



PROCESO DE REHABILITACIÓN DE BOTADEROS EN POBLACIONES MENORES A 10000 HABITANTES DE BOLIVIA

Morales, Sergio Mauricio^{1*}; Daza von Boeck, Mariana²

¹Proyecto Basura 0, Helvetas Swiss Intercooperation, Bolivia

²Proyecto Basura 0, Helvetas Swiss Intercooperation, Bolivia

[*sergio.morales@helvetas.org](mailto:sergio.morales@helvetas.org)

Resumen

La Ley 755 de gestión integral de residuos en Bolivia establece las obligaciones y compromisos de los diferentes niveles de gobierno. La disposición final muestra que en el país existen 26 municipios con rellenos sanitarios y 308 municipios aún tienen botaderos a cielo abierto, siendo este uno de los principales desafíos del sector, así mismo hasta 2026 todos los municipios del país deben dar curso al cierre de botaderos y habilitación de rellenos sanitarios. El Trabajo ha consolidado la experiencia del proceso de rehabilitación de los botaderos de los municipios de Lagunillas, Boyuibe y Cuevo que fue desarrollado el año 2022, con perspectiva de sostenibilidad, replicabilidad y escalamiento. El diseño metodológico aplicado ha considerado la metodología de la Hoja de ruta para el cierre progresivo de los basurales en América Latina y el Caribe del Programa para el Medio Ambiente. Las intervenciones han considerado: Etapa 1 (Diagnóstico y evaluación histórica de botaderos; Trabajo social con segregadores informales; Identificación de Alternativas de cierre); Etapa 2 (Proyecto Técnico, acciones requeridas para la obra); Etapa 3 (Operación de las instalaciones y Control ambiental de botaderos). Con la rehabilitación de los botaderos de Cuevo, Boyuibe y Lagunillas se logró una transformación de los sitios, garantizando la protección del Medio Ambiente, además de generar empleos para los pobladores de los territorios. El documento ha sido elaborado en el marco del Proyecto Basura 0 en Bolivia, financiado por la Agencia Sueca de Desarrollo Internacional e implementado por Helvetas Swiss Intercooperation, Swisscontact y Aguatuaya Bolivia.

Palabras clave: Botadero; Rehabilitación; sostenibilidad; replicabilidad; Relleno Sanitario

1. Introducción

Es esencial eliminar progresivamente los basurales y sustituirlos por prácticas de gestión y métodos de disposición final de residuo eficaces. (PNUMA, 2021); en ese marco ese trabajo se ha convertido en una prioridad para diversos países de Latinoamérica y el Caribe. Así mismo, una correcta y segura eliminación de los residuos sólidos es un componente muy importante de la gestión integral de residuos, debido a que coadyuvan en la satisfacción de la protección ambiental y el manejo adecuado de recursos (Tchobanoglous, 2002).

Por tanto, el cierre de botaderos no son una tarea fácil y requiere superar varios desafíos; sin embargo, los múltiples impactos asociados a los botaderos hacen que las oportunidades y beneficios resultantes de un correcto cierre sean mayores (PNUMA, 2021).

En el caso Boliviano, con la promulgación de la Ley N° 755 en octubre de 2015, la gestión integral de residuos sólidos en Bolivia recupera importancia y visibilidad en la agenda pública, estableciendo una serie de obligaciones y compromisos de los diferentes niveles de gobiernos y otros actores en el marco de la corresponsabilidad. Entre estas responsabilidades, los Gobiernos Autónomos Municipales encargados de los servicios de aseo urbano, deben desarrollar acciones para el cierre de botaderos a cielo abierto (Gaceta Oficial de Bolivia, 2015).

La disposición final de residuos sólidos es una de las etapas de la gestión operativa que presenta los mayores desafíos por la persistencia de botaderos a cielo abierto. Ante esta situación, el Ministerio de

Medio Ambiente y Agua ha aprobado la planificación para el cierre de botaderos en la gestión 2021 estableciendo la posibilidad de realizar el cierre y la posterior rehabilitación de botaderos como alternativa para que los municipios den cumplimiento a la norma (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2021).

