

## Factores ambientales para determinar el área de relleno sanitario en el distrito de San Clemente Pisco

### Environmental factors to determine the landfill area in the San Clemente Pisco district

---

Ramiro Zuzunaga Morales  
razamor161@yahoo.es - Universidad Nacional San Luis Gonzaga-Ica  
Eufemio Noa Chavez  
noachavez\_58@hotmail.com - Universidad Nacional San Luis Gonzaga-Ica

#### Resumen

La gestión de los residuos sólidos sin distinción de su origen o lugar geográfico de generación se convierte en un problema que cada vez nos llama a buscar soluciones de la mano con la tecnología y las buenas prácticas por parte de los generadores, pues a consecuencia de los incrementos de las cantidades de residuos sólidos que se vienen generando, se necesitan infraestructuras de manejo y disposición de residuos sólidos que aseguren tratamientos adecuados con la finalidad de proteger el ambiente. Las actividades del manejo de residuos sólidos y su disposición final en el distrito de San Clemente provincia de Pisco, viene originando problemas de polución y contaminación por el arrojado de grandes volúmenes de residuos urbanos, que origina diversos problemas ambientales debido a la inadecuada disposición final de las grandes cantidades de material residual producido que son vertidos directamente a los cuerpos de agua y al suelo sin protección alguna. Por lo que la investigación plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cómo evaluar los factores ambientales para determinar el área del relleno sanitario en el distrito de San Andrés-Pisco?, el objetivo es: Evaluar los factores ambientales para determinar el área del relleno sanitario en el distrito de San Andrés-Pisco. La hipótesis del estudio: La evaluación de los factores ambientales determina la selección del área para construir el relleno sanitario del distrito de San Clemente-Pisco. Se planteó dos alternativas y se evaluaron los factores económicos, factores ambientales y factores técnicos en cada una de las alternativas. El resultado de la evaluación de los factores, determinó que **la alternativa N° 02** es la de mejor valor, como sitio para el emplazamiento de la infraestructura de disposición final de los residuos sólidos municipales del distrito de San Clemente.

**Palabras claves:** *Residuos, relleno sanitario, factores ambientales.*

#### Abstract

The management of solid waste without distinction of its origin or geographic place of generation becomes a problem that increasingly calls us to seek solutions hand in hand with technology and good practices by generators, as a result of the increases in the amounts of solid waste that are being generated, require solid waste management and disposal infrastructures that ensure adequate treatments in order to protect the environment. The solid waste management activities and their final disposal in the district of San Clemente province of Pisco, has been causing pollution and pollution problems due to the high volume of urban waste, which causes various environmental problems due to the inadequate final disposal of the large quantities of waste material produced that are discharged directly into the bodies of water and to the ground without any protection. So the research raises the following research problem: How to assess environmental factors to determine the area of the landfill in the district of San Andrés-Pisco?, the objective is: Evaluate environmental factors to determine the area of the landfill in the district of San Andrés-Pisco. The hypothesis of the study: The evaluation of the environmental factors determines the selection of the area to build the sanitary landfill of the San Clemente-Pisco district. Two alternatives were proposed and the economic factors, environmental factors and technical factors in each of the alternatives were evaluated. The result of the evaluation of the factors, determined that alternative No. 02 is the best value, as a site for the location of the final disposal infrastructure of municipal solid waste in the district of San Clemente.

**Keywords:** *Waste, landfill, environmental factors.*

## Introducción

En el distrito de San Clemente se presentan deficiencias en el servicio de limpieza pública (morosidad poblacional y bajo presupuesto destinado para el rubro), que sumado a la carencia de educación poblacional e implementación de programas de sensibilización ocasiona la proliferación de puntos críticos de acumulación de residuos sólidos. En la etapa de disposición final, también suceden deficiencias, debido a que los residuos son dispuestos en el botadero municipal localizado en el sector denominado "La antena", sin recibir ningún tipo de tratamiento. El Estudio de Selección de sitio se desarrolla en el marco del Desarrollo de los Sistemas de Gestión de los Residuos Sólidos en zonas prioritarias" sobre la necesidad de implementar a futuro, la infraestructura de disposición final para un sistema adecuado de manejo de residuos sólidos durante los primeros 10 años de vida útil del proyecto. La primera actividad desarrollada para elaborar el Estudio de Selección de Sitio, ha sido revisar la cartografía local a escala 1/25 000 y evaluar los factores ambientales para identificar posibles áreas para erigir el proyecto.

Por lo que, el presente estudio es evaluar los factores ambientales para la selección del área de Relleno Sanitario, que se desarrolla según el marco del "Programa de Desarrollo de Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos en zonas prioritarias" a fin de continuar con el proceso de adecuamiento a la Ley General de Residuos Sólidos N° 27314 y la metodología planteada en el presente documento considera los criterios del Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos (DS 057-2004/PCM) establecidos en el Art. 67, y del apéndice N° 4 Selección de Sitio para Rellenos Sanitarios, de la Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Residuos Sólidos Municipales a Nivel de Perfil. El desarrollo de cada uno de los criterios establecidos en las Normas mencionadas anteriormente, permitirá conocer si el lugar es técnica, ambiental y socialmente adecuado para la instalación de la infraestructura de manejo de residuos sólidos y generar condiciones de salubridad e higiene que contribuyan a elevar la calidad de vida de la población local.

