

**DISEÑO DE LA AMPLIACION DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL LA
CORTADA DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER**

**ANGEE CAROLINA DELGADO CARREÑO
1094274491**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PAMPLONA NORTE DE SANTANDER
2018**

**DISEÑO DE LA AMPLIACION DEL RELLENO SANITARIO REGIONAL LA
CORTADA DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER**

**ANGEE CAROLINA DELGADO CARREÑO
1094274491**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al Título de
Ingeniería Ambiental**

Director

**MANUEL ANTONIO CONTRERAS MARTINEZ
MSc. Ingeniero civil**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PAMPLONA NORTE DE SANTANDER
2019**

Nota de aceptación

Firma del director del Proyecto

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Pamplona N.S. Marzo 2019.

TABLA DE CONTENIDO.

1. INTRODUCCION.....	16
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	18
3. JUSTIFICACION.	20
4. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	22
4.1 ALCANCES.....	22
4.2 LIMITACIONES.....	22
5. OBJETIVOS.	23
5.1 OBJETIVO GENERAL:.....	23
5.2 OBJETIVO ESPECIFICO:.....	23
6. MARCO REFERENCIAL.....	24
6.1 ANTECEDENTES:.....	24
6.1.1 Internacional	24
6.1.2 Nacional.....	26
RESEÑA HISTÓRICA DEL RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA.....	26
6.1.3 Local.....	29
6.1.3.2 Relleno sanitario: operación manual 1998:.....	29
6.1.3.3 Ampliación de la capacidad de disposición final de residuos sólidos urbanos del relleno sanitario regional “la cortada” pamplona – norte de Santander:	30
6.2. MARCO TEORICO.	31
6.2.1 Principios básicos para el funcionamiento del Relleno Sanitario	33
6.2.2. Ventajas del Relleno Sanitario.....	34
6.2.3. ¿Cómo se Construye un Relleno Sanitario?.....	35

6.2.3.1. El Método de Zanja o Trinchera:.....	36
6.2.3.2. El método de área:.....	36
6.3. MARCO LEGAL.....	38
6.3.1 INTERNACIONAL.....	38
6.3.2. NACIONAL.....	40
6.4 MARCO CONCEPTUAL.....	43
6.5 MARCO CONTEXTUAL.....	47
6.5.1 Localización del Municipio de Pamplona:	47
6.5.1.1. Generalidades del Municipio de Pamplona.....	47
6.5.2. LOCALIZACIÓN DEL RELLENO:.....	49
6.5.2.1 Generalidades del relleno sanitario Regional La Cortada.....	50
6.5.3. Información Climatológica.....	52
6.5.3.1. Precipitación.....	53
6.5.3.1. Temperatura.....	54
6.5.3.2. Recorrido del Viento.....	55
6.5.3.3. Humedad Relativa.....	57
6.5.3.4. Brillo Solar.....	58
6.5.3.5. Nubosidad.....	59
6.5.3.6. Punto de Rocío.....	61
6.5.3.7. Tensión de Vapor.....	63
6.5.3.8. Humedad Relativa.....	64
6.5.3.9. Evapotranspiración.....	65
6.5.3.10. Hidroclimatológicos.....	66
7. METODOLOGIA.....	67
7.1 FASE 1:.....	68
7.2 . FASE 2.....	68
7.3 . FASE 3.....	69
8. RESULTADOS.....	70

8.1. CONDICIONES ACTUALES	70
8.2. Estudios preliminares al diseño	75
8.2.1. Topografía. (Ver anexo 3).....	75
8.2.3 SUELOS Y GEOTECNIA. (Ver anexo 4.)	76
8.2.4. GEOMORFOLOGIA. (Ver anexo 5)	77
8.3 <i>PROYECCION DE POBLACION</i>	79
8.4 <i>PROYECCION DE RESIDUOS</i>	85
8.5 <i>CANTIDAD DE GASES Y LIXIVIADOS DE DESCOMPOSICION</i>	90
8.6. Área y Volumen del relleno La Cortada.	94
9. CONCLUSIONES	95
10. RECOMENDACIONES	97
11. BIBLIOGRAFIA	99

Lista de Graficas.

Gráfica 1 Datos de Precipitación.....	54
Gráfica 2 Valores de temperatura media mensual ISER Pamplona	55
Gráfica 3 Valores de recorrido del viento media mensual ISER Pamplona	56
Gráfica 4 Valores de humedad relativa media mensual ISER Pamplona	57
Gráfica 5 Valores de brillo solar media mensual ISER Pamplona	59
Gráfica 6 Valores de nubosidad media mensual ISER Pamplona.....	61
Gráfica 7 Valores de punto de rocío media mensual ISER Pamplona.....	62
Gráfica 8 Valores de tensión de vapor media mensual ISER Pamplona	63
Gráfica 9 Valores de evaporación media mensual ISER Pamplona	64
Gráfica 10 Valores de evapotranspiración media mensual	65
Gráfica 11 Proyección de población Relleno La Cortada	82
Gráfica 12 Proyección de residuos (Ton /año)	86
Gráfica 13 Generación de Lixiviado Neto en el Relleno Sanitario "La Cortada" (m3/mes)	93
Gráfica 14 Generación de gases en el Relleno Sanitario " La Cortada" (m3/mes)	93

Lista de Tablas.

Tabla 1. Estaciones meteorológicas e hidroclimatológicas básicas.....	53
Tabla 2. Valores de temperatura media mensual ISER Pamplona.....	55
Tabla 3. Valores de recorrido del viento media mensual ISER Pamplona.....	56
Tabla 4. Valores de humedad relativa media mensual ISER Pamplona.....	57
Tabla 5. Valores de brillo solar media mensual ISER Pamplona.....	58
Tabla 6. Escala para cuantificar las nubes en octas.....	60
Tabla 7. Valores de nubosidad media mensual ISER Pamplona	60
Tabla 8. Valores de punto de Rocío media mensual ISER Pamplona.....	62
Tabla 9. Valores de tensión de vapor media mensual ISER Pamplona.....	63
Tabla 10. Valores de evaporación media mensual ISER Pamplona.....	64
Tabla 11. Valores de evapotranspiración media mensual	65
Tabla 12. Valores hidroclimatológico ISER Pamplona	66
Tabla 13. Asignación del nivel de Complejidad.....	80
Tabla 14. Proyección de población de los 9 municipios	83
Tabla 15. Composición física de residuos.....	85
Tabla 16. Producción de residuos de los 9 municipios (ton / año).....	87

Lista de imágenes.

Imagen 1 Partes de un relleno sanitario.	33
Imagen 2 Zonas de un relleno sanitario.	34
Imagen 3 Método trinchera o zanja.....	36
Imagen 4 Método en Área Plana.....	37
Imagen 5 Ubicación del Municipio de Pamplona.....	48
Imagen 6 Ubicación del Relleno sanitario La Cortada.....	49
Imagen 7 Relleno sanitario La Cortada.....	50
Imagen 8 Taludes de las terrazas 1, 2,3 que aún no han sido cerrados técnicamente.....	72
Imagen 9 Panorámica del Relleno sanitario La Cortada.	72
Imagen 10 Inclinación de taludes.....	73
Imagen 11 No cobertura de los residuos sólidos dispuestos.....	73
Imagen 12 Planta de Lixiviados	74
Imagen 13 Levantamiento de información topográfica predio relleno sanitario La Cortada, Municipio de Pamplona.....	76
Imagen 14 Mapa geológico regional del área de estudio, en el círculo rojo se observa la localización del relleno sanitario “La Cortada”. Modificado de la Plancha Geológica 110 – Pamplona.	76
Imagen 15 Mapa geológico local del relleno sanitario “La Cortada”	77
Imagen 16 Mapa de pendientes para el área de estudio.....	78

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1.** Resultados estudio de topografía
- Anexo 2.** Resultados estudio de suelos y Geotecnia.
- Anexo 3.** Resultados estudio de Geomorfología.
- Anexo 4.** Memoria de cálculo Excel proyección de la población objeto.
- Anexo 5.** Memoria de cálculo Excel proyección de la producción de los residuos sólidos.
- Anexo 6.** Memoria de cálculo Excel proyección de la producción de Biogás y lixiviados
- Anexo 7.** Planos de áreas de posible ampliación del relleno sanitario y llenado de celdas.
- Anexo 8.** Planos de la posible ampliación del relleno sanitario La Cortada.
- Anexo 9.** Actualización del manual de operación del relleno sanitario.
- Anexo 10.** Actualización del plan de manejo ambiental del relleno sanitario.
- Anexo 11.** Evidencias fotográficas.

DEDICATORIA

A Dios,

Por ser mi guía espiritual, por darme dado salud y sabiduría para afrontar el proceso el cual se está culminando, por haber puesto en mi camino excelentes docentes los cuales fueron mi guía para afrontar todos los retos que se me presentaron en este gran proceso universitario.

A mi madre.

Por ser mi ejemplo a seguir, por darme los consejos necesarios para afrontar las dificultades, ser mi apoyo y mi guía y darme fortaleza en cada momento que lo necesito y ser mi apoyo incondicional.

Al director del proyecto.

Ing. Manuel Contreras por el conocimiento que me transmitió, por ser mi guía académica en este proyecto y en mi formación personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS.

Le agradezco ante todo a Dios por ser mi guía espiritual, por darme la fortaleza y el don de la sabiduría para afrontar todos y cada uno de los retos que se me presentaron en la elaboración de este proyecto y en mi formación académica; le agradezco a mi madre por ser mi ejemplo a seguir y mi motivación, a mi novio Rubén, por estar a mi lado en todo momento; le agradezco a mis hermanos Ciro, Adriana, Juan, Enrique por ser mi apoyo incondicional, le agradezco al cuerpo docente del programa de ingeniería ambiental, en especial al ing. Manuel Contreras por transmitirme el conocimiento necesario para afrontar los obstáculos y retos que se me puedan presentar en la vida profesional; por ultimo le agradezco a la empresa de servicios públicos EMPOPAMPLONA S.A E.S.P. en especial al ing. ALEXANDER ARAQUE por haberme dado la oportunidad de realizar la pasantía en dicha entidad y por ultimo pero no menos importante al CONSORCIO OPTIMIZACION LA CORTADA (COC), por darme la oportunidad de trabajar en su entidad, adquiriendo conocimientos de gran importancia para mi vida profesional.

RESUMEN.

El presente trabajo contiene y describe las actividades llevadas a cabo en el apoyo al diseño de la ampliación del relleno sanitario regional la Cortada del municipio de Pamplona, tomando como punto de partida un análisis a las condiciones actuales de manejo y operación del mismo, continuando con una serie de estudios de geología, geotecnia y topografía los cuales arrojaron datos que posteriormente permitieron realizar los cálculos y dimensionamientos necesarios para determinar áreas a intervenir para la ampliación, Volúmenes de residuos que se pueden disponer y la vida útil del relleno.

Una vez se establecieron los diseños tentativos se procedió a hacer un estudio de impacto ambiental para establecer los impactos más significantes que genera la construcción, el manejo, la operación del relleno sanitario, de este estudio se pudo determinar las fichas técnicas que EMPOPAMPLONA S. A E.S. P. empresa encargada del relleno sanitario, las ejecute de la mejor manera para un manejo ambiental adecuado y se puedan mitigar los impactos negativos ya identificados.

Para finalizar se pudo establecer una serie de recomendaciones para el manejo y operación del relleno sanitario que podrían permitir un máximo aprovechamiento de las áreas de disposición de residuos sólidos obteniendo así una vida útil más amplia, y que en general permiten un óptimo funcionamiento del mismo, y una mitigación de impactos ambientales.

ABSTRACT

This work contains and describes the activities carried out to support the design of the expansion of the “La Cortada” regional sanitary landfill in the municipality of Pamplona, taking as a starting point an analysis of the current management and operation conditions of the same, continuing with a series of studies of geology, geotechnics and topography which yielded data that later allowed to perform the calculations and sizing necessary to determine areas to intervene for the expansion, volumes of waste that can be disposed and the useful life of the landfill.

Once the tentative designs were established, an environmental impact study was conducted to establish the most significant impacts generated by the construction, management, operation of the sanitary landfill. From this study it was possible to determine the technical specifications that EMPOPAMPLONA S. A IS P. company in charge of the sanitary landfill, execute them in the best way for an adequate environmental management and can mitigate the negative impacts already identified.

Finally, it was possible to establish a series of recommendations for the management and operation of the sanitary landfill that could allow a maximum use of the solid waste disposal areas, thus obtaining a wider useful life, and that in general allow an optimum operation thereof, and a mitigation of environmental impacts.

1. INTRODUCCION

La disposición final de los residuos sólidos hoy en día es uno de los problemas más importantes que afectan al mundo, principalmente en países subdesarrollados en términos medioambientales. Se ha estimado que el promedio mundial de producción por persona se encuentra por encima de un kilogramo diario, cifra elevada teniendo en cuenta que la población mundial es de 6700 millones de habitantes aproximadamente; la producción de residuos varía en forma proporcional al consumo, al poder adquisitivo y las costumbres, entre otros factores. ¹

En Colombia, por lo general, la disposición final de estos residuos es en rellenos sanitarios, pero la correcta gestión y manejo de los residuos sólidos se ha convertido en un serio problema, por su fuerte vínculo con el medio ambiente y la salud, lo cual demanda la atención de esta problemática de manera inmediata y con propuestas concretas y sostenibles en el tiempo.

Los residuos una vez recolectados pueden ser asignados a diversos procesos de innovación; incluyendo el reciclaje, el aprovechamiento energético, la elaboración de compost, la producción de biogás y la formulación de combustibles alternos, entre otros. Estos procesos deben estar enmarcados dentro de una Gestión Integral de Residuos Sólidos, de tal forma que representen beneficios sanitarios, ambientales, sociales, económicos e inclusive culturales. Cuando el aprovechamiento de las basuras no es posible, el relleno sanitario, y en algunos casos la incineración, aparecen como opciones para la disposición final de las mismas. Sin embargo, cada día se insiste con mayor frecuencia en el aprovechamiento de los residuos, y la tendencia actual es la disminución de la fracción de aquellos destinados en rellenos sanitarios²

El presente documento contiene el planteamiento del diseño que permite una ampliación del relleno sanitario regional del municipio de Pamplona Norte de Santander; donde se contemplan obras complementarias que permitirán, un área nueva de disposición de residuos sólidos y la optimización del manejo y la operación de la “La Cortada”. Su formulación está basada en una serie de estudios que permitieron obtener información de gran importancia para determinar las condiciones actuales del relleno sanitario y así determinar las posibles áreas de intervención y las obras que aseguran un óptimo funcionamiento y de esta manera garantizar una vida útil del relleno.

1. <https://gerenciacampus.uniandes.edu.co/content/download/2304/11870/file/5.%20Disposicion%20de%20Residuos.pdf>

2. <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/SSPD%20Publicaciones/Publicaciones/2018/Oct/informacional2016disposicionfinalderesiduossolidos1.pdf>

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La gestión actual de los residuos sólidos en el marco de la prestación del servicio público domiciliario de aseo, de los municipios de la Provincia de Pamplona y municipios de Santander, presenta deficiencias y limitaciones, técnicas, económicas, financieras y ambientales, que traen consigo la disminución de la calidad de vida de las poblaciones y del medio ambiente.

Las áreas urbanas de las cabeceras municipales y los centros poblados de estos municipios generan al año cerca de 19.199,32 toneladas de residuos sólidos que son atendidos en recolección y transporte con una cobertura del orden del 90.6% de los cuales son dispuestos en el relleno sanitario en la actualidad presenta vida útil agotada en un 83%, generando un manejo limitado de los residuos sólidos generados.³

La falta de sitios convenientes y apropiados para la disposición o eliminación de residuos sólidos, debido a la topografía y altura de la región que se encuentra ubicada por encima de los 2000 m.s.n.m. y en áreas estratégicas de sub-páramo y paramo específicamente en el de Santurban; y la constante producción de residuos y desechos a través del tiempo agrava cada vez más la situación ambiental y sanitaria de la región y los problemas de salud pública y de calidad del medio se encuentran desfavorablemente comprometidos a futuro. Igualmente, no se cuentan con sistemas de aprovechamiento que permitan la recuperación y el reciclaje de residuos.

El relleno sanitario regional la Cortada, se encuentra localizado en el municipio de Pamplona Norte de Santander en la vereda Chíchira, costado nor-oriental de la vía Pamplona-La lejía a la altura del kilómetro 4.2. Sus coordenadas: Norte entre 1,307.000 y 1,308.000, y Este entre 1,159.000 y 1,160.000.⁴

Actualmente el relleno sanitario se encuentra en la fase de cierre total de la celda N° 3 y posteriormente se procedió a la construcción y operación de la celda N°4, la cual tendrá una capacidad de recibir aproximadamente la cantidad de 23417 ton de residuos sólidos, con una duración de 2 años y 4 meses, siempre y cuando se realice la actividad de aprovechamiento de materiales potencialmente reciclables y reutilizables. Y al realizar una valoración del estado actual del relleno se encontraron varias deficiencias en su manejo y operación las cuales hacen de gran prioridad una intervención de gran magnitud en el mismo.

-
3. Manual de operación del relleno sanitario regional la Cortada
 4. plan de gestión integral de residuos sólidos.

3. JUSTIFICACION.

El diseño de la ampliación del relleno sanitario regional La Cortada del municipio de Pamplona, pretende el aprovechamiento y adecuación de las áreas pendientes a intervenir y garantiza una estabilidad de la masa de residuos de las celdas actualmente construidas con el fin de darle continuidad a la disposición de residuos sólidos en el relleno sanitario, impactando positivamente a los usuarios del servicio público de aseo, mejorando condiciones de manejo u operación del relleno, garantizando una vida útil prolongada del mismo, siempre y cuando se tengan en cuenta las recomendaciones establecidas.

El proyecto mediante la generación de planes y programas de manejo ambiental, pretende prevenir, mitigar y hacer seguimiento de los potenciales impactos derivados de las actividades relacionadas con la disposición final de residuos sólidos y la contaminación que estos generan en su descomposición.

También pretende evitar la contaminación y la afectación de áreas naturales con la inadecuada disposición de residuos sólidos, pues de darse la ampliación se garantizan nuevas zonas adecuadas para dicha actividad.