Este documento aborda el proceso de cierre y rehabilitación de los botaderos de los municipios de Lagunillas, Boyuibe y Cuevo en el Chaco Cruceño, Provincia Cordillera del Departamento de Santa Cruz en el Estado Plurinacional de Bolivia. Se constituye en una de las primeras experiencias de aplicación de la Planificación Nacional para el Cierre Técnico de Botaderos elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, aprobada en mayo 2021.

Además de recuperar las experiencias, buenas prácticas y lecciones aprendidas del proceso de cierre y rehabilitación de los botaderos de los municipios de Lagunillas, Boyuibe y Cuevo, identificando características y necesidades regionales desde la planificación sectorial, con perspectiva de sostenibilidad, replicabilidad y escalamiento.

2. Metodología

En criterio de PNUMA (2021) existe una visión general de los diferentes elementos y medidas prácticas que deben considerarse para llevar adelante el cierre de botaderos; incluyendo un diagnóstico, identificación de alternativas, elaboración de las acciones requeridas y la aplicación de estas.

Por tanto, el diseño metodológico aplicado en el estudio ha considerado como base la metodología de la Hoja de ruta para el cierre progresivo de los basurales en América Latina y el Caribe del Programa para el Medio Ambiente. Asimismo, consideró un enfoque mixto cuanti-cualitativo donde se identificaron las características iniciales de estas instalaciones y se precisaron aspectos técnicos mediante observación directa y análisis de suelos para poder identificar las mejores alternativas de cierre y rehabilitación.

El periodo de desarrollo del proceso de cierre y rehabilitación de los botaderos de los municipios de Lagunillas, Boyuibe y Cuevo en Bolivia ha considerado los periodos 2021-2022, además está basado en las medidas descritas con anterioridad, de acuerdo con la siguiente organización de etapas:

- ETAPA1: Que contempla el desarrollo del Diagnóstico y evaluación histórica de botaderos; trabajo social con segregadores informales e identificación de alternativas de cierre
- ETAPA 2: que considera el Proyecto Técnico, acciones adicionales requeridas para la obra realizarse
- ETAPA 3: Identificando las mejores medidas de operación de las instalaciones y control ambiental de los botaderos rehabilitados

3. Resultados

ETAPA 1: Diagnóstico y evaluación histórica de botaderos; trabajo social con segregadores informales; identificación de alternativas de cierre

El Municipio de Lagunillas tiene una población de 5.664 habitantes y una producción per cápita de residuos municipal (PPCM) de 0,565 kg/habitante/día acumulando una generación anual de 315,46 t/año. Respecto a la composición, los residuos orgánicos corresponden al 56,6%, los residuos aprovechables (plásticos, vidrios, papel, cartón y metales) alcanzan el 12,3%, los residuos no aprovechables el 30,4% y el 0,7% corresponde a residuos especiales y peligrosos. La disposición final se realiza en un botadero a cielo abierto ubicado a 1.09 Km del centro poblado, ocupando un área de una hectárea y lleva 4 años de operación acumulando 941,16 toneladas de residuos (HELVETAS Swiss Intercooperation, 2020 a).

El Municipio de Boyuibe tiene una población de 6.154 habitantes y la PPCM es de 0,482 kg/habitante/día, haciendo un total de 723,78 t/año. Los residuos orgánicos son el 54,61%, los residuos inorgánicos aprovechables el 14,84%, los residuos especiales y peligrosos el 0,41% y los residuos no aprovechables el 30,15%. La disposición final se realiza en un botadero municipal ubicado a 2,8 Km del

centro poblado, una extensión de tres hectáreas y lleva 12 años en operación acumulando 10.419,01 toneladas de residuos (HELVETAS Swiss Intercooperation, 2020 a).

