



Fig. 1: Localización del proyecto

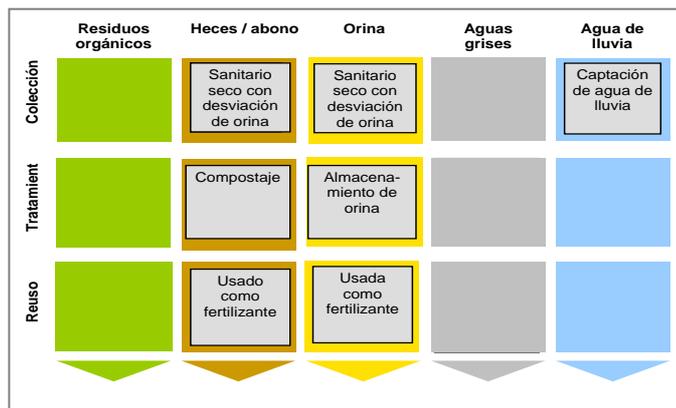


Fig. 2: Componentes de saneamiento aplicados en este proyecto

## 1 Datos Generales

### Tipo de proyecto:

Saneamiento Ecológico en escuelas rurales.

### Período del proyecto:

01/2011 – 04/2011: Proceso de planeación.

05/2011 – 06/2011: Proceso de inducción.

07/2011: Instalación de los módulos prefabricados de Sanitarios-Ecológicos-Secos en las escuelas rurales de La Horqueta y Guacamayas.

07/2011 – 04/2012: Seguimiento del uso y funcionamiento del Sanitario-Ecológico-Seco en la escuela rural La Horqueta y ajustes al modelo de la escuela Guacamayas.

02/2012: Instalación del modelo mejorado de Sanitario-Ecológico-Seco en la escuela rural Guacamayas.

### Escala del proyecto:

22 alumnos con edades entre los 5 y los 12 años.

2 docentes de las escuelas rurales.

2 ecónomas de las escuelas rurales.

Total: 26 personas beneficiadas directamente.

### Ubicación del proyecto:

Colombia, departamento de Cundinamarca, municipio de Apulo, veredas La Horqueta y Guacamayas, escuelas rurales (La Horqueta: N 04°27'00.0" - W 074°35'17.9", 415 msnm; Guacamayas: N 04°33'25.2" - W 074°35'08.0", 470 msnm).

### Institución ejecutora:

Universidad El Bosque

Programa: Ingeniería Ambiental

División de Investigaciones: Instituto de Salud y Ambiente

Grupo de Investigación: Saneamiento Ecológico, Salud y Medio Ambiente

## 2 Objetivo y motivación del proyecto

Implementar un proyecto piloto de sanitario-ecológico-seco en dos escuelas rurales del municipio de Apulo, que permita a cada institución escolar conocer su uso, mantenimiento y beneficios, que sirva como modelo demostrativo para la comunidad y a la vez comprobar y evaluar la tecnología en un contexto escolar de Colombia.

### Objetivos específicos:

- Identificar las empresas que trabajan la tecnología del sanitario-ecológico-seco en Colombia y ajustar los modelos para ser utilizados por los niños.
- Seleccionar las escuelas interesadas en participar en el proyecto y realizar la instalación de los modelos.
- Monitorear el proceso durante ocho meses acompañando y apoyando a la comunidad educativa.
- Presentar propuestas de mejoramiento en el diseño de los modelos para cada una de las empresas.

## 3 Localización y condiciones

### El municipio de Apulo

Este municipio está localizado en el departamento de Cundinamarca a 2 horas y media de Bogotá por vía terrestre. Tiene una temperatura media de 26 °C y una altura promedio de 400 msnm (Gobernación de Cundinamarca, 2011). (Fig. 3).

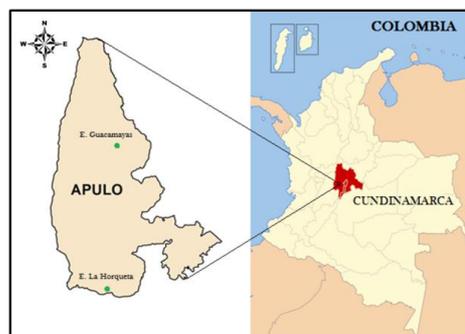


Fig. 3: Escuelas rurales Guacamayas y La Horqueta, municipio de Apulo, departamento de Cundinamarca, Colombia

El municipio cuenta con 14 escuelas rurales, entre las cuales se encuentran la escuela La Horqueta y la escuela Guacamayas. Estas dos escuelas no tienen conexión de acueducto municipal o veredal por lo que dependen del agua lluvia y de carro tanque para abastecerse de agua. En cuanto a su infraestructura de saneamiento para la eliminación de excretas, cuentan con sistemas de baterías de baño sin conexión a acueducto y pozos sépticos en precarias condiciones. La cobertura de agua potable y saneamiento básico de estas escuelas es insuficiente para suplir las necesidades básicas que requieren para su buen funcionamiento (Fig 4).



Fig. 4: Escuela rural La Horqueta a) y Escuela rural Guacamayas b).  
(Fuente: Gutiérrez, C. y Rodríguez, N. 2012)

## 4 Historia del Proyecto

### Antecedentes

La brecha entre las áreas rurales y urbanas en la cobertura de agua y saneamiento básico es muy grande, especialmente en países en desarrollo, de acuerdo a los informes de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) tanto a nivel mundial (Naciones Unidas, 2012) como nacional (PNUD, Colombia, 2011).