La generación de la propuesta de ampliación y la viabilidad de la misma permitiría que Pamplona y los municipios de Pamplonita, Toledo, Chitaga, Cucutilla, Silos Cacota, Labateca y Mutiscua, tengan continuidad de disponer los residuos sólidos en el relleno sanitario La Cortada mientras lo permita una nueva vida útil del mismo, evitando así un traslado a ciudades cercanas, lo cual incrementaría gastos en el servicio de aseo debido a su largo recorrido y otros factores.

La empresa encargada de la operación del relleno sanitario EMPOPAMPLONA S.A E.S.P. garantizara la continuidad de la prestación del servicio de aseo en el que se encuentra la recolección y disposición de residuos sólidos, mejorando la calidad de

Vida de los usuarios del servicio y de la comunidad en general y de igual manera evitando afectaciones en la salud pública.

4. ALCANCES Y LIMITACIONES

4.1 ALCANCES

El diseño de la ampliación del relleno sanitario se desarrolló para la empresa de servicios públicos EMPOPAMPLONA S.A E.S.P y la entidad FINDETER (financiera del desarrollo) el cual aportó recursos para la ejecución del proyecto.

4.2 LIMITACIONES

En el proceso de estudio y diseño se encontraron varias limitantes entre ellas:

- Falta de información: se evidenció que en la empresa de servicios públicos no cuenta con la información básica sobre el relleno sanitario como estudios de topografía, geología y suelos; los cuales son de vital importancia para un adecuado uso del área donde se encuentra ubicado el relleno sanitario “ la Cortada”.
- Procesos llevados a cabo en la empresa de servicios públicos EMPOPAMPLONA S.A E.S.P. : los procesos que realiza cada una de las oficinas y la empresa en general, afectó la obtención de información sobre el relleno sanitario en salidas de campo y estudios que se ejecutaron dentro del mismo, ya que no se obtuvo una completa colaboración.

5. OBJETIVOS.

5.1 OBJETIVO GENERAL:

Diseñar la ampliación de las celdas y del relleno sanitario regional La Cortada del municipio de Pamplona.

5.2 OBJETIVO ESPECIFICO:

- Realizar un diagnóstico para evaluar las condiciones y problemáticas que presenta el relleno sanitario regional **La Cortada de Pamplona** (N. de S.) en su actual operación.
- Identificar **las posibles soluciones** que permitan el mejoramiento de las condiciones del relleno sanitario, basadas en los resultados obtenidos en el diagnóstico.
- Realizar la **proyección** de la población a evaluar y de la cantidad de residuos a disponer.
- Realizar los cálculos necesarios de las áreas de ampliación y del dimensionamiento de las celdas para a partir de estos **proponer la vida útil del relleno**.
- Formular una actualización al manual de funcionamiento del relleno sanitario para su óptima operación y manejo.
- Desarrollar el plan de manejo ambiental del relleno sanitario en la fase de construcción y operación, el cual no se encuentra actualizado en la empresa de servicios públicos EMPOPAMPLONA S.A E.S.P.

6. MARCO REFERENCIAL.

6.1 ANTECEDENTES:

6.1.1 Internacional

Una práctica común que aún existe, especialmente en América Latina y el Caribe, es la de disponer los desechos sobre terrenos a cielo abierto sin las medidas adecuadas para su interacción con el ambiente. Esta forma de disponer los desechos ocasiona graves problemas de contaminación. La disposición científicamente aceptada para los desechos sólidos son los rellenos sanitarios, instalaciones que utilizan principios de ingeniería para la disposición en el suelo, confinamiento y cobertura de los residuos sólidos minimizando los riesgos a la salud y al medio ambiente, teniendo cuidado con los líquidos y gases generados como producto de la descomposición de la materia orgánica.⁵

Según la OPS (2005) en América Latina y el Caribe solo un 23% de los residuos sólidos fueron depositados cumpliendo con las condiciones sanitarias exigidas por las normas, el resto se dispuso en botaderos a cielo abierto y en rellenos controlados cuyas normas son inadecuadas. Adicionalmente las islas del Caribe han presentado el problema de no disponer de tierras suficientes para el desarrollo e instalación de rellenos sanitarios.

Otra característica preocupante en el manejo de residuos en estos países es que la recolección y disposición final de residuos peligrosos y hospitalarios se realizan conjuntamente con los residuos domiciliarios y comerciales; países como Argentina, Brasil, Barbados, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, Guyana, Nicaragua, México y Uruguay reportan la existencia de rellenos para residuos peligrosos (OPS, 2005). Adicional a este problema se reportó que la contaminación ambiental causada por los lixiviados en América Latina y El Caribe es preocupante.⁶

Las tasas de generación de residuos por habitantes en estos países continúan en aumento, reflejando la falta de consciencia de los ciudadanos sobre cómo influyen sus patrones de consumo en el volumen de residuos generados. Se requiere de voluntad por parte de los entes gubernamentales para educar a sus pobladores.

Actualmente en algunos de estos países se están diseñando e implementando mejoras para los rellenos sanitarios, de forma gradual se han establecido controles sanitarios con miras a reducir la contaminación ambiental conjuntamente con el diseño de procesos que permitan el aprovechamiento de gases para la generación de energía eléctrica.⁶

5. Aprovechamiento de los **residuos sólidos** orgánicos Gladys **Jaramillo** Henao. Lilibian Zapata Márquez. 2008.

6. **Organización Panamericana de la Salud (OPS)**. 2009

6.1.2 Nacional

RESEÑA HISTÓRICA DEL RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA

A partir de 1.904 el municipio de Bogotá (en aquella época) asumió a través de la Dirección de Aseo de la Secretaría de Higiene, las funciones de aseo público que venían siendo ejercidas por la Sociedad de Ornato. Mediante Acuerdo No.30 de 1958 el Concejo Municipal del Distrito Especial de Bogotá crea la Empresa Distrital de Aseo. Con el Acuerdo 75 del 20 de diciembre de 1960 le cambia el nombre por el de Empresa Distrital de Servicios Públicos EDIS, asignándole además del servicio público de aseo, el servicio de aseo en los mataderos, plazas de mercado y cementerios.

En 1.984 la CAR contrató al consorcio Ingesam-URS para la definición de sitios y diseño de disposición final de los residuos sólidos generados en Bogotá, Soacha, Funza, Madrid y Mosquera. El sitio seleccionado estaba ubicado en la parte alta de la Vereda El Mochuelo al margen de la vía a Pasquilla. El Distrito Capital no pudo adquirir los predios seleccionados, viéndose obligado a adquirir los terrenos próximos a éstos y en los cuales se ha desarrollado el relleno sanitario Dona Juana. También en el año de 1984 la CAR contrata los estudios preliminares y posteriormente el diseño del relleno sanitario fue encargado a la Empresa Distrital de Servicios Públicos EDIS, en marzo de 1986 y esta a su vez inicia la operación de este (Zona Antigua), posteriormente con los diseños desarrollados por el Ingeniero Héctor Collazos y se da cierre a los botaderos El Cortijo y Gibraltar donde se venía disponiendo a cielo abierto los residuos sólidos de la ciudad. A partir de 1989 la EDIS encargó la operación del relleno a PROSANTA.

En 1.992 la EDIS contrató a la firma HIDROMECHANICAS LTDA para realizar los diseños de la ampliación del Relleno Sanitario de Doña Juana. Los diseños incluyeron la Zona II, Zona V, Zona IV y Zona VI (Emergencia). En los diseños se incluyeron aspectos como realizar la impermeabilización de fondo mediante el uso de geomembrana, la modificación en las alturas de la celda y se formuló la recirculación como sistema de tratamiento de lixiviados para las nuevas zonas.

Ante la premura de tiempo se adecuó la Zona I, localizada en la zona definida como relleno de seguridad (Zona V) y parte de la Zona II, definida y diseñada éstas dos últimas por HIDROMECAÑICAS LTDA. Esta zona fue desarrollada a partir de septiembre de 1993, en una extensión de 10.5 Has, siguiendo los lineamientos de diseño de la Zona Antigua. Posteriormente fue desarrollada la Zona La Mansión, como una ampliación de la Zona Antigua, con una extensión de 10.0 Has y la cual fue operada durante el período de febrero a octubre de 1.995.

A partir de octubre de 1.995 entró en operación la Zona II, sufriendo posteriormente un deslizamiento de aproximadamente 800,000 m³ de residuos sólidos en septiembre de 1.997. Como resultado de la atención de la emergencia en el predio Doña Juana se realizó la adecuación geomorfológica de la Zona II (o Área I) y se construyó el relleno del Área II con los residuos recolectados del deslizamiento. El Área I fue adecuada en 1.997 y el Área II fue culminada en Julio del año 2.000.

En 1.998 a través de la firma ESCO de Latinoamérica, la UESP instaló en un sector de la Zona La Mansión, el sistema de extracción forzada de biogás con la finalidad de lograr una extracción más efectiva del mismo y del lixiviados, y así minimizar la presión interna de poros en esta zona, mejorando de esta forma las condiciones de estabilidad geotécnica del mismo. Cabe destacar que sistema de extracción de biogás que actualmente opera en la Zona La Mansión, también se diseñó e instaló para el nuevo relleno de la Zona II. ³

El relleno sanitario de Zona VII, incluyó los conceptos de estabilidad geotécnica del relleno, no se utilizó de cobertura intermedia definitiva durante la construcción del mismo, e incluyó la extracción forzada de biogás.

De otra parte, en 1.999 se contrataron los diseños de una planta para el tratamiento de todos los lixiviados producidos y que se produzcan en el relleno sanitario Doña Juana, En abril de 2.000 se inició su construcción. Igualmente, en 1,999 se pone en marcha el Plan Maestro de Residuos Sólidos contratado con la firma alemana Fischer, con el cual se buscó definir las estrategias y tecnologías futuras para el manejo y disposición final de los residuos sólidos de Bogotá.

Actualmente, el relleno sanitario Doña Juana es operado por Centro de Gerenciamiento de Residuos -CGR- Doña Juana S.A E.S. P, el frente de disposición es en la terraza 1, zona de optimización fase II, con una vida útil hasta el 2022. ⁷

Los residuos producidos en el Distrito Capital tienen como destino final el relleno sanitario Doña Juana, ubicado en la Localidad de Ciudad Bolívar, por la vía a Villavicencio, donde los residuos son depositados en un frente de descargue, en el que se encuentra un grupo de máquinas que esparce, rompe las bolsas, acomodan y compactan las basuras. Cuando los residuos alcanzan una altura de 2.50 metros aproximadamente, son cubiertos con una capa de tierra de 40 centímetros de espesor, proceso que debe cumplirse antes de completar las 18 horas de exposición. ⁸

La Secretaría Distrital de Salud, en el marco de sus competencias, mediante el Hospital Vista Hermosa ESE, desde el año 2002 realiza acciones de Inspección, Vigilancia y Control en el Relleno Sanitario Doña Juana y su zona de influencia por medio del proyecto de vigilancia intensificada “Intervención al componente sanitario, ambiental y social con participación comunitaria en el área de influencia del relleno sanitario Doña Juana – RSDJ y el parque minero industrial el mochuelo – PMIM”.

A través del tiempo, desde la Secretaría Distrital de Salud se han desarrollado múltiples intervenciones, las cuales propenden por mejorar la operación del relleno sanitario y así contribuir a disminuir los impactos negativos en la calidad de vida y condición de salud de la población trabajadora, de la comunidad residente de la zona de influencia y parque minero como también proteger el entorno y las condiciones ambientales.⁹

7. Secretaria de Planeación Alcaldía Mayor de Bogotá

8. (UAESP (Aportes para la Construcción de la Política Basura Cero Bogotá Humana.). Noviembre de 2012.)

9. Centro de Gerenciamiento de Residuos doña Juana S.A E.S.P

6.1.3 Local

6.1.3.1 Botadero a cielo abierto 1997:

Llamado así debido a que los residuos eran arrojados por una ladera, en la ladera generando un mal estado del sector por la presencia de gallinazos, humos, contaminación del aire, suelo agua y deterioro del paisaje.

6.1.3.2 Relleno sanitario: operación manual 1998:

El relleno sanitario la “La Cortada” empezó a la comunidad a principios de los años noventa bajo la operación de la administración municipal. Deficiencias en la operación lo llevaron a convertirse en un botadero a cielo abierto sin orientación, causando problemas que derivaron en severos inconvenientes técnicos y ambientales.

La indebida operación del relleno sanitario “La Cortada” origino la acumulación de residuos sin compactar, lo cual llevo a un problema de estabilidad, generando la caída de material en volúmenes significativos. Esta situación trajo como consecuencia la proliferación de vectores, la generación de olores desagradables y con ello la contaminación ambiental y la inutilización para el óptimo aprovechamiento del espacio.

Se inician las labores de saneamiento del botadero, se observa en la gráfica la limpieza de la ladera y la construcción de las primeras celdas, filtros y chimeneas para la disposición de RSU.¹⁰

6.1.3.3 Ampliación de la capacidad de disposición final de residuos sólidos urbanos del relleno sanitario regional “la cortada” pamplona – norte de Santander:

Se diseñan los elementos de infraestructura que soportan el óptimo funcionamiento de la fase 2 (celdas C4, C5 y C6 del tipo area-terraplen) del relleno sanitario regional “La Cortada” (Pamplona- Norte de Santander) a fin de asegurar, en el medio plazo, la adecuada disposición final de los residuos sólidos urbanos de los municipios atendidos. (EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P.)⁷

10. Empresa de servicios públicos EMPOPAMPLONA S.A E.S.P.

11. Oficina de Planeación de EMPOPAMPLONA S.A E.S.P.

6.2. MARCO TEORICO.

Se denomina relleno sanitario al espacio donde se depositan los residuos sólidos de una ciudad después de haber recibido determinados tratamientos. Para impedir que se contamine el subsuelo, se impermeabiliza el terreno con polietileno de alta densidad u otra sustancia y se coloca arcilla.

Puede decirse que el relleno sanitario es una técnica con el fin de darle a los residuos una disposición final. Además de la impermeabilización y de otros procesos para lograr que estos desechos no se conviertan en un peligro para la salud pública, se desarrolla la compactación de los residuos, gracias a lo cual ocupan la menor cantidad de espacio posible.

El relleno sanitario, en definitiva, contempla una instalación y una operación para la disposición de los residuos sólidos. Es necesario que las autoridades elijan un lugar adecuado para el desarrollo de este relleno y que su gestión diaria sea controlada de manera rigurosa para evitar problemas de contaminación y salubridad.

En la operación cotidiana de los rellenos sanitarios entran en juego diversos equipamientos y maquinarias: volquetes, tractores, retroexcavadoras, compactadora. De acuerdo a la cantidad de residuos que se destinan al relleno sanitario, puede haber una mayor o menor necesidad de trabajos manuales. En los rellenos más grandes, la mayor parte del trabajo se encuentra mecanizado.

De la gestión del relleno sanitario pueden desprenderse otras actividades importantes para la ecología y la economía. Por ejemplo, es posible separar vidrio y papel para que estos residuos sean reciclados: de este modo se minimiza la

cantidad de basura que queda definitivamente en el relleno sanitario y se generan ingresos.¹²

Uno de los principales objetivos de usar un relleno sanitario es evitar las problemáticas que surgen de métodos tales como el vertedero. Este último también se conoce con el nombre de basurero, tiradero o basural, y consiste en un lugar en el cual la basura es depositada como última de las acciones del proceso de eliminación.

Para construir un relleno sanitario es importante seleccionar el terreno que reúna condiciones técnicas adecuadas como son: topografía, nivel a que se encuentran las aguas subterráneas y disponibilidad de material para cubrir la basura.

De acuerdo con las características del terreno, el relleno sanitario puede construirse siguiendo los métodos de área, zanja o una combinación de ambos métodos.

El Método de Zanja o Trinchera Se utiliza generalmente en terrenos planos Se hace una zanja de 2 o 3 metros de profundidad. La basura se deposita dentro, luego se compacta y se va cubriendo con la misma tierra que se sacó de la zanja.

El método de área se puede utilizar tanto en terrenos planos como para rellenar depresiones y en tajos o canteras abandonados. La tierra utilizada para cubrir la basura debe ser traída de otros sitios como laderas o montañas.

Los residuos sólidos se depositan directamente en el suelo, en el caso del terreno plano; o de partes más profundas hacia las más altas, en el caso de las depresiones Los residuos sólidos se esparcen, son compactados y se recubren diariamente con una capa de 10 a 20 cm, de tierra. ¹³

Corte de un relleno sanitario

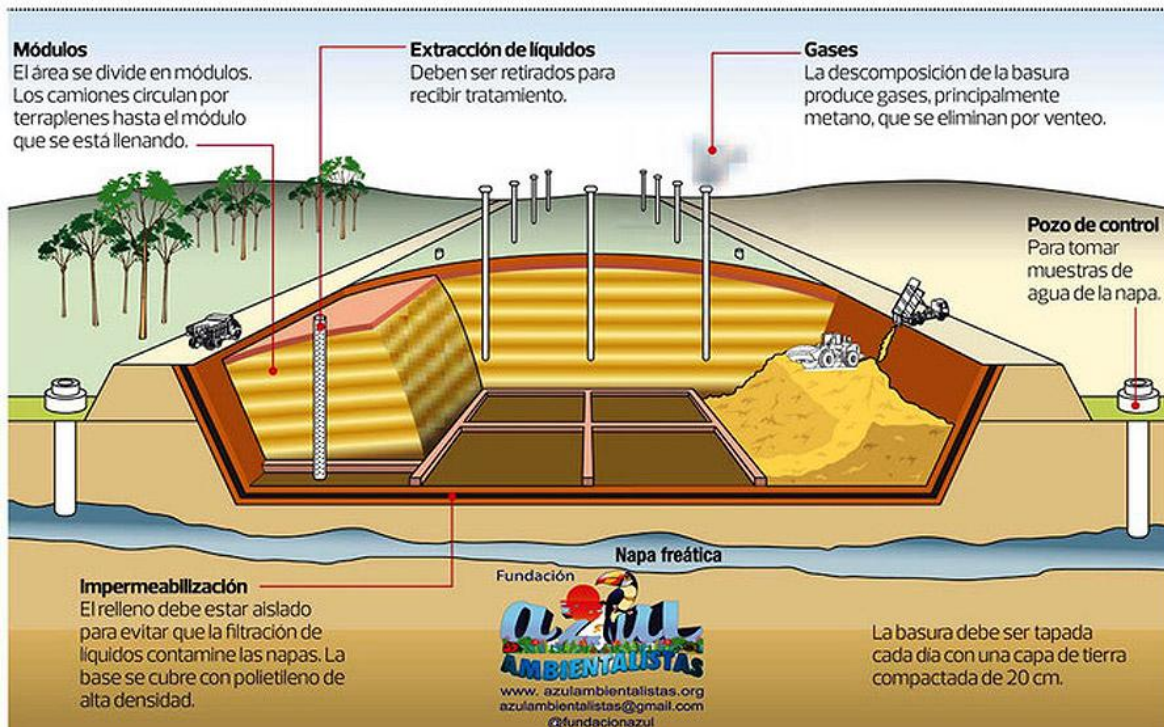


Imagen 1 Partes de un relleno sanitario.
Fuente: Relleno Sanitario de Malleco. 2018.

