



Elaboración de una Guía de elementos técnicos de referencia para la intervención en materia de Gestión de Residuos Sólidos (RS) basada en el caso del municipio de Ambato

Autor: José Marcelo Tierra Arévalo

Institución: Universidad Tecnológica Indoamerica

Otros autores: Juan Jose La Calle (Universidad Indoamerica - Ecuador); Victor Hugo Abril Porras (Universidad Indoamerica - Ecuador); Leonardo Cuenca (Universidad Indoamerica - Ecuador)

Resumen

Se elaboró una «Guía de Elementos Técnicos de Referencia para la intervención en materia de Gestión de Residuos Sólidos», guía adecuada a la realidad que enfrenta la ciudad de Ambato (Ecuador) ; ciudad ubicada a 2500 sobre el nivel del mar, con 329856 habitantes, y con una extensión de territorio de 3334 kilómetros cuadrados. El documento que se expone permite conocer la situación como se gestionan los Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad en estudio.

En la etapa inicial se elaboró un diagnóstico de la situación actual de la gestión de los residuos sólidos considerando: generación, manejo, gestión específica, tratamiento y eliminación de los residuos. En la siguiente etapa se elaboran fichas técnicas de cada elemento constitutivo del diagnóstico incluyendo descripción, metodología e indicadores. Al final se elabora un documento que muestra Planes de Gestión integral de Residuos Sólidos, definición del emplazamiento para la ubicación de vertederos así como criterios técnicos para la construcción y explotación de nuevos vertederos.

Palabras claves: Residuos Sólidos Urbanos, vertederos, Gestión de residuos.

1. Introducción

El problema de la gestión de los residuos es uno de los problemas más preocupantes en todos los países. Se trata de un problema global pero cuyas soluciones han de ser a escala local.

Se conjuga, por un lado; el análisis de la realidad mediante trabajo de campo que muestra el diagnóstico de la situación local específica de la urbe, por otro lado, con un corpus teórico desarrollado en base a esa realidad local se busca plantear soluciones adecuadas a la realidad que enfrenta la urbe en estudio.

El documento que se expone plantea alternativas de actuación por parte de las instituciones llamadas a gestionar los residuos sólidos y al final expone una propuesta de gestión exitosa de los residuos sólidos generados a nivel local.

2. Metodología.

La elaboración de este proyecto se dividió en dos partes:

En la primera etapa, se recopiló información del sitio, y luego, se generó y ejecutó un programa de caracterización de los residuos sólidos.

Se aplicó la metodología propuesta por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) [1], que es utilizada con frecuencia en los estudios de caracterización de residuos sólidos en América Latina y el Caribe, la que fue diseñada por el Doctor Kunitoshi Sakurai en 1982.

La metodología para la caracterización incluye:

- La delimitación del área de estudio
- El análisis de la información existente
- La descripción del procedimiento a seguir para la caracterización en un área delimitada.
- La definición, valoración y análisis de la información recopilada y generada.
- Eliminación de muestras cuyos valores sean inferiores a 0,3 kg/hab./d.

En una segunda parte, se hará una proyección de la población a partir de los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en noviembre de 2010, donde a partir de la metodología conocida como “De los Componentes” se hace una proyección para esta década, y siguiendo la misma línea de tendencia se infiere para el periodo 2020 – 2030.

Combinando las características de los residuos sólidos con la población, se realiza un razonamiento matemático para pronosticar el volumen que ocuparían éstos, dispuestos en un relleno sanitario, o el volumen que se ahorraría si se implementa algún plan de reciclaje o compostaje.

Finalmente se estudia las mejores alternativas para un futuro relleno sanitario para la disposición de los residuos.

