

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.- Marco Conceptual

1.1.1.- Residuo

Define como cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización o tratamiento, cuya calidad no permite incluirlo nuevamente en el proceso que lo generó, (Juan M. & Avazini de Rojas, 2001).

1.1.2.- Residuo Sólido

Los residuos sólidos “son los restos de actividades humanas, considerados por sus generadores como inútiles, indeseables o desechables, pero que pueden tener utilidad para otras personas”, (Ruiz, 2004).

1.1.3.- Clasificación de los Residuos Sólidos

De acuerdo a la Ley 1333 del Medio Ambiente y Reglamento de Gestión de los Residuos Sólidos, 1992.

➤ **Según su Composición:**

- **Residuos Orgánicos o Biodegradables:** Son materiales que pueden ser transformados por microorganismo.
- **Residuos Inorgánicos o no Biodegradables:** Son materiales que resisten la acción transformadora de los microorganismos.

1.1.4.- Residuos Sólidos Aprovechables

Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo, (Juan M. & Avazini de Rojas, 2001).

1.1.5.- Residuos Sólidos No Aprovechables

Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicio que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición, (Juan M. & Avazini de Rojas, 2001).

1.1.6.-Residuos Biodegradables

Son materiales que pueden ser transformados por microorganismos, (RGRS, 1992).

1.1.7.- Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) O Municipales

Se hace referencia a los residuos Municipales, que son los residuos provenientes de la actividad urbana en general, o de los procesos de consumo y desarrollo de las actividades humanas y que normalmente son sólidos a temperatura ambiente. Pueden tener origen residencial o doméstico, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrio y limpieza de las calles, mercados, áreas públicas y otros; (Gagero E. & Ordoñez M., 2000).

1.1.8.- Los Residuos Domiciliarios

Son residuos sólidos producto de la actividad doméstica, que son adecuados por su tamaño para ser recogidos por los servicios municipales convencionales, (RGRS, 1992).

1.1.9.- Los Residuos Comerciales de Servicios e Institucionales

Son los generados en las distintas actividades de comercio y de prestación de servicios; incluyen los residuos sólidos de instituciones públicas y privadas, (RGRS, 1992).

1.1.10.- Los Residuos Voluminosos

Son aquellos de origen doméstico, que debido a sus dimensiones no son adecuados para ser recogidos por los servicios municipales convencionales, (RGRS, 1992).

1.1.11.- Los Residuos de Limpieza de Áreas Públicas

Son los residuos sólidos procedentes de la actividad de limpieza de los espacios de convivencia y uso general de la población, (RGRS, 1992).

1.1.12.- Los Residuos Sólidos Peligrosos

Los residuos sólidos peligrosos han sido definidos como residuos o combinaciones de residuos que plantean un peligro sustancial, actual o potencial a los seres humanos u otros organismos vivos, (Jiménez M. 2013), porque son:

- a) No degradables o persistentes en la naturaleza.
- b) Pueden acumularse biológicamente.
- c) Pueden ser letales.
- d) Pueden de otra forma causar o tender a causar efectos perjudiciales acumulativos.

1.1.13.-Residuos Industriales

Define los” residuos industriales “como aquellos residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, exclusivas las emisiones a la atmósfera reguladas en la ley 34/2007, de 15 de noviembre.

1.1.14.- Gestión Integral de Residuos Sólidos

1.1.14.1.- Gestión Integral

La Gestión Integral como un conjunto articulado e interrelacionado de acciones de políticas, normativas, operativas, financieras, de planeación, sociales, administrativas, educativas, de evaluación, seguimientos y monitoreo desde la prevención de la generación hasta la disposición final de los residuos sólidos o desechos a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y aceptación social donde responde las necesidades, (Fernández, Claudia Simón, 2007).

1.1.14.2.- Etapas del Sistema de Gestión Integral

La implementación de un sistema de gestión es una decisión estratégica que involucra a toda la organización, (García, 2016).

➤ **Generador de Residuos Sólidos:**

Se define que toda persona natural o colectiva, pública o privada, que como resultado de sus actividades produzca residuos sólidos, (RGRS, 1992).

➤ **Separación en la fuente (3 de septiembre, 2014)**

La separación en la fuente, es la actividad de seleccionar y almacenar los diferentes residuos sólidos, en su lugar de origen, para facilitar su posterior manejo y aprovechamiento, (RGRS, 1992).

Para separar en la fuente los residuos sólidos se deben clasificar en los siguientes grupos:

- **Aprovechable:** son todos los residuos que por sus características se pueden reutilizar a través de un proceso industrial o casero de reciclaje como: el cartón y papel, vidrio, plástico, tetra pack y metales.
- **No aprovechable:** A este grupo pertenece todos los residuos que no ofrecen ninguna posibilidad de aprovechamiento en un proceso de reciclaje o reincorporación en unos procesos productivos, como: el inceptor, los pañales, toallas higiénicas, protectores diarios, papeles con recubrimientos plásticos o metalizados, cerámicas, etc.
- **Orgánico:** Son los que se descomponen naturalmente y de forma rápida por acción biológica, están formados por residuos de los alimentos, restos de vegetales de la poda y jardinería, restos de la carpintería, etc.

1.1.14.3.-Recolección Selectiva

Se define como la separación por tipos de residuos en el punto de generación y el transporte manteniendo la selección, (Cambadu-Cempre, 2006).

➤ **Requiere:**

- Tecnologías operativas para ejecutar.
- Información para instruir a los usuarios.
- Mercado para absorber lo recuperado.

➤ **Tipos de Recolección Selectiva:**

- Puerta a puerta.
- Puestos o locales de entrega voluntaria.
- Puestos de cambios.

1.1.15.- Disposición Final

Se define como la acción de depositar permanentemente los residuos sólidos en un lugar determinado, donde no llegue a ocasionar ningún daño tanto al medio ambiente como a la salud humana, (RGRS, 1992).

1.1.16.- ¿Qué es un botadero de basura a cielo abierto o basurero?

Los sitios de disposición final de residuos sólidos que no fueron planeados técnicamente, se conocen comúnmente como botadero "a cielo abierto".

Estos sitios básicamente, son terrenos en donde se depositan y acumulan los residuos sólidos municipales sin ningún control técnico sanitario y operativo, así como la ausencia de obras de infraestructura para minimizar los impactos negativos al ambiente. En muchos casos estos sitios se localizan cerca de los asentamientos humanos; en la ribera de los ríos, arroyos, manglares y otros cuerpos de agua; a un lado de las carreteras, caminos vecinales y/o en terrenos con características inadecuadas, debido a que únicamente se considera la cercanía y la disponibilidad de espacio libre para el depósito de los residuos, (SEDESOL, 1996).

1.1.17.- Efectos Negativos al Ambiente y a la Salud

Como punto de partida, es importante mencionar que para la utilización de los sitios destinados como botaderos a cielo abierto, en general no realizaron estudios previos orientados a la selección técnica del sitio, con el propósito de asegurar las mejores condiciones para el depósito de los residuos sólidos; Desgraciadamente en la mayoría

de los casos, éstos sitios se encuentran localizados en zonas con características inadecuadas para tal fin, por lo que es de esperarse que ante la acumulación de residuos sólidos y los procesos de estabilización naturales que han sufrido éstos con el paso del tiempo, ya exista afectación del entorno natural en donde se encuentran ubicados dichos sitios, (SEDESOL, 1996).

➤ **Deterioro del Paisaje**

El deterioro del paisaje no sólo se limita al área que ocupa propiamente el sitio de disposición final, sino que se extiende en una superficie mayor ya que por la acción del viento se dispersan papeles y bolsas de plástico a distancias considerables. El impacto ambiental negativo causado por estos sitios sobre el paisaje es mayor cuando se localizan cerca de las carreteras, caminos vecinales y asentamientos humanos, (SEDESOL, 1996).

➤ **Contaminación del Aire**

La disposición de los residuos sólidos a cielo abierto, origina graves problemas a la atmósfera, así como olores desagradables, proliferación de vectores, alimañas, mosquitos que se constituyen en potenciales problemas a la salud de la población (SEDESOL, 1996), circundante a través de los siguientes mecanismos:

- Incendios y/o la quema de residuos sólidos.
- La emisión y combustión de biogás.
- Suspensión de microorganismos, polvos y partículas por el viento.

Con relación a los efectos sobre la atmósfera, se tiene que los principales componentes del biogás, tales como el metano, bióxido de carbono, ácido sulfhídrico, contribuyen al incremento de los siguientes problemas:

- Al deterioro de la capa de Ozono que cubre a la tierra.
- Al efecto de invernadero, que consiste en el incremento de la temperatura de la tierra.
- A la lluvia ácida, propiciada por la presencia de ácido sulfhídrico.

Otro efecto importante que contribuye al impacto del aire y causa molestias a la población, es la generación de olores, los cuales son provocados por:

Descomposición biológica de la parte orgánica de los residuos sólidos.

- Compuestos orgánicos volátiles arrastrados por el biogás.
- Animales en estado de descomposición Abierto, 1996.

➤ **Contaminación del Suelo y de las Aguas Subterráneas**

Tomando en consideración que en la mayoría de los casos los botaderos “a cielo abierto” carecen de una cubierta de material (tierra), se presenta, por consiguiente, un medio altamente permeable que permite la fácil entrada del agua de lluvia a los estratos de residuos que se encuentran acumulados, provocando por ello la saturación del medio y la percolación hacia el fondo, efectuándose a la vez, en este trayecto la disolución de sustancias y la suspensión de partículas contenidas en los residuos sólidos, (SEDESOL-1996).

Estos lixiviados pueden migrar hacia las aguas subterráneas o superficiales, lo que está en función de las condiciones topográficas y geo hidrológicas del sitio, generando de esta forma la degradación de la calidad del suelo y del agua, poniendo en riesgo la salud de la población cuando el agua subterránea es utilizada como fuente de abastecimiento de la localidad, (SEDESOL, 1996).

➤ **Contaminación del Agua Superficial**

La descarga directa de los residuos sólidos a los ríos, arroyos y lagunas, incrementa la concentración de materia orgánica y en consecuencia aumenta la demanda de oxígeno disuelto, lo cual repercute en una importante deficiencia de oxígeno para las especies vivas que habitan en los cuerpos de agua superficial. Esto puede ocasionar la muerte de peces y otras especies acuícolas y en general la degradación del cuerpo acuático. Los cuerpos de agua superficiales también se contaminan con los líquidos que genera los residuos sólidos (lixiviados) y con la presencia de materiales plásticos, de vidrio o de metal que se acumulan en el fondo de estos sistemas acuáticos, (SEDESOL, 1996).

➤ **Flora y Fauna**

Otro tipo de afectación a la flora y fauna es el provocado por sustancias sintéticas como los plaguicidas halogenados y los plastificantes, que, aunque sus concentraciones en los lixiviados son bajas, debido a su hidrosolubilidad son potencialmente peligrosos para los seres vivos silvestres, (SEDESOL, 1996).

De acuerdo con varios estudios científicos realizados, los organismos pueden acumular grandes cantidades de estas sustancias en sus tejidos a través de las cadenas alimenticias, provocando serios efectos tóxicos a largo plazo. Entre los efectos adversos observados en los organismos acuáticos y aves se encuentran trastornos en la reproducción y desarrollo, inhibición en las tasas de crecimiento y pérdida de la coordinación, entre otros. Estos efectos dependen de la susceptibilidad de cada especie, de la concentración de la sustancia en el medio y de sus características toxicológicas, (SEDESOL, 1996).

1.1.18.- Impacto en la Salud

➤ **Proliferación de Plagas**

La acumulación de residuos sólidos en los botaderos “a cielo abierto” favorece la proliferación de insectos y animales, que en algunos casos pueden convertirse en plagas.

Entre los organismos más abundantes se encuentran los insectos rastreros y voladores (moscas, mosquitos y cucarachas), los roedores (ratas y ratones), las aves (zopilotes, gaviotas y garzas) y los mamíferos (perros, gatos, cerdos, etc.); muchos de estos son portadores de diversas enfermedades que pueden afectar la salud del hombre y pueden generar problemas de salud pública si se desplazan hacia las áreas urbanas, (SEDESOL, 1996).

➤ **Efectos Sobre la Salud.**

Los efectos negativos de los residuos, sobre la salud de la población pueden ser directos o indirectos.

➤ **Efectos directos**

En este caso los daños se presentan cuando las personas tienen un contacto directo con los residuos; las personas más expuestas son los recolectores y los pepenadores. En todas estas personas se ha encontrado un mayor número de parásitos intestinales en comparación con la población en general. Además, presentan más lesiones en las manos y en los pies, debido a la presencia de microorganismos (bacterias y hongos principalmente); por esta razón es recomendable que el personal que interviene en el servicio de limpia pública utilice el equipo de protección necesario (guantes, overol, mascarilla y goggles), también hay una gran incidencia de enfermedades de tipo respiratorio y lastimaduras en la espalda en el personal de limpia pública, por el contacto con los residuos sólidos urbanos.

Otro efecto directo negativo es el derivado de la contaminación a la atmósfera pues los gases y humos de los tiraderos llegan a zonas pobladas afectando a las personas que aspiran el aire contaminado. Al respecto, no hay que olvidar que dentro de los componentes del biogás existe una fracción de orgánicos volátiles a los cuales se les asocian efectos a la salud humana, adicionalmente las partículas suspendidas tienen influencia directa sobre las vías respiratorias de la población, (SEDESOL, 1996).

➤ **Efectos Indirectos**

Cuando los residuos sólidos son depositados en suelos permeables, donde el nivel freático se localiza a poca profundidad, los cuerpos de agua subterráneos se contaminan fácilmente por los lixiviados. Si estos acuíferos son utilizados como fuente de agua potable, pueden ocasionar una serie de trastornos y enfermedades en las personas que la ingieran. En la siguiente tabla se muestran algunos contaminantes presentes en los lixiviados y su efecto comprobado en algunos casos y posible en otros sobre el ser humano, (SEDESOL, 1996).

1.1.19.- Impacto Social

En resumen, la existencia de botadero "a cielo abierto" trae consigo diversos problemas ambientales y de salud pública que se manifiestan a través de la contaminación del aire

provocada por los incendios dentro de los botaderos y la dispersión de papeles, plástico y polvo por efecto del viento, afectando el paisaje y a los asentamientos humanos y colonias que están asentados cerca de los basureros.

En los botaderos no controlados se generan gran cantidad de microorganismos patógenos y se favorece la proliferación de diversos organismos vectores de enfermedades. Otro aspecto negativo que afecta al ambiente y por ende al hombre es la generación de lixiviados que contaminan los arroyos, los ríos superficiales y las corrientes de agua subterráneas. Con la intención de evitar los efectos negativos que los residuos causan al ambiente y al hombre cuando la disposición final se hace en botaderos "a cielo abierto", se considera de vital importancia llevar a cabo una serie de acciones para reubicar los basureros actuales en áreas alejadas de la mancha urbana y de los cuerpos de agua, así como en sitios cuyo suelo y subsuelo sean impermeables.

Deben buscarse diversas alternativas de tratamiento y reciclamiento y a los residuos no aprovechables se les debe confinar en rellenos sanitarios (sistemas controlados), (SEDESOL, 1996).

1.1.20.- Relleno Sanitario o Vertedero Sanitariamente

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura, por tanto, esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen, además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica.

Hace poco menos de un siglo, en Estados Unidos, surgió el relleno sanitario como resultado de las experiencias, de compactación y cobertura de los residuos con equipo pesado; desde entonces, se emplea este término para aludir al sitio en el cual los residuos son primero depositados y luego cubiertos al final de cada día de operación.

En la actualidad, el relleno sanitario moderno se refiere a una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros y cuyo éxito radica en la adecuada selección del sitio, en su diseño, y por supuesto, en su óptima operación y control, (SEDESOL, 1996).

1.1.21.- Tipos de relleno sanitario

En relación con la disposición final de RSM, se podría proponer tres tipos de Rellenos sanitarios, a saber:

➤ Relleno sanitario mecanizado

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

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

➤ Relleno Sanitario Semimecanizado

Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RSM en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizarlos terraplenes y dar mayor vida útil al relleno; en estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno al que podríamos llamar semimecanizado, (SEDESOL, 1996).

➤ **Relleño Sanitario manual**

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

El término **manual** se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutado con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas, (SEDESOL, 1996).