Finalmente, el Municipio de Cuevo tiene una superficie de 1.082,5 Km² y una población de 5.358 habitantes, la PPCM es de 0,5 kg/habitante/día, haciendo un total de 653,35 t/año. Respecto a la composición de los residuos sólidos, la fracción orgánica es predominante con el 55,7%, los residuos inorgánicos aprovechables alcanzan el 13,1%, los residuos no aprovechables corresponden al 30,4% y los residuos especiales y peligrosos son el 0,8%; la disposición final se realiza en un botadero a cielo abierto de una hectárea aproximadamente, ubicado a 1,2 Km del centro poblado y a la fecha tiene 11 años de funcionamiento acumulando 6.667,60 toneladas de residuos (HELVETAS Swiss Intercooperation, 2020 - b).

Durante la etapa de diagnóstico se han realizado análisis de suelos para conocer la idoneidad de los sitios de rehabilitación destinados a relleno sanitario. En ese sentido, se han realizado calicatas (excavaciones de prospección) y análisis topográficos y geológicos en cada uno de los sitios, del análisis de campo realizado se han obtenido los siguientes resultados:

- El botadero de Lagunillas se encuentra en un predio que presenta un nivel freático a 1,55 metros de la superficie; con base en análisis topográficos, imágenes de satélite y geológicos de la zona, se evidencia que no existen fallas geológicas dentro el área del botadero de Lagunillas, es decir que la ubicación del botadero no está expuesta a riesgo geológico.
- En el caso de Boyuibe, los análisis topográficos, imágenes de satélite y geológicos indican que no existen fallas geológicas en el área del botadero. Tras una exploración realizada en el predio se ha verificado que, hasta los 3,3 metros de la superficie a la base de la quebrada, no se encuentra el nivel freático del lugar.
- En el municipio de Cuevo, en base al levantamiento topográfico realizado, se determinó que el área ocupada por el botadero alcanza 0,97 hectáreas, y que el nivel freático se encuentra a más de 3,3 metros de profundidad. Con base en análisis topográficos, imágenes de satélite y geológicos de la zona se ha evidenciado que no existen fallas geológicas dentro el área del botadero

Habiendo aplicado el análisis de factores y parámetros de la Guía para el Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2014 (a) se ha identificado que los tres botaderos a ser rehabilitados se encuentran ubicados en un terreno aceptable y cumplen con los criterios para su rehabilitación. Sin embargo, dadas las condiciones específicas y particulares de cada uno de los sitios de disposición final se deben precisar las acciones realizadas por separado.

Por otro lado, en cumplimiento a lo dispuesto en Ministerio de Medio Ambiente, 2014 (b) se ha realizado la evaluación de impactos ambientales a cada uno de los botaderos obteniendo los siguientes resultados:

- La ponderación de impactos obtenida para el botadero de Lagunillas es de 137, por lo cual se encuentra dentro del rango de 0 a 150, y se considera como un botadero de bajo riesgo, con posibilidad de rehabilitación.
- La ponderación de impactos obtenida para el botadero de Boyuibe fue de 184, situándolo dentro del rango de 150 a 200. Se considera un botadero de moderado riesgo, con posibilidad de rehabilitación siempre y cuando el sitio cumpla con los requisitos de la norma para ubicación de rellenos.
- Finalmente, la ponderación de impactos obtenida para el botadero de Cuevo, alcanzó un valor de 137, por tanto, se encuentra dentro del rango de 0 a 150, y se considera como un botadero de bajo riesgo, con posibilidad de rehabilitación.

Otro criterio imprescindible al momento de rehabilitar un botadero recae en la voluntad política. En el caso de los Municipios de Lagunillas, Boyuibe y Cuevo, el apoyo del Ejecutivo y Legislativo Municipal fue importante para la consolidación legal de los predios, el seguimiento técnico a las acciones y la contraparte financiera y en especie que fue monetizada para estas tareas. Una vez concluido el proceso

de cierre y rehabilitación, las autoridades municipales designaron personal para la operación de los sitios rehabilitados, materializando el compromiso con la gestión de residuos.

