

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Centro Interdisciplinario para la Formación y la Vinculación Social

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Programa de desarrollo local y fortalecimiento del tejido social



P.A.P. 2E05 “San Pedro de Valencia: renovación urbana, saneamiento ambiental y emprendimientos turísticos”

“Factibilidad y desarrollo de humedales para el saneamiento de aguas residuales en San Pedro de Valencia”

PRESENTAN

Lic. en Arquitectura. Jorge Antonio Martínez Escalona
Ingeniero Civil. Octavio Gerardo Urías

Profesor PAP: Héctor Morales Gil de la Torre; Jesica Nalleli de la Torre Herrera; Andrés Zuloaga Cano

Tlaquepaque, Jalisco, Noviembre, 2017

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional son una modalidad educativa del ITESO en la que los estudiantes aplican sus saberes y competencias socio-profesionales a través del desarrollo de un proyecto en un escenario real para plantear soluciones o resolver problemas del entorno. Se orientan a formar para la vida, a los estudiantes, en el ejercicio de una profesión socialmente pertinente.

A través del PAP los alumnos acreditan el servicio social, y la opción terminal, en tanto sus actividades contribuyan de manera significativa al escenario en el que se desarrolla el proyecto, y sus aprendizajes, reflexiones y aportes sean documentados en un reporte como el presente.

Introducción

Resumen

En el presente documento se presenta el desarrollo y resultados obtenidos en el proyecto de “Factibilidad y desarrollo de humedales para el saneamiento de aguas residuales en San Pedro de Valencia” por un equipo de trabajo conformado por los alumnos de Arquitectura e Ingeniería Civil pertenecientes al Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente (ITESO) durante el periodo Otoño 2017; el cual consistió en el análisis de la factibilidad para la implementación de un humedal artificial para el tratamiento de las aguas residuales que genera la comunidad de San Pedro de Valencia, ubicada en el municipio de Acatlán de Juárez, Jalisco. Con el fin de presentar a la población la opción más viable, económica, y ecológica para el saneamiento de sus aguas residuales y a su vez desarrollar un sentido de responsabilidad en la población para mantener y mejorar la salubridad en la comunidad.

El proyecto se desarrolló tomando como iniciativa la comparativa con la propuesta actual de desarrollo para el saneamiento de aguas residuales en la comunidad, la cual consiste en la implementación de una planta de tratamiento para aguas residuales.

Con esto el equipo de trabajo determinó y analizó las ventajas y desventajas presentes en ambas partes para así presentar la opción más viable para la comunidad.

Abstract

This document presents the progress and results reached by the “Feasibility and development of wetlands for wastewater sanitation in San Pedro de Valencia” project, done by a group of Architecture and Civil Engineering students of ITESO University, during Autumn 2017, which is based on the feasibility analysis of an artificial wetland implementation for the wastewater generated in the community of San Pedro de Valencia, located in Acatlán de Juárez, Jalisco, in order to present the most viable, economic and ecologic option to the population for the wastewater sanitation and develop responsibility to support and improve the community healthiness.

The initiative for this project was the comparative with the actual proposal of the wastewater sanitation development in the community, which involves the implementation of a treatment plant for this. After analyzing the advantages and disadvantages, the team proposed the most viable option to the community.

Contexto

San Pedro Valencia es una comunidad localizada en el municipio de Acatlán de Juárez, Jalisco, con 337 habitantes de los cuales 183 son hombres y 154 mujeres. La población económicamente activa es del 40% y con un total de 114 viviendas de las cuales 78 están habitadas (INEGI, 2010). Con un nivel de escolaridad de 6 años (Plan Parcial de Desarrollo Urbano, 2012). Esta comunidad se localiza junto a la presa de Hurtado por lo que su principal actividad económica es la pesca y el turismo.

En julio de 2013 la presa de Hurtado se contaminó debido a una descarga ilegal de melaza por lo que murieron 500 toneladas de peces, denominando este suceso como un ecocidio.

Este evento afectó severamente la imagen de la presa, lo que derivó en un gran declive turístico para la comunidad ocasionando una gran baja económica para los pobladores de la comunidad.

En septiembre de 2014 la presa logró recuperarse según informes de la SEMADET (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial) por lo que a mediados del 2015 se levantó la veda de pesca y los pescadores retomaron sus actividades.

A pesar de reactivarse la actividad económica en la comunidad el turismo no ha logrado recuperarse ocasionando pérdidas económicas para los pobladores de San Pedro de Valencia.

A raíz de esto los pobladores de la comunidad solicitaron apoyo al ITESO con lo que surge este PAP (Proyecto de Aplicación Profesional) en respuesta a la crisis ambiental y económica generada en julio de 2013. El PAP aporta soluciones técnicas y sociales, dirigidas a la mejora de la economía local, el saneamiento ambiental y la renovación urbana del poblado.