En Colombia, para el 2010, el 63,5% de la población no tenía agua apta para consumo humano de acuerdo al IRCA (Índice de Riesgo de la Calidad del Agua) (INS, 2012). El 99% del área urbana tenía acceso al servicio de agua potable mientras que el área rural tenía un 72% de cobertura, y el 82% del área urbana tenía acceso a instalaciones mejoradas de saneamiento mientras que el área rural tenía un 63% (OMS/OPS 2011).

Las deficientes condiciones de salud y ambientales en las que la población rural desarrolla su vida, son escenarios comunes en Colombia; consecuentemente el Instituto de Salud y Ambiente de la Universidad El Bosque en Bogotá, ha focalizado sus proyectos en esta área. Las escuelas rurales de los municipios de Apulo, Anapoima y La Mesa representan este contexto. Desde hace 7 años el Instituto viene adelantando proyectos de investigación aplicada y de proyección social en dichas escuelas en los temas que relacionan la salud y el ambiente, lo cual incluye la divulgación e implementación de alternativas diferentes al saneamiento convencional.

Según un estudio del Banco Interamericano de Desarrollo, en Colombia, sólo el 54% de las escuelas públicas rurales tienen acceso a agua potable, el 57% a alcantarillado y sólo el 40% a un número suficiente de baños (Duarte et al, 2011). Esta situación se refleja claramente en el municipio de Apulo, en donde las comunidades de las veredas se abastecen de agua de acueductos veredales sin tratamiento, de agua lluvia o carro tanques, y el manejo de excretas se realiza por medio de letrinas las cuales van conectadas a un pozo séptico en

mal estado o saturado o son dispuestas a campo abierto (UEB, 2010).

Este proyecto se desarrolló en dos escuelas rurales del municipio con condiciones de infraestructura y número de participantes similares, en cada escuela se instaló un modelo de sanitario seco, con desviación de orina, producidos por dos empresas nacionales. Se realizaron seguimientos a la implementación de los sanitarios secos, se evaluó la aceptabilidad de la nueva tecnología por parte de la comunidad académica y se propusieron las mejoras a los modelos evaluados.

Es importante señalar que para este trabajo se hizo la revisión de proyectos de sistemas de saneamiento ecológico existentes y desarrollados en escuelas rurales en Colombia, encontrando que no hay evidencias de algún estudio de características similares, sin embargo se encontraron algunas experiencias realizadas en áreas urbanas o no escolares del país (Delgado, 2008 y Carrasco, 2011).

### Método y Diseño de la investigación

El enfoque metodológico desarrollado en esta investigación fue el método inductivo, de enfoque cualitativo y tipo descriptivo. Se desarrolló por medio del método etnográfico realizando un acercamiento a la comunidad escolar, realizando entrevistas, encuestas y teniendo en cuenta las actividades, costumbres, pensamientos y la percepción en relación a los temas de saneamiento y disposición de excretas.

El trabajo fue realizado entre los meses de marzo de 2011 y abril de 2012 en las escuelas Guacamayas y La Horqueta.

En una primera etapa, se realizó una revisión de literatura sobre los temas relacionados y se identificaron las empresas que trabajan esta tecnología en Colombia. Una vez revisados los modelos a instalar se procedió a solicitar algunos cambios para facilitar su uso a los niños. En una reunión de socialización del proyecto con los docentes pertenecientes a las 14 escuelas rurales del municipio, se postularon y seleccionaron las 2 escuelas a participar con condiciones similares de saneamiento y con el limitante de acceder a un sistema de abastecimiento de agua.

La segunda etapa del proyecto consistió en la capacitación de forma lúdica de la comunidad educativa y padres de familia, comenzando por talleres de introducción a los temas de saneamiento ecológico y sanitarios secos. Posteriormente se procedió a realizar la instalación de ambos módulos prefabricados, se recalzó la importancia del uso y mantenimiento de esta nueva tecnología además de la importancia de una adecuada higiene personal.

La tercera etapa consistió en el seguimiento del proyecto, durante 8 meses se realizaron visitas de seguimiento cada 15 días y llamadas telefónicas semanales para realizar un acompañamiento constante al proceso, registrando información en formatos de seguimiento y un registro fotográfico.

En una etapa final se realizó el análisis de la información obtenida en la tercera etapa para proponer las modificaciones de los modelos de las dos empresas y observar las reacciones de la comunidad frente a una nueva alternativa de saneamiento.

## 5 Tecnologías aplicadas

Los módulos prefabricados de Sanitarios-Ecológicos-Secos utilizados en este piloto corresponden a dos diferentes empresas nacionales. Cada uno de ellos consta de un orinal y un asiento sanitario con desviación de orina, y los respectivos tanques de almacenamiento. La principal diferencia entre los módulos sanitarios se da porque una de ellas queda instalada a la altura del suelo (Fig. 6) y la otra esta elevada un metro (Fig. 5), lo cual requiere utilizar una escalera para su acceso. La diferencia de alturas hace que los tanques de almacenamiento se localicen en diferentes partes y tengan capacidades de almacenamiento diferentes. Los modelos llegaron a las escuelas listos para ensamblar, la única obra física que se realizó en la escuela fue una plancha de concreto donde se coloca el módulo.



