

El Sistema de Drenaje para el Séptimo Anillo Santa Cruz, Bolivia

CE 4905 Civil and Environmental Engineering Senior Design Project

Houghton Hydro Group S.A.

Chuck Schultz
Dave Peitz
Brian Greenhoe

Traducido por:

HU 3293: Empresa de Traducción
(Español para Propósitos Especiales)

Erin Brandt
Julian Kevianne
Alex Nitz

Universidad Tecnológica de Michigan
24 de Abril, 2006

Carta de presentación

Estimados ciudadanos de Santa Cruz 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, Bolivia.

Estudiamos español como segunda lengua en Houghton, Michigan* 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 fue parte de un proyecto de clase: ocho (8) 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 que se evidencie en la traducción es el concepto importante de la sustentabilidad ambiental de este proyecto.

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

Cordialmente,

Erin Brandt
Julian Kevianne
Alex Nitz

* Vea el glosario para una foto de nuestra ciudad

El Índice

1. Descripción del Proyecto	1
2. Causas del Problema	1-2
3. Métodos de Evaluación	2
4. Opciones para Resolver el Problema	3
figura 1 (sitio del trabajo)	
5. Soluciones Posibles	3-6
figura 2 (canal trapezoidal)	
6. Impactos de infraestructura	6
7. Recomendaciones Finales	7-9
tabla 1: Ventajas y Desventajas para Canal de 10 años	
tabla 2: Ventajas y Desventajas para Canal de 50 años	
8. Glosario	10-11

Descripción del Proyecto

Cada año durante la estación de lluvias (entre noviembre y febrero) hay una inundación* del séptimo anillo, en el distrito 10 de la ciudad de Santa Cruz. El área, de aproximadamente 330 metros de la intersección entre el séptimo anillo y Doble Via LaGuardia, sufre una grave inundación durante la estación de lluvias. Eso es porque el canal de drenaje construido y en vigor actualmente no sirve allí. Por eso, hay mucho peligro para el tráfico y para la gente que pasa por esta calle a pie todos los días.

Causas del Problema

1. **El suelo** El suelo consiste principalmente del suelo de lluvias (arena de granulos finos) que es típico de los derivados de inundación de los ríos serpentinicos. Usando el sistema mejor conocido de clasificación del suelo (USCS), el suelo a nivel de superficie puede clasificarse como SP-SM (arena nivelada y lodo*). Este suelo tiene algun drenaje, pero también tiene poca conductividad hidráulica a causa de las partículas finas y la falta de nivelación.
2. **El clima** La estación de lluvias en combinación con las temperaturas tropicales contribuyen a una situación perfecta para las inundaciones. Durante la estación seca, el río forma sedimentación que suele inundar cuando empieza la estación de las lluvias. El distrito 10 está situado en una zona donde pasaba el río, causando

* Vea el glosario para una explicación de palabras con esta marca

ahora las inundaciones cada año.

3. Uso de la tierra Ya que hay mucho desarrollo urbano y suburbano, la vegetación natural ha sido sustituida por superficies duras, o paredes de ladrillos (como los que se han usado para los refuerzos y la seguridad). Estas superficies crean agua que se mueve muy rápido cuando llueve mucho. La lluvia fluye sobre las calles y causa la inundación. También, los canales de drenaje han sido llenados con tierra para crear travesías* callejeras. Estos canales han limitado la capacidad funcional del sistema de drenaje.

4. Depósito de Sedimentación A causa de todo lo ya mencionado, hay sedimentación que bloquea el sistema de drenaje. Estos atascamientos necesitan eliminarse para que las inundaciones sean eliminadas. El grupo ISD recomienda que los sistemas de drenajes sean limpiados una vez por año.

Desafortunadamente, los fondos son limitados, y por eso el sistema se limpia sólo una vez cada 2 años. Esto agrava la situación.

Métodos de Evaluación

El equipo ISD hizo muchos análisis y cálculos para encontrar la mejor manera de resolver este problema: medidas* topográficas locales, fotografías del área y datos sobre precipitación (lluvia e inundaciones) durante los últimos 13 años, y análisis de suelo.

También, se obtuvo información hablando con la gente local para aprender más sobre

prácticas de construcción.

Opciones Para Resolver el Problema

El problema principal con el diseño del séptimo anillo es que durante tormentas y aguaceros, el camino entero se inunda. Para abordar este problema el equipo examinó las estructuras existentes que debieran aliviar la inundación para el séptimo anillo, pero que no funcionan bien. El equipo dividió el sitio del proyecto en cinco áreas diversas (A-E) indicadas en figura 1 (el sitio del proyecto).

