediante índices asignados a cada punto, según el grado de importancia, utilizando un rango comprendido entre 0 a 6
4. Se combinó los aspectos, elementos y asignación de resultados a cada punto del territorio
5. Se obtuvo la suma de valores
6. Y de acuerdo al resultado obtenido se clasificó en las categorías de la escala universal

4.12. 2 Técnicas para la valoración de la calidad escénica

La metodología aplicada consta de las siguientes fases:

1. Se identificó los componentes del recurso paisaje, mediante la utilización de fotografías; siendo estos morfología, vegetación, forma de las rocas, vegetación, formas de agua: lagos, formas de agua: arroyos y ríos. (Tabla 2.7)
2. Se estableció valores de ponderación para cada elemento que constituye el recurso paisaje, mediante la utilización de una X como se indica en el ejemplo
3. Se combinó las fases antes mencionadas para obtener un valor total
4. Se clasificó en tipos mediante la suma total de puntos y se determina la clase de paisaje

En función del análisis de alternativas, se debe integrar todos estos criterios en una matriz final, y al final se obtuvo la mejor opción para ubicar un relleno sanitario, tomando en cuenta lo realizado en gabinete, trabajo de campo y como se complementa con la realidad.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Accesibilidad (ANEXO III, LÁMINA 2/15)

De acuerdo al análisis vial establecido se puede observar que existe un predominio de la ponderación con la restricción 0, correspondiendo a las rutas primarias (duro/pavimento, suelto/pavimento), y según la reclasificación a las categoría a y b respectivamente, con un área de 171872.6247 (ha), siendo un 37.5% del área total de la provincia de Imbabura, como se muestra en la tabla 5.1, figura 5.1, a continuación.

Tabla 5. 1 Área vs. Porcentaje del Análisis de la Accesibilidad

PONDERACION	AREA (ha)	Porcentajes (%)
0	171872.6247	37.5
1	89372.22967	19.5
2	75858.17557	16.5
3	39049.28862	8.5
4	82598.90392	18.0
TOTAL	458751.2224	100

Fuente: Autora



Figura 5. 1 Representación de la Accesibilidad en %

Fuente: Autora

5. 2 Zonas pobladas y Aeropuerto (ANEXO IV, LÁMINA 2/15)

Dentro de la zona de estudio se puede observar que las zonas pobladas representan el 12% del área total de toda la provincia de Imbabura, con un área de 53179.173 (ha), dando como resultado que la ponderación con restricción 2 tiene un 54.5% representando a las zonas urbanas de la provincia, con un área de 29003.5384 (ha). A continuación se puede observar en la tabla 5.2, figura 5.2.

Tabla 5. 2 Área vs. Porcentaje del Análisis de las Zonas Pobladas

PONDERACION	AREA (ha)	Porcentajes (%)
1	10527.1382	19.8
2	29003.5384	54.5
3	13648.4964	25.7
AREA TOTAL	53179.173	100

Fuente: Autora

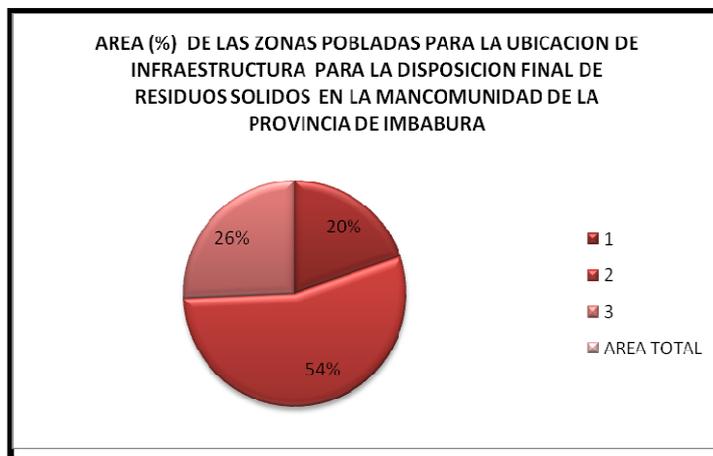


Figura 5. 2 Representación de la Zonas Pobladas en función del Área (%)

Fuente: Autora

Además para la realización del mapa se ha incluido el único aeropuerto que existe en Ibarra y aunque no se encuentre funcionando se lo integró en el análisis por su grado de importancia, aplicando su respectivo buffer, con un área de 5.81 (ha), y su ponderación con la restricción 1.

5.3 Hidrografía (ANEXO V, LÁMINA 3/15)

Al realizar el análisis hidrográfico del área de estudio, se puede observar que la hidrografía de la provincia de Imbabura abarca el 49% del total de la provincia con un área 225458.428 (Ha) del total de la provincia que es de 4587512224 (ha), siendo las zonas con las ponderaciones más altas de restricción 1 y 2 (ríos simples, quebradas, acequia, canales), representan el 45.5% y 50,6% respectivamente, a continuación se puede ver en la tabla 5.3 y figura 5.3.

Tabla 5.3 Área vs. Porcentaje del Análisis de las Hidrografía

PONDERACION	AREA (ha)	Porcentajes (%)
1	102544.575	45.5
2	114031.651	50.6
3	8882.20196	3.9
AREA TOTAL	225458.428	100

Fuente: Autora

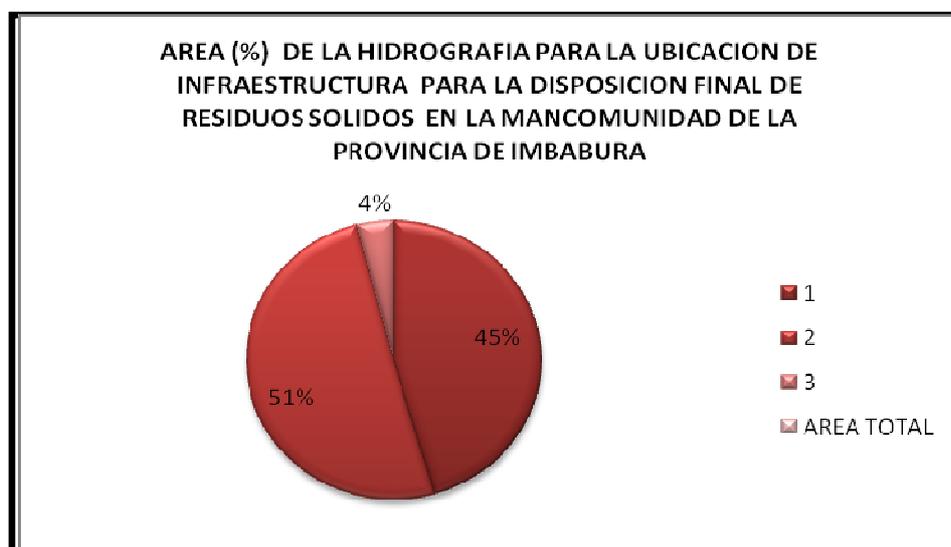


Figura 5.3 Representación de la Hidrografía en función del Área (%)

Fuente: Autora

5. 4 Bienes Culturales (ANEXO VI, LÁMINA 4/15)

Dentro de la zona de estudio se puede observar que los bienes culturales representan el 2% del área total de toda la provincia de Imbabura, con un área de 11425.9832 (ha), dando como resultado que la ponderación de restricción 2 tiene un 91.2% representando a los sitios arqueológicos de la provincia, con un área de 10416.3938 (ha). A continuación se puede observar en la Tabla 5.3, Figura 5.3.

