



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Cooperación Suiza en Bolivia

*Gestión ambiental municipal*

# SISTEMATIZACIÓN

Apoyo técnico para el arranque del servicio optimizado en Gestión de Residuos Sólidos del municipio de TOLATA



# 1. Objetivos

Este estudio de caso se realiza dentro el **Proyecto Gestión ambiental municipal** de la Cooperación Suiza en Bolivia ejecutado por la Alianza Helvetas Swiss Intercopetartion, Aguatuya y CSD Ingenieros, el cual tiene como propósito la sostenibilidad de servicios locales de gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales, reduciendo a la par la contaminación ambiental. En la estrategia de acción se definen tres efectos: servicios municipales de calidad, compromiso y capacidades sociales y fortalecimiento de la institucionalidad local.

El objetivo de esta sistematización es de visualizar las etapas técnicas en el arranque, la mejora y optimización del servicio de gestión de residuos sólidos en el municipio de Tolata. Se muestran los pasos a seguir para implementar un cambio en el servicio en los diferentes eslabones de la cadena.

Las capacitaciones al equipo técnico así como a la población, acompañamiento en los primeros meses del arranque del servicio, y como anexos todas las planillas diseñadas para el registro y funcionamiento del servicio.

Este nuevo servicio realiza el recojo diferenciado de residuos en tres fracciones: Orgánicos, Reciclables y Desechos y ha definido todo su proceso desde la generación en el hogar, hasta la disposición final para lograr el aprovechamiento de los residuos y la disposición adecuada de los desechos. Adicionalmente el botadero a cielo abierto se ha convertido en un Botadero Controlado que tiene un cerco perimetral, celdas impermeabilizadas con arcilla donde se entierran los desechos comunes, celdas impermeabilizadas con geomembrana para los desechos infecciosos y dos estaciones de aprovechamiento para compostaje y enfiado de reciclables.

## Créditos

**Título: Sistematización “Apoyo técnico para el arranque del servicio optimizado en Gestión de Residuos Sólidos del municipio de TOLATA”**

Año: 2018

Autor: Proyecto Gestión ambiental municipal

Elaboración: Graciela Suarez  
Lourdes Valenzuela  
Paola Rodríguez

Colaboración: Antonio Becerra

Revisión: Gustavo Heredia, Presidente del Directorio AGUATUYA  
Renato Montoya, Presidente ejecutivo AGUATUYA

Contacto:  
c/Nicolás Ortiz N° 33  
entre Antonio Salinas y av. Calampampa  
Casilla Postal 6264  
Tel: (591) 4 4242164  
Fax: (591) 4 4242273  
Cochabamba – Bolivia

info@aguatuya.org  
facebook.com/aguatuya  
www.aguatuya.org



Botadero readecuado, Municipio de Tolata

## 2. Plan de acción social para mejorar y optimizar el servicio de aseo urbano

Para dar inicio con el arranque del servicio mejorado en el municipio de Tolata, se definieron capacitaciones al equipo técnico responsable. Los temas que se trataron son:

- a) Cadena del servicio
  - Barrido
  - Recolección diferenciada
  - Aprovechamiento
  - Disposición Final
- b) Planificación diaria, semanal y mensual
- c) Separación de la basura
- d) Trato al cliente y resolución de conflictos

### a) Cadena del servicio

Se considera fundamental que los funcionarios y especialmente el responsable del Área de Residuos Sólidos del Municipio de Tolata dominen la información sobre estrategias de Gestión de Residuos Sólidos, funcionamiento del servicio, separación de los residuos y las estrategias necesarias para educar a la población en el tema. Con este conocimiento, los técnicos municipales que trabajan en el servicio podrán apoyar en la sostenibilidad del mismo mediante la corresponsabilidad en la población, enseñando a los usuarios cómo realizar la separación y explicándoles que la separación es sólo un eslabón en toda la cadena del servicio.