Antecedentes

Durante el año 2017 la CEA (Comisión Estatal del Agua) autorizó el desarrollo y construcción de la red de alcantarillado sanitario, incluyendo 35 descargas domiciliarias, para después continuar con una segunda etapa de tres, consistiendo en la construcción y equipamiento de cárcamo de bombeo, incluyendo línea de impulsión.

La tercera etapa aun no autorizada por la CEA consiste en el desarrollo y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, sin embargo tomando en cuenta factores económicos, funcionales, operativos y ecológicos, el desarrollo de una planta de tratamiento no se considera la opción más viable para la comunidad de San Pedro de Valencia.

Con anterioridad en el PAP durante el periodo primavera 2016, un equipo de alumnos del ITESO conformado por alumnos de arquitectura e ingeniería civil desarrollaron un proyecto para la planeación de la construcción de humedales artificiales para el tratamiento de las aguas residuales de los restaurantes en San Pedro de Valencia, con el objetivo de mejorar la salubridad de ellos y motivar a la población para que el total de las aguas residuales de la comunidad sea tratada por este medio.

A raíz del desarrollo y mejoramiento de red sanitaria en la comunidad por parte de la CEA en 2017, el proyecto de humedales artificiales durante el periodo de otoño 2017 se convirtió en un proyecto más amplio tomando los objetivos planteados a futuro en el proyecto de primavera 2016 para tratar y sanear el agua residual de toda la comunidad.

Justificación

El desarrollo de humedales artificiales es una alternativa económica y ecológica para el saneamiento y tratamiento de aguas residuales esto debido a que su construcción es de bajo costo, no necesita de energía y personal para su operación y su proceso de saneamiento de aguas residuales se da por un método natural, el cual consiste en la

depuración y saneamiento de las aguas residuales por medio de la eliminación de sólidos con la ayuda de filtración y microorganismos.

Los humedales artificiales son una alternativa fuerte y eficaz frente a otro tipo de tecnologías más convencionales para el tratamiento de aguas residuales, las cuales contienen alto número de contaminantes, necesitan de personal especializado para su funcionamiento y generan un gasto energético considerable para su operación.

Desarrollo

Marco teórico

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar o reducir los contaminantes en el agua desechada del uso humano.

En el tratamiento de aguas residuales se puede comprender en hasta cuatro etapas de procesos químicos, físicos y biológicos las cuales son:

- 0.-Preliminar: Se encarga de la eliminación de residuos fácilmente separables.
- 1.-Primario: Comprende procesos de sedimentación.
- 2.-Secundario: Comprende procesos biológicos aerobios, anaerobios y físico-químicos.
- 3.-Terciario: Está enfocado a la reducción final de químicos y la eliminación de patógenos y parásitos.

Plantas de tratamiento: Lodos activados

El tratamiento se proporciona mediante difusión de aire por medios mecánicos en el interior de tanques. Para que el sistema funcione, debe contar con agitación y aireación adecuada. También se suelen agregar nutrientes para promover la actividad de los lodos. Este sistema permite una remoción de hasta un 90% de la carga orgánica pero tiene algunas desventajas: en primer lugar requiere de instalaciones costosas y la instalación de equipos electromecánicos que consumen un alto costo energético. Además produce un mayor volumen de lodos que requieren de un tratamiento posterior por medio de reactores anaeróbicos y/o su disposición en rellenos sanitarios bien instalados.(Marsilli, 2005)

Humedales:

Este sistema consiste en la reproducción controlada, de las condiciones existentes en los sistemas lagunares someros o de aguas lenticas los cuales, en la naturaleza, efectúan la purificación del agua. Esta purificación involucra una mezcla de procesos bacterianos aerobios-anaerobios que suceden en el entorno de las raíces de las plantas hidrófilas, las cuales a la vez que aportan oxígeno consumen los elementos aportados por el metabolismo bacterial y lo transforman en follaje.(Marsilli, 2005)

Este sistema es el más amigable desde el punto de vista ambiental ya que no requiere instalaciones complejas, tiene un costo de mantenimiento muy bajo y se integra al paisaje natural propiciando incluso refugio a la vida silvestre.

Quizás se podría mencionar como única desventaja la mayor cantidad de superficie necesaria. (Marsilli, 2005)

Factibilidad

Se decidió que la propuesta en el caso de Valencia sería un humedal ya que, como se puede leer en el marco teórico, no necesita de energía eléctrica, ni de altos costos de mantenimiento, tampoco personal especializado que necesite estar monitoreando 24 horas al día todo los días de la semana para funcionar, costos que de otra manera tendría que solventar la comunidad si se compara con una planta de tratamiento convencional. Además es importante mencionar su ventaja ecológica al no necesitar de ningún insumo químico ni de ninguna otra clase de agregados que contaminen de alguna manera el agua, ni las plantas con las que se regará el agua tratada.