ETAPA 2: Proyecto Técnico y acciones adicionales requeridas para la obra

Las actividades relacionadas con el diseño del proyecto técnico y su implementación son las siguientes:

La difusión de la propuesta técnica a implementarse inició en la gestión 2020, incluyendo a todos los actores de la gestión de residuos en los tres municipios. Se emplearon medios de comunicación e información tradicionales de cada lugar (ej. radio, prensa, etc.) y se reforzó la estrategia con voluntarios ambientales locales. Estos últimos fueron clave en la difusión del cierre de los botaderos y en brindar información a la población sobre las características de la alternativa técnica, logrando la respuesta favorable y el compromiso de los generadores individuales.

Para rehabilitar los botaderos de los municipios de Boyuibe, Cuevo y Lagunillas, se plantearon las siguientes medidas técnicas necesarias que permitan su transformación en un relleno sanitario modelo, aplicando los lineamientos establecidos en la Planificación Nacional para el Cierre de Botaderos y la metodología descrita en Ministerio de Medio Ambiente, 2014 (a).



Figura 1. Módulos referenciales del proceso de cierre y rehabilitación de Botaderos, ejemplo Boyuibe

Cada uno de los proyectos de rehabilitación de botaderos contempla la implementación de los módulos referenciales de la Figura 1.

La macrocelda M1 destinada al cierre técnico cuenta con un sistema de cobertura final conformado por una cobertura terrea de 30 cm, una capa impermeable de 20 cm y una carpeta vegetal de 30 cm. La celda de cierre del municipio de Lagunillas es de 23 x 15 metros, en el caso de Boyuibe es de 20,5 x 65 metros y en Cuevo las dimensiones son de 42 x 55 metros.

Por otro lado, la macrocelda M2 destinada para la operación como relleno sanitario maneja el método mixto (trinchera y área) para optimizar el terreno disponible en cada uno de los sitios; y la vida útil calculada para los rellenos sanitarios es de cinco años debido a la disponibilidad de espacio, recursos y en base a la generación y potencial de vida útil del sitio. Sin embargo, puede ampliarse con la implementación de medidas de aprovechamiento. La capacidad volumétrica total de la celda de operación del relleno de Lagunillas es de 2.916,7 m³. En el caso de Boyuibe la capacidad volumétrica de la celda durante la operación es de 9.997,6 m³. Finalmente, en Cuevo, la capacidad volumétrica de la celda es de 6.978,9 m³.

Uno de los aspectos más importantes al momento de operar adecuadamente un sitio de disposición final de residuos está relacionado con el control de los subproductos que se van a generar por la degradación propia de los residuos.

Respecto a los lixiviados se han implementado sistemas de drenaje de lixiviados que conducen estos líquidos a una unidad de almacenamiento denominada geotanque (M3) para su posterior tratamiento mediante la recirculación y evaporación natural. Es importante mencionar que se ha optado por sistemas cerrados de almacenamiento (geotanques) para minimizar el impacto por olores.

Con relación al biogás se han implementado sistema de captación pasiva de estos, la distribución espacial de estos sistemas de captación está a cada 25 metros y guardan una estrecha relación con la topografía y morfología de las macroceldas implementadas.

Por último, la ejecución de las acciones complementarias que garantizan la seguridad y el cuidado de las instalaciones comprende la señalización, el cercamiento, el establecimiento de vías, entre otras necesarias para el amortiguamiento (M5).

ETAPA 3: Operación de las instalaciones y control ambiental de los botaderos rehabilitados

Dando continuidad al cierre y/o rehabilitación de botaderos, se inició la operación de la nueva celda, para lo que se programaron capacitaciones y el acompañamiento a la operación en los tres municipios. Dicha actividad comenzó con la designación de personal municipal para el manejo de estos sitios, actividad a cargo de los gobiernos municipales de Lagunillas, Cuevo y Boyuibe. El personal designado fue capacitado en los sitios de disposición final y se promovieron intercambios de experiencias con otras Municipalidades de Bolivia. Con esta preparación el personal adquirió las destrezas para la administración de los rellenos sanitarios y se apropió del método. La disposición final sigue el proceso descrito en la Figura 2.