6.2.1 Principios básicos para el funcionamiento del Relleno Sanitario

El relleno debe contar con:

- Una buena compactación de los desechos sólidos, antes y después de cubrirlos con tierra.
- Cubrimiento diario de la basura con una capa de tierra o material similar.
- Controlar con drenajes y otras técnicas los líquidos o percolados y los gases que produce el relleno, para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente.
- Evitar por medio de canales y drenajes que el agua de lluvia ingrese al relleno sanitario.
- Una supervisión constante, tanto de los administradores como de las organizaciones comunales. ¹⁴



Imagen 2 Zonas de un relleno sanitario.
Fuente: Relleno Sanitario de Malleco. 2018.

6.2.2. Ventajas del Relleno Sanitario

- El relleno sanitario es un método completo y definitivo para la eliminación de todo tipo de desechos sólidos.
- Evita los problemas de cenizas y de materiales que no se descomponen.
- Tiene bajos costos de operación y mantenimiento.
- Genera empleo para mano de obra no calificada.
- Puede ubicarse cerca al área urbana, reduciendo los costos de transporte y facilitando la supervisión por parte de la comunidad.
- Permite utilizar terrenos considerados improductivos, convirtiéndolos luego en parque o campos de juegos. ¹⁵

6.2.3 Desventajas del Relleno Sanitario.

- La construcción de un relleno sanitario, por la oposición de la población debido a dos aspectos fundamentales: la falta de conocimiento sobre el método de relleno sanitario y la desconfianza en los servidores públicos de la localidad.
- Se requiere de una supervisión permanente para mantener un alto nivel de las operaciones y asegurar que no habrá fallas a futuro.
- Cuando no existen terrenos cercanos a las fuentes de generación de residuos sólidos debido al crecimiento urbano, el costo de transporte se verá fuertemente afectado.
- Existe un alto riesgo que los rellenos sanitarios por carencia de recursos económicos para la operación y mantenimiento se convierta en tiradero a cielo abierto.
- Puede presentarse eventualmente la contaminación de aguas subterráneas y superficies cercanas, así como la generación de olores desagradables y gases, si no se toman las debidas medidas de control y de seguridad.

6.2.3. ¿Cómo se Construye un Relleno Sanitario?

Para construir un relleno sanitario es importante seleccionar el terreno que reúna condiciones técnicas adecuadas como son: topografía, nivel a que se encuentran las aguas subterráneas y disponibilidad de material para cubrir la basura.

De acuerdo con las características del terreno, el relleno sanitario puede construirse siguiendo los métodos de área, zanja o una combinación de ambos métodos.

6.2.3.1. El Método de Zanja o Trinchera:

Se utiliza generalmente en terrenos planos; Se hace una zanja de 2 o 3 metros de profundidad. La basura se deposita dentro, luego se compacta y se va cubriendo con la misma tierra que se sacó de la zanja.

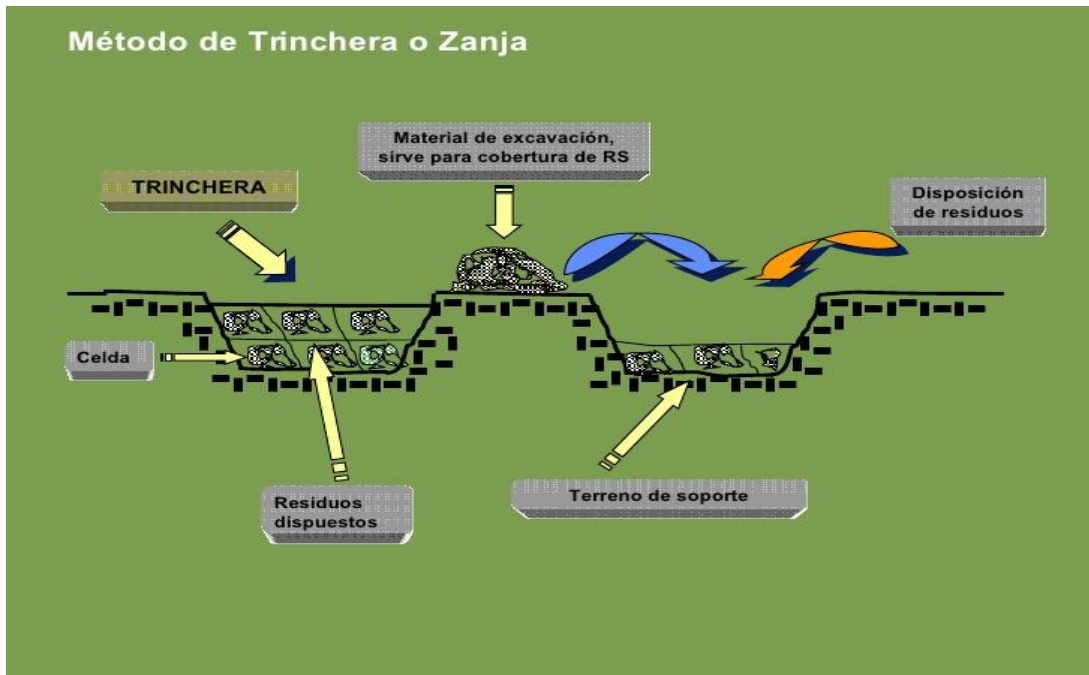


Imagen 3 Método trinchera o zanja.
Fuente: Relleno Sanitario de Malleco. 2018.

6.2.3.2. El método de área:

Se puede utilizar tanto en terrenos planos como para rellenar depresiones y en tajos o canteras abandonados. La tierra utilizada para cubrir la basura debe ser traída de otros sitios como laderas o montañas.

La basura se deposita directamente en el suelo, en el caso del terreno plano; o de partes más profundas hacia las más altas, en el caso de las depresiones.

La basura se esparce, compactada y recubre diariamente con una capa de 10 a 20 cm, de tierra.¹⁴



Imagen 4 Método en Área Plana.
Fuente: Relleno Sanitario de Malleco. 2018

6.2.3.3 Método de terraza

Este sistema se emplea principalmente cuando los residuos sólidos han sido depositados en cañadas o barrancas. Se considera como una variable del método de área, consiste primordialmente en dividir el talud original de los residuos en dos o más secciones, dependiendo de la altura y longitud del talud; esta división se marca dejando una superficie horizontal de modo que entre talud y talud exista un ancho de corona. Cabe mencionar que en este método también es necesario mover, compactar y cubrir los residuos.¹⁵

-
12. Título: Residuos Sólidos. Sitio: Definición ABC. Fecha: 26/10/2012. Autor: Florencia Ucha. URL: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/residuos-solidos.php>
 13. Título: Desperdicio. Sitio: Definición ABC. Fecha: 24/08/2011. Autor: Florencia Ucha. URL: <https://www.definicionabc.com/general/desperdicio.ph>
 14. Título: Residuos Sólidos. Sitio: Definición ABC. Fecha: 26/10/2012. Autor: Florencia Ucha. URL: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/residuos-solidos.php>
 15. Jhovvani Otamendi Sanchez 2014. <https://es.slideshare.net/jhovvaniotamendisanchez/relleno-sanitario-expo>

6.3. MARCO LEGAL

6.3.1 INTERNACIONAL.

Las declaraciones internacionales cuya finalidad es plantear los principios generales que deben inspirar las actuaciones de los estados y de la sociedad para lograr una mejor protección del ambiente entre las cuales tenemos:

- La puesta en práctica de políticas públicas y acciones específicas expresadas en los planes, programas y proyectos que responden a los principios jurídicos y legales de la gestión de los residuos se enmarcan en la Agenda para el Desarrollo Sostenible 2015 – 2030 y específicamente, en su objetivo 11.6: “De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y gestión de los desechos municipales y de otro tipo”: que se desprende del objetivo 11: “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”.¹⁶
- Regular la producción y gestión de residuos, así como la impulsión de medidas para prevenir su generación y para evitar o reducir sus impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente asociados a la generación y gestión de los mismos. También regula el régimen jurídico de los suelos contaminados. Incluye todo tipo de residuos exceptuando las emisiones atmosféricas, los suelos excavados, los radiactivos, los explosivos desclasificados y las materias fecales, paja y otro material natural avícola y silvícola no peligroso.¹⁷
- Establecer las disposiciones regulatorias para la gestión integral de la basura, con el fin de reducir su generación y garantizar que su recolección, aprovechamiento y disposición final sea realizada en forma sanitaria y ambientalmente segura. Su ámbito de aplicación son los residuos y desechos

sólidos no peligrosos. La protección de los suelos está regulada por la Ley Orgánica del Ambiente y por el capítulo sobre Suelos que queda vigente en la Ley Forestal de Suelos y Aguas.¹⁸

16. (Organización de Naciones Unidas [ONU], 2016)

17. Legislación real Española.

18. Legislación Venezolana

6.3.2. NACIONAL.

- **Decreto N° 838**, 23 marzo 2005. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. ¹⁹
- **Decreto N° 312**, 15 agosto 2006. Alcaldía Mayor de Bogotá. Por el cual se adopta el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá Distrito Capital.
- **Decreto N° 364**, 26 agosto 2013. Alcaldía Mayor de Bogotá. Por el cual se modifican excepcionalmente las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D. C., adoptado mediante Decreto Distrital 619 de 2000, revisado por el Decreto Distrital 469 de 2003 y compilado por el Decreto Distrital 190 de 2004. ²⁰
- **Decreto N° 2981**, 20 diciembre 2013. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.²¹
- **Decreto 2104**: Expedida por el ministerio de salud. Establece un régimen sancionatorio y un procedimiento para su aplicación en materia de residuos sólidos. Este estatuto mantiene vigencia conforme a las demandas del sector, en lo que tiene que ver con sus aspectos técnicos y definiciones.
- **Resolución 2309 de 1986**: Expedida por el ministerio de salud. Dicta las normas para el manejo de los residuos especiales, su almacenamiento, transporte, tratamiento y demás medidas generales, y la responsabilidad de quienes produzcan residuos con características especiales en cuanto a su manejo, recolección transporte y disposición final. Posibilita la contratación

de un tercero para el manejo de estos residuos delegando la responsabilidad de responder por sus efectos sobre el medio ambiente. ²²

- **Resolución 189 de 1994:** Expedida por el ministerio de medio ambiente. Define con criterios cuando un residuo puede catalogarse con características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas inflamables, volátiles, combustibles, radioactivas o reactivas además de listar las sustancias que confiere toxicidad a residuo.²³
- **Decreto 948 de 1995:** Expedida por el ministerio del medio ambiente. Establece la incineración o quema de residuos, y desechos tóxicos o peligrosos como una actividad sujeta prioritaria atención y control por parte de las autoridades ambientales.²⁴

19. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Colombia, <http://www.minambiente.gov.co/>).

20. (Alcaldía Mayor de Bogotá, <http://www.alcaldiabogota.gov.co/>).

21. (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, <http://www.andi.com.co/>)

22. Ministerio de salud y protección social. república de Colombia

23. Ministerio de Medio ambiente y Desarrollo sostenible, Republica de Colombia

- **Decreto 605 de 1996:** Señala el manejo que debe darse a los residuos sólidos en sus componentes de presentación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final.
- **Resolución 822 de 1998:** Adopta el reglamento de agua potable y saneamiento básico NORMA RAS, contiene las especificaciones técnicas que deben ser tenidas en cuenta para realizar proyectos de acueducto, alcantarillado, tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos.²³
- **Ley 511 de 1999:** indica a los entes territoriales, la obligación de proporcionar condiciones de vida más apropiadas para las personas que se ocupan de la actividad del reciclaje.
- **Resolución 1096 de 2000:** Conocido como norma RAS 2000 Modifica el RAS 98.²⁴
- **Decreto 2676 del 2000:** Reglamenta la gestión integral de residuos sólidos hospitalarios y similares por personas naturales o jurídicas que presten el servicio, se debe identificar, separar, recolectar, transportar y tratar.²⁴
- **Decreto 2695 del 2000:** Expedida por el ministerio del medio ambiente. El cual reglamenta el artículo 2 de la ley 511 de 1999, sobre el día nacional del reciclaje y el reciclador.²⁶

24. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Colombia, <http://www.minambiente.gov.co/>.

25. Reglamento técnico Ras.

26. Legislación colombiana vigente.

6.4 MARCO CONCEPTUAL.

- **Manejo de residuos sólidos:** Es la gestión de los residuos, la recogida, el transporte, tratamiento, reciclado y eliminación de los materiales de desecho. El término generalmente se refiere a los materiales producidos por la actividad humana, y, en general, para reducir sus efectos sobre la salud y el medio ambiente.
- **Contaminante:** Una sustancia que se encuentra en un medio al cual no pertenece o que lo hace a niveles que pueden causar efectos (adversos) para la salud o el medio ambiente.
- **Desecho:** Los desechos son aquellos materiales, sustancias, objetos, cosas, entre otros, que se necesita eliminar porque ya no ostenta utilidad.
- **Desperdicio:** un desperdicio también es aquel residuo o desecho de algo, más popularmente conocido como basura. Es decir, los restos de algo, de una comida, de un elemento, que no pueden ser aprovechados de ninguna manera y por tanto no queda más que tirarlos a un cesto.
- **Residuos sólidos:** Los residuos sólidos implican la basura, los desechos, que generamos las personas en nuestras casas, empleos, es decir, en espacios residenciales, comerciales, o institucionales, los que se generan en el espacio público como consecuencia del barrido y otras acciones de limpieza, y que se hallan en estado sólido.
- **Cuantificación de residuos sólidos:** se realiza en el relleno sanitario a los carros recolectores y compactadores que ingresan con los residuos sólidos para su disposición final, para tener un control cuantitativo.

- **Densidad:** Masa o cantidad de materia de los residuos, contenida en una unidad de volumen, en condiciones específicas.
- **Producción per cápita:** Cantidad de residuos generados por una población expresada en términos de kg/hab-día.
- **Generador:** Persona naturales o jurídicas, habitantes permanentes u ocasionales que se convierten en usuarios del servicio de aseo generando residuos sólidos producto de sus actividades.
- **Entidad prestadora del servicio público domiciliario de aseo:** Persona natural o jurídica, pública, privada o mixta, encargada todas, una o varias actividades de la prestación del servicio público domiciliario de aseo.
- **Macro ruta:** División geográfica de la zona para la distribución de los recursos y equipos de recolección.
- **Micro ruta:** Descripción detallada a nivel de las calles y manzanas del trayecto de un vehículo o cuadrilla, para la prestación del servicio de recolección o del barrido manual o mecánico.
- **Usuario:** Persona natural o jurídica beneficiada de la prestación del servicio público de aseo, en calidad de receptor del servicio.
- **Recolección:** Acción y efecto de retirar y recoger los residuos sólidos de uno o varios generadores efectuada por la entidad prestadora de servicios públicos.²⁷

27. Manual de operación del relleno sanitario regional la cortada Pamplona Norte de Santander. EMPOPAMPLONA S.A E.S.
P

- **Compactación:** Proceso normalmente utilizado para incrementar el peso específico (densidad de unidades métricas) de materiales residuales para que puedan ser almacenados y transportados más eficazmente.
- **Aprovechamiento:** Proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales o económicos.
- **Separación en la fuente:** Clasificación de las basuras y residuos sólidos en el sitio donde se generan. Su objetivo es separar los residuos que tienen un valor de uso indirecto, por su potencial de rehúso, de aquellos que no lo tienen, mejorando así sus posibilidades de recuperación.
- **Recuperación:** Acción que permite retirar y recuperar de los residuos sólidos aquellos materiales que pueden someterse a un nuevo proceso de aprovechamiento, para convertirlos en materia prima útil en la fabricación de nuevos productos.
- **Reciclaje:** El del reciclaje es un proceso a partir del cual un producto usado, generalmente de desecho, es sometido a un tratamiento especial que le devuelve su utilidad y por tanto se convierte en un nuevo producto para utilizar o bien permite emplear su materia prima para la generación de otros productos u objetos.
- **Ruta de reciclaje:** Recorrido necesario para recoger los residuos separados en la fuente de origen.
- **Compost:** Material estable que resulta de la descomposición de la materia orgánica en procesos de compostaje.
- **Compostaje:** Proceso mediante el cual la materia orgánica contenida en los residuos sólidos se convierte en una forma más estable, reduciendo su volumen y creando material apto para cultivos y recuperación de suelos.

- **Disposición final de residuos sólidos:** Proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en forma definitiva, efectuado por la empresa prestadora del servicio.²⁸
- **Gestión integral de residuos:** Es un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, es un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos y actividades, definidos por el ente territorial para la prestación del servicio de aseo, acorde con los lineamientos definidos en los Planes y/o Esquemas de Ordenamiento Territorial y basado en la política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el cual se basa en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permita garantizar el mejoramiento continuo de la prestación del servicio de aseo, evaluado a través de la medición de resultados. Se convierte entonces en un elemento indispensable para la gestión de los residuos sólidos.²⁹

28. Gestión integral de residuos sólidos Volumen I. Mc Graw Hill.

29. Título: Residuos Sólidos. Sitio: Definición ABC. Fecha: 26/10/2012. Autor: Florencia Ucha. URL: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/residuos-solidos.php>

6.5 MARCO CONTEXTUAL

6.5.1 Localización del Municipio de Pamplona:

Geográficamente la ciudad de Pamplona está situada a 72°39' de longitud al Este de Greenwich y a 7° 23' latitud Norte. Se encuentra situada a 2.287 metros sobre el nivel del mar, en la parte central de la región sur del departamento y tiene una superficie de 316 kilómetros cuadrados. El área del sector urbano está compuesta por un poco más de dos kilómetros cuadrados.

