

# **EVALUACIÓN GEOLÓGICO-AMBIENTAL EN LA DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD DE UN ÁREA PARA RELLENO SANITARIO**

Ing. M. Sc. Teófilo Allende Ccahuana

## **RESUMEN**

El área para relleno sanitario es un espacio físico que tiene condición técnico ambiental y no demanda elevados costos para la ejecución del proyecto, porque se aprovechan los elementos físicos de la naturaleza.

La factibilidad de uso de área para relleno sanitario se sustenta en la evaluación geológico ambiental, lo cual significa fijar todos los aspectos técnico ambientales: ubicación, accesibilidad, topografía, condiciones geológicas, climáticas, hidrológicas superficiales y subterráneas, seguridad física; y los aspectos condicionantes: seguridad aérea, integridad de los recursos naturales y bienes culturales, infraestructura existente, los proyectos de desarrollo urbano, regional y nacional, entre otros.

El presente trabajo es un documento que contiene las razones para el uso de un relleno sanitario, las restricciones y los criterios para la selección de un área. Además, resume las experiencias obtenidas en las áreas propuestas para relleno sanitario por las municipalidades que fueron evaluadas como áreas factibles en los distintos departamentos del Perú como Arequipa, Apurímac, Huancavelica, Ayacucho, Cusco, Junín, Lima, Ancash, Lambayeque, La Libertad, San Martín, Loreto, Piura y Tumbes.

**PALABRAS CLAVE:** Relleno sanitario, medio ambiente, impacto ambiental.

## **ABSTRAC**

The area for sanitary filler is a physical space that has condition environmental technician and it doesn't demand high costs for the execution of the project, because it takes advantage the physical elements of the nature.

The feasibility of area use for sanitary filler is sustained in the environmental geologic evaluation, that which means to fix all the environmental aspects technician: location, accessibility, topography, superficial and underground hydrological, geologic, climatic conditions, and physical security; and the conditioning aspects: air security, integrity of the natural resources and cultural goods, existent infrastructure, the projects of urban development and of regional and national development, among others.

The present work is a document that contains the reasons for the use of sanitary filler, the restrictions and the approaches for the selection of an area. Also, it summaries the experiences obtained in the areas proposed for sanitary filler by the

municipalities and that they were evaluated as feasible areas in the different departments of the Peru like Arequipa, Apurimac, Huancavelica, Ayacucho, Cusco, Junín, Lima, Ancash, Lambayeque, La Libertad, San Martín, Loreto, Piura and Tumbes.

**Key words:** Sanitary fill, environment, environmental impact.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El aspecto económico del relleno sanitario puede ser traducido en inversiones para la compra del terreno, preparación del proyecto de relleno sanitario, ejecución del proyecto con trabajos en la fase de habilitación, operación, clausura y postclausura.

Las normas sanitarias vigentes exigen las condiciones básicas para definir la factibilidad de uso del área, para lo cual la DIGESA entidad técnico normativa del Sector Salud había iniciado trabajos para que la selección del área y la preparación del proyecto de relleno sanitario cumplan con las normas sanitarias vigentes.

Por último, los rellenos sanitarios autorizados se ubican en áreas que fueron sometidas previamente a una evaluación geológico ambiental para declarar la factibilidad del uso entre las que se encuentran las ciudades de Abancay, Chimbote, Lircay, Yurimaguas, Huancayo, Huanta, Puente Piedra, Santa María de Nieva y Juan Velasco Alvarado estos últimos en el departamento de Amazonas.

## **II. CONDICIONES PARA EL ÁREA FACTIBLE PARA RELLENO SANITARIO**

Implica considerar las siguientes condiciones:

- Tener fácil y rápido acceso para los camiones recolectores.
- Permitir su utilización por largo plazo, de preferencia superior a diez años.
- Tener una topografía tal que permita un mayor volumen aprovechable por hectárea.
- Tener condiciones y características tales que protejan los recursos naturales.
- Estar localizado de modo que el relleno sanitario no sea rechazado por la población, debido a molestias por la operación del mismo.
- Ofrecer material de cobertura, en cantidad y calidad adecuada, dentro de las cercanías del sitio.
- Tener en regla todo lo relacionado con el uso y tenencia de la tierra; y

- Tener compatibilidad con el uso del suelo del medio físico.

Estas condiciones se pueden encerrar en los aspectos generales, técnico y ambientales, y como aspectos condicionantes, se debe destacar que las condiciones geológicas permiten tomar decisiones para la factibilidad de uso del área para relleno sanitario.