La única desventaja de este sistema por el que se optó es la gran cantidad de terreno que se necesita, sin embargo la comunidad ya adquirió un terreno con dimensiones de 50m x 50m el cual cuenta con las medidas necesarias para ser factible este sistema de tratamiento.

Plan de trabajo y cronograma.

A continuación se muestra el plan de trabajo que se siguió durante el curso del semestre para lograr que se llevará a cabo satisfactoriamente el proceso así como el cronograma de cómo se dividió el trabajo durante las semanas disponibles.

Plan de Trabajo	
Objetivo	Manejo adecuado de las aguas residuales de la comunidad de San Pedro de Valencia mediante el análisis de una propuesta técnica y su factibilidad para la implementación de un humedal en el predio adquirido por la comunidad.
Resultados	Análisis de factibilidad y propuesta técnica.
Uso	Por habitantes de la comunidad de San Pedro de Valencia, dirigiendo las aguas residuales de la red existente hacia el humedal propuesto.
Beneficios	Mejoramiento de la sanidad del pueblo y reducción en el gasto económico en comparación con la propuesta de la planta de tratamiento.
Cronograma	
Acciones Básicas	Cronograma Semanal: 1. Análisis de propuestas anteriores 2. Levantamiento de información. 3. Levantamiento de información. 4. Análisis de información levantada 5. Realización del presupuesto de obra 6. Realización del presupuesto de obra 7. Elaboración de planos arquitectónicos 8. Recopilación de entregables. 9. R. PAP 10. R. PAP

Actividades realizadas:

Nuestra parte proyecto, al corresponder directamente a la etapa 3 de 3 del proyecto, se estaba corriendo contra el tiempo para proponer la mejor solución al tratado del agua antes de que se aprobara la tercer etapa y ya no hubiera posibilidad a proponer mejores soluciones que las que se fueran a imponer. Para ello se realizaron las siguientes actividades:

1.- En la primer semana de nuestro plan de trabajo revisamos los trabajos de alumnos anteriores en otros semestres para empaparnos de información y la experiencia de las personas que ya había tenido un primer acercamiento con el tema, observamos sus propuestas y cómo se habían manejado durante el semestre, así como los resultados finales que habían concluido. Todo lo anterior nos sirvió sobretodo para entender el contexto de la situación.

2.-La segunda semana se hizo el levantamiento de la información del terreno donde previamente la comunidad había acordado comprar, el lugar está aproximadamente a kilómetro y medio del poblado. Nos dimos cuenta que el terreno estaba compuesto principalmente por roca además procedimos a tomar de nuevo las medidas del terreno.

3.-Durante la tercer semana, se tuvo la oportunidad de conseguir una visita de obra a un humedal que estaba construido para una comunidad muy similar a la de nuestro caso de análisis. Se nos permitió tomar medidas y fotografías así como la realización de cualquier pregunta. ahí nos dimos cuenta de que el humedal estaba funcionando prácticamente sin que nadie le haya hecho mantenimiento hacía algunos años.

4.-La cuarta semana se dedicó esencialmente a analizar la información que habíamos recibido de preguntarle a personas expertas en el tema y que día a día tenían contacto con este tipo de dilemas. En esa semana nos dimos cuenta que cualquier planta de tratamiento convencional de cualquier tipo iba necesitar personas especializadas a las que se les tenía que pagar para estar 24 horas al día al cuidado de la planta, energía eléctrica para funcionar y gastos continuos en los insumos que se necesitan agregar al agua para ser tratada. Esa semana concluimos que por lo que habíamos visto, preguntado e investigado la solución más factible por ser mejor ecológica al no necesitar químicos de ningún tipo y principalmente económica al no necesitar energía eléctrica para funcionar era la implementación de un humedal en lugar de una planta de tratamiento.

5.-Las semanas cinco y seis se utilizó para investigar todo lo que necesitaba un humedal del tipo que habíamos observado durante la visita de obra. Nos comunicamos de nueva cuenta con los ingenieros que nos habían permitido dicha visita y nos asesoraron en lo que debía llevar dicho humedal, en base a ello y en la información del levantamiento que hicimos se realizó el presupuesto de obra. se realizaron llamadas para saber los costos de las diferentes actividades, materiales y mano de obra que sería necesaria.

6.-La semana siete se utilizó para representar mucho mejor toda la información que obtuvimos en cuanto a geometría, espesores, alturas, distancias. Para ello se realizaron

planos arquitectónicos con información detallada y fuera así más fácilmente entendida y presentada.