Pamplona limita por el norte con Pamplonita, por el sur con los municipios de Cacota y Mutiscua, al oriente y occidente con Labateca y Cucutilla respectivamente.³⁰

6.5.1.1. Generalidades del Municipio de Pamplona.

El proyecto se localiza en el departamento de Norte de Santander, Pamplona es un municipio colombiano su economía está basada en la gastronomía, la agricultura, el turismo (especialmente el turismo religioso) y la educación. Se le conoce como la "Ciudad Mitrada", debido a ser sede de la Arquidiócesis de Nueva Pamplona, la primera diócesis católica de la región. La Universidad de Pamplona, destacada universidad pública de la región tiene su sede principal en la ciudad. Su población es 58 592 habitantes (2018). Está localizado en la Cordillera Oriental de los Andes colombianos, a una altitud de 2200 msnm, en la zona suroccidental de Norte de Santander. Su extensión territorial es de 1.176 km² y su temperatura promedio de 14 °C. Limita al norte con Pamplonita, al sur con Càcota y Chitagá, al oriente con Labateca y al occidente con Cucutilla. Está conectada por carreteras nacionales con las ciudades de Cúcuta, Bucaramanga, Bogotá y Arauca.³¹

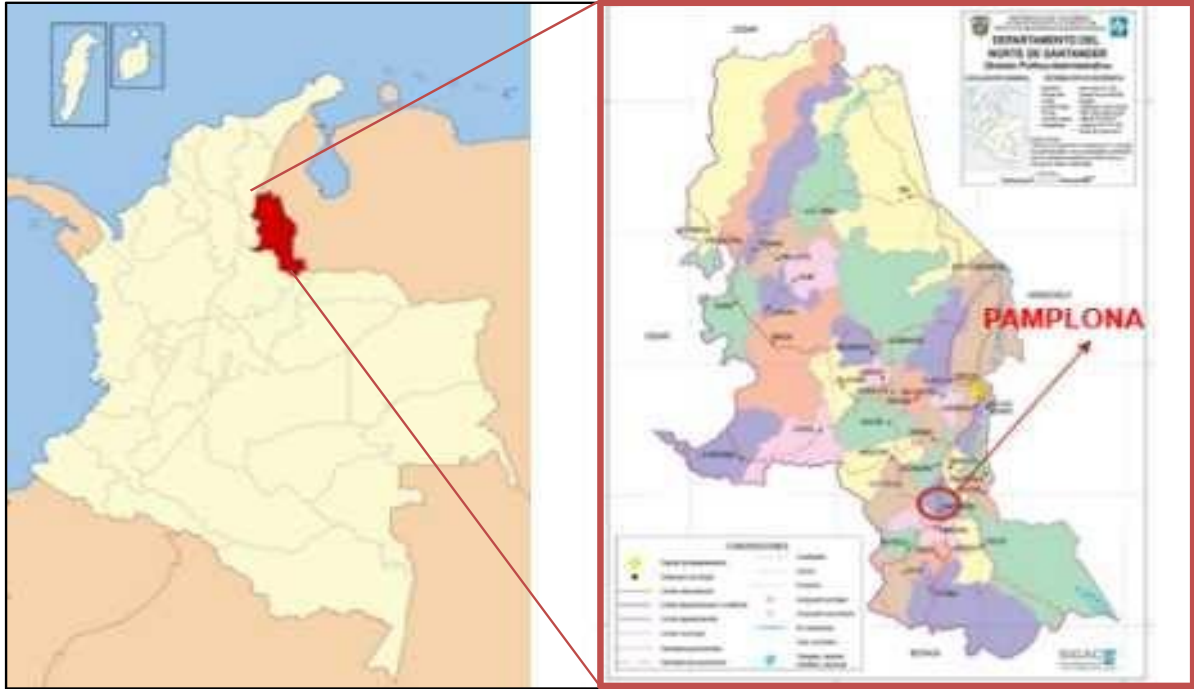


Imagen 5 Ubicación del Municipio de Pamplona
Fuente: P.B.O.T

30. Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Pamplona (2015).
31. Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Pamplona (2015).
32. Plan Básico de ordenamiento Territorial de Pamplona (2015).

6.5.2. LOCALIZACIÓN DEL RELLENO:

El relleno sanitario regional La Cortada, se encuentra localizado en el municipio de Pamplona Norte de Santander en la vereda Chichira, costado nor90-oriental de la vía Pamplona-La lejía a la altura del kilómetro 4.2. Sus coordenadas según el cuadrángulo H13 del instituto de investigaciones geológico-mineras de Colombia son: Norte entre 1.307.000 y 1.308.000, y Este entre 1.159.000 y 1.160.000.³³



Imagen 6 Ubicación del Relleno sanitario La Cortada
Fuente: Google Heart 2018.

33. IGAC (INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI)



Imagen 7 Relleno sanitario La Cortada
Fuente: Google Heart 2018.

6.5.2.1 Generalidades del relleno sanitario Regional La Cortada.

En el Relleno Sanitario Regional “La Cortada” del municipio de Pamplona, operado por la Empresa de Servicios Públicos de Pamplona EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P., se atienden en disposición final, los residuos sólidos que son recolectados y transportados desde los municipios de Pamplona (sede de la empresa), Cácuta, Chitagá, Cucutilla, Labateca, Mutiscua, Pamplonita, Silos y Toledo (Norte de Santander) y eventualmente los municipios Santandereanos de Suratá, Vetas y California como posiblemente se preste el servicio a sectores residenciales del municipio Norte santandereano de Villa del Rosario y el municipio santandereano de Girón.³⁴

Durante los años de operación el relleno ha mostrado sus beneficios ya que ha permitido centralizar el manejo de los residuos sólidos, manejarlos conforme a sus características físicas y nivel de riesgo. El relleno hace parte de los procesos que acompañan la Gestión Integral de manejo de los residuos en el departamento de Norte de Santander, que busca minimizar, aprovechar, tratar, antes de su disposición definitiva. La Gestión Integral ha sido adoptada por la empresa de servicios públicos del municipio de Pamplona EMPOPAMPLONA y hace parte de las políticas del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (MAVDT).

Para garantizar que los residuos se continúen manejando adecuadamente se hace necesario darle continuidad a la disposición de residuos en el relleno sanitario, para lo cual se requiere la adecuación de las áreas pendientes por intervenir, la estabilidad de la masa de residuos celdas 1, 2, 3 y 4, el manejo de aguas lluvias, entre otros para garantizar la vida útil del relleno sanitario.³⁵



IMAGEN 7. Imágenes actuales del Relleno sanitario La Cortada
Fuente: Google Heart 2018y autoría.

34. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Pamplona (2016)

35. Manual de Operación del Relleno Sanitario La Cortada

6.5.3. INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA.

Se utilizaron cuatro (4) estaciones meteorológicas tipo CO (climatológica ordinaria) y CP (climatológica principal) poseen registros históricos de los parámetros climáticos descritos completos.

Para el parámetro de temperatura, recorrido del viento, humedad relativa, evaporación, evapotranspiración se tomaron los datos de la estación Agro meteorológica ISER Pamplona debido a la corta distancia presente entre la estación y el relleno, ya que al presentarse esta distancia (2 Km aproximadamente) proporciona información a un nivel de representatividad alto.³⁶

Para el parámetro de la precipitación de suma importancia para los análisis hidrológicos, las cuatro (4) estaciones meteorológicas tipo PM (pluviométrica), una (1) estación Agro meteorológica y una (1) climática ordinaria, poseen registros históricos representativos, aunque se localizan a distancias mayores del del polígono del relleno sanitario La Cortada, por lo que habría que suponer que su comportamiento es afín con la del polígono.

Las características de las estaciones meteorológicas básicas depuradas para el actual estudio se presentan en la siguiente tabla número 1.

CODIGO	TIPO	NOMBRE	MUNICIPIO	COORD.	ELEV. (msnm)	FECHA INSTALACIÓN	DISTANCIAS DE LOS VECTORES
16015020	Agro meteorológica	ISER PAMPLONA	Pamplona	7°22'23.20"N 72°38'42.00"O	2,340	Abril 1971	1.93 Km
16015140	Climática Ordinaria	FCA.LA PALMITA	Pamplonita	7°31'2.50"N 72°38'38.70"O	1,107	Marzo 2010	16.73Km
37010030	Pluviométrica	CACOTA	Cacota	7°16'12.00"N 72°38'37.00"O	2,645	Junio 1958	11.26 Km

CODIGO	TIPO	NOMBRE	MUNICIPIO	COORD.	ELEV. (msnm)	FECHA INSTALACIÓN	DISTANCIAS DE LOS VECTORES
37010080	Pluviométrica	RINCON LOS	Silos	7°11'54.00"N 72°42'46.00"O	2,650	Febrero 1985	21.36 Km
16020110	Pluviométrica	CALDERA LA	Mutiscua	7°19'1.00"N 72°43'6.00"O	2,875	Enero 1978	11.63Km
37010010	Pluviométrica	LABATECA	Labateca	7°17'53.00"N 72°30'2.00"O	1,560	Abril 1955	16.28 Km

Tabla 1. Estaciones meteorológicas e hidroclimatológicas básicas

Fuente: IDEAM 2019.

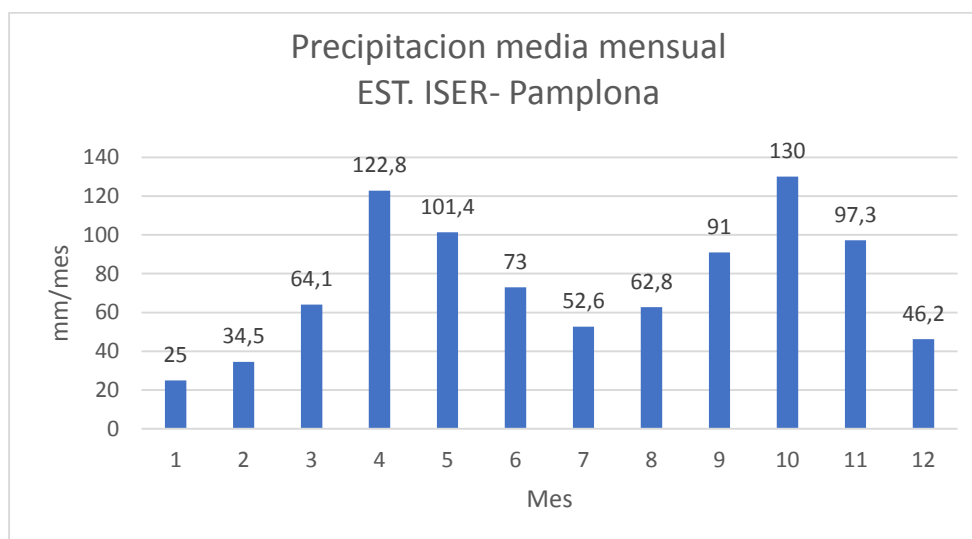
6.5.3.1. Precipitación.

El estudio de las precipitaciones es básico dentro de cualquier estudio hidrogeológico regional, para cuantificar los recursos hídricos, puesto que constituyen la principal entrada de agua a una cuenca. También es fundamental en el diseño de obras y estudios de erosión.³⁷

37. <https://users.exa.unicen.edu.ar/~jdiez/files/cstierra/apuntes/unidad3.pdf>

38. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

Los datos de precipitación, indican un periodo de lluvias bimodal correspondiente a los meses de marzo a mayo y de septiembre a noviembre, como puede notarse en el grafico siguiente, siendo los meses de abril y octubre los de más altas precipitaciones, para 122,8 y 130 mm/mes. La precipitación media anual es de 900,7 mm.³⁹



Gráfica 1 Datos de Precipitación
Fuente: IDEAM.

6.5.3.1. Temperatura.

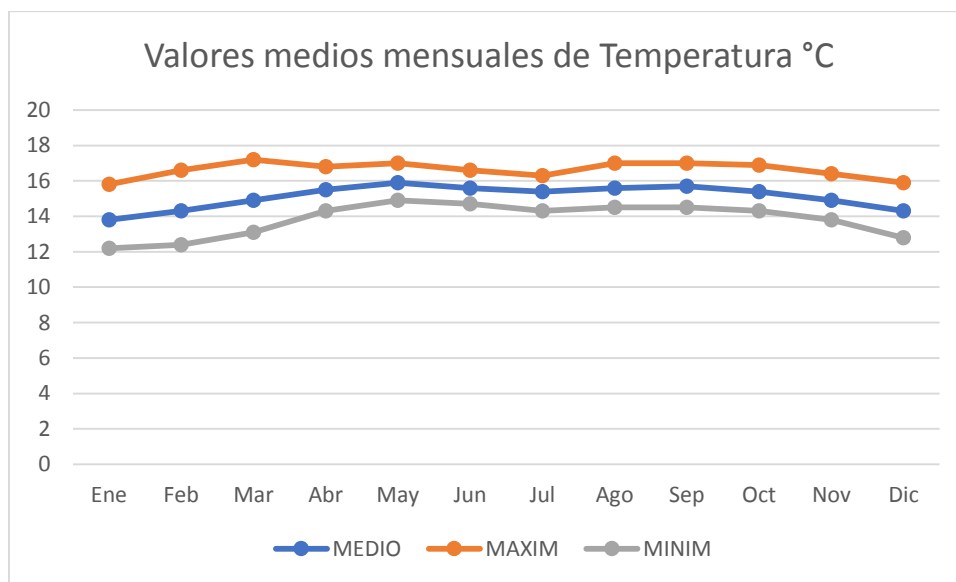
La temperatura es la magnitud que revela la cantidad de calor de un cierto entorno o de un cuerpo atmosférico, por su parte, es aquello que tiene vinculación con la atmósfera.⁴⁰

La temperatura media anual en la estación ISER PAMPLONA es de 15.1°C, siendo el mes de Marzo el más caluroso, en tanto que el mes de Enero posee la menor temperatura, según se aprecia en la gráfica 2.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	VR Anual
MEDIO	13.8	14.3	14.9	15.5	15.9	15.6	15.4	15.6	15.7	15.4	14.9	14.3	15.1
MAXIM	15.8	16.6	17.2	16.8	17.0	16.6	16.3	17.0	17.0	16.9	16.4	15.9	17.2
MINIM	12.2	12.4	13.1	14.3	14.9	14.7	14.3	14.5	14.5	14.3	13.8	12.8	12.2

Tabla 2. Valores de temperatura media mensual ISER Pamplona

Fuente: IDEAM 2019.



Gráfica 2 Valores de temperatura media mensual ISER Pamplona

Fuente: IDEAM 2019

6.5.3.2. Recorrido del Viento.

Recorrido del viento es una medida de cuánto viento ha pasado por un punto determinado en un período de tiempo. El viento sopla a cinco Kilómetros por hora durante un día entero (24 horas) le daría un recorrido de viento de 120 Kilómetros para ese día.⁴¹

40. <http://www.meteopozuelo.es/wxwindrundetail.php?PHPSESSID=vs3lcc4u1evv0ecg8a9ir70se7>

41. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

Los vientos en la región, por lo general alcanzan una velocidad promedio de 10 m/s. Sin embargo, la velocidad es más intensa en los meses de mayo, julio y agosto, en tanto que en los meses de abril y octubre los vientos son muy escasos.

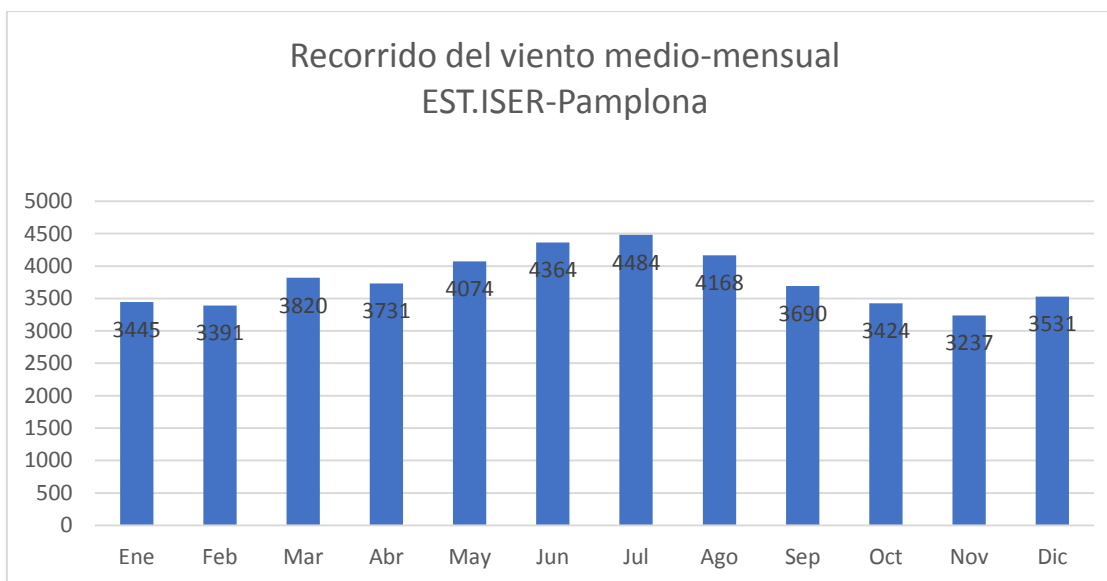
La dirección de los vientos en mayo, junio, julio, agosto y septiembre son SW, los demás tiene dirección NE.

La topografía, la dirección de los vientos y la distancia al centro urbano de Pamplona, determina que la presencia de olores provenientes del relleno sanitaria en la ciudad sea mínima.⁴²

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
MEDIO	3445	3391	3820	3731	4074	4364	4484	4168	3690	3424	3237	3531

Tabla 3. Valores de recorrido del viento media mensual ISER Pamplona

Fuente: IDEAM 2019



Gráfica 3 Valores de recorrido del viento media mensual ISER Pamplona

Fuente: IDEAM 2019.