3. Resultados

3.1 Visión General

El problema mayor del cantón Ambato es el crecimiento urbano sin considerar variables ambientales; el manejo de los residuos sólidos; la contaminación de aguas superficiales y subterráneas por vertido de efluentes domiciliarios, industriales y de empresas de servicio; la contaminación del aire por ruidos, humo y gases tóxicos provenientes de automóviles e industrias; entre otros. (Moncayo, 2007). En el cantón Ambato viven la

mayoría de los habitantes de la provincia y es donde se agrupa la mayor cantidad de industrias de todo tipo. En el área urbana del cantón viven el 66 % de la población total de la provincia de Tungurahua. La capacidad instalada de las plantas de tratamiento de agua en el cantón es igual a 712 l/s, lo que corresponde a un consumo urbano de 61.516 m³/día (400 l/h.d). Debido a las pérdidas en las líneas de conducción se puede contar con un consumo de aproximadamente 200 l/h.d para toda la población.

La ciudad de Ambato no tiene ninguna planta de depuración de aguas residuales. Todas las originadas en el consumo de agua de los 329.856 habitantes que viven en el área urbana y rural del cantón son descargadas en el río Ambato.

El cantón Ambato se caracteriza por ser uno de los centros más importantes del Ecuador en lo referente a la producción de cuero. Se estima que en la provincia se procesa el 78 % de la producción nacional de cueros equivalente a 450.000 pieles. Esta actividad representa una fuente importante de ingresos para la provincia y de plazas de empleo. [5]

3.2 Gestión de los residuos sólidos en el cantón Ambato.

El organismo encargado de la gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Ambato es la Dirección Municipal de Higiene y Medio Ambiente, cuya orientación es la provisión equitativa a toda la población, de las condiciones mínimas de calidad, continuidad y cobertura de los servicios de limpieza y aseo, mejorando así las condiciones de bienestar y contribuyendo de manera integral con otras acciones que involucra a los varios sectores ciudadanos, en la mejora de la calidad de vida de la comunidad. [6]

Tabla 1. Resumen de desechos sólidos recolectados en la ciudad de Ambato.

| Zona | Urbano | Rural | Urbano -Rural | Industrial | Mercado | Hospitalaria | Total |
|----------|--------|-------|------------------|------------|---------|--------------|--------|
| (Tn/día) | 124,8 | 64,1 | 5,61 | 11,8 | 8,5 | 0,8 | 215,61 |
| % | 57,9 | 29,7 | 2,6 | 5,5 | 3,9 | 0,4 | 100,0 |

3.3 Operación del relleno sanitario.

La construcción (celdas, instalación de la geomembrana y construcción de tuberías de captación de lixiviados y biogás, la realiza un contratista) y la operación (está a cargo del Departamento de Higiene del IMA.) del relleno sanitario, arrancó en el año 2004. El relleno sanitario recibe los desechos sólidos que generan tanto las parroquias urbanas como rurales del cantón Ambato, que representan un total de 210 t/día. La composición es de un 60 % de materia orgánica, que favorece la formación de lixiviados y metano a partir de la misma. Todas las celdas tienen un sistema de captación de lixiviados y chimeneas pasivas de captación de biogás. (Moncayo, 2007).

Los lixiviados se captan y se descargan a la quebrada Chasinato. Hasta mayo del año 2007, los lixiviados se descargaban a una laguna de oxidación. Esta no se opera en la actualidad pues se cuenta con la planta de tratamiento de lixiviados.

En la actualidad se realiza únicamente la captación pasiva del biogás y su quema incontrolada. Como parte del proyecto se prevé la construcción de un sistema activo de captación de biogás y su aprovechamiento energético o quema controlada.

El relleno sanitario recibe directamente los residuos generados diariamente en las viviendas, los rechazos y/o residuos de los mercados, curtiembres, escombros, desechos hospitalarios y en general todos los desechos que se generan en el cantón Ambato.

El relleno sanitario posee las siguientes unidades operativas:

- Recolección de desechos sólidos
- Control de ingreso y pesaje
- Recepción y disposición de residuos sólidos en plataformas.
- Captación y tratamiento de lixiviados
- Captación y quema de biogás
- Actividades de mantenimiento y control del predio.

La construcción del relleno sanitario se la realiza en celdas utilizando el método de celda-trinchera, se excavan trincheras hasta una profundidad de 12 m. Este método de explotación permitirá dar estabilidad al relleno y minimizará el impacto visual del relleno así como permite un aprovechamiento óptimo de las áreas. [2]



Figura 1. Panorámica del relleno sanitario y descarga de desechos.