#### • Barrido:

Se incrementó la cobertura de barrido de 5% a 50%. El servicio de barrido estaba dentro un rango eficiente, así que no se sugirieron cambios, sólo se mejoró el equipamiento. Los carros barrenderos, permitieron mejorar el rendimiento y por consiguiente incrementar la cobertura del servicio. El rendimiento que se cumple en el municipio es de 3.5 [km/persona en 6 hr.]

La frecuencia del servicio es de todas las mañanas de Lunes a Viernes, el método de barrido es manual con carros barrenderos, escobas y dos tachos diferenciadores de 100 litros. El equipo responsable está compuesto por tres personas, una para cada área:

- Plaza principal y calles principales
- Cementerio municipal
- Coliseo municipal

Al finalizar el barrido de la plaza, se reúne los residuos en los tachos que se encuentran en los carros barrenderos, hasta la llegada del camión basurero. Los funcionarios que realizan la limpieza del coliseo y el cementerio, almacenan los residuos en los mismos lugares hasta el paso del camión basurero.

#### • Recolección diferenciada:

El servicio funciona con una cobertura del 100% para el centro urbano del municipio de Tolata que está conformado por 4 Organizaciones Territoriales de Base (OTB's), llegando a 400 familias en el área de cobertura.

El personal de recolección está conformado por un chófer y dos ayudantes, quienes cuentan con equipos de protección personal (overoles, guantes y barbijos). Se tiene un camión con capacidad de 4 toneladas y tres compartimentos para orgánicos, desechos y reciclables; dentro de la fracción de reciclables se han colocado cuatro bolsas "Big Bag" para realizar la separación de plástico, papel, vidrio y metal. El personal con las herramientas de trabajo adecuadas y un camión con compartimentos separados para la recolección

diferenciada, aumenta la eficiencia del sistema de recolección y disposición final.

Se tiene un sistema de recolección con el método de esquina - esquina o parada fija. Este método consiste en recoger los residuos en las esquinas de las calles, para ello, el camión recolector anuncia su paso por medio de una campana, mensajes de separación, una canción y diferentes anuncios. El camión separador espera entre 3 y 5 minutos.

La recolección diferenciada nos proporciona varios beneficios: mejora la salud de los funcionarios municipales que trabajan en la recolección, la vida útil del botadero controlado se extiende al recibir menos basura, el aprovechamiento de orgánicos para el compostaje y de los reciclables para la venta a empresas recicladoras ayuda al municipio en una buena gestión de sus recursos.

Actualmente se logra recolectar 550 [kilos/semana] de orgánicos de que, una vez convertidos en compost, servirán para abonar los parques y áreas verdes del municipio. También se logró recolectar 300 [kilos/semana] de reciclables entre plásticos PET, vidrio, papel y cartón. Esto ayudó a reducir la basura a solo un 10%.



Carros barrenderos, municipio de Tolata



Entrega de insumos para recolección diferenciada, Alcalde del municipio de Tolata, Walter Vargas

## • Aprovechamiento:

El objetivo principal del proceso de aprovechamiento de residuos sólidos es minimizar la contaminación del medio ambiente. Todo botadero con basura mezclada provoca ciertos riesgos ambientales como:

- Generación de lixiviados.
- Generación de biogás y otros gases por la quema incontrolada, gases de efecto invernadero.
- Generación de malos olores.
- Dispersión de residuos por acción del viento.
- Proliferación de vectores.
- Propician las actividades de cría de animales domésticos.
- Segregación de residuos en condiciones insalubres.

## Proceso de compostaje:

El compost natural es un abono orgánico que se obtiene a partir de la descomposición natural de los residuos orgánicos en presencia de oxígeno, por medio de microorganismos

como bacterias y hongos (compostaje) o por medio de lombrices (vermicompostaje). Dependiendo del tipo de residuos empleados, a partir de los 100 [kg] de residuos orgánicos podemos obtener 20 [kg] de compost orgánico aproximadamente en 5 ó 6 meses.