Fig. 5: Modelo de Sanitario-Ecológico-Seco, escuela rural La Horqueta, Módulo 1. (Fuente: Gutiérrez, C. y Rodríguez, N. 2012)



Fig. 6: Modelo de Sanitario-Ecológico-Seco, escuela rural Guacamayas, Módulo 2. (Fuente: Gutiérrez, C. y Rodríguez, N. 2012)

## 6 Información del diseño

El módulo 1 de sanitario ecológico seco (Fig. 5 y 7) que se instaló en la escuela La Horqueta, consta de un módulo con dimensiones de 2,66 m de alto y 1m de ancho y largo, en su interior se encuentran el orinal con su manguera y el asiento sanitario con separación de orina. En su parte exterior, debajo del módulo están ubicados el tanque de almacenamiento de orina de 38 litros y el tanque de

almacenamiento de heces de 80 litros. Adicionalmente tiene una canaleta que sirve para la recolección de aguas lluvias en el techo del módulo conectado a un tanque con capacidad de almacenamiento de 40 litros que se encuentra ubicado en la parte exterior.

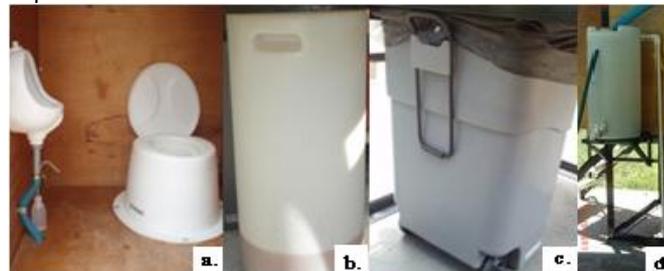


Fig. 7: Módulo 1 (Escuela la Horqueta): a) modelo de orinal y asiento sanitario, b-c) tanques recolectores de orina y heces, d) sistema de recolección de aguas lluvias. (Fuente: Gutiérrez, C. y Rodríguez, N. 2012)

El módulo 2 de sanitario ecológico seco (Fig. 6 y 8) que se instaló en la escuela Guacamayas, consta de una cabina con dimensiones de 2,10 m de alto y de largo y 1,5 m de ancho, en su interior están colocados el cajón de asiento sanitario con división de orina y tanques de almacenamiento de heces con capacidad de 6 l y 20 l respectivamente, y el orinal con su manguera. En la parte exterior se encuentra ubicado el tanque de orina del orinal también de 6 litros de capacidad.



Fig. 8: Módulo 2 (Escuela Guacamayas): a-b) modelo de asiento sanitario con sus tanques de almacenamiento, c-d) modelo de orinal y sus tanques recolectores de orina. (Fuente: Gutiérrez, C. y Rodríguez, N. 2012)

## 7 Tipo y nivel de reutilización

La separación y recolección de la orina se realiza a través de la taza separadora y los orinales, los cuales conducen la orina directamente al tanque recolector. Después de que el tanque receptor se llena se hace un traslado de la orina a un segundo tanque de almacenamiento en el cual se deja en reposo durante dos meses con el fin que aumente el pH, lo que permite la eliminación de agentes patógenos. Además de eliminar agentes patógenos se produce un cambio de color de la orina y se reducen los olores característicos de la misma. Transcurrido este tiempo se realiza la aplicación del líquido como fertilizante al suelo (Fig. 9)



Fig. 9: Traspaso y uso de la orina como fertilizante para plantas. Escuela La Horqueta. (Fuente: Gutiérrez, C. y Rodríguez, N. 2012)

Esta tecnología permite separar las heces de la orina desde un inicio para almacenarlas de forma separada y segura; en el caso de las heces, después de un proceso de compostaje y reposo de varios meses, se pueden devolver al suelo reincorporando los nutrientes a este, a la vez que se protege la salud, ahorrando el consumo de agua y se previene la contaminación de las fuentes de agua. El tanque de maduración de heces es de color negro, lo que ayuda a mantener altas temperaturas, está separado de la caseta del baño y posee una entrada de aire protegida con una malla para permitir que el compostaje sea de tipo aerobio. Como material secante se utilizó una mezcla de aserrín con ceniza, esta última es un aporte de los niños que tienen cocinas de leña en sus hogares. Para que la mezcla de material secante, heces y papel higiénico se descomponga y no haya presencia de olores ni vectores, es recomendable dejar en reposo por un tiempo mínimo de seis meses una vez el tanque de maduración esté lleno. Con esto se logra convertir la mezcla en un biosólido, que posteriormente puede ser utilizado, en el caso de las escuelas rurales, para la siembra de plantas ornamentales en estas (Fig. 10).



Fig. 10: Tratamiento y disposición final del biosólido. Escuela La Horqueta. (Fuente: Gutiérrez, C. y Rodríguez, N. 2012)

Como actividad adicional, se realizó con el acompañamiento de los niños la reactivación de la huerta escolar en la escuela La Horqueta. La huerta fue dividida en dos partes iguales, en cada una de ellas se encontraban semillas de dos cultivos diferentes, uno de cilantro y otro de frijol. El propósito de la división fue adicionar la mezcla de orina como fertilizante a la mitad de la huerta para observar si se presentaban diferencias en la germinación de las semillas (Fig. 11).