El relleno sanitario comenzó a recibir residuos en junio año 2004. El relleno tiene una capacidad total de almacenamiento de aproximadamente 572.218 millones de toneladas. Actualmente, el relleno sanitario acepta cerca de 235 toneladas en promedio diariamente, con lo que se estima que para el primer trimestre del 2013 el relleno sanitario llegue al final de su vida útil. (Moncayo, 2007; Tamayo, 2009).



Figura 2. Operaciones en el relleno sanitario y descarga de desechos

3.4 Sistema de recolección de desechos.

La cobertura del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos dentro del cantón Ambato llega a un 93% en el área urbana y del 60% del área rural, llegando así a brindar el servicio a 268.359 habitantes. (Tamayo, 2009).

La recolección de los desechos en la ciudad de Ambato se la realiza través de 4 unidades operativas: por medio de tres empresas, Resizamba, Ecopaq y Globalparts y a través de 19 camiones pertenecientes a la municipalidad. [2]

El IMA realiza la recolección de los desechos sólidos en 16 zonas, la empresa Global Parts realiza la recolección de basura por medio del sistema contenerizado, en donde los usuarios depositan los desechos en bolsas o cartones a cualquier hora, estos recipientes contenedores son vaciados diariamente en horario diurno y nocturno en vehículos especiales diseñados para este efecto, lo realiza en 8 zonas. Esta empresa ha distribuido 545 contenedores, los cuales recogen alrededor del 39% de los residuos y el costo por tonelada recogida es de US\$ 30 aproximadamente. Las dos microempresas realizan 4 viajes. El peso promedio de cada transporte es de 4000 kg/viaje en promedio. Por día se depositan 24.000 kg. (Tamayo, 2009).



Figura 3. Recolección de desechos de la Zona 5.



Figura 4. Recolección de desechos de la Zona 8.

3.5 Disposición de desechos.

Antes de la construcción del relleno sanitario en el 2004, la ciudad de Ambato no disponía de una instalación técnicamente apropiada para la disposición final de los residuos. Los residuos sólidos se vertían a una quebrada en la vía Ambato – Píllaro, donde se podían observar todas las características de un botadero no controlado, donde los residuos estaban a la vista, presencia de vectores sanitarios, y olor típico de materia en descomposición, aparte de la producción de lixiviados y contaminación del suelo y de las aguas superficiales y subterráneas. El municipio de Ambato, a través de los técnicos encargados y auditorías contratadas, cerró definitivamente y prohibió la disposición de residuos en el sitio, para que empiece a operar el primer relleno sanitario de la ciudad, con una extensión total de 18 ha. (Tamayo, 2009).

El relleno Sanitario de Ambato recibe diariamente alrededor de 250 Tn de residuos sólidos aproximadamente, donde el 60% son orgánicos. Pero los días lunes por ser día de feria, la producción es de 275 Tn. (Tamayo, 2009).

El área del relleno sanitario es irregular. La zona central es alargada con un recorrido de este a oeste. Al lado norte atraviesa una acequia que descarga las aguas residuales del camal municipal. Esta acequia descarga en el río Culapachan. La capacidad de procesamiento del conjunto de unidades operativas es de 80.000 Tn/año de basura, desechos que provienen de la ciudad de Ambato. Las instalaciones están diseñadas para la recepción de residuos sólidos urbanos y residuos asimilables a residuos urbanos.



Figura 4. Ingreso al relleno sanitario.