El proceso de compostaje que se implementa en el municipio de Tolata es sencillo para una primera fase, hasta que se desarrollen las capacidades y experiencias necesarias en el municipio.

Se dispone de un área de 9.00 [m] de largo por 4.00 [m] de ancho y una altura de 1.50 [m] lo que nos da una superficie total de 54 [m<sup>2</sup>] para el proceso de compostaje en los terrenos del botadero, espacio suficiente para manejar tres pilas de compostaje. Estas pilas son removidas con sucesivos volteos que permiten generar aireación y controlar la temperatura a través de la humedad.

**Humedad:** El grado de humedad aconsejable de los materiales que comienzan el proceso del compost está entre el 30 y el 80%. Los niveles de humedad óptimos para un compost en su fase de maduración se suele situar entre el 40 y el 60%. El exceso de humedad

produce compactación de los materiales, falta de aireación y por lo tanto putrefacción y lixiviados (líquidos). Esta situación impide la acción de los microorganismos aerobios. La falta de humedad ralentiza el proceso de descomposición y también puede producir compactación.

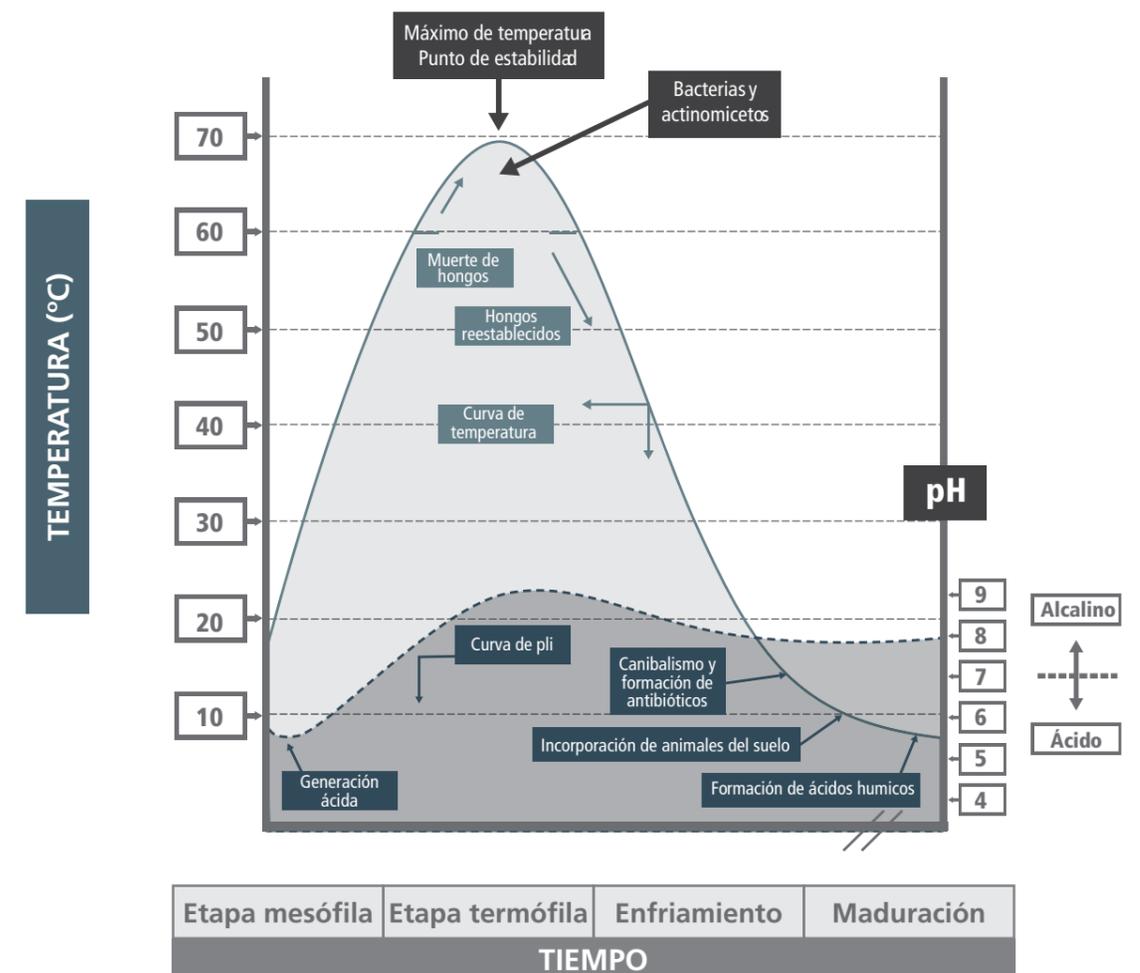
**Aireación:** La garantía de un buen compost está en que se produzca en condiciones aerobias, en presencia de aire, es decir oxígeno. Una aireación excesiva desecará los restos y una insuficiente producirá putrefacción y elementos tóxicos, lixiviados y malos olores. En el momento inicial sería conveniente mantener espacios aireados en relación al volumen de entre el 50 y el 60%. Con la descomposición, esta relación irá disminuyendo hasta relaciones menores del 10% de aire en el volumen total de lo que se composta.

