

El Reacondicionamiento del Canal del Sexto Anillo

Santa Cruz, Bolivia

CE 4905: Proyecto de Diseño Internacional de los

Estudiantes de Ingeniería Ambiental/Civil.

Universidad Tecnológica de Michigan

El Equipo ISD:

**Eric Krause
Meghan Wahlstrom
Tricia Curmi**

Traducido Por:

HU 3293: Español Para Propósitos Especiales

Empresa de Traducción:

**Brandon Pereles
Michael McClain
Bill Norkus**

24 de Abril 2006

Carta De Presentación

Estimados ciudadanos de Santa Cruz de la Sierra y clientes de los proyectos de ingeniería civil y ambiental asignados por la Profesora e Ingeniera Linda Phillips (Michigan Technological University) y por las varias instituciones de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Estudiamos español como segunda lengua y este semestre hemos sido estudiantes de la clase de Español para Propósitos Especiales, una clase a nivel intermedio y en la cual repasamos gramática, estudiamos vocabulario para negocios y aprendemos algo de comunicación intercultural. El documento que aquí les ofrecemos a ustedes fue parte de un proyecto de clase: ocho equipos tradujeron y prepararon ocho diferentes documentos de proyectos basados en los reportes de los equipos ISD (International Senior Design) de las facultades de ingeniería civil y ambiental. Los equipos ISD constan de estudiantes de último año de estudio en nuestra universidad, que fueron a Bolivia para aprender a colaborar en proyectos de ingeniería.

Quisiéramos darles las gracias, primero que todo, por esta oportunidad de sintetizar, resumir, condensar y finalmente de traducir los proyectos al español para ustedes. Ha sido un proyecto “desafiante” para cada uno de nosotros, pero al mismo tiempo de gran aprendizaje, no sólo del español técnico, sino también de comunicación y cultura a varios niveles, dentro y fuera de la universidad.

Nuestra meta para la “Empresa de Traducción” no ha sido la de hacer una traducción literal, sino de trasladar al papel una síntesis del proyecto ISD para que fuera más fácil de “traducir” a su contexto lingüístico y cultural. A pesar de todo empeño, esfuerzo y motivación durante estas últimas 14 semanas, es muy posible que la traducción esté aún en su fase preliminar. Por eso, queremos disculparnos de antemano. Lo que sí esperamos mostrar con esta traducción es el concepto importante de la sostenibilidad ambiental de este proyecto.

Nuestro deseo ha sido también el de fomentar más diálogo y enlaces interculturales como también la reciprocidad entre nuestras culturas.

Cordialmente,

Brandon Pereles

Michael McClain

William Norkus

Índice

Tópica

Página

<i>Introducción</i>	1
Evaluación de datos e información.....	2
Las opciones y análisis.....	2
<i>Opciones</i>	3
La primera opción- la excavación del fondo del canal	3
La segunda opción- un canal trapezoidal con un canal piloto prefabricado	5
La tercera opción: reconstrucción completa	7
El rip rap.....	8
La tercera opción: el tiempo que se tardaría para reconstruir completamente..	9
Consideraciones para construcción de opción tres.....	9
La Cuarta Opción: Sostener condiciones existentes	10
Análisis de ventajas.....	11
<i>Recomendaciones</i>	11
<i>Conclusión</i>	12
<i>Glosario</i>	12

Introducción

En agosto de 2005, el equipo ISD, un grupo de estudiantes de ingeniería Civil/Ambiental de la Universidad Tecnológica de Michigan viajó a Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Los estudiantes fueron para aprender a resolver problemas asociados con el Canal del Sexto Anillo. Este informe ofrece un resumen del proyecto del grupo, opciones de diseño, costo y su recomendación final.

En los años ochenta la ciudad construyó un canal de concreto localizado cerca del Sexto Anillo en la intersección de Doble Vía Santa Cruz-La Guardia a unos 3 mil metros de la salida del Río Piari. Ver Figura 1 abajo.



Figura 1. Un mapa de la Ciudad de Santa Cruz que incluye el Sexto Anillo y el Canal del Sexto Anillo. Esta figura es figura 4 en el reporte del equipo ISD, Agosto 2005. Página 4.