Los camiones recolectores, después de pasar por el control de entrada, transportan y vuelca los residuos en la playa de descarga. La operación se efectúa con los equipos adecuados, un tractor del IMA, alcanzándose una densidad comprendida entre 0,8 y 0,9 Tn /m³, grado de compactación que minimiza el asentamiento de las superficies rellenadas. La disposición de los residuos se la realiza por el método de terrazas-trincheras, comenzando por la cota más baja del área y manteniendo en las celdas en algunos casos una inclinación menor a 1:1. [7]

Se trabaja volcando los residuos en una sola área desde donde se esparcen los desechos y se compactan con una capa de tierra hasta formar una superficie homogénea y plana. Posteriormente se realizan sucesivas pasadas de compactación sobre capas de 1 m de residuos. Simultáneamente se realiza la compactación de los mismos, lográndose un desgarramiento y desmenuzamiento de los residuos. [3]



Figura 5. Compactación y conformación de la celda diaria.

La basura se extiende en capas de 1.5 m. Cada dos capas de 1,5 se cubren con una capa de tierra de 0.20-0.30 m de espesor proveniente de la misma excavación de las celdas-trincheras. La compactación y esparcimiento de tierra la realiza un tractor del IMA

marca Dresser de 150 HP comprado en el año 1998. Adicionalmente se compacta la basura con el tráfico de las volquetas y los carros cisterna que riegan la basura con agua. La basura se riega diariamente con 2-3 tanqueros.

A continuación se resume el proceso de construcción y disposición de los desechos en el relleno sanitario:

Primera etapa: Se excava, separando el suelo vegetal del resto que será utilizado para construir el terraplén perimetral.

Segunda etapa: Se prepara la base del módulo donde se asentará la membrana de impermeabilización. Del fondo de la celda se extraen piedras o elementos punzantes que pudiesen perforar la membrana. La superficie de apoyo de la membrana se nivela para obtener una base de soporte perfectamente alisada y dándole las pendientes establecidas para luego proceder a la colocación de la membrana.

Tercera etapa: Colocación de la membrana de impermeabilización en la primera franja del módulo. La geomembrana se coloca sobre la superficie preparada y se procede al sellado térmico de los mismos. Esta membrana cubre, también, las paredes laterales de la celda y es anclada en una zanja excavada en la parte superior del mismo.

Cuarta etapa. Se procede a la construcción de los drenajes de captación y conducción de los lixiviados y de las chimeneas de venteo de biogás. Para la construcción de los drenajes se excava una zanja de 1.00 m de ancho y 0,50 m de profundidad aproximadamente. Se la cubre con geomembrana. Sobre esta se coloca una tela de yute y con la ayuda de una malla de alambre se forma un cajón. En este cajón se deposita piedra bola para que actúe como filtro. Se utiliza piedra bola de hasta un diámetro de 0,40 m en promedio. Después se procede a cubrir la zanja con la tela de yute y la malla de alambre.

Quinta etapa. En esta etapa se continúa avanzando con la secuencia de preparación del módulo y se comienzan delimitar los sectores para la construcción de los drenajes.

Sexta etapa. Se continúa con la preparación del módulo a medida que avancen la disposición de los residuos, de tal manera que siempre se cuente con una infraestructura preparada para la recepción de los residuos con una antelación de unos 3 meses.

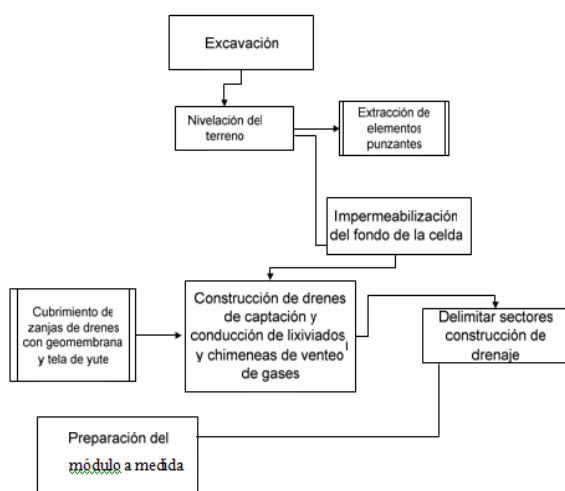


Figura 6. Diagrama simplificado del proceso de construcción y disposición de los desechos en el relleno sanitario.

