

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

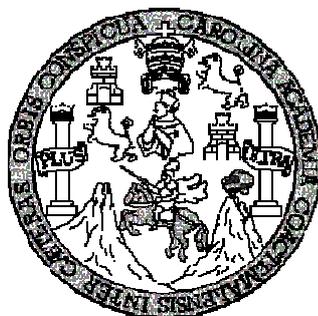
**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, ALDEA COJOL
JUYÚ Y DISEÑO DE PASARELA ENTRADA A SAN JUAN
COMALAPA; MUNICIPIO DE SAN JUAN COMALAPA,
DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**

JOSUÉ ARODY ZASO SOLIS

Asesorado por: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, noviembre de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, ALDEA
COJOL JUYÚ Y DISEÑO DE PASARELA ENTRADA A SAN JUAN
COMALAPA; MUNICIPIO DE SAN JUAN COMALAPA,
DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSUÉ ARODY ZASO SOLIS

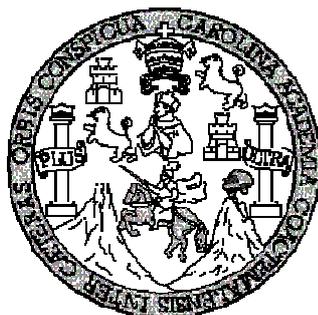
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, ALDEA COJOL JUYÚ
Y DISEÑO DE PASARELA ENTRADA A SAN JUAN COMALAPA;
MUNICIPIO DE SAN JUAN COMALAPA, DEPARTAMENTO DE
CHIMALTENANGO,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 03 de junio de 2009.

Josué Arody Zaso Solis

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	A ti Dios, a TI sea la Gloria “Porque grande es hasta los cielos tu misericordia y hasta las nubes tu verdad, eres grande y hacedor de maravillas”.
Mis padres	Marco Arody Zaso Pérez y Gloria Avilene Solis Escobar, por ser ejemplo e inspiración; por la pasión en su entrega, los amo. Gracias.
Mis hermanos	Cristhian, Cristhy y Sthefani, por ser una razón para llegar a este objetivo. Gracias por su amor.
Mi abuela	Abuela Herci, te amo. Tu esfuerzo me ha alcanzado, gracias.
Mi tío Rosber Zaso Pérez	Por todo el amor, ejemplo, motivación y CUIDADO para terminar este objetivo, siempre estarás presente.
Mis tíos Zaso Pérez	Giddel, Gadmiel, Herman, Ury, Abner, Darcy, por todo el amor, ejemplo, cuidado y ser parte de este triunfo.
Mis tíos Solis Escobar	Por sus exhortaciones y muestras de cariño.
Mis amigos	Por su apoyo durante la carrera.
La Facultad de Ingeniería	Por la formación y enseñanza brindada.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios Por estar a mi lado, porque alejados de TI nada podemos hacer.

Mis padres Por su esfuerzo y entrega; por el apoyo incondicional.

Mis hermanos Por su apoyo y ayuda al llegar a este objetivo.

Ing. Luis Alfaro Por compartir su conocimiento y por su ayuda.

Toda mi familia Por el aprecio y deseo de superación.

**Ing. Luis Carlos
Rodriguez** Por mostrar su amistad en todo momento.

Ing. Javier Maldonado Por su colaboración en alcanzar este objetivo.

Ing. Mario Carrillo Por sus consejos y amistad.

La municipalidad de San Juan Comalapa, por la confianza depositada al realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado.

La Facultad de Ingeniería, por el conocimiento brindado a través de sus aulas.

La Universidad de San Carlos de Guatemala.



Guatemala 08 de octubre de 2010.
Ref.EPS.DOC.1012.10.10.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

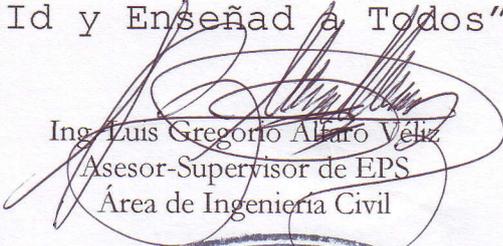
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Josué Arody Zaso Solís** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200312541**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, ALDEA COJOL JUYÚ Y DISEÑO DE PASARELA ENTRADA A SAN JUAN COMALAPA; MUNICIPIO DE SAN JUAN COMALAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Luis Gregorio Alvaró Veliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
LGAV/ra





Guatemala, 08 de octubre de 2010.
Ref.EPS.D.633.10.10

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

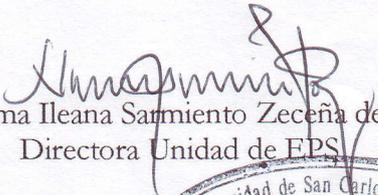
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, ALDEA COJOL JUYÚ Y DISEÑO DE PASARELA ENTRADA A SAN JUAN COMALAPA; MUNICIPIO DE SAN JUAN COMALAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Josué Arody Zaso Solís**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

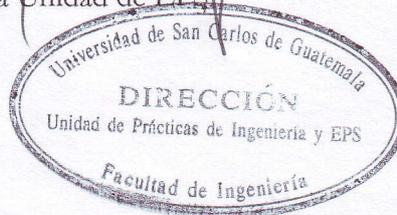
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





Guatemala,
11 de octubre de 2010

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, ALDEA COJOL JUYÚ Y DISEÑO DE PASARELA ENTRADA A SAN JUAN COMALAPA; MUNICIPIO DE SAN JUAN COMALAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil **Josué Arody Zaso Solis**, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Más de **130** Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala,
29 de octubre 2010

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, ALDEA COJOL JUYÚ Y DISEÑO DE PASARELA ENTRADA A SAN JUAN COMALAPA; MUNICIPIO DE SAN JUAN COMALAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Josué Arody Zaso Solis, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras

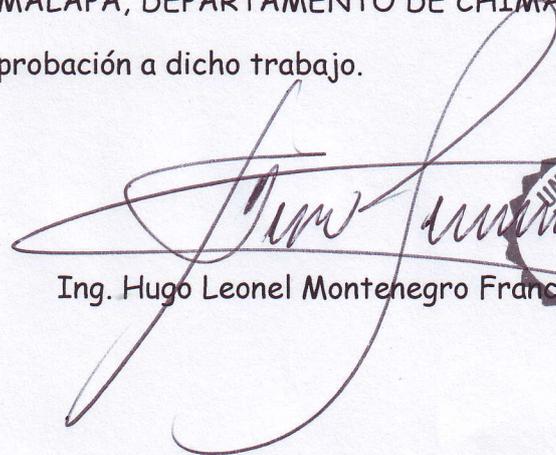


FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Josué Arody Zaso Solis, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, ALDEA COJOL JUYÚ Y DISEÑO DE PASARELA ENTRADA A SAN JUAN COMALAPA; MUNICIPIO DE SAN JUAN COMALAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre de 2010

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, ALDEA COJOL JUYÚ Y DISEÑO DE PASARELA ENTRADA A SAN JUAN COMALAPA; MUNICIPIO DE SAN JUAN COMALAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Josué Arody Zaso Solis**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 9 de noviembre de 2010

/gdech

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Monografía del municipio de San Juan Comalapa	1
1.1.1 Reseña histórica	1
1.1.2 Localización del municipio	2
1.1.3 Ubicación geográfica	2
1.1.4 Aspectos topográficos	3
1.1.5 Vías de acceso	3
1.1.6 Clima	3
1.1.7 Colindancias	4
1.1.8 Demografía	4
1.1.9 Actividades socio-económicas	5
1.1.10 Idioma	6
1.1.11 Servicios existentes	6
1.1.11.1 Infraestructura vial	6
1.1.11.2 Servicios de comunicación	6
1.1.11.3 Transporte	6
1.1.11.4 Energía eléctrica	6
1.1.11.5 Drenajes	7
1.1.11.6 Educación	7

1.2	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio	7
1.2.1	Descripción de las necesidades	7
1.2.2	Priorización de las necesidades	8
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1	Diseño del sistema de drenaje sanitario para la aldea Cojol Juyú	11
2.1.1	Descripción general del proyecto	11
2.1.2	Levantamiento topográfico	11
2.1.2.1	Altimetría	11
2.1.2.2	Planimetría	11
2.1.3	Descripción del sistema a utilizar	12
2.1.4	Partes de un alcantarillado	12
2.1.4.1	Colector	12
2.1.4.2	Pozos de visita	13
2.1.4.3	Conexiones domiciliarias	14
2.1.5	Período de diseño	15
2.1.6	Población futura	16
2.1.7	Determinación de caudal	16
2.1.7.1	Población tributaria	17
2.1.7.2	Dotación	17
2.1.7.3	Factor de retorno al sistema	17
2.1.7.4	Caudal sanitario	18
2.1.7.4.1	Caudal domiciliar	18
2.1.7.4.2	Caudal industrial	19
2.1.7.4.3	Caudal comercial	19
2.1.7.4.4	Caudal por conexiones ilícitas	19
2.1.7.4.5	Caudal por infiltración	20
2.1.7.5	Caudal medio	20

2.1.7.6	Factor de caudal medio	20
2.1.7.7	Factor de Harmond	21
2.1.7.8	Caudal de diseño	22
2.1.8	Fundamentos hidráulicos	22
2.1.8.1	Ecuación de Manning para flujo en canales	23
2.1.8.2	Relaciones de diámetro y caudal	23
2.1.8.3	Relaciones hidráulicas	24
2.1.9	Parámetros de diseño hidráulico	24
2.1.9.1	Coefficiente de rugosidad	24
2.1.9.2	Sección llena y parcialmente llena	25
2.1.9.3	Velocidades máximas y mínimas	26
2.1.9.4	Diámetro del colector	27
2.1.9.5	Profundidad del colector	27
2.1.9.5.1	Profundidad mínima del colector	28
2.1.9.5.2	Ancho de zanja	28
2.1.9.5.3	Volumen de excavación	29
2.1.9.5.4	Cotas invert	30
2.1.10	Pozos de visita	31
2.1.10.1	Ubicación de pozos de visita	31
2.1.10.2	Profundidad de pozos de visita	31
2.1.11	Características de las conexiones domiciliarias	34
2.1.12	Diseño hidráulico	34
2.1.12.1	Ejemplo de diseño de un tramo	35
2.1.13	Desfogue	38
2.1.14	Propuesta de tratamiento	39
2.1.15	Administración, operación y mantenimiento	45
2.1.16	Elaboración de planos	49
2.1.17	Elaboración de presupuesto	50
2.1.18	Evaluación socio-económica	51