### Área de estudio

Distrito de San Andrés, provincia de Pisco, Departamento de Ica.

### Evaluación e identificación factores ambientales

#### Descripción de zonas preseleccionadas

En la Distrito de San Clemente, se acumulan cerca de 12,7 TM de residuos sólidos al día, se tiene implementada la operación de recolección domiciliaria y barrido de calles, que se puede calificar como de media a baja cobertura, a pesar de contar con alrededor de 2 vehículos destinados a esta labor, que trabajan un solo turno y excepcionalmente unas tres horas más algunos días, por la escasas de recurso. Por otro lado, la localidad de San Clemente en la actualidad no cuenta con una zona técnicamente evaluada para

la Disposición Final de los Residuos Sólidos que produce la región, la que además tiene una tasa de crecimiento demográfico anual del 2,22%. Esta realidad incide negativamente en muchos aspectos y va en desmedro de la salud de la población, animales y plantas, contribuyendo al desorden y la informalidad en la cual está inmersa toda la región. Las áreas que se describen como alternativas, están en función a sus características principales como son:

- La calidad del suelo,
- Accesibilidad,
- Forma y relieve topográfico,
- Riesgo geodinámica
- Disponibilidad de las áreas propuestas dentro de la localidad y que no estén incluidas dentro de los planes de expansión urbana.

De acuerdo a ello se consideran las siguientes:

#### Alternativa N° 1 "Relleno Sanitario 1"

Actualmente los residuos sólidos son transportados a un botadero municipal localizado a 6,8 km desde el centro poblado de San Clemente hasta el desvío, ubicado a 5 Km de La Panamericana Sur Rumbo norte (Ica-Lima) luego 1,8 Km aproximadamente a la mano Izquierda.

#### Alternativa N° 2 "Relleno Sanitario 2"

Se ha ubicado una extensa planicie hacia el Nor-Oeste del Distrito de San Clemente, a 6,8 Km. desde el centro poblado de San Clemente hasta el desvío, ubicado a 5 Km de La Panamericana Sur Rumbo norte (Ica-Lima) luego 1.8 Km aproximadamente a la mano Izquierda. Este Terreno está delimitado por un polígono regular cuyo perímetro es de 1 220,41 m y 7.6384 Has de superficie. El terreno no tiene cursos hídricos permanentes y cercanos, tiene condición de terreno eriazo.

#### Accesibilidad a las zonas preseleccionadas

La accesibilidad se calcula en función a la facilidad con que se puede desplazar y llegar a los lugares propuestos, empleando ya sea caminos existentes, carreteras afirmadas, asfaltadas o trochas carrozables, mediante vehículos motorizados, teniendo en cuenta que el recorrido será empleado todo el tiempo y utilizado principalmente por equipo pesado (volquetes, camiones, etc.).

#### • Alternativa N° 1

El acceso vehicular a este punto es por un desvío que se ubica al lado Izquierdo de la carretera Panamericana Sur entre el kilómetro 219 -220 sentido Ica - Lima, a 6,8 Km desde el centro poblado de San Clemente hasta el desvío, ubicado a 5 Km de La Panamericana Sur Rumbo norte (Ica-

Lima) luego 1,8 Km aproximadamente. La alternativa 1 está delimitado por un polígono irregular cuyo perímetro es de 1247,86 ml y 10.3762 Has de superficie, de topografía llana junto a unos pantanales, tal como se aprecia en las fotografías y plano. El terreno no tiene cursos hídricos permanentes y cercanos, tiene condición de terreno eriazo.

- **Alternativa N° 2**

El acceso vehicular a este punto es por un desvío que se ubica al lado izquierdo de la carretera Panamericana Sur entre el kilómetro 219 - 220 sentido Ica – Lima, a 6.8 Km desde el centro poblado de San Clemente hasta el desvío, ubicado a 5 Km de La Panamericana Sur Rumbo norte (Ica-Lima) a la mano izquierda 1.8 Km aproximadamente. La alternativa 2 está delimitado por un polígono regular cuyo perímetro es de 1220.41 m y 7.6384 Has de superficie. El terreno no tiene cursos hídricos permanentes y cercanos, tiene condición de terreno eriazo.

**Criterios de selección usados en cada área preseleccionada**

Los criterios de selección de sitio, son señalados en la Guía de Identificación Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Residuos Sólidos Municipales a nivel perfil (Proyecto STEM del Ministerio del Ambiente, 2008). Las verificaciones y toma de datos se han realizado con las inspecciones de campo. Posteriormente se han valorado los resultados obtenidos, calificando cada ítem a fin de seleccionar el terreno más adecuado.