Durante la reunión preeliminar con el ingeniero Jorge Valdéz, y el ingeniero de drenaje Edel Aponte, les dijo el equipo ISD que el declive diseñado era suficiente para el drenaje del agua. Sin embargo, según los ingenieros de la ciudad cuando el canal se construyó, la compañía de construcción no verificó que el declive fuera suficiente y más bien usó una manguera para verificar si el agua fluiría; sin embargo, después de la

construcción el agua no fluía. Los ingenieros del equipo ISD determinaron que el agua estancada en un área de aproximadamente 2.200 metros del canal se almacena donde la elevación es demasiado llana para el drenaje. El agua estancada echa un olor muy desagradable, y es peligrosa para la salud y la seguridad. También sirve de vivero para mosquitos.

Evaluación de datos e información

El equipo ISD preparó un catálogo de fotografías del canal para proveer un método fácil de evaluar las condiciones del sitio. También, el grupo ISD se reunió con el profesor Dr. Stan Vitton, de la Universidad Tecnológica de Michigan, y Tim Griffin, un gerente de construcción, de Houghton, Michigan para examinar posibles opciones de diseño y sus factibilidades.

En total se consideraron cuatro opciones:

1. Excavar el Fondo del Canal
2. Construir un canal trapezoidal con un canal piloto prefabricado.
3. Reconstruir completamente el canal.
4. Sostener las condiciones existentes.

Las opciones y análisis

El canal existente en el sexto anillo es un canal abierto al público en una configuración trapezoidal. Ver figura #2 abajo. Los ingenieros de la ciudad de Santa Cruz pidieron que el equipo ISD evaluara y recomendara una solución que fuera sostenible.

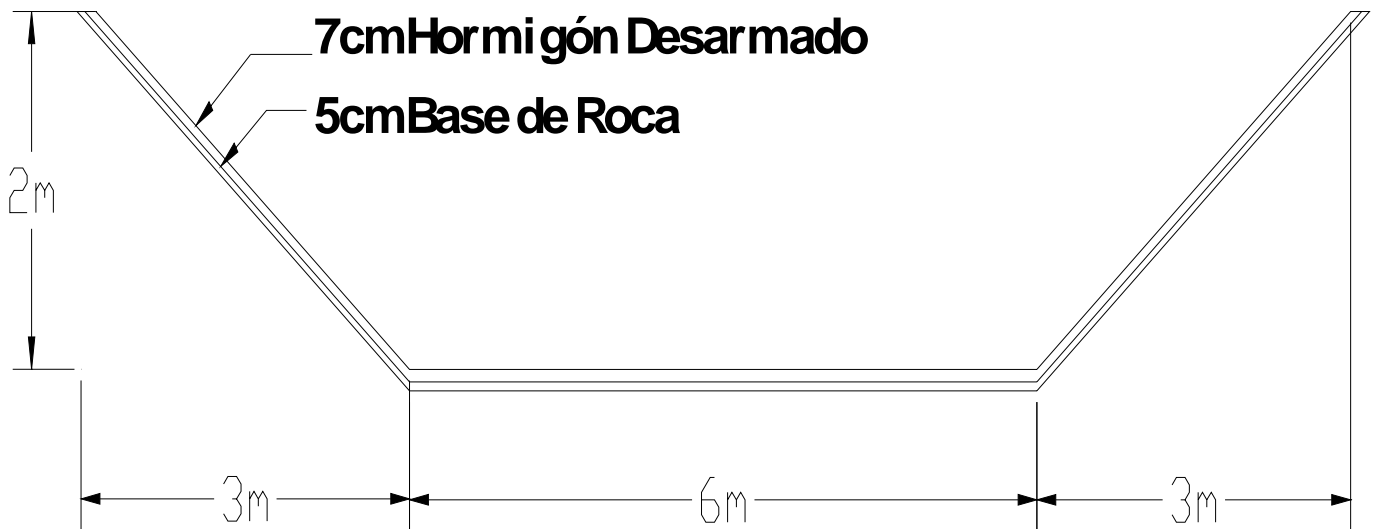


Figura 2. Un dibujo del canal existente; el Canal del Sexto Anillo, Santa Cruz, Bolivia. La figura es figura 7 en el reporte del equipo ISD, Agosto 2005. Página 9.