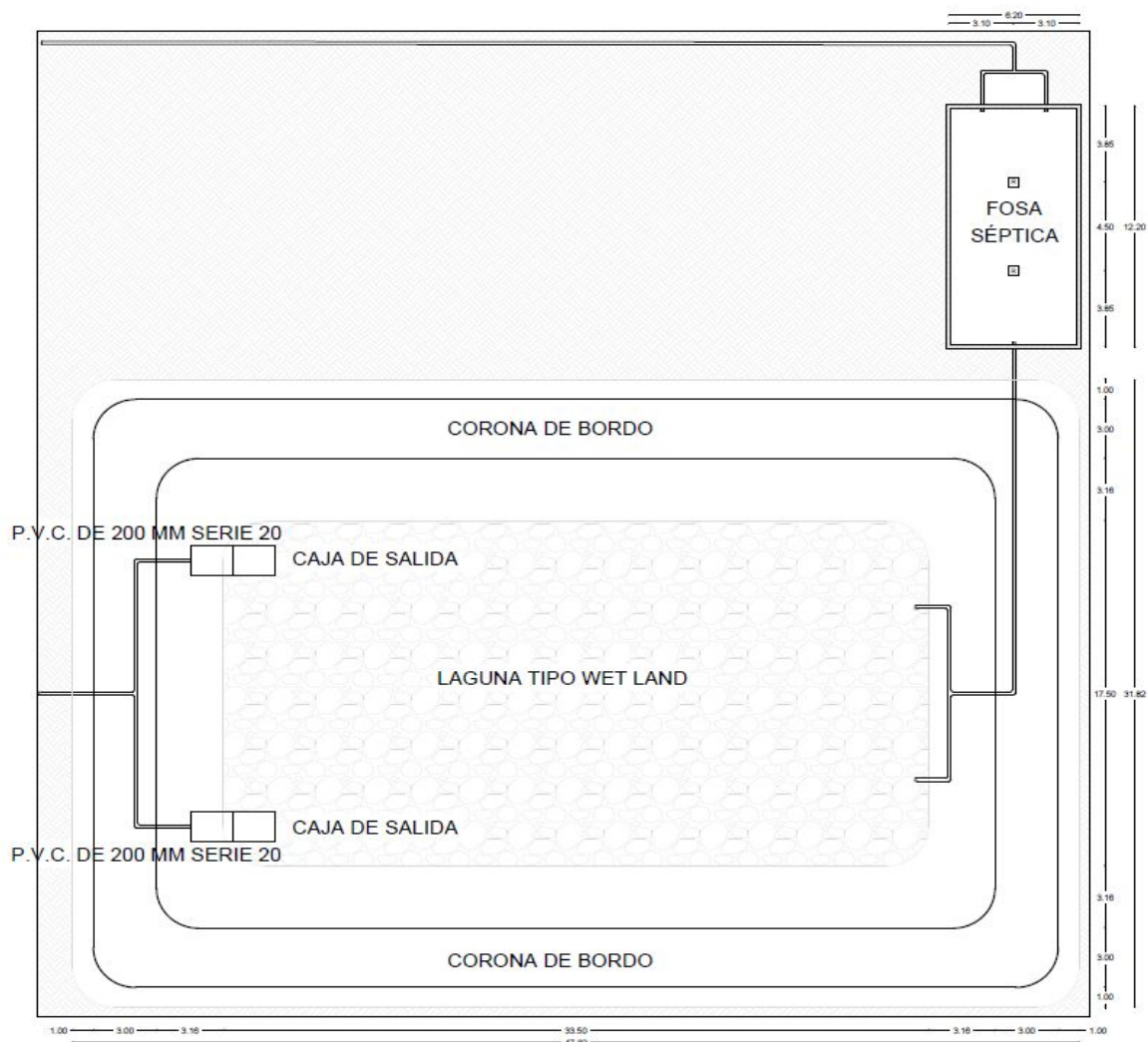
7.-La semana ocho se reunió toda la información obtenida durante el semestre, cálculos planos, presupuesto, evidencia fotográfica y demás información.

8.-Las dos últimas semanas se reservaron para la realización de este documento.

Resultados de trabajo:

Actualmente hay alrededor de 380 habitantes en Valencia, se espera que en 10 años haya una población de alrededor 450 y en los restaurantes en promedio 2000 clientes al mes. El gasto más crítico para la población sería con el cálculo de 450 personas Se calculó un gasto de 150 litros por persona al día en caso de los habitantes y se consideró 30 lts por cliente de los restaurantes con lo cual se obtuvo como resultado un gasto de 0.804 lts/seg.

Las medidas que se tomaron del humedal ya construido y después de haberse adaptado a las necesidades de valencia se plasmó en el siguiente modelo:



El terreno que se compró es de 50m de ancho por 50m de largo en el cual el proyecto propone construir el humedal con medidas de 47.8m de largo por 31.8m de ancho y una fosa séptica de 10.60m de largo, 5.1 de ancho y 2.20 m de altura cuya distribución se puede observar en la figura anterior. En anexos también se podrá encontrar un corte transversal para su mayor comprensión de los dimensionamientos.

Se calculó el costo constructivo del humedal utilizando como base el modelo anterior. Se investigaron los precios unitarios en base a las empresas cercanas o con posibilidades de transportar lo necesario a valencia dándole prioridad a empresas locales. A continuación se muestra un resumen de los costos por etapa de construcción. El presupuesto completo se puede observar en anexos.