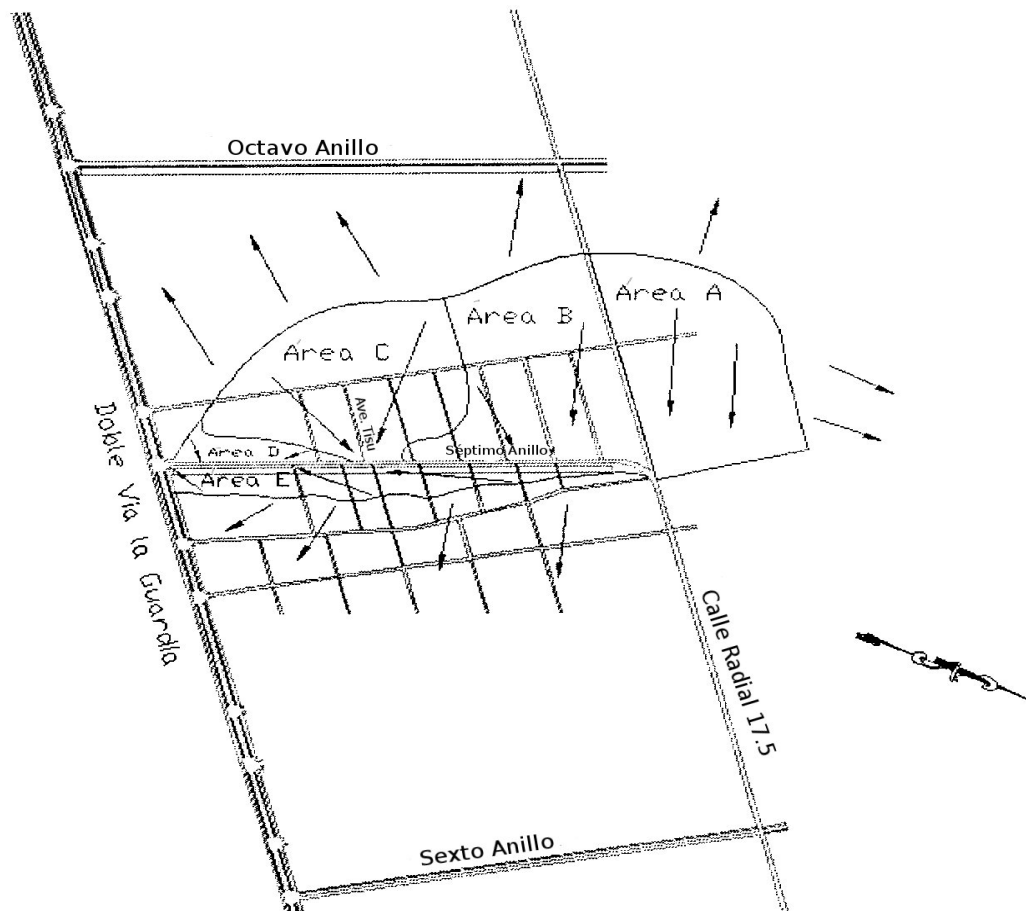


Figure 1: El sitio del trabajo (HHGSA, 2005 p 17.)

Soluciones Posibles

El equipo ISD propuso un número de soluciones diversas pero las más prácticas parecen ser las siguientes:

- Construir un canal de drenaje trapezoidal de concreto
- Construir alcantarillas* debajo del séptimo anillo
- Eliminar las travesías temporales sobre el séptimo anillo.

Construir un canal de drenaje trapezoidal de concreto

Los canales de drenaje de concreto duran más que los canales hechos de tierra. La vida de un canal de concreto es de 25 años sin mantenimiento y de casi 35 años con mantenimiento. Para mantener un canal de drenaje de concreto, el fondo del canal debe limpiarse cada año. Hay dos anchuras para el canal (figura 2). La sección más pequeña estará más lejos de la cabeza del sistema, donde hay menos agua. La sección más grande estará cerca del fin del sistema, donde hay menos agua. La desventaja principal del canal es el costo. Sin embargo, las ventajas compensan el alto costo.