La inspección indicó que el suelo debajo del canal es de un tipo que presenta problemas estructurales y obliga limitaciones en los diseños. Los ingenieros Valdéz, Aponte, y Del Pozo F. recomendaron un reacondicionamiento para elevar el canal a un nivel adecuado.

En este análisis, el equipo ISD consideró la sostenibilidad económica, ambiental, y social de cada opción. Las limitaciones del diseño del reacondicionamiento del proyecto son el canal piloto, la elevación en los términos de oeste y este, el tipo de suelo y el declive.

Opciones

La primera opción- la excavación del fondo del canal

Esta opción incluye excavar el canal a la profundidad necesaria e insertar hormi gón armado en la sección transversal extendida. La reconstrucción del fondo resultaría en un declive con un gradiente suficiente y mayor capacidad para llevar agua. Ver figura #3 abajo.

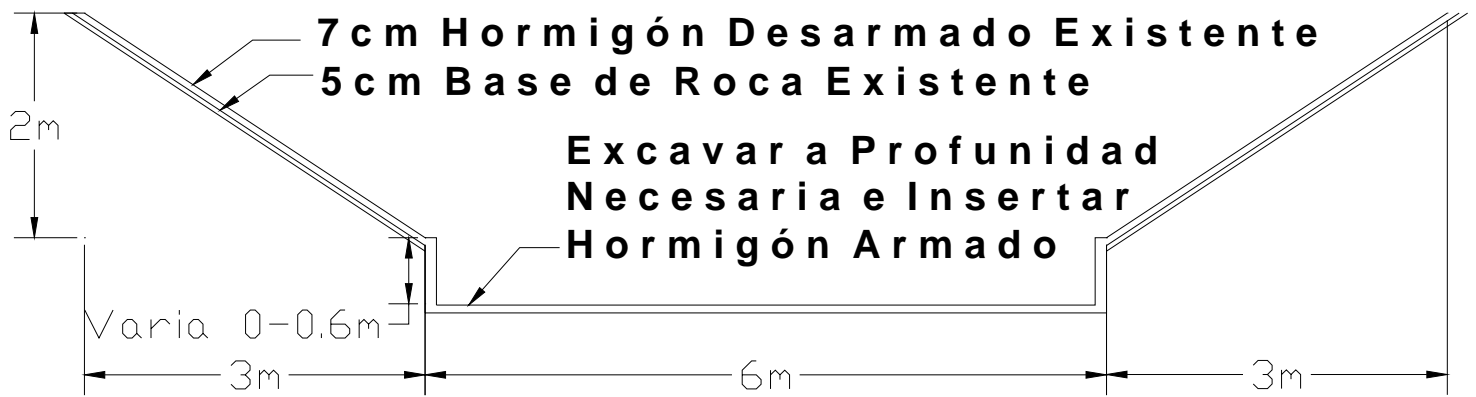


Figura 3. Un dibujo del canal de la primera opción; el Canal del Sexto Anillo, Santa Cruz, Bolivia. La figura es figura 8 en el reporte del equipo ISD, Agosto 2005. Página 10.

Opción I

Ventajas

- Provee más capacidad de flujo.
- Resuelve el problema con aguas estancadas.
- Reconstrucción incompleta.
- Reciclaje del mismo material.

Desventajas

- Riesgo grande: inestabilidad de la estructura.
- Inestabilidad del suelo.
- Métodos desconocidos de construcción.
- No es sostenible.

Tabla 1. Una tabla de las ventajas y desventajas de opción 1. Es del reporte del equipo ISD, Reacondicionamiento del Canal del Sexto Anillo; Agosto, 2005. Página 11.

La primera opción requiere una sección transversal inusitada y métodos difíciles de construcción. La comunidad parece preferir esta opción porque no se requiere ningún reemplazo del canal entero. Sin embargo, la comunidad sugirió esta solución sin investigar la integridad estructural del canal, la condición del suelo y el costo de construcción.