Las dos partidas de la construcción y sus costo se enumeran de la siguiente manera:

- Total de FOSA SÉPTICA DE 10.00 X 4.50 X 2.20 M (\$ 350.117,59)
- Total de LAGUNA WETLAND (LECHO DE RAÍCES) (\$ 742.456,17)

SubTotal: \$ 1.092.573,76

Sin embargo al no tener estudio de mecánica de suelos ni de mecánica de rocas, se consideró un 20% más del total debido al sobreprecio que podría causar la existencia de más suelo rocoso que el considerado en los cálculos. Lo que resultó en un costo calculado total de:

Total: \$ 1,315,000.00

Aprendizajes

Éticos

Al término del proyecto se llega a un punto de aprendizaje ético en donde el equipo reflexiona en lo que está bien y está mal en la comunidad, lo que le conviene y lo que no y en que se puede mejorar, específicamente hablando de cuestiones ecológicas, de salud y económicas, para así poder transmitir a los pobladores de San Pedro de Valencia estas reflexiones y poder llegar a un bien común para la comunidad.

Es importante poder identificar estos problemas y aciertos éticos que hay en la comunidad para llegar a una reflexión y así poder crear un plan de trabajo para resolverlos.

El proponer un humedal artificial para el saneamiento de las aguas residuales de la comunidad, por encima de la propuesta de la construcción de una planta de tratamiento deja un gran aprendizaje y responsabilidad con el medio ambiente, la salubridad de la población y su economía.

Sociales

Aprender a relacionarse con las personas es muy importante para el éxito de cualquier proyecto, es por esto que desde un principio se buscó una integración completa de miembros de la comunidad, el equipo de trabajo y los asesores del PAP para así lograr un ambiente de confianza para tomar mejores decisiones y poder desarrollar de mejor manera el proyecto, no obstante en ocasiones la comunicación no siempre es la deseada, lo que puede ocasionar contratiempos en el plan de trabajo.

Profesionales

El aprendizaje profesional para este proyecto ha sido muy amplio, debido a que el desarrollo de un humedal artificial fue un tema nuevo para el equipo de trabajo, el cual tuvo que hacer una extensa investigación acerca de su diseño, funcionamiento, y materialidad.

Esto deja como aprendizaje que en ocasiones no se está totalmente preparado para un proyecto nuevo, sin embargo eso no es una barrera para no poder desarrollarlo, es más bien un incentivo para buscar alternativas por medio de estudio, apoyo de asesores y el trabajo con la comunidad para poder llegar a resolver estos retos y crecer en conocimientos teóricos, prácticos y profesionales.

Conclusiones

Fue fácil llegar a la conclusión que era necesario y urgente la implementación del humedal en lugar de la planta de tratamiento convencional, los beneficios eran claramente mayores desde diferentes puntos de vista, por lo que se nos hace extraño que el gobierno piense primero en soluciones con proyectos más caros tanto de construir como de mantener, sobretodo tratándose de comunidades de bajos recursos económicos. Es importante resaltar que muchos de las plantas de tratamientos terminan abandonadas precisamente porque le son dadas a comunidades que no pueden mantenerlas.

Creemos que es necesario hacer notar más agresivamente a la parte del gobierno que se encarga de la implementación de estos proyectos e incitarlos a que busquen soluciones como la que nosotros encontramos y que se empiece inmediatamente a implementarse de manera mucho más recurrente, es necesario que el método alternativo de los humedales se vuelvan el método "convencional" cuyo título lo tienen en este momento las plantas de tratamiento.

- **Prospectivas:** Se espera que el humedal tenga una vida útil de 10 años, sin embargo debido a las condiciones específicas de la comunidad se espera que pueda sobrepasar dichos años en funcionamiento y no sea necesaria reemplazarla en dicho plazo.
- **Recomendaciones:** se espera que el humedal sea utilizado realmente a la capacidad para la que fue diseñado o al menos cercano a ese gasto debido a que si no se utiliza de esa manera el ciclo de vida se ve interrumpido. Si las plantas acuáticas dejan de recibir el agua para tratarla se secarán y dejará de funcionar como debe de ser. En caso de suceder la situación anterior se recomienda aplicar riego a las plantas hasta que la comunidad empiece a usar la red de drenaje regularmente y en la cantidad necesaria.