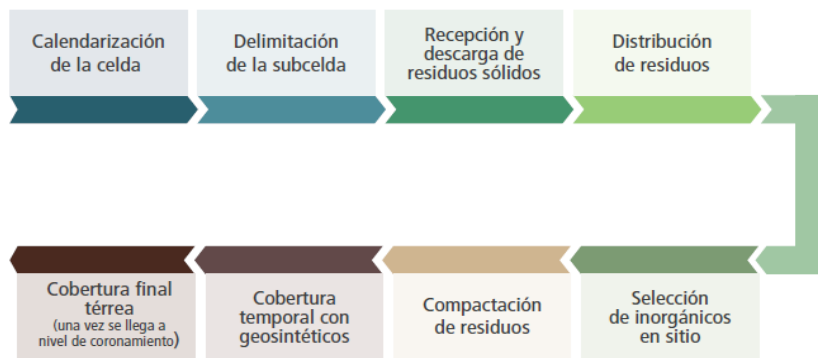


Figura 2. Proceso de disposición final de residuos sólidos en los sitios rehabilitados

Un criterio indispensable para el inicio de operaciones de un relleno sanitario consiste en la planificación y fijación anticipada de fechas (calendarización) para el uso de las celdas temporales (subceldas) o celdas definitivas, las cuales deben asegurar una disposición y operación adecuada, ordenada y que siga una secuencia hasta consolidar su cierre. El procedimiento para realizar esta planificación es el predimensionamiento de las celdas en función a la cantidad de residuos generados. En el caso de los municipios de referencia, se han planificado subceldas para una operación mensual o bimensual, estas han sido esquematizadas y ubicadas a partir de la cota más elevada.

Al inicio de uso de cada subcelda se debe realizar un replanteo y delimitación en campo, de acuerdo con la calendarización, de esta forma se identifica el área de trabajo por el periodo de tiempo previsto; se recomienda una vida útil de al menos dos meses por subcelda. Por ejemplo, la dimensión de la subcelda de Cuevo es de 90 m², espacio suficiente para albergar los residuos de dos meses de generación.

La recepción consiste en registrar el número de vehículos y el volumen de residuos transportados al momento de ingresar al relleno sanitario. Una vez concluido el registro se realiza la descarga dentro de la subcelda delimitada. Esta actividad debe ser controlada en todo momento por el operador del relleno sanitario para garantizar que los residuos solamente se dispongan en la subcelda.

La distribución de residuos sólidos se refiere a la dispersión del material de modo que tenga una altura uniforme o pareja en la subcelda, respetando el ancho y largo de la misma para tener una mejor compactación. Asimismo, se debe considerar la forma y el talud con la inclinación adecuada de 1:3 al momento de subir niveles, esta metodología permite aprovechar al máximo el volumen de cada subcelda y reducir el área de residuos disgregados dentro de la celda de residuos.

Al momento de realizar la distribución de los residuos en la subcelda quedan al descubierto los residuos inorgánicos: botellas PET, latas de aluminio, botellas de vidrio y cartones, entre otros, en ese momento

se procede a su separación a un costado de la celda para que posteriormente el camión de recolección los traslade al punto de acopio de residuos inorgánicos reciclables del municipio. Esta tarea se realiza paralelamente a la distribución.

Una vez verificado el emparejamiento de los residuos y retirados los materiales inorgánicos para su aprovechamiento, se realiza la reducción del volumen mediante una compactadora mecánico manual de fácil manipulación. Esta es una tarea esencial al momento de operar un sitio de disposición final de residuos, ya que una correcta compactación permite eliminar vacíos y ampliar la vida útil de las celdas de descarga de residuos. La altura de compactación está definida en función a las características de compactación del equipo empleado.