1.1.22. Reacciones que se generan en un relleno sanitario

➤ **Cambios físicos, químicos y biológicos**

Los RSM depositados en un relleno sanitario presentan una serie de cambios físicos, químicos y biológicos de manera simultánea e interrelacionada, estos cambios se describen a continuación a fin de dar una idea de los procesos internos que representan cuando los residuos son confinados, (SEDESOL, 1996).

➤ **Cambios físicos**

Los cambios físicos más importantes están asociados con la compactación de los RSM, la difusión de gases dentro y fuera del relleno sanitario, el ingreso de agua y el movimiento de líquidos en el interior y hacia el subsuelo, y con los asentamientos causados por la consolidación y descomposición de la materia orgánica depositada.

El movimiento de gases es de particular importancia para el control operacional y el mantenimiento del sistema. Por ejemplo, cuando el biogás se encuentra atrapado, la presión interna puede causar agrietamiento de la cubierta y fisuras, lo que permite el ingreso de agua de lluvia al interior del relleno sanitario, lo que provoca mayor generación de gases y lixiviados. Lo anterior contribuye a que se produzcan hundimientos y asentamientos diferenciales en la superficie y que se desestabilicen los terraplenes por el mayor peso de la masa de desechos.

➤ **Reacciones químicas**

Las reacciones químicas que ocurren dentro del relleno sanitario e incluso en los botaderos de basura abarcan la disolución y suspensión de materiales y productos de conversión biológica en los líquidos que se infiltran a través de la masa de RSM, la evaporación de compuestos químicos y agua, la adsorción de compuestos orgánicos volátiles, la desalienación y descomposición de compuestos orgánicos y las reacciones de óxido-reducción que afectan la disolución de metales y sales metálicas, (SEDESOL, 1996).

➤ **Reacciones biológicas**

El proceso de descomposición empieza con la presencia del oxígeno (fase aerobia); una vez que los residuos son cubiertos, el oxígeno empieza a ser consumido por la actividad biológica que durante esta fase se genera principalmente bióxido de carbono.

1.1.23.- Generación de líquidos y gases

Casi todos los residuos sólidos sufren cierto grado de descomposición, pero es la fracción orgánica la que presenta los mayores cambios y los subproductos de la descomposición están integrados por líquidos, gases y sólidos, (SEDESOL, 1996).

➤ **Líquido lixiviado o percolado**

La descomposición o putrefacción natural de la basura produce un líquido maloliente de color negro, conocido como lixiviado o percolado, parecido a las aguas residuales domésticas, pero mucho más concentrado, (SEDESOL, 1996).

➤ **Gases**

Un relleno sanitario se comporta como un digestor anaerobio, debido a la descomposición o putrefacción natural de los RSM, no sólo se producen líquidos sino también gases y otros compuestos.

La descomposición de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio tiene dos etapas:

- La **aerobia** es aquella fase en la cual el oxígeno que está presente en el aire contenido en los intersticios de la masa de residuos enterrados es consumido rápidamente.
- La **anaerobia**, en cambio, es la que predomina en el relleno sanitario porque no pasa el aire y no existe circulación de oxígeno, de ahí que se produzcan cantidades apreciables de metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO), así como trazas de gases de olor punzante, como el ácido sulfhídrico (H₂S), amoníaco (NH₃) y mercaptanos.

El gas metano reviste el mayor interés porque, a pesar de ser inoloro e incoloro, es inflamable y explosivo si se concentra en el aire en una proporción de 5 a 15% en volumen; los gases tienden a acumularse en los espacios vacíos dentro del relleno y aprovechan cualquier fisura del terreno o permeabilidad de la cubierta para salir, (SEDESOL, 1996).

1.2.-Marco Teórico

1.2.1.-Características para selección del Sitio más adecuado para el emplazamiento del relleno sanitario (M.M. A. y A, 2010). -

Una vez que tenemos la información preliminar y se determinó el área mínima que se requiere para el emplazamiento del relleno sanitario ya sea este manual o mecanizado, se procede a identificar de forma preliminar los sitios que reúnen la mayor cantidad de características favorables para el emplazamiento del relleno sanitario en la jurisdicción del Gobierno Municipal teniendo como base los requerimientos de la Norma Boliviana NB 759. De esta forma se prepara el cuadro de aptitud de los sitios para el emplazamiento de un relleno sanitario.

1.2.2.- Componentes a tomar en cuenta:

El estudio necesario para determinar el sitio de emplazamiento de un relleno sanitario deberá considerar varios factores o criterios ambientales, técnicos, económicos, sociales, (M.M. A. y A, 2010).

1.2.3.- Factores Ambientales:

➤ Presencia de fuentes de agua superficiales:

La presencia de fuentes de agua dentro del sitio es un problema muy importante, y si existen fuentes de agua dentro del área de relleno, pueden causar deslizamientos del terreno; además, aumenta la cantidad de aguas lixiviadas. Es importante tener observaciones del terreno durante un año completo, especialmente durante la estación lluviosa, por existir fuentes que se secan según las estaciones, de acuerdo a normas se recomienda una distancia mínima de 500 metros de distancia a cuerpos de agua superficial, por tanto, este criterio es importante también para evitar la contaminación de cuerpos de agua superficial y subterráneos que pueden proporcionar agua para riego o consumo humano, (M.M. A. y A, 2010).

➤ Proximidad a áreas habitadas:

Este criterio es muy importante considerando la molestia causada por las emisiones del relleno sanitario y el tráfico de los vehículos recolectores, el relleno debe estar como mínimo a una distancia de 2.500 metros del último núcleo urbano, (M.M. A. y A, 2010).

➤ Barreras naturales (taludes, bosques):

Las barreras naturales son muy importantes para prevenir la dispersión de las emisiones del relleno sanitario (malos olores, gases de relleno, dispersión de materiales livianos etc.) y mitigar el efecto visual y paisajístico del área seleccionada, (M.M. A. y A, 2010).

➤ Flora y fauna:

Se debe considerar que el proceso constructivo requerirá de movimiento de tierras, maquinaria y personal, por lo que se recomienda que el área seleccionada presente el mínimo de cobertura vegetal y fauna nativa del lugar, (M.M. A. y A, 2010).

➤ **Morfología del terreno:**

Alteraciones al paisaje del área seleccionada, importancia del área por vistas panorámicas o áreas con alto valor turísticos, deben evitarse para la disposición final de los residuos, (M.M. A. y A, 2010).

➤ **Existencia de áreas protegidas:**

Aquí se refiere a zonas de protección ambiental, como los parques nacionales, reservas ecológicas, bosques protegidos etc., la distancia que debe respetar un relleno sanitario de áreas protegidas es de 1000 m, para no dañar al equilibrio ecológico con las emisiones del relleno y el tráfico de los vehículos recolectores, (M.M. A. y A, 2010).

➤ **Dirección del viento predominante:**

El sitio de emplazamiento del relleno sanitario no debe tener dirección de viento predominante a centros poblados, (M.M. A. y A, 2010).

1.2.4.- Factores Técnicos

➤ **Morfología del terreno:**

Se prefiere la construcción en terreno plano o ligeramente inclinado; entre 3 - 12 %. La topografía del terreno decide sobre la extensión vertical del cuerpo de basura, así como la evacuación de las aguas de lluvia y lixiviados con pendiente natural. Es también un factor económico importante, puesto que determina, como determina la cantidad de excavación y nivelación del terreno que se debe hacer, este factor es muy importante para los rellenos manuales ya que el sitio seleccionado tendrá que tener la posibilidad de evacuar las aguas lixiviadas con pendiente natural. Lo rellenos manuales son un factor muy importante ya que se deben realizar la evacuación de los lixiviados por medio de la pendiente natural del terreno, (M.M. A. y A, 2010).

➤ **Estructura y composición del suelo:**

Se prefieren sitios con suelos con alto contenido de arcilla, y el contenido de arcilla determina el grado de impermeabilidad que puede proporcionar el suelo natural, este contenido de arcilla es muy importante para evitar posibles contaminaciones a aguas

subterráneas. El grado de permeabilidad del suelo determinará también el costo de las medidas constructivas que se deben tomar para minimizar esta contaminación, Se prefiere el sitio con la menor permeabilidad del suelo, de forma de contar con una barrera natural contra la infiltración de los lixiviados, es recomendable tener suelos con permeabilidad $< 10^{-6}$ cm/seg y espesores mayores a 1 metro, (M.M. A. y A, 2010).

➤ **Nivel de las napas freáticas:**

Un nivel alto de las capas freáticas dentro del sitio significa problemas importantes con el drenaje, con la operación en la estación lluviosa, y además hay alto riesgo de contaminar estas napas. Por eso, se desea un nivel freático lo más bajo posible, se recomienda 2 metros de profundidad como mínimo entre la capa base del relleno sanitario y la napa freática, con suelo de impermeabilidad $< 10^{-6}$ cm/seg y espesor superior a 1 metro, (M.M. A. y A, 2010).

➤ **Condiciones sísmicas:**

Está prohibida la ubicación de sitios de confinamiento de residuos sólidos en zonas sísmicas, en zonas potencialmente sísmicas, en áreas de fallas geológicamente activas y en áreas volcánicas activas, (M.M. A. y A, 2010).

1.2.5.- Factores Económicos:

➤ **Existencia de material apropiado para la cobertura:**

Aquí se trata de todo tipo de material que se utilizará durante la vida útil y después del cierre del relleno sanitario: la capa impermeable de fondo, el material de cobertura diaria, la capa de cobertura final y la tierra humus necesaria para la reforestación del sitio, se preferirán los sitios que cuenten con material de cobertura en el mismo emplazamiento o en sus proximidades, (M.M. A. y A, 2010).

➤ **Caminos de acceso:**

Se deberá contar con vías de acceso al sitio seleccionado ya que el costo de apertura y acondicionamiento de estos elevará el presupuesto o inviabilizará el proyecto por derechos de vías y expropiaciones, (M.M. A. y A, 2010).

➤ **Infraestructura existente:**

Se debe dar preferencia a sitios con infraestructura ya existente como servicios básicos (agua, luz, alcantarillado), pues esto minimizará los costos de hacer llevar estos servicios, (M.M. A. y A, 2010).

➤ **Rellenos mancomunados:**

Considerar la posibilidad de realizar un trabajo en relleno mancomunado entre agrupación de municipios es un factor positivo para incrementar los recursos del relleno sanitario y mejorar las posibilidades de adquisición de maquinaria, (M.M. A. y A, 2010).

1.2.6.- Factores Sociales:

➤ **Opinión Pública:**

Las relaciones públicas son las actividades que las autoridades municipales y los técnicos descuidan con mayor frecuencia durante la selección del sitio, desde el inicio del proceso de selección, la población debe tener la oportunidad de participar, comentar y objetar las propuestas realizadas. En todos los casos, es esencial asegurar el apoyo de los distintos sectores sociales de la comunidad, durante todas las fases de selección, diseño, construcción, operación, mantenimiento, y uso futuro del relleno sanitario. Este aspecto es muy importante dada la confusión que existe por parte de las comunidades, originada por la creencia que un relleno sanitario es un botadero a cielo abierto, (M.M. A. y A, 2010).

➤ **Vida Útil del Relleno:**

Cuando se construye un relleno sanitario, se debe intentar conseguir un terreno que sea suficiente para 15 años o más, considerando el crecimiento poblacional, con el fin de obtener un resultado máximo de las inversiones y esfuerzos que se hacen para la

adquisición y la preparación del sitio, y no tener conflictos sociales en el corto tiempo, (M.M. A. y A, 2010).

➤ **Uso actual del terreno y sus colindancias:**

Se debe verificar que los terrenos no cuenten con uso productivo actual, se preferirán áreas improductivas y mineralizadas por procesos erosivos, así mismo verificar en planes de ordenamiento territorial del Municipio las actitudes que tiene la zona de crecimiento si será urbano, agrícola, industrial, de acuerdo a las actividades que ya se desarrollan en los predios colindantes al sitio, (M.M. A. y A, 2010).

➤ **Propiedad del terreno en cuestión (propiedad municipal o privada):**

Este criterio se refiere a la facilidad de adquirir el terreno que se intenta utilizar para ubicar el relleno sanitario, y es tan importante la propiedad jurídica como las condiciones de venta del terreno. Si se presentan dificultades jurídicas con la compra del terreno (resistencia de los propietarios, incertidumbre concerniente a los títulos de propietario etc.), la construcción del relleno sanitario se puede postergar por un lapso importante, (M.M. A. y A, 2010).

➤ **Área de amortiguamiento:**

Se dará prioridad a los sitios seleccionados que puedan ofrecer áreas de amortiguamiento para el relleno sanitario, de forma de evitar que existan asentamientos futuros cerca del relleno sanitario y problemas sociales, (M.M. A. y A, 2010).

1.3.- Marco Referencial

1.3.1.- Parámetros internacionales usados para la selección de sitios

➤ **Criterios Recomendados por la Agencia de Protección Ambiental de los E, U, EPA/1991**

a) **Seguridad Aeroportuaria:**

Se indica que los rellenos deben estar alejados por lo menos a 3 Km de aeropuertos que sirven a aviones con motor de turbina y a 1.5 Km con motor de pistón.

b) Llanuras de Inundación:

Se requiere que los rellenos se ubiquen fuera de las zonas de inundación con períodos de retorno de 100 años.

c) Pantanales, Marismas y Similares:

El reglamento limita la ubicación de instalaciones para rellenos sanitarios en zonas pantanosas, marismas y similares.

d) Fallas Geológicas:

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

e) Zonas sísmicas:

En toda instalación de relleno sanitario de residuos sólidos municipales, no debe localizarse en una “zona de impacto sísmico”, las estructuras incluyendo las membranas, taludes y sistema de control de aguas superficial y de lixiviados, deberán estar diseñados para resistir la aceleración local de material lítico.

f) Zonas Inestables:

Se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Condiciones del suelo que puedan causar asentamientos diferenciales.
- Características geomorfológicas o geológicas locales.
- Características especiales causadas por obras previas hechas por el hombre.

➤ **Criterios Ambientales Recomendados por la OPS (Copenhague, 1971)**

1. Acceso vial:

El terreno debe tener un adecuado acceso vial desde el área de recolección y la zona inmediata a la entrada debe diseñarse de manera que permita la concentración de gran número de vehículos.

2. Ubicación:

La cercanía de edificios habitados será un factor importante en la selección del terreno, en este sentido, no existen reglas fijas, mucho dependerá de la topografía del terreno, la duración probable de la operación del relleno sanitario, el número y tipo de establecimientos vecinos y la dirección predominante de los vientos. Sin embargo, la experiencia indica que los límites de un relleno, por lo general, deben estar trazados a una distancia no menor de 200 m del área residencial más cercana, como las aves pueden ser atraídas por las descargas de residuos, introduciendo así riesgos potenciales para la aeronavegación a baja altura, cuando se contemple la posibilidad de establecer un relleno sanitario en la proximidad de alguna área posible, se deberá consultar a las autoridades respectivas.

3. Proximidad al área de recolección de desechos:

De ser posible, el relleno sanitario debe encontrarse a una distancia que permita el uso económico de los vehículos recolectores; en caso contrario deberá tener capacidad suficiente para justificar las inversiones de capital y los costos de operación de una estación de transbordo en el área de recolección.

4. Consideraciones Hidrogeológicas y geológicas:

Deben realizarse investigaciones hidrológicas completas del área de relleno y de sus alrededores para determinar si es necesario tomar medidas para proteger los cursos de agua superficial y subterráneos contra la contaminación ocasionada por el percolado o drenaje del relleno. También será necesaria la acción preventiva cuando exista el riesgo de que los gases producidos por la descomposición de los residuos orgánicos puedan llegar a través de fisuras en el terreno circundante hasta las propiedades privadas adyacentes.

5. Disponibilidad de material de cobertura:

Es indispensable disponer de suficiente material de cobertura durante toda la operación del relleno y esto debe ser estudiado para cada sitio, y si en este sitio elegido no se dispone de material adecuado, habrá que traerlo de otro lugar.

1.4.- Marco Legal

El marco legal ambiental está compuesto por leyes y reglamentos que norman la gestión ambiental y protegen al ciudadano, su salud y al medio ambiente.

1.4.1.- Constitución Política del Estado: Derecho al Medio Ambiente

Artículo 33.- Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos desarrollándose de manera normal y permanente.

Artículo 34.- Cualquier persona, a título individual o en representación de una colectividad, está facultada para ejercitar las acciones legales en defensa del derecho al medio ambiente, sin perjuicio de la obligación de las instituciones públicas para actuar de oficio frente a los atentados contra el medio ambiente.