Fig. 11: Reactivación de huerta escolar. Escuela La Horqueta. (Fuente: Gutiérrez, C. y Rodríguez, N. 2012)

## 8 Otros componentes del proyecto

### Proceso Educativo

La formación educativa se llevó a cabo por medio de talleres de introducción a los temas de saneamiento, saneamiento ecológico y sanitario seco, recalcando la importancia del uso y mantenimiento de esta nueva tecnología, y su relación con la protección de la salud y el ahorro del agua.

En el material se incluyen guías de trabajo, imágenes de apoyo e instrumentos como títeres, tal y como se muestra a continuación:

- *Taller 1: Introducción al saneamiento, saneamiento ecológico y sanitarios secos* (Fig. 12)

Actividades desarrolladas por medio de la guía número 1:

- ✓ Dinámicas de presentación y relajación grupal
- ✓ Introducción al tema de saneamiento y su problemática
- ✓ Retroalimentación de los conocimientos



Fig. 12: Taller 1 – Escuela Guacamayas (Fuente: Gutiérrez, C. y Rodríguez, N. 2012)

- *Taller 2: Uso de materiales de aseo del sanitario-ecológico-seco* (Fig. 13)

Se entregan los siguientes materiales de aseo personal y del módulo:

- ✓ Papel higiénico
- ✓ Jabón líquido para manos
- ✓ 1 Esponja
- ✓ 1 paquete de toallas
- ✓ Jabón líquido para el aseo y mantenimiento del módulo



Fig. 13: Taller 2 – Escuela La Horqueta (Fuente: Gutiérrez, C. y Rodríguez, N. 2012)

- Taller 3 – Retroalimentación de saneamiento, saneamiento ecológico, sanitarios secos y presentación del proyecto a padres de familia

Inicialmente por medio de la guía numero 2 se retoman los temas de saneamiento, saneamiento ecológico y sanitario seco, con los alumnos para explicar a los padres de familia la importancia del proyecto y los beneficios que puede traer esta nueva tecnología y presentar el modelo de las empresas.

Se pone en marcha el proyecto y el uso del sanitario y se apoya la actividad junto con un afiche educativo que se coloca dentro de cada una de los módulos (Fig. 14).

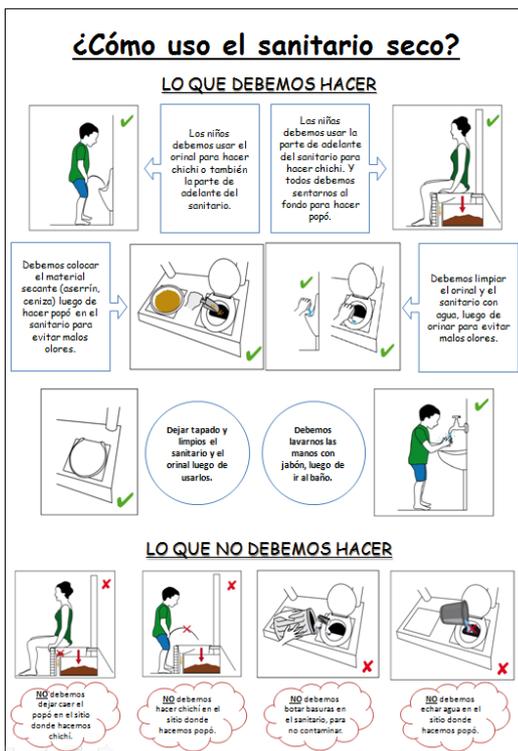


Fig. 14: Afiche de apoyo de sanitario seco. Imágenes adaptadas de: [http://www.rotaria.net/peru3/rotaria/files/DL\\_7\\_Man.jpg](http://www.rotaria.net/peru3/rotaria/files/DL_7_Man.jpg)

### Seguimiento

El seguimiento del proyecto estuvo comprendido en un periodo de 8 meses durante los cuales se realizaron visitas de control (quincenales a cada una de las escuelas) y semanalmente se realizaron llamadas telefónicas.

En las visitas realizadas se efectuaron los registros dentro del “Formato de seguimiento”. Dentro de éste se realizaba una encuesta de percepción del uso del sanitario y una lista de observación que permitía verificar el mantenimiento, uso y estado de la estructura de cada una de los módulos;

adicionalmente se encontraban casillas para el registro de volumen de orina y peso de las heces. En las llamadas telefónicas realizadas se hicieron preguntas a las docentes acerca de la percepción y el uso del sanitario. Las preguntas permitían encontrar fallas en los módulos. Posteriormente en cada una de las visitas se realizaban los correctivos.

### Adecuaciones de los módulos sanitarios

A continuación se presentan cada uno de los cambios realizados a los módulos sanitarios de ambas empresas.

- Escuela rural La Horqueta – Modelo 1:

Desde un comienzo el acompañamiento de los técnicos de la empresa responsables del Modelo 1 fue fundamental y siempre colaboraron para adaptar, según las necesidades y las recomendaciones, el módulo sanitario.

