

## Evaluación ambiental del depósito de residuos sólidos de Katenguenha, Angola

Inocêncio Bau-Satula  
Mayda Ulloa-Carcasés  
Juelmo Gola-Cahimba

### Resumen

En la localidad de Huambo (Angola) la deposición de residuos sólidos en el vertedero conocido como Katenguenha constituye un grave problema ambiental. El presente trabajo tuvo el propósito de evaluar los efectos que sobre el medio ambiente produce este vertedero. Para ello se aplicó el método de criterios relevantes integrados (CRI) para identificar y evaluar los impactos ambientales. Los resultados mostraron que el vertedero de residuos sólidos en Katenguenha impacta negativamente todos los medios (físico, biológico y social) y los impactos clasifican en su mayoría como de categoría II, con un Valor de Impacto Ambiental superior a 6.

**Palabras clave:** método de criterios relevantes integrados; impacto ambiental; estudio geoambiental; deposición residuos sólidos; Katenguenha.

## **Environmental assessment for the solids waste pond in Katenguenha, Angola**

### **Abstract**

Deposition of solid wastes in the Katenguenha dump site is a serious environmental issue in the locality of Huambo (Angola). The objective of this work is to assess the environmental impact caused by solid waste deposition. The integrated relevant criteria method was used to identify and evaluate the environmental impact. The results indicated that the solid waste dump site has a negative impact on all environmental aspects (physical, biological and social). They are category II environment impacts with an environmental impact rate above 6.

**Keywords:** integrated relevant criteria method; impact assessment; environment; solid wastes; Katenguenha..

## 1. INTRODUCCIÓN

Entre los problemas ambientales que impactan urbes y poblados en la actualidad se encuentra la deposición final de los residuos sólidos (Soto & Infante 2016). Cuando la deposición tiene lugar en vertederos a cielo abierto deriva en un problema ambiental con repercusión en la salud humana (Pérez-Jiménez et al. 2011). El manejo ineficiente de los residuos sólidos origina contaminación en los suelos, el aire y el agua, fundamentalmente. En ese sentido se buscan alternativas que favorezcan la gestión de los residuos sólidos urbanos de forma compatible con el medio ambiente, como el reciclaje de los residuos, pues se calcula que el 95 % de los residuos sólidos se puede reducir aprovechando estas técnicas (Desafío Ecológico 2012).

La angolana provincia de Huambo carece de sistemas para el manejo y tratamiento adecuado de los residuos sólidos. En esta localidad existen únicamente depósitos a cielo abierto que no disponen siquiera del equipamiento necesario para el tratamiento de estos residuos, a pesar de que la Ley Constitucional de la República de Angola, en su Artículo 24, plantea que todos los ciudadanos tienen el derecho de vivir en un medio ambiente saludable, y adopta las medidas pertinentes para la protección del medio ambiente; sin embargo, estas leyes en la práctica no tienen cabal cumplimiento.

Desde las instituciones educacionales es perfectamente posible generar importantes proyectos de educación ambiental y de manejo de los residuos sólidos que involucren a alumnos, docentes y personal de apoyo a tomar una mayor conciencia ante esta problemática (SEMARNAT 2006).

La presente investigación se realiza con el objetivo de identificar y evaluar, mediante la metodología de criterios relevantes integrados (CRI), los impactos ambientales producidos por la deposición de residuos sólidos en Katenguenha, localidad de Huambo.

### 1.1. Caracterización del área de estudio

El depósito de residuos sólidos de Katenguenha se ubica en el sector de Gongoinga, al extremo sur del municipio de Huambo y cuenta aproximadamente con 3 000 habitantes, según censo de 2014. Geográficamente limita al norte con el barrio de Santo António y la parte baja del curso del río Kulimahãla, al sur con las aldeas vecinas y el río Kunene, al este con la comuna de Calima y el río Kuando y al oeste con el río Kunhongãmuia y sus afluentes (Figura 1). La principal fuente de alimentación de estos ríos y arroyos son las aguas subterráneas y las precipitaciones atmosféricas.