1.4.2.-Derecho a la Salud y Seguridad

Artículo 35.-I. El estado, en todos sus niveles, protegerá el derecho a la salud, promoviendo políticas públicas orientadas a mejorar la calidad de vida, el bienestar colectivo y el acceso gratuito de la población a los servicios de salud.

Artículo 36.-I. El estado garantiza el acceso al seguro universal de salud.

II. El estado controlará el ejercicio de los servicios públicos y privados de salud y lo regulará de los servicios mediante la ley.

1.4.3.- Ley Marco de Autonomías y Descentralización N° 031

Gobierno Municipal Autónomo:

- a) Ejecutar la política general de conservación de suelos recursos forestales y bosques en coordinación con el gobierno departamental autónomo.
- b) Implementar las acciones y mecanismos necesarios para la ejecución de la política general de suelo.

1.4.4.- Ley de Medio Ambiente N° 1333

La ley fue puesta en vigente en fecha 27/04/1992, consta de 118 artículos distribuidos en 12 títulos y 34 capítulos que abarcan desde las disposiciones generales, la gestión ambiental y diversos aspectos ambientales. La presente Ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

Para los fines de la presente Ley, se entiende por desarrollo sostenible el proceso mediante el cual se satisfacen las necesidades de la actual generación, sin poner en riesgo la satisfacción de necesidades de las generaciones futuras. La concepción de desarrollo sostenible implica una tarea global de carácter permanente.

El medio ambiente y los recursos naturales constituyen patrimonio de la Nación, su protección y aprovechamiento se encuentran regidos por Ley y son de orden público. La presente Ley es de orden público, interés social, económico y cultural.

1.4.5.- Normas Bolivianas de los Residuos Sólidos

Las Normas Bolivianas NB 742 al 760, publicada en 1996, mediante la resolución N°383 de la Secretaria Nacional de Participación Popular del Ministerio de Desarrollo Humano. A través de estas normas se busca regular la terminología, los parámetros de diseño del manejo de residuos sólidos, la caracterización físico química, el almacenamiento y operación de los residuos sólidos de disposición final.

- **NB 742** Terminología Sobre Residuos Sólidos y Peligrosos.
- **NB 743** Determinación de parámetros de diseño sobre residuos sólidos municipales.
- **NB 744** Preparación de muestras para su análisis en laboratorio.
- **NB 745** Determinación de Humedad.
- **NB 746** Determinación de Cenizas.
- **NB 747** Determinación del pH-Método del Potenciómetro.
- **NB 748** Determinación de Nitrógeno Total.

- **NB 749** Determinación de Azufre.
- **NB 750** Determinación de Poder Calorífico Superior.
- **NB 751** Determinación de Materia Orgánica.
- **NB 752** Determinación de la Relación Carbono – Nitrógeno.
- **NB 753** Prueba de Extracción para Determinar los Constituyentes que Hacen a un Residuo Peligroso por su Toxicidad al Ambiente.
- **NB 754** Procedimiento para Determinar la Incompatibilidad Entre Dos o más Residuos Sólidos Considerados Peligrosos.
- **NB 755** Requisitos que Deben Cumplir los Papeleros para su Diseño y Ubicación.
- **NB 756** Requisitos que Deben Cumplir los Recipientes Para el Almacenamiento.
- **NB 757** Características que Deben Reunir los Sitios Para Ubicar Sistemas de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales.
- **NB 758** Características, Listados y Definición de los Residuos Peligrosos y de Bajo Riesgo.
- **NB 759** Características que Deben Reunir los Sitios Destinados al Confinamiento de Residuos Peligrosos (Excepto Para Residuos Radiactivos).
- **NB 760** Características que Deben Reunir los Sitios Destinados al Confinamiento de Residuos Peligrosos (Excepto Para Residuos Radiactivos).

1.4.6.- Ley de Gestión Integral de Residuos N° 755

Artículo 1. (OBJETO): La presente Ley tiene por objeto establecer la política general y el régimen jurídico de la **Gestión** Integral de Residuos en el Estado Plurinacional de Bolivia, priorizando la prevención para la reducción de la generación de residuos, su aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura, en el marco de los derechos de la Madre Tierra, así como el derecho a la salud y a vivir en un ambiente sano y equilibrado.

Artículo 2. (MARCO COMPETENCIAL).

La presente Ley se desarrolla en el marco de las competencias concurrentes de residuos industriales y tóxicos, y tratamiento de los residuos sólidos, establecidas en los numerales 8 y 9 del Parágrafo II del Artículo 299 de la Constitución Política del Estado.

Artículo 3. (ALCANCE). La presente Ley se aplica a todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que generen residuos o realicen actividades relacionadas con la gestión de residuos, cualquiera sea su procedencia y características.

Artículo 12. (Prevención de la generación de residuos).

La prevención de la generación de residuos, es el conjunto de medidas destinadas a evitar o reducir su generación en cantidad y peligrosidad, mediante la transformación de los modelos de producción, la modificación en los hábitos de consumo y la utilización sostenible de los recursos naturales en un marco de protección a la salud y medio ambiente.

Artículo 72.- (Plan de cierre del Relleno Sanitario).

Todo proyecto de operación de relleno sanitario, deberá contar con el plan de cierre una vez que haya agotado su vida útil o existan argumentos técnicos y ambientales que motiven al inicio del cierre de las instalaciones, y en cualquiera de los casos, se tomará en cuenta los siguientes criterios:

- a) El gobierno autónomo municipal por cuenta propia o a través del operador autorizado, es responsable por la elaboración del plan de cierre y su ejecución, el mismo contemplará usos posteriores y mantenimiento del sitio, control y monitoreo de lixiviados y biogás, y otros aspectos de prevención de afectación al medio ambiente y la salud a largo plazo.
- b) El mantenimiento y control de los rellenos sanitarios cerrados deberá realizarse durante los siguientes quince (15) años como mínimo, a partir de la fecha oficial de cierre, debiendo contar con los reportes anuales de los mismos;

c) Los rellenos sanitarios que concluyan su vida útil solamente podrán ser utilizados en el establecimiento de áreas verdes, áreas de recreación o áreas forestales;

d) Las áreas recuperadas después del plazo de ejecución de las labores de mantenimiento y control, previa evaluación y autorización podrán ser empleadas para actividades compatibles con la infraestructura, tomando en cuenta los aspectos ambientales y sanitarios;

e) En el caso de rellenos sanitarios mancomunados el plan de cierre y su ejecución será responsabilidad de la mancomunidad.

Artículo 76.- (Clausura, Cierre Técnico y Saneamiento Ambiental de Botaderos)

I. La clausura, cierre técnico y saneamiento ambiental de botaderos, debe realizarse de acuerdo a normativa técnica vigente emitida por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

II. El mantenimiento y control de los botaderos cerrados debe realizarse durante los siguientes diez (10) años como mínimo, a partir de la fecha oficial de cierre.

III. Los gobiernos autónomos departamentales, deben realizar el control y la evaluación de cumplimiento de los procesos de clausura, cierre técnico y saneamiento ambiental, debiendo registrar en el SIGIR, la información generada por las acciones realizadas.

Artículo 82.- (Registro en el Sigir).

I. El registro de operadores autorizados deberá realizarse en el SIGIR a cargo de la autoridad según corresponda.

II. El Ministerio de Medio Ambiente y Agua, emitirá la normativa técnica para el registro y autorización de operadores para su cumplimiento por las entidades territoriales autónomas.

1.4.7.- Guía para el Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios.

Capítulo III: Procedimientos Previos a la Construcción de un Relleno Sanitario

1.4.7.1.- Identificación de sitios alternativos para la implementación de rellenos sanitario.

Localizar un sitio adecuado para un relleno sanitario es una de las acciones más complejas para poder iniciar un proyecto de disposición final de residuos, desde un punto de vista de gestión integral.

La disponibilidad del sitio define la viabilidad o no del proyecto, siendo la primera acción que se debe llevar a cabo, es: conocer el área general donde se puede localizar, es decir, en el municipio o en su caso en municipios vecinos (esto sucede principalmente en municipios o ciudades con alta densidad demográfica).

Para la identificación de sitios alternativos, se puede recurrir a la información cartográfica disponible en los Planes de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Municipal o información proporcionada por la Unidad de Catastro u otras instancias de manera de identificar áreas potenciales que no afecten a los procesos de crecimiento urbano, las condiciones productivas y los recursos naturales.

Siempre y cuando cumpla con la normativa nacional vigente, los requerimientos de superficie y en caso de no existir sitios alternativos, se podrá analizar la rehabilitación del actual sitio de disposición final (botadero) para el emplazamiento del nuevo relleno sanitario; en muchos casos desde un punto de vista social y económico, es mejor impulsar esta actividad, de no darse esa posibilidad, el sitio actual (botadero) deberá ingresar a un proceso de cierre técnico.

1.4.7.2.-Localización de sitios y Factores para Selección

Existen dos métodos que se emplean en la localización de posibles sitios para un relleno sanitario:

- a. Por conocimiento del área.
- b. Por los mapas sobrepuestos.

Al respecto, generalmente se aplica el criterio de conocimiento de área, que consiste en un flujo de información por parte de las autoridades del municipio, el jefe de catastro y personas que conozcan muy bien la zona, quienes proporcionarán información acerca

de las áreas que se pueden usar. Para la localización de sitios se deberán tomar en cuenta los siguientes criterios:

- ❖ Uso del suelo y planes de expansión urbana (si existe).
- ❖ Mínimo impacto social y ambiental por la construcción operación y cierre.
- ❖ Factores climáticos, topográficos, geológicos e hidrogeológicos.
- ❖ Prevención de riesgos sanitarios y ambientales.
- ❖ Preservación del patrimonio arqueológico y cultural de la zona.
- ❖ Preservación de áreas naturales protegidas por el estado y conservación de recursos naturales renovables.
- ❖ Menor vulnerabilidad del área a desastres naturales.

1.4.7.3.- Factores a considerar para la evaluación de sitios

Identificados los terrenos posibles, se procede a realizar la valoración de los siguientes factores:

- ❖ Ambientales Técnicos.
- ❖ Económicos.
- ❖ Legales.
- ❖ Sociales.

1.- Factores Ambientales

Los factores ambientales están relacionados con las posibles alteraciones e impactos que el relleno sanitario puede generar sobre diferentes aspectos del medio.

Los factores a evaluar son:

- ❖ **Proximidad a centros poblados:** desde el punto de vista ambiental, la ubicación del terreno juega un papel importante en cuanto a la distancia al último centro poblado, la Norma Boliviana NB 757, recomienda que la ubicación del relleno deberá estar como mínimo a una distancia de 1.000 metros.
- ❖ **Proximidad a aeropuertos:** de acuerdo a la norma, se recomienda que la ubicación del terreno debe estar como mínimo a una distancia de 3.000 metros

del aeropuerto de manera que no genere riesgo durante el despegue o aterrizaje de los aviones particularmente por la posible presencia y expansión de aves desde el relleno sanitario.

- ❖ **Proximidad a otras instalaciones:** se deberán listar las infraestructuras existentes cercanas al área de influencia, tales como: líneas de transmisión, torres de energía eléctrica, gasoductos, oleoductos o poliductos, acueductos, servidumbres de paso y en general las obras civiles y de comunicación. El sitio seleccionado deberá estar fuera de estas instalaciones y en su caso respetar las franjas o derechos de vía correspondiente.
- ❖ **Presencia de zonas de recarga acuífera o fuentes de abastecimiento de agua potable:** el emplazamiento del sitio debe estar fuera de las zonas de recarga, de acuerdo a la norma se establece que, desde el límite del terreno, deberá considerarse una distancia mínima de 500 m a cuerpos de agua superficial y pozos de agua para consumo doméstico, industrial, riego o ganadero, de manera de evitar riesgos de contaminación, así como la inestabilidad geológica de las celdas en operación.
- ❖ **Afectación paisajística:** se refiere a las alteraciones al paisaje del área seleccionada, debido a su potencial natural y turístico.
- ❖ **Barreras naturales (taludes, bosques):** las barreras naturales son importantes para prevenir la dispersión de las emisiones del relleno sanitario (malos olores, gases de relleno, dispersión de materiales livianos, etc.) y mitigar el efecto visual y paisajístico del área seleccionada.
- ❖ **Flora y fauna:** se debe considerar que el proceso constructivo requerirá de movimiento de tierras y del medio biótico, por lo que se recomienda que el área seleccionada presente el mínimo de cobertura vegetal y fauna nativa del lugar.
- ❖ **Existencia de áreas protegidas:** se refiere a zonas de protección ambiental, como los parques nacionales, reservas ecológicas, bosques protegidos etc.

2.-Factores Técnicos

- ❖ **Compatibilización con el uso de suelo y planes de expansión urbana:** la ubicación del terreno para el funcionamiento del relleno sanitario, debe estar acorde a la proyección de expansión de la población, así como también debe compatibilizar con el uso de suelos.
- ❖ **Vida útil del terreno:** comprende la disponibilidad de área para garantizar el funcionamiento del relleno sanitario durante el horizonte vida del proyecto, por lo que se recomienda identificar sitios que garanticen al menos una vida útil de 15 años.
- ❖ **Topografía del terreno:** es importante conocer el paisaje edáfico del sitio y de sus alrededores, para diseñar las vías de acceso, las vías internas y el método de operación del relleno.
- ❖ **Permeabilidad:** es recomendable ubicar suelos con permeabilidad menor a 10-6 cm/s, si es mayor la alternativa podría no considerarse. Los suelos con características arcillosas (arena gruesa gredosa o greda franco arcillosa) son los más recomendables ya que son suelos poco permeables; en segundo término, se pueden aceptar los limo-arcillosos (franco limoso pesado, franco limo arcilloso o arcillo limoso liviano); en tercer término, están los arcillo limosos (arcillo limoso pesado y arcilloso).
- ❖ **Barreara geológica:** la barrera geológica es una capa de suelo natural de baja permeabilidad que se encuentra arriba de la primera capa freática.
- ❖ **Humedad:** interpreta la altura de la tabla de aguas¹² o la altura dominante del nivel freático, se debe tener presente que a mayor humedad de los suelos se tendrá mayor producción de gases y lixiviados.

3.-Factores Económicos

- ❖ **Distancia de recorrido en el transporte de residuos sólidos:** se deberá evaluar la distancia de recorrido desde el centro de gravedad del municipio o localidad (por lo general corresponde a la plaza principal del casco urbano) hasta el sitio identificado.

- ❖ **Disponibilidad de material para cobertura:** es recomendable la identificación de sitios que cuenten con material de cobertura en el mismo sector o en sus proximidades, de manera de disminuir costos en el traslado de material.
- ❖ **Caminos de acceso:** los sitios identificados, deberán contar preferentemente con vías y condiciones de acceso al menos regulares, esto minimizará el costo de acondicionamiento de vías.
- ❖ **Disponibilidad de servicios básicos:** se debe dar preferencia a sitios con infraestructura ya existente como servicios básicos (agua y luz), esto minimizará los costos de instalación de estos servicios.
- ❖ **Uso actual del terreno y sus colindancias:** se debe verificar que los terrenos no cuenten con uso productivo actual, se preferirán áreas improductivas y mineralizadas por procesos erosivos.

4.-Factores Sociales

- ❖ **Tipo de Asentamientos:** deberá determinarse las características demográficas y sociales de cada una de poblaciones asentamientos cercanos, referente a la legalidad o no de los mismos.
- ❖ **Opinión Pública:** desde el inicio del proceso de selección, la población debe tener la oportunidad de participar en las propuestas realizadas.
- ❖ **Interés en el proyecto:** durante la etapa de identificación de alternativas, se deberá evaluar el interés en el proyecto por parte de las autoridades locales y comunitarias en apoyar la implementación del nuevo relleno sanitario.
- ❖ **Camino de acceso comunitario o de servidumbre:** comprende la identificación y valoración de las vías de acceso hacia el terreno desde el punto de vista de usos y costumbres por parte de las comunidades colindantes.

5.- Factores Legales

- ❖ **Propiedad de terreno:** se debe contar con un análisis legal referente a la propiedad de terreno (pública, privado, comunitario).

- ❖ **Estado Jurídico de los predios:** comprende la verificación legal de los documentos en los estratos judiciales que corresponde a derechos reales, de manera de verificar si los predios no tienen gravamen o hipoteca, los impuestos prediales, la función social que cumplen los predios y la legalidad de propiedad.

1.4.8.- Guía para la Implementación, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios (1era Versión-Diciembre/2010).