Tabla 1: Adecuaciones del módulo sanitario en la escuela la Horqueta (Modelo 1)

Componente del módulo sanitario	Adecuaciones (Antes y después)
Entrada de mangueras al tanque de orina	Se unieron las tuberías para evitar estancamiento de la orina, salpicadura y malos olores. Además esta adaptación facilitaba el vaciado del bidón. 
Cambio de color y posición del tubo de escape de olores	Se extendió la tubería de ventilación hasta alcanzar el techo y se pintó de negro para mejorar su función y evitar malos olores. 
Bloqueo de entrada de vectores al tanque de maduración de 250 litros	El tanque presentaba orificios que permitían la entrada de vectores. Se sellaron las entradas y se solo se dejaron pequeños orificios para la entrada de aire. Adicionalmente se colocó un tubo con agujeros dentro del tanque para facilitar la descomposición del biosólido. 
Rebosadero y llave para salida del tanque de agua lluvia	Se adaptó la llave para el suministro de agua para evitar el desperdicio del líquido y se instaló un rebosadero. 

<p>Ajuste de puerta de acceso al módulo</p>	<p>Se modificó el marco de la puerta de entrada al módulo, debido a que permitía observar hacia adentro cuando la puerta se encontraba cerrada, no aportando total privacidad a sus usuarios.</p> 
<p>Empaque del tanque de almacenamiento de heces</p>	<p>Se cambió el sistema que une el inodoro con el tanque de almacenamiento de heces. Se instaló una correa nueva que rodeaba todo el tanque haciendo que el sistema fuese más fácil de manejar.</p> 

• *Escuela rural Guacamayas – Modelo 2*

El modelo 2 en la escuela rural Guacamayas, presentó fallas en el diseño y materiales del módulo. Se necesitaron 6 meses para realizar los ajustes necesarios para el buen funcionamiento del módulo. Los problemas principales se encontraban en el asiento del sanitario y en la combinación del cajón y la cámara de recolección.

**Tabla 2:** Adecuaciones del módulo sanitario en la escuela Guacamayas (Modelo 2).

Componente del módulo sanitario	Adecuaciones (Antes-Después)
<p>Cajón Sanitario</p>	<p>El cajón inicial no tenía acabados resistentes y en el momento de su instalación ya presentaban fisuras en las esquinas y no daba la confianza para sentarse en él. El tamaño del asiento sanitario era muy grande y los ángulos y terminaciones no eran pulidas ocasionando inseguridad en los niños. Por lo que un nuevo cajón fue construido en madera y un asiento más apropiado para los niños, fue importado desde Perú.</p> 
<p>Orinal</p>	<p>Durante las pruebas iniciales realizadas para el orinal, se observaron problemas en las uniones del diseño las cuales hacían que se presentaran fugas de líquido. Los niveles del orinal no permitían una recolección adecuada. Se cambió el orinal por un modelo de una sola pieza, y se diseñaron unos escalones que elevaban el orinal, los cuales mejoraban el ángulo de la tubería. Además la tubería de orina fue también reemplazada.</p> 

**9 Costos**

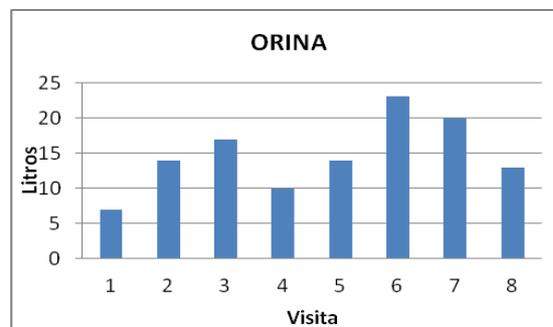
El proyecto fue apoyado por la Universidad El Bosque a través de la convocatoria interna de apoyo para proyectos de investigación del año 2011. Tuvo un costo total de COP 6 millones (aproximadamente 2.328 EUR) de los cuales COP 3.5 millones se invirtieron en la compra de los módulos sanitarios. La diferencia se utilizó para los desplazamientos y alojamiento de las salidas de campo, materiales de aseo y material didáctico. El proyecto no contrató personal.

**10 Operación y mantenimiento**

El mantenimiento y la limpieza del módulo sanitario fue realizado por los niños, docente y económica de cada una de las escuelas así como el manejo de los subproductos. Dentro de los formatos de seguimiento se realizó un registro de los volúmenes de cada uno de los subproductos como indicador de un uso constante del módulo sanitario. A continuación encontramos una descripción de los procedimientos realizados con cada uno de los subproductos.

**Manejo de la orina**

Dentro del formato de visitas, como indicador de uso del módulo sanitario se hizo el registro del volumen de orina; los siguientes resultados se tomaron en la escuela La Horqueta (Fig. 15). Posterior al almacenamiento de la orina se enseñó cómo realizar la aplicación en zanjas alrededor de los árboles y plantas de cada escuela.



**Fig. 15:** Resultados de orina – escuela La Horqueta. (Fuente: Gutiérrez, C. y Rodríguez, N. 2012).

**Manejo de heces**

Se realizó el registro del peso de heces en la escuela La Horqueta (Fig. 16). El peso incluye heces, material secante (cenizas y aserrín) y papel higiénico.