Tabla 5. 4 Área vs. Porcentaje del Análisis de los Bienes Culturales

PONDERACION	AREA (Ha)	Porcentajes (%)
1	1009.58941	8.8
2	10416.3938	91.2
AREA TOTAL	11425.9832	100

Fuente: Autora

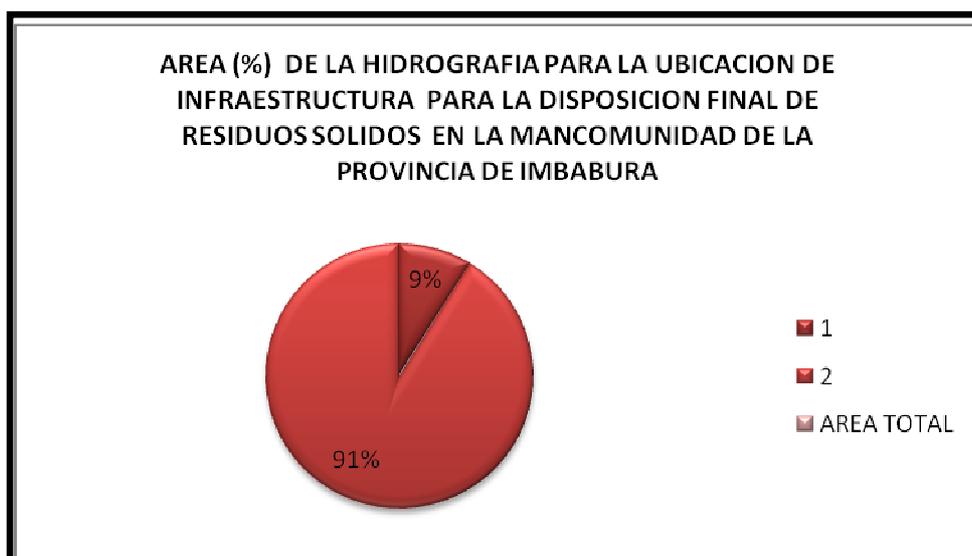


Figura 5. 4 Representación de los Bienes Culturales en función del Área (%)

Fuente: Autora

5. 5 Otros Insumos (ANEXO VII, LÁMINA 5/15)

En de la zona de estudio se puede observar que otros insumos representan el 13% del área total de toda la provincia de Imbabura, con un área de 60331.07 (ha). A continuación se puede observar en la Tabla 5.5, Figura 5.5.

Tabla 5. 5 Área vs. Porcentaje del Análisis de Otros Insumos Utilizados

NOMBRE	PONDERACION	AREA (ha)	Porcentajes (%)
FALLA GEOLOGICAS	20	10149.42785	16.8
INUNDACIONES	3	4813.92909	8.0
YACHAY	3	4844.687536	8.0
AREAS PROTEGIDAS	20	40523.03477	67.2
	AREA TOTAL	60331.07925	100

Fuente: Autora

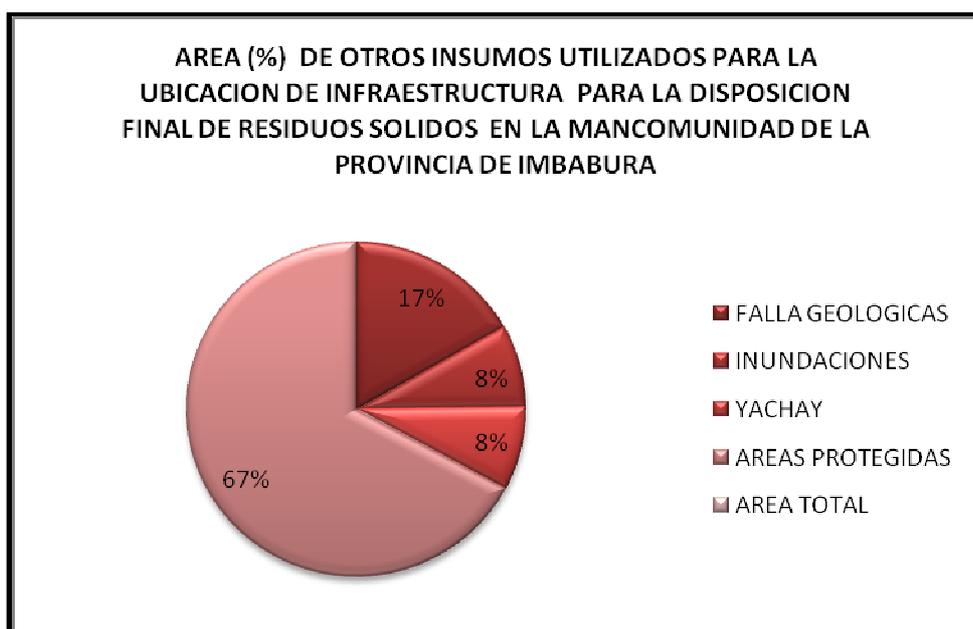


Figura 5. 5 Representación de los Bienes Culturales en función del Área (%)
Fuente: Autora

5. 6 Uso del Suelo (ANEXO VIII, LÁMINA 6/15)

Al realizar el análisis del uso del suelo del área de estudio, se puede observar que, de la provincia de Imbabura un 44% con un área 200956.6733 (ha), representa a la zonas de ponderación con restricción 2 (cultivos de ciclo corto, cereales, maíz, caña de azúcar, frutales, pasto cultivado, vegetación arbustiva), como se muestra a continuación en la tabla 5.6 y figura 5.6.

Tabla 5. 6 Área vs. Porcentaje del Análisis del Uso del Suelo

PONDERACION	AREA (ha)	Porcentajes (%)
0	11199.81114	2.4
1	75406.29472	16.4
2	200956.6733	43.8
3	171184.7729	37.3
AREA TOTAL	458747.5521	100

Fuente: Autora

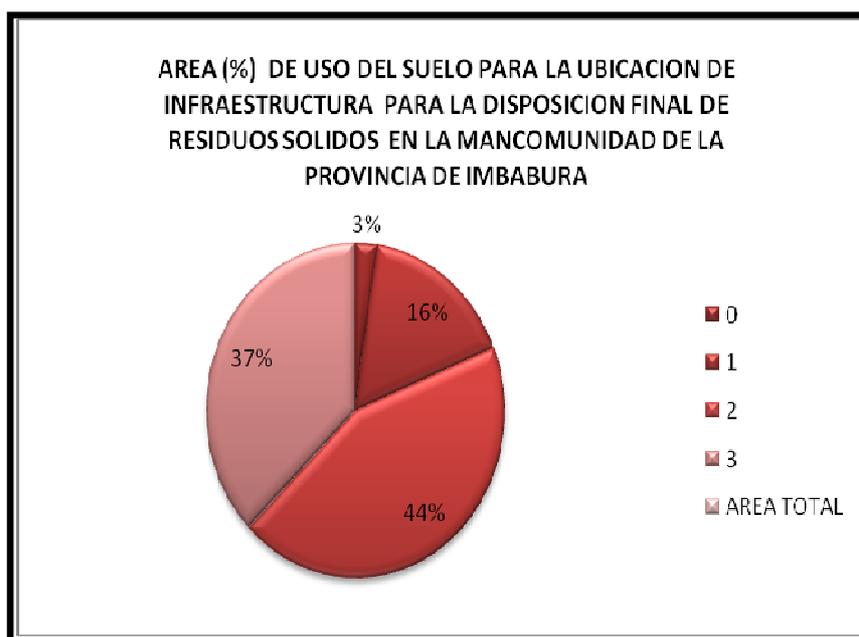


Figura 5. 6 Representación del Uso del Suelo en función del Área (%)

Fuente: Autora

5. 7 Geomorfología (ANEXO IX, LÁMINA 7/15)

En la provincia de Imbabura un 52% con un área 238462.056 (Ha), son las zonas con ponderación de restricción 3, representan a nieve, planicies, relieves montañosos, relieves escarpados, zonas urbanas, a continuación se detalla de mejor manera en la tabla 5.7 y la figura 5.7.