Capítulo 3: Selección Del Sitio Más Adecuado Para El Emplazamiento Del Relleno Sanitario.

Una vez que tenemos la información preliminar y se determinó el área mínima que se requiere para el emplazamiento del relleno sanitario ya sea este manual o mecanizado, se procede a identificar de forma preliminar los sitios que reúnen la mayor cantidad de características favorables para el emplazamiento del relleno sanitario en la jurisdicción del Gobierno Municipal teniendo como base los requerimientos de la Norma Boliviana NB 759. De esta forma se prepara el cuadro de aptitud de los sitios para el emplazamiento de un relleno sanitario.

1.4.8.1.-Componentes a tomar en cuenta

El estudio necesario para determinar el sitio de emplazamiento de un relleno sanitario deberá considerar varios factores o criterios ambientales, técnicos, económicos, sociales.

1.4.8.2.-Factores Ambientales:

- ❖ **Presencia de fuentes de agua superficiales:** la presencia de fuentes de agua dentro del sitio es un problema muy importante, y si existen fuentes de agua dentro del área de relleno, pueden causar deslizamientos del terreno; además, aumenta la cantidad de aguas lixiviadas.
- ❖ **Proximidad a áreas habitadas:** este criterio es muy importante considerando la molestia causada por las emisiones del relleno sanitario y el tráfico de los vehículos recolectores, el relleno debe estar como mínimo a una distancia de 2.500 metros del último núcleo urbano.

- ❖ **Barreras naturales (taludes, bosques):** las barreras naturales son muy importantes para prevenir la dispersión de las emisiones del relleno sanitario (malos olores, gases de relleno, dispersión de materiales livianos etc.) y mitigar el efecto visual y paisajístico del área seleccionada.
- ❖ **Flora y fauna:** se debe considerar que el proceso constructivo requerirá de movimiento de tierras, maquinaria y personal, por lo que se recomienda que el área seleccionada presente el mínimo de cobertura vegetal y fauna nativa del lugar.
- ❖ **Morfología del terreno:** alteraciones al paisaje del área seleccionada, importancia del área por vistas panorámicas o áreas con alto valor turísticos, deben evitarse para la disposición final de los residuos.
- ❖ **Existencia de áreas protegidas:** aquí se refiere a zonas de protección ambiental, como los parques nacionales, reservas ecológicas, bosques protegidos etc., la distancia que debe respetar un relleno sanitario de áreas protegidas es de 1000 m, para no dañar al equilibrio ecológico con las emisiones del relleno y el tráfico de los vehículos recolectores.
- ❖ **Dirección del viento predominante:** el sitio de emplazamiento del relleno sanitario no debe tener dirección de viento predominante a centros poblados.

1.4.8.3.- Factores Técnicos

- ❖ **Morfología del terreno:** se prefiere la construcción en terreno plano o ligeramente inclinado; entre 3 - 12 %. La topografía del terreno decide sobre la extensión vertical del cuerpo de basura, así como la evacuación de las aguas de lluvia y lixiviados con pendiente natural, es también un factor económico importante, puesto que determina, como determina la cantidad de excavación y nivelación del terreno que se debe hacer, este factor es muy importante para los rellenos manuales ya que el sitio seleccionado tendrá que tener la posibilidad de evacuar las aguas lixiviadas con pendiente natural.
- ❖ **Estructura y composición del suelo:** se prefieren sitios con suelos con alto contenido de arcilla, el contenido de arcilla determina el grado de

impermeabilidad que puede proporcionar el suelo natural, este contenido de arcilla es muy importante para evitar posibles contaminaciones a aguas subterráneas. El grado de permeabilidad del suelo determinará también el costo de las medidas constructivas que se deben tomar para minimizar esta contaminación.

- ❖ **Nivel de las napas freáticas:** un nivel alto de las capas freáticas dentro del sitio significa problemas importantes con el drenaje, con la operación en la estación lluviosa, y además hay alto riesgo de contaminar estas napas.
- ❖ **Condiciones sísmicas:** está prohibida la ubicación de sitios de confinamiento de residuos sólidos en zonas sísmicas, en zonas potencialmente sísmicas, en áreas de fallas geológicamente activas y en áreas volcánicas activas.

1.4.8.4.-Factores Económicos:

- ❖ **Existencia de material apropiado para la cobertura:** aquí se trata de todo tipo de material que se utilizará durante la vida útil y después del cierre del relleno sanitario, las cuales son: la capa impermeable de fondo, el material de cobertura diaria, la capa de cobertura final y la tierra humus necesaria para la reforestación del sitio, se preferirán los sitios que cuenten con material de cobertura en el mismo emplazamiento o en sus proximidades.
- ❖ **Caminos de acceso:** se deberá contar con vías de acceso al sitio seleccionado ya que el costo de apertura y acondicionamiento de estos elevará el presupuesto o inviabilizará el proyecto por derechos de vías y expropiaciones.
- ❖ **Infraestructura existente:** se debe dar preferencia a sitios con infraestructura ya existente como servicios básicos (agua, luz, alcantarillado), pues esto minimizará los costos de hacer llevar estos servicios.
- ❖ **Rellenos mancomunados:** considerar la posibilidad de realizar un trabajo en relleno mancomunado entre agrupación de municipios es un factor positivo para incrementar los recursos del relleno sanitario y mejorar las posibilidades de adquisición de maquinaria.

1.4.8.5.- Factores Sociales:

- ❖ **Opinión Pública:** las relaciones públicas son las actividades que las autoridades municipales y los técnicos descuidan con mayor frecuencia durante la selección del sitio, desde el inicio del proceso de selección, la población debe tener la oportunidad de participar, comentar y objetar las propuestas realizadas. En todos los casos, es esencial asegurar el apoyo de los distintos sectores sociales de la comunidad, durante todas las fases de selección, diseño, construcción, operación, mantenimiento, y uso futuro del relleno sanitario.
- ❖ **Vida Útil del Relleno:** cuando se construye un relleno sanitario, se debe intentar conseguir un terreno que sea suficiente para 15 años o más, considerando el crecimiento poblacional, con el fin de obtener un resultado máximo de las inversiones y esfuerzos que se hacen para la adquisición y la preparación del sitio, y no tener conflictos sociales en el corto tiempo.
- ❖ **Uso actual del terreno y sus colindancias:** se debe verificar que los terrenos no cuenten con uso productivo actual, se preferirán áreas improductivas y mineralizadas por procesos erosivos, así mismo verificar en planes de ordenamiento territorial del Municipio las actitudes que tiene la zona de crecimiento si será urbano, agrícola, industrial, de acuerdo a las actividades que ya se desarrollan en los predios colindantes al sitio.
- ❖ **Propiedad del terreno en cuestión (propiedad municipal o privada):** este criterio se refiere a la facilidad de adquirir el terreno que se intenta utilizar para ubicar el relleno sanitario, y es importante la propiedad jurídica como las condiciones de venta del terreno, y si se presentan dificultades jurídicas con la compra del terreno (resistencia de los propietarios, incertidumbre concerniente a los títulos de propietario etc.), la construcción del relleno sanitario se puede postergar por un lapso importante.

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.- Descripción del Área de Estudio y Ubicación de Entre Ríos- Tarija

2.1.1.- Características generales

El Municipio de Entre Ríos, primera y única Sección de la Provincia O'Connor, se encuentra ubicado en la parte Central a 108 km del departamento de Tarija y al Sur del Estado Plurinacional de Bolivia, limita al Norte con el departamento Chuquisaca y al Sur con la Provincia Arce (Municipio Padcaya), Gran Chaco (Municipio de Caraparí) y al Oeste con la Provincia Cercado, (PDM-2010).

2.1.2.- Creación

Dentro de la historia de Bolivia se encuentra registrada la creación de la Provincia O'Connor el 10 de noviembre de 1832, por el entonces gobierno de Mrcal. Andrés de Santa cruz, y llevaba el nombre de Provincia de Salinas. Siendo el año 1903, el 3 de diciembre, su nombre fue cambiado a Provincia O'Connor, durante el gobierno de Ismael Montes, nombre con el que se conoce actualmente, (PDM-2010).

2.1.3.- Aspectos geográficos

El Municipio de Entre Ríos, geográficamente se encuentra situado entre las coordenadas, (PDM-2010).

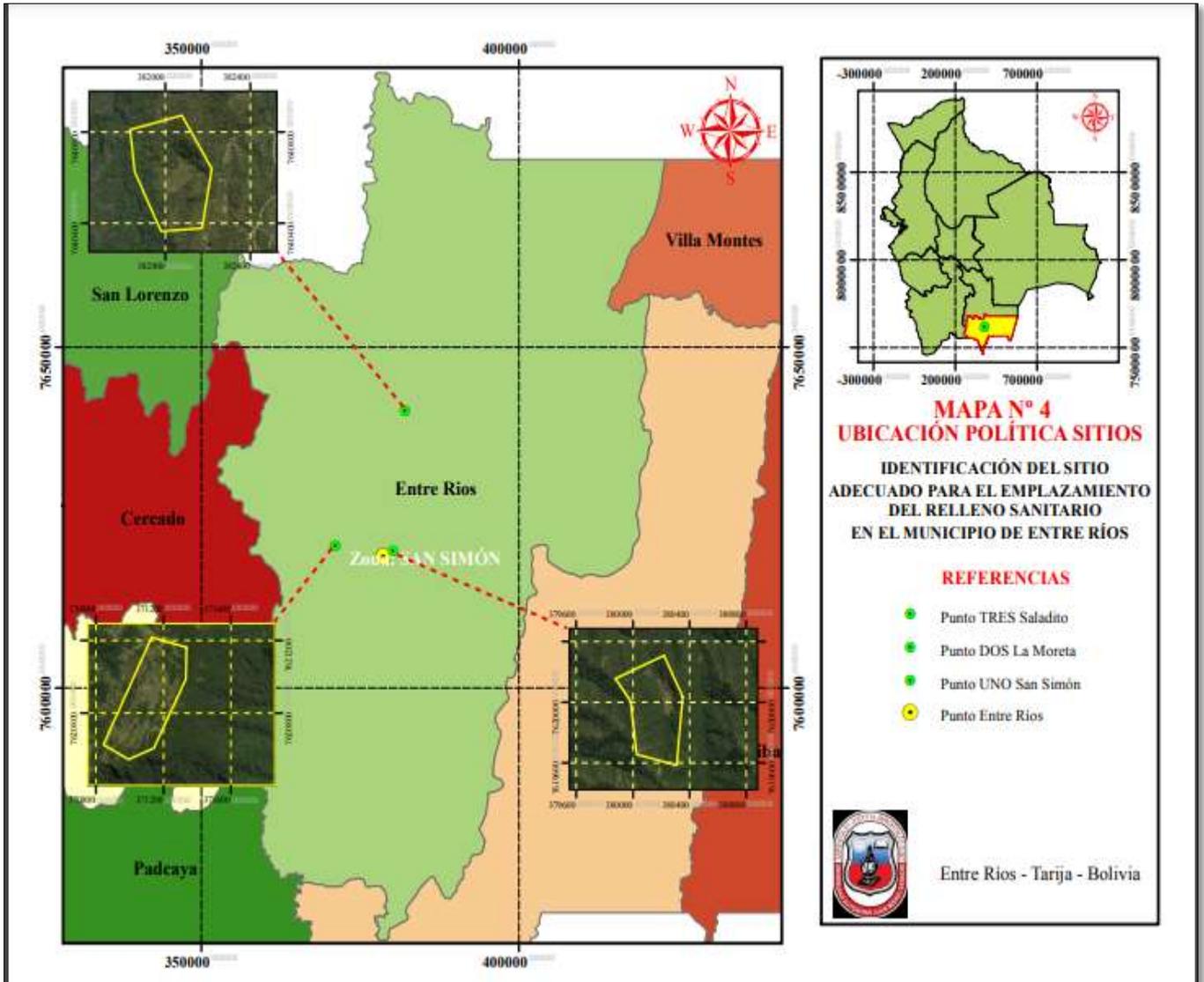
Cuadro N° 1. Coordenadas de Ubicación Municipio de Entre Ríos

Latitud Sud	S: 20° 51' 57'' y 21° 56' 51''
Longitud Oeste	OE: 63° 40' 23'' y 64° 25' 6''
Altura m.s.n.m.	1230

Fuente: elaboración propia 2020.

Entre Ríos tiene una extensión territorial de 5.381,1 km², lo que representa el 14,5, % del total del departamento de Tarija y el 0.5 del territorio boliviano, (PDM-2010).

Mapas N° 1.- Ubicación Política de los Sitios en el Municipio de Entre Ríos



Fuente: elaboración propia 2020.

2.1.4.- Aspectos físico – ambientales

a) Características del Ecosistema

➤ **Altitud**

Si se ubica solo la capital del municipio se encuentra a una altura de 1.181 m.s.n.m. En cuanto a nivel de provincia, se presenta una variación, desde 3500 m.s.n.m. en el Abra del Cóndor, hasta 500 m.s.n.m en las riveras del Pilcomayo, (PDM-2010).

➤ **Relieve**

Entre Ríos se sitúa en la confluencia del río Moreta y río Pajonal, que, al unirse hacia el Sur, forman el río Salinas, asimismo hacia el punto Oeste y Noroeste, se encuentra las montañas más altas que se extiende hacia Sudoeste; en cambio hacia el Sur se tiene colinas medias a bajas y llanuras pie de monte, hacia la parte Este se encuentran colinas medias, y llanuras pie de monte, en cambio hacia el Norte se encuentra serranías y colinas medias, (PDM-2010).

➤ **Topografía**

La capital de la provincia O'Connor se encuentra emplazada en un valle con forma de triángulo alargado, de 10 km de longitud, (PDM-2010).

Cuadro N° 2.- Alturas en el Municipio de Entre Ríos

Altura montana	1300 a 2000 m.s.n.m.
Media montana	800 a 1200 m.s.n.m.
Baja montana	400 a 800 m.s.n.m.

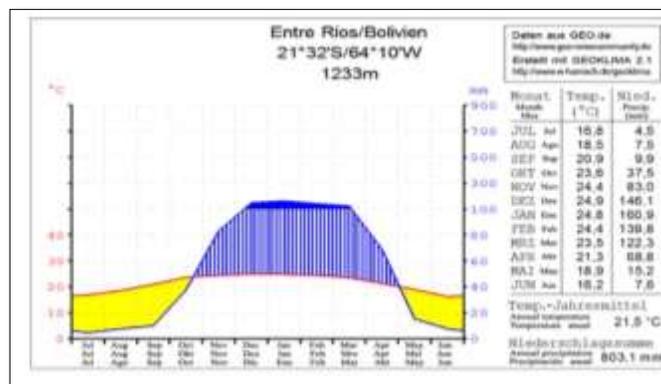
Fuente: elaboración propia 2020

b) Características Físico biológico

➤ **Clima**

La temperatura media anual de Entre Ríos es de 20,9°C y las precipitaciones anuales rondan los 1300 mm. Concentrándose fundamentalmente en verano, de enero a marzo. Así mismo Entre Ríos posee un clima subtropical húmedo con invierno seco (Cwa) de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, (PDM-2010).

Figura N° 1.- Imagen del Climograma de Entre Ríos



Fuente: elaborado por Geo clima.

En esta imagen podemos observar las temperaturas medias, por mes, durante 1 año, y la respectiva distribución, que marca la temperatura indicada de 20.9°C.

➤ **Biodiversidad**

Este municipio se caracteriza por ser eminentemente rural, la población en su gran mayoría vive en zonas dispersas y se constituye en una de las principales zonas de asentamiento del pueblo Guaraní, que han habitado las riveras del pilcomayo que llega a formar la cuenca del Paraná, desde hace miles de años.

De donde se conserva en gran parte su riqueza de biodiversidad que se detalla a continuación (PDM-2010).

➤ **Vegetación Natural**

Entre las especies nativas de la zona tenemos las siguientes.