- **Uso actual del suelo**

Debido a que el área a utilizar será de uso definitivo y con posibilidad nula de aprovecharlo una vez culminado el proyecto, es necesario que se tenga la certeza de que la municipalidad no haya considerado el área dentro de sus planes de expansión urbana y/o que el suelo no cuente con categorización de zonas recreacionales.

- **Área considerada en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos**

Es necesario tomar en cuenta si el proyecto de relleno sanitario fue considerado como una alternativa para la disposición final de residuos sólidos dentro del Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos de la provincia.

- **Tamaño del terreno disponible para rellenar**

La disponibilidad de terreno para el crecimiento del área de disposición final es muy importante porque brinda la posibilidad de incrementar el tiempo de vida útil del relleno sanitario, según el método de disposición a utilizar, con lo cual se logra brindar un apropiado sistema de eliminación de residuos en caso de un incremento en las operaciones o ante cualquier eventualidad.

- **Vida útil**

Se aplica bajo el criterio de que la vida útil del proyecto no debe ser menor de 5 años de operación, por lo tanto; el área seleccionada debe ser mayor a 2 hectáreas.

- **Pasivos Ambientales**

Se debe tomar en cuenta la presencia de pasivos ambientales, si las hubiera, en las zonas de intervención. Este criterio califica con menor puntaje a aquellas áreas colindantes con depósitos de relaves, lagunas contaminadas, botaderos de residuos, polvorines, etc.

- **Preservación de riesgos sanitarios y ambientales**

El área elegida, deberá presentar condiciones tales como distancia adecuada, barreras naturales, y adecuada ubicación de corrientes de aire, de manera que los posibles efectos de contaminación generados durante la operación, no sean magnificados por agentes de dispersión, comprometiendo la salubridad de las partes habitadas.

- **Distancias Referenciales**

Es necesario conocer las distancias a que se encuentran, los puntos de importancia con respecto al área seleccionada, las medidas se dan en kilómetros y en sentido lineal recto.

- **Distancia a fuentes de aguas superficiales**

La presencia del agua superficial, indica que existe alta probabilidad de encontrar agua subterránea en el área donde se ha de ubicar el relleno sanitario, adicionalmente puede ser una zona de sustento de fauna mayor. En ese sentido; se busca que el área seleccionada no presente evidencias de otros usos de las fuentes de agua superficial.

- **Distancia a fuentes de abastecimiento de aguas subsuperficiales**

La distancia del futuro lugar de disposición final a fuentes de abastecimiento de aguas subsuperficiales no deben ser menores a 1000 m.

- **Distancia de la población**

La distancia de la población es un criterio que se utiliza con dos finalidades, la primera es la evaluación de las condiciones en las que transportarán los residuos sólidos hacia la zona de disposición final, su importancia está directamente relacionada con la necesidad de realizar una evacuación rápida y alejada de contacto con la población a fin de no verse perjudicado por el transporte de residuos húmedos y los riesgos que trae consigo (por condiciones climáticas adversas). La otra importancia es con la finalidad de evitar el acceso

de personas ajenas a las operaciones de disposición final

- **Distancia a granjas crianza de animales**

En el caso de la presencia de granjas de crianza de cerdos, es muy importante conocer que éste factor representa un riesgo sobre las áreas de disposición final de residuos, ya que su cercanía (distancias menores a 1000 metros) podría influir en la propagación de vectores para enfermedades relacionadas a la piel y el tracto respiratorio, por lo que en lo posible se ha de evitar su cercanía al área de influencia del mismo.

- **Distancia a aeropuertos o pista de aterrizaje (m)**

El relleno sanitario no deberá estar ubicado a una distancia menor de 3 000 m de los límites de un aeropuerto o pista de aterrizaje.

- **Distancia a vías de acceso**

Las condiciones de tránsito de las vías de acceso al relleno sanitario afectan el costo global del sistema, retardando los viajes y dañando vehículos; por lo tanto, el sitio debe estar de preferencia a corta distancia de la mancha urbana y bien comunicado por carretera, o bien, con un camino de acceso corto no pavimentado, pero transitable en toda época del año.

### Factores climatológicos

- **Dirección predominante del viento**

La dirección del viento, nos ayuda a conocer si las emisiones, los olores y materiales volantes que sean depositados en el interior del relleno sanitario tendrán influencia sobre las áreas ocupadas por la población, este análisis se realiza con la finalidad de evitar efectos negativos principalmente sobre las poblaciones cercanas a pesar de las medidas de mitigación implementadas.

- **Condiciones meteorológicas del sitio (principal pp anual)**

Las condiciones de precipitación del área de relleno sanitario es un criterio importante porque las condiciones meteorológicas determinan la cantidad de lixiviado que se ha de generar en la etapa de operación del relleno sanitario, además de constituir un peligro para la estabilidad del relleno sanitario, por lo cual se convierte en un criterio que busca el área con la menor precipitación posible.