Después de consultar con los ingenieros geotécnicos y los gerentes de construcción en EE.UU. el equipo ISD cree que esta opción no es necesaria. El equipo ISD estaba preocupado con la posibilidad de crear una falla estructural. Durante la construcción se podría crear una falla, un riesgo para los trabajadores. Otra posibilidad

es una falla después de la construcción; esta falla resultaría en una reconstrucción urgente.

El equipo ISD no sabe de métodos de construcción que podrían facilitar la construcción de esta opción sin el riesgo descrito anteriormente y el mayor costo de construcción. Sin embargo, el equipo ISD cree que esta opción no es ni sostenible ni factible. Esta opción tendría más riesgos que las otras, y el equipo ISD no la recomienda.

La segunda opción- un canal trapezoidal con un canal piloto prefabricado

Esta opción enfoca en el reacondicionamiento del canal existente excavando e insertando un canal piloto prefabricado. Las secciones prefabricadas abiertas forrarán la porción central y entre los lados existentes del canal y las secciones prefabricadas, habrá hormigón armado. Ver figura #4 abajo.



Figura 4 Un dibujo del canal de la segunda opción; el Canal del Sexto Anillo, Santa Cruz, Bolivia. La figura es figura 10 en el reporte del equipo ISD, Agosto 2005. Página 13.

Opción II

Ventajas

- Se controla sedimento.
- Reciclaje del mismo material.
- Resuelve el problema de las aguas estancadas.
- Seguro después de construcción
- Reconstrucción incompleta.

Desventajas

- Riesgo mayor: inestabilidad estructural.
- Inestabilidad del suelo.
- Métodos de construcción nuevos e irregulares.
- Insostenible.
- Forma irregular.
- Mayor costo.

Tabla 2. Una tabla de las ventajas y desventajas de opción 2. Es del reporte del equipo ISD, Reacondicionamiento del Canal del Sexto Anillo; Agosto, 2005. Página 14.

Esta opción introduce una sección transversal irregular al canal, métodos nuevos de construcción y una parte prefabricada especial. Las secciones son necesarias para mantener la estabilidad del suelo durante la construcción. Este diseño considera la integridad estructural del canal existente y la estabilidad del suelo.

La sección transversal irregular de este diseño presenta la posibilidad de eliminar un problema grande en la mitad del canal. El suelo al fondo de arena y sedimento es difícil de estabilizar sin mayor costo y mayor riesgo. El canal piloto prefabricado reduciría el riesgo de falla del suelo inestable durante la construcción.

Para minimizar la posibilidad de desestabilizar el canal existente, la construcción necesitaría hacerse en etapas para reducir la cantidad de suelo expuesto. Después de instalar las secciones prefabricadas, se pondría concreto reforzado para estabilizar y cubrir el suelo expuesto. El equipo ISD recomienda usar el concreto del fondo otra vez después de migarlo para prevenir erosión en los lados expuestos.

Esta opción presenta métodos nuevos de construcción que son difíciles para llevar a cabo con excavación del canal piloto. Para llevar a cabo esta opción hay que tener en cuenta la cantidad de tiempo que todavía se necesita para completarse durante la estación seca. Para evitar la destrucción de los lados existentes, el equipo ISD recomienda que se use una rampa temporal durante la construcción.

Los datos preliminares del equipo ISD indican que el costo de excavación y de las secciones prefabricadas serán de aproximadamente \$750.000-\$900.000 (EE.UU.) para el reacondicionamiento. El equipo ISD cree que los riesgos, el costo de construcción y la posibilidad de fallas hacen que esta opción sea menos realista que la reconstrucción del canal.

La tercera opción: reconstrucción completa

Aproximadamente 70 metros (o 19 secciones) de las paredes del canal se han deteriorado y necesitan ser reemplazadas. El resto del canal está en condición satisfactoria, pero el canal está deteriorándose rápidamente, y necesita reconstruirse en 10-15 años. Si se reconstruyera ahora, el proyecto costaría menos y prevendría una futura urgencia.