2.1.18.1	Valor presente neto	51
2.1.18.2	Tasa interna de retorno	51
2.1.19	Estudio de impacto ambiental	52
2.1.19.1	Definición de impacto ambiental	52
2.1.19.2	Impacto ambiental que será producido	54
2.1.19.3	Medidas de mitigación	56
2.2	Diseño de pasarela en la entrada a la cabecera municipal	59
2.2.1	Descripción del proyecto	59
2.2.2	Levantamiento topográfico	59
2.2.3	Estudio de suelo	59
2.2.4	Análisis y diseño estructural	62
2.2.4.1	Determinación de cargas	62
2.2.4.2	Ubicación de elementos	63
2.2.4.3	Diseño estructural con ETABS	64
2.2.4.3.1	Inicio de modelo	64
2.2.4.3.2	Dibujo de columnas	68
2.2.4.3.3	Dibujo de vigas	70
2.2.4.3.4	Dibujo de vigas secundarias	70
2.2.4.3.5	Dibujo de losas	72
2.2.4.3.6	Apoyos	75
2.2.4.3.7	Determinación de cargas	76
2.2.4.3.8	Asignación de cargas	79
2.2.4.3.9	Análisis	81
2.2.4.3.10	Diseño de vigas secundarias	82
2.2.4.3.11	Diseño de marcos de acero	90
2.2.5	Mantenimiento de la estructura metálica	110
2.2.6	Elaboración de planos	110
2.2.7	Elaboración de presupuesto	110

CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFÍA	117
ANEXOS	119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa de localización de San Juan Comalapa	2
2	Pozo de visita	14
3	Sección parcialmente llena	25
4	Distancia línea central	63
5	Distancia de ejes	64
6	Primer mensaje del programa	65
7	Integración de nuevo modelo	66
8	Edición de líneas guías y niveles	67
9	Edición líneas guías	68
10	Propiedades de columna	69
11	Propiedades de vigas secundarias	71
12	Vista planta	72
13	Eje local	73
14	Propiedades de losa	74
15	Establecer vista de planta	75
16	Apoyos	76
17	UBC 97	78
18	Definición de cargas	79
19	Asignación carga viva	80
20	Asignación carga distribuida	81
21	Correr análisis	82
22	Botones animación	82
23	Información vigas secundarias	83
24	Preferencias de diseño	84
25	Opciones de vista	85

26	Vista de diseño de vigas secundarias	86
27	Mensaje diseño vigas secundarias	87
28	Mensaje final diseño vigas secundarias	87
29	Información diseño vigas secundarias	88
30	Vista vigas secundarias	89
31	Propiedades de viga	90
32	Mensaje de diseño	91
33	Formato de despliegue	91
34	Información diseño de vigas	92
35	Reporte diseño viga	93
36	Mensaje ETABS	94
37	Chequeo diseño	94
38	Vista secciones	95
39	Ensayo de compresión triaxial	119

TABLAS

I	Factor de rugosidad	24
II	Profundidad mínima del colector para tubería de concreto	28
III	Profundidad mínima del colector para tubería de PVC	28
IV	Ancho de zanja	29
V	Bases generales de diseño proyecto alcantarillado sanitario	35
VI	Métodos de limpieza de alcantarillado sanitario	48
VII	Presupuesto sistema de alcantarillado sanitario para aldea Cojol Juyú	50
VIII	Valor soporte permisible, según el tipo de suelo	62
IX	Presupuesto pasarela entrada a cabecera municipal	111

LISTA DE SÍMBOLOS

d	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla
A	Área
Q	Caudal
CM	Carga muerta
CU	Carga última
CV	Carga viva
cm	Centímetro
D	Diámetro de la tubería
e	Excentricidad
Fcu	Factor de carga última
INE	Instituto Nacional de Estadística
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
Kg	Kilogramo
Kg/m	Kilogramo por metro lineal
Kg/m ²	Kilogramo por metro cuadrado
Kips	Kilo-Libras por pulgada cuadrada (klb)
Km	Kilómetro
Km ²	Kilómetro cuadrado
lbs	Libras
Lts/hab/día	Litros por habitante por día
lts/s	Litros por segundo
P.V.C.	Material a base de cloruro de polivinilo
m	Metro absoluto
m ³	Metro cúbico
m ²	Metro cuadrado
ml	Metro lineal

m/s	Metros por segundo
m ³ /s	Metro cúbico por segundo
M	Momento
S	Pendiente
q	Presión sobre el suelo
q _u	Presión última sobre el suelo
PV	Pozo de visita
PSI	“Pounds per Square Inch”, Libra por pulgada cuadrada
Plg	Pulgada, signo tipográfico la comilla (“)
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de diámetros
v/V	Relación de velocidades
Ton	Tonelada
Ton/m ²	Tonelada por metro cuadrado
V	Velocidad del flujo a sección llena
v	Velocidad del flujo dentro de la alcantarilla

GLOSARIO

Aeróbico	Condición en la cual hay presencia de oxígeno libre.
Aguas residuales	Desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua provenientes de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
Anaeróbico	Condición en la cual hay ausencia de oxígeno libre.
Azimut	Ángulo horizontal referido desde el norte magnético o verdadero determinado astronómicamente; su rango varía de 0° a 360°.
Banco de marca	Punto de altimetría cuya altura o cota es conocida y se utilizará para determinar alturas o cotas siguientes.
Bases de diseño	Bases técnicas utilizadas para la creación de los proyectos, varían de acuerdo con el tipo de proyecto.
Botón	En un programa de computación dentro de un cuadro de diálogo cuando se ejecuta un comando.
Carga muerta	Peso constante soportado por un elemento estructural durante su vida útil, incluyendo el propio.
Carga viva	Peso variable dado por el uso de la estructura, muebles, maquinaria móvil, etc., soportado por el elemento.

Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo que fluye dentro de una tubería, en un determinado punto de observación durante un instante.
Click	En un programa de computación hacer “Click” o pinchar es la acción de presionar uno de los botones del mouse, generalmente haciendo referencia al botón izquierdo.
Colector	Sistema conformado por un conjunto de tuberías, pozos de visita, obras y accesorios, que se utilizan para la descarga de las aguas residuales o pluviales.
Columna	Elemento estructural capaz de resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de, por lo menos, tres veces su menor dimensión lateral.
Compactación	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y su capacidad de soportar cargas.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado, banco de marca o nivel del mar.
Descarga	Lugar donde se depositan las aguas residuales que provienen de un colector.
Desfogue	Salida de aguas residuales en un punto determinado.

Desinfección	Eliminación de bacterias patógenas que existen en el agua mediante procesos químicos.
Dotación	Cantidad de agua necesaria para consumo, requerida por una persona en un día.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.
Especificaciones	Normas técnicas de construcción con disposiciones especiales, de acuerdo con las características y tipo de proyecto; son de carácter específico bajo estándares de calidad y seguridad.
ETABS	Programa de computación que se utiliza en el diseño de edificios y otro tipo de estructuras.
Excentricidad	Se produce cuando el centro de masa no coincide con el centro de gravedad, produciendo de esta manera esfuerzos adicionales por torsión.
Menú	En computación, es una herramienta gráfica en la interfaz de programas, páginas web y aplicaciones; consiste en una lista de opciones que puede desplegarse para mostrar más opciones o funciones y acceder así a las distintas herramientas de la aplicación.
Momento	Esfuerzo debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.

Perfil	Visualización en plano de la superficie de la tierra, según su latitud y altura, referidas a banco de marca.
Pozo de visita	Estructura que sirve para recibir y depositar las aguas residuales entre dos tuberías. Se utiliza para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
Tip	Consejo y/o aviso oportuno para realizar una acción.
Tramo	Espacio comprendido entre el centro de los pozos de visita.
UBC	Uniform Building Code, código para el diseño de edificios.
Valor soporte	Capacidad del suelo para resistir cargas por unidad de área.
Zapata	Estructura cuya función es transmitir la carga al subsuelo a una presión de acuerdo con las propiedades del suelo.

RESUMEN

Este trabajo de graduación es el informe sobre el Ejercicio Profesional Supervisado realizado en la municipalidad de San Juan Comalapa, departamento de Chimaltenango, en el cual se plantean soluciones técnicas y viables a las necesidades de la población.

Está dividido en dos fases: la primera, corresponde a la fase de investigación, contiene una monografía del municipio, en la que se incluye historia, ubicación, aspectos económicos entre otros datos del lugar, y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del lugar en estudio.

La segunda, fase de servicio técnico profesional, describe el diseño de dos proyectos, los cuales son: un proyecto de drenaje sanitario para la aldea Cojol Juyú; y la construcción de una pasarela a la entrada de la cabecera municipal de San Juan Comalapa.

El trabajo de graduación presenta los planos y presupuestos respectivos.

OBJETIVOS

General

Desarrollar una investigación monográfica y diagnóstica, sobre las necesidades prioritarias existentes en cuanto a servicios básicos e infraestructura en la aldea Cojol Juyú y cabecera municipal del municipio de San Juan Comalapa, departamento de Chimaltenango, y proponer soluciones con el diseño de obras de infraestructura que se necesitan en la comunidad.

Específicos

1. Diseñar el sistema de drenaje sanitario para la aldea Cojol Juyú y la pasarela que se instalará en la entrada a San Juan Comalapa, municipio de San Juan Comalapa, departamento de Chimaltenango.
2. Capacitar a los integrantes del COCODE de la aldea Cojol Juyú sobre aspectos relacionados con la operación y mantenimiento del sistema de drenaje sanitario.
3. Capacitar a los integrantes de la Oficina Municipal de Planificación de San Juan Comalapa, en relación con el diseño y mantenimiento de la pasarela.

INTRODUCCIÓN

El municipio de San Juan Comalapa, que se ubica dentro del departamento de Chimaltenango, al igual que todos los municipios del interior del país, presenta grandes carencias en cuanto a infraestructura y servicios básicos para sus pobladores.

Después de realizar un diagnóstico sobre las necesidades en infraestructura, se concluyó que los habitantes de la aldea Cojol Juyú necesitan la construcción del sistema de drenaje sanitario que dé un adecuado tratamiento a las aguas residuales, ya que la ausencia de este, atenta contra la salud de los pobladores.

También se determinó que para proveer de seguridad a los peatones que transitan en el sector y tener una entrada estéticamente más presentable, se hace indispensable construir una pasarela; así se conseguiría que los carros puedan transitar libremente al entrar o salir del municipio, sin atentar contra la seguridad vial de los peatones.

Por lo que este trabajo de graduación presenta el diseño de los proyectos anteriores adjuntando al final los resultados, consistentes en planos y presupuestos de ejecución.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del municipio de San Juan Comalapa

1.1.1 Reseña histórica

El nombre del municipio proviene de la expresión kaqchikel “chi royal xot” que significa “junto a la fuente de los comales”. Después de la conquista, los indígenas náhuatls que acompañaban a los conquistadores lo llamaron de acuerdo con su propia lengua. Así comenzó a llamarse Comalapa, de comal, y apa que significa lugar, o sea “lugar de los comales”.

En la época colonial llegaron catequistas y sacerdotes católicos a propagar su religión. Éstos pusieron al pueblo bajo la protección de San Juan Bautista y por eso se designó definitivamente como San Juan Comalapa.

En la Constitución Política de la República decretada el 11 de octubre de 1825, se da a conocer que se organizó el territorio en once distritos y varios circuitos. En el Distrito octavo correspondiente a Sacatepéquez aparece San Juan Comalapa, como cabecera de distrito.