De acuerdo con la operación en cada sitio se realizan tres a cuatro pasadas, en función a la presencia de hundimiento de la masa de residuos pueden aplicarse más pasadas para mayor densificación. Con el uso de la compactadora se alcanzaron valores de 0,35 a 0,40 t/m³.

Un aspecto clave a considerar es el cuidado del crecimiento y la forma que adopta la masa de residuos. Se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Peinado de taludes: consiste en el colocado de la capa de sellado y perfilado en los taludes.
- Altura: forma y altura del cuerpo de las banquetas conformadas, para evitar asentamientos o corregirlos oportunamente.
- Inclinación: se optimiza la inclinación del talud permanentemente para evitar la desestabilización del talud, manejando como máximo 10%.

Uno de los aspectos que “influyen directamente en la vida útil de los rellenos sanitarios es la cantidad de material de cobertura colocado en su operación. Considerando que se debe optimizar espacio se diseñó una modalidad de operación que reemplaza el uso de tierra en coberturas intermedias por el uso de geo sintéticos reutilizables” (Morales, 2022).

La metodología de cobertura con un geo sintético (agro film) en las capas intermedias de residuos para mejorar el rendimiento con respecto a la cobertura de tierra tuvo un impacto positivo en el tiempo de operación de las subceldas, reduciendo hasta un 40% las horas de dedicación de trabajo por parte del personal. En términos generales un relleno sanitario manual requiere de mucho trabajo por parte de los operarios, siendo el transporte de material de cobertura una de las actividades más desgastantes; por tal motivo, reemplazar la cobertura intermedia por un material más ligero pero que también garantice la impermeabilización de los residuos redujo hasta en 5 horas la carga de trabajo de los operadores. Además, este material confiere propiedades de conservación de temperatura al interior de la celda, facilitando su descomposición, la evaporación de los lixiviados que se puedan generar y la estabilidad de la masa de residuos.

Una vez alcanzado el nivel de coronamiento se realiza el cierre de la etapa de disposición mediante trinchera, para continuar con la siguiente subcelda repitiendo los pasos descritos anteriormente. Este método de crecimiento vertical es más eficiente ya que obliga a cerrar una celda para iniciar otra, reduciendo la superficie de residuos expuestos y por ende la presencia de olores, vectores y minimiza al máximo la generación de lixiviados.

El método consiste en realizar movimiento de tierra manual desde el banco de préstamo cercano hacia la subcelda de operación con una cobertura de 20 cm. Este puede considerarse como un cierre parcial puesto que, si el método de disposición final es mixto, una vez se haga el cierre a todas las subceldas al nivel de coronamiento se procede con la disposición final con el método área. La operación en área seguirá los mismos pasos que la operación en trinchera, desde la calendarización, delimitación, hasta el cierre definitivo del relleno sanitario al cumplir su vida útil.

4. Discusiones

El principal desafío una vez rehabilitado un botadero es asegurar su correcta operación. Por lo tanto, en lo técnico, es imperativo generar capacidades locales para la gestión de un sitio de disposición final a través del desarrollo de un manual de operaciones y el seguimiento a los operarios por un lapso contemplando el trabajo en las épocas seca y lluviosa.

Dadas las condiciones climáticas del chaco cruceño y las medidas de impermeabilización de las subceldas, después de un año de operación no se ha evidenciado la generación de lixiviado, mostrando que los sistemas de impermeabilización con geosintéticos y la operación de las subceldas es eficiente. La ausencia de generación de lixiviado también se explica por el aprovechamiento en origen de la fracción orgánica a través de composteras domiciliarias y la alimentación de animales de granja a nivel familiar.

Uno de los principales problemas que enfrentan los municipios al momento de iniciar la operación de un sitio de disposición final es encontrar el terreno para su operación, en ese sentido se ha optimizado los sitios donde estos ya estaban emplazados, estableciendo una celda de cierre y una celda de operación. En el caso del chaco cruceño, los tres municipios han logrado el perfeccionamiento de su derecho propietario, aspecto que ha facilitado el desarrollo de las obras.