Tabla 5. 7 Área vs. Porcentaje del Análisis de la Geomorfología

PONDERACION	AREA (ha)	Porcentajes (%)
1	68506.92044	14.9
2	153816.3848	33.4
3	238462.056	51.8
AREA TOTAL	460785.3612	100

Fuente: Autora



Figura 5. 7 Representación de la Geomorfología en función del Área (%)

Fuente: Autora

5. 8 Geología (ANEXO X, LÁMINA 8/15)

En la provincia de Imbabura un 40.2% con un área 184456.1685 (ha), son la zonas con ponderación de restricción 2, según la litología representan a depósitos glaciares, morrenas, conglomerados, brecha arenisca, andesitas, piroclastos, a continuación se detalla de mejor manera en la tabla 5.7 y la figura 5.7.

Tabla 5. 8 Área vs. Porcentaje del Análisis de la Geología

PONDERACION	AREA (ha)	Porcentajes (%)
0	89439.21741	19.5
1	144507.1689	31.5
2	184456.1685	40.2
3	40366.53843	8.8
AREA TOTAL	458769.0933	100.0

Fuente: Autora

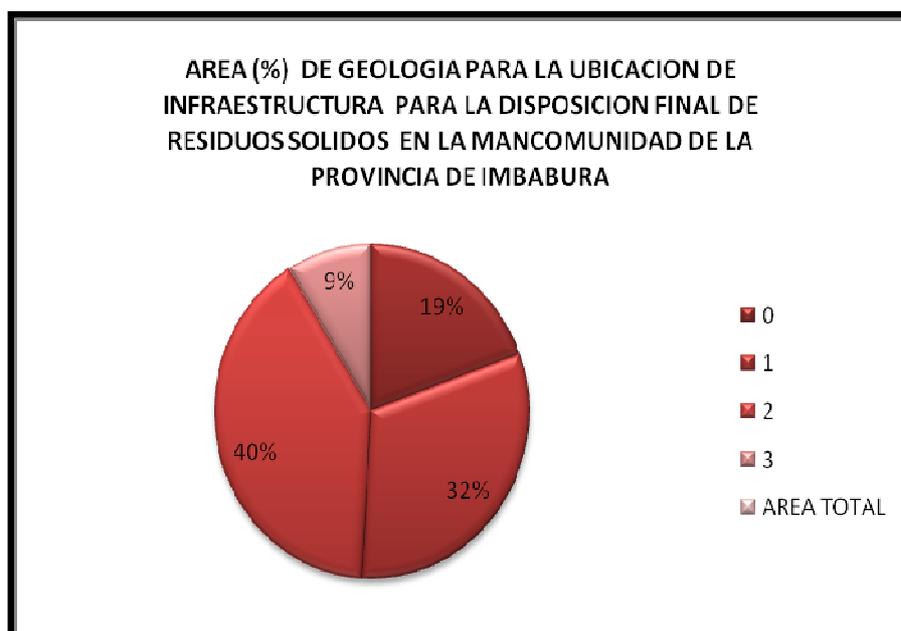


Figura 5. 8 Representación de la Geología en función del Área (%)

Fuente: Autora

5. 9 Modelo inicial de ubicación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos urbanos (ANEXO XI, LÁMINA 9/15)

El proceso para la obtención del modelo se ha detallado en la capítulo de desarrollo metodológico. A continuación en la tabla 5.9, se observa la visualización de los datos de superficies cubiertas por los distintos niveles de restricción, en los diferentes criterios que conforman el modelo. Para el presente estudio las restricciones que se van a utilizar son de 1-5, porque representan niveles bajos y adecuados para ubicar un relleno sanitario, abarcando el 6.9 % de toda el área.

Tabla 5. 9 Área vs. Porcentaje del Análisis del Modelo Inicial

RESTRICCION	AREA(Ha)	Porcentajes (%)
1	0.3	0.0
2	117.3	0.0
3	2264.3	0.5
4	6963.2	1.5
5	22439.0	4.9
6	40694.7	8.9
7	62317.9	13.6
8	75337.5	16.4
9	69474.7	15.1
10	59393.8	12.9
11	39080.1	8.5
12	15745.4	3.4
13	7813.1	1.7
14	1464.6	0.3
15-74	55646	12.1
TOTAL	458751.9	100

Fuente: Autora

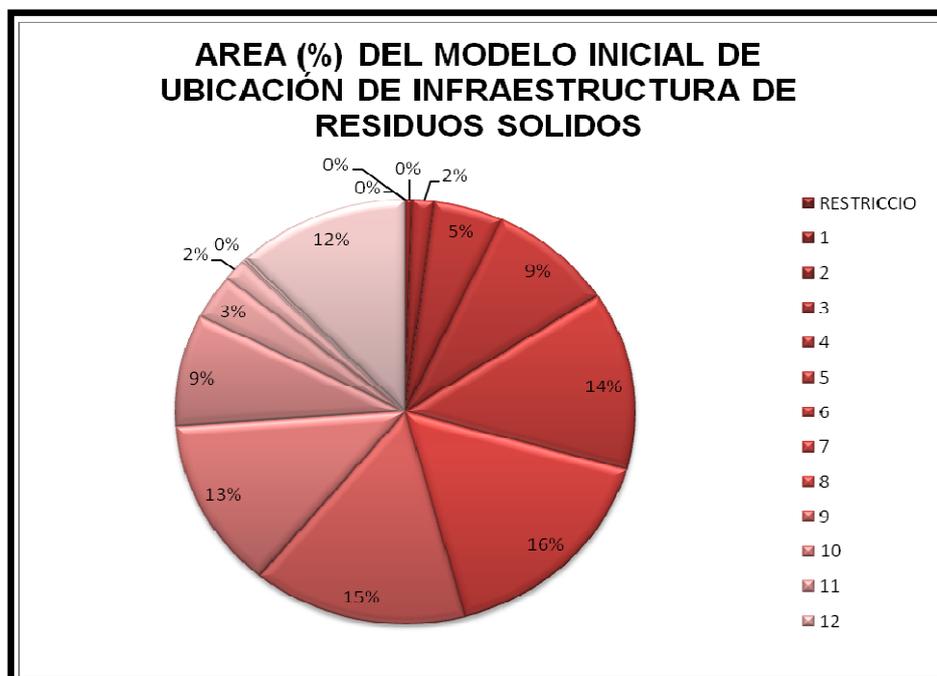


Figura 5. 9 Representación del Modelo Inicial en %

Fuente: Autora

5. 10 Validación del modelo inicial de ubicación de infraestructura para la disposición final de de residuos sólidos urbanos

La validación se realizó mediante el modelo inicial vs. Campo, obteniendo 8 puntos correctos y 2 incorrectos, con esta información se reemplazó en la ecuación y se obtuvo que la proporción de puntos correctos es 0.8, con un tamaño de muestra de 10.67, y por consiguiente la proporción de puntos incorrectos es 0.2, que al momento de remplazarlos en la ecuación 4 da un tamaño de la muestra de 24.01, a continuación en la tabla 5.10, y figura 5.11 se detalla de mejor manera.

