

UNIVERSIDAD PERUANA UNION
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería y Arquitectura



Una Institución Adventista

**Identificación de áreas potenciales para relleno sanitario
aplicando Sistemas de Información Geográfica en el Distrito de
Coata – Puno**

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Ambiental

Por:

Yimmy Ito Capacoila

Asesor:

Mgc. Jael Calla Calla

Juliaca, diciembre de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MSc. Jael Calla Calla, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: "IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA RELLENO SANITARIO APLICANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL DISTRITO COATA - PUNO" constituye la memoria que presenta el estudiante Yimmy Ito Capacoila para aspirar al grado de bachiller en ingeniería ambiental cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 28 días del mes de diciembre del año 2020



MSc. Jael Calla Calla

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 22 día(s) del mes de diciembre del año 2020, siendo las 11:10 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Ing. Enrique Mamani Lueta, el (la) secretario(a): Ing. Miguel Ángel Salcedo Enriquez y los demás miembros: Ing. Rony Daniel Díaz Aguilón y el (la) asesor(a) Msc. Jael Lalla Lalla con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: Identificación de áreas Potenciales para Relleno Sanitario aplicando Sistemas de Información Geográficas SIG, en el Distrito de Goata - Puno de los (las) candidato (as): a) Jimmy Ito Lapacoila b) c)

conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en:

Ingeniería Ambiental
(Obtención del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Jimmy Ito Lapacoila

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Buena</u>	<u>Muy Bueno</u>

Candidato/a (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Candidato/a (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a

Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Candidato/a (a)

Candidato/a (b)

Candidato/a (c)

Identificación de áreas potenciales para relleno sanitario aplicando Sistemas de Información Geográfica en el Distrito de Coata - Puno

Ito Capacoila Yimmy a* MSc. Calla Calla Jael a*

EP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, carretera salida a Arequipa Km 6 Chullunquiani, Juliaca 2020, Perú

1. Resumen.

El objetivo de esta investigación fue identificar las áreas potenciales para la instalación de un relleno sanitario utilizando sistemas de información geográficos, en la municipalidad distrital de Coata de la región Puno, con la aplicación de la metodología del MINAM (2011) "Guía para el diseño construcción, operación, mantenimiento y monitoreo de relleno sanitario mecanizado", con variables 1) pendiente, 2) distancias a centro poblado, 3) ríos, 4) red vial. El distrito de Coata, provincia Puno actualmente no cuenta con un relleno sanitario sino con un botadero a cielo abierto, a causa de ello genera problemas ambientales. Se aplico el software ArcGIS 10.5, con el análisis del multicriterio de valores de 0 y 1, para áreas no aptas y aptas respectivamente. Dentro de las conclusiones, se identificó tres áreas potenciales de 39.76,93.09, y 491.71 hectáreas, para la ubicación de un relleno sanitario, mediante la interrelación de las variables y criterios.

Palabras clave: Áreas potenciales, relleno sanitario, análisis de multicriterio, software ArcGIS 10.5.

Abstract

The objective of this research was to identify the potential areas for the location of a sanitary landfill using geographic information systems, in the Coata district of the Puno region, with the application of the methodology of MINAM (2011) "Guide for construction design, operation, maintenance and monitoring of mechanized sanitary landfill", with variables 1) slope, 2) distances to the town center, 3) rivers, 4) road network. The district of Coata, Puno province currently does not have a sanitary landfill but rather an open-air dump, because of this it generates environmental problems. The ArcGIS 10.5 software was applied, with the analysis of the multi-criteria of values of 0 and 1, for unsuitable and suitable areas respectively. Within the conclusions, three potential areas of 39.76,93.09 and 491.71 hectares were identified for the location of a sanitary landfill, through the interrelation of variables and criteria.

Keywords: Potential areas, landfill, multi-criteria analysis, ArcGIS 10.5 software.

2. Introducción

La inadecuada gestión de los desechos sólidos está ocasionando graves problemas ambientales a nivel mundial, (Navarro, 2016). Derivado al crecimiento demográfico que conlleva al progreso de las ciudades y el desarrollo de actividades económicas, pero también ocasiona un aumento en la generación de desechos, los cuales deben ser destinados en sitios con varias especificaciones (Enrique, 2020). De acuerdo con estas particularidades, el tratamiento, gestión y almacenamiento de los diferentes tipos de residuos varían, dando lugar a la necesidad de crear una serie de infraestructuras y mecanismos de gestión con el fin de evitar cualquier deterioro ambiental (Gimenez & Cardozo, 2012)

Por otro lado, en el Perú al igual que diversos países del mundo la concentración poblacional es predominantemente, debido al elevado índice de crecimiento demográfico comercial e industrial en el país (Correa, 2018), el consumismo exagerado de productos desechables ha sumado un aumento en los últimos años (Montaño, 2017). Debido a la propia evolución de la sociedad actual generan distintos tipos de residuos (Lozano, 2020). La disposición final de los residuos sólidos a cielo abierto resulta un problema al medio ambiente, ya que se deriva a la contaminación ambiental de suelos y fuentes de agua (Saldaña & Najera, 2019), este problema resulta aún más complejo en ciudades pequeñas y en zonas rurales, lo que deriva en la creación de botaderos a cielo abierto (Enrique, 2020).

La municipalidad distrital de Coata, actualmente no cuenta con una buena gestión integral de residuos sólidos, ni con un adecuado sitio de disposición final sino botaderos clandestinos. Por otra parte, la falta de conocimiento y cambio de actitudes refleja el inadecuado manejo de residuos sólidos generados por la población. El problema de los residuos sólidos municipales en la mayoría de las ciudades y pequeñas poblaciones (Guzmán & Macías, 2012). La inadecuada gestión de los residuos sólidos tiende a agravarse en múltiples factores, como el crecimiento acelerado de la población, el desarrollo industrial, el cambio de hábitos de consumismo, el uso generalizado de envases, bolsas y materiales desechables, que aumentan considerablemente la cantidad de residuos (Jaramillo, 2002).