Como ejemplos se presentan las áreas propuestas por las municipalidades donde los riesgos naturales (huaycos, arenamiento, deslizamiento, erosión hídrica, entre otras), no han permitido el uso del área para relleno sanitario:

<b>LOCALIDAD</b>	<b>Área propuesta</b>	<b>Riesgos por los aspectos geodinámicos</b>
Nazca	En el km 9.5 de la vía Nazca-Puquio margen izquierda del río Nazca se encuentra la quebrada que desciende por el cerro Sol de Oro.	El área tiene restricciones por existir evidencias de recientes caídas de huayco (Fenómeno del Niño-1998), y donde han modificando el cauce natural y afectado la principal vía de acceso Nazca-Puquio.
Ica	A 6 km al este de la ciudad de Ica en la jurisdicción del distrito de Los Aquijes, en la margen derecha del río Ica se encuentra la quebrada Cancha.	El área es una quebrada en cuya parte baja se realiza una explotación de materiales de construcción y en la parte media existe un proceso lento de arenamiento con esporádicas caídas de huaycos.
Huancayo, El Tamboy Chilca	El área se ubica en la margen izquierda de la quebrada Accha-marca aproximadamente a 11 km al norte de la ciudad de Huan-cayo, en el anexo de Paccha del distrito de El Tambo.	La vertiente del Cerro Acchamarca está sometida a una erosión de suelo y al arrastre de los finos que se incrementa en los períodos de lluvias donde llegan a formarse pequeñas cárcavas con cauces que llegan al afloramiento rocoso, así mismo existe un riesgo latente de la caída de pequeños torrentes.
Yurimaguas	El área se ubica en el km 9 al suroeste de la ciudad de Yurimaguas en la cercanía de la carretera Yurimaguas - Tarapoto; en la cabecera de la quebrada Simuy.	La alta precipitación pluvial, las pequeñas depresiones y la densa cobertura vegetal, producen una saturación acuosa y un empozamiento de agua en el cauce de la quebrada Simuy, mientras la erosión laminar tiene una incidencia moderada.

Lircay	El área se encuentra en la margen izquierda del río Lircay a 2.6 km al noroeste de la ciudad de Lircay y ocupa una superficie de 2.1 Ha.	Los deslizamientos de masas de tierra se exponen en la margen izquierda del área a corta distancia de la carretera Lircay-Ocopa. Además, la intensa precipitación pluvial en los meses de noviembre y diciembre produce la erosión regresiva con la formación de surcos con escurrimiento bastante irregular.
Aguas Verdes	El área se ubica en el sector La Curva a 4 km al SE de la ciudad.	El área corresponde a una configuración física formada por un relieve plano ondulado debido a la intensa erosión hídrica laminar.

### 3.1.2.2 ZONAS SÍSMICAS

Un área para relleno sanitario no se debe ubicar en los lugares sensibles a sufrir agrietamiento, desprendimiento, desplazamiento u otros movimientos de masas que sean generados por movimientos sísmicos Y pongan en riesgo la seguridad del personal o la operación del relleno. El estudio geológico-geotécnico procesa la información sísmica cuyas recomendaciones serán tomadas para el diseño de las estructuras del relleno sanitario.

### 3.1.3. CARÁCTER AMBIENTAL

<b>3.1.3.1 SEGURIDAD AEROPORTUARIA</b>	La distancia de los límites del Aeropuerto o Pista de Aterrizaje debe ser definida por Corpac de la Jurisdicción, para no comprometer la seguridad de aeronaves.
--	--

**3.1.3.2 INTEGRIDAD DE  
LOS RECURSOS Y BIENES  
CULTURALES**

El área propuesta no debe ocasionar daños a las aguas superficiales y subterráneas, fuente de aguas termales o medicinales; a los recursos faunísticos: plantas de la floresta natural y doméstica, animales domésticos y silvestres, zonas agrícolas, entre otros.

No afectar las zonas de interés histórico, y de reservas arqueológicas definidas y las que se encuentran en investigación.



**La preservación del recurso hídrico excluye el área para relleno sanitario, como se observa en el sector Pamapachacra en el camino a Lircay en la jurisdicción de Huancavelica, donde existe un conjunto de lagunas. T.Allende-2000.**

### 3.1.3.3 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Áreas propuestas próximas a embalses, represas, refinerías, hidroeléctricas, bases militares; áreas de prospectos mineros vigentes, industrias, centros de investigaciones, donde cruzan los cables y torres de alta tensión, y las vías férreas.



## 3.2. Criterios de selección del área para relleno sanitario

### 3.2.1 Carácter general

#### 3.2.1.1. Disponibilidad y propiedad del Terreno

El terreno seleccionado no debe tener impedimentos legales sobre la propiedad. La disponibilidad del terreno puede ser con:

- La compra del terreno
- La sesión en uso del terreno por un tiempo similar a la vida útil del relleno sanitario.