Tabla 5. 10 Comparación de Modelo Inicial vr. Campo

N°	DESCRIPCION DEL AREA	CANTON	RESTRICCION MAPA	ESTADO ACTUAL	CALIFICACION	OBSERVACION
1	PUEBLO DE QUINCHUQUI	OTAVALO	BAJA	EXISTE	CORRECTO	EL VERDADERO NOMBRE ES QUINCHUQUI
2	UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE	IBARRA	ALTA	EXISTE	CORRECTO	LA UNIVERSIDAD SE ENCUENTRA EN LA CIUDAD
3	COLEGIO TECNICO OTAVALO	OTAVALO	ALTA	EXISTE	CORRECTO	EL COLEGIO SE ENCUENTRA DENTRO DE LA CIUDAD
4	COLEGIO TECNICO AGROPECUARIO CARLOS UBIDIA ALBUJA	OTAVALO	ALTA	EXISTE	CORRECTO	EL COLEGIO SE ENCUENTRA DENTRO DE LA CIUDAD
5	PUEBLO DE PILASCACHO	SAN ANTONIO	ALTA	EXISTE	CORRECTO	PUEBLO GRANDE
6	SAN NICOLAS	SAN ANTONIO	BAJA	EXISTE	INCORRECTO	NO SE ENCUENTRA EN EL MAPA
7	Km 2 DE ATUNTAQUI INTERSECCION CON LA INTEROCEANICA	SAN ANTONIO	BAJA	EXISTE	CORRECTO	CAMINO PAVIMENTADO, ALGUNOS TRAMOS EMPEDRADO
8	QUEBRADA TUMBITZE A 600 m DE PILASCACHO	IBARRA	BAJA A MEDIA	EXISTE	CORRECTO	
9	QUEBRADA FARINANGO A 500 m DE LA VIA LOCAL UBICADA A 800 M DE PILASCACHO	IBARRA	ALTO	EXISTE	INCORRECTO	REALIZANDO TRABAJOS DE RELLENO
10	LAGO SAN PABLO	OTAVALO	ALTA	EXISTE	CORRECTO	

Fuente: Autora

Tabla 5. 11 Calculo del Tamaño de la muestra

Nivel de confianza	95%		
$Z_{\alpha/2}$	1.96		
\square	0.5		
$(1-\square)$	0.5		
$\square (1-\square)$	0.25		
		TAMAÑO DE LA MUESTRA	
puntos correctos	0.8	N	10.67
puntos incorrectos	0.2	N	24.01
$\delta=p-n$	0.3		
$Z_{\alpha/2}/\delta$ correctos	6.5333		
$Z_{\alpha/2}/\delta$ incorrectos	9.8000		

Fuente: Autora

Dando como resultado que para tamaño de la muestra bastan únicamente 11 puntos para realizar el muestro, se opto por añadir cuatro mas y sobre ellos hacer los cálculos.

Tabla 5. 12 Total de puntos para la validación.

N°	DESCRIPCION DEL AREA	CANTON	RESTRICCION MAPA	ESTADO ACTUAL	CALIFICACION	OBSERVACION
1	PUEBLO DE QUINCHUQUI	OTAVALO	BAJA	EXISTE	CORRECTO	EL VERDADER NOMBRE ES QUINCHIQUI
2	UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE	IBARRA	ALTA	EXISTE	CORRECTO	LA UNIVERSIDAD SE ENCUENTRA EN LA CIUDAD
3	COLEGIO TECNICO OTAVALO	OTAVALO	ALTA	EXISTE	CORRECTO	EL COLEGIO SE ENCUENTRA DENTRO DE LA CIUDAD
4	COLEGIO TECNICO AGROPECUARIO CARLOS UBIDIA ALBUJA	OTAVALO	ALTA	EXISTE	CORRECTO	EL COLEGIO SE ENCUENTRA DENTRO DE LA CIUDAD
5	PUEBLO DE PILASCACHO	SAN ANTONIO	ALTA	EXISTE	CORRECTO	PUEBLO GRANDE
6	SAN NICOLAS	SAN ANTONIO	BAJA	EXISTE	INCORRECTO	NO SE ENCUENTRA EN EL MAPA
7	Km 2 DE ATUNTAQUI INTERSECCION CON LA INTEROCEANICA	SAN ANTONIO	BAJA	EXISTE	CORRECTO	CAMINO PAVIMENTADO , ALGUNOS TRAMOS EMPEDRADO

8	QUEBRADA TUMBITZE A 600 m DE PILASCACHO	IBARRA	BAJA A MEDIA	EXISTE	CORRECTO	
9	QUEBRADA FARINANGO A 500 m DE LA VIA LOCAL UBICADA A 800 M DE LA OLIMPIA NE DE PILASCACHO	IBARRA	ALTO	EXISTE	INCORRECTO	
10	LAGO SAN PABLO	OTAVALO	ALTA	EXISTE	CORRECTO	
11	QUEBRADA ILUMAN A 3 KM DE LA INTEREOSEANICA CAMINO A QUINCHIQUI	OTAVALO	BAJO	EXISTE	CORRECTO	
12	QUEBRADA CUCHIGUAYCU A 2 KM DE LA INTEREOSEANICA CAMINO A QUINCHIQUI	OTAVALO	ALTA	EXISTE	CORRECTO	
13	QUEBRADA ILUMAN CHICO A 700 m DE LA INTEREOSEANICA CAMINO A QUINCHIQUI	OTAVALO	BAJO	EXISTE	CORRECTO	
14	A 100 M DEL POBLADO EL ROLLO IBARRA, QUEBRADA QUIRIQUINGUE	IBARRA	BAJO	EXISTE	CORRECTO	
15	INTERSECCION ENTRE UN VIA SECUNDARIA Y LOCAL EN EL POBLADO DE ZULETA,	IBARRA	BAJO	EXISTE	CORRECTO	LAS DOS VIAS AHORA SON VIAS SECUNDARIAS

Fuente: Autora

En la tabla 5.12 nos indica que el 87% del mapa es correcto y por lo tanto el 13% esta incorrecto.

5.11 Resultados de la obtención de las cuencas visuales (ANEXO XIII, LÁMINA10/15)

Al analizar las cuencas visuales de acuerdo a los cuatro puntos de observación establecidos en función del modelo inicial con las restricciones establecidas de 1-5 y MDT, se puede observar lo siguiente (Figura 5.10):

- El área visible comprende 69581.9892 (ha), siendo el 15% del área total.

- El área no visible comprende 389175.865 (ha), siendo el 85% del área total.

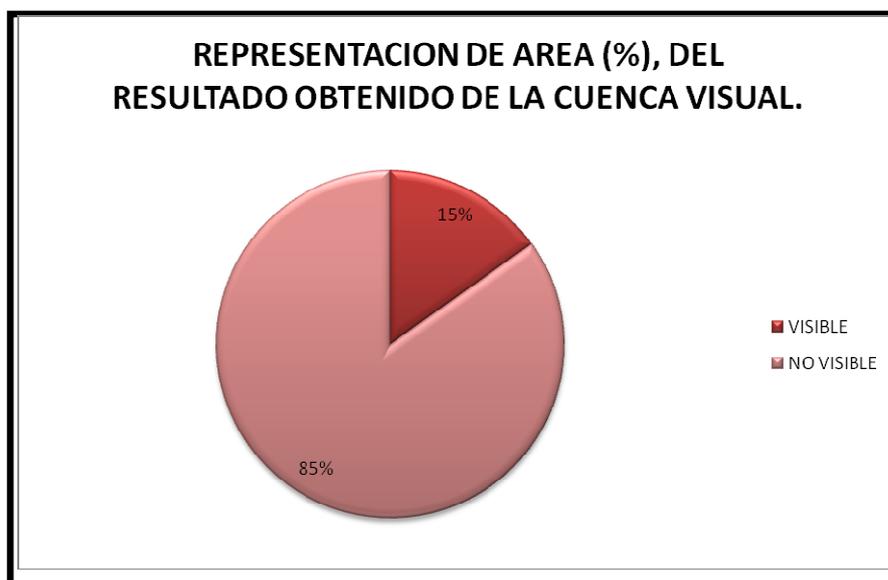


Figura 5. 10 Representación de la Cuenca Visual en %
Fuente: Autora

5. 12 Resultados de la obtención del área de las alternativas en función del modelo inicial y las cuencas visuales (ANEXO XIII, LÁMINA 11/15)

Del análisis realizado en capítulos anteriores el área aproximada a buscar es de 47 (ha), y en las cantones de Otavalo, Antonio Ante, e Ibarra.