- **Barrera sanitaria**

El criterio de ubicación de una barrera sanitaria se refiere a la necesidad de asegurar que el área de operaciones del relleno sanitario no sea perturbada por el medio ambiente y pueda crear perjuicios hacia las personas y/o poblaciones cercanas; en ese contexto, se hace necesario que

en lo posible las áreas cuenten con zonas de aislamiento principalmente para los efectos del viento, como el arrastre de material particulado, materiales ligeros y sobretodo olores.

- **Posibilidad de material de cobertura**

La utilización de este criterio se encuentra referida a la necesidad de proveer de manera permanente en la etapa de operación de una dotación constante de material de cobertura para la construcción de celdas de residuos sólidos, material que deberá ser suelo que no tenga presencia de rocas y guijarros, conformado principalmente por suelo de excavación con características de permeabilidad media – alta, lo cual trae consigo una adecuada percolación de líquidos, que se torna muy conveniente para los procesos de degradación de los residuos confinados.

### Factores geológicos

- **Composición del suelo**

El suelo es considerado como uno de los factores ambientales básicos para implantar un proyecto de relleno sanitario, siendo el fin de la obra disponer los residuos generados sin ocasionar el desbalance de los medios involucrados, siendo el suelo el medio físico que recepcionará las cargas y es en función a sus características primarias, que se buscará mitigar y atenuar los efectos contaminantes, es necesario conocer las áreas cuyos suelos sean coherentes, de baja permeabilidad y con capacidad de intercambio iónico por ser los más adecuados.

- **Características Geomorfológicas**

Las manifestaciones geológicas se presentan en superficie adoptando formas topográficas definidas, en ciertos casos con pronunciadas pendientes o como planicies de bajo ángulo, estas formas se corresponden con el tipo de litología que aflora y los procesos que han modelado su formación indicando principalmente el grado de resistencia a los agentes erosivos que han actuado sobre ellas, el reconocimiento de estas características, permite postular el modo de evolución de la geoforma y los procesos en casos recurrentes que la afectaron y que pueden seguir actuando.

### Rasgos estructurales

La superficie terrestre y la tierra como planeta son producto de la dinámica, y resultado del equilibrio de fuerzas tanto internas como externas, las estructuras terrestres están determinadas por movimientos que fracturan y desplazan los cuerpos litológicos, generándose magnitudes de energía sin referencias conocidas de comparación cuyos efectos son altamente destructivos, las direcciones que siguen los esfuerzos se revelan en la corteza superficial, de manera que reconociéndolas se busca situar

las obras civiles fuera de la dirección del curso de falla a fin de preservar la seguridad e integridad de la obra.

- **Pendiente %**

Debido a que la construcción de las infraestructuras contará con una zona interna de disposición final que tendrá una pendiente no mayor a 2%, es importante seleccionar un área que no necesite mayor intervención en remoción de material. Seleccionar un área con pendiente muy baja es una ventaja sustancial tanto para el tema de costo de la etapa de habilitación como en los factores de estabilidad del terreno seleccionado.

- **Permeabilidad del suelo (cm/seg)**

La permeabilidad es un criterio de calidad del suelo que nos permite conocer la facilidad de percolación de los líquidos lixiviados. Si bien este criterio no es usado con la finalidad de eliminar el lixiviado sobre el suelo del lugar, éste nos permite conocer las condiciones y efectos sobre el suelo ante posibles fugas de lixiviado, trayendo consigo la decisión de la profundidad de colocación de pozos de monitoreo de lixiviados, y sustento de los tipos de impermeabilización a utilizar.

- **Barrera Geológica**

La existencia de una barrera geológica se refiere a la presencia de una zona con características de aislamiento del terreno sobre el cual se ha de ubicar el relleno sanitario, ya que según la legislación actual se recomienda contar con un área que presente una barrera geológica natural, para evitar eventuales infiltraciones hacia posibles napas freáticas.

- **Profundidad del nivel freático**

La presencia de la napa freática es un criterio de selección muy importante, las distancias deben ser mayores a 20 m del suelo.

- **Factores Geotécnicos**

Según la normatividad ambiental vigente, es un requisito indispensable que el área donde se ha de considerar la ubicación del relleno sanitario no se encuentre sobre una falla geológica porque en las etapas de operación, pueden ocurrir eventos que dañen la infraestructura que contiene materiales en proceso de descomposición, y que ante un proceso de movimiento telúrico corre el riesgo de infiltrar los residuos o incluso colapsar toda la estructura, trayendo consigo la necesidad de retirar todo lo depositado y trasladar a un área alternativa.

- **Área Arqueológica**

La preservación del patrimonio arqueológico es un criterio importante, el terreno no debe estar ubicado en un área perteneciente a una zona

arqueológica de ser así es un criterio de restricción de ubicación.

- **Área Natural Protegida por el Estado**

Para la evaluación del siguiente criterio es importante que el lugar posible no afecte un área natural protegida por el Estado. En caso si existiese este sería un criterio de restricción de ubicación.