6.5.3.3. Humedad Relativa.

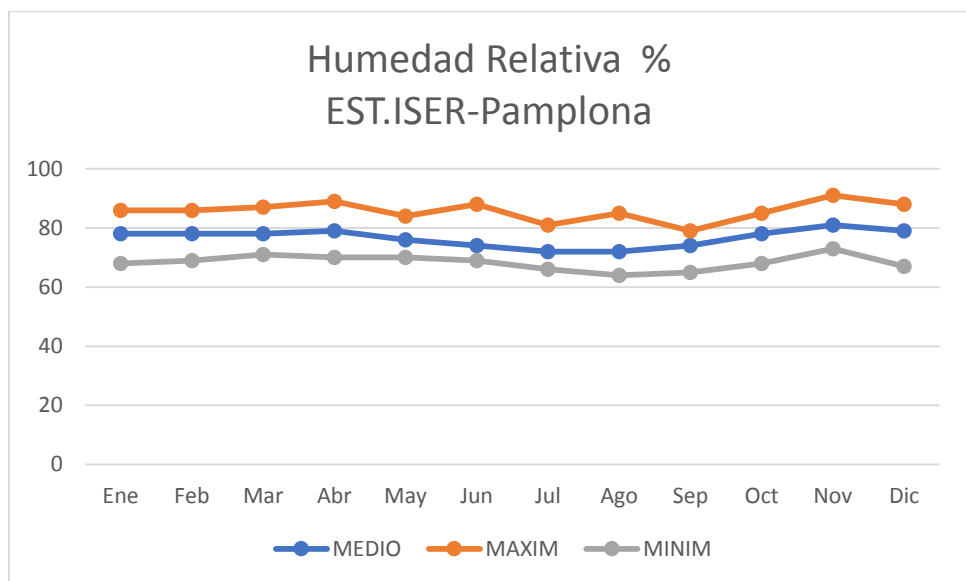
La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura, por ejemplo, una humedad relativa del 70% quiere decir que de la totalidad de vapor de agua (el 100%) que podría contener el aire a esta temperatura, solo tiene el 70%.⁴³

La humedad relativa media anual en la estación ISER PAMPLONA es de 77%, siendo el mes de Noviembre el más húmedo con 91 %, en tanto que el mes de agosto posee la menor humedad relativa 64 % según se aprecia en la Gráfica 4 .

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	VR Anual
MEDIO	78	78	78	79	76	74	72	72	74	78	81	79	77
MAXIM	86	86	87	89	84	88	81	85	79	85	91	88	91
MINIM	68	69	71	70	70	69	66	64	65	68	73	67	64

Tabla 4. Valores de humedad relativa media mensual ISER Pamplona

Fuente: IDEAM 2019



Gráfica 4 Valores de humedad relativa media mensual ISER Pamplona

Fuente: IDEAM 2019

6.5.3.4. Brillo Solar.

La duración del brillo solar o insolación se expresa en horas y representa el tiempo total durante el cual incide luz solar directa sobre un determinado lugar entre la salida y la puesta del sol. Es una de las variables más importantes en la agricultura, ya que permite conocer el comportamiento de la nubosidad y la radiación. Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la duración de la insolación correspondiente a un periodo determinado se define como la suma de los subperiodos durante los cuales la irradiación solar directa supera los 120 W/m².⁴³

Los valores medios anuales de brillo solar son de 1500.1 horas, correspondiendo a 92,5 y 158.8 horas mensuales, así mismo los valores máximos y mínimos mensuales registrados son de 221.4 y 36.1 horas, correspondiendo a los meses de enero y abril respectivamente.⁴⁴

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	VR Anual
MEDIO	158.8	130.5	118.0	92.5	106.4	108.2	126.4	137.7	132.7	125.0	120.2	143.7	1500.1
MAXIM	221.4	172.7	191.4	162.4	164.3	143.4	160.3	180.5	169.4	166.5	166.8	203.2	221.4
MINIM	102.4	57.1	55.0	36.1	73.1	63.0	86.0	65.5	69.4	77.7	76.5	98.4	36.1

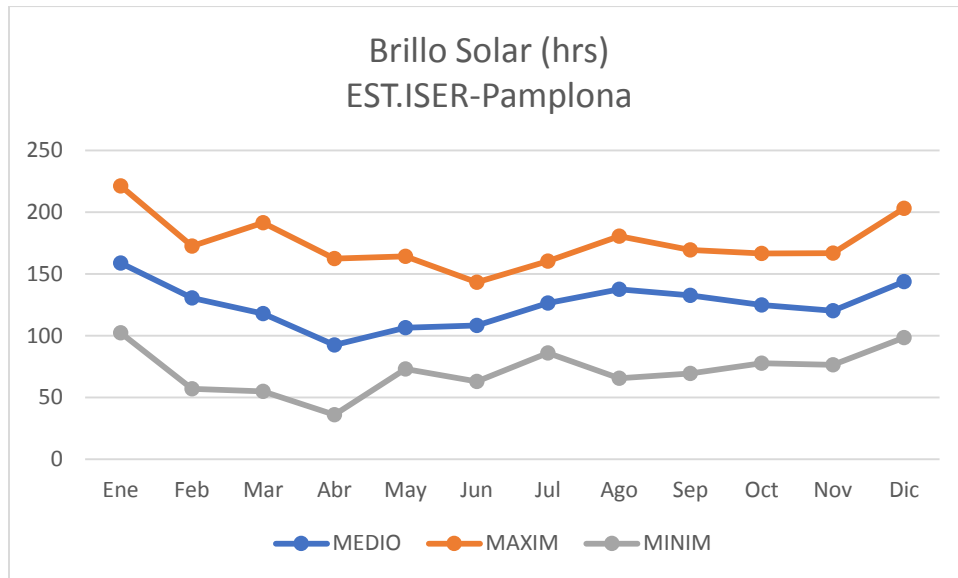
Tabla 5. Valores de brillo solar media mensual ISER Pamplona

Fuente: IDEAM 2019

42. https://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=122

43. ¹ http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/BrilloSolar_texto.pdf

44. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)



Gráfica 5 Valores de brillo solar media mensual ISER Pamplona
Fuente: IDEAM 2019

6.5.3.5. Nubosidad.

Según la definición de la OMM, una nube es un conjunto visible de minúsculas partículas de agua líquida o de hielo, o de ambas a la vez, en suspensión en la atmosfera (Retallack, 1973). El principal parámetro meteorológico responsable de la producción de nubes cuando hay movimientos verticales ascendentes es la humedad. En particular se requiere de alto contenido de vapor de agua, por lo menos en capas bajas y medias de la atmosfera para que se desarrollen nubes de tipo conectivo y orográfico.⁴⁵

La medición de las nubes se hace tomando la fracción de cielo cubierto en un lugar determinado y se expresa en octas u octavos de la bóveda celeste, respecto a la división imaginaria que realiza el observador de la estación meteorológica en ocho (8) partes y establece el área cubierta por nubes según se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** En referencia a este parámetro, es

típico que presente un comportamiento directamente proporcional a la precipitación, siendo por lo general más alta en los meses de mayor lluvia.⁴⁵






CANTIDAD DE OCTAS	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
0	Despejado	
1 a 2	Escasa nubosidad	
3 a 4	Nubosidad parcial	
5 a 7	Nublado	
8	Cubierto	

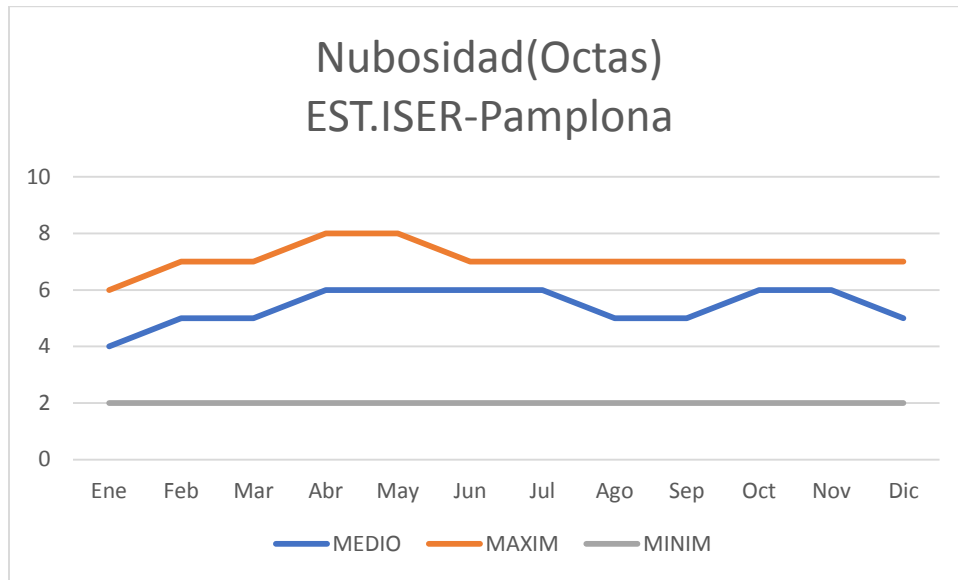
Tabla 6. Escala para cuantificar las nubes en octas.
Fuente: IDEAM (2019).

Los valores medios de nubosidad son de 5 octas, así mismo los valores máximos y mínimos mensuales registrados son de 2 octas, correspondiendo a los meses de mayo y marzo respectivamente.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	VR Anual
MEDIO	4	5	5	6	6	6	6	5	5	6	6	5	5
MAXIM	6	7	7	8	8	7	7	7	7	7	7	7	8
MINIM	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tabla 7. Valores de nubosidad media mensual ISER Pamplona
Fuente: IDEAM 2019.

⁴⁵. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)



Gráfica 6 Valores de nubosidad media mensual ISER Pamplona
Fuente: IDEAM 2019

6.5.3.6. Punto de Rocío.

El punto de rocío se define como la temperatura a la cual el aire se enfría para que ocurra la condensación (saturación). El punto de rocío depende de la concentración de vapor de agua presente, y por lo tanto de la humedad relativa además de la temperatura del aire.⁴⁶

Los valores medios anuales de punto de rocío son de °C, así mismo los valores máximos y mínimos mensuales registrados son de 14.4 y 8.0 °C, correspondiendo a los meses de junio y enero respectivamente.⁴⁷

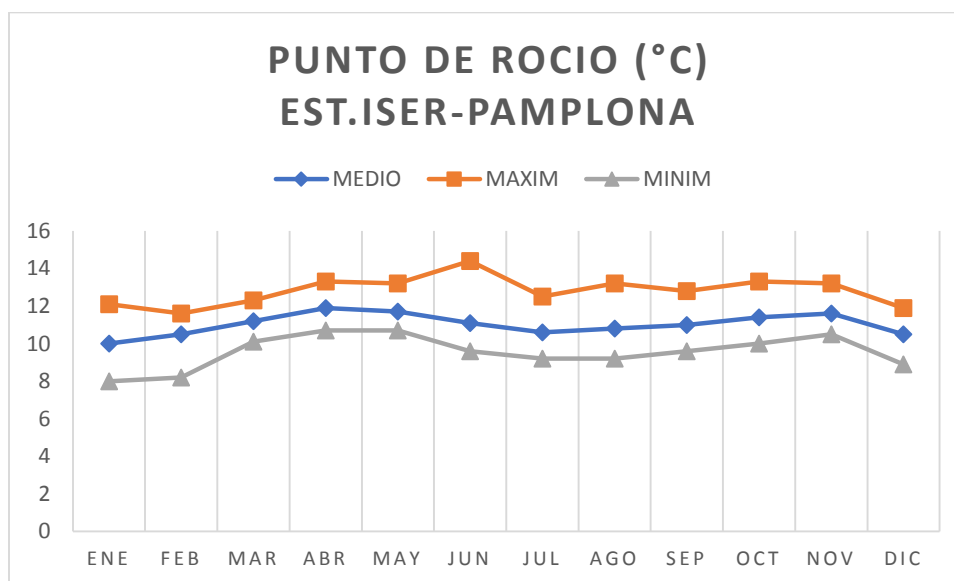
46. ¹ <http://www.reitec.es/Pdf/agua02.pdf>

47. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	VR Anual
MEDIO	10.0	10.5	11.2	11.9	11.7	11.1	10.6	10.8	11.0	11.4	11.6	10.5	11.0
MAXIM	12.1	11.6	12.3	13.3	13.2	14.4	12.5	13.2	12.8	13.3	13.2	11.9	14.4
MINIM	8.0	8.2	10.1	10.7	10.7	9.6	9.2	9.2	9.6	10.0	10.5	8.9	8.0

Tabla 8. Valores de punto de Rocío media mensual ISER Pamplona

Fuente: IDEAM 2019



Gráfica 7 Valores de punto de rocío media mensual ISER Pamplona

Fuente: IDEAM 2019.

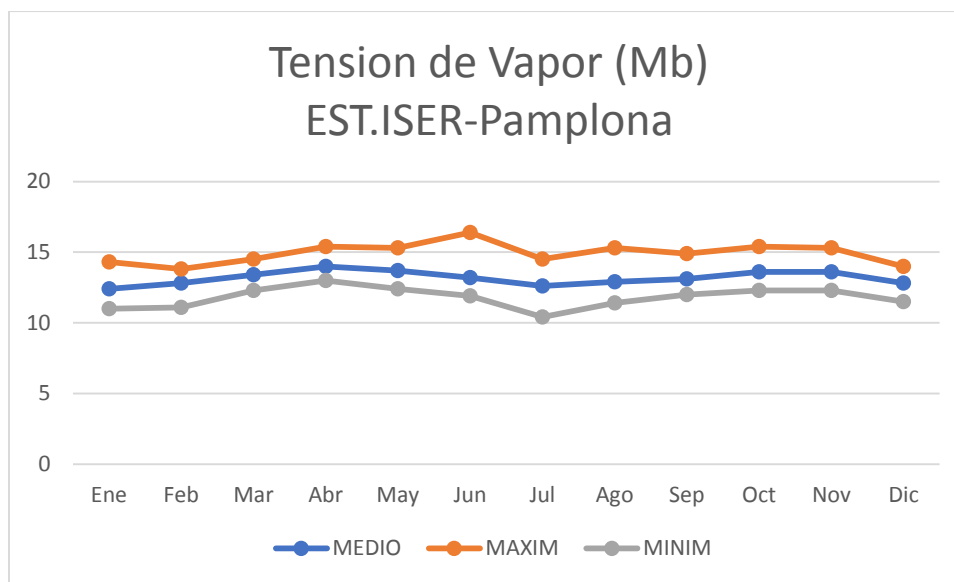
6.5.3.7. Tensión de Vapor.

El aire está conformado por aire seco y cantidades variables de agua, en forma de vapor. La tensión de vapor es la presión ejercida por el vapor de agua contenido en un volumen de aire húmedo. Se expresa en milibares (Mb) o hecto-Pascales (hPa) Los valores medios anuales de tensión son de 13.2Mb, así mismo los valores máximos y mínimos mensuales registrados son de 16.4 y 10.4 Mb, correspondiendo a los meses de junio y julio respectivamente.⁴⁹

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	VR Anual
MEDIO	12.4	12.8	13.4	14.0	13.7	13.2	12.6	12.9	13.1	13.6	13.6	12.8	13.2
MAXIM	14.3	13.8	14.5	15.4	15.3	16.4	14.5	15.3	14.9	15.4	15.3	14.0	16.4
MINIM	11.0	11.1	12.3	13.0	12.4	11.9	10.4	11.4	12.0	12.3	12.3	11.5	10.4

Tabla 9 Valores de tensión de vapor media mensual ISER Pamplona

Fuente: IDEAM 2019



Gráfica 8 Valores de tensión de vapor media mensual ISER Pamplona

Fuente: IDEAM 2019

49. http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/Tension-de-vapor_texto.pdf

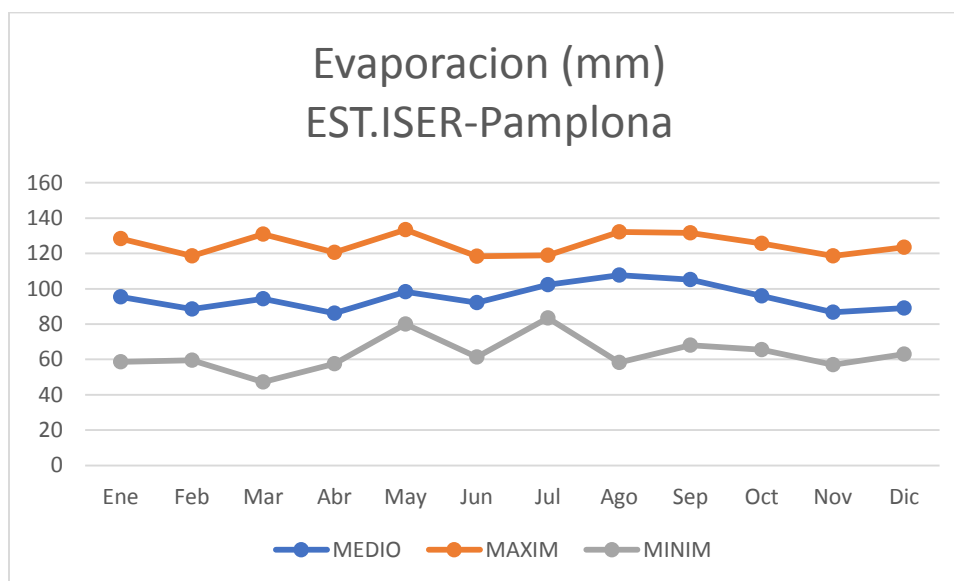
6.5.3.8. HUMEDAD RELATIVA.