Cuadro N° 3.- Especies Nativas Forestales

NOMBRE BOTÁNICO	CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<u>Estrato Arbóreo</u>		
Prosopis Alba		Algarrobo Blanco
Prosopis Nigra		Algarrobo Negro
Tipuana Tipu		Tipa Blanca
Tipuana Spp.		Tipa Colorada
Piptadencia o Anadenanthera Macrocarpa		Cevil Colorado
Tabebuia Ipe		Lapacho Rosado
Cedrela Balsanae		Cedro
Junglas Australis		Nogal Silvestre
Cedrela Lilloi		Cedro Colorado
Parapiptademia Excelsa		Chari o Vilcarán
Cassia Caven		Churqui
Salix Umboltiana		Sauce
Cassia Carnaval		Carnava
<u>Estrato Arbustivo</u>		
Cestrun Parqui		Hediondilla
Celtis Tala		Tala
Solanum Simbriofolium		Cotocoto
<u>Estrato Herbáceo</u>		
Paspalum Notatum		Gramma Negra
Cynodon Dactylon		Pata de Perdiz
Acanthospermum Spp.		Toro Toro
Xanthoxylum Spp.		Espinillo
Bidens Pilosa		Saitilla
Baccharis Cordifolia		Romerillo
Schurria Pinnata		Carnavalillo

Fuente: (Romero G. F.- 2020).

➤ **Especies cultivables**

Entre las especies cultivadas en la localidad de Entre Ríos tenemos los siguientes:

Cuadro N° 4.- Especies Cultivadas

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<u>Gramíneas</u>	
Zea Maíz L.	Maíz
Triticum Aestivum	Trigo
Oryza Sativa L.	Arroz
Hordeum Vulgare	Cebada
<u>Leguminosas</u>	
Arachis Hipogea	Maní
Glycine Soya	Soya
Pisum Sativum	Arveja
Solanum Tuberosum	Papa
Solanum Lycopersicum	Tomate
Capsicum Frutescens	Ají
<u>Otras especies</u>	
Manihot Utilissima	Yuca
Daucus carota	Zanahoria
Allium Cepa	Cebolla
Citrullus Vulgaris	Sandia
Citrus Cinensis	Naranja

Fuente: (Romero G. F.- 2020).

▷ **Fauna**

Entre la fauna de lugar de importancia tenemos los siguientes.

Cuadro N° 5.- Fauna

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<u>Granívoro</u>	
Sicalis flaveola (12cm)	Jilguero
Zenaidura macroura (22cm)	Torcaza
Columba livia (32cm)	Paloma Casera
Myiopsitta monachus (27cm)	Cotorra
Pooecetes graminea (12cm)	Morterita de collar
Columbiga canaliculata (15cm)	Torcacita
<u>Insectívoro</u>	
Furnarius rufus (18cm)	Hornero común
Notiochelidon cyanoleuca (11cm)	Golondrina barranquera
Pitangus sulphuratus (22cm)	Benteveo
Rynocrypta lanceolata (21cm)	Gallito copetón
Mimus triurus (20cm)	Calandria real
Troglodytes aedon (10cm)	Pititorra
<u>Omnívoro</u>	
Güira güira (36cm)	Pirincho
Eudromia elegans (39cm)	Martineta común
Molothrus bonaerensis (19cm)	Tordo renigrado
<u>Nectarivo</u>	
Chorostibon aureiventris (7cm)	Picaflor común
Sappho sparganura (15cm)	Picaflor coludo
<u>Carnívoro</u>	
Atene cunicularia (25cm)	Lechucita de las vizcacheras
<u>Frugívoro</u>	
Thraupis bonariensis (17cm)	Naranjero
Phytotoma rutilata (17cm)	Cortar ramas

Fuente: (Romero G. F.- 2020).

2.2.- Materiales

En el desarrollo de la ejecución de la presente investigación se requirieron, los siguientes materiales.

➤ Material de Gabinete

- Equipo de Computación.
- Flash USB.
- Calculadora.
- Papel reciclado (apuntes y borradores).
- Resma Papel bond impresiones.
- Bolígrafos.
- Lápices.

➤ Material de Campo

- Celular con cámara fotográfica.
- Libreta de campo.
- Bolígrafos.
- Equipo de Protección personal EPP.
- Encuestas.
- GPS.
- Tablero de campo.
- Mochila.
- Pala.

2.3.-Metodología

2.3.1.-Enfoque de investigación

El presente trabajo de investigación es “cuantitativa” y “cualitativa”

2.3.1.1.-Enfoque cuantitativo

La **investigación cuantitativa** trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de un análisis estadístico, se prueban hipótesis previamente formuladas, (Martínez M., 2011). El presente trabajo generó resultados numéricos, con el cálculo del área total para el emplazamiento de un relleno sanitario, para el cual se utilizó la fórmula proyección de población a partir del 2012 hasta el 2020, para calcular la población 2021 se empleó la fórmula aritmética y geométrica.

2.3.1.2.-Enfoque cualitativo

La investigación cualitativa posee un enfoque multimetódico, en el que se incluye un acercamiento interpretativo, lo que implica la utilización de entrevistas para la recolección de datos para la investigación en el proceso de interpretación, (Maita J., 2016). El presente trabajo presenta la calidad de selección de sitios con capacidad adecuada y que cumpla con las Normas Bolivianas para mitigar la contaminación.

2.3.2.- Método de investigación

El método de investigación que se aplicó en el trabajo de tesis fue “descriptiva - explicativa”.

2.3.2.1.- Investigación descriptiva

La investigación descriptiva propósito es describir la realidad objeto de estudio, un aspecto de ella, sus partes, sus clases, sus categorías con el fin de esclarecer una verdad, corroborar un enunciado o comprobar una hipótesis. Este tipo de investigación permitió identificar un sitio adecuado para el emplazamiento de un relleno sanitario, considerando los siguientes criterios de selección: relieve, topografía, vegetación,

textura de suelo, curso de agua, población cercana, visto bueno de la comunidad, vientos predominantes, vida útil, etc.

2.3.2.2.- Investigación explicativa

“La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto, en este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de la hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos” (Fidias Arias), otro autor hace la siguiente afirmación “Su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables” (Hernández et al., 2006, p.108).

Con la información obtenida nos permitió explicar qué condiciones favorables reúnen cada uno de los criterios de los tres sitios elegidos, con el fin de seleccionar el adecuado en función al método de peso y escala con el uso de algebra de mapas.

2.3.3.- Técnicas e instrumentos

La técnica de recolección de información que me ayudo ejecutar el trabajo de investigación son las siguientes:

2.3.3.1.-Técnica documentada

El análisis documental constituye el estudio de los documentos impresos (libros, actas, memorias, periódicos, revistas etc.), permitirá revisar la información secundaria del área de estudio y documento que sirva para el enriquecimiento y desarrollo del trabajo. Los instrumentos que se utilizó fueron: libros, textos, revistas, citas bibliográficas y otros que son necesarios para el desarrollo del presente trabajo.

2.3.3.2.- Técnica de la Encuesta

El instrumento que se utilizó fue boletas de encuestas, es una técnica que en el trabajo de campo nos permite recopilar información primaria, actual, concreta y especializada

del tema y de la población mediante la aplicación de una serie de preguntas, que son diseñadas con anterioridad, lo que nos permitió caracterizar los residuos sólidos para realizar un diagnóstico del manejo del mismo.

2.3.4.-Proceso metodológico para alcanzar los objetivos N°1

Determinar el manejo actual de los residuos sólidos, a través de un diagnóstico.

2.3.4.1.- Determinación del tamaño de la muestra

El número de personas encuestadas es de 72, fue calculada por la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z\alpha^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z\alpha^2 * p * q}$$
$$n = \frac{6896 * (1.96)^2 * 0.05 * 0.95}{(0.05)^2 * (6896 - 1) + (1.96)^2 * 0.05 * 0.95}$$
$$n = 72$$

Donde:

N = Total de la población.

Zα= 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%).

p = Proporción esperada (en este caso 5% = 0.05).

q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95).

d = Precisión (en su investigación use un 5%).

2.3.4.2.-Diseño de la boleta de encuestas

El diseño de la boleta fue estructurado con preguntas abiertas relacionados a la generación de los residuos sólidos, para el determinar el manejo actual de los mismos.

2.3.4.3.- Trabajo de campo

En el trabajo de campo se desarrolló las encuestas presenciales en las siguientes calles de los diferentes barrios mencionados, a continuación: Calle San Juan de Dios –1 de mayo, Plaza, Mercado central – Alcaldía, Barrio La Pampa, Calle Pilcomayo – La Rotonda.

2.3.4.4.- Trabajo de gabinete

Con la información recogida de las encuestas se realizó un análisis de información necesaria para desarrollar el diagnóstico de manejo de los residuos sólidos.

2.3.5.- Proceso metodológico para alcanzar los objetivos N°2

Estimar la tasa de crecimiento de la densidad demográfica para calcular el área.

2.3.5.1.- Cálculo de la tasa de crecimiento anual en base a los datos de población obtenidos desde el Censo registrado el año 2001 y 2012 con el Método Aritmético.

Cuadro N° 6.- Datos según el Instituto Nacional de Estadística

CENSO año 2001	Población del Municipio.	19,339 hab.
	Población de Entre Ríos.	2,418 hab.
CENSO año 2012	Población del Municipio.	20,018 hab.
	Población de Entre Ríos.	4,044 hab.

Fuente: INE

2.3.5.2.-Tasa de crecimiento anual (2012-2001)

$$r = \frac{P_{uc} - P_{ci}}{t * P_{ci}}$$

2.3.5.3.-Proyección de población 2021

La tasa anual acumulativa media del periodo 2012 / 2021 es de 0.06113%, con lo que en función de este promedio la proyección de población nos daría un resultado de:

$$P_{2021} = P_t (1 + r)^n$$

2.3.5.4.- Cálculo de Estimación del Volumen del Relleno Sanitario, el Área Requerida del Terreno para el Periodo 2021 en Entre Ríos – Tarija

Para realizar el cálculo de estimación de volumen del relleno sanitario se basó en la Guía para el diseño, construcción y operación de relleno sanitario manuales (Jaramillo J., 2002). Donde se utilizó el Método Aritmético, para calcular la población futura de 15 años, referido a la tasa de crecimiento anual, para el cual se utilizó la fórmula de población proyectada para la obtención de la cantidad de habitantes.

2.3.6.- Proceso metodológico para alcanzar los objetivos N°3

Identificar el sitio adecuado para el emplazamiento de un relleno sanitario.

2.3.6.1.-Aplicación del método de peso y escala con el uso de algebra de mapas

Este método da lugar a la identificación de los criterios de selección que permiten la eliminación de áreas no favorables y un ranking de las áreas favorables que fueron evaluadas, con este método nos ayuda a disminuir el número de sitios a considerar.

Si se parte de que un relleno sanitario involucra los tres medios: suelo, aire y agua, es indispensable evaluar las características específicas de cada una de las zonas, además de factores técnicos, económicos, sociales y políticos.

Se establecieron 17 variables de campo (tablaN°7), siguiendo los parámetros nacionales e internacionales usados para la selección de sitios.

Cuadro N° 7.- Variables elegidas como criterio de selección para variantes de sitio

N°	Criterios de Selección
1	Distancia a la población más cercana (m).
2	Distancia a granjas crianza de animales (m).
3	Área del terreno (m ²).
4	Vida útil.
5	Uso actual del suelo y del área de influencia.
6	Propiedad del terreno.
7	Distancia a vía de acceso principal (km).
8	Pendiente del terreno.
9	Posibilidad del material de cobertura.
10	Distancia a fuentes de agua superficiales (m).

11	Geología del suelo (permeabilidad).
12	Opinión pública.
13	Área natural protegida por el estado.
14	Área arqueológica.
15	Vulnerabilidad a desastres naturales.
16	Dirección predominante del viento.
17	Cuenta con barrera sanitaria natural.

Fuente: (Bautista, Rosales y Contreras -2010).

Estos criterios fueron analizados en un sistema de valorización por el método de peso y escala, que consiste en diferentes variables, dando prioridad al orden de importancia; se obtiene una escala de valores sobre la base de 100, que es útil para pesar la variable, que luego es valorizada en cinco ponderaciones que van de las condiciones más desfavorables del factor de campo hasta el ideal, por su importancia en la matriz de peso y escala, como se muestra en la tabla.

Cuadro N° 8.- Escala de ponderación para el puntaje de las variables

Calificación	Puntaje
Muy malo	1
Malo	2
Regular	3
Bueno	4
Muy bueno	5

Fuente: (Bautista, Rosales y Contreras -2010).

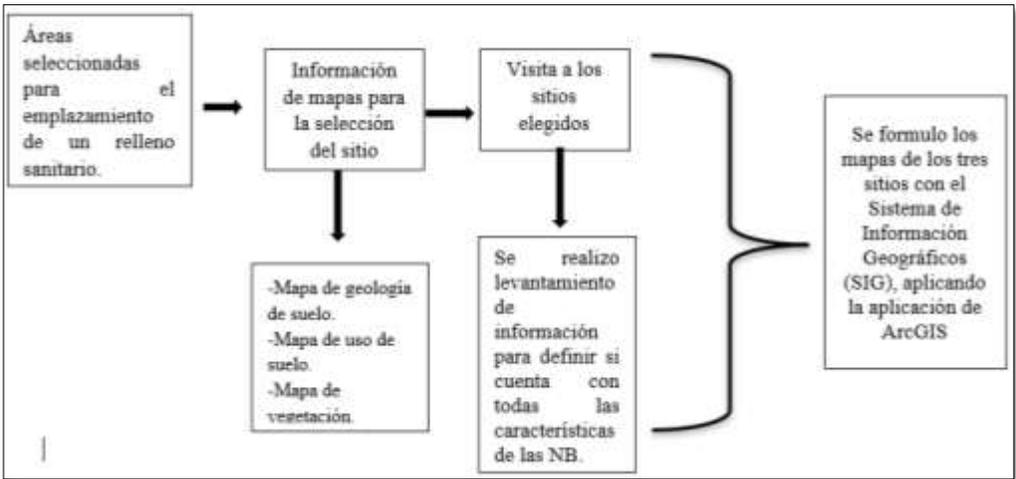
Los sitios que fueron evaluadas para el emplazamiento de un relleno sanitario, deben tener las siguientes características como calidad del suelo, accesibilidad, forma y relieve topográfico, riesgos geodinámicos y esencialmente su disponibilidad de uso, de manera que no se afecten al crecimiento demográfico de la población urbana, para la argumentación de esas variables se desarrolló un trabajo de campo que permitió la confección de los mapas, permitiendo la selección de los sitios.

2.3.6.2.- Diagrama de flujo para la identificación de los tres sitios elegidos

En este diagrama de flujo se tomó en cuenta que las áreas deben ser evaluadas atendiendo a características como calidad del suelo, accesibilidad, forma y relieves topográficos, riesgos geodinámicos y esencialmente su disponibilidad de uso, de manera que no se afecten los planes de expansión urbana. Para la argumentación de

esas variables se utilizó los mapas como mapas geológica del suelo, mapa del uso de suelo y mapa de vegetación (Anexo 11,12,13), luego se desarrolló el trabajo de campo que permitió verificar el sitio adecuado para el emplazamiento de un relleno sanitario, donde se procedió a la confección de los mapas temáticos aplicando el sistema de información geográficas (SIG), que juntos a la información compilada en la etapa inicial, permitió la selección de los tres sitios.

Figura N° 2.- Diagrama de flujo para la identificación de los tres sitios seleccionados



Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO III
ANÁLISIS DE RESULTADOS

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos, en la presente investigación, se ha desarrollado el cronograma de trabajo aprobado, implementado los instrumentos de recolección de información como: revisión de datos impresos, las entrevistas, a las que se le dio un análisis estadístico, necesario; sobre todo se ha utilizado la tecnología, para la elaboración de los respectivos mapas de los sitios que reunían la cantidad de las condiciones que se requieren para la elección de una área adecuada para un relleno sanitario.

En este marco, se exponen a continuación los resultados del primer objetivo:

3.1.- Diagnóstico integral del manejo actual de los residuos sólidos, en Entre Ríos-Tarija.

Iniciando el diagnóstico integral, a continuación, se detalla los siguientes resultados:

3.1.1.- Caracterización de los residuos sólidos

- La cuantificación aproximada de los residuos sólidos en Entre Ríos actualmente considerando la población urbana de 9259 hab. Que genera 3.704 kg/día, de residuos sólidos.
- Producción Per cápita es de 0.400kg/hab/día.
- Generación total de residuos sólidos de la población de Entre Ríos, es de 3.704 por día haciendo total de 3.7 ton/día.
- La proyección de la generación de los residuos sólidos, en 15 años más, o sea hasta el 2036 con tasas de PPC 0,460% será de 7.348 ton/anual.

3.1.2.- Gestión administrativa

➤ **Estructura organizacional de la Institución responsable del Manejo de R.S.**

La encargada del manejo de residuos sólidos es el Gobierno Autónomo Municipal de Entre Ríos – Provincia O’connor.