5. Conclusiones

El diseño metodológico aplicado en el estudio ha considerado como base la metodología de la Hoja de ruta para el cierre progresivo de los basurales en América Latina y el Caribe del Programa para el Medio Ambiente. Asimismo, consideró un enfoque mixto cuanti-cualitativo donde se identificaron las características iniciales de estas instalaciones y se precisaron aspectos técnicos mediante observación directa y análisis de suelos para poder identificar las mejores alternativas de cierre y rehabilitación.

Con el cierre y rehabilitación de los botaderos a cielo abierto de Cuevo, Boyuibe y Lagunillas se logró una transformación de los sitios, generando beneficios técnicos, sociales, ambientales y financieros.

El trabajo ordenado en subceldas permite mejor control en la operación del sitio de disposición final, de igual manera, el reemplazo de cobertura térrea por geo sintéticos prolonga la vida útil del sitio y mejora la compactación de la masa de residuos, optimizando el proceso y el rendimiento del personal.

La metodología de cobertura con un geo sintético (agro film) en las capas intermedias de residuos contribuye a mejorar el rendimiento con respecto a la cobertura de tierra, y ha tenido un impacto positivo importante en el tiempo de operación de las subceldas, reduciendo hasta un 40% las horas de dedicación de trabajo por parte del personal, pudiendo usar el tiempo disponible en otras tareas inherentes a los servicios de aseo y aprovechamiento.

6. Referencias

HELVETAS Swiss Intercooperation, 2020. Diagnósticos Territoriales de los Municipios de Cuevo, Boyuibe y Lagunillas. Disponible en: <https://www.helvetas.org/es/bolivia/quienes-somos/publicaciones>

HELVETAS Swiss Intercooperation, 2020. Planes de Cierre y Rehabilitación de los Botaderos a Cielo Abierto de Cuevo, Boyuibe y Lagunillas. Disponible en: <https://www.helvetas.org/es/bolivia/quienes-somos/publicaciones>

Gaceta Oficial de Bolivia, 2015. Ley Nro. 755 de Gestión Integral de Residuos. Disponible en: <https://datos.siarh.gob.bo/biblioteca>

Gaceta Oficial de Bolivia, 2016. Decreto Supremo Nro. 2954 de Reglamento General a la Ley No 755 de Gestión Integral de Residuos. Disponible en: <https://datos.siarh.gob.bo/biblioteca>

Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2014 (a). Guía para el Diseño, Construcción, Operación, y Cierre de Rellenos Sanitarios, aprobado mediante resolución Ministerial 398 del 29 de septiembre de 2014. Disponible en: <https://datos.siarh.gob.bo/biblioteca>

Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2014 (b). Guía para el Cierre Técnico de Botaderos, aprobado mediante resolución Ministerial 398 del 29 de septiembre de 2014. Disponible en: <https://datos.siarh.gob.bo/biblioteca>

Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2021. Planificación Nacional para el Cierre Técnico de Botaderos, R.M. 269/2021 del 18 de mayo de 2021. Disponible en: <https://www.mmaya.gob.bo/marco-legal/resoluciones-ministeriales/>

- Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2022. *Diagnóstico de residuos*. Dirección de Agua. Disponible en: <https://datos.siarh.gob.bo/biblioteca>
- Morales, 2022. Cierre Técnico y Rehabilitación de Botaderos, Lecciones aprendidas y buenas practicas en los Municipios de Lagunillas, Cuevo y Boyuibe en el Chaco Boliviano; Helvetas Swiss Intercooperation Bolivia. Disponible en: <https://www.helvetas.org/es/bolivia/quienes-somos/publicaciones>
- PNUMA, 2021. Hoja de ruta para el cierre progresivo de los basurales en América Latina y el Caribe, Programa para el Medio Ambiente ONU. Disponible en: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/noticias/el-pnuma-presenta-hoja-de-ruta-para-el-cierre-progresivo-de-los>
- Tchobanoglous, 2002. Handbook of Solid Waste Management, Second Edition – McGRAW – HILL. Disponible en: <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071356237>