Durante la reconstrucción del canal, el concreto y la roca existente se migarían y este estrato prevendría erosión. La roca migada también llenaría un espacio de siete centímetros entre el concreto y la capa geotextil. Esto creará un canal más fuerte porque no se pondrá el concreto directamente en la tierra y esto prevendrá erosión.

El equipo ISD recomienda que se ponga una malla, la cual fortalecería el canal y haría que durara más. También, el equipo ISD recomienda cortar el concreto cada tres metros a través del canal, lo cual permitirá que el agua drene de la tierra debajo del canal. El equipo ISD cree que con el método existente, las tuberías, pueden atascar, y también es más costoso y menos constructivo que el método sugerido por los ingenieros de Santa Cruz.

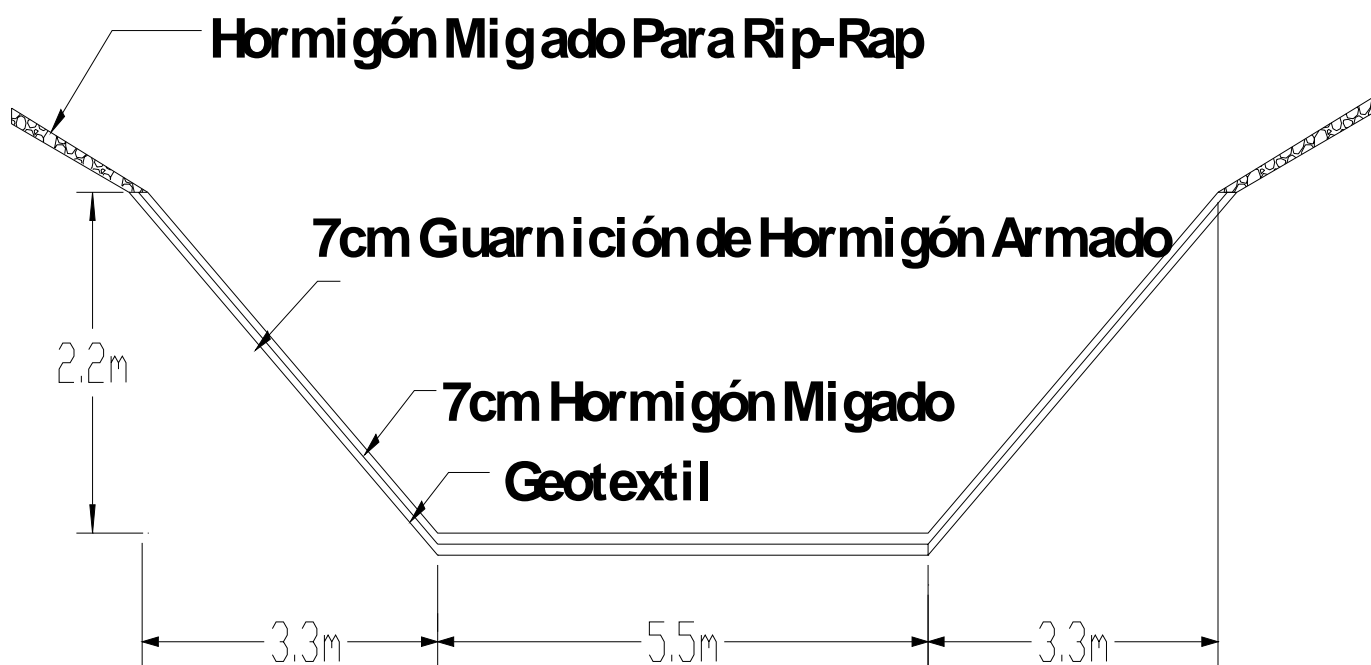


Figura 5. Un dibujo del canal de la tercera opción; el Canal del Sexto Anillo, Santa Cruz, Bolivia. La figura es figura 11 en el reporte del equipo ISD, Agosto 2005. Página 16.

El rip rap

Rocas miguadas se usarían para rellenar los espacios encima de la malla geotextil debajo de la base de concreto. El material sería miguado para este estrato a un diámetro de 25,4 mm. y se usaría como un filtro de tierra entre el concreto y el tejido geotextil. También, el equipo ISD recomienda que se use una malla atada a mano en el concreto para reforzamiento. Esto extendería la utilidad del canal.