En el marco de la gestión integral de residuos sólidos la disposición final de los residuos sólidos de manera controlada es un elemento importante lo que implica que para la instalación de rellenos sanitarios, que deben cumplir una serie de criterios ambientales y socioeconómicos que garanticen los impactos mínimos sobre el medio ambiente y mayores beneficios en el bienestar de la comunidad, de manera que antes de localizarlo es preciso iniciar un proceso de identificación de áreas potenciales para la instalación de rellenos sanitarios, siguiendo la normatividad vigente (MINAM, 2017).

En el municipio de Coata la instalación de un relleno sanitario va depender de un proyecto de evaluación de impacto ambiental que comprende la línea base, sus características son como medio físico, medio biológico y medio social, especialmente para la instalación de un relleno sanitario, el aspecto social será fundamental

que va facilitar a conocer los alcances del proyecto, describir las condiciones ambientales del área de influencia donde se desarrollarán las actividades a fin de evaluar su estado actual, también permitirá identificar y evaluar los impactos ambientales potenciales que pudieran generar las actividades, permitirá proponer una estrategia ambiental o un plan de manejo ambiental para establecer las acciones necesarias que puede prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales negativos, que incluye un plan de relaciones comunitarias como programa de monitoreo ambiental, plan de riesgo y contingencias, plan de Cierre, abandono. (Walsh Perú S.A., 2005)

El relleno sanitario es la tecnología más utilizada en el mundo por los bajos costos, en comparación con otras tecnologías como la pirólisis o incineración, sin embargo, localizar un relleno sanitario resulta bastante complejo si se tiene en cuenta, en primera medida el rechazo de la población, y en segunda medida, los impactos ocasionados al ambiente por los productos contaminantes que resultan de procesos al interior del relleno. En vista de que se lleve a cabo la localización de un relleno sanitario es tan complejo, este estudio propone desarrollar una metodología donde se tiene en cuenta las características físicas y sociales de la zona de estudio, la normativa, el enfoque del desarrollo sostenible y los antecedentes de investigación sobre la temática, tratando siempre que el estudio se acerque a la realidad del territorio. (Belalcázar, 2019)

Los sistemas de información geográficas son una herramienta muy importante en la selección de sitios aptas para la ubicación de rellenos sanitarios, a través de la información ambiental, que comprende las variables como la geología, hidrogeología, uso del suelo y distancia hacia asentamientos como cuerpos de agua, áreas protegidas (ecológicas, científicas o históricas) y criterios económicos como carreteras, pendientes (Saldaña & Najera, 2019). Esta herramienta en el tiempo se ha convirtiendo en un aliado fundamental para la resolución de problemas relacionados, a resolver problemas y Preguntas de Gestión ambiental (Montaño, 2017). Este sistema comprende el análisis de modelación y predicción de fenómenos con carácter espacial, ayuda principalmente al manejo y a la planificación, permite describir evaluar, ordenar, jerarquizar y seleccionar o rechazar alternativas en base a una evaluación (Loyaga, 2019).

El objetivo de esta investigación fue identificar las áreas potenciales para la instalación de un relleno sanitario utilizando el sistemas de información geográficas, en la municipalidad distrital de Coata región Puno, con la aplicación de la metodología MINAM (2011) “Guía para el diseño construcción, operación, mantenimiento y monitoreo de relleno sanitario mecanizado”, mediante la interrelación de las variables y criterios, la evaluación aplicada fue el análisis del multicriterio de valores de 0 y 1, para áreas no aptas y aptas respectivamente.

3. Materiales y Métodos

3.1. Ubicación del área de estudio

El área de estudio es el distrito de Coata provincia de Puno y departamento de Puno se encuentra a una altitud aproximada de 3821 a 3900 m.s.n.m, ubicadas en las coordenadas UTM: Este: 400087 Sur: 827850. Que limita por el este con el distrito de Capachica, por el oeste con el distrito de Caracoto, por el norte con el distrito de Pusi, por el sur con el distrito de Huata. Esta zona se caracteriza por los trabajos que se realizan cotidianamente en la agricultura y la ganadería, existen familias que se dedican adicionalmente a la artesanía, comercio y la pesca, pero estas son en menor proporción (*Distrito de Coata, n.d.*).