Los valores medios anuales de evaporación son de 1141.6mm, así mismo los valores máximos y mínimos mensuales registrados son de 133.5 y 47.2 mm, correspondiendo a los meses de mayo y marzo respectivamente.⁵⁰

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	VR Anual
MEDIO	95.4	88.5	94.4	86.1	98.3	92.2	102.2	107.7	105.2	95.9	86.7	89.0	1141.6
MAXIM	128.4	118.6	130.9	120.6	133.5	118.4	118.9	132.1	131.7	125.7	118.6	123.4	133.5
MINIM	58.6	59.6	47.2	57.6	80.0	61.3	83.4	58.2	68.0	65.5	57.0	63.0	47.2

Tabla 10 Valores de evaporación media mensual ISER Pamplona

Fuente: IDEAM 2019



Gráfica 9 Valores de evaporación media mensual ISER Pamplona

Fuente: IDEAM 2019.

⁵⁰. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

6.5.3.9. Evapotranspiración.

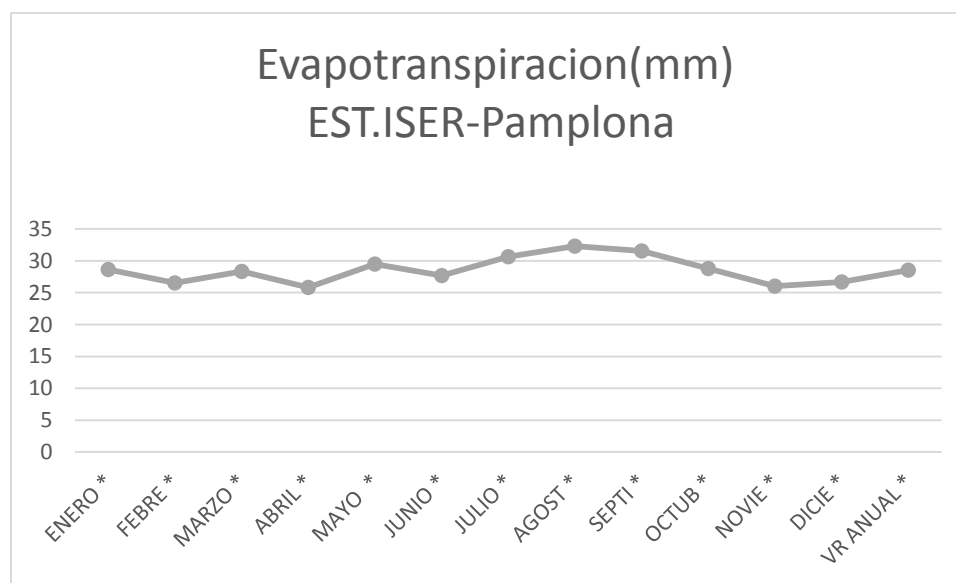
La evapotranspiración es la combinación de la evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación; el volumen de agua evapotranspirado, forma parte de la humedad atmosférica como vapor y representa una pérdida de agua en el balance hídrico de la cuenca.⁵¹

En la tabla siguiente se presenta el cálculo de la evapotranspiración potencial,

		ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VR ANUAL
EVAPO	mm/mes	95,4	88,5	94,4	86,1	98,3	92,2	102,2	107,7	105,2	95,9	86,7	89	95,13
	mm/día	3,18	2,95	3,14	2,87	3,276	3,073	3,406	3,59	3,50	3,19	2,89	2,96	3,17
EVT	mm/mes	28,62	26,55	28,32	25,83	29,49	27,66	30,66	32,31	31,56	28,77	26,01	26,7	28,54

Tabla 11. Valores de evapotranspiración media mensual

Fuente: IDEAM 2019



Gráfica 10 Valores de evapotranspiración media mensual

Fuente: IDEAM 2019

51. http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/hidroclimatologicos_texto.pdf

6.5.3.10. Hidroclimatológicos.

En la siguiente tabla, se presenta un resumen de los principales aspectos hidroclimatológicos.⁵²

PARAMETRO	VALOR
Altura Sobre El Nivel Del Mar	2340 m
Clima Característico Del Piso Térmico	Templado húmedo
Temperatura Máxima	15.1°C
Temperatura Promedio	17.2 °C
Temperatura Mínima	12.2°C
Precipitación Máxima Mensual	400,1 mm (Abril-2011)
Precipitación Mínima	0.4 mm(Diciembre-77)
Precipitación Promedio Mensual	76mm
Precipitación Máxima Diaria	64.60 mm
Precipitación Promedio Anual	921.5 mm
Máximo Caudal En Precipitación*	32.40 mm/h (Nov-88)
Meses Más Lluviosos	Abr, may, jun, oct y nov.
Mes Con Mayor Incidencia De Aguaceros Fuertes	Octubre
Brillo Solar Promedio Anual	1500.1 Horas
Humedad Relativa Promedio	77%

Tabla 12. Valores hidroclimatológico ISER Pamplona

Fuente: IDEAM 2019

⁵² http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/hidroclimatologicos_texto.pdf

⁵³. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

7. METODOLOGIA.

Con el fin de cumplir con los objetivos propuestos por este proyecto, se realizó una metodología evaluativa –exploratoria- proyectiva el cual es un método de investigación en la cual el investigador observa un evento durante cierto tiempo, describe, analiza y busca explicaciones y factores relacionados entre sí, de modo tal que logra anticipar cuál será el comportamiento futuro o la tendencia de ese evento

La investigación exploratoria requiere de un exhaustivo y laborioso proceso de recolección de datos en el campo, donde se aplican instrumentos estructurados con el fin de recolectar la mayor cantidad de información posible con respecto a diversos eventos. ⁵⁴

El estudio de este proyecto en cuanto a los objetivos del caso, se trata de producir una serie de datos que puedan ser avalados y posteriormente ejecutados que permitan beneficiar a una cierta población. A partir del estudio, la observación y recolección de datos y aplicaciones ingenieriles.

Para realizar el diseño de la ampliación del relleno sanitario regional La Cortada del municipio de Pamplona, principalmente se desarrollaron 3 fases:

54. <http://aprenderlyx.com/tipos-de-metodologia-de-investigacion/>.

7.1 FASE 1:

Realizar un diagnóstico para evaluar las condiciones y problemáticas que presenta el relleno sanitario regional La Cortada de Pamplona (N. de S.), en su actual operación. Estudio el cual se desarrolló entre los meses de Noviembre de 2018 a Enero de 2019, a partir de los estudios existentes, Estudio de Impacto Ambiental – EIA, diseños de ingeniería, plan de manejo del relleno PMA; considerando la normatividad ambiental vigente, así como los actos administrativos expedidos por el MAVDT y CORPONOR.

En el mes de Enero del año 2018 se realizó el diagnóstico de la situación actual del relleno sanitario "La Cortada", en dicho informe se evaluaron las condiciones jurídicas, ambientales, técnicas, operativas, administrativas y sociales; se identificó la problemática y se plantearon las soluciones necesarias para garantizar la operación del relleno sanitario durante los próximos años.

En el transcurso de los meses de Noviembre a Enero se realizaron estudios de campo correspondientes a la actualización del levantamiento topográfico del relleno sanitario, estudio de suelos, caracterización socioeconómica de la población de recicladores que realizan sus labores en el relleno sanitario, actualización de la matriz de impactos y del PMA.

7.2. FASE 2.

se realizan estudios previos al diseño como estudio topográfico, estudio Geotécnico, estudio de Geología y suelos, los cuales se analizan y se concretan las posibles soluciones y para optimizar el funcionamiento del relleno sanitario La Cortada, basadas en los resultados obtenidos en el diagnóstico, que permitan el mejoramiento de las condiciones actuales del relleno sanitario, tendiendo como primordial objetivo mejorar su estabilidad y capacidad en área para garantizar un

adecuado volumen de residuos sólidos a disponer de los municipio de Pamplona, Pamplonita, Toledo, Chitaga, Cucutilla, Silos Cacota, Labateca y Mutiscua.

7.3. FASE 3.

Con base a los lineamientos que arrojan las adecuaciones necesarias del relleno para garantizar su mejoramiento y la posible ampliación de áreas de disposición se realiza la proyección de la población objeto, cantidad de residuos generados en un periodo de tiempo así mismo de lixiviados y gases que se generan en la biodegradación, realizando los cálculos ingenieriles mediante métodos ya establecidos para su determinación, y de igual manera se establecen las áreas de ampliación, y por último se realiza el dimensionamiento de las celdas y el volumen de residuos sólidos que se podrá disponer en estas, y con el conjunto de estos resultados se concluye la vida útil del relleno sanitario.

- Anexo al trabajo se Formula un manual de funcionamiento del relleno sanitario para su óptima operación y manejo, el cual podría ser adoptado por la empresa encargada del relleno, EMPOPAMPLONA S.A E.S.P.
- Se desarrolla el plan de manejo ambiental del relleno sanitario en la fase de construcción y operación, el cual no se encuentra actualizado en la empresa de servicios públicos EMPOPAMPLONA S.A E.S.P.

8. RESULTADOS.

8.1. CONDICIONES ACTUALES

- Las condiciones actuales de estabilidad y las inclinaciones de las celdas y de la masa de residuos limita el crecimiento ascendente de las celdas que estaban planteadas para una posible ampliación ya que normas geotécnicas y de estabilidad no lo permitirían.
- El relleno sanitario “La Cortada” no tiene maquinaria para su correcta operación, salvo un pequeño bulldozer tipo D4 en precarias condiciones y con una vida de más de 20 años de uso.
- Dentro del el relleno sanitario “la cortada” existe la presencia de recicladores, y esta actividad se realiza en el frente de disposición impidiendo la correcta operación y sin que las personas que intervienen en esta tarea cumplan con los mínimos estándares de seguridad.
- En el relleno sanitario “La Cortada” No se estaba realizando cobertura diaria, aumentando la probabilidad de infiltración de aguas lluvias en la masa de residuos y de igual manera masificando la presencia de vectores como perros, gallinazos, roedores, entre otros.
- Debido a que la caseta de entrada al relleno no se encuentra en funcionamiento y que no existe cerramiento perimetral del mismo, no se puede llevar un control de las personas que entran a las instalaciones, ni de las funciones que van a desempeñar.
- Existían afloramientos de lixiviados en los taludes, en las patas de los taludes y se estaba haciendo recirculación de lixiviados a la masa de residuos.

- El sistema de desgasificación no era suficiente y existía la probabilidad de que la presión aumente con el paso del tiempo.
- Debido a problemas de llenado se vio la necesidad de intervenir las áreas destinadas a la celda 4, pero dicha intervención no se llevó a cabo respetando las especificaciones técnicas del diseño, no se pudo evidenciar la verticalidad de las chimeneas, ni su construcción desde el fondo, actualmente se encuentran inclinadas en los taludes, no se evidencia la adecuada compactación de los residuos sólidos de acuerdo con el manual de operación del relleno, las redes de captación de lixiviados se taponan fácilmente y la protección de los filtros es rasgada y rota constantemente, no se cuenta con acopio de material de cobertura y no se cubren los residuos diariamente, en la actualidad se tienen problemas con la estructura de la báscula porque se presentan emposamientos dentro de la estructura y por ende se traba la báscula, para controlar los residuos que diariamente son esparcidos por los vientos, el relleno sanitario no cuenta con los elementos necesarios para impedir o controlar este proceso, lo que hace que los trabajadores del relleno deban ir por todas las inmediaciones del área recogiendo residuos.
- La construcción de la planta de lixiviados limita el desarrollo de las obras de optimización planteadas en diseños.
- No existía un monitoreo continuo de la producción de lixiviados, el caudal de llegada a los tanques era demasiado bajo evidenciando así un posible taponamiento de tuberías y un incorrecto funcionamiento de la red de lixiviados.



Imagen 8 Taludes de las terrazas 1, 2,3 que aún no han sido cerrados técnicamente
Fuente: Angee Delgado, 2018.



Imagen 9 Panorámica del Relleno sanitario La Cortada.
Fuente: Angee Delgado



Imagen 10 Inclination de taludes.
Fuente: Angee Delgado



Imagen 11 No cobertura de los residuos sólidos dispuestos.
Fuente: Angee Delgado



Imagen 12 Planta de Lixiviados
Fuente: Angee Delgado



Imagen 13 material de excavación sin compactación
Fuente: Angee Delgado



Imagen 14 base de la masa de residuos sin estabilidad
Fuente: Angee Delgado

8.2. Estudios preliminares al diseño.

8.2.1. Topografía. (Ver anexo 1)

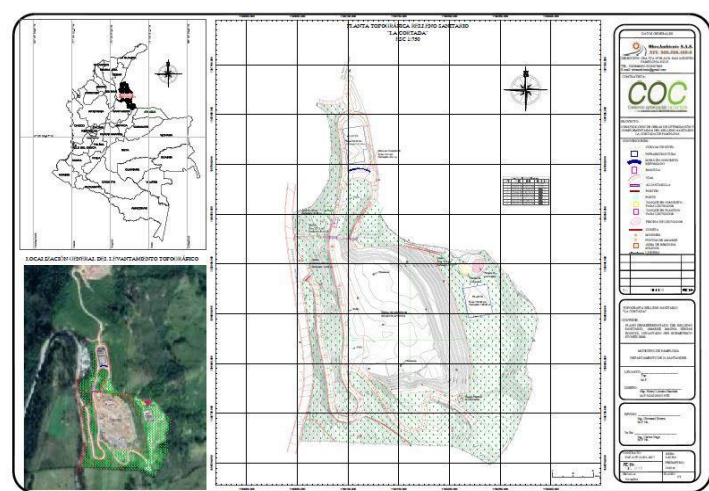


Imagen 13 Levantamiento de información topográfica predio relleno sanitario La Cortada, Municipio de Pamplona
Fuente: Elaborado por consultoría COC. 2019.

8.2.3 SUELOS Y GEOTECNIA. (Ver anexo 2.)

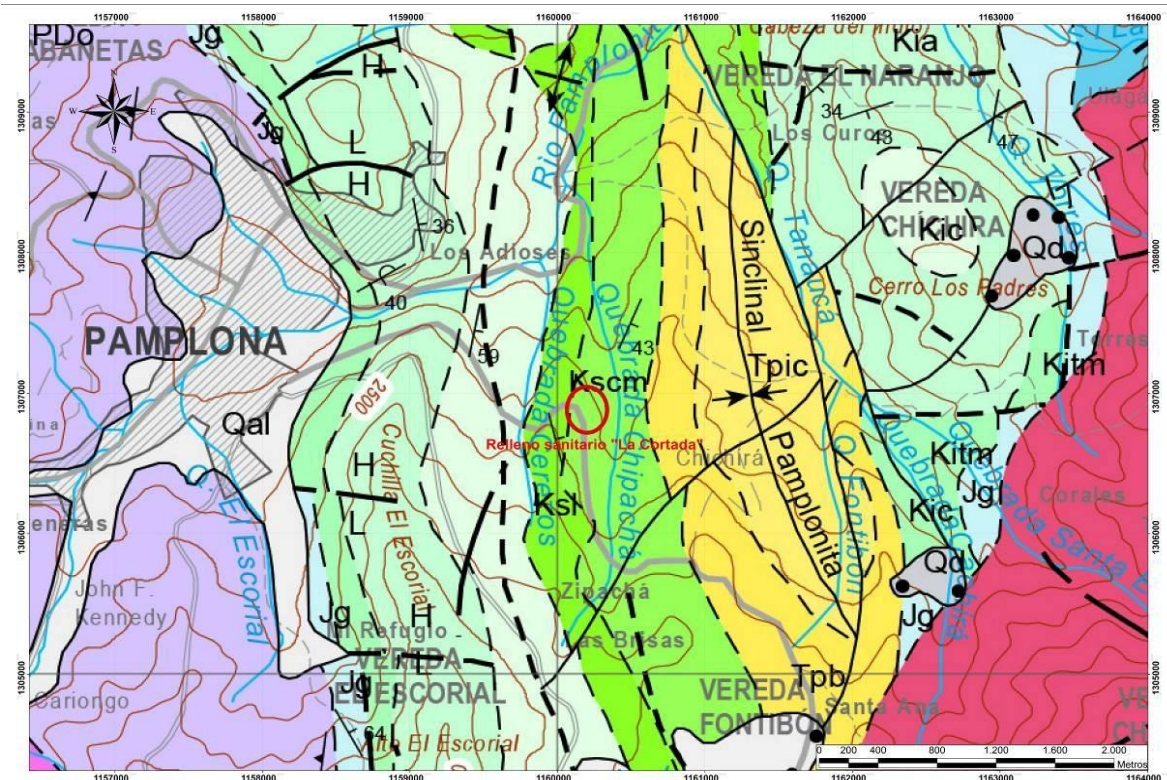
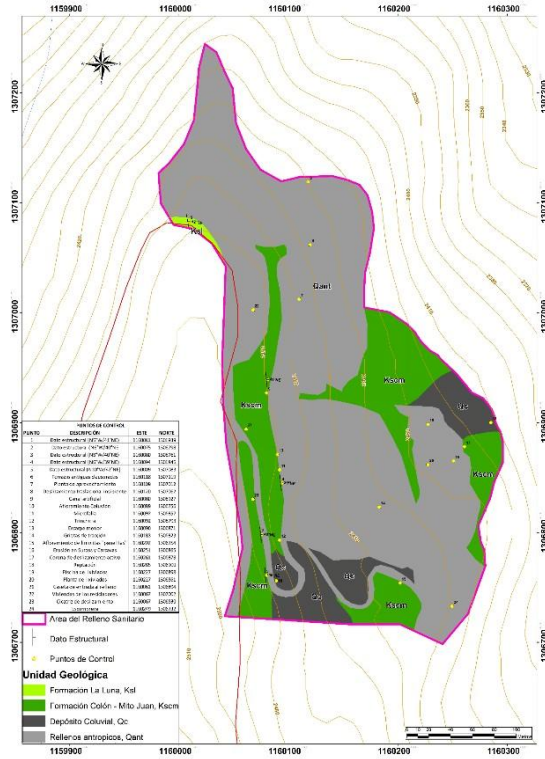


Imagen 14 Mapa geológico regional del área de estudio, en el círculo rojo se observa la localización del relleno sanitario “La Cortada”. Modificado de la Plancha Geológica 110 – Pamplona.
Fuente: Elaborado por consultoría COC 2018.