El Canal Trapezoidal

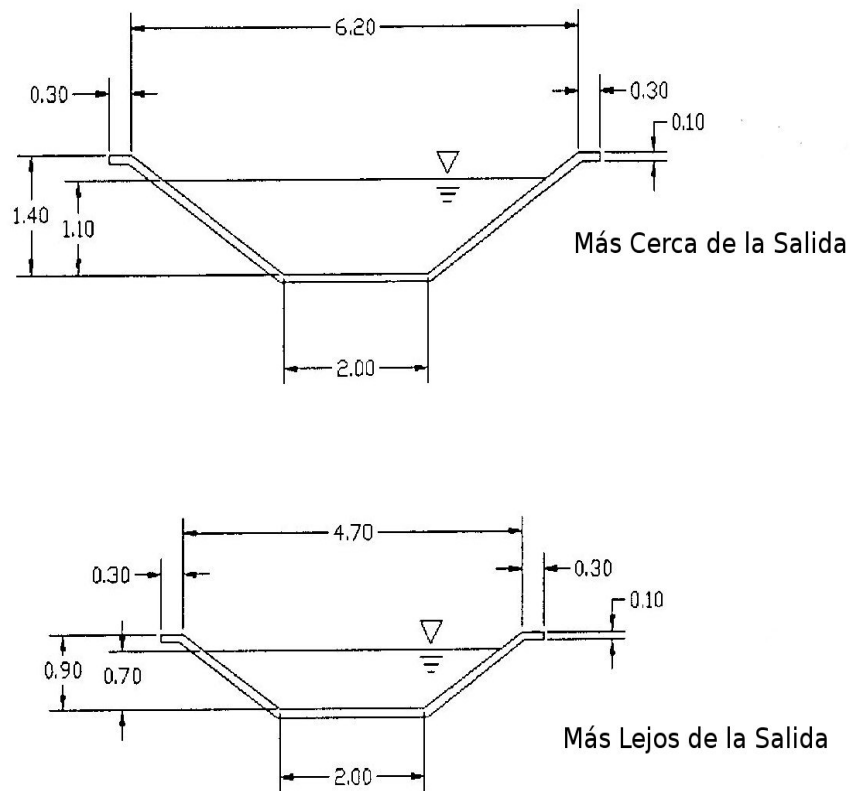


Figura 2: Rendición gráfica de canal de concreto (HHGSA, 2005 p. 23)

Diseñar una alcantarilla debajo del séptimo anillo

Actualmente, las alcantarillas dirigen la escorrentía* del agua a la calle. Esto crea un peligro y afecta negativamente la estabilidad de la calle. Para solucionar este problema, el equipo ISD recomienda que las alcantarillas se construyan debajo de la calle. Con esta opción el equipo recomienda que cinco alcantarillas, de 0,6 metros cada una para transportar la escorrentía de agua debajo del séptimo anillo del área B en el canal (figura 1 en página 3). También, área D requiere una alcantarilla de 0,75 metros

para transportar la escorrentía de agua debajo de la calle.

Eliminar las travesías del séptimo anillo

Hay seis travesías del séptimo anillo y una calzada comercial a través del canal del séptimo anillo. Todas paran la escorrentía de agua en el canal de drenaje, lo cuál agrava el problema principal de la inundación. Por eso, todas éstas deben ser eliminadas. En cambio, puede construirse una travesía para los peatones. Esta travesía para los peatones debe ser construída en Avenida Tisu puesto que es una de las intersecciones con más congestión de tráfico que cruzan el séptimo anillo. Por último, para permitir acceso a los barrios del séptimo anillo, debe hacerse una calle temporal de tierra que atraviese todo el séptimo anillo.

Impactos de esta infraestructura

Hay muchos impactos que resultan de esta infraestructura. El impacto principal es el costo. El equipo ISD recomienda que la infraestructura sea diseñada para un canal de 50 años*. Cuando sea terminada, esta infraestructura traerá provecho a la comunidad y orgullo al gobierno local. El diseño impedirá el deterioro del séptimo anillo y se evitarán costos grandes en el futuro. La infraestructura propuesta reducirá la posibilidad de muchas enfermedades derivadas de aguas estancadas incluyendo el paludismo*. El área alrededor del séptimo anillo mejorará en términos estéticos también, y el área ofrecerá más seguridad para los residentes del distrito 10.

Recomendaciones Finales

El equipo ISD recomienda que se construya un canal de 50 años. Hay un aumento pequeño en el costo inicial de la construcción entre el diseño para el canal de drenaje de 10 años y uno de 50 años. Mantener el estado presente de drenaje puede impactar negativamente en la calle y la comunidad del séptimo anillo.

La construcción del canal mejoraría la calidad de la vida en el área. Residuos líquidos que fluyen sobre el séptimo anillo causan muchos problemas significativos en cuanto a la seguridad del tráfico; Cuando se eliminan los residuos, también se eliminaría el problema. La condición ambiental local se mejoraría porque materias tales como lodo, basura, hojas, y aguas negras se llevarían y fluirían al canal del sexto anillo y al Río Pirai. Es posible que este desvío cree otro problema, si el canal del sexto anillo tampoco funcione bien. Sin embargo el equipo ISD propuso esta alternativa porque el canal del sexto anillo es más fuerte y puede llevar más agua que el canal para el séptimo anillo.

Resolver el problema de inundación prevendría la degradación de la calzada y evitaría la reparación costosa y el reemplazo eventual del canal. La eliminación de las aguas estancadas puede reducir la posibilidad de transmisión de enfermedades tal como el paludismo.

El diseño del canal de 50 años es sostenible. Durará 25 años sin manutención estructural, y más largo con manutención. El proyecto utiliza material fácilmente

disponible en Santa Cruz. Sería construido por contratistas y trabajadores locales. El concreto de 100 mm de espesor es más duradero que el de 50 mm.

Según los cálculos del equipo ISD, el costo de construir el canal recomendado sería de \$3.128.000 (BOB*). Los costos se basan en los datos que el equipo ISD ha cuantificado. La diferencia entre el canal de 50 años y el de 10 años se calcula en aproximadamente \$96.000 (BOB).

Tabla 1: Canal de 10 años

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
• Costo de construcción no tan alto (-\$96.144 BOB) • Menos espacio necesario para la construcción	• Nivel de riesgo mas alto • Capacidad mas pequeña • Mas afectada por acumulación del sedimento • Tiene que limpiarse con pala

Tabla 2: Canal de 50 años

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
• Nivel de riesgo mas pequeño • Más almacenaje* • Menos afectado por acumilación de sedimento • Tiene anchura suficiente para limpiar con bobcat*	• Costo inicial de contrucción más alto (+\$96.144 BOB)

Los vecindarios alrededor de la carretera del séptimo anillo son afectados por la estación de las lluvias en muchos sentidos. Es decir, en terminos de seguridad, salud, y degradación del camino. La degradación de la carretera del séptimo anillo representaría otra pérdida a la ciudad y se calcula el costo para repararlo a \$2,4 (BOB) millones. El

equipo ISD cree que el diseño del canal de 50 años sería más efectivo y funcional para el futuro.

Glosario

alcantarilla

un canal de concreto, metal, o tierra que pasa debajo de una calle para transportar el agua de una inundación

almacenaje

la capacidad de contener o guardar algo

Bobcat

máquina de construcción grande que puede excavar y mover la tierra



BOB

abreviatura oficial para bolivianos, el dinero de Bolivia

canal de 10/50 años

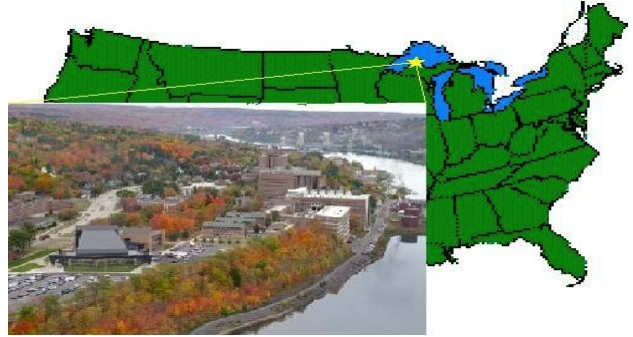
es un canal diseñado para la tormenta más grande que pueda ocurrir en 10/50 años, y 1 hora de flujo máximo; no figura la cantidad de años que dura el canal

escorrentía

agua que fluye sobre la tierra, no en un canal u otro sistema

Houghton, Michigan

Una pequeña ciudad en la península norte de Michigan; también, el lugar de la Universidad Tecnológica de Michigan



inundación

una situación en que demasiada agua (a causa de las lluvias) fluye en la tierra; ni el ambiente ni el sistema de drenaje puede contenerla

légamo

suelo formado por un río, más fino que la arena

medidas

cálculos con instrumentos especiales (satélites, por ejemplo) o a base de mapas usados para la construcción

paludismo

la enfermedad de malaria

travesía

un camino que cruza por encima de una calle