La tercera opción: el tiempo que se tardaría para reconstruir completamente

Para evitar problemas con la construcción en temporada de lluvia, habrá que trabajar entre marzo y diciembre. El proyecto de 2.600 metros se completaría en dos estaciones secas y en trece partes. Cada parte consistiría de 200 metros. Las primeras seis partes se completarían durante la primera estación seca y las otras se completarían durante la segunda estación seca. La construcción podría empezar en junio y continuar en agosto.

Consideraciones para construcción de opción tres

El equipo ISD calcula el costo de demolición, re-diseño y reconstrucción del canal a aproximadamente \$5.424.349 bolivianos y la duración del proyecto a serían 18 meses durante las estaciones secas. La demolición y reconstrucción del canal sería más costosos y llevarían demasiado tiempo. Sin embargo, el equipo ISD no recomienda ni las primeras opciones ni un diseño económico parcial para el canal.

Además, esta tercera opción presenta unos problemas que incluyen, plano del alcantarillado, la parte meteorológica, erosión del sedimento y regulaciones para proteger el medio ambiente.

Ventajas y desventajas de opción tres

Ventajas

- Elimina riesgos desconocidos con opciones uno y dos
- Usa métodos de construcción tradicionales conocidos
- Resuelve problemas de erosión.
- Aumenta la elevación del canal

Desventajas

- Mayor costo

Tabla 3. Una tabla de las ventajas y desventajas de opción 3. Es del reporte del equipo ISD, Reacondicionamiento del Canal del Sexto Anillo; Agosto, 2005. Página 16.

La Cuarta Opción: Sostener condiciones existentes

La cuarta opción es mantener las condiciones del canal hasta que se encuentre una solución en el futuro, porque ahora el canal no causa inundación, sin embargo, todavía existe el agua estancada. El pantano al final del canal no permite que agua entre en el canal. Sin embargo, si el pantano creciera, agua fluiría en el canal y podría inundar la ciudad. El equipo ISD cree que el canal existente no fue diseñado para un aumento de flujo de agua.

Si no se hiciera nada, las paredes de concreto continuarían a deteriorar, y la erosión prevendría que agua fluyera en el canal. El canal existente presenta problemas de salud y paludismo. El equipo ISD analizó la calidad de agua y los resultados indicaron que el agua era malsana. Se verificó una concentración de fosfatos y nitratos. También, el equipo ISD verificó la presencia de *Cryptosporidium* y *Giardia* lambía, bacterias que causan diarrea, y que matan millones de niños cada año. También, los mosquitos *Anopheles* femeninos, que transportan malaria, prefieren agua estancada para reproducir y esto es un problema que podría surgir en el canal del sexto anillo.

Ventajas y Desventajas De Opción Cuatro

Ventajas

- Ningún costo
- Canal sigue funcionando limitadamente
- No hay riesgos de construcción

Desventajas

- No se resuelve el problema
- Hay riesgos de salud con el agua
- No es sostenible

Tabla 4. Una tabla de las ventajas y desventajas de opción 4. Es del reporte del equipo ISD, Reacondicionamiento del Canal del Sexto Anillo; Agosto, 2005. Página 20.

Análisis de ventajas

El equipo ISD recomienda que se reconstruya el canal tan pronto como sea posible. El canal está contaminado con material fecal humano y animal y contaminantes químicos. Estas condiciones son dañinas para la salud, la seguridad y el entorno de los habitantes, especialmente, los niños que jugarían en el canal. En conclusión los ingenieros del equipo ISD recomiendan que los ingenieros bolivianos escojan la tercera opción para reacondicionamiento del canal.

Recomendaciones

Las recomendaciones finales del equipo ISD se basan en:

- El futuro desarrollo del área
- La posibilidad de obtener los recursos monetarios necesarios
- La salud y seguridad de la población
- La utilidad a largo plazo del canal que existe ahora

Si la ciudad quisiera desarrollar el pantano al este de Doble vía o desarrollar el área de drenaje, es la recomendación del equipo ISD que no se haga nada por ahora sino reevaluar y rediseñar el canal para aumentar el flujo durante los próximos diez hasta quince años.