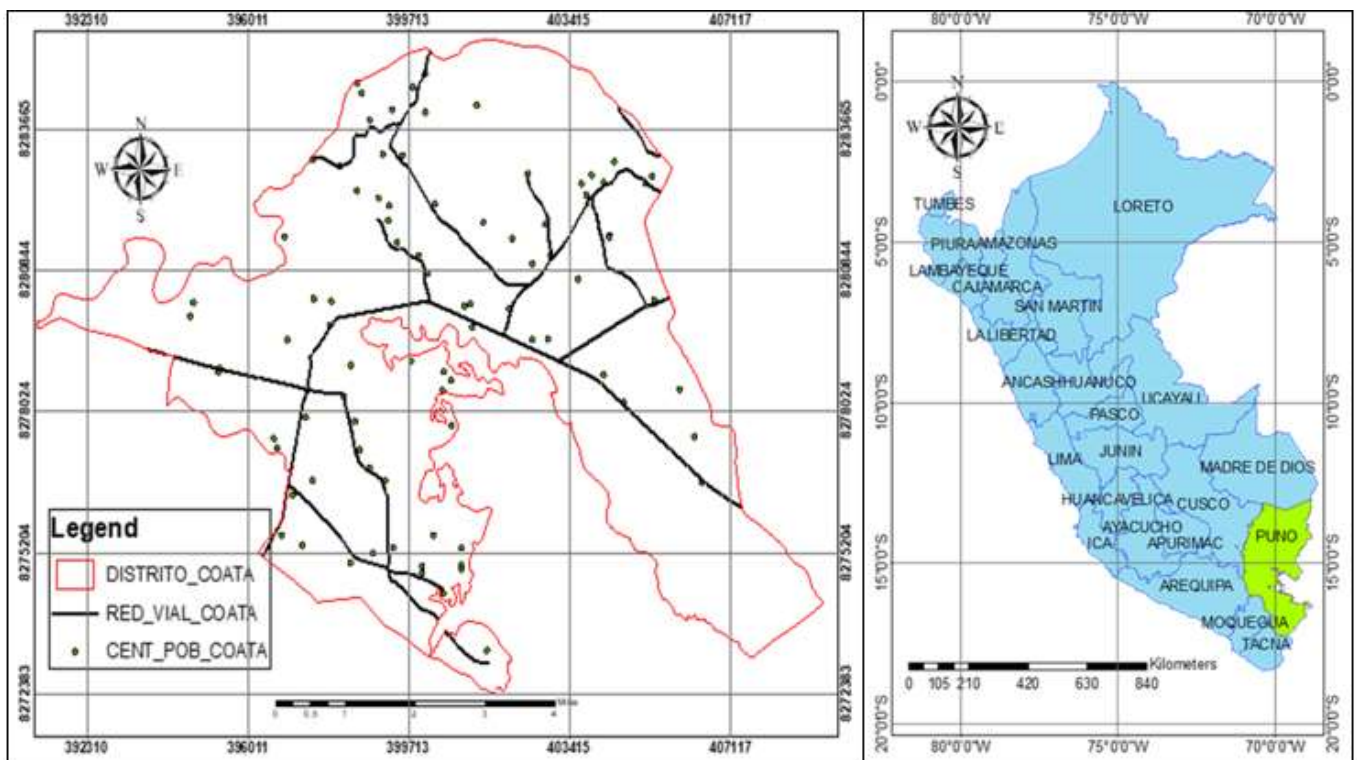


Figura: 1 Ubicación área de estudio Distrito Coata

3.2. Variables y Datos para el procesamiento cartográfico

Para la identificación de las áreas potenciales para la instalación de un relleno sanitario en la municipalidad de Coata, se recopiló datos de la plataforma de GeoGPS Perú, posteriormente se dispuso a la extracción de archivos Shapefiles, de los Centros Poblados, Rios, Red Vial, para la Variable Pendiente se utilizaron modelos digitales de elevación (DEM). A los Palsar con lo cual se obtuvo el dato de la pendiente, así mismo la información de la identificación de las variables de selección se realizó, analizando los criterios de acuerdo con la “Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado” (MINAM, 2011). Con estas variables ya obtenidas se derivará a generar el mapa y cumplir el objetivo del estudio que es la ubicación de áreas potenciales, así mismo la evaluación aplicada fue de multicriterio con variables de 0 y 1, para áreas no aptas y aptas respectivamente. (Hernández, Valdez, Aldrete, & Martínez, 2019).

Tabla 1

Variables y criterios de selección utilizada para la ubicación de áreas potenciales en software ArGIS

Variables	Categoría	Escala	Valor
Pendiente	No optimas	<7°	0
	Optima	>12°	1
Centros Poblados	No optimas	<500 m	0
	Optima	>500 m	1
Rios	No optimas	<300 m	0
	Optima	>300 m	1
Red Vial	No optimas	<250 m	0
	Optima	>250m	1

Fuente: Adaptado de (MINAM, 2011).

3.2.1. Pendiente

No es recomendable ubicar en sitios con pendientes menores o mayores de 5 a 25%, presentan algunas dificultades para la operación del relleno sanitario, Un relleno sanitario debe estar localizado perfectamente en terrenos con pendientes entre 5 y 12% (Benítez, 2012).

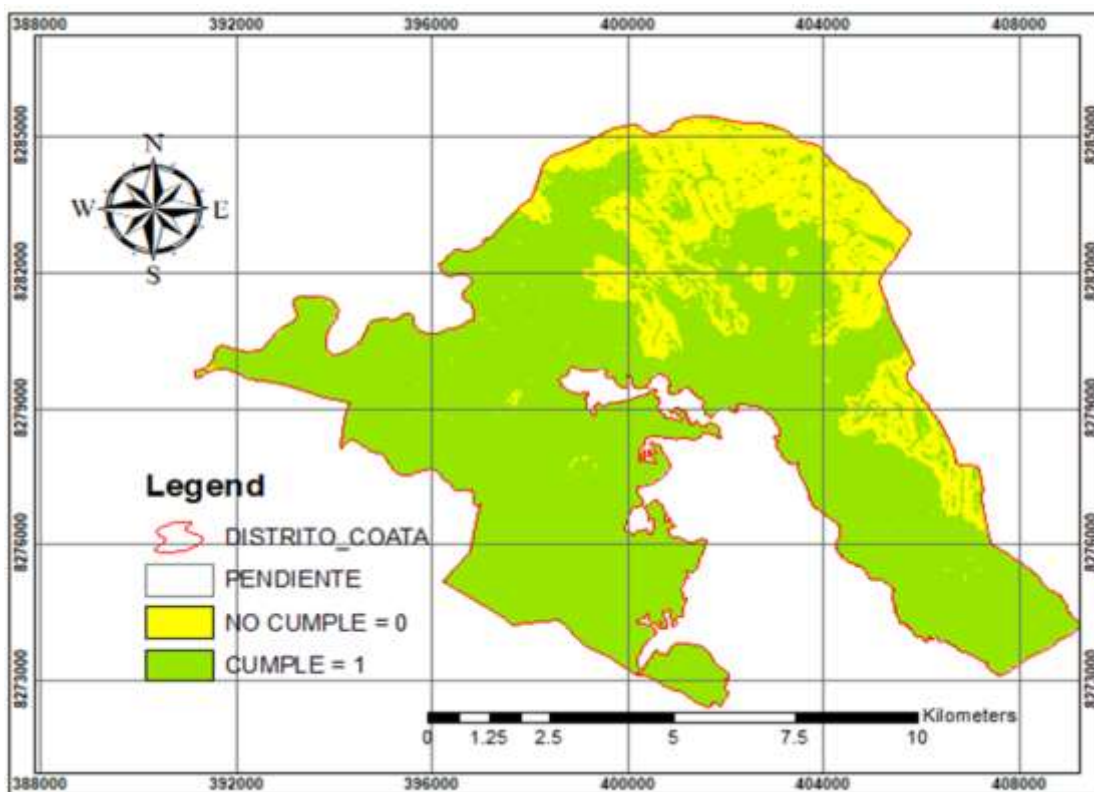


Figura 2: Mapa pendiente

El mapa de pendientes se generó mediante el modelo digital de elevación (MDE) en el software ArcGIS 10.5, mediante la caja de herramienta (arctoolbox) donde se procedió a utilizar la herramienta (Spatial analyst tools), seguidamente se utilizó la herramienta (Surface), se utilizó también la herramienta para pendientes (slope) y así mismo para el mapa de pendiente, fueron consideradas del color amarillo como “no aptas” menores a 7° y del color verde mayores a 7-12° fueron consideradas como “aptas” para la ubicación del área potencial.