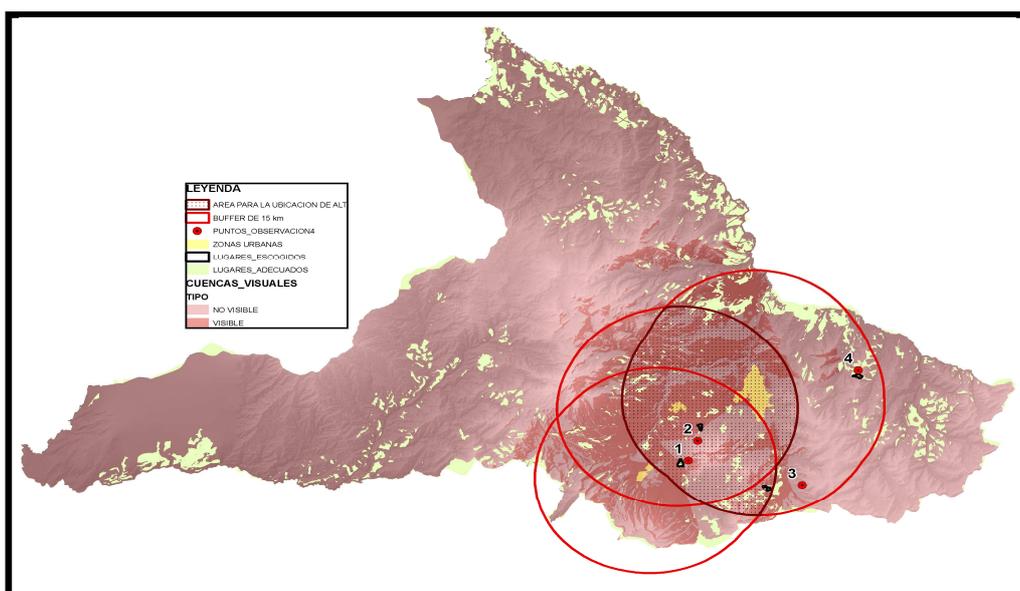


Figura 5. 11 Representación del Análisis para Escoger el Área (Alternativas)
Fuente: Autora

Al aplicar el buffer de 15 Km en las zonas urbanas se las zonas urbanas se procedió a ubicar las tres alternativas en función del modelo inicial con las zonas de restricción 1-5, y las aéreas visibles de las cuencas visuales, sin embargo en Ibarra se agregó una alternativa más, dicha área no cumplía con el buffer establecido pero cumplía de mejor manera con los parámetros que se analizaron en capítulos anteriores. En la tabla 5.13, se visualiza las alternativas con sus distintas áreas.

Tabla 5. 13 Alternativas para la Ubicación Potencial del Relleno Sanitario en la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura

CANTON	ALTERNATIVA	
OTAVALO	ALTERNATIVA 1	
	AREA= 60,87	
ANTONIO ANTE	ALTERNATIVA 2	
	AREA= 35.02	

IBARRA	ALTERNATIVA 3	
	AREA= 35.68	
IBARRA	ALTERNATIVA 4	
	AREA= 41.96	

Fuente: Ortofotos escala 1:5000 SIGTIERRAS

5.13 Resultados de las fichas de valoración escénica

5.13.1 Alternativa 1 (ANEXO XIV, LÁMINA12/15)

Este primer punto de observación, se encontró aproximadamente a unos 600 metros de unas pocas viviendas del sector, su construcción de adobe, los accesos viales de tierra, como se hace mención en la tabla 5.14.

Tabla 5. 14 Ficha de Valoración de Calidad Escénica – Alternativa 1

FICHA DE VALORACION DE CALIDAD ESCENICA						
ALTERNATIVA	ALTERNATIVA 1					
CANTON	OTAVALO	SECTOR	QUINCHIQUI			
COORDENADAS (WGS84 UTM)	ESTE	804674.76	NORTE	10024939.61		
DIRECCION DEL VIENTO	NORDESTE - BRISA MODERADA A FUERTE					
POBLACIÓN CERCANA	A UNOS 600 METROS DEL LUGAR EXISTE UNA POBLACION DE AGATO ALTO		DENSIDAD POBLACION MAS CERCANA	ALREDEDOR DE 100 PERSONAS		
PANORÁMICAS			FECHA	23/02/2013	HORA	11:04 AM
						
FOTO1 Uso del suelo agrícola con cultivos 1=maíz 2= pasto				FOTO2 Morfología ondulada con pendientes medias y escasa vegetación (pastos, y eucaliptos)		
CRITERIOS DE VALORACIÓN						
MORFOLOGIA	Relieve muy montañoso marcado y prominente(Acantilado, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien, relieve de gran variedad superficial o muy erosionado ó sistema de dunas; o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante (ejemplo: glaciar).		Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.		Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular.	
PESOS	5		3		1	
VEGETACIÓN	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes.		Alguna variedad en la vegetación pero sólo uno o dos tipos.		Poco o ninguna variedad o contraste en la vegetación.	
PESOS	5		3		1	
AGUA	Factor dominante en el paisaje apariencia limpia y clara, aguas blancas (Rápidas y cascadas) o láminas de agua en reposo.		Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje.		Ausente o inapreciable.	
PESOS	5		3		0	
COLOR	Combinaciones de color intensas y variada, o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca, agua y nieve.		Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.		Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.	
PESOS	5		3		1	
FONDO ESCÉNICO	Único o poco corriente o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional.		El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.		El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.	
PESOS	5		3		0	

CRITERIOS DE VALORACIÓN			
RAREZA	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
PESOS	6	2	1
ACTUACIONES HUMANAS	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aun que no es su totalidad o no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica.
PESOS	2	0	-1
			Σ
			9

Fuente: Autora

En las fotografías panorámicas ubicadas en la tabla 5.14 se puede observar una alteración media del paisaje, por el avance agrícola, el sector cuenta con una vegetación con poca variedad de especies como cultivos de maíz, frejol y pasto, además de árboles de eucalipto.

Según el inventario y Evaluación de la Calidad Escénica, Criterios de Ordenación y Puntuación en la Ficha de Valoración de Calidad Escénica, se estableció una calificación de 9.

Tabla 5. 15 Clases de la Calidad Escénica – Alternativa 1

VARIEDAD PAISAJISTICA	Clase A Alta	Clase B Media	Clase C Baja
MORFOLOGÍA TOPOGRAFIA	Pendiente de más del 60%, laderas muy modeladas, erosionadas y abarrancadas o con rasgos muy dominantes.	Pendiente entre el 30%, vertientes con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 y 30%, vertientes con poca variación sin modelado y sin rasgos dominantes.
			X
FORMA DE ROCAS	Formas rocosas sobresalientes. Perizas, afloramientos y taludes, etc. Inusuales en tamaño, forma y localización.	Rasgos obvios pero no resaltan; similares a los de la clase alta, sin destacar especialmente.	Apenas existen rasgos apreciables.
			X
VEGETACIÓN	Alto grado de variedad. Grandes masas boscosas. Gran diversidad de especies.	Cubierta vegetal casi continua, con poca variación en la distribución. Diversidad de especies media.	Cubierta vegetal continua, pero sin distribución.
			X

Fuente: Autora

Como se puede observar en la tabla 5.15, y de acuerdo a las clases de calidad escénica este paisaje pertenece a una clase C.

En función de los criterios de valoración del paisaje y las clases de calidad escénica, la categoría del paisaje es Soberbio.

5.13. 2 Alternativa 2 (ANEXO XV, LÁMINA 13/15)

En este punto de observación, no se encontró viviendas en el sector, las más próximas estaban 1 km, la vía de acceso es un camino de tierra, existe en el sector actividad humana debido al pastoreo.