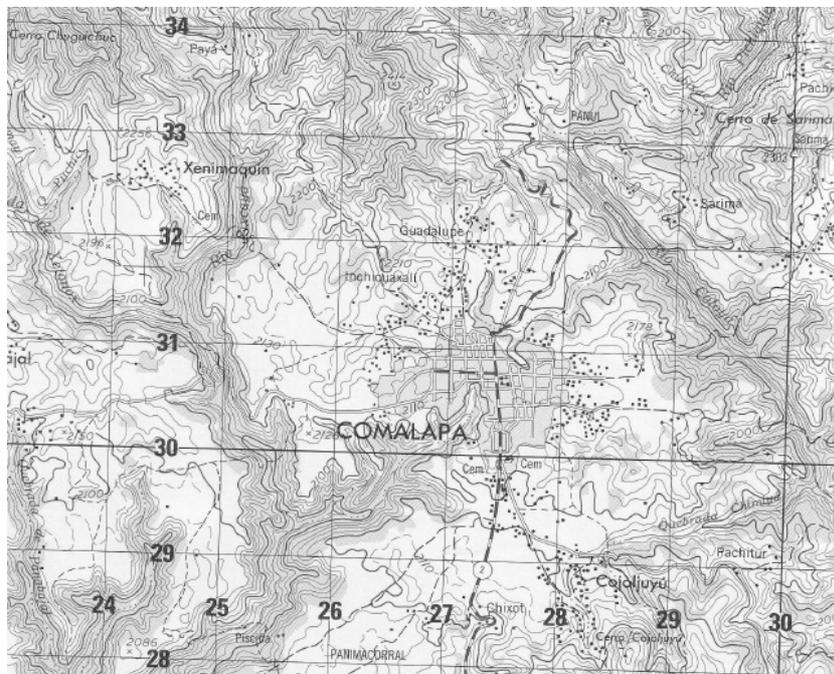
Posteriormente, al ser creado el departamento de Chimaltenango por Decreto de la Asamblea Constituyente de 12 de septiembre de 1839, el municipio de San Juan Comalapa entra a formar parte de dicho departamento, al cual pertenece hasta la fecha.

A San Juan Comalapa se la denomina “Florencia de América”, por ser cuna de grandes artistas, entre los que destacan Rafael Álvarez Ovalle, autor de la música del Himno Nacional, y el pintor Andrés Curruchiche.

1.1.2 Localización del municipio

El municipio de San Juan Comalapa se encuentra en el departamento de Chimaltenango, mismo que forma parte de la región V o región central de Guatemala. Se localiza a 81 kilómetros de distancia con la ciudad de Guatemala, y a 30 kilómetros de la cabecera departamental.

Figura 1. Mapa de localización de San Juan Comalapa



Su extensión territorial es de 76 km² y está formado por un pueblo, 7 aldeas, 25 caseríos y un paraje.

1.1.3 Ubicación geográfica

La cabecera municipal de Comalapa se ubica, de acuerdo con el banco de marca (BM), del Instituto Geográfico Nacional – IGN-, ubicado en el parque central de la localidad, a una elevación promedio de 2,115 metros sobre el nivel

del mar (MSNM), y se ubica en las coordenadas geográficas: latitud 14°44'24" y longitud 90°53'15".

1.1.4 Aspectos topográficos

La topografía del terreno es quebrada, con pendientes pronunciadas, el terreno se encuentra muy deforestado por la tala inmoderada; actualmente existen campañas de reforestación por parte de la municipalidad.

1.1.5 Vías de acceso

El municipio de San Juan Comalapa se comunica con la ciudad capital por la carretera interamericana CA-1; 51 kilómetros son de autopista con pavimento de asfalto, hasta llegar al departamento de Chimaltenango. De la cabecera departamental de este lugar al municipio de San Juan Comalapa, hay 30 kilómetros por la carretera interamericana, con pavimento de asfalto de dos carriles. El municipio de San Juan Comalapa cuenta con un 90% de sus calles adoquinadas y pavimentadas.

1.1.6 Clima

San Juan Comalapa posee un clima templado, en diciembre y enero la temperatura baja a dos grados centígrados y en abril sube a 27 grados centígrados; en la actualidad existen dos estaciones meteorológicas cercanas a este municipio, estas se encuentran situadas en Santa Cruz Balanyá y San Martín Jilotepeque, ambos municipios del departamento de Chimaltenango.

1.1.7 Colindancias

Los límites del municipio son:

- Norte: San José Poaquil y San Martín Jilotepeque
- Este: San Martín Jilotepeque
- Sur: Zaragoza, Santa Cruz Balanyá y Chimaltenango
- Oeste: Tecpán Guatemala, Santa Apolonia y San José Poaquil.

Todos los municipios limítrofes pertenecen al departamento de Chimaltenango.

1.1.8 Demografía

El área urbana está formada por 20,047 habitantes; el área periurbana por 4,375 y el área rural por 14,953, para un total de 39,375 habitantes. De los cuales un 93% de la población es maya kaqchikel y un 7% es ladina o no indígena.

Según el censo poblacional, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística -INE-, San Juan Comalapa es el quinto municipio más poblado del departamento de Chimaltenango.

El 60% de la población profesa la religión católica y el 40% la evangélica.

El crecimiento desmedido de la población, es una de las mayores preocupaciones de las diferentes actividades, tomando en consideración que hay un desequilibrio entre la economía familiar como también en las limitantes

de los servicios básicos y la falta de fuentes de empleo, especialmente en el área rural.

Los niveles de pobreza que posee el municipio son un 57.21% de personas que viven en pobreza, y un 9.77% de habitantes en extrema pobreza.

1.1.9 Actividades socio-económicas

En cuanto a producción agrícola, se dedican al cultivo de maíz, frijol, fresa, papa, haba, arveja china, brócoli, y a la siembra de flores como gladiolas, claveles, rosas y otras.

También se cuenta con actividad pecuaria, pues buena parte de su población se dedica a la cría de ganado bovino.

En cuanto a producción artesanal, muchos habitantes se dedican a la elaboración de figuras de venados, chivos, trineos, estrellas, faroles, etc., utilizando como materiales: hojas de mazorca, alambres, chiriviscos, barniz, fibras, piezas de madera entre otros. Además, promueven artistas en la rama de pintura y a la industria textil artesanal: monederos, güipiles, chalecos, chumpas, etc.

No existen fuentes permanentes de empleo en el municipio. La mayoría de las personas se dedican a la producción agrícola familiar y artesanal y como alternativa recurren a emigrar a Chimaltenango, la Ciudad Capital y sobre todo fuera del país.

En porcentajes, las actividades se presentan así: agricultura 60%, artesanía 20%, comercio 20%.

1.1.10 Idioma

Predomina el idioma español, pero paralelamente, en todas las comunidades del municipio se habla la lengua maya Kaqchikel.

1.1.11 Servicios existentes

1.1.11.1 Infraestructura vial

La carretera de ingreso a la comunidad está asfaltada y existen otras vías de terracería que comunican con otras aldeas y municipios tales como: Tecpán, San José Poaquil, San Martín Jilotepeque, aldeas: Pacorral, Panabajal, Xenimajuyú, Cojol Juyú y otros.

1.1.11.2 Servicios de comunicación

Hay teléfonos comunitarios, teléfonos privados y telefonía móvil. El 30% de la población tiene teléfono en su vivienda. También el 10% de las viviendas tiene servicios de televisión por cable.

1.1.11.3 Transporte

Existen buses urbanos y extraurbanos, sin embargo hacia las zonas rurales, los pobladores utilizan servicios informales (pick-ups).

1.1.11.4 Energía eléctrica

El 94% de la población dispone de energía eléctrica.

1.1.11.5 Drenajes

El 97% de las viviendas del casco urbano está conectado a la red de drenajes sanitarios, aunque el 68% descarga solamente aguas negras y el 29% restante, aguas negras y pluviales.

1.1.11.6 Educación

Existen 5 establecimientos de nivel parvulario, 15 de primaria bilingüe, 23 de primaria, 5 básicos y 1 de diversificado.

Además de estos centros educativos, en Paraxaquen funciona una escuela del Programa Nacional de Autogestión Educativa -PRONADE- a la que asisten aproximadamente 35 alumnos.

Respecto de la educación de adultos, en San Juan Comalapa, el Comité Nacional de Alfabetización –CONALFA- y el Instituto Guatemalteco de Educación Radiofónica –IGER- son las instituciones que velan por la enseñanza en este campo.

1.2 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio

1.2.1 Descripción de las necesidades

- Reubicar y construir el Rastro Municipal de San Juan Comalapa, para solucionar la problemática de entes contaminantes dentro del casco urbano. Con ello, reducirían las enfermedades derivadas de malas prácticas de eliminación de desechos, y se reducirían los focos de

contaminación que pueden generarse por la ubicación del presente proyecto.

- Construcción del sistema de drenaje sanitario de la Aldea Cojol Juyú. Con la construcción del servicio de drenaje sanitario se beneficiarán 176 viviendas. Este proyecto busca disminuir las enfermedades como las alergias y/o manchas de la piel, picaduras de mosquitos, en los habitantes afectados, y reducir al 90% los focos de contaminación producidos por no contar el drenaje sanitario en todo el sector.
- Construcción del Puente de Panham. En cuanto a su naturaleza es un proyecto de servicios de comunicación urbano y social, vital para el desarrollo económico integral del municipio. Al construir el puente, se crea una segunda opción de libre locomoción al ingreso del caserío de Panham, con lo que mejorará el egreso de productos agrícolas y mercantiles, incrementando el impacto económico y el desarrollo de la población beneficiada, y relativamente a todo el municipio.
- Construcción de pasarela a la entrada de la cabecera municipal. Con la ejecución de este proyecto, se mejoraría la fluidez del tráfico vehicular a la entrada del municipio, y se dará mayor seguridad a los peatones que no pondrán en riesgo su vida al cruzar la calle.

1.2.2 Priorización de las necesidades

Con la colaboración del comité se determinó que es necesario que se atiendan las necesidades básicas de la aldea Cojol Juyú, por lo que fue necesario proponer una solución consistente en una red de alcantarillado sanitario, por ser un servicio básico, para evitar contaminación y elevar el nivel

de vida de la comunidad. En segundo término, se tienen los aspectos de infraestructura como lo son las calles pavimentadas, centro de salud y centros educativos de nivel básico.

Mientras que en la cabecera municipal, se determinó priorizar la infraestructura que contribuya al desarrollo social y económico de la comunidad, por lo que el proyecto a diseñar es la pasarela a la entrada del municipio. Como segunda prioridad está la reubicación del rastro municipal, proporcionando así un mejor nivel de vida de la población.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño del sistema de drenaje sanitario para la aldea Cojol Juyú

2.1.1 Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en la construcción del drenaje sanitario para la aldea Cojol Juyú. Posee una magnitud 2,513.99 metros, y busca evitar las enfermedades y problemas que conlleva la ausencia de una adecuada disposición de las aguas residuales.

El proyecto se diseñará para una vida útil de 30 años, y beneficiará a 176 familias que actualmente habitan la aldea.

2.1.2 Levantamiento topográfico

2.1.2.1 Altimetría

El levantamiento que se realizó para este proyecto fue de primer orden por tratarse de un proyecto de drenajes, debido a que es importante la precisión de los datos obtenidos.

Con los datos de campo, se obtuvieron las elevaciones y pendientes que existen por donde pasará el alcantarillado.