3.2.2. Centros poblados

Kubes (2019) indica en su trabajo de investigación que un relleno sanitario debe estar a no menos de 500 m de zonas edificadas o zonas urbanas, dentro de las mismas se consideraron los centros de salud y centros educativos, pero así mismo no debería ubicarse demasiado lejos de la zona urbana ya que se alargarían los tiempos de traslado y recolección de los desechos convirtiéndose también en problemas económicos. Un relleno sanitario no puede estar cerca a los centros poblados por problemáticas de tipo sanitarios, ni tampoco tan alejado por los costos que acarrea el transporte de los residuos (Belalcázar, 2019)

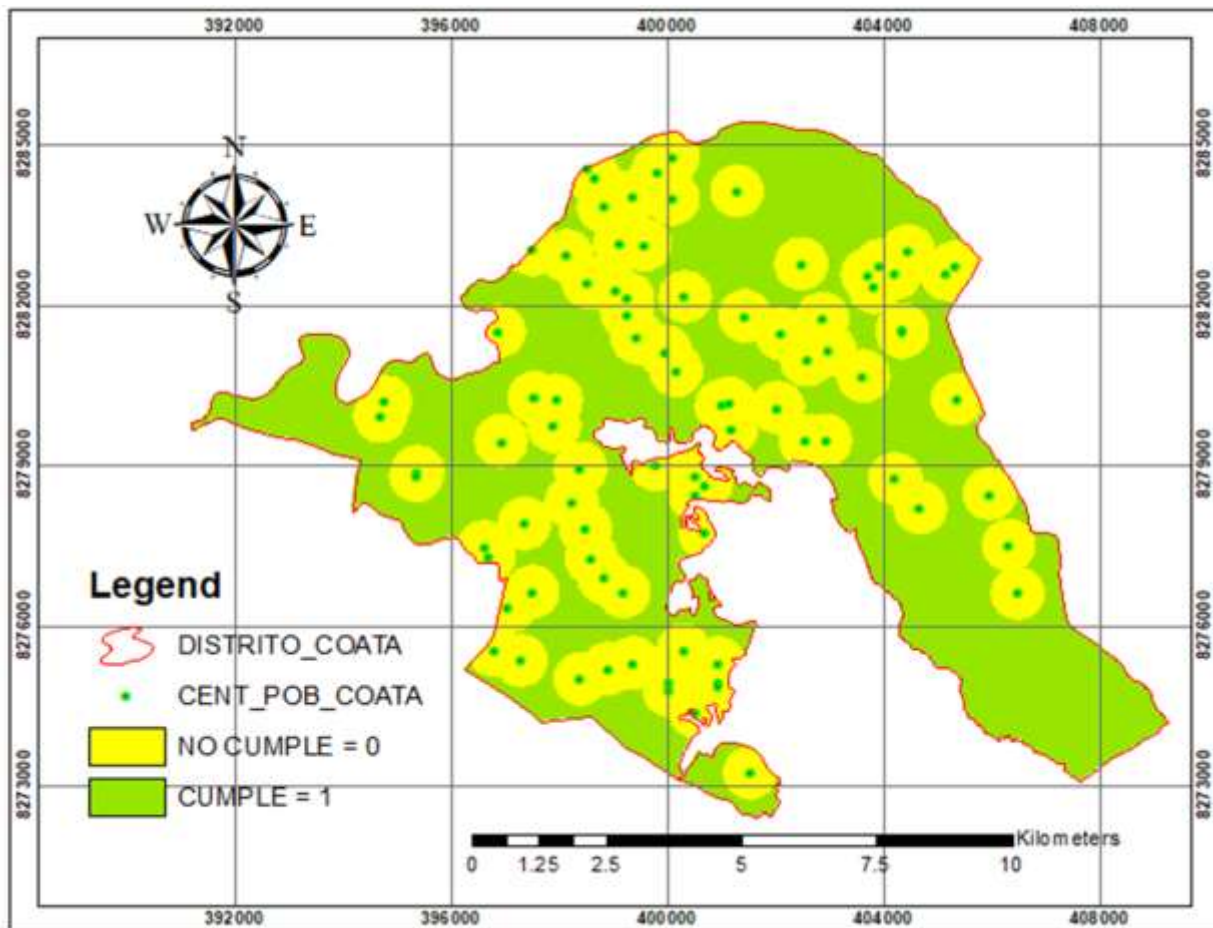


Figura 3: mapa centros poblados

Para este criterio se utilizó el shapelif de Centros Poblados, luego a la caja de herramienta (arctoolbox), seguidamente se utiliza la herramienta (distance), euclidean distance, finalmente se utiliza la herramienta, (spatial analyst tolos/map algebra/ raster calculator. Los resultados predominantes al mapa temático se establecieron las respectivas distancias entre 500 – 2000 metros que son considerados “aptas” para la ubicación del área potencial de un relleno sanitario y con distancias menores a los 500 metros, no se consideraron estas áreas debido a que este tipo de instalaciones genera un cierto rechazo social por efecto de la generación de malos olores, riesgos a la salud y producción de vectores infecciosos provenientes del relleno sanitario, así como los posibles riesgos que se puedan generar y son consideras como “no aptas”. (MINAM, 2011)

3.2.3. Ríos

Flores (2013) menciona que la distancia de la ubicación del sitio de disposición final, con respecto a cuerpos de agua superficiales, ríos y lagunas, debe de ser de 1000 metros como mínimo. La distancia mínima se debe considerar es de 500 m, si se considera la distancia menos de 200 m es una distancia muy cercana a las fuentes hídricas y que podría causar un impacto ambiental si por alguna razón se derraman los lixiviados del relleno sanitario (Kubes, 2019). En definitiva, entre mayor sea la distancia a los cuerpos de agua, mejor valorada será el área donde se lleve a cabo el emplazamiento (Belalcázar, 2019)