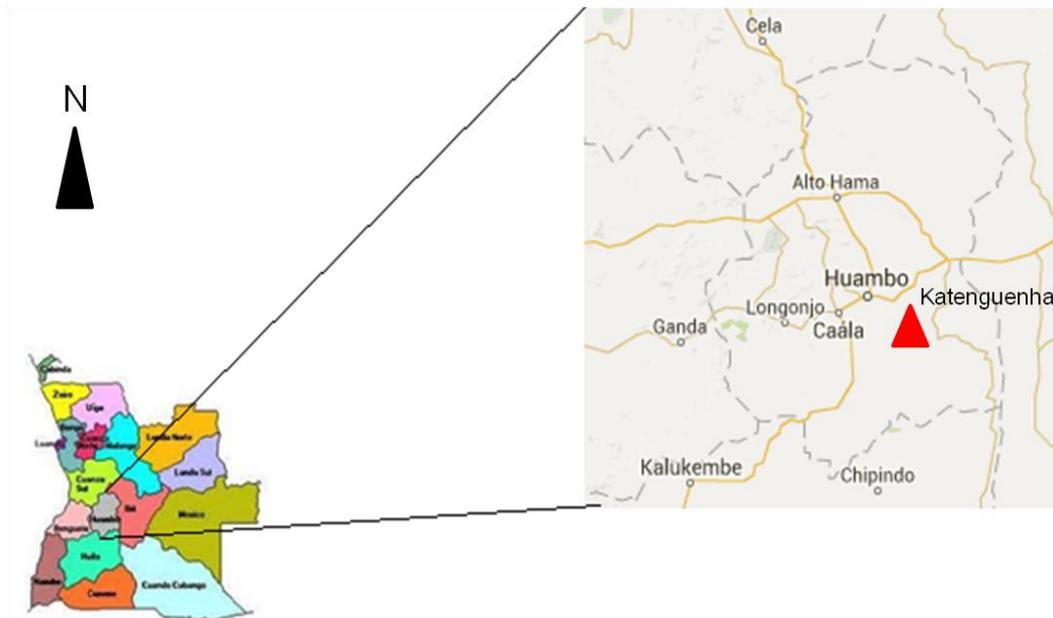


Figura 1. Ubicación de Katenguenha.

Geología: debido a la influencia de los ríos que le atraviesan, Katenguenha presenta una geomorfología variada, desde planicie, sierras y cadenas de montaña, planalto y grandes divisorias de cuencas hidrográficas. El área de estudio pertenece a una región donde predomina un terreno montañoso, formado por rocas metamórficas, magmáticas y rocas sedimentarias.

Fauna y flora: en el área habitan varias especies de chimpancés, papagayos, gulungo, elefantes, murciélagos, impalas, chitas, hienas, leopardos, pacaças, cocodrilos, jacarés y giboia. La flora está representada por sabanas secas con árboles o arbustos, pino, cedro, onduco, omanda, omone, omaco, tchandala, eucalipto y variados árboles frutales.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de esta investigación se siguió la metodología general ilustrada en la Figura 2.