- En la gráfica 18 se observa el mapa de la geología local del relleno sanitario regional “La Cortada” con los puntos de control que se hicieron en el recorrido durante la salida de campo.⁵⁵



**Imagen 15 Mapa geológico local del relleno sanitario “La Cortada”
Fuente: Elaborado por consultoría COC 2018.**

8.2.4. GEOMORFOLOGIA. (Ver anexo 3)

En la siguiente imagen se observa que la zona donde se localiza el relleno sanitario predominan las pendientes con un rango de 15 – 30 % y 30 y 50 %.⁴⁶

55. consultoría optimización La Cortada.
56. consultoría optimización La Cortada.

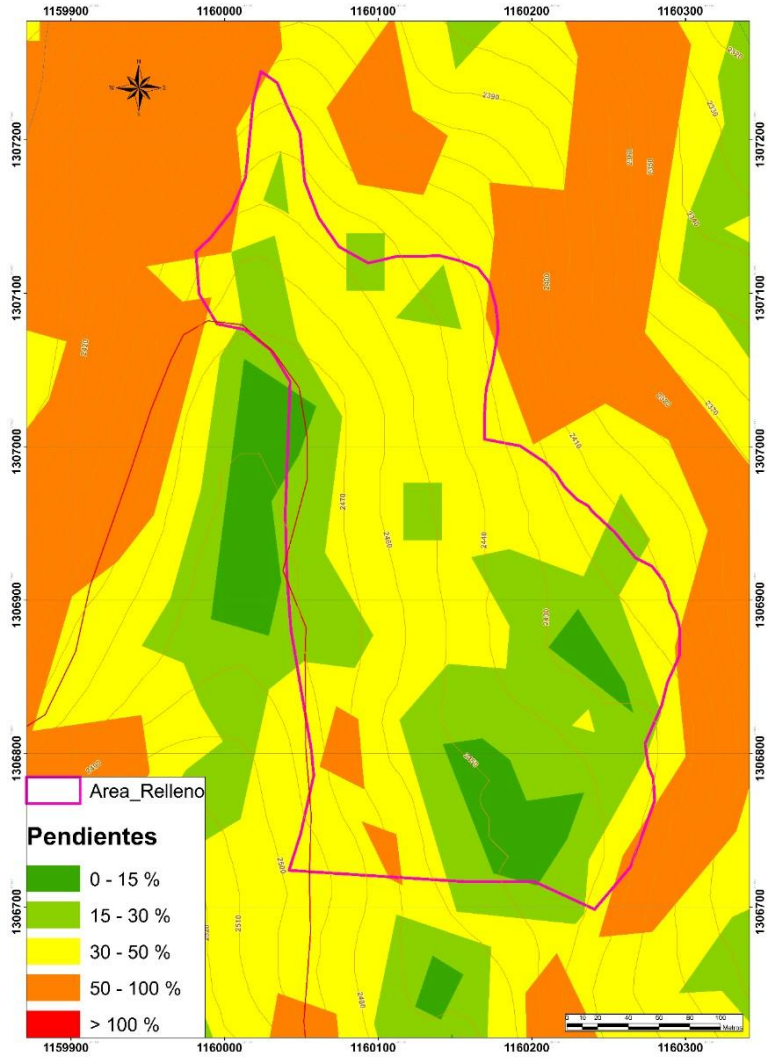


Imagen 16 Mapa de pendientes para el área de estudio
Fuente: Elaborado por consultoría COC 2018.

8.3 PROYECCION DE POBLACION

La proyección de la población es uno de los criterios más importantes al diseñar obras de saneamiento básico, porque define las necesidades de la población en cuanto a la disposición final de residuos sólidos para mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio. Teniendo en cuenta la proyección poblacional se puede definir y estimar el periodo de diseño, el tamaño del proyecto, así mismo proponer la metodología que se utilizara para su diseño y su capacidad máxima de operación.⁴⁷

Para la proyección de la población se tomaron como referencia los censos oficiales del 2005 ,1993 y 1985 que se han realizado en el país por medio del DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). Adicionalmente se buscaron los censos de los municipios a los que el relleno sanitario La Cortada presta el servicio de disposición final. (Pamplona, Cucutilla, Pamplonita, Cacota, Labateca, Silos, Chitaga, Mutiscua, Toledo)⁴⁸

Con estos datos se procedió a determinar los diferentes métodos de proyección de la población como lo define la Norma RAS 2000 en el Título B.2.4.3.4 “métodos de cálculo”

La población de estudio se encuentra en nivel de complejidad **alto** y ya que el método para el cálculo de la proyección de población depende del nivel de complejidad, el RAS 2000 determina para este nivel de complejidad aplicar los métodos: geométrico, wappus, Con los cual se establecen proyecciones de población datos que se utilizarán para poder definir la cantidad de habitantes, obteniendo así los siguientes resultados en la gráfica 19 y en la tabla 13.

57. COC. Consultoría optimización la cortada
58. DANE

Asignación del nivel de complejidad

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana ⁽¹⁾ (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios ⁽²⁾
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Notas : (1) Proyectado al periodo de diseño, incluida la población flotante.

(2) Incluye la capacidad económica de población flotante. Debe ser evaluada según metodología del DNP.

Tabla 13. Asignación del nivel de Complejidad
Fuente: Normas RAS2000

MÉTODO WAPPUS:

La ecuación de proyección por el método wappus es:

$$pf = pci \left[\frac{200 + i * (Tf - Tci)}{200 - i * (Tf - Tci)} \right]$$

En donde la tasa de crecimiento se calcula a partir de:

$$I = \left[\frac{200 * (Puc - Pci)}{(Tf - Tci) * (Puc + Pci)} \right]$$

Donde:

Pci: censo de población inferior

Puc: población última censo

Pf: población final

Kg: constante de población

Tuf: último censo año

Tci: censo año inicial

El modelo de crecimiento es válido siempre y cuando el término, tenga un valor positivo.

$$200 - i * (Tf - Tci)$$

Método de crecimiento Geométrico:

$$pf = pci \left[\frac{Puc}{Pci} \right]^{\frac{1}{Tuc - Tci}}$$

$$Pf = Puc (1+r)^{Tf - Tuc}$$

Donde:

r: tasa de crecimiento anual

Pu: población ultima

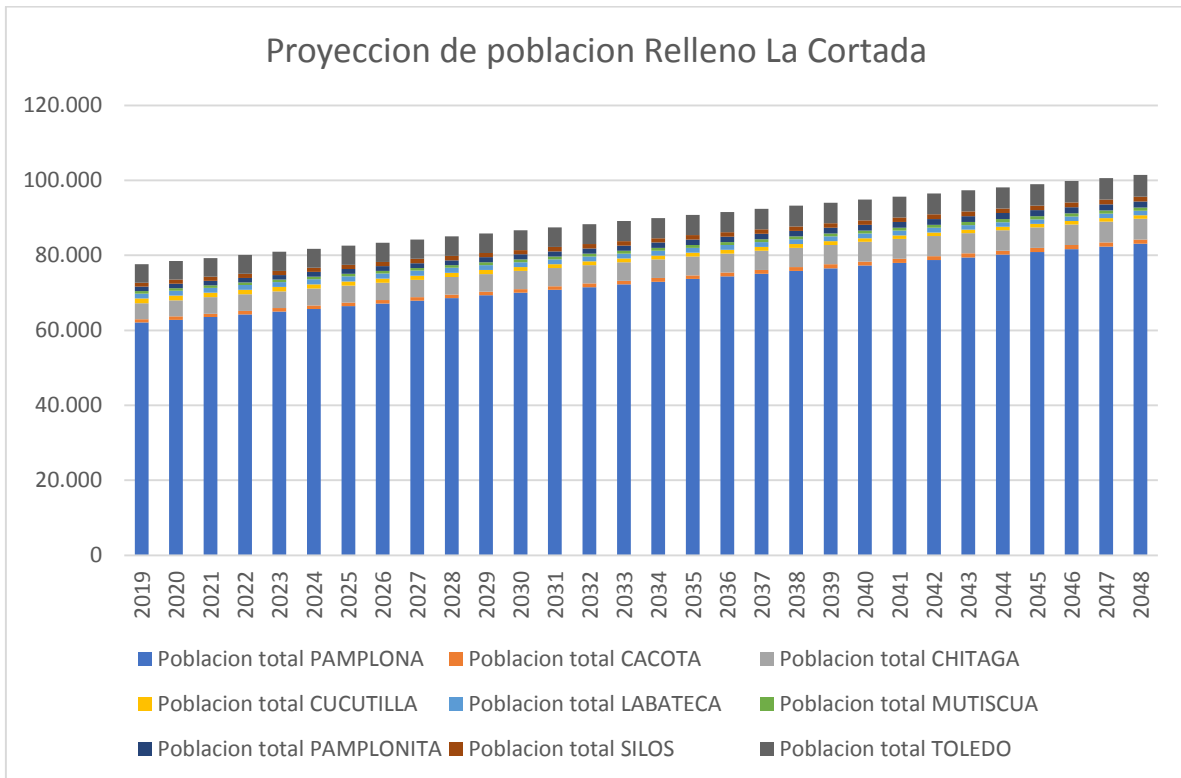
Pi: población inicial

Tuf: último censo año

Tci: censo año inicial

Obteniendo:

(Memoria de cálculo completa (ver anexo 4.)



Gráfica 11 Proyección de población Relleno La Cortada
Fuente: Angee Delgado

Tabla 14 Proyección de población de los 9 municipios
Fuente: Angeee delgado

Año	Población total PAMPLONA	Población total CACOTA	Población total CHITAGA	Población total CUCUTILLA	Población total LABATECA	Población total MUTISCUA	Población total PAMPLONITA	Población total SILOS	Población total TOLEDO	TOTAL
2019	62.099	883	4.276	1.213	1.326	706	1.128	1.084	4.931	77.647
2020	62.823	891	4.322	1.202	1.322	711	1.146	1.090	4.960	78.467
2021	63.546	899	4.368	1.191	1.318	717	1.164	1.096	4.988	79.287
2022	64.269	907	4.414	1.181	1.314	722	1.181	1.102	5.017	80.107
2023	64.992	914	4.460	1.170	1.310	727	1.199	1.108	5.046	80.927
2024	65.715	922	4.506	1.159	1.306	733	1.217	1.114	5.074	81.747
2025	66.438	930	4.552	1.148	1.302	738	1.235	1.120	5.103	82.567
2026	67.162	938	4.598	1.137	1.298	744	1.253	1.126	5.131	83.386
2027	67.885	945	4.644	1.126	1.294	749	1.270	1.132	5.160	84.206
2028	68.608	953	4.690	1.116	1.290	755	1.288	1.138	5.189	85.026
2029	69.331	961	4.736	1.105	1.286	760	1.306	1.144	5.217	85.846
2030	70.054	969	4.782	1.094	1.282	765	1.324	1.150	5.246	86.666
2031	70.777	976	4.828	1.083	1.278	771	1.342	1.156	5.275	87.486
2032	71.501	984	4.873	1.072	1.274	776	1.359	1.162	5.303	88.306
2033	72.224	992	4.919	1.062	1.271	782	1.377	1.168	5.332	89.126
2034	72.947	1.000	4.965	1.051	1.267	787	1.395	1.174	5.360	89.946

2035	73.670	1.007	5.011	1.040	1.263	792	1.413	1.180	5.389	90.766
2036	74.393	1.015	5.057	1.029	1.259	798	1.431	1.186	5.418	91.586
2037	75.116	1.023	5.103	1.018	1.255	803	1.449	1.192	5.446	92.406
2038	75.840	1.031	5.149	1.008	1.251	809	1.466	1.198	5.475	93.226
2039	76.563	1.038	5.195	997	1.247	814	1.484	1.204	5.504	94.046
2040	77.286	1.046	5.241	986	1.243	819	1.502	1.210	5.532	94.866
2041	78.009	1.054	5.287	975	1.239	825	1.520	1.216	5.561	95.686
2042	78.732	1.062	5.333	964	1.235	830	1.538	1.222	5.589	96.506
2043	79.455	1.069	5.379	954	1.231	836	1.555	1.228	5.618	97.325
2044	80.178	1.077	5.425	943	1.227	841	1.573	1.234	5.647	98.145
2045	80.902	1.085	5.471	932	1.223	846	1.591	1.240	5.675	98.965
2046	81.625	1.093	5.517	921	1.219	852	1.609	1.246	5.704	99.785
2047	82.348	1.100	5.563	910	1.215	857	1.627	1.252	5.733	100.605
2048	83.071	1.108	5.609	900	1.211	863	1.645	1.258	5.761	101.425

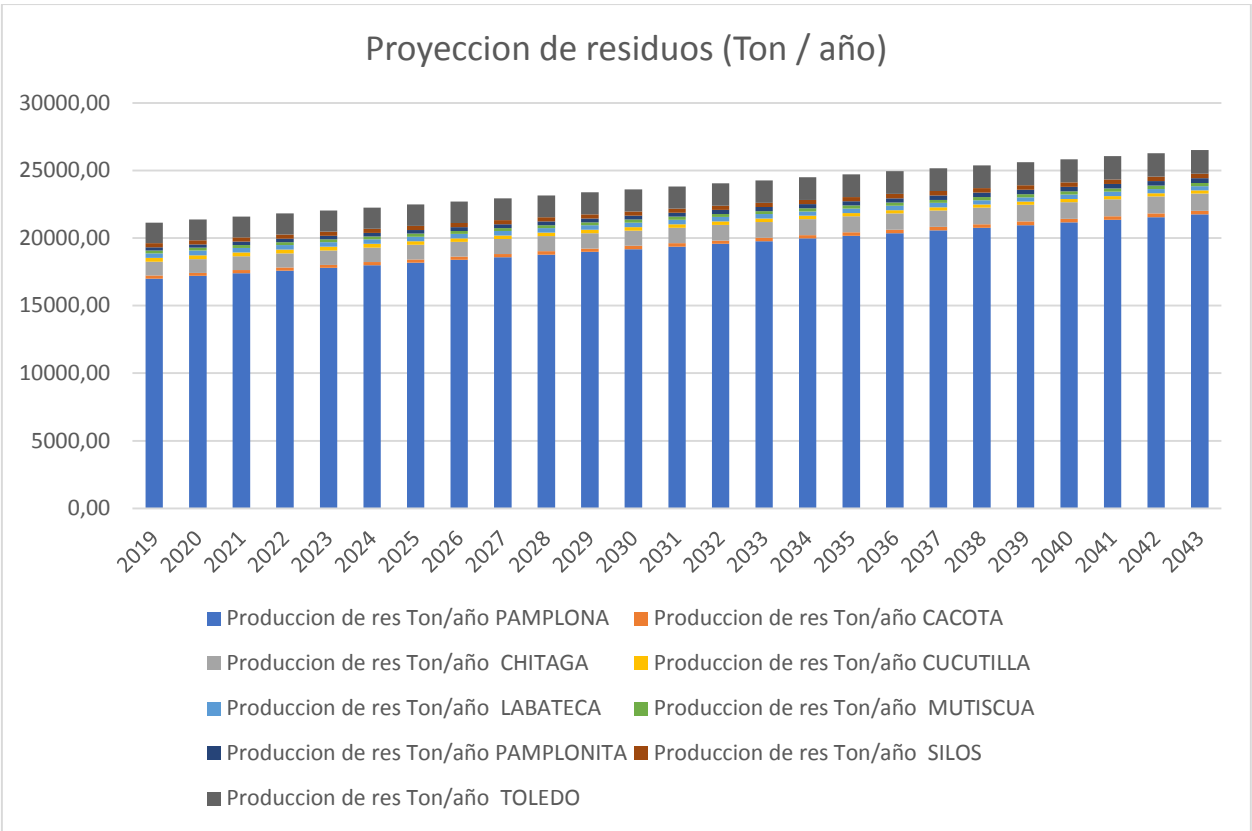
8.4 PROYECCION DE RESIDUOS

Es importante conocer la cantidad y tipo de residuos sólidos que se producen en la población por atender, para así definir qué cantidad de residuos se pretende llevar al relleno sanitario y por tanto precisar su disposición final; La producción per cápita de residuos sólidos para los nueve municipios es de 0.75 Kg/Hab-día y una composición física de residuos como se muestra en la tabla 14 según lo indicado en el PGIRS de Pamplona. ⁴⁹

Composición física	
Materia Orgánica	55%
Plástico	11%
Cartón	10%
Papel	4%
Vidrio	3%
Metal	1%
Otros	16%
	100%

Tabla 15. Composición física de residuos
Fuente: plan de gestión integral de residuos sólidos de Pamplona.

Con la información de la tomada del PGIRS y proyectado en las 13 y la tabla 14 se procede hacer un cálculo total de los residuos que se generan. A continuación, se presentan en la Tabla 15 y en la gráfica 20. (Memoria de cálculo en Excel ver anexo 5).