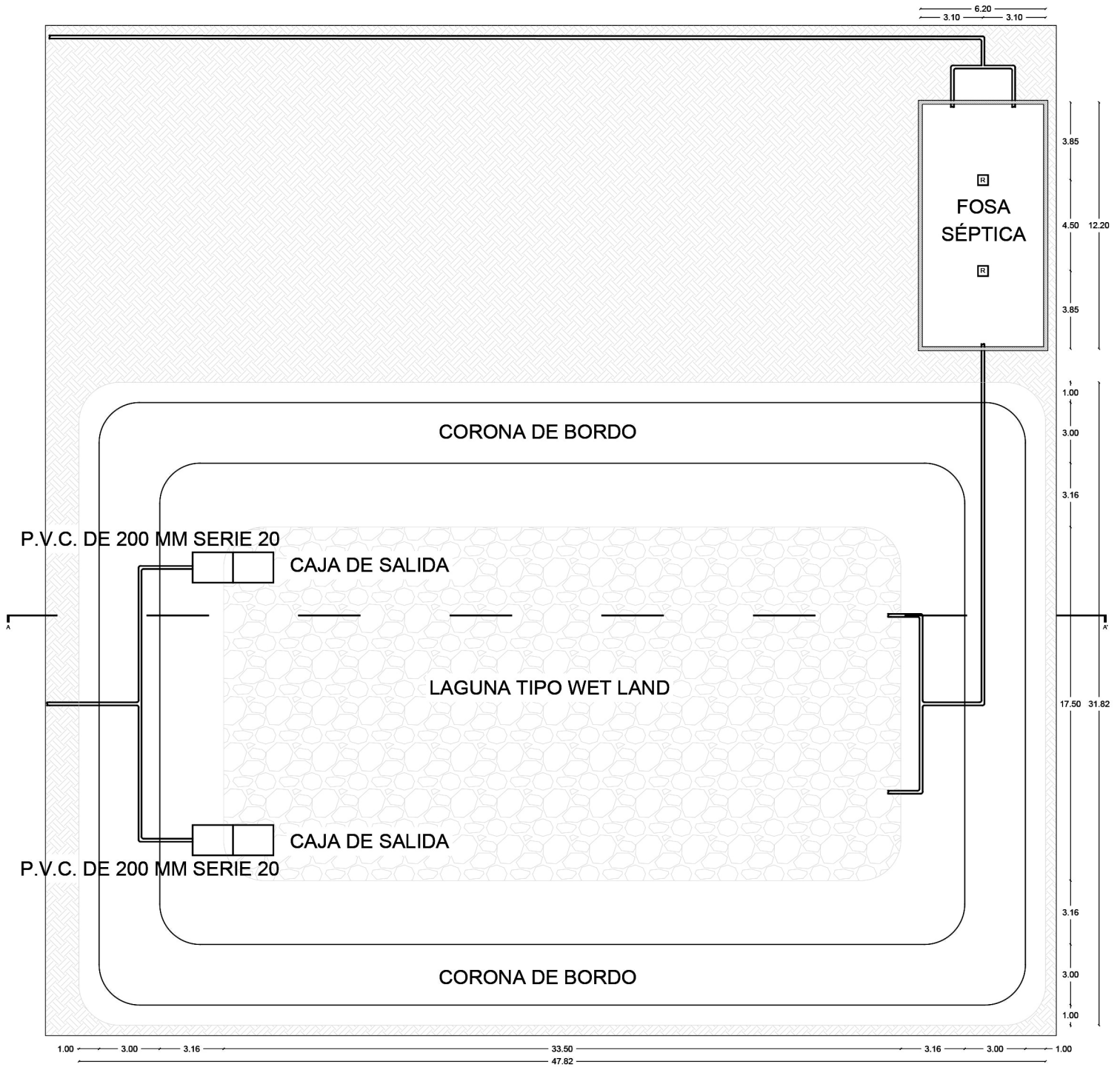
4. Bibliografía

Marsilli, A. (2005). Tratamiento de aguas residuales.tierramor. Disponible en:
<http://www.tierramor.org/Articulos/tratagua.htm> [Accesado 9 Nov. 2017].

interapas. (2017). Sistema de tratamiento de aguas residuales. Disponible en:
http://www.interapas.gob.mx/Cultura/folletos/sistema_de_tratamiento_de_aguas_residuales.pdf [Accesado 8 Nov. 2017].

Tratamiento de aguas residuales. (2013). Etapas del proceso de tratamiento. Disponible en:
<http://tratamientodeaguasresiduales.net/etapas-del-tratamiento-de-aguas-residuales/>
[Accesado 16 Nov. 2017].