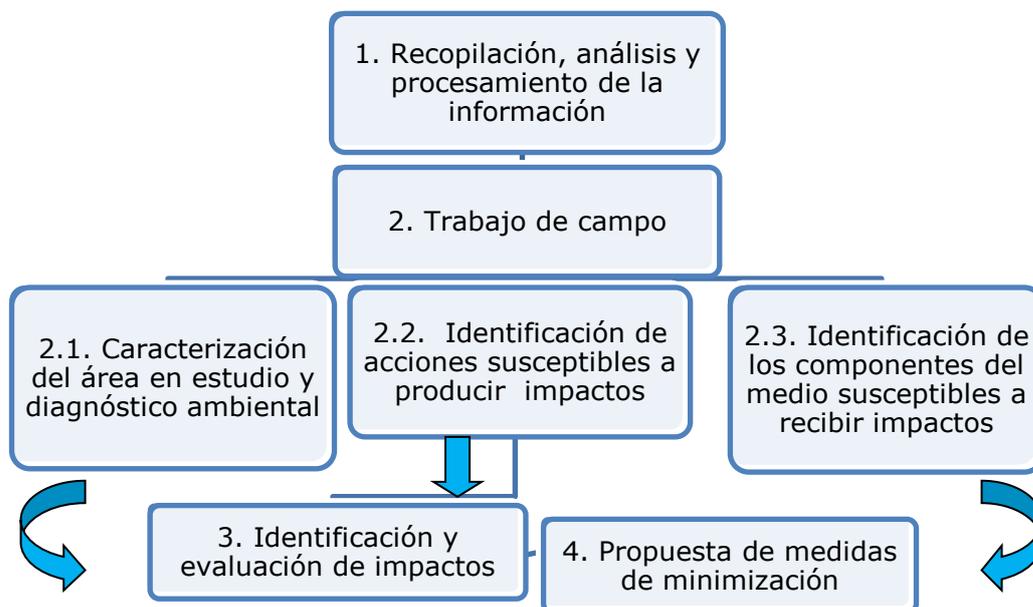


Figura 2. Etapas metodológicas de la investigación.

**1. Recopilación, análisis y procesamiento de la información:** Esta fase fue instituida a partir de la revisión sobre los antecedentes de la temática en estudio.

## 2. Trabajo de campo

**2.1. Caracterización del área en estudio y diagnóstico ambiental.** Es el análisis del área de estudio desde el punto de vista ambiental.

**2.2. Identificación de acciones susceptibles a producir impactos.** Se definen como las causas que desencadenan los impactos, según la magnitud, cantidad y localización espacial, desde el momento que se producen. Para identificar las acciones capaces de producir impactos sobre los componentes del medio se aplicaron técnicas de consultas de expertos y entrevistas (BID 1997).

**2.3. Identificación de los componentes del medio susceptibles a recibir impactos.** La identificación de los componentes ambientales afectados se realizó utilizando las mismas técnicas que en el caso anterior.

**3. Identificación y evaluación de impactos.** Se identificaron y evaluaron los impactos aplicando el método de criterios relevantes integrados (CRI) de Buroz (1990).

El método de CRI se basa en un análisis multicriterio, partiendo de la idea de que un impacto ambiental se puede estimar a partir de la discusión y análisis de criterios con valoración ambiental, los cuales se seleccionan dependiendo de la naturaleza del proyecto. Este método consiste en asignar

valores a los efectos adversos relevantes de acuerdo a los criterios de extensión, intensidad, duración, reversibilidad y riesgo, para de esta manera alcanzar el valor de impacto ambiental por efecto y la jerarquización de los mismos.

Este método permite el estudio pormenorizado de las acciones e impactos y la esquematización de los resultados de la evaluación de impacto ambiental. Constituye esta una técnica excelente para la identificación y análisis de los impactos ambientales, además, de que facilita la descripción de cada impacto en su medio y su efecto en detalle para luego evaluarlo cuantitativamente a partir de los criterios de evaluación.

La metodología CRI considera como indicadores de impactos los siguientes:

- Intensidad (I): cuantificación de la fuerza, peso o rigor con que se manifiesta el proceso o impacto puesto en marcha.
- Extensión (E): influencia espacial o superficie afectada por la acción antrópica. Es decir, medida del ámbito espacial o de superficie donde ocurre la afectación.
- Duración (D): lapso o tiempo que dura la perturbación. Período durante el cual se sienten las repercusiones del proyecto o número de años que dura la acción que genera el impacto.
- Reversibilidad (Rv): la posibilidad o dificultad para retornar a la situación actual.
- Riesgo (Ri): probabilidad de que el efecto ocurra.

La escala de valores para todos los indicadores está comprendida entre 1 y 10 (Tabla 1).

Para el cálculo del VIA se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{VIA} = I \times W_i + E \times W_e + D \times W_d + R_v \times W_{Rv} + R_i \times W_{Ri}$$

Donde:

I-Intensidad;

E-Extensión;

D-Duración;

Rv-Reversibilidad;

Ri-Riesgo;

$W_i=0,3$ ;  $W_e=0,2$ ;  $W_d=0,1$ ;  $W_{Rv}=0,2$ ;  $W_{Ri}=0,2$  - Pesos con que se ponderan los indicadores del VIA.