Los datos registrados en cada visita, mostraron que el módulo de la escuela la Horqueta, fue utilizado de forma constante por parte de los estudiantes, demostrando que el sistema fue aceptado con naturalidad. Al inicio hubo quejas por la presencia de olores dentro del módulo debido a que la cantidad de material secante colocado después de hacer uso del sanitario era insuficiente.

Una situación particular se encontró en el periodo de vacaciones de la escuela, comprendido entre los meses de diciembre y enero, debido a que en este tiempo no se realizaron seguimientos y aunque no hay niños en la escuela, los habitantes de la vereda continuaron haciendo uso del sanitario, el pico registrado en la visita número seis corresponde a este periodo.

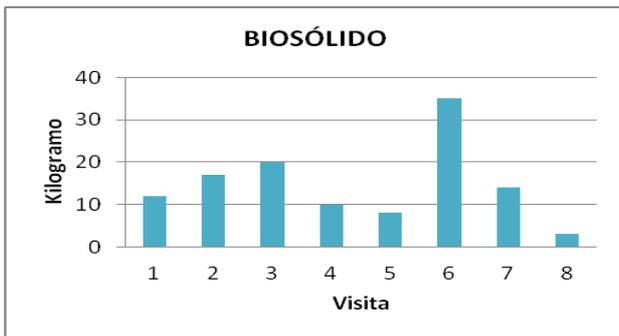


Fig. 16: Resultados de biosólido por visita – escuela La Horqueta. (Fuente: Gutiérrez, C. y Rodríguez, N. 2012)

Para asegurar el tratamiento adecuado de las heces y convertirlas en biosólido, se realizó el traslado del tanque de almacenamiento al tanque de maduración. Este biosólido se dejó reposar por un período de seis meses. Cuando se destapo el tanque, se encontró que la apariencia del biosólido era similar al de la tierra y no había presencia de olores. Posterior a su tratamiento, se realizó la siembra de plantas ornamentales.

## 11 Experiencia práctica y lecciones aprendidas

Las escuelas La Horqueta y Guacamayas, poseían baterías de baño en condiciones deficientes con presencia de malos olores y aspecto desagradable. Al no contar con un sistema adecuado de alcantarillado las aguas negras generadas se vertían a un pozo séptico deteriorado o saturado, generando contaminación al ambiente y poniendo en riesgo la salud de los niños y habitantes de la zona.

La comunidad académica de la escuela La Horqueta siempre estuvo dispuesta a colaborar, esto quedó demostrado con la adopción de esta nueva tecnología. Además se evidenció que el acompañamiento constante permitió detectar las fallas que presentaba el módulo a tiempo y se logró evitar que la comunidad se desanimara y no siguieran usando el sanitario.

A pesar que la docente, la ecónoma y los niños de la escuela La Horqueta se encuentran involucrados con el correcto funcionamiento del módulo, los niños asimilaban mejor y mucho más fácil esta nueva tecnología en comparación a los adultos. La docente y ecónoma a pesar de colaborar con el proyecto, solo una vez hicieron uso del sanitario porque les parecía incómodo y aun no asimilan entrar a un baño con una tecnología diferente.

El modelo instalado en la escuela Guacamayas, desde un comienzo presentó problemas técnicos e inconvenientes en el diseño, el inicio del uso del módulo se postergó un tiempo durante el cual se hicieron los arreglos, desde la última capacitación a la entrega final del módulo transcurrió casi un año; es por esto que la docente, ecónoma y estudiantes, perdieron la credibilidad frente al proyecto y la nueva tecnología propuesta. Una vez se realizaron las mejoras y se retomó el proyecto hubo desconocimiento acerca de los temas tratados inicialmente en los talleres y hubo la necesidad de volverlos a hacer para promover el uso adecuado del módulo.

El sistema de recolección de aguas lluvias del módulo 1 ubicado en la escuela La Horqueta demostró ser eficiente, el agua recolectada es utilizada para el lavado de manos, hacer la limpieza del módulo, para regar la huerta o las plantas sembradas en la escuela.

En cuanto a la manipulación de los tanques de almacenamiento tanto de orina como de heces, resultó ser fácil después de los arreglos realizados, se demostró que es una actividad en la cual los estudiantes pueden realizar el cambio y traslado de los elementos a los respectivos tanques de maduración y almacenamiento sin inconvenientes.

Finalmente, podemos comentar y concluir gracias a la experiencia adquirida durante el proyecto que:

- Hablar acerca de orina o heces y su manejo siempre ha sido un tabú sin embargo en el desarrollo del proyecto se demostró que por medio de actividades lúdicas, talleres, charlas y acompañamiento se logra romper este tabú y los niños asumen de forma natural los temas relacionados.
- Los resultados permiten recomendar este sistema en áreas rurales del país ya que no hay limitaciones para la disposición de biosólido y orina existiendo la posibilidad de ser utilizados en árboles frutales y plantaciones, demostrando ser una tecnología eficiente en las condiciones ambientales de la zona.
- Para la introducción de una tecnología nueva como los sanitarios secos, se debe vincular a todos los actores en cada fase del proyecto, de esta manera no se sienten obligados o excluidos sino se apropian y desarrollan actividades con naturalidad.
- La tecnología demuestra ser un sistema que funciona en las escuelas ya que su labor de limpieza y mantenimiento la pueden realizar niños con edades entre 5 y 12 años, evidenciando que no hay discriminación de género para realizar la tarea y respondiendo con responsabilidad.
- La tecnología demuestra ser un sistema ahorrador de agua ya que en ningún momento de su uso o limpieza utiliza grandes cantidades, como resultado, el agua suministrada a la escuela la Horqueta alcanzó para todas las labores necesarias según testimonios.
- Para el desarrollo de proyectos de sanitarios secos que impliquen el cambio de mentalidad frente al uso de heces y orina se recomienda incluir desde un principio a los niños ya que ellos tienen la facilidad de asimilar y comprender nuevos temas gracias a su mente abierta y su necesidad de adquirir conocimiento.
- En Colombia la industria que desarrolla y comercializa esta tecnología es aún incipiente y continua en proceso de mejoramiento de los modelos.
- A pesar de las deficiencias técnicas presentadas en uno de los módulos sanitarios, al final del proyecto se evidencia un excelente funcionamiento de los dos modelos lográndose los objetivos propuestos por este proyecto.