2.1.2.2 Planimetría

El levantamiento planimétrico, sirve para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y en general ubicar todos los puntos

importantes. Para este proyecto se utilizó el método de conservación del azimut con vuelta de campana.

2.1.3 Descripción del sistema a utilizar

Existen tres tipos de alcantarillados. La decisión sobre cual se utilizará, depende de las necesidades, topografía, factor económico, y otros factores.

- a) Alcantarillado sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, como, baños, cocinas, lavados y servicios; las de residuos comerciales, como, restaurantes y garages; las de residuos industriales, e infiltración.
- b) Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia que concurren al sistema.
- c) Alcantarillado combinado: posee los caudales de las aguas antes mencionadas (sanitario y pluvial).

En este caso se diseñará un sistema de alcantarillado sanitario, porque sólo se recolectarán aguas servidas domiciliarias.

2.1.4 Partes de un alcantarillado

2.1.4.1 Colector

Es el conducto o tubería principal por el que se transportarán las aguas negras. Se ubica comúnmente en el centro de las calles. Transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hasta su destino final, ya sea

hacia una planta de tratamiento o un cuerpo receptor. Generalmente son tubos de secciones circulares, de PVC o concreto. El trayecto, comúnmente obligatorio, es subterráneo.

2.1.4.2 Pozos de visita

Son dispositivos que permiten verificar el buen funcionamiento de la red. Permite efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento, accediendo a realizar funciones como conectar distintos ramales de un sistema o iniciar un ramal.

Existen pozos prefabricados hechos de materiales plásticos, aunque los más comunes son hechos de ladrillo. La construcción de los pozos está regulada por normas hechas por instituciones encargadas de velar por la adecuada construcción de sistemas de alcantarillado sanitario.

Sus principales características son: fondo de concreto reforzado, paredes de mampostería o cualquier material impermeable, repellos y cernidos liso en dichas paredes, tapadera que permite la entrada al pozo de un diámetro entre 0.60 a 0.75 metros, escalones que permiten bajar al fondo del pozo de hierro empotrados en la paredes del pozo. La altura del pozo dependerá del diseño.

Son de secciones circulares y con diámetro mínimo de 1.20 m, contruidos generalmente de ladrillo o cualquier otro material que proporcione impermeabilidad y durabilidad dentro del período de diseño.

- un tubo de concreto vertical no menor de 12 pulgadas de diámetro,
- una caja de mampostería de lado no menor de 45 centímetros, impermeabilizado por dentro.

Tendrá una tapadera que permita inspeccionar y controlar el caudal; el fondo debe estar fundido y con un desnivel para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan ser transportada hacia el colector, con altura mínima de la candela de 1.00 metro.

b) Tubería secundaria

Es la tubería que permite la conexión de la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que se reciben del interior de las viviendas. Deberá utilizarse tubo PVC de 4", con pendiente mínima de 2%, considerando las profundidades de instalación.

2.1.5 Periodo de diseño

Para empezar el diseño de un alcantarillado, se debe establecer el periodo por el cual se prestará el servicio de manera efectiva, pudiendo proyectarlo para realizar su función en un período de 20 a 40 años, a partir de la fecha que se realice el diseño, y tomando en cuenta las limitaciones económicas y la vida útil de los materiales, lo cual se puede determinar mediante normas hechas por el INFOM.

Para el diseño del presente proyecto, se tomó un período de 30 años, tratando de satisfacer al máximo las necesidades de la población y tomando en cuenta la vida útil de los materiales.

2.1.6 Población futura

La vida útil del proyecto dependerá del diseño, el cual se hará de acuerdo con la población futura. Para determinar el número de pobladores a servir en el futuro, se recomienda utilizar el método geométrico pues es el que más se asemeja al crecimiento de la población de Guatemala.

$$P_f = P_o * (1 + r)^n$$

Donde:

P_f = población futura

P_o = población actual según censo realizado en el E.P.S.

r = tasa de crecimiento poblacional (%)

n = período de diseño (años)

El periodo de diseño es de 30 años. Según datos del INE $r = 3.5\%$, y considerando 6 habitantes por familia,

$$P_o = 176 * 6 = 1,056 \text{ hab.}$$

Sustituyendo valores:

$$P_f = 1056 * (1 + 0.035)^{30}$$

$$P_f = 2,964 \text{ habitantes}$$

2.1.7 Determinación de caudal

Para determinar el caudal de aguas negras del colector principal se realizan diferentes cálculos de caudales y se aplican diferentes factores, como la dotación, estimación de conexiones ilícitas, caudal domiciliar, caudal de infiltración, caudal comercial y, principalmente las condiciones socioeconómicas de los pobladores del lugar, para determinar el factor de retorno del sistema.

2.1.7.1 Población tributaria

La población que aportará caudales al sistema se calcula con los métodos de estimación de población futura generalmente empleados en Ingeniería Sanitaria. Se sabe que se deberá de darle el servicio a 176 familias, es decir 176 viviendas.

2.1.7.2 Dotación

Los factores que se consideran en la dotación son: clima, nivel de vida, condiciones socioeconómicas, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad de agua, medición, administración del sistema y presión del mismo.

La dotación estimada para este proyecto, tomando en cuenta los valores que estipula el INFOM de abastecimiento para áreas rurales, fue de 120 lts/hab/día.

2.1.7.3 Factor de retorno al sistema

En las viviendas el agua tiene diferentes usos. Todos esos usos han sido cuantificados por diferentes instituciones, como la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Sanitarios y Ambientales, y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, las que han establecido datos en lo que se refiere a factores de consumo de agua que se dirige directamente al sistema de alcantarillado.

Los valores determinados por estas instituciones, del total de agua que se consume dentro de las viviendas, de un setenta a un noventa por ciento se

descarga al drenaje, lo cual constituye el caudal domiciliar. En el presente proyecto se utilizará un valor de ochenta por ciento (0.80).

2.1.7.4 Caudal sanitario

2.1.7.4.1 Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que se desecha de las viviendas, por consumo interno hacia el colector principal; estando relacionada directamente con el suministro de agua potable en cada hogar.

El agua utilizada en jardines, lavado de banquetas, lavado de vehículos, etcétera no es introducida al sistema de alcantarillado, de tal manera que el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor de retorno de 0.80 para el presente informe, como se mencionó anteriormente, quedando el caudal total integrado de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{Dot.*F.R.*Hab.}{86400}$$

Donde:

Qdom	= Caudal domiciliar (l/s)
Hab.	= Número de habitantes futuros del tramo
Dot.	= Dotación (lts/hab/día)
F. R.	= Factor de Retorno
86,400	= Constante

Sustituyendo valores

$$Q_{dom} = \frac{120 * 0.80 * 2964}{86400} = 3.29 \text{ l/s}$$

2.1.7.4.2 Caudal industrial

Es el agua proveniente del interior de todas las industrias existentes en el lugar, como procesadores de alimentos, fabrica de textiles, licoreras, etc. Puesto que la aldea carece de ellos, no se contempla caudal industrial alguno.

2.1.7.4.3 Caudal comercial

Conformado por las aguas negras resultantes de las actividades de los comercios, comedores, restaurantes, hoteles; como la aldea carece de ellos, no se contempla caudal comercial alguno.

2.1.7.4.4 Caudal por conexiones ilícitas

Es la cantidad de agua de lluvia que entra al drenaje, proveniente principalmente porque algunos usuarios, conectan las bajadas de aguas pluviales al sistema.

Este caudal daña el sistema y debe de evitarse para impedir la posible destrucción del drenaje. Se calcula de varias formas, como un porcentaje del total de conexiones, o como una función del área de techos y patios, y de su permeabilidad, así como de la intensidad de lluvia.

En este caso se tomó como base el método dado por el INFOM, el cual especifica que se tomará el 10% del caudal domiciliar; sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial se podrá utilizar un valor más alto, por lo que se usó un 25%; quedando el caudal por conexiones ilícitas total integrado de la siguiente manera:

$$Q_{\text{cilicitas}} = 25\% * Q_{\text{Dom}} = 0.25 * 3.29 = 0.82 \text{ l/s}$$

2.1.7.4.5 Caudal por infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual dependerá del nivel freático del agua, de la profundidad y tipo de la tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas y la calidad de mano de obra.

Para este estudio no se tomará en cuenta, ya que en el diseño se utilizará tubería de PVC, y este material no permite infiltración de agua.

2.1.7.5 Caudal medio

Se obtiene mediante la suma de todos los caudales provenientes de las industrias, comercios, viviendas, conexiones ilícitas e infiltración, descartando todo aquel caudal que, dada la situación o propiedades de la red, no contribuya al sistema; se obtiene su valor de la siguiente ecuación.

$$Q_{\text{med}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{cilicitas}} + Q_{\text{inf}}$$

$$Q_{\text{med}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{ilicitas}}$$

$$Q_{\text{med}} = 3.29 + 0.82 = 4.11 \text{ l/s.}$$

2.1.7.6 Factor de caudal medio

Este factor regula la aportación del caudal en la tubería. Se considera como la suma de los caudales doméstico, de infiltración, por conexión ilícita, comercial e industrial. Este factor según el –INFOM- debe estar entre los rangos de 0.002 a 0.005. Si da un valor menor se tomará 0.002, y si fuera mayor se tomará 0.005.

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$f_{qm} = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{No.habitantes}} = \frac{4.11}{2964} = 0.001387$$

Por lo que se utilizará el valor de 0.002 como factor de caudal medio para todos los tramos.

2.1.7.7 Factor de Harmond

También llamado factor de flujo instantáneo, es el factor que se encarga de regular un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico, determinando la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio o la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén usando simultáneamente. Estará siempre en función del número de habitantes localizados en el tramo de aporte y su cálculo se determina mediante la fórmula de Harmond:

$$FH = \left[\frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} \right] = \left[\frac{18 + \sqrt{2964/1000}}{4 + \sqrt{2964/1000}} \right] = 3.47$$

Donde P es la población, expresada en miles.

El factor de Harmond es adimensional y se encuentra entre los valores de 1.5 a 4.5, según sea el tamaño de la población a servir del tramo.

2.1.7.8 Caudal de diseño

Es el que se determina para establecer qué cantidad de caudal puede transportar el sistema en cualquier punto del recorrido de la red, siendo este el que establecerá las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño del alcantarillado.

Debe calcularse para cada tramo del sistema, calculado con la ecuación:

$$Q_{\text{DISEÑO}} = f_{qm} * FH * \text{No.habitantes}$$

Donde:

$Q_{\text{DISEÑO}}$	= Caudal de diseño (l/s)
f_{qm}	= Factor de caudal medio
FH	= Factor de Harmond
No. Habitantes	= Número de habitantes contribuyentes a la tubería

$$Q_{\text{DISEÑO}} = 0.002 * 3.47 * 2964 = 20.57 \text{ l/s}$$

2.1.8 Fundamentos hidráulicos

El principio hidráulico para el funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario es transportar las aguas negras por tubería como si fuese canales abiertos, funcionando por gravedad, y cuyo flujo está determinado por la rugosidad del material, y por la pendiente del canal.

Particularmente para sistemas de alcantarillado sanitarios, se emplean canales circulares cerrados, y para no provocar ninguna molestia se construyen subterráneos, estando la superficie del agua afectada solamente por la presión atmosférica y por muy pocas presiones provocadas por los gases de la materia en descomposición que dichos caudales transportan.