El VIA permite establecer las categorías de impactos (Tabla 2).

Tabla 1. Escala de valoración de indicadores

Valor	Intensidad	Extensión	Duración	Reversibilidad	Riesgo
6-10	Alta	Generalizada > 75 %	Larga (> 5 años)	Irreversible (baja capacidad o irrecuperable)	Alto >50 %
3-5	Media	Local o extensiva de 10-75 %	Media (2>5 años)	Medianamente reversible de 11 a 20 años, largo plazo	Medio (10 a 50 %)
1-2	Baja	Puntual < 10 %	Corta (<2 años)	Reversible (a corto plazo <de 10 años)	Bajo <10 %

Tabla 2. Jerarquización de los impactos a partir del (VIA)

Categoría	Probabilidad de ocurrencia	Valor de VIA
I	Muy alta	VIA >8
II	Alta	6 < VIA ≤ 8
III	Moderada	4 < VIA ≤ 6
IV	Baja	VIA ≤ 4

Las medidas ambientales de prevención, mitigación o corrección se elaboraron en función de las categorías asignadas:

- CATEGORÍA I. Probabilidad de ocurrencia muy alta. VIA mayor o igual a 8. Máxima atención. Medidas preventivas para evitar su manifestación.
- CATEGORÍA II. Probabilidad de ocurrencia alta. VIA entre 6 y 8. Medidas mitigantes o correctivas (preferiblemente estas últimas). Normalmente exigen monitoreo o seguimiento.
- CATEGORÍA III. Probabilidad de ocurrencia moderada. VIA entre 4 y 6. Medidas preventivas, que pueden sustituirse por mitigantes, correctivas o compensatorias cuando el impacto se produzca, si aquellas resultaran costosas.
- CATEGORÍA IV. Probabilidad de ocurrencia baja o media. VIA menor o igual a 4. No se aplican medidas, a menos que se trate de áreas críticas o de medidas muy económicas.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Identificación de las acciones y componentes del medio

Se identificaron las principales acciones susceptibles de producir impactos ambientales: recolección, ineficiente manejo, transportación y deposición. Los componentes del medio susceptibles de recibir los impactos son el medio físico, la biota y el medio social.

#### 3.2 Resultados del método de CRI

La Tabla 3 expone los principales impactos sobre los tres medios afectados.

Tabla 3. Impactos identificados mediante el método de CRI

<b>Código</b>	<b>Impactos</b>
<b>Medio Físico</b>	
MF-01 (Aire)	Pérdida de la calidad del aire
MF-02 (Suelo)	Contaminación de los suelos
MF-03 (Agua)	Contaminación de las aguas superficiales
MF-04 (Paisaje)	Alteración de la calidad visual
<b>Medio Biológico</b>	
MB-01 (Flora)	Destrucción de la vegetación
MB-02 (Fauna)	Migración de las especies
<b>Medio Social</b>	
MS-01 (Sociedad)	Proliferación de enfermedades

#### Impactos al medio físico

a) MF- 01: Pérdida de la calidad del aire.

- Acciones generadoras: Recolección, transportación y deposición.
- Efectos: La alteración de la calidad del aire por la generación de malos olores y gases afecta la fauna y la salud del hombre. El polvo y los residuos, levantados por el viento y los materiales arrastrados por posibles escorrentías superficiales, llegan a los terrenos de cultivo y caminos cercanos, interrumpiendo la actividad agrícola y el tránsito vehicular, lo cual incrementa el efecto antihigiénico y estético desagradable.
- Descripción del impacto: Dado la ausencia de condiciones, en la localidad de Katenguenha se ha optado por realizar quemas incontroladas de los residuos, que contribuyen a la difusión de malos olores y deterioro de la calidad de aire (CETAC 2014).
- Determinación del VIA: Los valores obtenidos de cada indicador se introducen en la fórmula y se ubican en la Tabla 4.

$$\text{VIA} = 10 \times 0,3 + 8 \times 0,2 + 9 \times 0,1 + 2 \times 0,2 + 8 \times 0,2 = 7,5.$$

Tabla 4. Jerarquización del impacto sobre el aire

Medio afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Aire	10	8	9	2	8	7,5	II

b) MF - 02. Contaminación de los suelos.