Una evaluación básica (Tabla 3) ha sido realizada para indicar en cuál de los cinco criterios de sostenibilidad (según el documento 1 de visión de SuSanA) este proyecto tiene fortalezas y en cuales aspectos no recibe suficiente énfasis (debilidades).

**Tabla 3:** Indicadores cualitativos de un sistema sostenible. Una cruz en la columna respectiva muestra la evaluación de la sustentabilidad relativa del proyecto (+ significa: aspecto fuerte en este proyecto; 0 significa: fuerza promedio en este aspecto y - significa: sin énfasis en este aspecto).

Modelo 1 – Escuela la Horqueta	Colección y transporte			Tratamien to			Transport e y reuso		
	+	o	-	+	o	-	+	o	-
Criterio de sostenibilidad									
• Salud e higiene		X			X			X	
• Medio ambiente y recursos naturales	X			X			X		
• Tecnología y mantenimiento	X				X			X	
• Financiamiento y economía	X					X			X
• Socio-cultural e institucionall	X				X			X	

Modelo 2 – Escuela Guacamayas	Colección y transporte			Tratamien to			Transport e y reuso		
	+	o	-	+	o	-	+	o	-
Criterio de sostenibilidad									
• Salud e higiene		X			X			X	
• Medio ambiente y recursos naturales	X			X			X		
• Tecnología y mantenimiento			X		X			X	
• Financiamiento y economía		X				X			X
• Socio-cultural e institucionall		X			X			X	

**Criterios de sostenibilidad del saneamiento:**

**Salud e higiene** incluye el riesgo de exposición a patógenos y sustancias peligrosas, y la mejora al bienestar lograda por la aplicación de cierto sistema de saneamiento.

Medio ambiente y recursos naturales implica los recursos necesarios en el proyecto y también el grado de reciclaje y reutilización practicado y sus efectos

**Tecnología y mantenimiento** se relacionan con la funcionalidad y facilidad de la construcción, operación y supervisión del sistema y también la robustez y la adaptabilidad de los sistemas existentes

**Financiamiento y economía** incluye la capacidad de los hogares y comunidades de cubrir los costos de saneamiento y también el beneficio, e.g. de fertilizantes y el impacto externo en la economía.

**Aspectos socio-culturales e institucionales** se refieren a la aceptación socio-cultural y a que tan apropiado es el sistema, percepciones, aspectos de género y conformidad con los marcos legales e institucionales.

Para más detalles ver el documento de la visión de SuSanA: "Towards more sustainable solutions" (www.susana.org)

En cuanto a los efectos a largo plazo, el principal resultado esperado del proyecto fue la generación de aceptación y la

propiedad de una nueva tecnología de saneamiento para las comunidades rurales. Este proyecto destaca el papel de la escuela como centro demostrativo para la comunidad en las zonas rurales. Como resultado de este proyecto, junto con los intereses de la comunidad y varias organizaciones, este sistema de saneamiento está siendo actualmente replicado en hogares rurales de la zona.

**13 Documentos disponibles**

Carrasco, M. W. (2011). Tecnologías alternativas en agua, saneamiento e higiene en situaciones de emergencias y desastres. Ficha tecnica de unidad sanitaria seca con separación de orina. Bogotá.

Cerrando el ciclo - Saneamiento ecológico para la seguridad alimentaria. Esrey, S. A. México: Sarar Transformación, SC Tepoztlan, México. (2001).

Compost making toilets. En P. Morgan, Toilets that make compost. Morgan, P. Estocolmo: Practical Action Publishing. (2008).

Delgado, R. C. (Febrero de 2008). Cuadernos de Vivienda y Urbanismo. Recuperado el 4 de Abril de 2012, de Universidad Javeriana:

<http://www.javeriana.edu.co/viviendayurbanismo/pdfs/11CnosViv-2.pdf>

Desviación de Orina: Una paso hacia el Saneamiento Sustentable. Kvarnström, E., Emilsson, K., Stintzing, R., Johansson, M., Jönsson, H., Petersens, E., y otros. EcoSanRes. (2006).