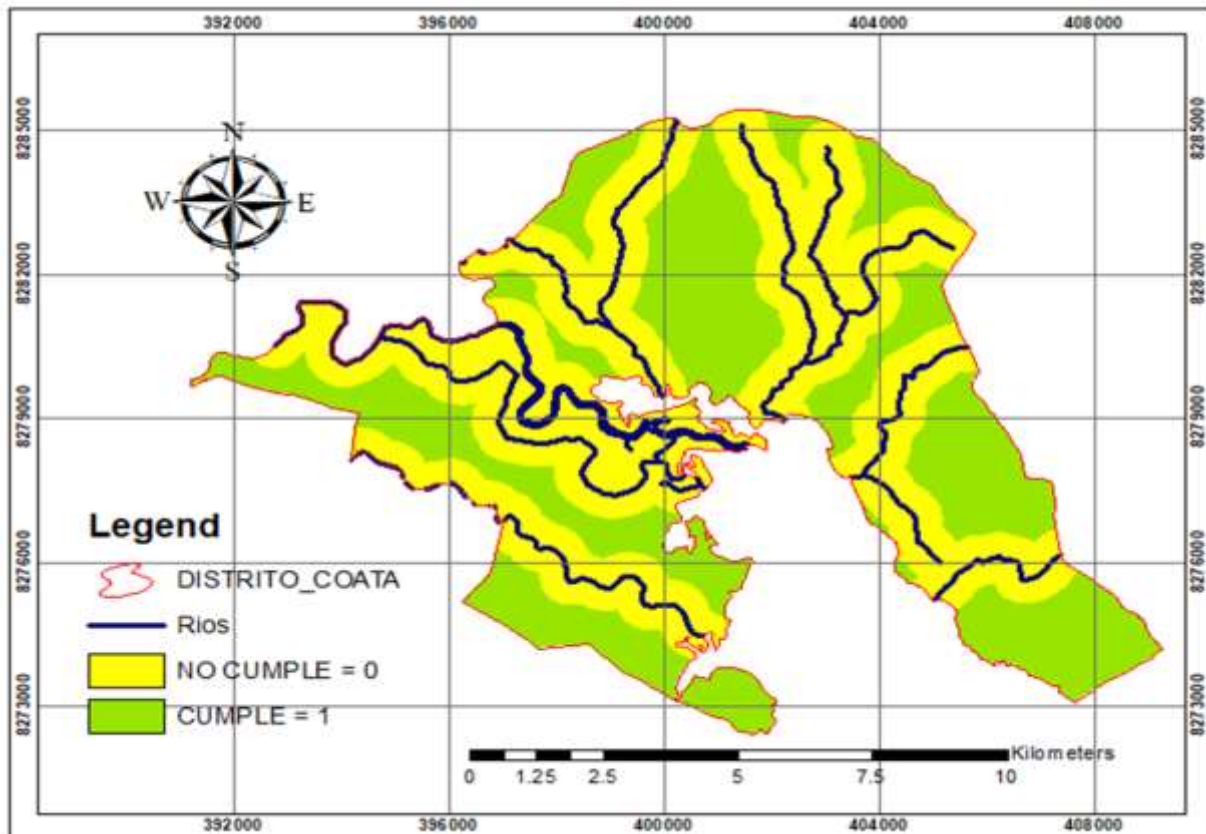


Figura 4: Mapa Ríos

En primer lugar, se utilizó el shapefile de ríos, posteriormente la caja de herramientas (arctoolbox) se procedió a utilizar la herramienta (spatial analyst tools), seguidamente se utilizó la herramienta, distance, euclidean distance, finalmente en la herramienta, (spatial analyst tools/map algebra/raster calculator).

Los resultados predominantes al mapa temático de las variables de ríos se establecieron las respectivas distancias para cada categoría. Las áreas con distancias mayores a los 300 - 2000 metros son consideradas “aptas” para la ubicación del área potencial de un relleno sanitario. Así mismo, es muy importante que el sitio seleccionado esté lo más lejos posible de corrientes superficiales y cuerpos receptores de agua para evitar posibles contaminaciones por escurrimiento, filtración, lixiviación, etc. provenientes del relleno sanitario, y con distancias menores a 300 metros de un curso de agua, fueron consideradas como “No aptas” no se escogieron estas áreas con el objetivo de evitar alguna contaminación directa o indirecta a los cauces fluviales debido al escurrimiento, infiltración de algún tipo de fluidos provenientes de los residuos.

3.2.4. Red vial

La NOM-083-SEMARNAT-2003 Nexapa, de Puebla México instituye que la ubicación de un relleno sanitario debe estar a partir de 500 m de caminos y carreteras, al incrementar la distancia el costo de operación es más alto ya que a mayor distancia aumenta el gasto de combustible (Perez, 2017).

Kubes (2019) indica que es importante que el relleno sanitario se encuentre cercano a la red vial del sector, mientras más cerca esté de las vías de fácil acceso y demande menos recursos económicos, es mejor. El terreno deberá estar cerca de una vía principal para que sea de fácil acceso y resulten más económicos el transporte de los residuos sólidos municipales (RSM) (Jaramillo, 2002).

El terreno debe estar cerca de una vía principal, para que su acceso sea fácil y resulte más económico el transporte de los desechos sólidos y la construcción de las vías internas de penetración, estas deben permitir el ingreso fácil, seguro y rápido a los vehículos recolectores hasta el frente de trabajo en todas las épocas (EPA, 2015).