Gráfica 12 Proyección de residuos (Ton /año)
Fuente. Angee delgado

Tabla 16. Producción de residuos de los 9 municipios (ton / año)
Fuente. Angee delgado

AÑO	Producción de res Ton/año PAMPLON A	Producción de res Ton/año CACOTA	Producción de res Ton/año CHITAGA	Producción de res Ton/año CUCUTILLA	Producción de res Ton/año LABATECA	Producción de res Ton/año MUTISCU A	Producción de res Ton/año PAMPLONIT A	Producción de res Ton/año SILOS	Producción de res Ton/año TOLEDO	TOTAL
2019	16999,73	225,68	1014,49	287,77	338,78	206,12	247,01	296,84	1529,87	21146,29
2020	17197,70	227,66	1025,39	285,21	337,77	207,69	250,91	298,48	1538,75	21369,56
2021	17395,66	229,64	1036,30	282,64	336,76	209,27	254,81	300,12	1547,63	21592,84
2022	17593,63	231,63	1047,20	280,08	335,74	210,85	258,71	301,76	1556,51	21816,11
2023	17791,59	233,61	1058,10	277,52	334,73	212,43	262,61	303,40	1565,39	22039,39
2024	17989,56	235,59	1069,01	274,95	333,72	214,01	266,52	305,04	1574,27	22262,66
2025	18187,52	237,57	1079,91	272,39	332,71	215,58	270,42	306,68	1583,15	22485,94
2026	18385,49	239,55	1090,81	269,83	331,70	217,16	274,32	308,32	1592,03	22709,21
2027	18583,45	241,54	1101,72	267,26	330,69	218,74	278,22	309,96	1600,91	22932,48
2028	18781,42	243,52	1112,62	264,70	329,67	220,32	282,12	311,60	1609,79	23155,76

2029	18979,38	245,50	1123,52	262,13	328,66	221,89	286,02	313,24	1618,67	23379,0 3
2030	19177,35	247,48	1134,43	259,57	327,65	223,47	289,92	314,88	1627,55	23602,3 1
2031	19375,31	249,46	1145,33	257,01	326,64	225,05	293,83	316,52	1636,43	23825,5 8
2032	19573,28	251,45	1156,23	254,44	325,63	226,63	297,73	318,16	1645,31	24048,8 6
2033	19771,24	253,43	1167,14	251,88	324,62	228,21	301,63	319,80	1654,19	24272,1 3
2034	19969,21	255,41	1178,04	249,31	323,61	229,78	305,53	321,44	1663,07	24495,4 1
2035	20167,17	257,39	1188,94	246,75	322,59	231,36	309,43	323,08	1671,95	24718,6 8
2036	20365,14	259,37	1199,84	244,19	321,58	232,94	313,33	324,72	1680,83	24941,9 6
2037	20563,10	261,36	1210,75	241,62	320,57	234,52	317,24	326,36	1689,71	25165,2 3
2038	20761,07	263,34	1221,65	239,06	319,56	236,10	321,14	328,00	1698,59	25388,5 0
2039	20959,03	265,32	1232,55	236,49	318,55	237,67	325,04	329,64	1707,47	25611,7 8
2040	21157,00	267,30	1243,46	233,93	317,54	239,25	328,94	331,28	1716,35	25835,0 5
2041	21354,96	269,28	1254,36	231,37	316,53	240,83	332,84	332,92	1725,24	26058,3 3
2042	21552,93	271,27	1265,26	228,80	315,51	242,41	336,74	334,56	1734,12	26281,6 0

2043	21750,89	273,25	1276,17	226,24	314,50	243,98	340,65	336,20	1743,00	26504,8 8
-------------	----------	--------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	--------------

8.5 CANTIDAD DE GASES Y LIXIVIADOS DE DESCOMPOSICION

Los residuos sólidos están compuestas por diversos materiales de desecho, los cuales se agruparán, para los efectos aquí buscados, en tres grandes conjuntos:

Materiales susceptibles de descomposición, conformados por los rápidamente putrescibles, que son básicamente los desechos de comida y los de descomposición lenta, tales como papel, cartón, textiles, madera y poda de árboles.

Materiales inertes o de muy difícil descomposición, conformados por tierra, arena, plásticos, caucho, vidrio y metales.

El primer grupo, o sea los materiales susceptibles de descomposición y el último, esto es el agua, son los que intervienen en la descomposición generadora de gases y lixiviados.⁵⁹

La biodegradación se realiza inicialmente en condiciones prevalentemente aeróbicas, en razón del oxígeno del aire atrapado dentro de las oquedades remanentes después de la compactación. Como dicho aire no es renovado, rápidamente se agota el oxígeno y la descomposición procede, en adelante, en condiciones anaeróbicas. Por lo anterior, se considera que en su conjunto la degradación se realiza fundamentalmente por la acción de microorganismos anaeróbicos.

En general, cuando se trata de residuos domésticos, las cantidades de azufre son insignificantes, de tal manera que la anterior relación se simplifica así:

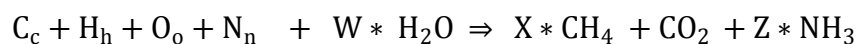
En términos globales, un grupo de reactivos sólidos y líquidos se transforman en unos productos gaseosos. En relación con estos últimos, cabe anotar la insolubilidad del metano, la baja solubilidad del gas carbónico y la gran solubilidad del gas amonio, todos ellos en relación con el agua.⁶⁰

El grupo de compuestos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno (eventualmente también azufre) se puede representar mediante una fórmula empírica que indique la abundancia relativa de cada uno de los elementos químicos dentro del conjunto. Para ello se requiere la información de la humedad de cada uno de los componentes que lo constituyen, así como la composición química elemental de cada componente seco.

Con la anterior información se puede lograr el conocimiento de las cantidades relativas de los diferentes elementos, las que, junto con los correspondientes pesos atómicos, permiten calcular las cantidades relativas de átomos de cada uno de los elementos mencionados y fácilmente, la fórmula empírica representativa de todo el conjunto.

Una vez lograda la fórmula empírica correspondiente a los materiales que intervienen en la bio-descomposición, se puede proceder al balance estequiométrico. Como información complementaria, se requieren la composición restante de la caracterización y el grado de avance de la reacción de descomposición biológica. En relación con esto último se puede partir del supuesto de un porcentaje global de conversión y operar con la fórmula empírica antes encontrada. Si se diferenciara la conversión para cada uno de los componentes del grupo de los susceptibles de descomposición, se requeriría recalcular la fórmula empírica con base en cada porcentaje de conversión u operar por separado con cada componente del grupo, evaluando la estequiometría respectiva y sumando, finalmente de manera ponderada los productos del conjunto.

La ecuación química para cualquiera de los casos es:



una vez averiguados los coeficientes estequiométrico, se puede saber qué cantidad de productos se generan por la descomposición de una cierta cantidad de compuesto orgánico reactivo, así como la cantidad de agua que desaparece del medio al intervenir como reactivo en la reacción. De esta manera se podrá conocer el total de compuestos que aparecerán al finalizar la misma. Estos son los inertes, no afectados por la degradación; los orgánicos, que intervienen finalmente en ella; el agua remanente no consumida en el cambio bioquímico y los productos nuevos (metano, gas carbónico y gas amonio).⁶¹

En relación con el agua que permanece finalmente sin intervenir en la reacción, cabe preguntar si podrá ser soportada sin sobresaturación y escurrimiento por la cantidad disminuido de sólidos que quedan al final del proceso. Se puede suponer que los sólidos remanentes pueden contener hasta el 40% de humedad global, cualquier cantidad por encima de ese valor causará sobresaturación y escurrimiento, lo que constituirá el lixiviado ocasionado por la descomposición de las basuras dispuestas. Cuando la basura tiene una humedad menor de 40% en peso, no debe producir lixiviados, al contrario, se vuelve ávida por el agua y mientras más seca la entreguen, menor será el problema de los lixiviados.⁶²

Los valores así hallados de gases y lixiviados corresponden al período total de descomposición, o sea la generación global durante toda la vida del relleno sanitario hasta su estabilización. Como se presenta en la gráfica 18 y grafica 19. (Memoria de cálculo en Excel ver anexo 6)

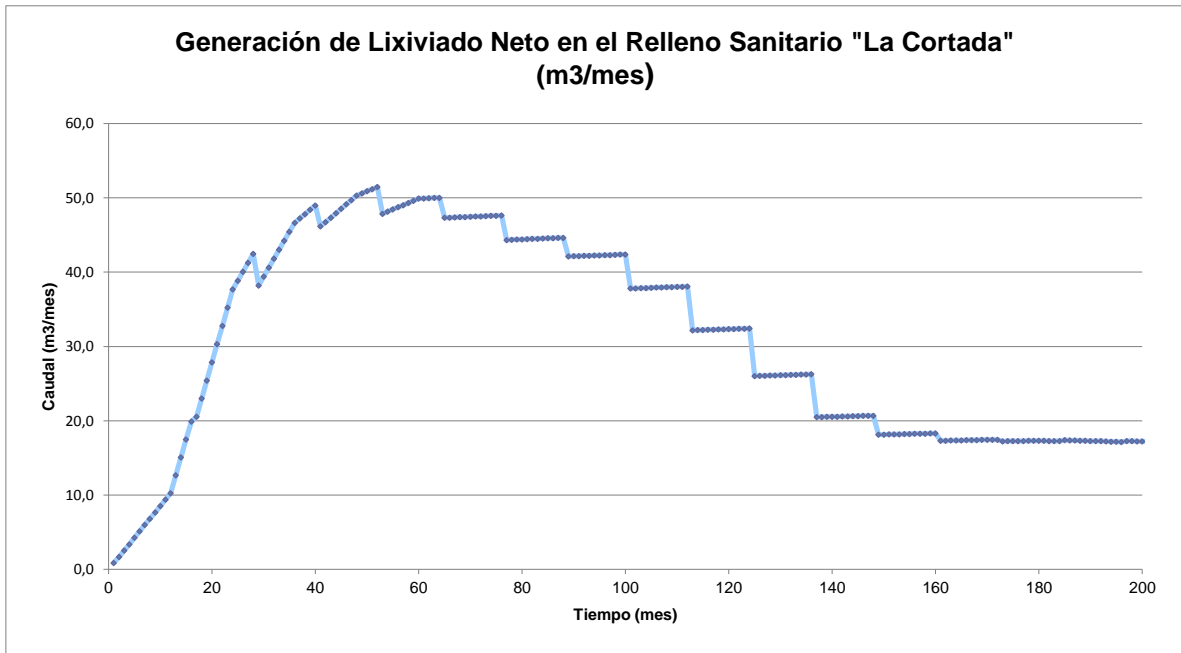
59. <https://tendencias.com/eco/contaminacion-que-son-los-lixiviados/>

60. <https://www.cogersa.es/metaspaces/portal/14498/19173>

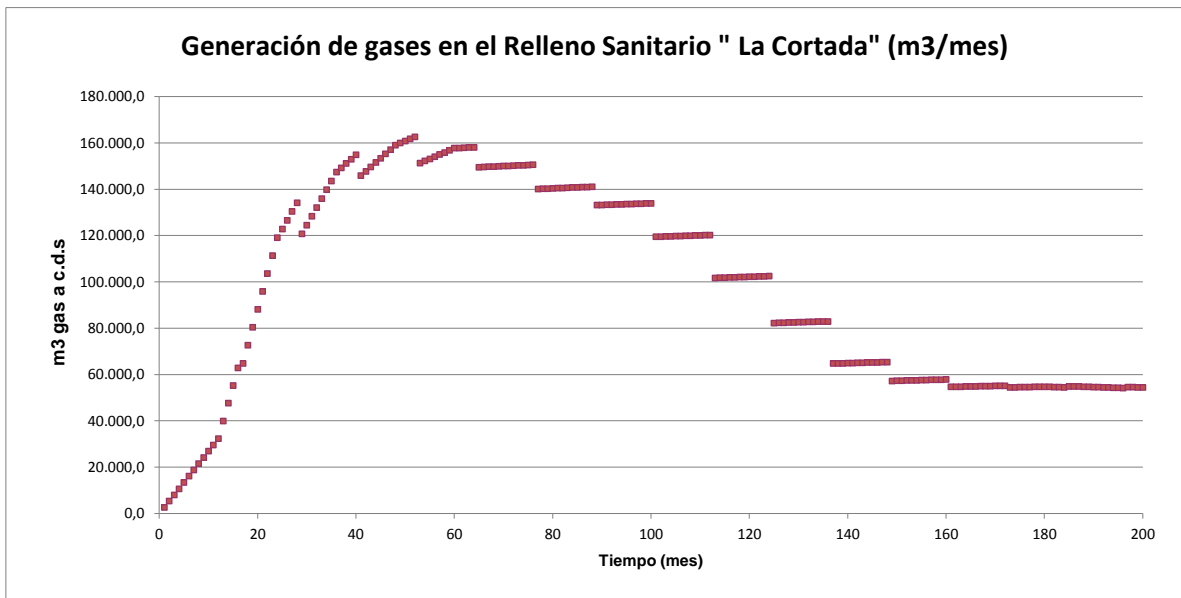
61. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/63875>

62. http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2006/10/13/156373.php

63. Weytzelfeld, H. (2002). Manual básico sobre evaluación del impacto en el ambiente y la salud. Ciudad de México: Editorial fundamentos.



Gráfica 13 Generación de Lixiviado Neto en el Relleno Sanitario "La Cortada" (m³/mes)
 Fuente: Angee Delgado



Gráfica 14 Generación de gases en el Relleno Sanitario " La Cortada" (m³/mes)
 Fuente: Angee Delgado

- 8.6. Área y Volumen del relleno La Cortada.** (Ver anexo7; plano de la posible ampliación del relleno y llenado de celdas)
- 8.7. Planos de la posible ampliación del relleno sanitario regional La Cortada del municipio de Pamplona** (Ver anexo 8)
- 8.7. Recomendaciones para implementar en el manual de operación del relleno sanitario La cortada.** (Ver anexo 9.)
- 8.8. Actualización del Plan de Manejo Ambiental del relleno sanitario La Cortada** (Ver anexo 10.)

9. CONCLUSIONES

Se puede concluir que la situación actual del relleno no es favorable, debido a una alta presión de poros, presencia de un alto grado de humedad y gases dentro de la masa de residuos, afectando directamente la estabilidad y disminuyendo la posibilidad de una ampliación ascendente.

El relleno sanitario debe ser intervenido de manera inmediata y se deben determinar una serie de actividades para bajar la presión de poros y garantizar la estabilidad del relleno sanitario, entre ellos se plantearon la construcción de pozos de extracción forzada de lixiviados y gases a una profundidad del 80% de la masa de residuos, construcción de un muro en tierra armada a lo largo de la pata del talud de la masa de residuos, reconfiguración geométrica de la inclinación de los taludes (preferiblemente 2:1 como mínimo), y una berma intermedia para mejorar las condiciones de estabilidad.

Es muy importante realizar la cobertura diaria para evitar riesgos de incendios, infiltración de aguas lluvias, erradicación de vectores de acuerdo a lo descrito en el manual de operación, esto no se está realizando de manera adecuada.

A nivel ambiental se tiene que no se han corregido los afloramientos de lixiviados, no se realiza la cobertura diaria, no se han sacado a los recicladores del frente de disposición, y continúan los residuos descubiertos, los olores y los vectores.

Se determina que al PGIRS debe ser implementado lo más pronto posible para que de esta manera se pueda disminuir el volumen de residuos sólidos que se disponen en el relleno sanitario.

10.RECOMENDACIONES.

Se recomienda a la empresa de servicios públicos EMPOPAMPLONA S.A E.S.P.

- Actualización del manual de operación del relleno sanitario de acuerdo a las condiciones actuales.
- Mejoramiento de las condiciones actuales o reemplazo de la maquinaria a utilizar en las labores de operación del relleno sanitario (Buldócer).
- Capacitación constante y permanente del personal operativo del relleno sanitario.
- Prohibición de las actividades de reciclaje dentro el relleno sanitario en especial en el frente de disposición.
- Supervisión y control del cumplimiento de los procesos operativos mediante bitácoras diarias en el relleno sanitario.
- Prohibición de la entrada a personal ajeno al relleno sanitario, salvo visitas guiadas por el personal del relleno.
- Realización de la cobertura diaria de las celdas de disposición para controlar olores, vectores y estabilidad.
- Cumplimiento de los estándares mínimos de compactación para garantizar estabilidad de la masa de residuos y vida útil.
- Mantenimiento continuo de las estructuras hidráulicas para el control de aguas lluvias y cuidado de las estructuras que se van a construir en una posible ampliación del relleno sanitario La Cortada.
- No realizar procesos de recirculación de lixiviados hasta que no se puedan monitorear y disminuir la presión de la masa de residuos.
- Monitores geotécnicos constantes para revisar la estabilidad de las obras a construir y los procesos de operación del relleno.

- Control de afloramientos de lixiviados y aforos constantes de caudales para mantener la eficiencia de la red de conducción y almacenamiento.
- Aplicar los programas propuestos en el PMA para control de los aspectos ambientales, técnicos, y operativos del relleno sanitario.
- Adecuar la inclinación y la altura de las celdas actualmente construidas, mejorar la inclinación de los taludes ya que se encuentran con un ángulo mayor a 45° y disponer en la celda actual sin subir una altura máxima de 2 metros.

11. BIBLIOGRAFIA.

- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2006) “Documento de manejo u operación del relleno sanitario doña juana- Bogotá, D.C. Octubre.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (s.f.). Plan de gestión integral de residuos sólidos. Recuperado el 29 de julio del 2018, de <http://ambientebogota.gov.co/planinstitucional-de-gestion-ambiental-piga1>.
- Valencia, A., Suarez, R., & Sánchez, A. (2010). Gestión de la contaminación ambiental: cuestión de corresponsabilidad. Revista de ingeniería, 90-99. recuperado el 30 de julio de 2018 de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n30/n30a12.pdf>
- Gonzales, E. (2004). Las concepciones del medioambiente en estudiantes de nivel superior. Revista iberoamericana de educación, 1-7. Recuperado el 30 de julio de 2018. file:///C:/Users/MI%20PC/Downloads/602Gonzalez.PDF
- C. P. C. Artículos 79 y 80. Recuperado el 31 de julio de 2018, de <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-3/articulo-79> Congreso de la República. (1991).
- Sánchez, G. (2002). Desarrollo y medio ambiente: una mirada a Colombia. Economía y desarrollo, 79-98.
- Weytzelfeld, H. (2002). Manual básico sobre evaluación del impacto en el ambiente y la salud. Ciudad de México: Editorial fundamentos.
- Glosario ambiental. Recuperado el 1 de agosto de 2018, de <http://www.ecoestrategia.com/articulos/glosario/glosario.pdf> Ministerio de ambiente. (2007). Recuperado el 2 de agosto de 2018, de <https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrb>

ana/pdf/sus

tancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf

- Manual de operación y manejo del relleno sanitario regional del municipio de Pamplona la cortada (2010).
- Plan de gestión integral de residuos sólidos del municipio de Pamplona norte de Santander. (2016).
- Archivos y documentos de la oficina de planeación de la empresa de servicios públicos EMPOPAMPLONA S.A E.S.P. (registro histórico).
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (**IDEAM**). <http://www.ideam.gov.co/>.
- 2011 COGERSA. <https://tendencias.com/eco/contaminacion-que-son-los-lixiviados/>
- Contaminación , eco 04 abr 2016 escrito por elena belberr <https://www.cogersa.es/metaspaces/portal/14498/19173>
- Alejandro Quintero Ramírez -Universidad Nacional de Colombia Ingeniero Civil de la Universidad Nacional <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/63875>
- Por Alex Fernández nuerza 13 de octubre 2006 http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2006/10/13/156373.php