[http://www.ecosanres.org/pdf\\_files/Desviacion\\_Orina\\_2006-1.pdf](http://www.ecosanres.org/pdf_files/Desviacion_Orina_2006-1.pdf)

Diseño y construcción de sanitarios ecológicos en áreas rurales. Molinar, Y., Guerrero, H. M., Tamised, F. J., & Zuñiga, R. (2006). <http://bvs.sld.cu>

Duarte, J., Gargiulo, C. & Moreno, M. (2011). Infraestructura Escolar y Aprendizajes en la Educación Básica Latinoamericana: Un análisis a partir del SERCE. Banco Interamericano de Desarrollo.

[www.iadb.org/en/publications/publication-detail,7101.html?id=20667%20&dcLanguage=en&dcType=All](http://www.iadb.org/en/publications/publication-detail,7101.html?id=20667%20&dcLanguage=en&dcType=All)

Ecological Sanitation. Calvert, P., Morgan, P., Rosemarin, A., Sawyer, R., & Jun, X. Stockholm Environment Institute. 2004.

Environmental of the rural schools and the relation to pupil's health in a municipality from Colombia. Matiz, M. I. Estocolmo, Suecia: Alfa Print. (2007).

Gobernación de Cundinamarca. (2011). Municipio de Apulo. Recuperado el 23 de Octubre de 2011, de [www.apulo-cundinamarca.gov.co](http://www.apulo-cundinamarca.gov.co)

Guidelines for the safe use of wastewater an excreta in agriculture and aquaculture. World Health Organization, WHO. Switzerland: Geneva. (1989).

Gutierrez, C., Rodriguez, N. (2012) Trabajo de grado, "Piloto demostrativo para el uso y mantenimiento del sanitario ecológico seco, en dos escuelas rurales del municipio de Apulo, Cundinamarca". Programa de Ingeniería ambiental. Universidad El Bosque. Bogotá

Instituto de Salud y Ambiente, Universidad El Bosque. (2010). Diagnostico ambiental de las escuelas rurales de Anapoima y Apulo.

Instituto Nacional de Salud (INS). Estado de la vigilancia de la calidad de agua para consumo humano. SIVICAP. (2012)

Lineamientos para el uso seguro de la orina y las heces en sistemas de saneamiento ecológico. Schonning, C., Stenstrom, T. A. EcoSanRes. 2004. [http://www.ecosanres.org/pdf\\_files/Usos\\_Orina\\_Heces\\_Ecosan\\_2004-1.pdf](http://www.ecosanres.org/pdf_files/Usos_Orina_Heces_Ecosan_2004-1.pdf)

Naciones Unidas. (Junio de 2012). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Recuperado el 13 de Marzo de 2013, de Objetivos de Desarrollo del Milenio: <http://www.undp.org/content/dam/undp/library/MDG/spanish/MDG%20Report%202012%20-%20Complete%20Spanish.pdf>

OMS/OPS. Situación de las Américas. Indicadores Básicos. (2012)

PNUD, Colombia. (2011). Objetivos de desarrollo del milenio, podemos lograrlos. Recuperado el 27 de febrero de 2011, de [http://odm.pnudcolombia.org/index.php?option=com\\_content&view=categori&layout=lock&id=6&itmid=15](http://odm.pnudcolombia.org/index.php?option=com_content&view=categori&layout=lock&id=6&itmid=15)

Sarar Transformation. Sawyer, R., Friedman, B. & Delmaire, A. (2003). <http://www.sarar-t.org>

#### **14 Instituciones, organizaciones y personas de contacto**

Para más información sobre modelos de sanitarios, por favor contactar:

Instituto de Salud y Ambiente. Universidad El Bosque. Bogotá. Colombia.

E-mail: [saludambiente@unbosque.edu.co](mailto:saludambiente@unbosque.edu.co)

##### **Case study of SuSanA projects**

*Piloto demostrativo de ecosan en dos escuelas rurales  
Municipio de Apulo, Cundinamarca, Colombia*

SuSanA 2013

##### **Autores:**

María Inés Matiz Salazar (Universidad El Bosque. Bogotá, [matizmaria@unbosque.edu.co](mailto:matizmaria@unbosque.edu.co)); Juan Felipe Jaramillo Gómez (Universidad El Bosque. Bogotá, [jjaramillo@unbosque.edu.co](mailto:jjaramillo@unbosque.edu.co)); Carlos Alberto Gutiérrez Gutiérrez (Universidad El Bosque, Bogotá, [cagutierrezg7@hotmail.com](mailto:cagutierrezg7@hotmail.com)); Natalia Catherine Rodríguez López (Universidad El Bosque, Bogotá, [natisrodri\\_06@hotmail.com](mailto:natisrodri_06@hotmail.com)); Kim Andersson (SEI, [kim.andersson@sei-international.org](mailto:kim.andersson@sei-international.org)).

Edición y revisión: Kim Andersson (SEI, [kim.andersson@sei-international.org](mailto:kim.andersson@sei-international.org)), Patricia Villarrubia Gómez (SEI-intern, [pattyvg1@hotmail.com](mailto:pattyvg1@hotmail.com))

##### **© Alianza de saneamiento sostenible**

Todo el material de SuSanA es gratuito y disponible como parte de un concepto de código abierto para la capacitación y uso no lucrativo, con la condición de su apropiado reconocimiento a las fuentes. Usuarios de esta información deben dar en todo momento crédito al autor original, fuente o dueño de derechos en sus citas.

Este documento está disponible en:

[www.susana.org](http://www.susana.org)