- **Vulnerabilidad a Desastres Naturales**

El criterio de evaluación que analiza la vulnerabilidad a desastres naturales, ha de estudiar la necesidad de que el área de operación del relleno sanitario se encuentre en lo posible libre de peligro a ocurrencia de fenómenos geodinámicos internos y externos así como a fenómenos hidrometeorológicos (inundaciones, huracanes) considerándose además recomendaciones que remedien, mitiguen y controlen los efectos destructivos que se pudiesen presentar. El relleno sanitario debe ubicarse sobre un área que no sea el cauce de un río, o en su defecto, que éste sea posible de contener o desviar a través de canales y estructuras de contención.

- **Saneamiento Físico y Legal del terreno propuesto**

En cualquier hipótesis, un proyecto de relleno sanitario deberá iniciarse solamente cuando la entidad responsable del relleno (Municipio), tenga en sus manos el documento legal que la autorice a construir sobre el terreno el relleno sanitario con todas las obras complementarias, estipulando también el periodo y la utilización futura u opciones. Es muy usual que el Municipio obtenga, de particulares, el arrendamiento del terreno para el relleno sanitario. En caso de que esto suceda será necesario siempre contar con un convenio o contrato firmado y debidamente legalizado por ambas partes. Cuando el terreno sea propiedad del Municipio, éste deberá quedar debidamente registrado en el catastro de la propiedad, señalando que será de uso restringido. Las Instituciones para acudir y conocer el estado físico – legal del terreno son los siguientes: Ministerio de Agricultura a través del Proyecto Especial de Titulación de Tierras PETT, Ministerio de Energía y Minas, Superintendencia Nacional de Registros Públicos, Dirección Regional de Salud y Bienes Nacionales.

- **Impacto del tránsito vehicular sobre la comunidad**

Este es un criterio que se aplica a la necesidad de asegurar que la circulación de los vehículos que transporten residuos sólidos hacia el relleno sanitario, no causen problemas en la circulación y/o atravesase innecesariamente centros poblados o áreas de concentración de población (colegios, hospitales, centros de esparcimiento, etc.)

• **Grado de Aceptación de la Población**

Las relaciones públicas son las actividades que las autoridades municipales y los técnicos descuidan con mayor frecuencia durante la selección del sitio la socialización de población. Desde el inicio del proceso de selección, el público 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 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 la población, originada por la creencia que un relleno sanitario es un botadero a cielo abierto. Se recomienda entonces efectuar una campaña de educación e información a través de los medios de comunicación, instituciones del Estado como privadas, instituciones educativas y asociaciones sociales, etc.

**Evaluación de las áreas preseleccionadas**

**Uso Actual del Suelo**

El criterio será aplicado en forma individual a cada lugar propuesto, por ello se indica:

**Alternativa N° 1**

El terreno propuesto como alternativa N° 1, no está considerado como parte de áreas de protección ecológica (reservas naturales) tampoco es terreno urbano, ni tampoco está considerado dentro de los planes de expansión urbana, no se observa presencia antrópica en la zona. La característica del área es desértica considerando el bajo índice de precipitaciones, fauna silvestre, determinan un suelo estéril, donde no se advierten señales de actividad agrícola o ganadera formal, ni tampoco existe infraestructura de riego y/o canalizaciones con fines industriales o recreacionales cercanos.

**Alternativa N° 2**

El terreno propuesto no es área de protección ecológica (reserva natural) tampoco es considerado terreno urbano, ni está calificado dentro de los planes municipales de expansión urbana, tampoco se nota presencia antrópica. Se identifica con la condición de área desértica (precipitación pluvial escasa y poca presencia de animales silvestres) no se advierten signos de actividad agrícola o ganadera cercana, ni tampoco existe infraestructura de riego y/o canalizaciones con fines industriales ó recreacionales cercanos.

**Área considerada en el plan de gestión integral de residuos sólidos**

**Alternativa N° 1**

El terreno propuesto sí se encuentra considerado en el Plan Integral de Gestión de residuos sólidos (PIGARS).

**Alternativa N° 2**

El terreno propuesto sí se encuentra considerado en el Plan Integral de Gestión de residuos sólidos (PIGARS).

**Forma y tamaño del terreno**

En el campo se definen las características topográficas en cuanto a la forma y tamaño del área, acorde con la posibilidad de ubicar los vértices que demarquen un polígono sea este regular o irregular y que guarde las proporciones (ancho mínimo) para la elaboración del proyecto, y además contenga el área superficial suficiente para cubrir las necesidades del mismo.

**Alternativa N° 1**

Superficialmente conserva su característica de terreno semiplano, tiene una extensión que abarca 6.00 has y un perímetro de 1450 m; delimitada dentro de un polígono de forma rectangular.

**Alternativa N° 2**

Similar a la primera alternativa, su terreno se caracteriza por ser idóneo, es decir, presenta ligeras ondulaciones, posee un área total de 6.6 Has y un perímetro de 1900 m; tiene una forma rectangular.