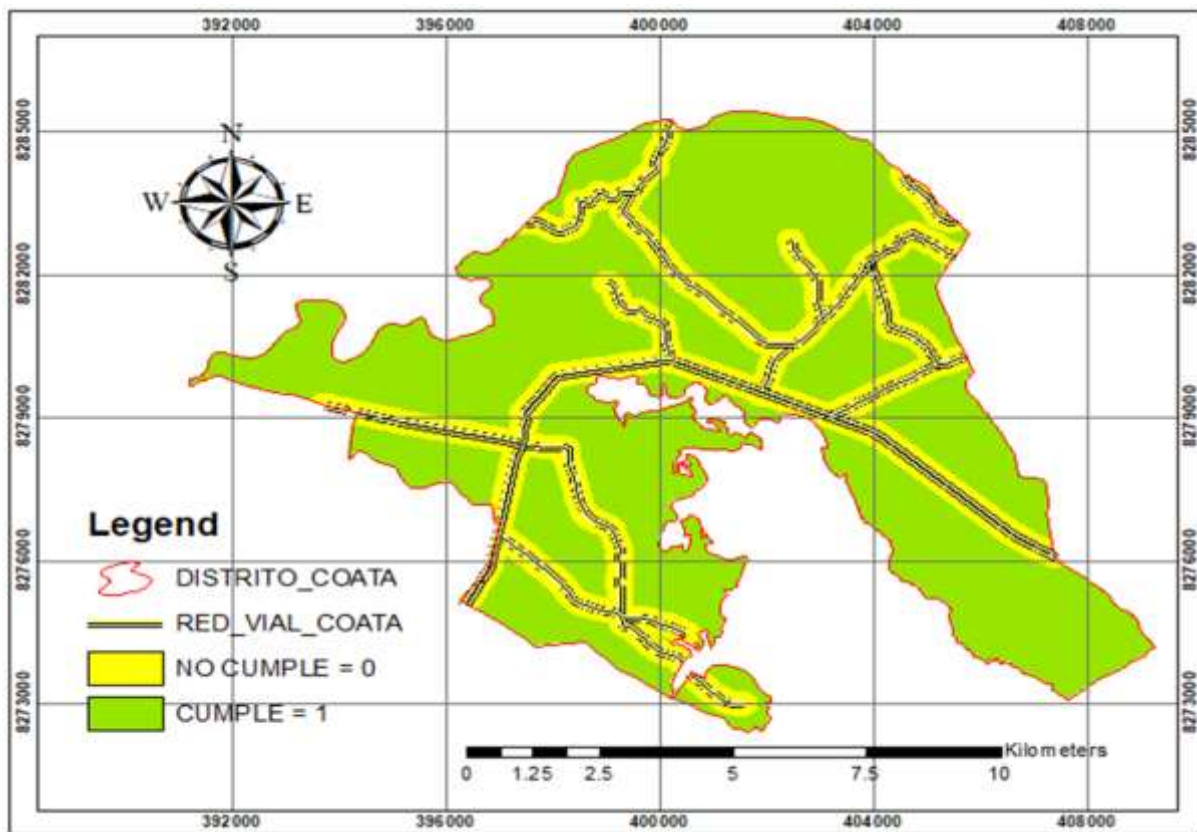


Figura 5: Mapa Red Vial

Para este criterio se utilizó el shapefile de Red Vial, en primer lugar, en la caja de herramientas (arctoolbox) se procedió a utilizar la herramienta (spatial analyst tools), seguidamente se utilizó la herramienta, distance, euclidean distance, finalmente en la herramienta, (spatial analyst tools/map algebra/raster calculator).

Los resultados predominantes al mapa temático de Red vial se establecieron las respectivas distancias, entre 250 - 2000 metros, se consideraron como “aptas” para la ubicación del área potencial de un relleno sanitario y menores de 250 metros como “no aptas” que es una excesiva proximidad que puede generar visibilidad emisión de olores producto de la descomposición de los residuos.

3.3. Aspectos que afectarían a la ejecución del trabajo para la implementación del relleno sanitario

3.3.1. Aspecto social

La municipalidad distrital de Coata cuenta con cuatro centros poblados y doce comunidades es una zona ganadera agricultura, turismo y se dedica al comercio, la implementación de un relleno sanitario por el momento no sería factible por que la población del distrito desconoce que es un relleno sanitario como es su funcionamiento su pensamiento de la población de un relleno sanitario es un botadero, que puede dañar y afectar a la salud humana, animal y al medio ambiente es por ello que la implementación del relleno sanitario en el Distrito de Coata no podría ser factible por el aspecto social.

4. Resultados y discusiones

El presente trabajo de investigación, se identificaron 3 áreas potenciales para la instalación del relleno sanitario, utilizando los criterios (pendiente, centros poblados, ríos, red vial) establecidos en la guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado (MINAM, 2011). realizado para la municipalidad distrital de Coata, se utilizó la evaluación multicriterio valor de 0 y 1 para áreas no aptas y áreas aptas, respectivamente

- El modelo resultante nos dio como respuesta que el área de color amarillo, son consideradas áreas donde no se puede instalar el relleno sanitario, y las áreas de color verdes si cumple con los criterios establecidos donde sí se puede instalar el relleno sanitario.
- Como resultado de la investigación se identificaron 3 áreas potenciales para la instalación del relleno sanitario que cumplen con los criterios establecidos, las 3 áreas potenciales fueron, 39.76,93.09, y 491.71 hectáreas.
- Como punto de referencia se tomó la vía de acceso con el fin de reducir costos de transporte en la disposición final de los residuos como también el relleno sanitario está ubicado próximo a la carretera, como podemos visualizar en el mapa.