2.1.8.1 Ecuación de Manning para flujo en canales

Para encontrar valores que determinen la velocidad y caudal que se conducen en un canal, desde hace años se han propuesto fórmulas experimentales, en las cuales se involucran los factores que más afectan el flujo de las aguas en el conducto. Se han desarrollado fórmulas según existe un coeficiente C, el cual es tomado como una constante que depende de la rugosidad del material usado

La ecuación de Manning se define así:

$$V = \left[\frac{R^{1/2} * \sqrt{S}}{n} \right]$$

Donde:

- V = Velocidad (m/s)
- R = Radio hidráulico
- S = Pendiente del canal
- n = Coeficiente de rugosidad (según material)

2.1.8.2 Relaciones de diámetro y caudal

Las relaciones de diámetros y caudales que se deben tomar en cuenta en el diseño de la red de alcantarillado sanitario son: la relación d/D debe de ser mayor o igual a 0.10 y menor o igual a 0.75, y el caudal de diseño tiene que ser menor al caudal a sección llena en el colector, tomando en cuenta que estas relaciones se aplicarán sólo para sistemas de alcantarillado sanitario. Esto es:

Relación de diámetro: $0.1 \leq \frac{d}{D} \leq 0.75$

Relación de caudal: $q_{dis} < Q_{sec\ llena}$

2.1.8.3 Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder determinar los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas que se utilizarán para el diseño de la red.

2.1.9 Parámetro de diseño hidráulico

2.1.9.1 Coeficiente de rugosidad

Las empresas que fabrican tuberías para alcantarillado sanitario, realizan pruebas para determinar un factor para la rugosidad de la superficie interna de la tubería, manejando parámetros de rugosidad para diferentes materiales y diámetros, ya estipulados por instituciones que regulan la construcción de alcantarillados sanitarios.

Existen valores de factores de rugosidad de algunos de las tuberías más empleadas en nuestro medio, entre las que se pueden citar:

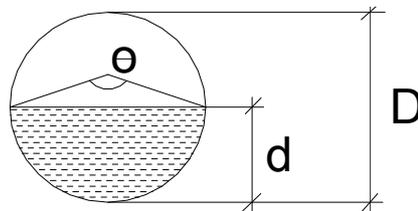
Tabla I. Factor de rugosidad

MATERIAL	FACTOR DE RUGOSIDAD
Superficie de mortero de cemento	0,011-0,013
Mampostería	0,017-0,030
Tubo de concreto diám. < 24"	0,011-0,016
Tubo de concreto diám. > 24"	0,013-0,018
Tubo de asbesto cemento	0,009-0,011
Tubería de PVC	0,006-0,011
Tubería de hierro galvanizado	0,013-0,015

2.1.9.2 Sección llena y parcialmente llena

El principio fundamental de un sistema de alcantarillado sanitario como se ha mencionado con anterioridad, es que funciona como canales abiertos (sección parcial) y, nunca funcionan a sección llena. En consecuencia, el caudal de diseño jamás será mayor que el caudal a sección llena.

Figura 3. Sección parcialmente llena



Para el cálculo de la velocidad se emplea la fórmula de Manning. Pero investigaciones han derivado en la fórmula siguiente, la cual se aplica en este diseño:

$$V = \left[\frac{0.03429D^{2/3} * \sqrt{S}}{n} \right]$$

Donde:

V = Velocidad a sección llena (m/s)

D = Diámetro de tubo (pulgadas)

S = Pendiente del terreno (%/100)

N = Coeficiente de rugosidad, propiedad del tubo

El caudal que transportará el tubo a sección llena, se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q = A * V$$

$$A = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Donde:

- Q = Caudal a sección llena (l/s)
- A = Área de la tubería (m²)
- V = Velocidad a sección llena (m/s)
- π = Constante Pi

Simplificando la fórmula para obtener el área directamente en m² en función del diámetro en pulgadas, se utiliza la fórmula siguiente:

$$A = 0.0005067 * D^2 * 100$$

Donde:

- D = Diámetro del tubo en pulgadas

2.1.9.3 Velocidades máximas y mínimas

La velocidad de flujo se determina con factores como el diámetro, la pendiente del terreno y el tipo de tubería que se utilizará. Se define por la fórmula de Manning y por las relaciones hidráulicas de v/V , donde v es la velocidad a sección parcialmente llena y V es la velocidad a sección llena.

Según las normas del fabricante, la velocidad a sección parcial debe ser mayor de 0.40 m/s; con esto se evita la sedimentación en la tubería y un taponamiento menor o igual que 4.0 m/s, impidiendo con ello la erosión o desgaste.

2.1.9.4 Diámetro del colector

El diámetro de la tubería es una de las partes a calcular, se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Las Normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal –INFOM-, indican que el diámetro mínimo a colocar será de 8” en el caso de tubería de concreto y de 6” para tubería de PVC, en sistemas de drenaje sanitario.

Para las conexiones domiciliarias se puede utilizar un diámetro de 6” para tubería de concreto y 4” para tubería de PVC, formando ángulo de 45 grados en el sentido de la corriente del colector principal.

En este caso, el diámetro mínimo de tubería utilizado para el colector principal fue de 6” y para las conexiones domiciliarias fue de 4”, todas de tubería de PVC.

2.1.9.5 Profundidad del colector

La profundidad a la que se colocará el colector, dependerá de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y el tirante hidráulico. También se debe considerar una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo y de accidentes fortuitos.

De acuerdo con estudios realizados sobre cargas efectuadas por distintos tipos de transportes, se determinan profundidades mínimas para la colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la parte superior extrema de la tubería, en cualquier punto de su extensión.

- Tubo de concreto:
 - a) Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 1.00 m
 - b) Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 1.20 m

- Tubo de PVC:
 - a) Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 0.60 m
 - b) Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 0.90 m

2.1.9.5.1 Profundidad mínima del colector

Según lo estipulado anteriormente y tomando en consideración que existen condiciones de tránsito liviano y pesado y diferentes diámetros de tubería con los cuales se diseña un drenaje sanitario, se presenta una tabla que tabula los valores de la profundidad mínima para distintos diámetros de tubos de concreto y PVC.

Tabla II. Profundidad mínima del colector para tubería de concreto

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
TRÁNSITO LIVIANO	111	117	122	128	134	140	149	165
TRÁNSITO PESADO	131	137	142	148	154	160	169	185

Cm.

Tabla III. Profundidad mínima del colector para tubería de PVC

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
TRÁNSITO LIVIANO	60	60	60	90	90	90	90	90
TRÁNSITO PESADO	90	90	90	110	110	120	120	120

Cm.

2.1.9.5.2 Ancho de zanja

Para llegar a las profundidades mínimas del colector se deben hacer excavaciones entre pozos de visita, en la dirección que se determinó en la

topografía. La profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y altura requeridos por la tubería a colocar. Se presenta a continuación una tabla que muestra anchos de zanjas aconsejables, en función del diámetro y de las alturas a excavar.

Tabla IV. Ancho de zanja

Diámetro en pulgadas	Ancho de zanja (m)		
	Para profundidades hasta 2,00 m	Para profundidades de 2,00 a 4,00 m	Para profundidades de 4,00 a 6,00 m
4	0,50	0,60	0,70
6	0,55	0,65	0,75
8	0,60	0,70	0,80
10	0,70	0,80	0,80
12	0,80	0,80	0,80
15	0,90	0,90	0,90
18	1,00	1,00	1,10
24	1,10	1,10	1,35

2.1.9.5.3 Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, y la longitud entre pozos, siendo sus dimensionales m³.

$$V = \left(\frac{\{H1 + H2\}}{2} * d * Z \right)$$

Donde:

- V = Volumen de excavación (m³)
- H1 = Profundidad del primer pozo (m)
- H2 = Profundidad del segundo pozo (m)

- d = Distancia entre pozos (m)
 Z = Ancho de la zanja (m)

2.1.9.5.4 Cotas Invert

Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte interior inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita. Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo del alcantarillado, se calculan de la siguiente manera:

$$CT_f = CT_i - (D.H * S_{terreno}\%)$$

$$S_{terreno}\% = \frac{CT_i - CT_f}{D.H} * 100$$

$$CII = CT_i - (H_{trafic} + E_{tubo} + \phi)$$

$$CII = CIF - 0.03cm$$

$$CIF = CII - D.H * S_{tubo}\%$$

$$H_{pozo} = CT_i - CII - 0.15$$

$$H_{pozo} = CT_f - CIF - 0.15$$

Donde:

- CT_f = Cota del terreno final
 CT_i = Cota de terreno inicial
 D.H = Distancia horizontal
 S% = Pendiente
 CII = Cota Invert de inicio
 CIF = Cota Invert final
 H_{trafic} = Profundidad mínima, de acuerdo con el tráfico del sector
 E_{tubo} = Espesor de la tubería
 Φ = Diámetro interior de la tubería
 H_{pozo} = Altura del pozo

2.1.10 Pozos de visita

2.1.10.1 Ubicación de los pozos de visita

Luego de determinar la ruta donde correrá y se ejecutará la red de alcantarillado, se tomará en cuenta colocar pozos de visita en los siguientes casos o combinación de ellos:

- Donde exista cambio de diámetro
- En intersecciones de dos o más tuberías
- En cambio de pendiente
- En el inicio de cualquier ramal
- En distancias no mayores de 100 m
- En curvas, no más de 30 m

2.1.10.2 Profundidad de los pozos de visita

La profundidad de los pozos de visita al inicio del tramo está definida por la cota Invert de salida; es decir, está determinada por la siguiente ecuación:

$$H_{P.V} = \text{Cota del terreno al inicio} - \text{Cota Invert de salida del tramo} + 0.15 \text{ de base}$$

Al diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, para determinar las alturas de los pozos de visita, si hubiera inconvenientes, se deben tomar en cuenta las consideraciones que a continuación se mencionan:

- a) Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará como mínimo 3 cm. debajo de la cota Invert de entrada.

$$\phi_A = \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada}} - 0.03$$

- b) Cuando a un pozo de visita entre una tubería de diámetro y salga otro de diferente diámetro, la cota Invert de salida estará situada como mínimo a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada.

$$\phi_A > \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada}} - ((\phi_B > \phi_A) * 0.0254)$$

- c) Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro que las que ingresen a él, la cota Invert de salida estará 3 cm debajo de la cota más baja que entre y se tomará el valor menor de los dos resultados.

$$\phi_A = \phi_B = \phi_C$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - 0.03$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - 0.03$$

- d) Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresen en él, la cota Invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor, presentando diferentes casos:

1. Ingresa más de una tubería de igual diámetro y sale una de diferente diámetro: la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se toma el valor menor.

$$\phi_A = \phi_B \quad \phi_C > \phi_A; \quad \phi_C > \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\phi_C - \phi_A) * 0.0254)$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - ((\phi_C - \phi_B) * 0.0254)$$

2. Cuando ingresa más de una tubería de diferente diámetro y sale una de diámetro distinto: la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se tomará el valor menor.

$$\phi_A \neq \phi_B \quad \phi_C > \phi_A; \quad \phi_C > \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\phi_C - \phi_A) * 0.0254)$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - ((\phi_C - \phi_B) * 0.0254)$$

3. Cuando ingresa más de una tubería de diferente diámetro, siendo una de ellas del diámetro de la tubería de salida: la cota invert de salida será, para cada una de ellas, la diferencia de los diámetros, y la otra tendrá como mínimo 3 cm. Se tomará el valor menor

$$\phi_C = \phi_B \quad \phi_A \neq \phi_B; \quad \phi_C > \phi_A$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - 0.03$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\phi_C - \phi_A) * 0.0254)$$

4. Cuando sólo una tubería de las que sale es de seguimiento, las demás que salgan del pozo de visita deberán ser iniciales.