**Vida Útil: Parámetros**

Está en función al volumen de residuos sólidos producidos, para fines de proyección se consideran los siguientes parámetros: (CEPIS/OPS-OMS 2003-Kumitoshi)

- Densidad de Residuos Compactados 0.6 Kg/ m<sup>3</sup>
- Material de Cobertura 20 %
- Altura promedio de celdas 4 m
- Área adicional para instalaciones 30 %
- Tasa de crecimiento poblacional (INEI) 4.721 % anual
- Tasa de crecimiento de generación 1.0 % anual.
- Demanda de disposición final de RSM 6.960 TM/día (año 2010)
- Dimensión de terreno destinado 2.3 has.

Como resultado de los cálculos efectuados

**Alternativa N° 1**

5 años de vida útil, sin considerar el porcentaje de seguridad que significa la reducción de volumen por selección y reciclaje ; se proyecta que el diseño de celdas sea en sentido vertical adoptando la forma de una plataforma trapezoidal o de cono truncado, lo que implica afectar la calidad paisajística del área.

**Alternativa N° 2**

5 años de vida útil, sin considerar el porcentaje de seguridad que significa la reducción de volumen por selección y reciclaje; se proyecta que el diseño de celdas sea en sentido vertical adoptando la forma de

una plataforma trapezoidal o de cono truncado, lo que implica afectar la calidad paisajística del área.

### Pasivos ambientales

El criterio será aplicado en forma individual a cada lugar propuesto, por ello se indica:

#### Alternativa N° 1

En el área correspondiente a la **alternativa N° 1** no existen pasivos ambientales del tipo de relaves o señales de actividad minero-metalúrgica, ni restos de alguna otra actividad industrial.

#### Alternativa N° 2

En el área correspondiente a la **alternativa N° 2** no existen pasivos ambientales del tipo de relaves o señales de actividad minero-metalúrgica, ni restos de alguna otra actividad industrial.

### Preservación de riesgos sanitarios y ambientales

#### Alternativa N° 1

El área estudiada se encuentra alejada de la población, no existen fuentes que indiquen riesgo de emergencias ambientales inmediatas o mediatas, (tuberías de desechos o de desfogue industrial) tampoco es área de disposición de material contaminado.

#### Alternativa N° 2

El área estudiada se encuentra alejada de la población, no existen fuentes que indiquen riesgo de emergencias ambientales inmediatas o mediatas, (tuberías de desechos o de desfogue industrial) tampoco es área de disposición de material contaminado.

### Distancias referenciales

Medida para cada Alternativa

Distancias medidas en forma directa mediante el uso de un GPS Garmin 12x cuya aproximación es de 5 m; tomando el centro del área preseleccionada hacia cada uno de los puntos de interés relacionados

## Resultados y discusión

Se muestran en las tablas adjuntas:

Tabla 1.  
Alternativa N° 1

N	Área	Medida
1	Distancia al centro poblado más cercano (Centro poblado San Juan)	6.6 Km.
2	Distancia a aeropuertos	45 Km. aprox.
3	Distancia a carretera de acceso (vía principal)	0.2 Km. De la carretera Panamericana Sur
4	Distancia a áreas de crianza de animales (granjas, establos)	>3 km
5	Distancia a cursos superficiales de agua (riachuelos, ríos, lagunas)	6 Km.
6	Distancia a zonas de impulsión hídrica (bombeo)	>3 km
7	Distancia a zonas arqueológicas	> 60 Km.
8	Distancia a zonas de reserva natural	70 Km.

Tabla 2.  
Alternativa N° 2

N	Área	Medida
1	Distancia al centro poblado (Centro poblado La venta baja)	6.0 Km.
2	Distancia a aeropuertos	48Km. aprox.
3	Distancia a carretera de acceso (vía principal)	0.5 km, de la carretera Panamericana Sur
4	Distancia a áreas de crianza de animales (granjas, establos)	>3 km
5	Distancia a cursos superficiales de agua (riachuelos, ríos, lagunas)	6 Km.
6	Distancia a zonas de impulsión hídrica (bombeo)	> 3km
7	Distancia a zonas arqueológicas	> 60 Km.
8	Distancia a zonas de reserva natural	70 km

### Factores climatológicos

Tabla 3.  
Alternativa N° 1

N	Área	Medida
1	Condiciones Meteorológicas	La Precipitación en la región Costa no tiene valor agrícola, presentando una precipitación promedio anual de 50 mm.
2	Dirección del viento	Soplan del mar hacia el continente, en el sitio escogido pasan con dirección W-E.
3	Barreras Sanitarias	No tiene

Tabla 4.  
Alternativa N° 2

N	Área	Medida
1	Condiciones Meteorológicas	La Precipitación en la región Costa no tiene valor agrícola, presentando una precipitación promedio anual de 50 mm.
2	Dirección del viento	Se orientan del mar hacia el continente, en el terreno propuesto pasan con dirección W-E.
3	Barreras Sanitarias	No tiene