- Acciones generadoras: Transportación y deposición fina.
- Efectos: Los efectos de este impacto se agravan cada vez más, dado que en esta localidad no existe sistema de filtros, canales para recolección y sistema de tratamiento de residuos líquidos que se infiltran en el terreno, contaminando los suelos y las fuentes de agua subterráneas.
- Descripción del impacto: el suelo del área no cumple con condiciones técnicas para una adecuada deposición de desechos sólidos, debido a que no han sido acondicionada ni construida técnicamente para este fin.
- Determinación del VIA

$$\text{VIA} = 10 \times 0,3 + 8 \times 0,2 + 7 \times 0,1 + 3 \times 0,2 + 5 \times 0,2 = 6,9.$$

Tabla 5. Jerarquización del impacto sobre el suelo

Medio afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Suelo	10	8	7	3	5	6,9	II

c) MF- 03. Contaminación de las aguas superficiales.

- Acciones generadoras: transportación y deposición final.
- Efectos: cerca del área se encuentran varios arroyos. La fuente de contaminación sobre estas aguas está dada por el arrastre de los residuos y la deposición de estos cerca de estos afluentes.
- Descripción del impacto: la deposición inadecuada de residuos sólidos es uno de los principales focos contaminantes de las aguas superficiales. Dado el ineficiente acondicionamiento del sitio, las prácticas de vaciado de los residuos sólidos en la localidad se efectúa sin ningún control manejo y planificación, lo que genera impactos negativos en los diferentes componentes del medio ambiente.
- Determinación del VIA

$$VIA = 3 \times 0,3 + 3 \times 0,2 + 7 \times 0,1 + 1 \times 0,2 + 8 \times 0,2 = 4.$$

Tabla 6. Jerarquización del impacto sobre el agua

Medio afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Aguas superficiales	3	3	7	1	8	4	III

d) MF- 04: Alteración de la calidad visual.

- Acciones generadoras: Transportación y deposición final.
- Efectos: esta alteración se evidencia por un panorama desagradable a la vista de quien transita por el lugar, debido a la presencia de residuos sólidos dispuestos en montículos sin control.
- Descripción del impacto: la deposición de desechos sólidos provoca modificaciones en el medio, así como el deterioro del paisaje.
- Determinación del VIA

$$VIA = 10 \times 0,3 + 8 \times 0,2 + 8 \times 0,1 + 1 \times 0,2 + 4 \times 0,2 = 6,4.$$

Tabla 7. Jerarquización del impacto sobre el paisaje

Medio afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Paisaje	10	8	8	1	4	6,4	II

### Impactos al medio biológico

e) MB - 01: Destrucción de la vegetación.

- Acciones generadoras: transportación y deposición final.
- Efectos: en el sitio se observan especies vegetales que disminuyen por la circulación de los camiones al depositar los residuos.
- Descripción del impacto: la deposición inadecuada de residuos sólidos en el área de estudio constituye un factor fundamental en la destrucción de la vegetación de esta localidad.
- Determinación del VIA

$$VIA = 8 \times 0,3 + 8 \times 0,2 + 8 \times 0,1 + 4 \times 0,2 + 2 \times 0,2 = 6.$$

Tabla 8. Jerarquización del impacto sobre la flora

Medio afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Flora	8	8	8	4	2	6	II

f) MB-02: Migración de las especies.

- Acciones generadoras: Tráfico de vehículos y deposición final.
- Efectos: dadas las modificaciones en el área de estudio se incrementan las migraciones de algunas especies.
- Descripción del impacto: este impacto negativo permite analizar las condiciones de esta etapa operativa en la que está encausado el proyecto, ya que ocurre migración de algunas especies.
- Determinación del VIA

$$\text{VIA} = 8 \times 0,3 + 9 \times 0,2 + 8 \times 0,1 + 1 \times 0,2 + 7 \times 0,2 = 6,6.$$

Tabla 9. Jerarquización del impacto sobre la fauna

Medio afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Fauna	8	9	8	1	7	6,6	II

### Impacto al medio social

g) MS - 03: Proliferación de enfermedades.