- La cota invert de salida de la tubería inicial deberá estar como mínimo a la profundidad del tránsito liviano o pesado, según se considere oportuno.

- La cota invert de salida de la tubería de seguimiento deberá cumplir con las especificaciones anteriormente descritas.

2.1.11 Características de las conexiones domiciliarias

Habitualmente la tubería será de 6 pulgadas, si es de concreto, y 4 pulgadas, si es de PVC, presentando una pendiente que varía del 2% al 6%, que sale de la candela domiciliar hacia la línea principal, uniéndose a esta en un ángulo de 45 grados a favor de la corriente del caudal interno del colector.

En este proyecto se utilizó Tubo PVC. 4" NORMA ASTM F-949 NOVAFORT así como Silleta "Y" O "T" 6" x 4" NOVAFORT, y para la candela se utilizó un tubo de concreto de 12" de diámetro.

2.1.12 Diseño hidráulico

El diseño de la red de alcantarillado sanitario se elabora de acuerdo con las normas ASTM 3034 y las normas que establece el Instituto de Fomento Municipal – INFOM -. Con el objetivo de hacer más fácil el cálculo se utilizó un programa realizado en una hoja electrónica, para el cual se presenta las bases generales de diseño en la siguiente tabla.

Tabla V. Bases generales de diseño del proyecto alcantarillado sanitario

REFERENCIA	DESCRIPCION
Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Período de diseño	30 años
Viviendas actuales	176 viviendas
Viviendas futuras	494
Densidad de habitantes	6 habitantes/vivienda
Población actual	1056 habitantes
Tasa de crecimiento	3.5%
Población futura	2964 habitantes
Dotación	120 l/hab./día
Factor de retorno	0.80
Velocidad de diseño	0.40 < V ≤ 4 m/s. (P.V.C.)
Evacuación	Por gravedad
Colector Principal	
Tipo y diámetro de tubería	PVC de Ø = 6" n = 0.010
Pendiente	Según diseño
Conexión domiciliar	
Tipo y diámetro de tubería	PVC de 4"
Pendiente de la tubería	2 a 6%
Candela	Concreto Ø = 12"
Pozo de visita	
Altura de cono	0.90 m
Diámetro superior mínimo	0.75 m
Diámetro inferior mínimo	1.20 m
Material	Ladrillo tayuyo 6.5*11*23 cm.

2.1.12.1 Ejemplo de diseño de un tramo

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PV-9 y PV-10; los datos necesarios para calcularlo son los siguientes:

- **Características**

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Tramo	De PV-9 a PV-10 (E-5 a E-6)
Distancia	53.54 m
Número de casas del tramo: 1	Casas acumuladas: 46

$$Q_{dis} = 5.99 \text{ l/s}$$

- **Diámetro de tubería** 6" (Tuvo PVC)
- **Pendiente de tubería** 9.31%
- **Velocidad a sección llena**

$$V = 0.03429 / n * (D)^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = 0.03429 / 0.010 * (6)^{2/3} * (9.31/100)^{1/2}$$

$$V = 3.45 \text{ m/s}$$
- **Caudal a sección llena**

$$Q_{sec\ llena} = A * V$$

$$Q_{sec\ llena} = \pi / 4 * (6 * 0.0254)^2 * 3.45 * 1000 \text{ l/m}^3$$

$$Q_{sec\ llena} = 63.00 \text{ l/s}$$
- **Relación de caudales**

$$Q_{dis} / Q_{sec\ llena} = 5.99 / 63.00$$

$$Q_{dis} / Q_{sec\ llena} = 0.095$$
- **Relación de velocidad** $v / V = 0.630$
- **Relación de tirante** $d / D = 0.208$
- **Velocidad a sección parcial**

$$v = V * v / V$$

$$v = 3.45 * 0.630 = 2.17 \text{ m/s}$$
- **Revisión de especificaciones hidráulicas:**

a. Para caudales	$q_{dis} < Q_{sec\ llena}$	$5.99 \text{ l/s} < 63.00 \text{ l/s}$	Cumple
b. Para velocidad	$0.4 \leq v \leq 4.00 \text{ m/s}$	$0.4 \leq 2.17 \leq 4.00 \text{ m/s}$	Cumple
c. Para diámetros	$0.1 \leq d/D \leq 0.75$	$0.1 \leq 0.208 \leq 0.75$	Cumple
- **Distancia horizontal efectiva**

Diámetro de pozo: 1.20 m

Grosor de paredes: Ladrillo tayuyo 21*12.5*6.5

$$DH_{efec} = \text{distancia entre pozos} - ((\varnothing 1 \text{ pv1} + \text{ grosor paredes pv1})/2 + (\varnothing 2 \text{ pv2} + \text{ grosor paredes pv2})/2)$$

$$DH_{efec} = 53.54 - ((1.20 + 0.46) / 2 + (1.20 + 0.46) / 2) = 51.88m$$

- **Cota invert de salida del pozo PV-9 (C_{is})**

$$C_{is} = \text{cota invert entrada del pozo 8} - 0.03$$

$$C_{is} = 469.990 - 0.03 = 469.960$$

- **Cota invert de entrada al pozo PV-10 (C_{ie})**

$$C_{ie} = \text{cota invert de salida del pozo 9 (C}_{is}) - (9.31\% * \text{distancia efectiva)}$$

$$C_{ie} = 469.960 - (0.0931 * 51.88) = 464.978$$

- **Profundidad del pozo PV-9**

$$\text{Alt. PV-9} = \text{cota del terreno} - \text{cota invert de salida del pozo PV-9} + 0.15$$

$$\text{Alt. PV-9} = 471.200 - 469.960 + 0.15 = 1.39 \text{ m}$$

- **Profundidad del pozo PV-10**

$$\text{Alt. PV-10} = \text{cota del terreno} - \text{cota invert de salida del pozo PV-10} + 0.15$$

$$\text{Alt. PV-10} = 466.218 - 464.978 + 0.15 = 1.39 \text{ m}$$

- **Volumen de excavación de zanja**

$$\text{Vol. Exc.} = [(\{H_1 + H_2\} / 2) * d * Z]$$

$$\text{Vol. Exc.} = [(\{1.39 + 1.39\} / 2) * 51.88 * .65] = 42.51 \text{ m}^3$$

Los datos y resultados del cálculo hidráulico para todos los ramales, realizado con el procedimiento anteriormente descrito, se presentan en el anexo 2.

2.1.13 Desfogue

Para todo drenaje sanitario, se debe contemplar la ubicación y el método de desfogue hacia un cuerpo de agua o sistema hídrico. Esto luego de ser tratada el agua proveniente del colector, respetando las normas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente, para lograr reducir los daños al ambiente.

Para ello se debe realizar un estudio y diseño para cada proyecto. En el presente proyecto se utilizará un tratamiento primario de las aguas, para proceder a su desfogue al medio ambiente, sin provocar daños significativos al descargarlo a la naturaleza.

2.1.14 Propuesta de tratamiento

La mayoría de las aguas negras que provienen de los sistemas de alcantarillado se descargan en corrientes naturales. A pesar de que las aguas negras están constituidas, aproximadamente, por 99% de agua y 1% de sólidos, su vertido en una corriente cambia las características del agua que las recibe.

El 1% de sólidos es el que impide el crecimiento de plantas acuáticas; los de naturaleza orgánica se pudren robando oxígeno al agua con producción de malos olores y sabores.

Las materias tóxicas, compuestos metálicos, ácidos y álcalis afectan directa e indirectamente la vida acuática; las pequeñas partículas suspendidas (como fibras) pueden asfixiar a los peces por obstrucción de sus agallas; los aceites y grasas flotan en la superficie o se adhieren a las plantas e impiden su desarrollo. De esto se desprende la necesidad de reducir la descarga de aguas negras en las corrientes naturales, a los límites de autopurificación de las aguas receptoras.

La autopurificación es el lineamiento principal para determinar los procesos de tratamiento, el grado de tratamiento dependerá de un lugar a otro, pero existen tres factores que determinan este:

- a. Las características y la cantidad de sólidos acarreados por las aguas negras.
- b. Los objetivos que se propongan en el tratamiento.
- c. La capacidad o aptitud del terreno cuando se dispongan las aguas para irrigación o superficialmente, o la capacidad del agua receptora, para verificar la auto purificación o dilución necesaria de los sólidos de las aguas negras, sin excederse a los objetivos propuestos.

Para el presente proyecto, la recomendación es la construcción de una planta de tratamiento primario, pues el objetivo de estas unidades es la remoción de sólidos en suspensión, lo que se puede realizar por procesos físicos como la sedimentación (asentamiento), en los que se logra eliminar en un 40% a un 60% de sólidos, al agregar agentes químicos (coagulación y floculación) se eliminan entre un 80% a un 90% del total de los sólidos. Otro proceso es la filtración. Las unidades empleadas tratan de disminuir la velocidad de las aguas negras para que se sedimenten los sólidos, los dispositivos más utilizados son:

- Tanques sépticos o fosas sépticas
- Tanques Imhoff
- Tanques de sedimentación simple con eliminación de los lodos
- Reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA).

Para un tratamiento adecuado previo a la disposición de las aguas negras, hay que tener en cuenta factores como: espacio disponible para las instalaciones, topografía del terreno, costo de la construcción y mantenimiento requerido, para seleccionar las unidades adecuadas a la población.

En este caso, se propone la construcción de tanques sépticos o fosas sépticas con sus respectivos pozos de absorción. Se propone esto porque el terreno destinado para el tratamiento, presenta las condiciones adecuadas de extensión y ubicación, además de su relativo bajo costo.

Fosas sépticas

Están diseñadas para retirar de las aguas servidas los sólidos en suspensión orgánicos e inorgánicos sedimentables, mediante el proceso físico de la sedimentación. Las fosas sépticas están diseñadas para mantener el flujo de aguas negras a una velocidad muy baja y bajo condiciones anaeróbicas (falta de oxígeno), por un período de 12 a 24 horas, llamado período de retención.

El proceso de sedimentación se logra cuando el líquido está en reposo o fluye a una velocidad sumamente baja, durante el tiempo suficiente, que permita que se depositen en el fondo la mayor parte de los sólidos sedimentables, que son principalmente sólidos orgánicos, logrando así su separación de la corriente de aguas servidas.

De los sólidos suspendidos que llegan a la fosa, se decanta la mayor parte de la materia sedimentable, la cual entra en un proceso de digestión anaeróbica con disolución, licuación y volatilización de la materia orgánica, previamente a su estabilización. Por esta razón es que la cantidad de lodo que se acumula en el estanque es pequeña, pero que con el tiempo constituye una cantidad que hace disminuir el volumen efectivo de la fosa y por consiguiente el período de retención.