Tabla 5. 16 Ficha de Valoración de Calidad Escénica – Alternativa 2

FICHA DE VALORACION DE CALIDAD ESCENICA						
ALTERNATIVA	ALTERNATIVA 2					
CANTON	ANTONIO ANTE	SECTOR	SANTILLAN ALTO			
COORDENADAS (WGS84 UTM)	ESTE	812128.64	NORTE	10033268.05		
DIRECCION DEL VIENTO	NORDESTE - BRISA MODERADA A FUERTE					
POBLACION CERCANA	SANTILLAN ALTO		DENSIDAD POBLACION MAS CERCANA	20 PERSONAS		
PANORAMICAS			FECHA	23/02/2013	HORA	1:00pm
						
FOTO 1 Zonas con escasa vegetación		FOTO2 Primer plano pasto, al fondo predominio de bosques de eucalipto en proceso de desaparición.				
MORFOLOGIA	Relieve muy montañoso marcado y prominente(Acantilado, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien, relieve de gran variedad superficial o muy erosionado ó sistema de dunas; o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante (ejemplo: glaciar) .		Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.		Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular.	
PESOS	5		3		1	

CRITERIOS DE VALORACIÓN			
VEGETACIÓN	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes.	Alguna variedad en la vegetación pero sólo uno o dos tipos.	Poco o ninguna variedad o contraste en la vegetación.
PESOS	5	3	1
AGUA	Factor dominante en el paisaje apariencia limpia y clara, aguas blancas (Rápidas y cascadas) o láminas de agua en reposo.	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje.	Ausente o inapreciable.
PESOS	5	3	0
COLOR	Combinaciones de color intensas y variada, o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.
PESOS	5	3	1
FONDO ESCÉNICO	Único o poco corriente o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
	5	3	0
RAREZA	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
PESOS	6	2	1
ACTUACIONES HUMANAS	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aun que no es su totalidad o no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica.
PESOS	2	0	-1
			Σ 3

Fuente: Autora

En las fotografías panorámicas ubicadas en la tabla 5.16 se puede observar una alteración en el paisaje, por la deforestación, el sector cuenta con una vegetación con poca variedad en su mayoría pasto.

Según el inventario y Evaluación de la Calidad Escénica, Criterios de Ordenación y Puntuación en la Ficha de Valoración de Calidad Escénica, se estableció una calificación de 3.

Como se puede observar en la tabla 5.17, y de acuerdo a las clases de calidad escénica este paisaje pertenece a una clase C.

Tabla 5. 17 Clases de la Calidad Escénica – Alternativa 2

VARIEDAD PAISAJISTICA	Clase A Alta	Clase B Media	Clase C Baja
MORFOLOGÍA TOPOGRAFIA	Pendiente de más del 60%, laderas muy modeladas, erosionadas y abarrancadas o con rasgos muy dominantes.	Pendiente entre el 30%, vertientes con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 y 30%, vertientes con poca variación sin modelado y sin rasgos dominantes.
			X
FORMA DE ROCAS	Formas rocosas sobresalientes. Perizas, afloramientos y taludes, etc. Inusuales en tamaño, forma y localización	Rasgos obvios pero no resaltan; similares a los de la clase alta, sin destacar especialmente.	Apenas existen rasgos apreciables.
			X
VEGETACIÓN	Alto grado de variedad. Grandes masas boscosas. Gran diversidad de especies.	Cubierta vegetal casi continua, con poca variación en la distribución. Diversidad de especies media.	Cubierta vegetal continua, pero sin distribución.
			X

Fuente: Autora

En función de los criterios de valoración del paisaje y las clases de calidad escénica, la categoría del paisaje es Agradable.

5.13. 3 Alternativa 3 (ANEXO XVI, LÁMINA 14/15)

En este punto de observación, se encontró viviendas del sector, ya que existe alteraciones del paisaje debido al uso que se le da al suelo, en su mayoría agrícola, bosque de eucalipto, el acceso al lugar no represento problema alguno, ya que existen vías de segundo orden que ayudar a llegar al sector.

Tabla 5. 18 Ficha de Valoración de Calidad Escénica – Alternativa 3

FICHA DE VALORACION DE CALIDAD ESCENICA					
ALTERNATIVA	ALTERNATIVA 3				
CANTON	IBARRA	SECTOR	EL ROLLO		
COORDENADAS (WGS84 UTM)	ESTE	822100.7569	NORTE	10023025.6472	
DIRECCION DEL VIENTO	NORDESTE- BRISA FUERTE				
POBLACION CERCANA	EL ROLLO		DENSIDAD POBLACION MAS CERCANA	>100 PERSONAS	
PANORAMICAS			FECHA	23/02/2013	HORA: 3:00 pm
					
FOTO1 Cobertura Vegetal: 1= cultivos de maíz, 2= bosque de eucalipto, 3=pasto, 4= viviendas (Poblado El Rollo).			FOTO2 1= Zona agrícola con cultivos de ciclo corto.		
CRITERIOS DE VALORACIÓN					
MORFOLOGIA	Relieve muy montañoso marcado y prominente (Acantilado, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien, relieve de gran variedad superficial o muy erosionado ó sistema de dunas; o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante (ejemplo: glaciar).	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular.		
PESOS	5	3	1		
VEGETACIÓN	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes.	Alguna variedad en la vegetación pero sólo uno o dos tipos.	Poco o ninguna variedad o contraste en la vegetación.		
PESOS	5	3	1		
AGUA	Factor dominante en el paisaje apariencia limpia y clara, aguas blancas (Rápidas y cascadas) o láminas de agua en reposo.	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje.	Ausente o inapreciable.		
PESOS	5	3	0		
COLOR	Combinaciones de color intensas y variada, o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.		
PESOS	5	3	1		

CRITERIOS DE VALORACIÓN			
FONDO ESCÉNICO	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
PESOS	5	3	0
RAREZA	Único o poco corriente o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
PESOS	6	2	1
ACTUACIONES HUMANAS	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aun que no es su totalidad o no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica.
PESOS	2	0	-1
Σ			12

Fuente: Autora

En las fotografías panorámicas ubicadas en la tabla 5.18 se puede observar que en cuanto a la vegetación existen cultivos de diferente tipo.

Según el inventario y Evaluación de la Calidad Escénica, Criterios de Ordenación y Puntuación en la Ficha de Valoración de Calidad Escénica, se estableció una calificación de 12.

Tabla 5. 19 Clases de la Calidad Escénica – Alternativa 3

VARIEDAD PAISAJISTICA	Clase A Alta	Clase B Media	Clase C Baja
MORFOLOGÍA TOPOGRAFIA	Pendiente de más del 60%, laderas muy modeladas, erosionadas y abarrancadas o con rasgos muy dominantes.	Pendiente entre el 30%, vertientes con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 y 30%, vertientes con poca variación sin modelado y sin rasgos dominantes.
		X	
FORMA DE ROCAS	Formas rocosas sobresalientes. Perizas, afloramientos y taludes, etc. Inusuales en tamaño, forma y localización.	Rasgos obvios pero no resaltan; similares a los de la clase alta, sin destacar especialmente.	Apenas existen rasgos apreciables.
		X	

VARIEDAD PAISAJISTICA	Clase A Alta	Clase B Media	Clase C Baja
VEGETACIÓN	Alto grado de variedad. Grandes masas boscosas. Gran diversidad de especies.	Cubierta vegetal casi continua, con poca variación en la distribución. Diversidad de especies media.	Cubierta vegetal continua, pero sin distribución.
		X	

Fuente: Autora

Como se puede observar en la tabla 5.19, y de acuerdo a las clases de calidad escénica este paisaje pertenece a una clase B.

En función de los criterios de valoración del paisaje y las clases de calidad escénica, la categoría del paisaje es Soberbio.

5.13. 4 Alternativa 4 (ANEXO XVII LÁMINA,15/15)

En este punto de observación, se encontró muy pocas viviendas, la vía para llegar es un camino de tierra, la vegetación es diferente a las otras alternativas, presenta zonas erosionadas.