➤ **Disponibilidad de recursos humanos para el servicio de aseo.**

El Gobierno Municipal de Entre Ríos cuenta con cinco personas que se encarga del Aseo Urbano de las calles, plazas, etc. y en el recojo de los residuos sólidos domiciliarios cuenta con tres personas.

3.1.3.- Gestión Legal

➤ Instrumentos legales aplicados a la gestión de residuos sólidos en el municipio.

3.1.4.- Gestión Financiera

➤ **Mecanismos empleados para la facturación y cobranza de tasas de aseo urbano**

La población de la localidad de Entre Ríos, realiza su pago de la tasa de aseo urbano de 15 bs/ mes, conjuntamente en la factura de luz, alumbrado público.

3.1.5.- Gestión Operativa

a) **Barrido de calles y áreas públicas**

Cuadro N° 9.- Longitud de las calles de barrido

CALLES BARRIDO	LONGITUD (m)
Calle San Juan de Dios – 1 de mayo	632 m
Plaza	297 m
Mercado-Alcaldía	337 m
Barrio La Pampa	594 m
Calle Pilcomayo – La Rotonda	767 m

Fuente: elaboración propia 2020.

➤ **Herramientas y equipamiento empleados**

Los trabajadores cuentan con una carretilla, escoba y pala para el recojo de la basura, que se encuentran en mal estado.

En cuanto al equipo de protección personal EPP, el personal no cuenta con ello.

➤ **Número de las calles de barrido de la Provincia O´connor**

En Entre Ríos no se realiza el barrido a todas las calles, porque el personal no abastece y sólo en cinco calles principales se realiza el barrido.

➤ **Frecuencias y Horarios**

El horario que se realiza la limpieza de las calles, comienza a las 6:00am hasta las 09:00am, los trabajadores rotan cada dos semanas.

➤ **Cantidad de personal operativo empleado y su condición laboral (eventual, permanente)**

El Gobierno Municipal cuenta con cinco empleados, tres mujeres y dos hombres y sus condiciones laborales son de eventuales.

b) Almacenamiento

➤ **Cuantificación y Descripción Contenedores Públicos (tipo, cantidad, ubicación estado)**

Se observó que los contenedores públicos se encuentran en mal estado, están ubicados en el barrio La Pampa, la plaza y la rotonda, alguno de ellos no está en funcionamiento.

➤ **Cuantificación y Descripción Contenedores Domiciliarios (tipo, cantidad, ubicación estado)**

La mayoría de la población utiliza como contenedor bolsas plásticas y tachos de plástico para colocar sus residuos sólidos domiciliarios, donde no se realiza la clasificación del mismo.

c) Recolección y transporte

➤ **Cobertura**

El carro basurero, realiza el recorrido a todos los barrios de la población de Entre Ríos.

➤ **Cantidad y tipo de vehículos disponibles efectivos**

El Municipio de Entre Ríos sólo cuenta con un carro de recolección de residuos sólidos.

- **Años de servicio**
Cuatro años de servicios.
 - **Estado del vehículo**
Se encuentra en buen estado.
 - **Métodos de recolección empleados por sector, zona, distrito o barrio**
Se realiza la recolección de los residuos domiciliarios por calles y barrios.
 - **Personal asignado**
Los trabajadores que se encarga en la recolección de los residuos sólidos son tres personas.
- d) Aprovechamiento**
- **Residuos sólidos orgánicos**
El gobierno municipal de Entre Ríos, el 50 % de los residuos orgánicos utiliza, para realizar compostaje para el vivero municipal y el otro 50% son llevados al botadero.
 - **Residuos sólidos inorgánicos**
No tienen ningún tratamiento, son llevados al botadero del municipio.
- e) Tratamientos de residuos**
- **Residuos Hospitalarios San Juan de Dios**
Proviene de las diferentes salas de atención, lugar donde se realiza la clasificación en contenedores y bolsas de acuerdo a la normativa, seguidamente se procede a la segregación que consiste en agrupar determinados componentes de los residuos sólidos para ser manejados de forma especial en el mismo lugar de la generación, luego se realiza la recolección posteriormente el almacenamiento externo y por último son entregados al carro basurero del municipio para su transporte al botadero. R.S.H.S.J.D.D. (Padilla M.-2016).

Cuadro N° 10.- Residuos Hospitalarios San Juan de Dios

Residuos Sólidos Hospitalarios	Cantidad (kg/año)
Residuos Comunes.	2751 kg/año
Residuos Infecciosos.	819.06 kg/año
Residuos Corto Punzantes.	161.22 kg/año

Fuente: elaboración propia 2020.

Los residuos infecciosos resultado de las cirugías (placenta, vesícula, etc.), son sometidos a tratamientos, para luego ser incinerados en el horno que tiene de funcionamiento dos años.

3.1.6.- Disposición final de los residuos sólidos

- El Municipio de Entre Ríos cuenta con un botadero a cielo abierto y no tiene ningún tratamiento para los residuos sólidos.

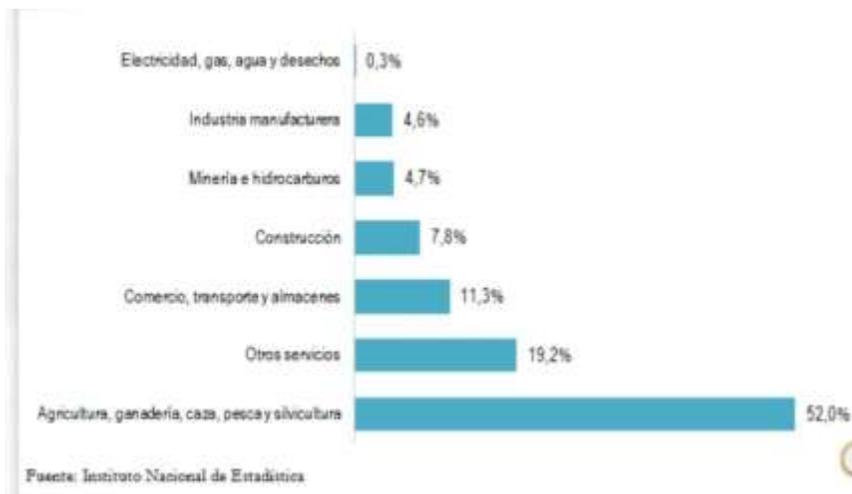
3.1.7.- Educación Ambiental y participación ciudadana:

- Las ferias educativas efectuadas por el gobierno municipal de Entre Ríos, se realizan con la participación de las U.E. del centro urbano como del rural y la universidad.
- Actividades de educación ambiental (talleres, capacitación), en fechas especiales, como el día del Medio Ambiente, día de la tierra, del agua, del árbol, etc.

3.1.8.- Ocupación de la Población en actividades económica de 10 años o más

Sin duda la base de la vida de una población son sus actividades económicas de esta manera se ve oportuno reflejar las mismas, en la presente gráfica.

Figura N° 3.- Ocupación de la Población de Entre Ríos, Tarija



Esta imagen es de gran importancia, para el presente estudio, porque en ella el INE demuestra que un 0,3 % de la población está dedicada a los servicios básicos y desechos, lo que significa que 72 personas para estos servicios, que hace presumir que entre 15 a 18 personas se dedican al trabajo con desechos. Lo que se constató en entrevista con las autoridades municipales que solamente 9 personas son las encargadas de recoger los desechos.

Asimismo, es importante observar en esta imagen del INE, a donde va la fuerza laboral de la población de Entre Ríos, siendo que más de la mitad se encuentran dedicadas a actividades como agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura.

3.1.9.- Factores que determinan el problema de los residuos sólidos

- Entre los factores que determinan el problema de los residuos sólidos en Entre Ríos, se identifican a:
 - La acelerada expansión hacia las zonas periurbanas de manera que no planifica la población nativa que procedente del interior del país.
 - El desarrollo comercial, el crecimiento del comercio informal y los cambios de hábitos de consumo de la población .
 - El uso generalizado de envases, empaques de materiales desechables, aumentan considerablemente la cantidad de residuos.
- **Estos factores se ven agravados debido principalmente:**
 - La crisis económica
 - La debilidad institucional, la obligación de reducir el gasto público causa una debilidad institucional.
 - La poca o nula educación sanitaria y ambiental de la que disponen los habitantes.
 - Escasa participación y compromiso de la ciudadanía, en cuanto a la problemática de los residuos sólidos.

Este panorama afecta a la salud pública, produciendo el detrimento de los recursos naturales y del ambiente del municipio, bajando la calidad de vida de la población.

En este contexto se encuentra que la gestión de residuos sólidos, especialmente en lo relacionado con la disposición final, es una tarea compleja que se ha convertido en un problema de los pobladores, e instituciones como de organizaciones ambientalista y sobre todo del Municipio.

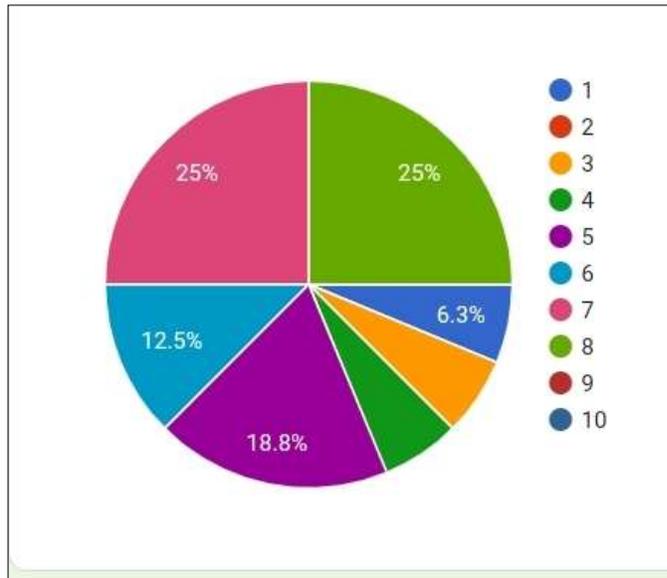
➤ Ello se refleja en las problemáticas identificadas como:

- La falta de limpieza de las áreas públicas.
- La no aplicación de las tres R (reutilizar, recuperar, reciclar) de residuos.
- El incremento de desechos en actividades informales (ferias, campeonatos, etc.)
- La descarga de residuos en cursos de agua, o su abandono en lugares inadecuados a cielo abierto.
- La presencia de animales domésticos, en el botadero, que expanden la contaminación provocando condiciones insalubres, enfermedades y accidentes.

3.1.10- Resultados de las Entrevistas realizadas al público en general

Con el fin de complementar el resultado correspondiente al objetivo que se trazó el estudio como N° 1, se hizo una en virtual, de la que se han obtenido los siguientes resultados.

Figura N° 4 .- Calificación de la Población a la Limpieza de las Áreas Públicas



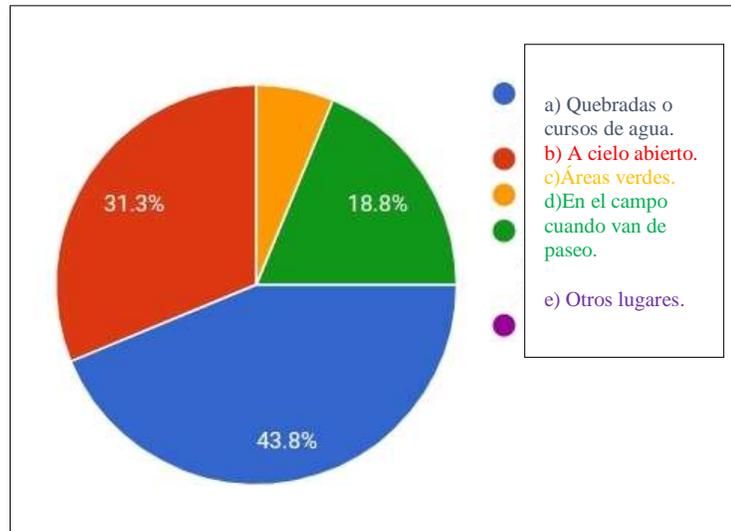
- (donde 10 es muy limpio y 1 lleno de basura).
25%=4 personas calificaron limpio (7 de 1 al 10).
25%=4 personas calificaron muy limpio (8 de 1 al 10).
18.8%=3 personas calificaron limpio (5 de 1 al 10).
12.5% = 2 personas calificaron limpio (6 de 1 al 10).
6.3%=1 persona calificó sucio (1 de 1 al 10).

Considerando que la escala establece del 1 al 4 sucio, de 5 a 7 limpio y de 8 a 10 muy limpio, se puede observar en el presente gráfico que el 25% de las personas encuestadas respondieron que las áreas públicas están muy limpias y otro 67% pudo constatar que las zonas públicas están limpias porque calificaron entre 5 y 7.

De manera que sólo el 8% sostiene que las áreas públicas están sucias.

3.1.11.- Identificación del lugar donde deja más Basuras

Figura N° 5.- Identificación del lugar donde deja más Basuras



En cuanto a los hábitos de la población de Entre Ríos de poner la basura en lugares no adecuados se ha obtenido la información que el 43.8% tiene el hábito de dejar la basura en las quebradas o cursos de agua. Un 31.2% a cielo abierto y cuando van de paseo un 18.8% de las personas deja la basura en el campo o área rural.

3.1.12.- Sugerencias que puede utilizar Gobierno Municipal, en el tema de recojo de basuras

Que el recojo de basura se la realice también por los barrios alejados.

- Aprovechar los residuos sólidos clasificándolos.
- Implementar educación medio ambiental para la población.
- Implementar la construcción de un relleno sanitario que cumpla con todas las normas ambientales.
- Elaborar abono a partir de los residuos orgánicos.
- Crear una unidad de reciclaje de la basura.

3.2.- Estimación de la tasa de crecimiento de la densidad demográfica, para calcular el tamaño adecuado del área, para relleno sanitario

Buscando de cumplir el objetivo N°2, del presente estudio, se ha recurrido a las fuentes oficiales, para mediante entrevistas virtual y presenciales, recolectar los datos oficiales necesarios a los que se les ha aplicado el correspondiente procedimiento matemático. En consecuencia, se tiene:

3.2.1.- Estimación de la población por la tasa de crecimiento

Según el Instituto Nacional de Estadística de Bolivia, los habitantes empadronados en el último censo del año 2.001 en la localidad de Entre Ríos alcanzaban a 2.418 habitantes, sin embargo, en los últimos once años la población de Entre Ríos ha alcanzado la tasa anual de crecimiento de 1,25 %, registrando un crecimiento, de 4.044 habitantes en el 2.012 y su proyección para el 2.021 es de 6.896 habitantes y para el 2.036 es de 21.394 habitantes para Entre Ríos.

3.2.2.-Análisis de tasa de crecimiento anuales para la población de la provincia de Entre Ríos:

3.2.2.1.- Cálculo de la tasa de crecimiento anual en base a los datos de la población obtenidos desde el Censo registrado el año 2.001-2.012 y aplicando el Método Aritmético.

- **Tasa de crecimiento anual (2.012-2.001)**

$$r = \frac{P_{uc} - P_{ci}}{t * P_{ci}}$$

$$r = \frac{4044 - 2418}{11 * 2418} = \frac{1626}{26598} = 0.06113$$

$$r = 0.06113 * 100\%$$

$r = 6.11\%$

- **Proyección de población 2.021**

La tasa anual acumulativa media del periodo 2.012 / 2.021 es de 0.06113%, con lo que en función de este promedio la proyección de población nos daría un resultado de:

$$P_{2021} = P_t (1 + r)^n$$

$$P_{2021} = 4044(1 + 0.06113)^9$$

$$P_{2021} = 6896 \text{ habitantes}$$

- **Población proyecta 2.036**

La tasa anual acumulativa media del periodo 2.021 / 2.012 es de 0.0784 %

$$r = \frac{P_{2021} - P_{uc}}{t * P_{uc}}$$

$$r = \frac{6898 - 4044}{9 * 4044} = \frac{2852}{36396} = 0.0784$$

$$r = 0.0784 * 100\%$$

$$r = 7.84 \%$$

$$P_{2036} = P_{2021} (1 + r)^n$$

$$P_{2036} = 6896 (1 + 0.0784)^{15}$$

$$P_{2036} = 21394$$

En cuanto a la población en la capital, o sea en el propio Entre Ríos, se registró en el año 2.001 un total de 2.418 habitantes, y en el 2.012 se ha elevado a 4.044 habitantes; siguiendo la fórmula mencionada arriba, aplicamos la tasa intersensal (INE- 2012- Graf.Nº 7), de 1,25% de crecimiento anual, para 2.020 tenemos una población de 6.896 habitantes.