Diseño de la fosa séptica

En la fosa séptica, las materias en suspensión en las aguas negras sufren una sedimentación, la materia orgánica se descompone en sustancias más simples por la acción de las bacterias anaeróbicas, que pueden realizar su metabolismo sin necesidad de oxígeno.

La fosa séptica es un estanque hermético, que puede construirse de ladrillo, piedra, concreto o cualquier otro material que se considere adecuado, es un tanque de escurrimiento horizontal y continuo de un solo piso.

Las fosas pueden ser de uno o doble compartimiento. Investigaciones realizadas en fosas con uno y con dos compartimientos, han demostrado que las de dos compartimientos proporcionan una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo que constituye un beneficio, pues permite una mayor protección del sistema de absorción.

Para el diseño de la fosa séptica debe tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- El período de retención es como mínimo de 12 horas
- Relación largo-ancho de la fosa L/A; de 2/1 a 4/1
- El lodo acumulado por habitante y por período de limpieza, es de 30 a 60 l/hab/año.

Nomenclatura y fórmulas

$$T = \frac{V}{Q} \Rightarrow V = Q \times T \quad \text{y} \quad Q_G = q \times N$$

Donde

T = Período de retención

V = Volumen en litros

Q = Caudal (litro/día)

N = Número de personas servidas

Q_G = Gasto de aguas negras Litro/hab/día q = Caudal domiciliar (l/s)

Cálculo de volumen

Para el cálculo del volumen se asume una altura (H), que es la altura útil, es decir, el fondo de la fosa al nivel de agua se toma una relación L/A; dentro de los límites recomendados, queda el volumen como:

$$V = A \times L \times H$$

Donde:

A = Ancho de fosa L = Largo de la fosa H = Altura útil.

Se conoce la relación L/A, se sustituye una de las dos en la fórmula de volumen y se determina el valor de la otra magnitud.

Por ejemplo. Si L/A es igual a 2, entonces $L = 2A$, al sustituir L en la fórmula se tiene:

$$V = 2 \times A^2 \times H \quad \text{de donde se obtiene el valor del ancho de la fosa}$$

Cálculo de las fosas para el proyecto

Período de retención	24 horas
Gasto	120 L/hab/día
Número de habitantes	1056 hab (176 viviendas)
Lodos	30 L/hab/año
Relación largo / ancho	2/1
Período de limpieza	5 años

Volumen para el líquido

Cálculo del caudal

$$Q = q_{\text{dom}} = 120 \text{ L/hab/día} \times 0.80 \times 1056 \text{ hab.}$$

$$Q = 101,376 \text{ L/día}$$

$$Q = 101.38 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen líquido

$$V_{\text{líquido}} = Q \cdot T = 101,376 \text{ L/día} \times 24 \text{ horas} \times 1 \text{ día}/24 \text{ horas}$$

$$V_{\text{líquido}} = 101,376 \text{ litros}$$

$$V_{\text{líquido}} = 101.38 \text{ m}^3$$

Volumen de lodos

$$V_{\text{lodo}} = \text{No. habitantes futuro} \cdot (\text{gasto de lodos}/1000) \cdot \text{periodo de limpieza}$$

$$V_{\text{lodo}} = 1056 \text{ hab} \times 30 \text{ l/hab/año}$$

$$V_{\text{lodo}} = 31,680 \text{ litros (l)}$$

$$V_{\text{lodo}} = 31.68 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{lodo}} = 31.68 \times 5 \text{ años (período de limpieza)}$$

$$V_{\text{lodo}} = 158.4 \text{ m}^3; \text{ para período de limpieza de 5 años}$$

$$\text{Volumen total: } 101.38 \text{ m}^3 + 158.4 \text{ m}^3 = 259.78 \text{ m}^3$$

Como $L/A = 2$ entonces $L = 2A$ al sustituir L en la ecuación de V

$$V = A \times L \times H$$

$$V = 2 \times A^2 \times H$$

$$\text{Asumiendo } H = 3.00$$

$$A^2 = V/2H$$

$$A^2 = \frac{259.78}{2(3.00)} = 43.297$$

$$A = \sqrt{43.297}$$

$$A = 6.58 \text{ m}$$

Como $L = 2A = 2(6.58) = 13.16 \text{ m}$

Por lo que las medidas mínimas para que la fosa sea útil son:

$$A = 6.58 \text{ m}$$

$$L = 13.16 \text{ m}$$

$$H = 3.00 \text{ m}$$

Pero aprovechando las dimensiones del terreno, se hace una fosa más grande con aboneras y un desarenador que garantice el correcto tratamiento de las aguas y el adecuado funcionamiento de la fosa.

Pozos de absorción

Para este proyecto se tomó la decisión de presupuestar un pozo de absorción para la fosa séptica, con el fin de darle un tratamiento adecuado a las aguas servidas, asegurando así una infiltración de estas a los mantos permeables, evitando así la contaminación de los mismos.

2.1.15 Administración, operación y mantenimiento

En este proyecto es necesario formar un comité en la aldea, encargado de administrar correctamente las actividades de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado, para poder así disminuir los costos de estas actividades. Este comité deberá ser electo anualmente o como la población lo estime conveniente, para involucrar a toda la población.

A medida que se produce el envejecimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario, el riesgo de deterioro, obstrucción y derrumbes se convierte en una consideración muy importante. Por esta razón todas las municipalidades deben hacer esfuerzos para mejorar el nivel de desempeño de los sistemas de alcantarillado. La limpieza y la inspección de los colectores de agua residual son fundamentales para el mantenimiento y funcionamiento correcto del sistema. Además, extienden la inversión de la comunidad en su infraestructura de alcantarillado.

➤ **Técnicas de inspección**

Se requieren programas de inspección para determinar la condición actual del alcantarillado y para ayudar a la planificación de una estrategia de mantenimiento. Idealmente las inspecciones del alcantarillado deben realizarse en condiciones de bajo caudal, para lo cual pueden efectuarse taponamientos temporales del colector para reducir el caudal. La mayoría de los colectores son inspeccionados utilizando uno de los métodos siguientes:

- Circuito cerrado de televisión (CCTV)
- Cámaras
- Inspección visual
- Inspección por iluminación con lámparas

Las inspecciones por televisión y cámaras son las usadas con mayor frecuencia en los países desarrollados, pues son las más eficientes a largo plazo en términos de costos y las más eficaces para documentar la condición interna del alcantarillado.

Pero para este proyecto, se recomiendan las inspecciones visuales debido a su bajo costo. Es vital para tener un conocimiento completo de la condición de los alcantarillados. Las inspecciones visuales de pozos de visita y de tuberías incluyen las de superficie y las internas. Los operadores deben prestar atención a zonas colapsadas en el suelo sobre las tuberías y terreno con acumulación de agua. Las inspecciones deben también examinar en detalle la condición física de los cruces de arroyos, las condiciones de los brocales y de las tapas de los pozos de visita o de cualquier superficie de ladrillo expuesta, y la visibilidad de los pozos y otras estructuras. Para colectores grandes se recomienda una inspección interna o una visita a pie dentro de la tubería. Esta inspección requiere que el operador entre al pozo de visita, el canal y a la tubería, y examine la condición del brocal, la tapa y pared del pozo, así como las paredes de la tubería encima del nivel de flujo.

La inspección de iluminación con lámpara se utiliza para tuberías de diámetros pequeños y proyectos cuyos recursos financieros son extremadamente limitados. En esta técnica se baja una lámpara dentro del pozo de mantenimiento y se coloca en el centro del cruce del brocal del pozo y la tubería, verificando así el estado del colector. Este método también es recomendable para el presente proyecto por su bajo costo.

➤ **Técnicas de limpieza**

Los alcantarillados sanitarios requieren un programa de limpieza para mantener su funcionamiento adecuado. Existen varias técnicas que son usadas tradicionalmente para eliminar obstrucciones y como herramientas de mantenimiento preventivo. En la siguiente tabla se muestran algunos de los métodos de limpieza de alcantarillado sanitario más comunes.

Tabla VI. Métodos de limpieza de alcantarillado sanitario

TECNOLOGÍA	USOS Y APLICACIONES
Remoción mecánica	
Método de raspado	<ul style="list-style-type: none"> • Usa un motor y un eje de soporte con barras de raspado o en sección. • A medida que rotan las barras estas deshacen los depósitos de grasas, cortan las raíces y remueven basura • Las máquinas de raspado también ayudan a colocar los cables que se usan para inspecciones televisadas y las máquinas de baldes. • Es más efectivo en tuberías hasta de 300 mm (12 pulgadas) de diámetro.
Máquina de baldes	<ul style="list-style-type: none"> • Aparato cilíndrico, cerrado en un extremo y con dos mandíbulas opuestas de bisagra al otro extremo. • Las mandíbulas se abren, y raspan los materiales para depositarlos en el balde. • Remueve parcialmente depósitos grandes de lodo, arena, grava y otros tipos de residuos sólidos.
Remoción hidráulica	
Máquina de esfera	<ul style="list-style-type: none"> • Una esfera de limpieza de caucho con estrías gira y limpia el interior de la tubería a medida que aumenta el flujo en la línea de alcantarillado. • Remueve depósitos de material inorgánico sedimentado y acumulación de grasa. • Es de mayor eficiencia en tuberías de diámetro desde 13 a 60 cm. (5 a 24 pulgadas)
Chorro a presión	<ul style="list-style-type: none"> • Dirige un chorro de agua de alta velocidad a la tubería desde un pozo de visita. • Remueve la acumulación de basura y grasas, remueve las obstrucciones y corta raíces en tuberías de diámetro pequeño. • Es eficiente para la limpieza rutinaria de tuberías de diámetro pequeño y con flujo reducido.
Carretilla	<ul style="list-style-type: none"> • Escudo metálico circular con borde de caucho y articulación de bisagra montada sobre una carretilla de acero con ruedas pequeñas. El escudo funciona como un tapón para inducir una acumulación de agua. • Restriega la pared interna de la tubería. • Es eficaz en la eliminación de escombros pesados y la limpieza de grasas en la línea.
Método de vaciado	<ul style="list-style-type: none"> • Introduce un flujo fuerte de agua a la línea desde un pozo de visita. • Remueve materiales flotantes y en cierta medida arena y grava. • Es de mayor eficacia cuando se usa en combinación con otras operaciones mecánicas, como por ejemplo limpieza con máquina de baldes.

Cometas, bolsas y “poly pigs”	<ul style="list-style-type: none"> • Similar en función a la máquina de esfera • Los bordes rígidos de la bolsa y la cometa inducen una acción de restregado. • Es eficaz para remover la acumulación de desechos en descomposición y las grasas y removilizarlos aguas abajo.
-------------------------------	---

Fuente: Water Pollution Control Federación, 1989

Si bien todos estos métodos han sido eficaces en el mantenimiento de sistemas de alcantarillado, el método ideal para reducir y controlar los materiales que se encuentran en las líneas de alcantarillado son los programas de educación y prevención de la contaminación. La población debe ser informada sobre las sustancias comunes de uso doméstico como las grasas y aceites, los que deben desecharse en la basura usando recipientes cerrados y no a la alcantarilla. Este método no sólo ayudaría a minimizar problemas de plomería a los dueños de viviendas sino que también mantendría limpios los colectores del alcantarillado.