<b>3.2.1.2. Vida útil</b>	El período mínimo de vida útil del relleno sanitario en el terreno seleccionado debe ser mayor o igual a 5 años para poblaciones menores de 20 000 habitantes y para poblaciones mayores de 20 000 habitantes debe ser hasta y/o mayor de 10 años.
---------------------------	--

LOCALIDAD	POBLACIÓN	PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ton/día	ÁREA DE USO DEL TERRENO	VIDA útil años
Chimbote	258 000	210	40 Has	11
Abancay	54 800	2,61	8,5 Has	5
Lircay	5 194	2,16	1,11 Has	8
Juan Velasco Alvarado	1 373	565,2 kg/día	1 145 m2	15-20
Santa María de Nieva	1 995	896,08 kg/día	2 495 m2	10-15
Yurimaguas	56 817	32,67	20 Has	20
Huanta	17 681	8,67	8-10 Has	10
Puente Piedra	101 568	46 producción de PP. 800 producción de 8 distritos	30 Has	13

### 3.2.2. Carácter físico del terreno

### 3.2.2.1. Condiciones topográficas

<b>CARÁCTER PREFERENCIAL</b>	<b>CARÁCTER RESTRICTIVO</b>
Los terrenos con relieve plano de pendiente suave, es decir, un relieve con pendiente 10% (2-12%), plano ondulado. Además, canteras de materiales abonadas, inicio de cañadas, entre otros.	Terrenos con relieve accidentado (adyacentes a pendientes elevadas, hondonadas profundas; pendiente >25%).

Las áreas propuestas por las municipalidades exigiendo brindar al máximo los elementos físicos de la naturaleza para no alterar el presupuesto del proyecto de relleno sanitario, como ejemplos se presentan:

<b>Ciudad</b>	<b>Provincia</b>	<b>Departamento</b>	<b>Características topográficas</b>
Yurimaguas	Alto Amazonas	Loreto	Cabeceras de la quebrada Simuy.
Abancay	Abancay	Apurímac	Parte media de la quebrada Quitasol margen derecha del río Pachachaca.
Chimbote	Nuevo Chimbote	Ancash	En las planicies costeras denominada Pampa Carbonera.
Lircay	Angaraes	Huancavelica	En el glacis de acumulación que ha formado la Pampa Misituyoc en la margen izquierda del río Lircay.



Santa María de Nieva	Condorcanqui	Amazonas	En la quebrada Pastor, margen derecha del río Marañón.
Cusco	Cusco	Cusco	Antigua cárcava en la margen izquierda del río Pillao Matao tributario del río Huatanay.
Urubamba	Urubamba	Cusco	Antigua cárcava en el sector Yuncacha huayco en la margen derecha del río Urubamba.
Huanta	Huanta	Ayacucho	En el glacis de acumulación de la jurisdicción de Luricocha en la margen derecha del río Cachimayo.
Puente Piedra	Lima	Lima	En la quebrada de la vertiente sur del Cerro Paredes al norte de Lima
Barranca	Barranca	Lima	En las planicies costaneras como la Pampa Chui Chui al oeste de la ciudad.
Coracora	Parinacochas	Ayacucho	Quebrada en el sector Huschalle al sureste de la ciudad.
Fuente: Informes privados de los años 1998, 1999 y 2000 DIGESA.			

### 3.2.2.2. Condiciones geológicas

<b>CARÁCTER PREFERENCIAL</b>	<b>CARÁCTER RESTRICTIVO</b>
<p>Representadas por propiedades físicas, mecánicas e hídricas, espesor y extensión de los suelos para evitar la filtración de los lixiviados. Además, rocas blandas y depósitos inconsolidados manejable para realizar excavaciones, cortes y usarlo como material de cubierta.</p> <p>La profundidad del lecho rocoso debe ser &gt;15 metros, no es preferible que la profundidad alcance los 10 metros. Considerar un área factible donde el suelo tenga una tasa de infiltración de 0.015-0.050 m/h.</p>	<p>Conformados por las rocas carbonatadas fracturadas, suelos arenosos y de material orgánico y los que se caracterizan por su expansividad.</p>

### 3.2.2.3. Materil de cobertura

<b>CARÁCTER PREFERENCIAL</b>	<b>CARÁCTER RESTRICTIVO</b>
<p>Se considera la calidad, cantidad y ubicación, distancia, acceso a la zona del relleno sanitario. Se prefiere zonas con materiales areno arcillosos con baja permeabilidad.</p>	<p>Los materiales de naturaleza arenosa y gravosa presentan un carácter restrictivo para ser usado como cobertura de los residuos sólidos.</p>

### 3.2.2.3.1 MATERIALES CON BUENAS PROPIEDADES FÍSICAS

TIPO DE SUELO	SIMBOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
Suelo grueso (Arenas con finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
	SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.
Suelo fino	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.
	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.