5. Anexos

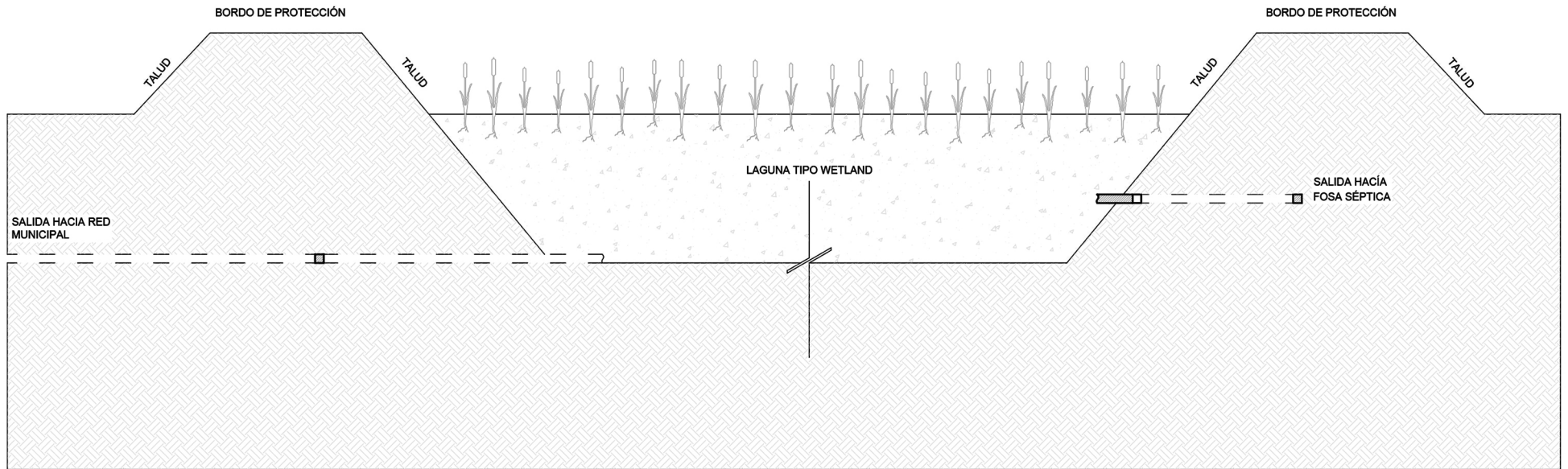


ESCALA GRAFICA

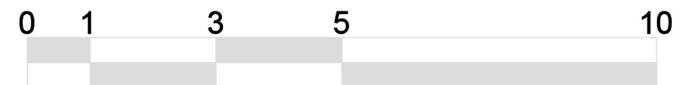


PLANTA HUMEDAL





ESCALA GRAFICA



S E C C I O N A - A '



CATÁLOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESIÓN DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICIÓN						
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO		IMPORTE EN PESOS
	FOSA SEPTICA DE 10.00 X 4.50 X 2.20 M					
1	Trazo y nivelación: Incluye: equipo de topografía, personal, materiales (pinturas, cal, cintas, clavos, estacas, etc) transporte y acarreos. Así mismo la revisión de las cotas del proyecto; verificando del perfil del terreno natural y mantener durante la obra las niveletas necesarias para el control de las mismas.	m2	112,00		\$ 9,50	\$ 1.064,00
3	Excavación con máquina para zanjas, hasta 4.00 m. de profundidad, en cualquier tipo de material, excepto roca fija. Incluye: afloje y extracción del material, amacize y limpieza de plantilla y taludes, remoción traspaleos y conservación de la zanja hasta la instalación satisfactoria de la tubería. Medido en zanja.	m3	35,79		\$ 43,44	\$ 1.554,72
*TEMP6	Excavación con equipo mecánico para zanjas en material III (en roca fija), hasta una profundidad de 2 m. incluye: afloje y extracción del material, conservación de la excavación hasta la instalación satisfactoria de la tubería. Medido en obra. En seco.	m3	178,71		\$ 614,09	\$ 109.744,02
11	Relleno compactado al 85% de la prueba PROCTOR, en capas de 20 cm de espesor con equipo mecánico y aplicando agua, incluye: selección y cribado del material producto de la excavación, todos los traspaleos y acarreos. Medido colocado.	m3	79,35		\$ 75,10	\$ 5.959,19
12	Fabricación y colocación de concreto f'c= 100 kg/cm2, para plantilla de 5 cm de espesor	m3	52,24		\$ 123,85	\$ 6.469,92
CIMBRA	Suministro y colocación de cimbra de madera acabado aparente en muros y losas, incluye: materiales, mano de obra, herramienta y equipo necesario para su colocación y retiro.	m2	215,40		\$ 225,72	\$ 48.620,09
ACERO	Suministro y colocación de acero de refuerzo de 3/8" a 3/4", incluye: suministro de material, acarreo, habilitado, colocación, desperdicios, mano de obra y todos los insumos	kg	2.384,60		\$ 19,62	\$ 46.785,85