Tabla 5.  
Criterios de selección

Ítem	Criterios de selección	Ley 27314	Alternativa N° 1	Alternativa N° 2
			Botadero municipal	Relleno sanitario
1	Uso actual del suelo - compatibilidad con el uso actual y planes urbanos	CE	Terreno eriazo	Terreno eriazo
2	Área considerada en el plan Integral de gestión Ambiental de Residuos Sólidos	CE	Sí	Sí
3	Tamaño del terreno o Superficie disponible para rellenar (ha)	CG	3.00 has	3.00 has
4	Vida útil (años)	CE	>5 años	>5 años
5	Pasivos ambientales	CE	No	No
6	Distancia a fuentes de aguas superficiales (m) medidas en línea recta	NC	6.0 Km.	6.0 Km.
7	Distancia a fuentes de abastecimiento de agua sub superficiales (m) bombeo	NC	> 3 km	>3 km
8	Opinión Pública	CE	Favorable	Favorable
9	Barrera Sanitaria	CE	No	No
10	Posibilidad del material de cobertura	CE	Regular	Regular
11	Profundidad del nivel freático (m)	CG	+ de 60m aprox.	+ de 60m aprox.
12	Condiciones meteorológicas del sitio (principalmente pp anual)	CG	Medía anual de 50 mm/año	Medía anual de 50 mm/año
13	Permeabilidad de suelo (cm/seg.)		1 a 4 x 10(-4) cm/seg . aprox.	1 a 4 x 10(-4) cm/seg. aprox.
14	Pendiente % (Topografía del Terreno)	CG	2 a 4 %	2 a 4 %
15	Dirección predominante del viento	CG	W-E	W-E
16	Distancia a la población (Km) centro	CE	6 Km.	6 Km.
17	Distancia a granjas crianza de animales(m)	CE	>3 km	>3 km
18	Área arqueológica	CE	>6 Km.	>6 Km.
19	Área natural protegida por el estado	CE	No	No
20	Vulnerabilidad a desastres (inundaciones)	CE	No	No
21	Propiedad del terreno	CE	Bienes nacionales	Bienes nacionales
22	Impacto de tránsito vehicular sobre la comunidad	NC	Mínimo	Mínimo
23	Accesibilidad al sitio (distancia desde la vía de acceso principal Km.)	NC	6.02 Km.	6.75 Km.
24	Distancia a aeropuertos o pistas aterrizaje	CE	13.0 Km.	15.0Km

CE: considerado de manera específica señalando valores  
CG: considerado de manera general  
NC: no se considerado en forma específica

Tabla 6.  
Ponderaciones

Ítem	Criterios de selección	Alternativa N° 1	Alternativa N° 2	Factor de Ponderación %
1	Uso actual del suelo - compatibilidad con el uso actual y planes urbanos	4	4	7.6
2	Área considerada en el plan de gestión	4	4	3.0
3	Tamaño del terreno o Superficie disponible para rellenar (ha)	5	5	3.0
4	Vida útil (años)	5	5	3.0
5	Pasivos ambientales	4	4	3.0
6	Distancia a fuentes de aguas superficiales (m) medidas en línea recta	4	4	3.0
7	Distancia a fuentes de abastecimiento de agua sub superficiales (m)bombeo	4	4	3.0
8	Opinión Pública	4	4	7.6
9	Barrera Sanitaria	3	3	1.5
10	Posibilidad del material de cobertura	3	3	3.0
11	Profundidad del nivel freático (m)	4	4	3.0
12	Condiciones meteorológicas del sitio (principalmente pp. anual)	4	4	3.0
13	Permeabilidad de suelo (cm/seg.)	3	3	3.0
14	Pendiente % (Topografía del Terreno)	4	4	2.5
15	Dirección predominante del viento	4	4	3.8
16	Distancia a la población (Km)	5	4	6.4
17	Distancia a granjas crianza de animales(m)	4	4	6.4
18	Área arqueológica	5	5	6.4
19	Área natural protegida por el estado	5	5	6.4
20	Vulnerabilidad a desastres naturales	4	4	6.4
21	Propiedad del terreno	4	4	6.4
22	Impacto de tránsito vehicular sobre la comunidad	4	4	2.3
23	Accesibilidad al sitio (distancia desde la vía de acceso principal Km.)	5	3	3.0
24	Distancia a aeropuertos o pistas aterrizaje	4	4	3.0

Tabla 7.

Valores para ponderación

Calificación	Valor
Muy Malo	1
Malo	2
Regular	3
Bueno	4
Excelente	5

Tabla 8.