- Acciones generadoras: recolección, transportación y deposición final.
- Efectos: Katenguenha, no dispone de servicio de vigilancia, inspección, puerta en el acceso principal y cercos perimetrales. No se controla el ingreso de personas, animales grandes, ni vehículos; igualmente es desordenado el vaciado de residuos, lo que causa la proliferación de vectores como roedores y transmisores de enfermedades, así como los impactos producidos por la deposición de residuos sólidos y los riesgos a que se somete la población del área. Se entrevistaron 170 familias que reportaron haber sufrido trastornos osteomusculares reflejados en dolor de cintura, de piernas y de cuello, poliomiélitis, gripe y tos, relacionados con el polvo y gases que se producen al depositar los residuos; además, síntomas gastrointestinales, tifus y hepatitis, problemas de órganos de los sentidos, principalmente los ojos.
- Descripción del impacto: Los agentes etiológicos de enfermedades pueden ser transportados por macro y micro vectores (llevan los microorganismos en las partes externas del cuerpo), tales como: perros, gatos, ratones, gaviotas, mosquitos, bacterias, hongos, moscas, cucarachas, piojos, pulgas, roedores y otros. Igualmente, los microorganismos pueden transmitirse a través de vómitos, heces o líquidos de los vectores (Pérez-Jiménez et al. 2011).
- Determinación del VIA

$$VIA = 10 \times 0,3 + 5 \times 0,2 + 9 \times 0,1 + 2 \times 0,2 + 7 \times 0,2 = 6,7.$$

Tabla 10. Jerarquización del impacto sobre la sociedad y la economía

Medio afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Sociedad	10	5	9	2	7	6,7	II

### 3.4. Evaluación final de los impactos sobre cada medio afectado

- Aire

Se clasifica como de Categoría II, la probabilidad de ocurrencia es alta, con VIA entre 6 y 8. Se recomiendan medidas correctoras como: cierre del depósito, construcción de un relleno sanitario conforme a las normas de manejo ambiental establecido por ley, instalación de barreras rompe vientos y cubrimiento con lonas de los residuos a transportar.

- Suelo

Se considera de Categoría II y el mismo posee una probabilidad de ocurrencia alta, con VIA entre 6 y 8. Se recomienda: Compactación final del suelo y de los residuos sólidos para reacondicionar el terreno de acuerdo a las características topográficas. Se deberá suavizar pendientes, rellenar depresiones y nivelar el terreno con tierra de similares características que la del entorno.

- Agua

Se describe como de Categoría III, probabilidad de ocurrencia es moderada, con VIA entre 4 y 6. Como parte de las medidas se recomienda: recuperar y reestructurar el depósito de acuerdo con un relleno sanitario; mantener los depósitos de residuos sólidos distantes de los cauces de los ríos; tratar el vertido de los residuos en un lugar técnicamente seleccionado según la protección de las aguas y del suelo, diseñado conforme a las medidas de manejo ambiental establecidas según la ley; Construcción de drenajes perimetrales, un sistema captación de lixiviados tales como: drenes captadores.

- Flora

Se reconoce como de Categoría II, con una probabilidad de ocurrencia alta, con valores de VIA entre 6 y 8. Se establecen como medidas: efectuar el vaciado de tierra para cubrir los residuos, lo que permite la estabilización del suelo y facilita la revegetación natural.

- Fauna

Se clasifica como de Categoría II, la probabilidad de ocurrencia es alta, con valores de VIA entre 6 y 8. Se recomienda como medida: insertar especies endémicas en la zona poscierre del depósito.

- Paisaje

Se apunta como de Categoría II, la probabilidad de ocurrencia es alta, VIA mayor de 6. Se recomienda medidas correctivas tales como: instalación de valla informativa sobre la vía de acceso, en la parte alta y baja, entrada y salida del sitio, para informar los riesgos que implica la inadecuada deposición de residuos sólidos; servicio de vigilancia y cierre del lugar: se debe construir una cerca con malla sobre el borde de la vía para evitar que vehículos depositen los residuos desordenadamente y, por su accesibilidad, debe disponer de un servicio de guardia para controlar la entrada y salida de personas y animales; realizar la compactación de los residuos a través de capas.