3.2.3.- Cálculo del área, para el relleno sanitario estimando quince años para el municipio de Entre Ríos

A continuación, el método que se utilizó es el Método Aritmético, para calcular la población futura de 15 años, referido a la tasa de crecimiento anual, para el cual se asume que en el 2.021 se tiene 6.896 habitantes.

La siguiente expresión nos muestra su cálculo:

Cuadro N° 11 .- Cálculo de Estimación del Volumen del Relleno Sanitario, el Área Requerida del Terreno para el Período 2021 en Entre Ríos – Tarija

AÑO	Población Habitantes	PPC kg/hab/día	CAVIDAD				VOLUMEN					AREA REQUERIDA			
			DS Diario KG/Hab/DI A	Annual ton	Acumulado Ton/año	Diario m ³ /día	Compactados		Estrabilizado Annual m ³	Relleno Sanitario		Relleno Sanitario m ²	Área Total m ²		
							m. c. m ³ /día	Annual m ³		m. c. m ³ /año	(DS-m.c.) Annual m ³			Acumulado m ³	
0	2021	6896	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2022	7.648	0.404	3090	1.128	6.866	1.37	2.306	301	1.880	2.381	2.381	2.381	3.968	5.139
2	2023	8.482	0.408	3461	1.263	7.691	1.54	2.807	361	2.106	2.667	2.667	2.667	4.445	5.778
3	2024	9.407	0.412	3877	1.415	8.615	1.72	3.145	629	2.358	2.987	2.987	2.987	4.979	6.473
4	2025	10.433	0.416	4343	1.585	9.651	1.93	3.522	704	2.642	3.346	3.346	3.346	5.577	7.250
5	2026	11.571	0.420	4865	1.776	10.810	2.16	3.946	789	2.959	3.748	3.748	3.748	6.247	8.122
6	2027	12.833	0.425	5449	1.989	12.109	2.42	4.420	884	3.315	4.199	4.199	4.199	6.998	9.098
7	2028	14.233	0.429	6104	2.228	13.584	2.71	4.951	990	3.713	4.703	4.703	4.703	7.839	10.191
8	2029	15.786	0.433	6837	2.496	15.194	3.04	5.546	1.109	4.159	5.269	5.269	5.269	8.781	11.415
9	2030	17.508	0.437	7659	2.796	17.021	3.40	6.213	1.243	4.659	5.902	5.902	5.902	9.837	12.788
10	2031	19.418	0.442	8580	3.132	19.066	3.81	6.939	1.392	5.219	6.611	6.611	6.611	11.019	14.324
11	2032	21.536	0.446	9611	3.508	21.358	4.27	7.796	1.559	5.847	7.406	7.406	7.406	12.345	16.046
12	2033	23.885	0.451	10766	3.930	23.924	4.78	8.732	1.746	6.549	8.296	8.296	8.296	13.826	17.974
13	2034	26.491	0.455	12060	4.402	26.799	5.36	9.782	1.956	7.336	9.293	9.293	9.293	15.488	20.134
14	2305	29.381	0.460	13509	4.931	30.020	6.00	10.957	2.191	8.218	10.409	10.409	10.409	17.349	22.554
15	2036	30.133	0.464	13994	5.108	31.097	6.22	11.350	2.270	8.513	10.783	10.783	10.783	17.971	23.363

➤ **Siguiendo la metodología para calcular el área**

En primer paso, utilizando el software Excel se diseña un cuadro de 16 columnas y de 12 filas, para la aplicación de datos y fórmulas y tres filas para los títulos.

1°.- Las 2 primeras Columnas por las 3 filas, ponemos el título de AÑO, y continuación se llena la primera columna, dejando libre la primera celda, con los números del 1 al 10 que indicaran el número de año. Asimismo, la 2da. Columna, dejando vacía la primera celda, rellenar desde la segunda comenzando con el año 2021 que será la probable fecha de inicio de la ejecución, y rellenar sucesivamente hasta el final.

2°.- Corresponde al título de la **Población Habitantes**, a continuación de este título se comienza la enumeración de columna, de manera que aquí va el número 1, siguiendo en forma descendente se coloca la población inicial de la cual se va partir, en este caso la población de Entre Ríos estimada para 2.020 es de **9.259** habitantes y a partir de este dato se irá aplicando la tasa de crecimiento, que en este caso es del 1,2 % para la obtención de la cual se ha aplicado la fórmula de:

$$Pf = Po * r + Po$$

En el caso del presente estudio sería igual a $(9259 * 0.10909) + 9259$

para la próxima celda aplicar la formula con dato de la celda anterior.

3°.- Esta Columna enumerada con el número 2 lleva por título **PPC Kg/hab-día** Producción Per Cápita estimada por Kg, por habitante, en un día, que se refiere a la producción de basura por persona en Kg, en un día, la cual se incrementa en un año a razón de un 1%, de manera que la fórmula es:

PPC inicial del 0,4 kg/hab-día.

$$PPC = PPC + (PPC * 1\%)$$

Aplicando la misma a la presente investigación tenemos que:

$$0,400 = 0,400 + (0,400 * 1\%)$$

4°.- Esta Columna enumerada con el número 3 lleva por título **DS Diario KG/Hab/día** Desechos Sólidos en Kg por la población día, en la que se aplica la fórmula:

$$\text{Col1} * \text{Col3} = \text{Po} * \text{PPC (kg/hab-día)}$$

5°.- Esta Columna enumerada con el número 4 lleva por título **Anual Ton**, lo que significa aplicar la fórmula.

$$\text{Col3} * 365) / 1000 = \text{Ton/año}$$

Lo que significa que se la cantidad de desechos sólidos, producido por día, se convierten en toneladas estimada en un año.

6°.- Se pasa a describir la Columna enumerada con el número 5 donde estarán el **ton. Acumulado año**, en la que se utilizara la fórmula de: frecuencia acumulada, con referencia a la columna anterior es decir la col núm. 4

$$\text{1er grupo} + \text{2do.grupo} + \text{1er grupo} + \text{2do.grupo} + \text{3er.grupo}$$

Estas tres columnas anteriores (enumeradas con 3, 4 y 5) se agrupan para llevar el título en común Cantidad de **Desechos Sólidos**.

7°.- A partir de aquí en adelante tendremos 7 columnas (enumeradas desde el 6 hasta el 12) que formaran el grupo de **VOLUMEN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS**, que a su vez se dividen en tres grupos, el primero constituido por **COMPACTADOS**, que abarca desde las columnas enumeradas con número 6, 7, 8, y 9; le continúa una columna enumerada con el 10 y es **Estabilizados Anual m³**; finalmente está el grupo conformado por las columnas 11 y 12 que se unen para formar **Relleno Sanitario**.

8°.- Entonces retomamos la columna enumerada con el 6, que lleva de título **Diario m³** es la que se refiere a los resultados que se encuentran en las celdas de la columna con la enumeración de 3 los mismos que se dividen por la constante de 450 que es la densidad de la basura compactada (el promedio, propuesto que puede variar desde 400 a 500 kg/m³ de manera que la fórmula resulta:

Diaria/ Kg/día

450 kg/m³

9°.- En este punto la descripción de lo que contiene la columna enumerada 7 y titulada con; **mc m³/ día**, en la misma se desarrollará la fórmula de:

Celdas de la columna 6

5

Donde 5 son la frecuencia de los días que recogen la basura de Entre Ríos.

10°.- Al llegar a este punto encontramos que 8 intitulada **Anual m³**, dentro del grupo de Compactados, viene a emplear la fórmula de:

Celdas de la columna 6 * 365=

Donde los 365 hacen referencia a la cantidad de días del año.

11°.- En la construcción del cuadro para el CÁLCULO PARA ESTIMAR EL VOLUMEN DEL RELLENO SANITARIO Y EL ÁREA REQUERIDA DEL TERRENO, se construye la columna llamada 9 que llevará el título **mc. m³/año**, y para rellenar sus celdas se tiene que emplear la siguiente fórmula:

Celdas de la columna 8 * 365=

Donde los 0,2 hacen referencia al promedio general, del desecho sólido estabilizado más tierra (20 - 25%) promedio general, aquí finaliza el grupo de columnas de **Compactados**.

12°.- Continuando con la construcción del Cálculo, toca hacer la columna 10 ó estabilizados anual m³, de manera que aplicamos la fórmula de:

Celdas de la columna 3 * 365=

600

Donde 600 hace referencia al índice de densidad de basura estabilizada (500-600) kg/m³.

13°.- Ese inicia el grupo de 2 columnas que lleva por nombre Relleno Sanitario; y una de las primeras se la enumera con el número **11** y lleva el título de **(DS+m.c.)** anual, para rellenar sus celdas se utilizará la fórmula de:

$$\text{Columna 8} + \text{Columna 9} =$$

14°.- A continuación, la segunda columna que pertenece al grupo mencionado en el número precedente, enumerada con el **12** y con el título de acumulado **m³** se aplica la fórmula de:

$$\text{Columna 11 b} + \text{Columna 12 a} = \text{Celda b de Columna 12}$$

15.- Llegamos al grupo final de **ÁREA REQUERIDA** conformado por 2 celdas también y la 1ra de ellas es **Relleno Sanitario m3**, asimismo está enumerada con el número **13**, para rellenar las celdas de esta columna se utilizará la fórmula de:

$$\frac{\text{Celdas de la columna 12}}{0,6} =$$

16.- La columna final del cuadro para el Cálculo, enumerada con el 14 y que lleva por título **Área total en m2**; la cual se determina el valor de sus celdas con la fórmula.

$$\text{Celdas de la columna 13} * 1,3$$

De esta manera obtendremos el área requerida para cada año indicado, llegando al final de los 15 años con el área total redondeada en 30,884 m² has en el presente caso del estudio.

3.3.- Identificación del sitio adecuado para el relleno sanitario.

Prosiguiendo con el cumplimiento de los objetivos del presente estudio, a continuación, se tiene los resultados obtenidos.

En este sentido, de un grupo de posibles lugares se ha seleccionado tres, los cuales tenían la capacidad de cumplir con la mayoría de los requerimientos, establecidos por las NB de saneamiento básico, para ser elegidos, como sitio de emplazamiento de un Relleno Sanitario. Se hizo un sinóptico de los aspectos imprescindibles de las NB, los cuales se los aplicó de la misma forma para cada sitio, lo que permitió analizar y

ponderar al que más cumplía con los requerimientos exigidos para convertirse en el mejor sitio de emplazamiento de un relleno sanitario.

3.3.1.- Aplicación del método de peso y escala con el uso de álgebra de mapas propuesta por Bautista, Rosales y Contreras (2010) para la Identificación del sitio óptimo para el relleno sanitario en Entre Ríos -Tarija.

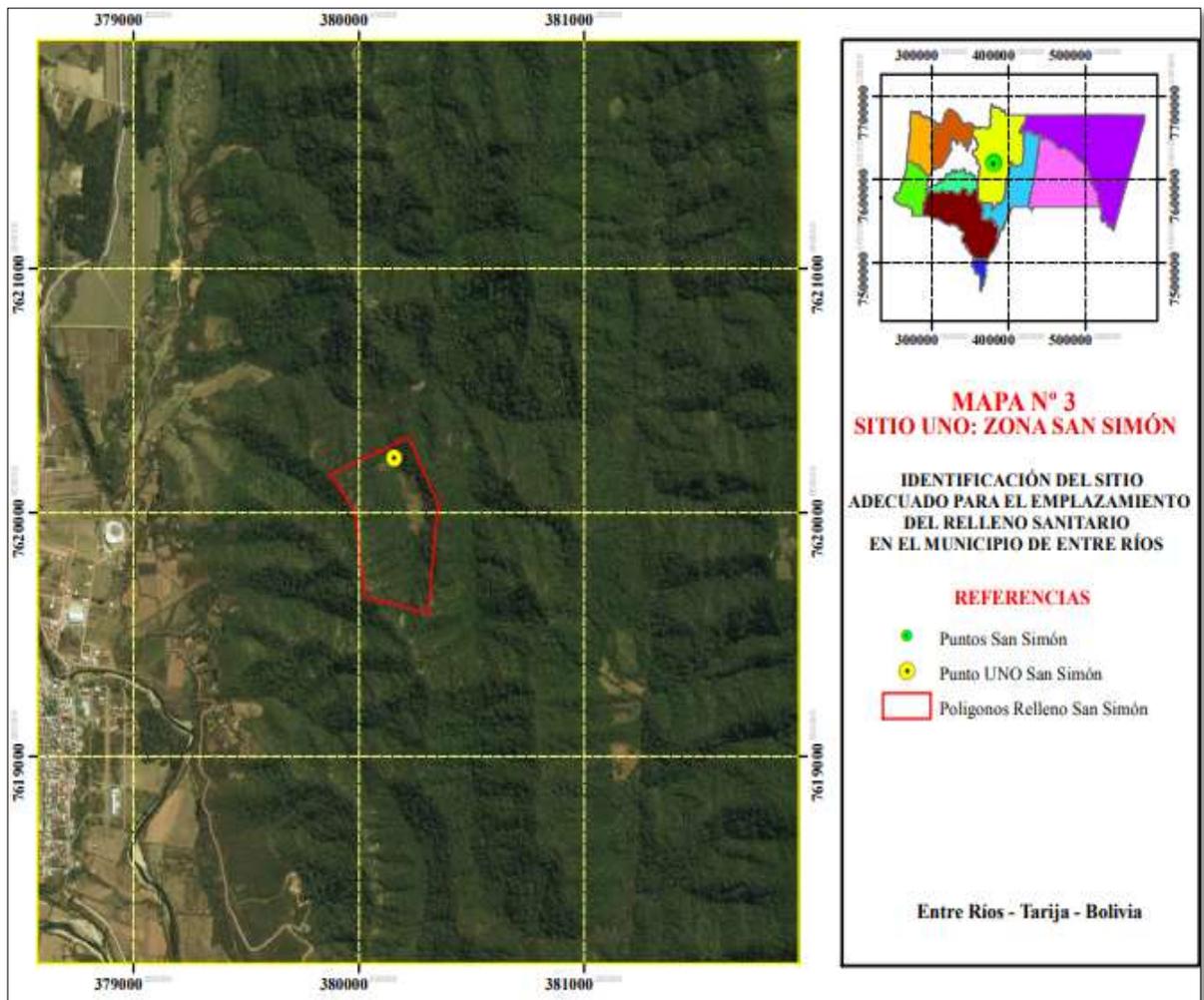
Al finalizar la presentación de los resultados, se desarrolla el método de peso y escala con el uso de álgebra de mapas, en la que se ha podido realizar identificación de los criterios de selección que permiten la eliminación de áreas no favorables y un ranking de las áreas favorables que serían evaluadas para convertirse en el sitio óptimo para el emplazamiento de un relleno sanitario para la población del municipio de Entre Ríos, Tarija.

3.3.2.- Identificación de los tres sitios aplicando ArcGIS

En el proceso de identificación de los tres sitios, se tomó en cuenta las siguientes características como relieve de las áreas, vegetación, dirección de los vientos, distanciamiento de los ríos, etc., para la disposición final de los residuos sólidos del municipio. En la selección de los tres sitios se utilizó los siguientes mapas como mapas geológica del suelo, mapa del uso de suelo y mapa de vegetación (Anexo 11,12,13). Estas áreas que fueron seleccionadas fueron sometidas a un proceso de evaluación ambiental.