Área Potencial Para la disposición de residuos solidos

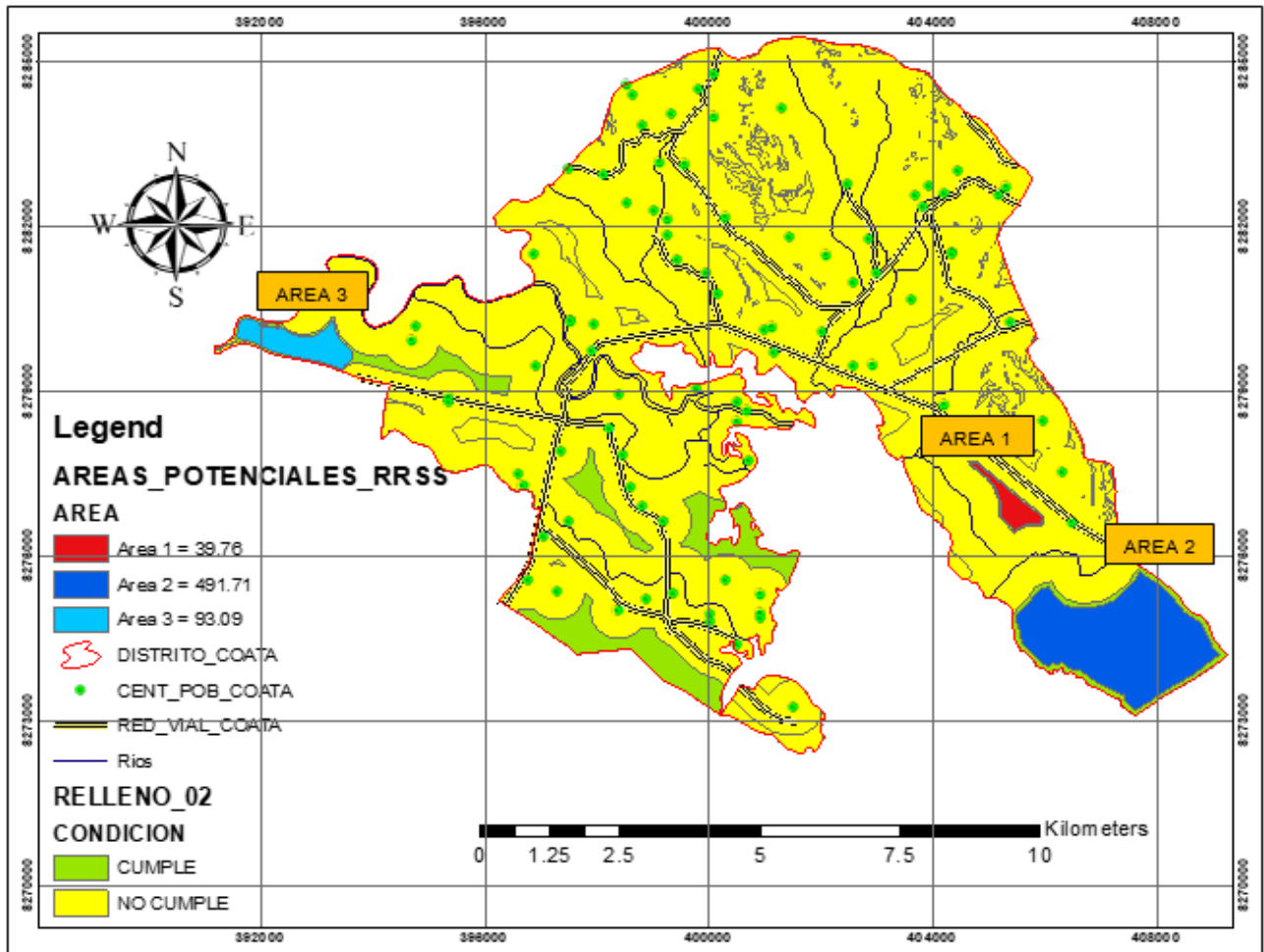


Figura: 6 Mapa de áreas potenciales para la instalación del relleno sanitario en el Distrito de Coata

Universidad Talca (2020) trabajo con la Evaluación Multicriterio (EMC), aplicadas en la evaluación de sitios idóneos para la localización de un relleno sanitario en la comuna de Panal (Región del Maule). Para esto se utilizó el SIG y una base de datos digital de la comuna con las siguientes coberturas: suelos, vegetación, red hidrográfica, núcleos poblacionales, red caminera, clase de suelos, pendientes y orientación. que permitió definir la importancia relativa de cada uno de ellos dentro de la evaluación.

Chida (2020), aplicó un análisis multicriterio basado en el SIG para identificar áreas potenciales para el emplazamiento del relleno del cantón Tena. Para ello se utilizaron 10 criterios tales como distancia al aeropuerto, distancia a vías, distancia a los asentamientos humanos, distancia a los recursos hídricos, pendiente, uso de suelo, la precipitación y la profundidad del nivel freático. Para generar las capas temáticas se utilizó en su investigación la herramienta ArcMap 10.5.

Espejo (2017), en la municipalidad distrital de Chachapoyas, región Amazonas del Perú, utilizaron el SIG para la localización para un área óptima de un relleno sanitario, aplicando los criterios de selecciones variables como la pendiente, geología, distancia a carreteras, bosques, distancia a la población urbana rural,

distancia a un aeropuerto y el volumen de almacenamiento, estos criterios se evaluaron mediante la evaluación multicriterio.

Loyala (2019), empleó la metodología para la ubicación de un relleno sanitario, fue la normatividad MINAM “Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanico” donde empleo las variables de pendiente, vías de acceso, centros poblados, fallas geológicas, sitios arqueológicos e infraestructura. Palacios, (2018) consideró las variables de pendiente, uso de suelo, permeabilidad del suelo, ríos, vías, zona urbana y aeropuerto; para la ubicación de un relleno sanitario en la ciudad de Macas mediante una evaluación del multicriterio.

Silva (2015), utilizó SIG y elaboró un modelo cartográfico para la provincia de Huánuco, obteniendo como resultado cinco áreas definidas como “aptos”, y trece áreas definidas como “posibles”. Posteriormente en una etapa de campo, se determinó las tres áreas definidas como “posibles” las más adecuadas para el establecimiento de las instalaciones para residuos sólidos. Área 001 = 10 Ha., Área 002 = 6 Ha., Área 003 = 15 Ha.; ubicadas en el Distrito de Chinchao, determino 19 criterios biológicos (3), físicos (9) y socioeconómicos (7).

5. Conclusión

Dentro de la zona de estudio si es posible llevar a cabo la localización de un relleno sanitario, pues existen áreas que desde la parte física, social y económica son “aptas” y cumplen con la mayoría de requisitos exigidos para poder lograr el emplazamiento. Precisamente el área 1, el área 2 el área 3 expuestas en la sección de resultados cumplen con la mayoría de requisitos determinados en cada criterio y subcriterio, sin embargo, el área 2 es las más adecuada pues es la de mayor calificación en toda la zona de estudio y su tamaño se ajusta al ideal para la localización de rellenos sanitarios regionales, el cual debe ser igual o superior a las 40 Hectáreas. Se identificaron tres áreas potenciales con 39.76,93.09, y 491.71has, para la ubicación del relleno sanitario en el distrito de Coata, provincia de Puno, aplicando SIG, mediante una evaluación multicriterio. Se utilizaron tres de los criterios señalados en la normatividad MINAM.2011: distancia a centros de población, vías de acceso, ríos. A éstas se sumaron los rasgos naturales: pendiente. la “Guía para el diseño construcción, operación, mantenimiento y monitoreo de relleno sanitario mecanizado”. Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, demuestran que, empleando los SIG y la evaluación del multicriterio, permitieron determinar las áreas potenciales para la instalación del relleno sanitario.