**Temperatura:** Con los niveles de humedad y aireación señalados, y si el volumen de restos es suficientemente grande, comenzará una elevación de temperaturas al cabo de algunos días. Esta variación de temperaturas también dependerá de la temperatura ambiente y de la forma del compostaje. Las temperaturas del compostaje pueden elevarse hasta los 70° aunque no es recomendable pues superando los 65° comienzan a morir gran cantidad de bacterias y microorganismos beneficiosos para el proceso.

**Compostaje:** El proyecto Gestión ambiental municipal apoyó la construcción de la compostera municipal y asesoró en la búsqueda de alternativas que se acomoden mejor a los volúmenes generados y a las capacidades de manejo de los funcionarios. Un método que ha resultado efectivo es el de la construcción modular de cajas para compostaje.



Descarga de residuos orgánicos, botadero de Tolata 2017



Otra de las acciones para el funcionamiento de la compostera municipal está relacionado a la capacitación. Luego de un acercamiento con el responsable de la Unidad de Residuos Sólidos del municipio de Tiquipaya se acordó una capacitación en la que participó personal responsable de residuos sólidos, no sólo de Tolata sino también de Cliza y Arbieto. En esta capacitación se aprendieron procesos importantes para el funcionamiento sostenible de una compostera municipal.

El municipio ha planificado utilizar el abono para el vivero municipal y las áreas verdes. También se considera la posibilidad de regalarlo a las familias que separen sus residuos correctamente para incentivarlas a continuar con su comportamiento.



Área de enfiado, municipio de Tolata

**Reciclables:** El municipio cuenta con un área de manejo de reciclables en el botadero controlado. Consta de una caseta donde se protegen los materiales del sol y la lluvia y de una enfiadora (DEISA 906090, fuerza de prensado 20 Tn.) que se utiliza para la compactación de reciclables, lo que facilita su manejo y traslado.

Ambas áreas (compostaje y reciclado) se alimentan con los residuos diferenciados que la población entrega los días del servicio. Adicionalmente se han colocado en puntos estratégicos del municipio (plaza principal, coliseo, Unidades Educativas) jaulas metálicas recolectoras de botellas PET, que son vaciadas una vez al mes y su contenido es trasladado a la estación de manejo de reciclables del botadero controlado.

Todos los reciclables enfiados se almacenarán en la caseta hasta que se entreguen a las empresas recicladoras PROMADIS INDUSTRIES y COPELME con las que se tiene un convenio. Estas empresas pagan al municipio 50 centavos por kilo de PET y Copelme paga 2 Bs por kilo de papel y cartón bien almacenados.