Valoración de alternativas

Ítem	Criterios de selección	Alternativa N° 1	Alternativa N° 2
1	Uso actual del suelo - compatibilidad con el uso actual y planes urbanos	30.4	30.4
2	Área considerada en el plan de gestión	12	12
3	Tamaño del terreno o Superficie disponible para rellenar (ha)	15	15
4	Vida útil (años)	15	15
5	Pasivos ambientales	12	12
6	Distancia a fuentes de aguas superficial (m)	12	12
7	Distancia a fuentes de abastecimiento de agua subsuperficiales (m) bombeo	12	12
8	Opinión Pública	30.4	30.4
9	Barrera Sanitaria	4.5	4.5
10	Posibilidad del material de cobertura	9	9
11	Profundidad del nivel freático (m)	12	12
12	Condiciones meteorológicas del sitio (principalmente pp anual)	12	12
13	Permeabilidad de suelo (cm/seg.)	9	9
14	Pendiente % (Topografía del Terreno)	10	10
15	Dirección predominante del viento	15.2	15.2
16	Distancia a la población (Km)	32	25.6
17	Distancia a granjas crianza de animales(m)	25.6	25.6
18	Área arqueológica	32	32
19	Área natural protegida por el estado	32	32
20	Vulnerabilidad a desastres naturales	25.6	25.6
21	Propiedad del terreno	25.6	25.6
22	Impacto de tránsito vehicular sobre la comunidad	9.2	9.2
23	Accesibilidad al sitio (distancia desde la vía de acceso principal Km.)	15	9
24	Distancia a aeropuertos o pistas aterrizaje	12	12
Total Valoración		419,5	427,6

La alternativa N° 02, es la de mejor valor, como sitio para el emplazamiento de la infraestructura de disposición final de los residuos sólidos municipales del distrito de San Clemente.

### Conclusiones

Se concluye que del análisis a los indicadores y factores ambientales, el terreno de la segunda alternativa es la de mejor posibilidad, dada su posición geográfica, alejada a una distancia conveniente de la ciudad, facilidad en el acceso (Carretera Panamericana Sur), siendo necesario una vía de acceso exterior de 6,5 Km. de longitud, por tanto el sector tiene excelentes características para la habilitación e implementación de una infraestructura de disposición final.

El material de cobertura del lugar elegido en la segunda alternativa es material arcilloso, aspecto que evitará el material de préstamo a transportarse.

La primera alternativa, tiene un tamaño menor a la segunda (6.00 has), existiendo posibilidades de expandir el tamaño por las condiciones topográficas, el suelo no tiene también buenas características geotécnicas, se encuentra alejado 6,0 Km. de la vía de acceso principal, así como también se encuentra un poco más cercana a la población.

Las áreas aledañas a las zonas propuestas, en San Clemente, presentan una morfología con tendencias a la horizontalidad y dadas las características del suelo que tienen alta porosidad, lo que señala un escenario de fácil saturación y rápida infiltración, ante la sobresaturación se originan acumulación y retención.

El distrito de San Clemente cuenta con planicies eriazas con buenas características para la implantación de la obra proyectada de modo que no ha sido difícil designar áreas probables o adecuadas para la disposición final.

No existen viviendas a distancias menores a 2 kilómetros.

La tendencia actual es emplazar las áreas de disposición final de residuos sólidos en las partes topográficas adecuadas y alejadas de la ciudad, como es el caso de la alternativa N° 2, no afectando el entorno paisajístico de los parajes naturales que posteriormente quedarán como plataformas de residuos en el caso del terreno elegido.

## Recomendaciones

Efectuar una intensiva reforestación tanto en las márgenes de las áreas circundantes a la futura ubicación de las celdas del relleno.

Los problemas de erosión de ladera y erosión fluvial que genera el fenómeno meteorológico son atenuados por cercos vivos.

El material que se extraiga para la construcción de las celdas del proyecto puede emplearse como material de cobertura para los residuos sólidos.

## Referencias bibliográficas

- CEPIS. (2000). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales: una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones*. Lima-Perú.
- CEPIS. (2005). *Evaluación regional de la sostenibilidad de las microempresas de manejo de residuos sólidos*. Lima-Perú.
- Golany, G. (2000). *Planificación de Nuevas Ciudades: Principios y Prácticas*. México: Editorial Limusa.
- Ivancevich, J. et al. (2006). *Gestión, calidad y competitividad*. España: Editorial Mac Graw-Hill. Madrid
- Jiménez, C.; Pérez, Maldonado, L. (2002). *Participación social en el manejo de los residuos sólidos. Experiencias de una Política de Integración de Grupos Sociales para el Mejoramiento de los Servicios de Aseo Urbano en la Ciudad de México*. [en línea]: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/peru/mexesp050.pdf>.
- LEY GENERAL DEL AMBIENTE N° 28611. (2008). Lima.
- LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, No.27314 (2000). Lima.
- OMS-OPS, MINSA- DIGESA. (2008). *Análisis Sectorial de Residuos Sólidos de Perú*. Lima – Perú.
- Polito, E. (2004). *La gestión de los residuos sólidos urbanos y el rol de la comunidad en la generación de procesos alternativo*. Santiago de Chile.
- Szanto, M. (2007). *Guía Metodológica para La Evaluación de Proyectos de Residuos Sólidos*. Chile.
- Vázquez, J. (2008). *La basura, no sólo un problema de higiene*. Foro Ambiental Capital: Buenos Aires, Argentina.
- Zibechi, R. (2008). *Programa de las Américas/ Trabajar con la basura: el cambio social desde los márgenes*. Ediciones CIP Center for International Policy. [En línea]: <http://www.ircamericas.org/esp/5470>