3.6 Cantidad y composición de desechos.

La población servida por el sistema de recolección de desechos es de 268.359 habitantes, se asume que hay un porcentaje de un 12 % de habitantes que todavía no están registrados. (Moncayo, 2007).

Conjuntamente con las actividades comerciales y turísticas, se genera un total de 235 Tn/día de residuos sólidos. La producción per cápita (PPC) promedio de residuos domiciliarios de la ciudad de Ambato es de 1.36 kg/hab*día. Siendo el promedio Latino Americano de 1 kg/hab*día aproximadamente según una evaluación de la CEPAL. [6]

Entre los residuos sólidos urbanos que se depositan en el RS se encuentran aquellos que provienen de:

- Domicilios particulares
- Comercios
- Hospitales
- Industrias y agroindustria
- Instituciones (oficinas, colegios, clubes, etc.)
- Ferias y Mercados.

La cantidad de residuos recibidos en el relleno sanitario se estima en 250 t/d en promedio, de los cuales casi un 80 % son de carácter domiciliario, tan solo el 1% son de origen difuso (aunque con características admisibles por la normativa) que son generados y transportados por los particulares. Se estima que los mercados de la ciudad generan un 10 % de los desechos orgánicos. El 9 % de los desechos son generados por la industria y agroindustria. Los hospitales y casas de salud generan un máximo de 0.5 Tn/d. [5]

Es importante recalcar que, el 60 % en promedio del flujo total de residuos sólidos urbanos recibidos en el relleno sanitario son de carácter orgánico (restos de comestibles, verduras, etc.) mientras que el resto de los residuos son de carácter orgánico de muy lenta biodegradación (textiles, papel, cartón, etc.) e inorgánicos como vidrio, plásticos y metales. (Moncayo, 2007).

Tabla 2. Composición de desechos dispuestos en el relleno sanitario.

| Desechos | Peso (t) | % |
|-----------------|----------|-----|
| Orgánicos | 334522,5 | 65 |
| Papel - cartón | 77197,5 | 15 |
| Plástico | 46318,5 | 9 |
| Vidrio | 15439,5 | 3 |
| Maderas-árboles | 25732,5 | 5 |
| Metales | 15439,5 | 3 |
| Total | 514.650 | 100 |

4. Agradecimientos

Agradecemos a todas aquellas personas y entidades que de una forma u otra, han prestado su apoyo para llevar a feliz término este trabajo.

Son muchas las personas que han prestado dicho apoyo y colaboración, siendo imposible incluir en estas pocas líneas. Si cometemos alguna omisión pedimos disculpas. A la Universidad Tecnológica Indoamérica por haber financiado este estudio. A los estudiantes que con su dedicación y esfuerzo contribuyeron en el trabajo de campo. A la

Gerencia General de la EPM-GIDSA y su equipo de colaboradores. A la ciudadanía de Ambato por su amabilidad y colaboración.

5. Referencias

- [1] Tchobanoglous G,T, Gestión Integral de Residuos Sólidos, Volumen I, Vigil S.A., Madrid, España, 1994. ISBN: 0-07-063237-5.
- [2] Collazos H., Diseño Y Operación De Rellenos Sanitarios. Tercera Edición. Colombia. Escuela Colombiana de Ingeniería. 2008. 240 p. ISBN: 978-958-8060-73-6.
- [3] Corbitt R., Manual De Referencia De La Ingeniería Ambiental. España. McGraw-Hill. 2003. 1037 p. ISBN: 84-481-3596-2.
- [4] Davis, Mackenzie L. y Masten, S. Ingeniería Y Ciencias Ambientales. México. McGraw-Hill. 2005. 736 p. ISBN: 0-07-235053-9.
- [5] Moncayo G., Manual De Operación Y Mantenimiento De La Planta De Tratamiento De Lixiviados Del Relleno Sanitario De Ambato. Ecuador, 2009, 44 p.
- [6] Presidencia De La República Del Ecuador., Norma De Calidad Ambiental Para El Manejo Y Disposición Final De Desechos Sólidos No Peligrosos., TULAS, Libro VI Anexo 6. 2012.
- [7] Cepis (2007), Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos, Lima.