### • Disposición final

En la disposición final se propone una readecuación del botadero a cielo abierto para convertirlo en un "Botadero Controlado". Para lograr este cambio se realizaron las siguientes acciones:

**1. Elaboración de plano:** Se debe diseñar un plano del botadero donde se definan los diferentes espacios necesarios para una buena organización: área de movimiento de tierras, celdas para residuos comunes, celdas para residuos bio infecciosos, área de compostaje, área de enfiado, área de almacenamiento de reciclables, drenaje pluvial y caseta para el cuidador. Todo el terreno delimitado por un enfiado y una cortina de árboles alrededor.

**2. Habilitación de vías de acceso:** Realizar trabajos de mejora de vía interna perimetral del botadero, para posibilitar el tránsito del equipo o maquinaria al área interior del botadero en cualquier época del año.

**3. Delimitación del terreno:** La construcción de un enfiado es el primer paso a la readecuación. Mediante ésta se evita el ingreso de animales y personas ajenas que dejen sus residuos o restos de construcciones, comunicamos a la población que el predio del botadero tiene un dueño y responsable, que es el municipio.

**4. Limpieza del terreno:** Se limpia la maleza y se sacan los árboles que perjudiquen el movimiento de tierras y construcción de celdas. Se dejaron los árboles que estaban alrededor, para que cumplan la función de cortina visual.

**5. Movimiento de basura:** Remover los residuos dispuestos en el botadero y raspar la base del suelo natural donde se depositaban los residuos, requiere maquinaria pesada, retroexcavadora o pala de carga frontal. Los residuos removidos serán cargados en volquetas para su transporte a una zona en el mismo terreno, y luego serán dispuestos en zanjas para su correcto tratamiento.

**6. Apertura de zanjas:** Se excavaron cuatro zanjas de 15.00 [m] de largo por 12.00 [m] de ancho, con una profundidad de 4.5 [m].

**7. Impermeabilización de zanjas:** Las zanjas se impermeabilizan para evitar la contaminación de los acuíferos, del suelo y para mantener los residuos sólidos aislados mediante una cobertura impermeable, sin causar ningún tipo de contaminación ni peligro sanitario, además de controlar la escorrentía superficial y prevenir asentamientos del relleno. Se puede impermeabilizar con geomembrana, la cual es una opción costosa pero eficiente. En el municipio de Tolata se procedió a la impermeabilización con tierra limo-arcillosa del mismo lugar, lo que baja los costos y viabiliza los trabajos. Para impermeabilizar las zanjas se niveló con 30 [cm] de base de tierra limo-arcillosa.

**8. Relleno y tapado de zanjas:** Consiste en confinar al máximo los residuos, de forma tal de extraer los lixiviados y gases generados en el botadero e incorporar la cobertura que impida la entrada de agua de lluvia.



Botadero readecuado, municipio de Tolata

Se procede al relleno de las zanjas por capas, primero una capa de basura, la cual se compacta y encima se pone una capa de tierra del lugar, no necesariamente arcillosa.

Se repite este proceso hasta dejar 80 [cm] de alto en la zanja. Entonces se termina el relleno con otros 30 [cm] de tierra arcillosa y finalmente 50 [cm] de tierra del lugar. Esta cubierta se compacta de forma manual o mecánica y se cuida de darle el perfil topográfico requerido.

**9. Desagües pluviales:** Consiste en construir un drenaje pluvial muy sencillo con materiales que permitan la conducción del agua, al mismo tiempo que la infiltración. El drenaje pluvial se construye alrededor interno del enmallado del botadero.

**10. Cortina de árboles:** Plantar árboles alrededor externo del botadero tiene varias funciones: control de olores, manejo de humedad y protección visual. Los árboles deben estar plantados en el borde externo del cerco perimetral, con una distancia de 0,60 [cm.] entre árboles. Las especies recomendadas son las de tallo alto y originarios de la zona.



Proceso de readecuación, botadero. Municipio de Tolata

## b) Planificación diaria, semanal y mensual

Es muy importante el trabajo directo con los responsables del servicio. Lo que se quiere lograr con las capacitaciones al personal específico de la unidad de gestión integral de residuos sólidos, es la apropiación de acciones que deberían realizar para brindar un servicio sostenible.