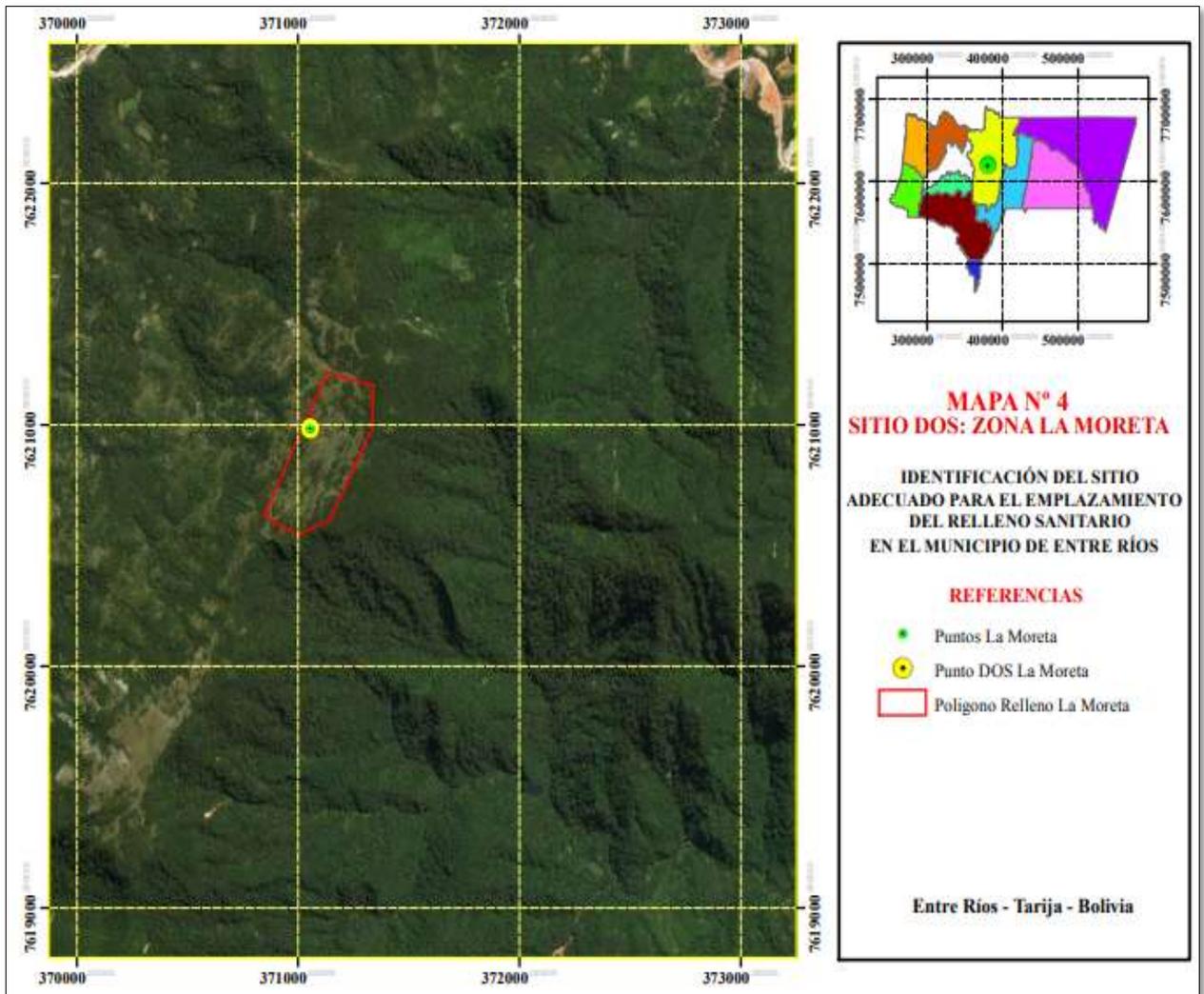
A continuación, los tres sitios seleccionados para el emplazamiento de un relleno sanitario:

Mapas N° 2.- Punto N°1 Referencial San Simón:



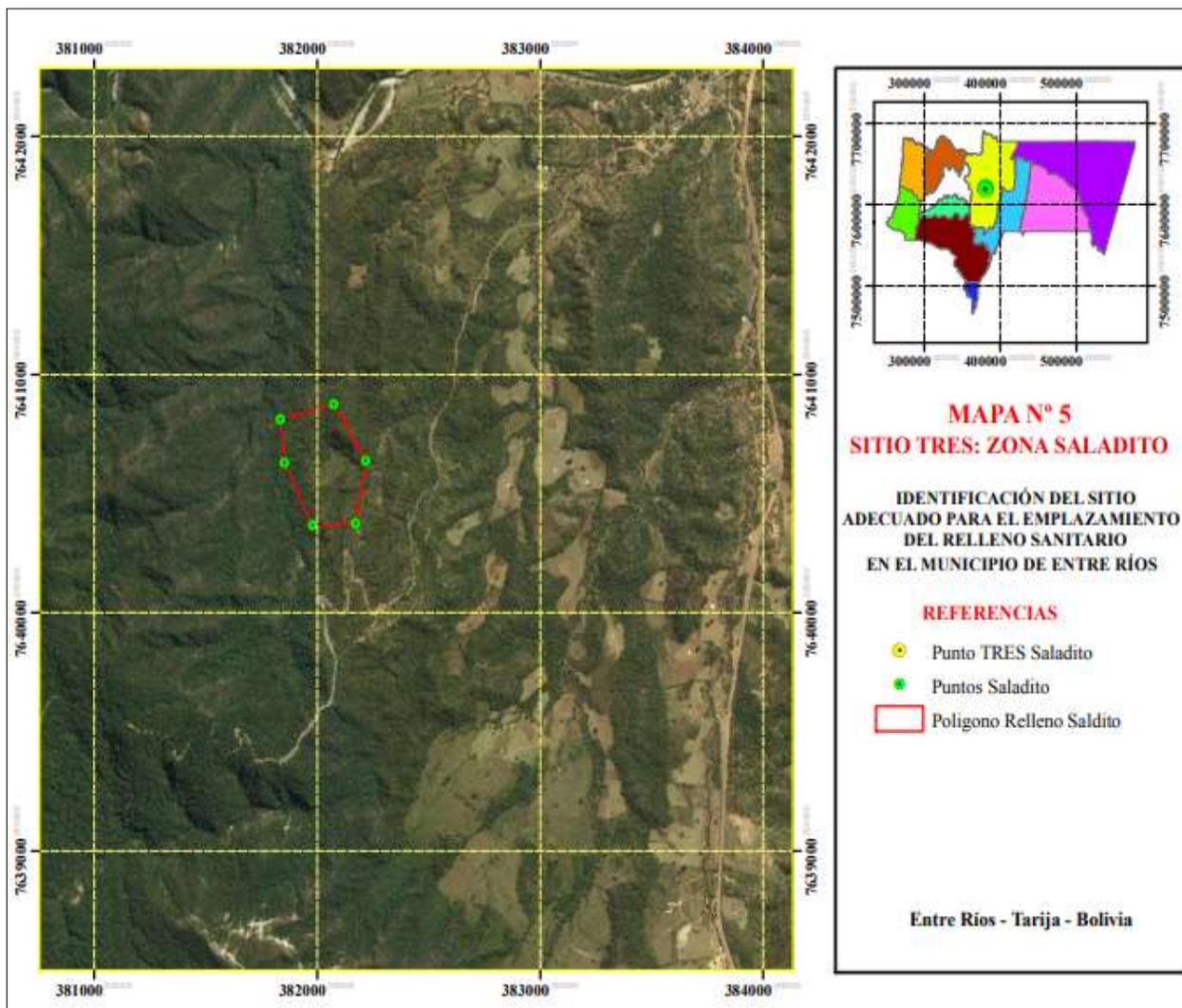
Fuente: Elaboración propia.

Mapas N° 3.- Punto N° 2 Referencial La Moreta



Fuente: elaboración propia.

Mapas N° 4.- Punto N° 3 Referencial Saladito



Fuente: elaboración propia.

3.3.3.- Factores ambientales que condicionan el área bajo régimen de administración especial

Toda área considerada bajo régimen especial debe preservar y no ocasionar alteraciones a las condiciones físicas naturales, de acuerdo a la Ley de medio ambiente (1333), se estableció que ninguna de las tres áreas seleccionada fue de interés arqueológico, pero todos los sitios que se seleccionó se encuentran dentro de micro cuencas San Simón, Moreta y sub cuenca de Saladito.

3.3.4.-Vulnerabilidad del área a desastres naturales

Para determinar la vulnerabilidad a desastres naturales de los tres sitios seleccionado, se tomó como base el mapa de Geología de suelo (anexo 11) y el Proyecto de Plan De Desarrollo Municipal Entre Ríos “Componente: Consultoría”, (2014-2018). Siendo consideradas geomorfológicamente como áreas de pie de monte con bosques de media montaña, medianamente baja amenaza a riesgo sísmico.

3.3.5.-Resultados y Discusión

Las tablas (12-14) muestran evaluación los resultados de la de las tres áreas que fueron seleccionadas según los 17 criterios ya mencionados en la tabla (N°7). La tabla (15) organiza las áreas por orden de mérito de manera descendente.

Cuadro N° 12.- Criterios de selección

N°	Criterios De Selección	Áreas Alternativas (Calificación)		
		Área 1 “San Simón”	Área 2 “La Moreta”	Área 3 “Saladito”
1	Distancia a la población más cercana (m).	800 m	2000 m	2000m
2	Distancia a granjas crianza de animales (m).	750 m	2000 m	900 m
3	Área del terreno (m2).	263.536 m ²	263.536 m ²	263.536 m ²
4	Vida útil.	>10	>10	>10
5	Uso actual del suelo y del área de influencia.	Silvopastoril con vacunos, cultivos anuales y tala selectiva	Silvopastoril con vacunos y tala selectiva	Agrosilvopastoril con vacunos, caprinos y tala selectiva
6	Propiedad del terreno.	Comunal	Comunal	Comunal-privado
7	Distancia a vía de acceso principal (km).	1.22	1.62	1.29
8	Pendiente del terreno.	8% a 18%	5% a 10%	3% a 15%
9	Posibilidad del material de cobertura.	Regular	Regular	Bueno
10	Distancia a fuentes de agua superficiales (m).	750	200	350
11	Geología del suelo (permeabilidad).	Franco arcillo arenoso.	Franco arcillo arenoso.	Areno francoso.
12	Opinión pública.	Favorable	Favorable	Favorable
13	Área natural protegida por el estado.	No es un área protegida.	No es un área protegida.	No es un área protegida.
14	Área arqueológica.	No incluye áreas de interés arqueológico.	No incluye áreas de interés arqueológico.	No incluye áreas de interés arqueológico.
15	Vulnerabilidad a desastres naturales.	Baja amenaza a riesgo sísmico.	Baja amenaza a riesgo sísmico.	Baja amenaza a riesgo sísmico.
16	Dirección predominante del viento.	Sureste a Noreste	Sureste a Noreste.	Sureste a Noreste.
17	Cuenta con barrera sanitaria natural.	Sí, áreas boscosas.	Sí, áreas boscosas.	Sí, áreas boscosas.

Fuente: (Bautista, Rosales y Contreras -2010).

Cada variable de la tabla fue calificada según el sistema de puntaje establecido, quedando recopilada en la Tabla (13), dando lugar a la calificación de las variables para las tres áreas seleccionadas.

Cuadro N° 13.- Calificación de alternativas

N°	Criterios De Selección	Áreas Alternativas (Calificación)		
		Área 1 “San Simón”	Área 2 “La Moreta”	Área 3 “Saladito”
1	Distancia a la población más cercana (m).	3	4	4
2	Distancia a granjas crianza de animales (m).	3	5	4
3	Área del terreno (m2).	5	5	5
4	Vida útil.	5	5	5
5	Uso actual del suelo y del área de influencia.	5	5	5
6	Propiedad del terreno.	5	5	3
7	Distancia a vía de acceso principal (km).	5	4	5
8	Pendiente del terreno.	4	4	4
9	Posibilidad del material de cobertura.	4	4	5
10	Distancia a fuentes de agua superficiales (m).	3	3	4
11	Geología del suelo (permeabilidad).	4	4	5
12	Opinión pública.	5	5	5
13	Área natural protegida por el estado.	3	3	3
14	Área arqueológica.	4	4	4
15	Vulnerabilidad a desastres naturales.	4	4	4
16	Dirección predominante del viento.	3	3	3
17	Cuenta con barrera sanitaria natural.	4	4	4

Fuente: (Bautista, Rosales y Contreras -2010).

Los valores ponderados para cada variable, es producto de la ponderación y también del peso asignado por área, donde se muestra en la tabla (14); en la tabla 15 los resultados del sumatorio total de las tres áreas por orden de mérito de las alternativas analizadas.

Cuadro N° 14.- Ponderación de alternativas

N°	Criterios de selección	Peso Asignado %	Resultado obtenido (Calif. x Peso)		
			Área 1 “San Simón”	Área 2 “La Moreta”	Área 3 “Saladito”
1	Distancia a la población más cercana (m).	7	21	28	28
2	Distancia a granjas crianza de animales (m).	4,5	13.5	22,5	18
3	Área del terreno (m ²).	6	30	30	30
4	Vida útil.	6	30	30	30
5	Uso actual del suelo y del área de influencia.	7	35	35	35
6	Propiedad del terreno.	4,5	22.5	22.5	13.5
7	Distancia a vía de acceso principal (km).	4,5	22.5	18	22.5
8	Pendiente del terreno.	6,5	26	26	26
9	Posibilidad del material de cobertura.	7	28	28	35
10	Distancia a fuentes de agua superficiales (m).	8	24	24	32
11	Geología del suelo (permeabilidad).	9	36	36	45
12	Opinión pública.	6	30	30	30

13	Área natural protegida por el estado.	6	18	18	18
14	Área arqueológica.	6	24	24	24
15	Vulnerabilidad a desastres naturales.	6	25	24	24
16	Dirección predominante del viento.	3	9	9	9
17	Cuenta con barrera sanitaria natural.	3	12	12	12
	Total.	100	406.5	417	432

Fuente: (Bautista, Rosales y Contreras -2010).

Cuadro N° 15.- Orden de mérito por cada alternativa

Orden de Mérito	Nombre del Área	Puntaje Total
1	San Simón	406.5
2	La Moreta	417
3	Saladito	432

Fuente: (Bautista, Rosales y Contreras -2010).

3.3.6.- Discusión

Analizando el método de peso y escala, como resultado tenemos que el sitio tres Saladito con un total de 432 puntos, satisface la mayoría de los requisitos analizados para la ubicación de un relleno sanitario en el municipio de Entre Ríos, seguido el sitio dos La Moreta, con un puntaje total 471. Ambos sitios cumplen con los parámetros de distancia de áreas urbanas, distancia a granjas crianza de animales y cuentan con material de cobertura. El sitio uno San Simón, con una calificación de 406.5 puntos, es considerado no adecuado para la ubicación de un relleno sanitario.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- Conclusiones

- Se concluye con el diagnóstico integral de manejo de los residuos sólidos domiciliarios, se evidenció que el municipio de Entre Ríos realizan la actividad de recolectar sus residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en un contenedor para luego entregarlo al carro recolector de residuos, no se realiza ninguna separación de los residuos urbanos, con el resultado de las encuestas que se realizó prueba que ellos están conscientes sobre la problemática que genera este mal manejo, y estarían dispuestos a cambiar su educación ambiental, pero en algunos casos por falta de tiempo, dinero y apoyo de las autoridades municipales no lo hacen, y por último se evidenció que los barrios de Entre Ríos tienen problemas sobre la acumulación de residuos en las calles, esto por falta de contenedores.
- La tasa de crecimiento de la densidad demográfica en base a los datos de población obtenidos desde el Censo registrado el año 2.001 y 2.012, también se calculó la tasa anual de crecimiento intercensal adoptada para 15 años es de 4,4% y para la obtención de datos de población futuras se aplicó los métodos de Aritmética y Geométrica, donde establece que en un periodo de 15 años, Entre Ríos va contar con 6896 habitantes y para calcular el área, tamaño adecuado para el relleno sanitario se utilizó la guía para el diseño, construcción y operación de relleno sanitarios manual(Jaramillo J.-2002), como resultados se tiene que para los 15 años, la área total es de 23,363 m² para el emplazamiento de un relleno sanitario.
- A concluir el presente estudio, para la identificación del sitio adecuado para el relleno sanitario, se aplicó el método de peso y escala con el uso de álgebra de mapas (Bautista, Rosales, Contreras -2010), para seleccionar del mejor sitio para el emplazamiento del relleno sanitario en el municipio de Entre Ríos por

el lapso de quince años, como resultado se obtuvo que la área que reunió la mayoría de las condiciones y requisitos favorables, fue el sitio tres Saladito con 432 puntos.

4.2.- Recomendaciones

1.- Se recomienda proseguir con el estudio, en lo que vendría a ser la siguiente parte, referente al diseño del relleno sanitario que cumpla con las Normas Bolivianas respectivas en sí, para Entre Ríos, y con la duración de diez a quince años.

2.- También se recomienda priorizar este proyecto, con el fin de mejorar la calidad de vida de la población de Entre Ríos y evitar el deterioro del medio ambiente en el que se vive en actualidad.

3.- Se recomienda instituciones, organizaciones ambientalista y sobre todo del Municipio la implementación de un plan de educación ambiental, para los diferentes estratos a la población.