Características de un suelo compuesto de arcilla con grava se observa en la Lomada Pancca al sureste de la ciudad de Huanta , área propuesta por la municipalidad. T. Allende-1998

### 3.2.2.3.2 MATERIALES CON MALAS PROPIEDADES FÍSICAS

TIPO DE SUELO	SIMBOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
Suelo grueso	GW y GP	Gravas bien y/o mal graduadas mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.
	SW y SP	Arenas bien y/o mal graduadas. Arenas con grava con poco o nada de finos.
Suelo fino	OL	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.
	OH	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.
	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos.

### 3.2.3. CARÁTER AMBIENTAL

<b>3.2.3.1. Vías de Acceso</b>	El área debe encontrarse cerca a una vía existente para que se tenga que realizar la construcción de caminos de acceso de longitudes cortas.
--------------------------------	--

<p><b>3.2.3.2. Condiciones climáticas</b></p>	<p>Los vientos predominantes, con respecto a la ubicación del terreno seleccionado y la ciudad. De preferencia la dirección debe ser desde el área urbana a la zona seleccionada con el fin de evitar la vulnerabilidad del entorno ambiental por los malos olores. El área se deberá ubicar en una región de baja frecuencia de tormentas severas y temporales y no es preferible en zonas dentro del recorrido de tornados y huracanes de escala importante.</p> <p>En cuanto a la precipitación pluvial se sugiere áreas donde la evaporación, sea mayor que la precipitación pluvial, no siendo restrictivo este parámetro.</p>
---	---

### 3.2.3.3. CONDICIONES HIDROLÓGICAS SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

<b>Carácter Preferencial</b>	<b>Carácter Restrictivo</b>
<p>Uno de los criterios básicos es evitar alguna contaminación de los acuíferos, y puede ocurrir con la ubicación de un acuífero profundo con una capa impermeable.</p>	<p>Un terreno con presencia de un acuífero superficial o un suelo con buenas propiedades hídricas (porosidad y permeabilidad).</p>
<p>El área debe estar lejos de las corrientes superficiales y cuerpos receptores de agua, y cuenta con una adecuada red de drenaje pluvial para evitar escurrimiento dentro del relleno sanitario.</p>	

### 3.2.3.4. RECURSO FLORA Y FAUNA

Carácter Preferencial	Carácter Restringitivo
La construcción del relleno sanitario no debe causar daño al medio ambiente natural (recurso de flora y fauna) de la zona seleccionada.	Las zonas y/o regiones catalogadas como zonas intangibles y que se encuentran inventariadas por el INRENA.

## IV. CONCLUSIONES

4.1. Los espacios utilizados para la disposición final de los residuos sólidos deben someterse a las restricciones del área, y a los criterios de selección de área para relleno sanitario.

4.2. Las restricciones para la ubicación de un relleno sanitario son:

- La incompatibilidad con los proyectos de Desarrollo Urbano y Regional, y con las Normas de Ordenamiento Territorial y Ambiental.
- Las áreas ubicadas en fallas geológicas, en zonas inestables e inundables, y altamente sísmicas. También, las ubicadas en el cono de seguridad aérea.
- La vulnerabilidad de la integridad de los recursos naturales y bienes culturales, y de la infraestructura existente.

4.3. Los criterios para la selección del área para relleno sanitario son:

- La disponibilidad y propiedad del terreno.
- La vida útil del relleno sanitario equivalente o mayor de 5 años
- Una topografía que permita el aprovechamiento del mayor volumen por hectárea
- Las condiciones geológicas representadas por las propiedades físicas, mecánicas e hídricas, espesor y extensión de los suelos para evitar la filtración de los lixiviados.
- Los materiales de cobertura constituidos por suelos gruesos ( SM y SC) y suelos finos (ML y CL) preferentemente.

- Las condiciones climáticas, donde la dirección del viento no debe vulnerar el entorno ambiental por los malos olores del relleno sanitario, que la evaporación debe ser mayor con respecto a las precipitaciones pluviales.
- Las condiciones hidrológicas superficial y subterránea para evitar alguna contaminación de los acuíferos, las corrientes superficiales y los cuerpos receptores de agua.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, 1991. Módulo de mecánica de suelos en las construcciones superficiales y subterráneas. En: III Curso Internacional de Ingeniería Geológica, México.
2. Informes técnicos de la Dirección Ejecutiva de Saneamiento Básico - Área Relleno Sanitario. DIGESA.
3. Proyecto Tipo Relleno Sanitario, Tomo I, 1984.
4. Reglamento para la disposición de la basura por el método de relleno sanitario.
5. Ley de los Residuos Sólidos.
6. Aspectos geológicos en los Proyectos de relleno sanitario, Ing. Teófilo Allende Cc., julio de 2000.