- Sociedad

Se clasifica como de Categoría II, la probabilidad de ocurrencia es alta, con VIA entre 6 y 8. Se recomienda tomar medidas mitigantes y correctivas: erradicación de vectores, roedores y plagas, a partir de fumigaciones periódicas; realizar chequeos médicos con frecuencia a la población cercana al depósito; educación ambiental: se debe educar e incentivar a la comunidad a través de campañas de sensibilización para desarrollar una cultura del reciclaje y el tratamiento de residuos sólidos que, además de generar beneficios económicos, minimicen los impactos causados a la población y al medio ambiente.

#### 4. CONCLUSIONES

- Se identificaron los principales impactos ambientales que se producen durante la deposición de residuos sólidos de Katenguenha, a partir de considerar las principales acciones susceptibles de producir dichos impactos (consumismo, recolección, transportación y deposición final de los mismos) y su interacción con los componentes del medio (suelo, aire, agua, flora, fauna y paisaje). Estas acciones afectan en mayor o menor medida todos los componentes del medio.
- La aplicación del método CRI permitió identificar y valorar los impactos ambientales producto de la gestión incorrecta del vertedero de residuos sólidos de la ciudad de Katenguenha. Los impactos con mayor probabilidad de ocurrencia se evalúan como categoría II y poseen un VIA de 6 a 8, excepto el medio físico agua que es de

categoría III ( $4 < VIA < 6$ ), con probabilidad de ocurrencia moderada.

## 5. REFERENCIAS

- BID (BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO). 1997: Guía para Evaluación de Impacto Ambiental para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales. Procedimientos Básicos. Washington.
- BUROZ, E. 1990: *La gestión ambiental: Marco de referencia para las evaluaciones de impacto ambiental*. Fundación Polar, Caracas, 376 p.
- CETAC. 2014: Centro de Ecología Tropical y Alteraciones Climáticas. Huambo-Angola.
- DESAFÍO ECOLÓGICO. 2012: Calentamiento global. Grupo Tercer Milenio, México D.F.
- PÉREZ-JIMÉNEZ D. DIAGO-GARRIDO, Y. & CORONA-MIRANDA, B.; ESPINOSA- DÍAZ, R.; GONZÁLEZ PÉREZ, J.E. 2011: Enfoque actual de la salud ambiental. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología* 49(1): 84-92.
- LEY DE BASIS DEL AMBIENTE DE LA REPUBLICA DE ANGOLA. 2013: Artículo 1. Principios de la protección del ambiente, promoción de la Calidad de Vida y del uso racional de Recursos Naturales.
- SEMARNAT. 2006: La educación ambiental y uso adecuado de los residuos. Consultado: 8 may 2016. Disponible en: [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3285/1/nom\\_150\\_semarnat\\_2006.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3285/1/nom_150_semarnat_2006.pdf)
- SOTO, S. E. M. & INFANTE, A. R. 2016: Evaluación geológica ambiental para ubicar un relleno sanitario manual en la parroquia Mene de Mauroa. *Minería y Geología* 32(2): 87-101.

**Inocêncio Bau-Satula**, [ibau@ismm.edu.cu](mailto:ibau@ismm.edu.cu)

Lic. en Geografía. Universidad Agostino Neto, Luanda, Angola

**Mayda Ulloa-Carcasés**, [mulloac@imm.edu.cu](mailto:mulloac@imm.edu.cu)

Doctora en Ciencias Económicas. Departamento de Minas  
Instituto Superior Minero Metalúrgico, Moa, Cuba

**Juelmo Gola-Cahimba**, [jmgolacahimba@gmail.com](mailto:jmgolacahimba@gmail.com)

Máster en Ciencias Geológicas. Departamento de Geología  
Instituto Superior Minero Metalúrgico, Moa, Cuba