En las fotografías panorámicas ubicadas en la tabla 5.20, se puede visualizar existe un alto grado de alteración del paisaje, en cuanto a morfología existe sector montañoso de pendientes medias, siendo la actividad humana escasa ha influido en el lugar.

Tabla 5. 20 Ficha de Valoración de Calidad Escénica – Alternativa 4

FICHA DE VALORACION DE CALIDAD ESCENICA					
ALTERNATIVA	ALTERNATIVA 4				
CANTON	SECTOR		CHAMANA		
COORDENADAS (WGS84 UTM)	ESTE	833953.5451	NORTE	10041348.3445	
DIRECCION DEL VIENTO	ESTE - BRISA FUERTE				
POBLACION CERCANA	SAN MIGUEL		DENSIDAD POBLACION MAS CERCANA	20 PERSONAS	

PANORAMICAS		FECHA	23/02/2013	HORA	5:00 PM
					
FOTO 1 1= una vía de fácil acceso al sector; de tierra, 2= vegetación escasa, 3=sector montañoso alto con pendientes medias.		FOTO 2 1= arbustos con copas extendidas evidencia del clima seco; 2= terrenos con pendientes bajas a medias, 3=sector montañoso alto con pendientes medias.			
CRITERIOS DE VALORACIÓN					
MORFOLOGÍA	Relieve muy montañoso marcado y prominente (Acantilado, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien, relieve de gran variedad superficial o muy erosionado ó sistema de dunas; o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante (ejemplo: glaciar) .	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular.		
PESOS	5	3	1		
VEGETACIÓN	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes.	Alguna variedad en la vegetación pero sólo uno o dos tipos.	Poco o ninguna variedad o contraste en la vegetación.		
PESOS	5	3	1		
AGUA	Factor dominante en el paisaje apariencia limpia y clara, aguas blancas (Rápidas y cascadas) o láminas de agua en reposo.	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje.	Ausente o inapreciable.		
PESOS	5	3	0		
COLOR	Combinaciones de color intensas y variada, o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.		
PESOS	5	3	1		
FONDO ESCÉNICO	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.		
PESOS	5	3	0		
RAREZA	Único o poco corriente o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.		
PESOS	6	2	1		
ACTUACIONES HUMANAS	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aun que no es su totalidad o no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica.		
PESOS	2	0	-1		
			Σ	3	

Fuente: Autora

Según el inventario y Evaluación de la Calidad Escénica, Criterios de Ordenación y Puntuación en la Ficha de Valoración de Calidad Escénica, se estableció una calificación de 4.

Como se puede observar en la tabla 5.21, y de acuerdo a las clases de calidad escénica este paisaje pertenece a una clase C.

Tabla 5. 21 Clases de la Calidad Escénica – Alternativa 4

VARIEDAD PAISAJISTICA	Clase A Alta	Clase B Media	Clase C Baja
MORFOLOGÍA TOPOGRAFIA	Pendiente de más del 60%, laderas muy modeladas, erosionadas y abarrancadas o con rasgos muy dominantes.	Pendiente entre el 30%, vertientes con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0 y 30%, vertientes con poca variación sin modelado y sin rasgos dominantes.
			X
VARIEDAD PAISAJISTICA	Clase A Alta	Clase B Media	Clase C Baja
FORMA DE ROCAS	Formas rocosas sobresalientes. Perizas, afloramientos y taludes, etc. Inusuales en tamaño, forma y localización	Rasgos obvios pero no resaltan; similares a los de la clase alta, sin destacar especialmente.	Apenas existen rasgos apreciables.
			X
VEGETACIÓN	Alto grado de variedad. Grandes masas boscosas. Gran diversidad de especie.	Cubierta vegetal casi continua, con poca variación en la distribución. Diversidad de especies media.	Cubierta vegetal continua, pero sin distribución.
			X

Fuente: Autora

En función de los criterios de valoración del paisaje y las clases de calidad escénica, la categoría del paisaje es Agradable.

5. 14 Matriz de alternativas en base a los resultados obtenidos

Al realizar este estudio para el análisis de alternativas, se integró varios criterios, al utilizar las fichas de valoración se pudo observar la realidad actual de cada uno de los lugares escogidos para los posibles ubicación de los rellenos sanitarios.

Adicionalmente se tomó en cuenta el criterio del viento, ya que la dirección de este es muy importante a la hora de ubicar un relleno sanitario, para no afectar a las poblaciones cercanas.

Al integrar en esta matriz de evaluación como se detalla en la tabla 5.22, dio como resultado que la alternativa número 4, es la mejor opción.

Tabla 5. 22 Matriz de evaluación de alternativas

ALTERNATIVAS	AREA(Ha)	CANTON	POBLACION	GENERACION DE RESIDUOS (T/año)	RESULTADO FICHA DE VALORACION			VIENTO	AFECTADA POR LOS VIENTOS A LAS POBLACIONES CERCANAS	TOTAL
					VALOR TOTAL	CATEROGIA	CLASE			
1	60,87	OTAVALO (QUINCHIQUI)	104874	19312.15	9	SOBERBIO	C	NORDESTE - BRISA MODERADA A FUERTE	BAJA - MEDIA	OPCION N°3
2	35.02	ANTONIO ANTE (SANTILLAN ALTO)	43518	10982.85	4	AGRADABLE	C	NORDESTE - BRISA MODERADA A FUERTE	BAJA - MEDIA	OPCION N°2
3	35.68	IBARRA (EL ROLLO)	181175	45705.3	12	SOBERBIO	B	NORDESTE- BRISA FUERTE	ALTA	OPCION N°4
4	41.96	IBARRA (CHAMANA)	181175	45705.3	3	AGRADABLE	C	ESTE - BRISA FUERTE	BAJA	OPCION N°1

Fuente: Autora

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En el presente estudio fue necesario utilizar criterios restrictivos para la localización del relleno sanitario, tomando como referencia la legislación nacional TULSMA, Libro VI, Anexo 6, el cual no cumple con todos los estándares necesarios, es así que se ha complementado con los criterios establecidos en la E.P.A, mencionado en el Capítulo 3.

Al realizar el análisis de alternativas, fue necesario no solo utilizar los criterios establecidos por el TULSMA y EPA, sino otros criterios como la situación actual de la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura basados en la población, tasa de crecimiento poblacional, generación de RSU., así como analizar las necesidades a futuro que tendrá la provincia, como que área es necesaria a 20 años para la ubicación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos.

Para obtener el área de 34 (ha) del posible relleno sanitario, se estableció un tiempo estimado de 20 años de vida útil establecido en consenso con los GADs municipales, realizando proyecciones a futuro en función de los 398225 habitantes que cuenta la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura, el crecimiento poblacional que es 1.27%, la población servida con la recolección de basura de 244385 hab, y la generación de residuos de 87151 T/año.

Para la ponderación de los criterios se utilizó el método DELPHI, se recogió las preferencias del grupo de técnicos entre ellos personal de los GADs y la empresa auspiciante, mediante un análisis cualitativo, la ponderación se la realizó en función de su grado de importancia y prioridad, es así que el cero implica ninguna restricción, y se asignó valores enteros desde uno, según el nivel de restricción que cada polígono presente.

Del cruce de coberturas para la elaboración del modelo inicial, se obtuvo un modelo dinámico, en el cual se puede observar la influencia de cada criterio sobre el modelo, el cual permite obtener las restricciones más bajas, las cuales dan los lugares más aptos, para la ubicación del relleno sanitario.

Al realizar el modelo de ubicación, el 37% del área total representa a una ponderación con restricción 0, ideal para ubicar rellenos sanitarios, mientras que la hidrografía (ríos simples, quebradas, acequia, canales), con el 96% del área total y sus ponderaciones con restricciones 1 y 2 respectivamente, denominando a estos por su grado de importancia en la mancomunidad de la provincia de Imbabura, criterios predominantes.