Esta investigación representa a un acercamiento a la identificación de áreas aptas para la instalación de un relleno sanitario de residuos sólidos y debe complementarse con estudios de uso de suelos, geológicos e hidrológicos señalados en la normativa vigente, así como estudios de impacto ambiental, a la consulta pública y demás a instrumentos de planeación considerados en la gestión ambiental.

La población de Coata tienen interés en instalar el relleno sanitario ya que, a consecuencia de no tener un lugar apropiado para llevar los residuos sólidos, existe una contaminación medio ambiental, pero al proponerlo y posteriormente ejecutarlos la instalación del relleno sanitario, la población se beneficiará.

Paz, (2011), concluyó que los SIG y sus herramientas, pueden determinar sitios o zonas en donde se pueden ubicar actividades antropogénicas de acorde a las condiciones naturales, lo que ocasiona un mejor aprovechamiento de los recursos naturales y un menor impacto ambiental, siendo un claro ejemplo del ordenamiento territorial

6. Bibliografía

- Guzmán, M., & Macías, C. (2012). *El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México*. Mexico: Estudios sociales (Hermosillo, Son.).
- Belalcázar, I. A. (2019). Identificación de áreas óptimas para la localización de un relleno sanitario en las subregiones norte y oriente del Valle del Cauca. *Entorno Geográfico, (18)*. DOI: 10.25100/eg.v0i18. 8626, 47-48.
- Benítez, J. (2012). estudio de factibilidad técnica de ubicación de un relleno sanitario regional para los cantones de Santo Domingo de los tsáchilas, el Carmen y la Concordia.
- Correa, J. E. (2018). *Propuesta de mejora del sistema de recolección de residuos sólidos urbanos en el distrito de Chiclayo para reducir los impactos ambientales*. Chiclayo: Tesis.
- Enrique, M. J. (2020). *zonificación de áreas óptimas para un relleno sanitario en el cantón arenillas mediante el análisis multicriterio*. Machala.
- EPA. (2015). *Draft Environmental Guidelines Solid waste landfills*. Obtenido de www.epa.nsw.gov.au
- Espejo, A. (2017). *Localización óptima de un relleno sanitario empleando sistemas de información geográfica en el distrito de Chachapoyas, región Amazonas*. Peru: Universidad Nacional Toribio Rodrigues de Mendoza.
- Flores, J. (2013). *identificación de sitios potenciales para la disposición final de residuos sólidos en los municipios Atlacomulco, Ixtlahuaca y Jocotitlán, estado de México*. Mexico.
- Gimenez, M., & Cardozo, C. (2012). *localización óptima de relleno sanitario aplicando técnicas multicriterio en sistemas de información geográfica (sig) en el área metropolitana del alto paraná*. Argentina: VII Congreso de Medio Ambiente /AUGM.
- Hernández, P., Valdez, J., Aldrete, A., & Martínez, T. (2019). *Evaluación multicriterio y multiobjetivo para optimizar la selección de áreas para establecer plantaciones forestales*. Mexico: Madera y bosques versión On-line ISSN 2448-7597 versión impresa ISSN 1405-0471.
- Jaramillo, J. (2002). *Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales*. Colombia: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del Ambiente.
- Kely, C. (2020). *análisis multicriterio basado en sig para identificar potenciales áreas para establecer un relleno sanitario en el cantón tena de la provincia Napo, Ecuador*. Ecuador.

- Kubes, M. (2019). *Análisis multicriterio basado en SIG para identificar potenciales áreas para establecer un relleno sanitario en el Cantón Rumiñahui de la Provincia de Pichincha, Ecuador*. Ecuador.
- Loyaga, F. (2019). Identificación de áreas óptimas para instalar un relleno sanitario utilizando sistemas de información geográfica, distrito las pirias - provincia de jaén. 11.
- Lozano, R. (2020). Evaluación espacial multicriterio para la ubicación de una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos . *cubana de transformación digital*, 112_112.
- MINAM. (2011). *Guía para el Diseño Construcción, Operación, Mantenimiento y Monitoreo de Relleno Sanitario Mecanizado*. Lima: Sistema Nacional de Información Ambiental.
- MINAM. (2017). Decreto Legislativo 1278 que aprueba la Ley Gestión Integral de Residuos Sólidos y su reglamento D.S. N° 14-2017.
- Montaño, R. (2017). Identificación de sitios potenciales para la construcción de un relleno sanitario a partir de un sig en el municipio de timbiqui - cauca. *Republica de colombia departamento del cauca municipio de timbiqui*, 28-28.
- Navarro, G. d. (2016). Manejo Integral de Desechos Sólidos Mediante el compostero. *Scientific*, 115-133.
- Paz, S. (2011). *Localización de sitios adecuados para establecer un vertedero de residuos sólidos urbanos en el municipio central de honduras*. Honduras: Maestría en Ordenamiento y Gestión del Territorio.
- Perez, B. (2017). *Geolocalización de sitios potenciales para la disposición final de residuos sólidos urbanos en la cuenca Nexapa, Puebla*. Mexico.
- Saldaña, C., & Najera, O. (2019). identificación de sitios con potencial para la disposición final de residuos sólidos urbanos en el municipio de Tepic, Nayarit, México. *Int. Contam. Ambie.*, 70.
- Silva, J. (2015). *Sistemas de información geográfica y la localización óptima de instalaciones para residuos sólidos: propuesta para la provincia de Huánuco*. Peru.
- Universidad Talca. (2020). *“Corporación de métodos de evaluación multicriterio (MEC), para la localización/asignación de instalaciones no deseadas”*. área de estudio comuna paral.
- Walsh Perú S.A. (2005). *Estudio de Impacto Ambiental y Social Proyecto de Explotación de Cantera GNL-2 Cañete*. Peru.