Si el flujo de la corriente no aumentara mucho en los próximos cuarenta hasta cincuenta años, la ciudad debería considerar opción tres. El equipo ISD cree que el canal que la ciudad tiene ahora funcionará entre diez hasta quince años. También, con

los problemas de salud y seguridad, la reconstrucción completa es la opción más sostenible ahora.

Conclusión

En este momento, la recomendación del equipo ISD es el reacondicionamiento total del canal. Esta opción aliviaría el agua estancada, resolvería los pendientes del lado que están deteriorándose y facilitaría la vida del canal. La ciudad quería una opción que costara menos dinero, pero el equipo ISD no la pudo encontrar. A causa de los problemas de salud, seguridad y el deterioro del canal, el equipo ISD recomienda que la Ciudad de Santa Cruz considere el reacondicionamiento del canal en total. Pero, si la ciudad piensa desarrollar el área, el equipo ISD recomienda que no se haga nada por ahora.

Glosario

- **Agua Estancada** – Agua que no va a ninguna parte cuando hay terreno bajo, y que sirve de vivero para los mosquitos.



Dibujo de http://www.cce.mtu.edu/projects/Projects_2005/storm_drain.htm.
El Veinte Tres de Marzo, 2006.

- **Alcantarillado** – Es un sistema de drenaje para el canal.



Dibujo de <http://www.tongurahua.gov.ec>
El Veinte de Abril, 2006.

- **Canal Piloto** – Un canal muy pequeño que se pone en el centro del canal principal y desvía el flujo del agua al río.
- **El Equipo ISD** – Un grupo de estudiantes de ingeniería Ambiental/Civil de la Universidad Tecnológica de Michigan. Como proyecto final de su programa de estudio universitario, el grupo viaja a países extranjeros para colaborar en resolver problemas de ingeniería.
- **Geotextil** – Es un material fabricado puesto entre el hormigón y la roca mizada.
- **Hormigón Armado**- Es concreto reforzado con pedazos de metal.



Dibujo de <http://www.imoa.info.com>
El Veinte de Abril, 2006.

- **Manguera** – Es un tubo como una cuerda que lleva agua de un grifo a un sitio más lejos del grifo.



Dibujo de <http://www.store.digitalfaucet.com>
El Veinte de Abril, 2006.

- **Migar** – Romper hormigón o roca en pedazos muy pequeños.
- **Mosquito Anopheles** – Un tipo de mosquito que se reproduce en Bolivia y transmite paludismo.



Dibujo de <http://www.plus.es>
El Veinte de Abril, 2006.

- **Paludismo** – Es una enfermedad de la sangre causada por los mosquitos en ciertas regiones tropicales.

- **Rampa**- Un piso con un declive, o un paseo, o calle para subir de un nivel a otro.



Dibujo de <http://www.fortress.uccb.ns.ca>
El Veinte de Abril, 2006.

- **Reacondicionamiento** – Reconstrucción o reparación de un objeto que falla.

- **Rip-Rap** – Hormigón migado que se pone en los lados del canal para prevenir la erosión.

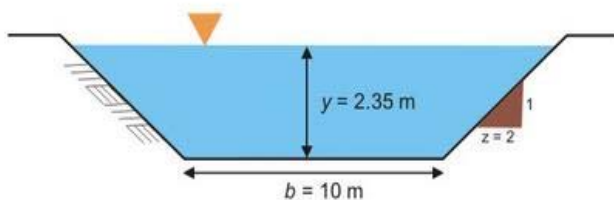
- **Secciones Prefabricadas Abiertas** – Secciones preconstruidas antes del reacondicionamiento del canal y puestas en el canal para llevar agua.



Dibujo de <http://www.pipe.rocla.com.au>
El Veinte de Abril, 2006.

- **Sostenible**-describe un proceso de construcción o ingeniería que toma en cuenta costo, materiales, e impacto sea a la gente como al medio ambiente.

- **Transversal** – Es una figura parcial que muestra mucho detalle de lado a lado.



Dibujo de <http://www.ponce.sdsu.edu>
El Veinte de Abril, 2006.