Para verificar la calidad de los resultados obtenidos en gabinete y validar la información del modelo inicial, fue necesario escoger 15 puntos los cuales representaron a instituciones educativas, vías, quebradas, se los evaluó en campo y mediante un análisis comparativo se obtuvo que a un nivel de confianza del 95%, un 87% del mapa es correcto y el 13% esta incorrecto.

Uno de los mecanismos para la obtención de alternativas son las cuencas visuales, de las cuales se puede obtener los lugares visibles de acuerdo a los puntos de observación y el MDT, en el estudio el área visible corresponde al 15% del área total.

Del inventario y evaluación de la calidad escénica, criterios de ordenación y puntuación de los componentes del paisaje que se realizó por medio de la ficha de valoración de calidad escénica, se observó que las alternativas 2 y 4, presentan un deterioro ambiental, por actividades como la deforestación por actuaciones humanas, mientras que las alternativas 1 y 3 están expuestas a alteraciones por el uso agrícola que se le da al suelo, presentándose cultivos de maíz, frejol, papa. Además de observar que el fondo escénico es representativo para el contorno.

De la matriz de alternativas mencionada en la tabla 5.22, se puede observar que la alternativa 4, sector Chamana, cantón Ibarra, es la mejor opción para ubicar la infraestructura para la disposición final de residuos sólidos urbanos, ya que el sitio presenta un considerable deterioro ambiental, y con una escasa población en sus alrededores.

En función a los criterios para la selección de las alternativas, la variable viento no afecta a la población circundante debido a la dirección Nordeste, en donde no se encuentran grupos representativos de población.

No fue necesario realizar otro modelo de ubicación, ya que este modelo puede servir como un apoyo a las GADs, para ubicar los posibles rellenos sanitarios, de acuerdo a los resultados obtenidos el mapa es correcto en 87%.

6.2 Recomendaciones

Estructurar una Base datos gráfica y alfa numérica ayuda a una buena organización de la información a fin de garantizar una redundancia mínima de los datos y un control ordenado de la misma, con la cual a futuro se puede realizar actualizaciones y modificaciones.

Resulta de que gran importancia que para la posible ubicación de un relleno sanitario, se utilicen las leyes ambientales establecidas en el país, con sus criterios restrictivos, para no utilizar leyes internacionales. Estas deberían ser mejoradas de acuerdo a las necesidades de la población.

Se recomienda estimar un tiempo de vida útil del relleno sanitario de más de 10 años a la hora de construir un relleno, debido al crecimiento poblacional que se está experimentando y a su vez genera más residuos sólidos urbanos.

Utilizar el modelo DELPHI para la ponderación de criterios, puede ser adecuado, si existe un grupo de técnicos, que puedan decir en función de la prioridad y el grado de importancia.

Se recomienda utilizar el SIG, como un medio de decisión para las autoridades, ya que los modelos espaciales permiten comprender de mejor manera la realidad del espacio y la naturaleza.

Es necesario realizar una evaluación estadística de los datos, para saber si la información generada puede ser para proyectos posteriores.

Es necesario una evaluación de campo de las alternativas, porque son variables cualitativas, a fin de comparar la información generada en gabinete con la realidad, y utilizar fichas de valoración de calidad escénica como una herramienta de apoyo en la descripción visual del paisaje, consecuentemente estas correcciones sirven para tomar la decisión más acorde a la realidad de la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura respecto a la posible ubicación de ubicación de relleno sanitario.

Resulta de gran importancia que para la ubicación de alternativas, intervenga el tema social y el económico, por esta razón se recomienda integrar otro tipo de análisis a este estudio, para complementarlo y obtener mejores resultados.

Se recomienda actualizar la información de las Instituciones del Estado, a fin de obtener información de mejor calidad y un modelo más acorde a la realidad.

Se recomienda a los GADs municipales, incorporar entre sus objetivos ordenanzas referentes a la localización de un relleno sanitario, ya que es de suma importancia para un buen ordenamiento territorial, y para el bienestar de la población.

Es necesario integrar el criterio del viento a la hora de seleccionar una alternativa, porque este vamos a observar a que población cercana puede afectar, el factor social es importante a la hora de ubicar un relleno sanitario.

Al Utilizar información con una escala 1:50000 se pudo obtener resultados buenos, sin embargo es necesario generación de información temática con escalas mayores, para que el resultado sea excelente.

BIBLIOGRAFÍA

- BETANCOURT, P. E. (2011, FEBRERO 5). *REPOSITIO ESPE*. Retrieved FEBRERO 4, 2013, from REPOSITIO ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/722/4/T-ESPE-025114-4.pdf>
- CEDAF. (2003, JUNIO). *REPUBLICA DOMINICANA, SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES*. Retrieved ENERO 2013, 2013, from REPUBLICA DOMINICANA, SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES: http://www.cedaf.org.do/reciclaje/documentos/NORMA_RESIDUOS_SOLIDOS_NO_PELIGROSOS.pdf
- ESRI. (2011, FEBRERO 22). *ESRI*. Retrieved ENERO 15, 2013, from ESRI: <http://www.esri.com>
- GOBIERNO DEL ECUADOR. (2001, ENERO). *VICEPRESIDENCIA DEL ECUADOR - ODEPLAN*. Retrieved ENERO 18, 2013, from VICEPRESIDENCIA DEL ECUADOR - ODEPLAN: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_emp/@emp_policy/@invest/documents/genericdocument/wcms_asist_8636.pdf
- GOBIERNO PROVINCIAL DE IMBABURA. (2005, MARZO). *AGENDA 21 IMBABURA*. Retrieved ENERO 16, 2013, from AGENDA 21 IMBABURA: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd61/agenda21.pdf>>
- JARAMILLO, J. (2013, ABRIL 8). *BUENAS TARDES*. Retrieved FEBRERO 13, 2013, from BUENAS TARDES:

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Gu%C3%ADa-Para-El-Dise%C3%B1o-Construcci%C3%B3n-y/331039.html>

- JIMÉNEZ, G. (2012, SEPTIEMBRE 18). *GALACHO EBOOK BOOKS*. Retrieved ENERO 2013, 2013, from GALACHO EBOOK BOOKS: http://age.ieg.csic.es/metodos/docs/XII_3/111%20%20Galacho%20y%20Ocana.pdf

- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (2012, NOVIEMBRE 25). *MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, ECUADOR*. Retrieved 01 15, 2013, from MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, ECUADOR: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/TEXTO-UNIFICADO-LEGISLACION-SECUNDARIA-MEDIO-AMBIENTE-ANEXO6.pdf>

- PROGRAMA NACIONAL DE COMPETIVIDAD COSTA RICA. (2011, FEBRERO 26). *SCRIB*. Retrieved FEBRERO 13, 2013, from SCRIB: <http://es.scribd.com/doc/47573544/9-Guia-Ambiental-Rellenos-Sanitarios-2->

- RAMIRO, C. V. (2011, FEBRERO 5). *REPOSITORIO ESPE*. Retrieved FEBRERO 5, 2013, from REPOSITORIO ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/832>

- Samaniego, A. (2006). *BREVE ACERCAMIENTO A LA REALIDAD DE LOS RESIDUOS SOLIDOS, Y SU DISPOSICIÓN FINAL EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, TOMO I*. QUITO.

- SENDRA, B. (1992). *SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA*. MADRID: RIALP.

- UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID. (2007, MAYO 6). *DEPARTAMENTO LSIS*. Retrieved ENERO 20, 2013, from DEPARTAMENTO LSIS: http://www.boldar.cz/upm/SIG_Vasak_trabajo_ModelosdeDatos.pdf
- Y, C. A. (2011, ENERO 5). *REPOSITORIO UTN*. Retrieved FEBRERO 10, 2013, from REPOSITORIO UTN: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/204>