Se capacitó al responsable del servicio y a su equipo técnico en planificación diaria, semanal y mensual. Se diseñan planillas las cuales sirvan de apoyo y control del servicio, en insumos, combustible, mantenimiento de equipos, control de personal y pesaje de material recolectado. Las planillas son parte del documento en anexos.

## c) Separación de la basura

Se capacitó al equipo responsable en la diferencia entre basura y residuo, residuo aprovechable y no aprovechable, y entre residuo orgánico e inorgánico. Cuando se genera la basura y los efectos que ésta ocasiona a la salud de la población y cuánto afecta a la tierra y al buen vivir.

El objetivo de recuperar los residuos orgánicos y reciclables evitando su mezcla y que generen lixiviados, y así minimizar el impacto ambiental que se genera.

Con el proceso, aseguramos que la recepción de los residuos sólidos separados y en baldes específicos por colores, sea supervisada e identificada por los encargados de la recolección.

## d) Trato al cliente y solución de conflictos

Estas capacitaciones están orientadas al mejor entendimiento entre los responsables que brindan el servicio y la población que es atendida, haciendo hincapié en que los responsables del servicio se convertirán en capacitadores.

También se los capacitó en métodos de resolución de conflictos y cómo tratar y disipar dudas de los vecinos, siempre con amabilidad, educación y una actitud conciliadora.



Servicio de recolección diferenciada. Municipio de Tolata

### 3. Seguimiento al plan de acción

Para asegurar el éxito y la sostenibilidad del nuevo servicio, se continuó fortaleciendo al equipo responsable, mensualmente, paulatinamente se disminuyó la frecuencia.

Se revisan que las planillas estén bien llenadas, de acuerdo al modelo de gestión en todos los eslabones del servicio de residuos sólidos.

Esto asegura que se está llevando un registro del personal necesario en operación y mantenimiento, así como de los insumos y

maquinaria utilizada. También se acompaña y supervisa la separación de los materiales recuperables en la disposición final, hasta que se puede ver cambios y mejoras en el personal designado en cada eslabón del servicio.

Por otro lado, también se mantienen las capacitaciones a los usuarios (familias, estudiantes, vendedores y actores clave identificados) en separación de residuos sólidos hasta que se genere el hábito.

El gráfico muestra los eslabones del servicio de residuos sólidos.



### 4. Lecciones aprendidas

• **Conocer previamente los usos y costumbres de la población,** de los encargados de recojo, de los comerciantes, de unidades educativas, así como sus necesidades y preocupaciones. Al tener esta información las actividades planificadas son más efectivas.

• **Iniciar con un diagnóstico del servicio actual y una propuesta.** Vale la pena que los municipios inviertan en estudios que les brinden información de su servicio, cómo los están gestionando para que lo puedan mejorar.

• **Fortalecimiento en educación y comunicación** para generar el cambio de comportamiento y sensibilización en el cuidado del medio ambiente. La población en su conjunto debe tomar conciencia de que las acciones que toman hoy generan el futuro de sus niños.

• **Responsable del servicio con actitud de líder, no de jefe.**

El responsable debe involucrarse en la gestión y participar activamente en soluciones según vayan surgiendo los problemas. Debe interesarse y aprender sobre los diferentes temas que involucra su cargo para de esta manera resolver los problemas que se le vayan presentando en la implementación del nuevo servicio.

• **Involucramiento y participación de todos los actores** en la cadena de la gestión integral de residuos sólidos, desde el gobierno central, gobiernos locales, empresa privada, grupos organizados de las comunidades, unidades educativas, etc. La finalidad es lograr consensos y cooperación y así facilitar estrategias comunes en beneficio de toda la población.



Servicio de gestión de residuos sólidos, municipio de Tolata



Ejecutado por:



El uso de material eco-responsable en esta producción ha permitido el ahorro de:

