

Plan de Construcción y Sistema para Tratamiento de Aguas Negras para la Escuela Oscar A. Romero Santa Cruz, Bolivia

CE4905 Civil y Environmental
Senior Design Project

Equipo ISD
Ingeniería ROAR
Robyn Miller
Joe Ridgeway
RJ Plude

Traducido por:
HU3292: Empresa de traducción
[Español para propósitos especiales]
Leah Cass
Samuel Sokoloski



24 de abril de 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 en Houghton, Mi*) y por las varias instituciones de Santa Cruz, 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 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 trabajar en proyectos de ingeniería.

Quisiéramos agradecerlos, 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,

Leah F. Cass
Samuel J. Sokolowski

Índice

Introducción	1
Antecedentes	2
Métodos y Procedimientos	2
El Sistema Séptico: Opciones	3
Diagrama I: Tanque Septico	3
1. Pozo Ciego	4
Diagrama II: Pozo Ciego	4
2. Campo de Drenaje	5
Diagrama III: Campo de Drenaje	5
3. Tanque Hermético	6
Diagrama IV: Tanque Hermético	6
4. Sistema Terraplén	7
Diagrama V: Sistema Terraplén	8
5. Sistema de Filtrado en Desnivel	8
Diagrama VI: Sistema de Filtrado en Desnivel	9
6. Sistema de Filtrado de Arena	9
Diagrama VII: Sistema de Filtrado de Arena	10
Recomendación	10

Plan de Expansión para Oscar Romero	11
Tabla I: Uso de Salones	12
Tabla II: Plan de Expansión	13
Plan de Sitio	13
Diagrama VIII: Plan de Sitio	14
Conclusión	15
Glosario	17

Introducción

Algunos estudiantes de la Universidad Tecnológica de Michigan, de la clase International Senior Design*, fueron a Santa Cruz, Bolivia en julio de 2005 para dos semanas para recoger información y completar proyectos de ingeniería sostenible. Tres estudiantes fueron a la escuela Oscar A. Romero para evaluar y volver a diseñar el sistema séptico. Este grupo de ingenieros es el equipo ISD. El sistema séptico no funcionaba en marzo de 2005.

Según los oficiales de la escuela, los padres iban a proveer los fondos para el reacondicionamiento del sistema séptico existente. ISD se dio cuenta que había hormigón fresco encima del sistema séptico, pero no se pudo encontrar ningún plan de cualquier sistema. Aparentemente los planes no existían y nadie sabía nada sobre la reconstrucción. Según el director el sistema existente funciona adecuadamente desde que se limpió y reconstruyó. Lo que necesitaba la escuela eran adicionales salones de clase y baños. La escuela crece rápido, añadiendo aproximadamente 80 estudiantes nuevos cada año; sin embargo y desafortunadamente tiene que rechazar a muchos más.

*** Vea el glosario al final de este documento.**

Antecedentes

La escuela Oscar Arnulfo Romero está localizada en Santa Cruz, en las afueras del séptimo círculo. La escuela lleva el nombre de Monseñor Oscar Arnulfo Romero, el asesinado obispo salvadoreño que ayudó a patrocinarla. Los padres ayudan a mantener la escuela pagándoles los salarios a los profesores y manteniendo los edificios lo mejor que puedan. Esta escuela opera en dos partes. Por la mañana asisten los estudiantes de colegio y por la tarde asisten los estudiantes de la escuela primaria.

Métodos y Procedimientos

ISD recogió información por medio de charlas y análisis y metodología ingeniera. Primero, ISD se reunió con el director de la escuela y el ingeniero de la ciudad. Estos encuentros ayudaron al equipo ISD a recoger la necesaria información. También el equipo completó análisis de agua, terreno y baños.

El Sistema Séptico: Opciones

Las opciones de sistemas para el tratamiento de aguas negras son: pozo ciego, campo de drenaje, tanque hermético, sistema terraplén, sistema de filtrado en el desnivel, y el sistema de filtrado con arena. Los sistemas necesitan acomodar diez años de crecimiento de la población estudiantil. El sistema tiene que ser económico, efectivo, y sostenible ambientalmente. Casi todos los sistemas usan un tanque séptico que permite suficiente separación de fango* y efluente*. El típico tanque séptico se ve en Diagrama I.

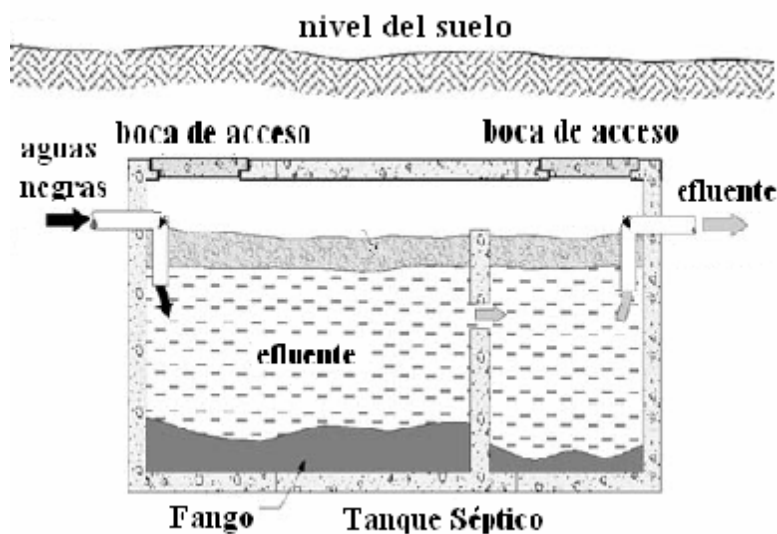


Diagrama I

(Página 16, ISD Report)

1. Pozo Ciego

Este sistema es bastante frecuente en Bolivia. Después de que las aguas residuales salgan del tanque séptico, las aguas fluyen al pozo ciego. El pozo ciego es un tanque que se abre en el fondo a la grava* para que las aguas residuales puedan esparcirse por la tierra. No hay que mantener un buen pozo ciego con tanta regularidad como otros sistemas. Este pozo ciego típico se ve en Diagrama II.

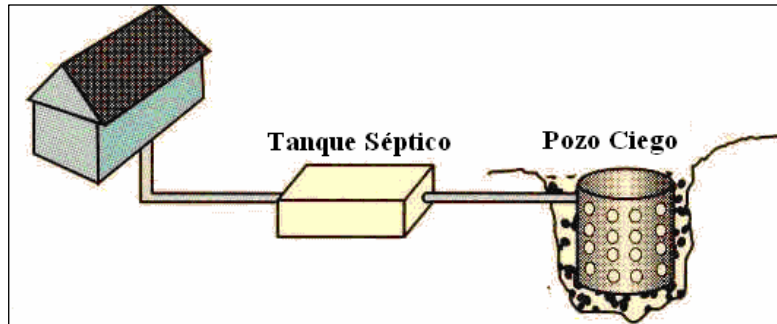


Diagrama II

(Página 17, ISD Report)

<i>Ventajas:</i> <i>un sistema común en Bolivia</i> <i>no necesita bombas</i> <i>superficie mínima ~ 36m²</i> <i>costo mínimo ~ 39.000Bs</i>	<i>Desventajas:</i> <i>riesgo de contaminación del agua subterránea*,</i> <i>no es legal en muchos países urbanizados por tratamiento insuficiente de aguas negras</i>
--	---

2. Campo de Drenaje

Cuando el agua residual sale del tanque séptico, entra en una caja de distribución que distribuye el flujo igualmente por el campo de drenaje. El campo de drenaje consta de un tubo perforado encima de la grava debajo del suelo. El agua fluye por los tubos y la grava que está en el suelo limpia el agua naturalmente. Las bombas necesitan mantenimiento según el fabricante de la bomba, lo que aumenta el precio. El campo de drenaje típico se ve en Diagrama III.

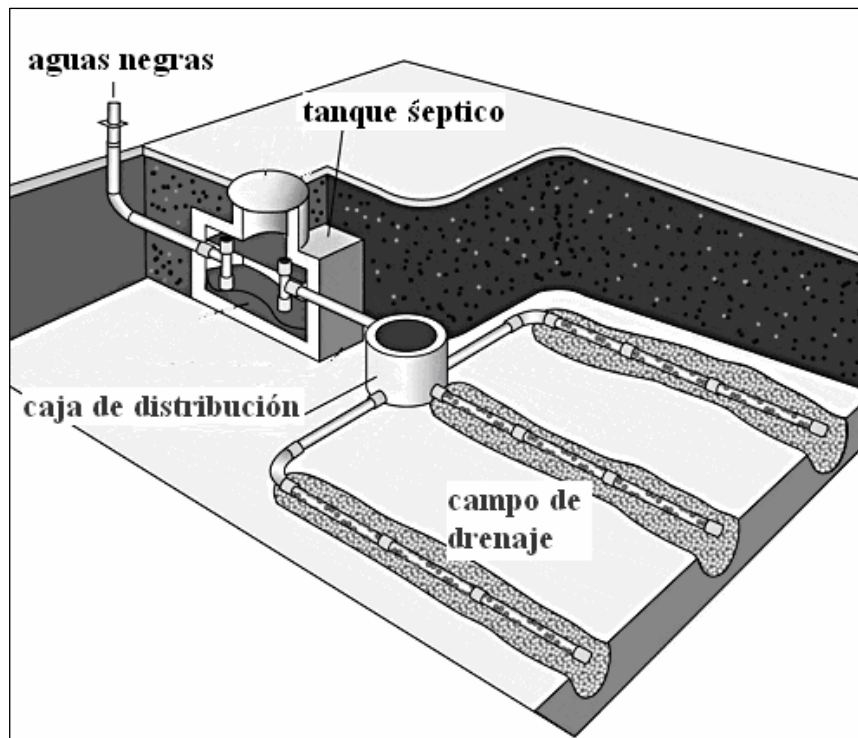


Diagrama III

(Página 18, ISD Report)

Ventajas: <i>tratamiento completo de las aguas residuales</i> <i>implante subterráneo más atractivo</i> <i>no se necesitan bombas</i> <i>costo bajo ~ 53.000Bs</i>	Desventajas: <i>se necesita superficie grande ~ 850m²</i> <i>no se mucho conoce el sistema</i>
---	--

3. Tanque Hermético

Aguas residuales almacenan en el tanque hasta que esté lleno. Las aguas residuales son bombeadas fuera con regularidad por la parte de arriba y llevadas a la planta para tratamiento de aguas negras. Un flotador indica cuando el tanque está lleno y se necesita bombearlo. Un dibujo de este tanque hermético típico se ve en Diagrama IV.

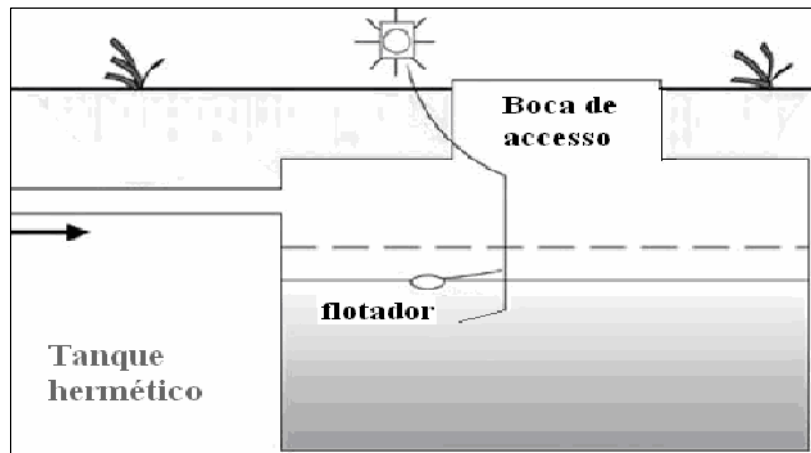


Diagrama IV

(Página 19, ISD Report)

<i>Ventajas:</i> <i>sistema simple</i> <i>subterráneo y atractivo</i> <i>no hay contaminación del agua subterránea</i> <i>no se requiere especial material de relleno</i> <i>superficie mínima ~ 60m²</i> <i>costo bajo ~ 44.000Bs</i>	<i>Desventajas:</i> <i>es carísimo mantener con los precios de bombeados</i> <i>sistema no es común en Bolivia</i>
--	---

4. Sistema Terraplén

Es un sistema que se usa mucho cuando no hay mucho espacio debajo del suelo y cuando el nivel freático es demasiado alto. Tiene un tanque séptico, un tanque de dosis, y un terraplén de absorción. El efluente se bombea del tanque séptico al terraplén de absorción a intervalos. El terraplén tiene un tubo perforado que permite que el efluente drene por la tierra. Hay grava alrededor del tubo y el terraplén es hecho de arena. Todo está cubierto con tierra para crecimiento de vegetación. El terraplén debe ser construido largo y estrecho aunque es necesario que haya una pendiente uniforme. Un dibujo de un terraplén típico se ve en Diagrama V.

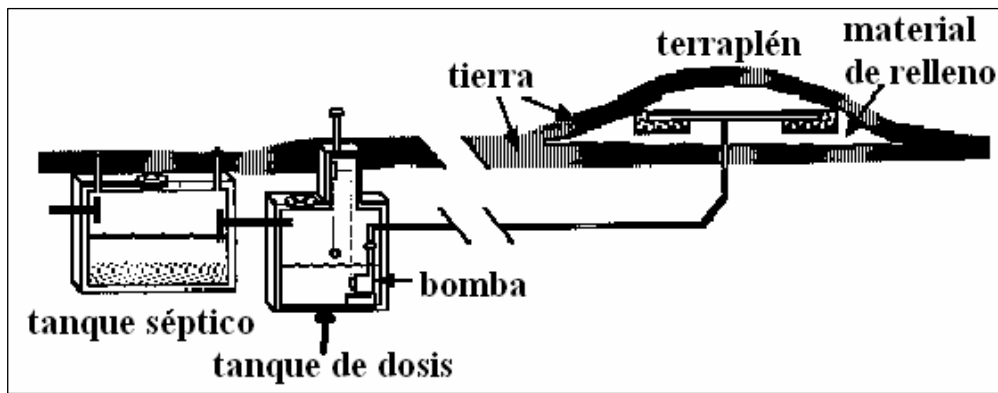


Diagrama V

(Página 20, ISD Report)

<i>Ventajas:</i> aumenta la separación entre el efluente y el agua subterránea la distribución uniforme ayuda con limpieza natural del efluente requiere poca excavación	<i>Desventajas:</i> hay que prevenir la mayor compactación del terraplén hay que mantener el nivel de vegetación sistema no es común en Bolivia superficie grande ~ 5,800m² necesita una bomba muy caro ~ 192,000Bs
--	---

5. Sistema de Filtrado en Desnivel

Este sistema se utiliza cuando no hay suficiente separación entre el fondo del sistema séptico y el agua subterránea y cuando no sea necesario construir un campo de drenaje. Una diferencia del sistema terraplén el sistema de filtrado en desnivel está localizado al nivel del suelo. Este sistema se ve en el

Diagrama VI.

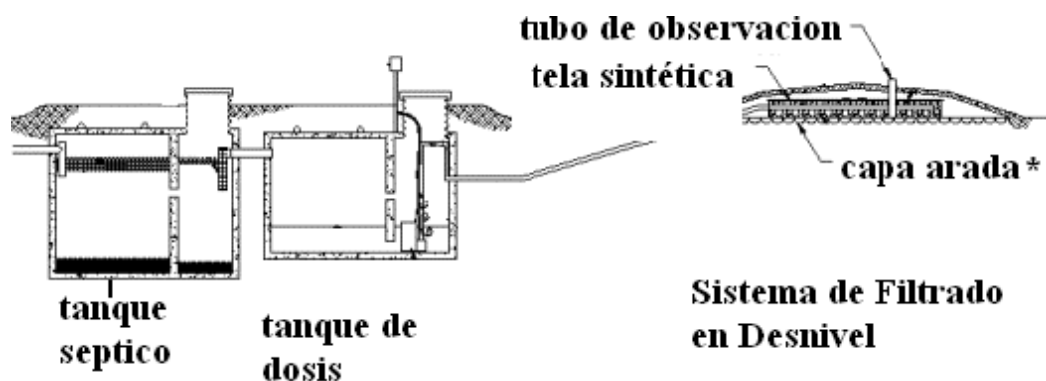


Diagrama VI

(Página 22, ISD Report)

Ventajas: <i>aumenta la separación entre el efluente y el agua subterránea la distribución uniforme ayuda con la limpieza natural del efluente</i>	Desventajas: <i>terraplén poco atractivo hay que mantener la capa de vegetación encima del terraplén el sistema no es común en Bolivia superficie grande ~ 1,200m² hay que bombear frecuentemente muy caro ~ 98,000Bs</i>
---	---

6. Sistema de Filtrado de Arena

Es un sistema que se puede usar para adicional tratamiento de aguas negras en conjunción con otro sistema. El tanque grande está lleno de arena que limpia el agua parcialmente. Después, se bombean las aguas negras al otro sistema para más filtración. El sistema de filtrado con arena típico se ve en el Diagrama VII.

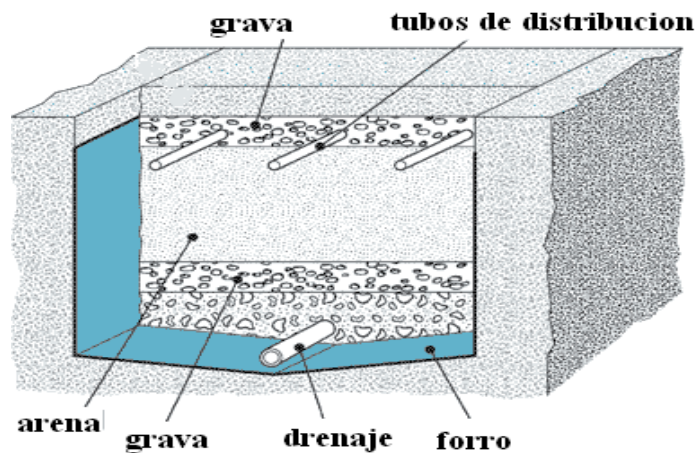


Diagrama VII

(Página 23, ISD Report)

<i>Ventajas:</i> efluente muy limpio puede usar muchos tipos de material de relleno.	<i>Desventajas:</i> necesita una bomba hay que mantenerlo regularmente sistema no es común en Bolivia superficie grande $\sim 1,1000m^2$ muy caro $\sim 157,000Bs$
---	--

Recomendación

El equipo ISD cree que el óptimo sistema para las condiciones en Oscar A. Romero es el tanque séptico y el campo de drenaje (Diagrama III). Este sistema es más limpio y funciona bien con toda la arena que hay en el suelo de la escuela. ISD cree que la mayor proporción de longitud a anchura es 3:1 para filtración máxima. El tanque puede ser construido de ladrillo cubierto con unas capas impermeables. Habrá que bombearlo de vez en cuando para quitar los sólidos del tanque. ISD recomienda que la profundidad de sólidos

se midan una vez cada tres meses durante el primer año para determinar el nivel a que se llena el tanque. Habrá que bombear el tanque cuando los sólidos alcancen 0.8m de la cima del tanque. Se debe usar un tubo de 15cm de los baños al tanque séptico y un tubo de 10cm del tanque al campo de drenaje. Con un capataz y tres trabajadores el sistema puede instalarse en aproximadamente 17 días.

Plan de Expansión para Oscar Romero

La Escuela Oscar Romero le pidió a ISD que desarrollara un plan de expansión para la escuela. ISD quiso valerse de los recursos que ya tiene la escuela sin tener que añadir tantos salones* adicionales. Hay diez salones para las cinco clases de estudiantes de la mañana con 50 estudiantes en cada salón. Puede verse como se usan los salones en la tabla I.

Año	Número de Salones	Número de estudiantes
Primero	3	150
Segundo	3	150
Tercero	2	100
Cuarto	2	100

Tabla I: Uso de Salones

(Página 16, ISD Report)

El director quiere admitir 80 estudiantes nuevos cada año. ISD piensa que no es posible porque eso requeriría la construcción de dos salones nuevos cada año y además no va a haber espacio para más salones. En cambio, podrá añadirse 50 estudiantes cada año por dos años y luego esperar dos años más. Es necesario que se repita este plan por diez años; hasta que haya tres clases de cada año. Este plan se expone en la tabla II.

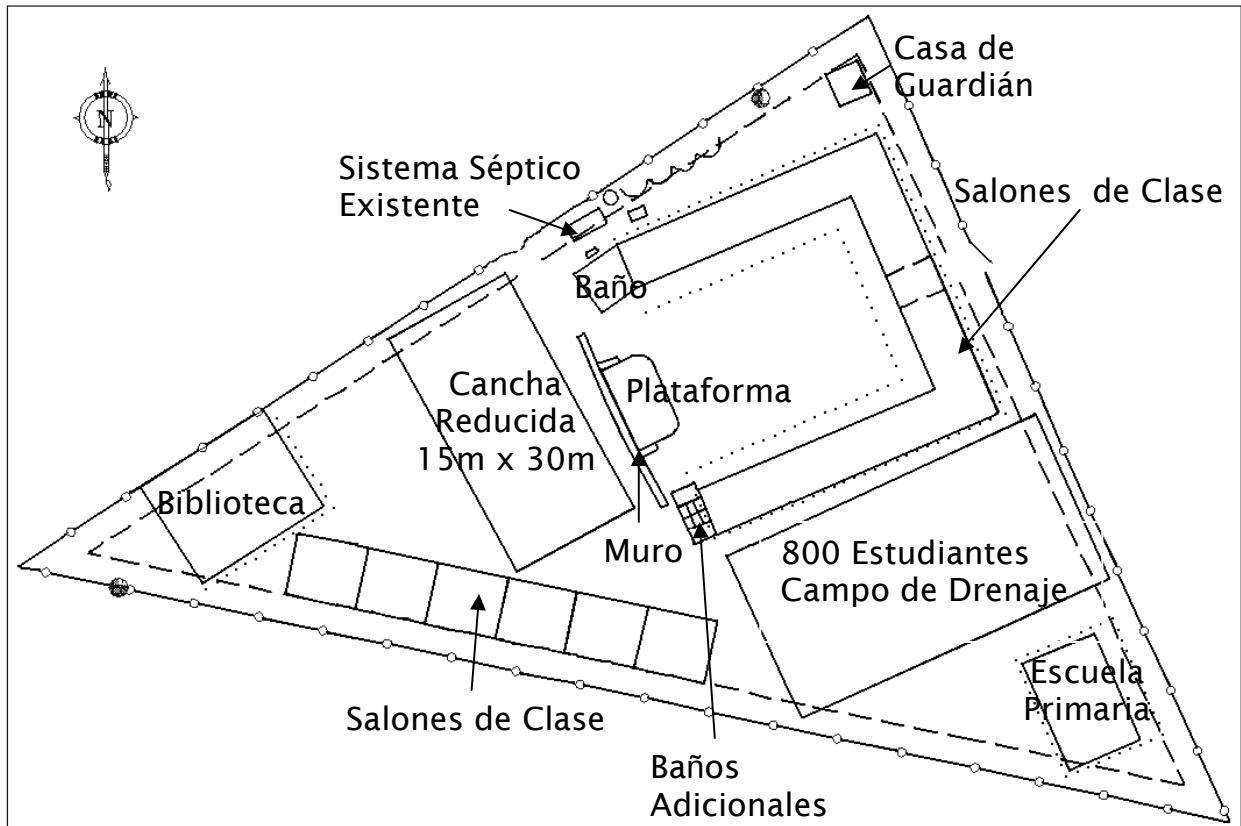
Número de Salones										
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Primero	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Segundo	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
Tercero	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4
Cuarto	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4
Total número de estudiantes	500	550	600	600	600	650	700	750	800	800

Tabla II: Expansión Planificación

(Página 16, ISD Report)

Plan de Sitio

El director quisiera construir una cancha, baños, salones adicionales, casa de guardia, laboratorio de ciencias, oficina del director de la tarde. Con el espacio que hay disponible, existen pocas opciones para construcción en el sitio y pueden realizarse solamente algunos objetivos. Se puede ver la opción recomendada abajo.



Plan de Sitio

(Página 16, ISD Report)

Ventajas:

- Tiene una cancha (tamaño reducido)
- Lugar del campo de drenaje es protegido de tráfico de carros.
- Edificios no pasan los límites de 3m de la línea de propiedad.
- Permite el flujo de tráfico de los estudiantes.
- Hay baños pequeños para los niños y salones adicionales.

Desventajas:

- No hay espacio para la oficina del director de la tarde.
- El campo de drenaje está localizado lejos de los baños y necesita más tuberías.

Esta opción no es perfecta, pero parece ser la mejor.

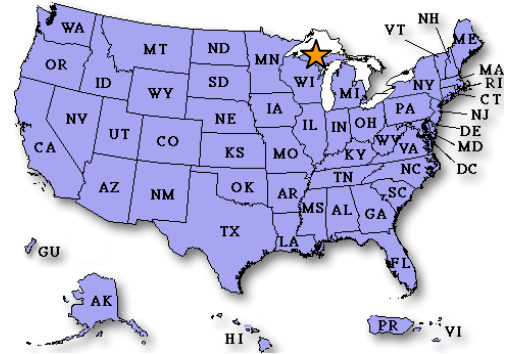
Conclusión

Actualmente Oscar Romero sostiene como sistema séptico un Pozo Ciego que es demasiado pequeño para la escuela. También, el sistema séptico actual no es legal según la Ley del Medio Ambiente y Reglamento Ambiental Municipal para La Gestión de Aguas Residuales y Lodos (Ley 1333 – Bolivia, Santa Cruz). Por esas razones es necesario reemplazar el sistema actual. El equipo ISD analizó todas las opciones para determinar la mejor para la escuela. Se cree que el óptimo sistema para las condiciones existentes en Oscar A. Romero es el tanque séptico y el campo de drenaje. Este sistema es más limpio y funcionará bien ya que la tierra de la escuela es arenosa. El tanque puede ser construido de ladrillo y cubierto con unas capas impermeables. Con un capataz y tres trabajadores el sistema puede instalarse en aproximadamente diecisiete días. Las condiciones actuales no son sanitarias y pueden ser dañinas para el ambiente. Los beneficios del nuevo sistema séptico son muy importantes para el bienestar de los niños y

de la comunidad. Si los padres y la comunidad trabajaran juntos podrían reacondicionar la escuela de Oscar Romero y mejorar la vida de todos los niños que asistan en el futuro.

Glosario

Houghton, Mi: La ciudad que se encuentra Michigan Technological University. (★)



International Senior Design (ISD):

Trabajo de diseño en Ingeniería Civil por grupos de estudiantes del último año de la universidad (Michigan Technological University) que van a otros países para adquirir experiencia práctica.



Fango: Desecho sólido que resulta de la separación de aguas residuales y lodos.

Efluente: Desecho líquido que resulta de la separación de aguas residuales y lodos.

Agua Subterránea: Agua que está localizada debajo del suelo y que fluye por la tierra. En la escuela Oscar A. Romero, esta agua fluye suroeste a noreste.

Grava: Mezcla de piedras pequeñas que resulta de la fracturación de rocas.



Salón: Salón de clase; aula.

Capa arada: Una capa de tierra embaldosada debajo de los tubos perforados para que las aguas residuales fluyan por la tierra.