	necesarios para la correcta colocación.						
CONCRE 200	Fabricación y colocación de concreto f'c=200 kg/cm2 para estructuras, incluye: impermeabilizante integral a razón de 7 kg/ m3, todos los materiales, mano de obra y equipo necesarios para la fabricación y colocación, puesto en obra.	m3	53,07			\$ 2.255,03	\$ 119.674,44
14	Suministro y colocación de banda de pvc de 12" de ancho con 3 bulbos	ml	30,20			\$ 127,00	\$ 3.835,40
*TEMPO	Instalacion de tuberia de pvc para alcantarillado serie 20 de 200 mm (8") de diámetro.	ml	18,00			\$ 16,40	\$ 295,20
10	Suministro de tubo pvc sanitario de 8" de diámetro, serie 20, puesto en sitio de trabajo	ml	18,00			\$ 130,82	\$ 2.354,76
13	Suministro e instalación de Codo de PVC de 90°x 8" de diámetro, serie 20, incluye: prueba hidrostática junto con tubería de acuerdo a Norma NOM-013-CNA-2000 o vigente.	pza	2,00			\$ 280,00	\$ 560,00
REGISTRO	Construcción de registro de concreto de 0.70x0.70x0.20 m de luz fabricado a base de concreto f'c=200 kg/cm2, muros de 15 cm de espesor armado con acero de refuerzo de 3/8" de diámetro, marco y contramarco a base de acero estructural.	pza	2,00			\$ 1.600,00	\$ 3.200,00
Total de FOSA SEPTICA DE 10.00 X 4.50 X 2.20 M							\$ 350.117,59
LAGUNA WETLAND (LECHO DE RAICES)							
1	Trazo y nivelación: Incluye: equipo de topografía, personal, materiales (pinturas, cal, cintas, clavos, estacas, etc) transporte y acarreos. Así mismo la revisión de las cotas del proyecto; verificando del perfil del terreno natural y mantener durante la obra las niveletas necesarias para el control de las mismas.	m2	1.938,54			\$ 9,50	\$ 18.416,13
3	Excavación con máquina para zanjas, hasta 4.00 m. de profundidad, en cualquier tipo de material, excepto roca fija. Incluye: afloje y extracción del material, amacize y limpieza de plantilla y taludes, remoción traspaleos y conservación de la zanja hasta la	m3	254,87			\$ 43,44	\$ 11.071,55

	instalación satisfactoria de la tubería. Medido en zanja.						
*TEMP6	Excavación con equipo mecánico para zanjas en material III (en roca fija), hasta una profundidad de 2 m. incluye: afloje y extracción del material, conservación de la excavación hasta la instalación satisfactoria de la tubería. Medido en obra. En seco.	m3	820,49			\$ 614,09	\$ 503.854,70
BORDO	Formación de bordos con material producto de la excavación compactado al 95% de la prueba proctor, incluye: escarificado en cimentación, compactación e incorporación de humedad.	m3	739,85			\$ 21,54	\$ 15.936,37
*TEMP6	Excavación con equipo mecánico para zanjas en material III (en roca fija), hasta una profundidad de 2 m. incluye: afloje y extracción del material, conservación de la excavación hasta la instalación satisfactoria de la tubería. Medido en obra. En seco.	m3	60,00			\$ 614,09	\$ 36.845,40
10	Suministro de tubo pvc sanitario de 8" de diámetro, serie 20, puesto en sitio de trabajo	ml	60,00			\$ 131,00	\$ 7.860,00
13	Suministro e instalación de Codo de PVC de 90°x 8" de diámetro, serie 20, incluye: prueba hidrostática junto con tubería de acuerdo a Norma NOM-013-CNA-2000 o vigente.	pza	2,00			\$ 280,00	\$ 560,00
*TEMP10	Retiro de material sobrante producto de excavacion a una distancia de 2.0 kilometros, incluye: carga mecanica y descarga a volteo.	m3	251,42			\$ 56,38	\$ 14.175,06
Geo	Suministro e instalación de geomembrana en paredes y fondo de wetland incluye cortes, uniones, herramientas y material.	m2	1.081,00			\$ 95,00	\$ 102.695,00
16	Construcción de estructura esviejada (lavadero) de concreto f'c=200 kg/cm2, reforzada con acero fy=4200 kg/cm2, de 3/8" de diámetro a cada 15 cm en ambos sentidos	pza	1,00			\$ 7.019,91	\$ 7.019,91
17	Construcción de caja de salida de estanques de concreto f'c=200 kg/cm2, reforzada con acero fy=4200 kg/cm2 de 3/8" de diámetro, a cada 15 cm ambos sentidos. 2 lechos.	pza	2,00			\$ 6.306,02	\$ 12.612,04

18	Adquisición, acarreo, plantado de totora o en caso de no haber, lirio regional en una densidad de 1 planta por cada 2 m2 de superficie, incluye: cuidado y riego hasta su adaptación.	lote	1,00					\$ 7.000,00	\$ 7.000,00	
12	Suministro, acarreo y distribución de arcilla a menos de 15 kilómetros del banco de materiales por medio de camión de volteo.	m3	12,60					\$ 350,00	\$ 4.410,00	
Total de LAGUNA WETLAND (LECHO DE RAICES)									\$ 742.456,17	
									Total:	\$ 1.092.573,76
									1,2	\$ 1.311.088,51
Total temporal									\$ 1.315.000,00	