El principal beneficio de realizar un programa de mantenimiento es la reducción de los desbordes del alcantarillado, el estancamiento en sótanos, y otras descargas de agua residual debidas a la condición subestándar del alcantarillado.

2.1.16 Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario se presentan en el anexo 4; están conformados por:

- Planta general de la red de alcantarillado sanitario
- Plantas y perfiles de los distintos tramos
- Detalle de pozo de visita

- Fosa séptica

2.1.17 Elaboración del presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en precios unitarios. El salario de la mano de obra tanto calificada como no calificada, se consignó en lo que se maneja en la región para casos similares, mientras que los materiales fueron cotizados en los distribuidores locales.

Se consideró un porcentaje de indirectos del 30% sobre los precios unitarios, el cual se distribuyó en los renglones.

Tabla VII Presupuesto sistema de alcantarillado sanitario para aldea Cojol Juyú

PRESUPUESTO DRENAJE SANITARIO					
No.	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	Total
1	Preliminares				
1.1	Replanteo topográfico	2513.99	ML	Q 7.00	Q 17,597.93
1.2	Trazo y nivelación	2513.99	ML	Q 15.00	Q 37,709.85
2	Colector general PVC Ø 4"	88.33	ML	Q 272.00	Q 24,025.76
3	Colector general PVC Ø 6"	2120.55	ML	Q 360.00	Q 763,398.00
4	Colector general PVC Ø 8"	305.11	ML	Q 450.50	Q 137,452.05
5	Pozo de visita	60	UNIDAD	Q 6,071.63	Q 364,297.20
6	Acometidas domiciliarias	176	UNIDAD	Q 838.40	Q 147,558.40
7	Desarenador	1	1	Q 16,288.26	Q 16,288.26
8	Fosa séptica	1	1	Q 202,500.00	Q 202,500.00
9	Cajas de registro	3	3	Q 405.00	Q 1,215.00
10	Pozo de absorción	1	1	Q 6,075.00	Q 6,075.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 1,718,117.45

2.1.18 Evaluación socioeconómica

En su mayoría este tipo de proyectos no representan un atractivo económico, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacerlo viable con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, etcétera. Sin embargo es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la viabilidad del mismo. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

2.1.18.1 Valor presente neto

Se utiliza para evaluar alternativas mutuamente excluyentes, consiste en trasladar todo el flujo de efectivo a un presente y evaluar si se recupera la inversión o no, desde el punto de vista rentable.

El valor presente neto negativo del proyecto es de Q 1,718,117.45. Este costo será de inversión social por parte de la municipalidad. No se recupera la inversión, sino que se beneficia a la población en servicios básicos, por lo cual no se estipula ningún ingreso ni rentabilidad del proyecto.

2.1.18.2 Tasa interna de retorno

Se conoce como tasa de rendimiento y es el interés donde la persona que va a invertir tiene un equilibrio entre el flujo de ingresos y egresos.

Se obtiene la tasa con la cual se reintegran todos los gastos realizados durante el proyecto. En este caso la tasa interna de retorno del proyecto es negativa, ya que el proyecto no es de utilidad económica y cumple con una función social para el desarrollo de la aldea Cojol Juyú.

2.1.19 Evaluación de impacto ambiental

2.1.19.1 Definición de impacto ambiental y evaluación de impacto ambiental

Impacto ambiental: es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales adverso o benéfico, provocado por la acción humana o fuerzas naturales.

Evaluación de impacto ambiental (EIA): “Instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones formado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectúe un examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción a ser desarrollada. Los resultados deberán ser presentados a los tomadores de decisión para su consideración”.

Una evaluación de Impacto Ambiental es hacer un diagnóstico del área en donde se realizará o realizó la construcción de un proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico que será impactada directamente por la obra.

La importancia de una evaluación de impacto ambiental radica en permitir analizar cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, definiendo el área impactada y el efecto o impacto para cada uno de los factores ambientales. El estudio de impacto ambiental da a conocer o identifica los impactos producidos al ambiente por la obra.

Durante la etapa de construcción u operación de la obra es importante conocer que el proyecto ocasionará varios impactos negativos de carácter transitorio sobre los componentes aire, suelo, agua, biota (hábitat, flora y fauna), paisaje, etc.

Localización del proyecto: la aldea Cojol Juyú, se localiza a una distancia aproximada de 2 Km. al sur de la cabecera municipal de San Juan Comalapa.

Descripción del proyecto: el proyecto consiste en la construcción de una red de alcantarillado sanitario para la aldea Cojol Juyú, municipio de San Juan Comalapa, departamento de Chimaltenango.

Características generales del proyecto:

<i>Tipo de sistema:</i>	Alcantarillado sanitario
<i>Período de diseño:</i>	30 años
<i>Población actual:</i>	1056 habitantes
<i>Población futura:</i>	2964 habitantes
<i>Dotación:</i>	120 l/hab/día
<i>Factor de retorno:</i>	0.80
<i>Velocidad de diseño:</i>	$0.40 < V \leq 4$ m/s
<i>Evacuación:</i>	Por gravedad
<i>Costo del proyecto:</i>	Q 1,718,117.45
<i>Tiempo aproximado de ejecución:</i>	7 meses

Área y situación legal del terreno: el área de influencia del proyecto es de aproximadamente 3.5 km², una parte es montañosa y boscosa; pero también hay áreas de cultivo de milpa y verduras; no se presentan problemas legales

debido a que los vecinos son propietarios de los terrenos que serán atravesados algunos tramos del sistema.

Los trabajos necesarios para la preparación del terreno son: la limpieza y desmonte del área, la explotación de bancos de material, el manejo y disposición final de los desechos sólidos provenientes de la limpieza, desmonte y cortes, la excavación y nivelación del terreno, cortes y rellenos de material, compactación o consolidación, derrame de lubricantes, combustibles u otro material provocado por la maquinaria, etc.

Uso de recursos naturales del área: arenas y selectos provenientes de bancos de materiales y agua proveniente del sistema de abastecimiento local.

Sustancias o materiales que serán utilizados: diesel y aceites lubricantes para la maquinaria de excavación y equipo a utilizar, Tubo PVC Ø 6" y 8" con campana y anillo de hule 118 PSI, SDR 35, cemento, piedra, grava, arena, y selecto.

2.1.19.2 Impacto ambiental que será producido:

Datos de la matriz modificada de Leopold ver anexo 3.

Residuos y/o contaminantes que serán generados: dentro de los residuos generados se tendrán las emisiones de partículas a la atmósfera, descarga de aguas residuales y de lubricantes, entre otros.

Emisiones a la atmósfera: el componente atmosférico se verá impactado por las actividades: a) Operación de maquinaria y equipo, debido a la emanación de gases producto de la combustión de derivados del petróleo;

b) explotación de bancos de material; c) acarreo de material; durante la realización de estas dos actividades se generarán partículas de polvo, las cuales quedan en suspensión. Este impacto puede llegar a producir enfermedades respiratorias a los trabajadores y habitantes del área de influencia directa.

Descarga de aguas residuales: el manejo inadecuado de excretas, provenientes de los campamentos y de otras áreas de trabajo puede generar la contaminación del suelo y los cuerpos de agua.

Sitios arqueológicos: es importante como objetivo fundamental para este factor determinar si existen vestigios arqueológicos en la zona de influencia del proyecto, tratándose de comunidades indígenas con alto interés cultural para la sociedad guatemalteca.

Desechos sólidos: dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto se tienen los residuos del material de excavación. Además se tendrán desechos producto de la maquinaria de excavación como filtros, repuestos usados, neumáticos, depósitos de aceite, basura producida por los trabajadores; como también cemento, arena, piedra y grava, producto del desperdicio de las construcciones.

Ruidos y/o vibraciones: los impactos ambientales por ruido se dan principalmente por la utilización de maquinaria y equipo durante la fase de preparación del sitio, explotación de bancos de material y durante la fase de construcción del sistema de alcantarillado sanitario. El ruido puede resultar perjudicial no sólo para los trabajadores de la empresa contratista, sino también para los pobladores de la comunidad.

Contaminación visual: una mala selección del sitio donde se instale el campamento, la explotación de bancos de material, o donde se deposite el material de desperdicio, pueden ocasionar alteraciones al paisaje, además se tendrá actividades propias del proyecto, como la remoción de la cobertura vegetal presente a la orilla del tramo y la excavación de zanjas donde se instalarán las tuberías.

2.1.19.3 Medidas de mitigación

Residuos y/o contaminantes que serán generados: la maquinaria y equipo utilizados deben tener filtros para reducir la emanación de contaminantes. Durante el transporte de materiales, los mismos deben cubrirse con lona para evitar la dispersión de partículas de suelo a lo largo del trayecto de acarreo; esto evitará malestar a los pobladores que se encuentran a la orilla del tramo en construcción.

Otro aspecto importante que deberá tomarse con especial cuidado es el mantenimiento de la carretera de acceso a la comunidad, con los contenidos de humedad adecuados para evitar el polvo; es importante que todo el personal que labora en el campo deba equiparse con mascarillas para evitar infecciones respiratorias.

Descarga de aguas residuales: se recomienda que en los campamentos se instalen letrinas o en su defecto fosas sépticas, mismas que deberán ser ubicadas lejos de los cauces o fuentes de agua, evitando que tengan contacto con la capa freática; estas deberán ser en número proporcional de 1 servicio por cada 10 personas.

Descarga de lubricantes: es conveniente que para el tratamiento de los lubricantes se construya una fosa de captación, para este tipo de residuos en el área de campamento; estos posteriormente deberán ser recolectados y depositados en toneles de metal para transportarlos a áreas de reciclaje.

Sitios arqueológicos: para este factor deberá realizarse un reconocimiento y levantamiento de información detallada para determinar la presencia de sitios arqueológicos, o que sean de alto interés cultural o de carácter histórico; esta actividad deberá realizarse en conjunto con el Instituto de Antropología e Historia —IDAEH-.

Desechos sólidos: respecto del material de excavación, deberá analizarse si puede ser reciclado para una pronta reincorporación, ya que disminuirá la explotación de canteras y se evitará la utilización de áreas para su disposición. En relación con los repuestos, neumáticos, entre otros, estos desechos deberán ser recolectados en el campamento y llevarlos a sitios donde puedan ser reciclados o utilizados para alguna labor industrial, pero no deberán ser ubicados a lo largo del tramo en construcción, ni en vertederos clandestinos y municipales.

Ruidos y/o vibraciones: la maquinaria, herramienta y equipo a utilizar debe encontrarse en adecuadas condiciones de funcionamiento para minimizar las emisiones sonoras, además deberá equiparse a todo el personal de campo con el equipo de protección especial. Se recomienda desarrollar los trabajos únicamente en jornada diurna. Debe considerarse que este impacto es de duración temporal ya que el mismo se presenta durante el tiempo de ejecución de la obra.

Contaminación visual: el área de campamento deberá ubicarse de preferencia en sitios donde no se afecten las cuencas visuales, o bien donde se tengan cortinas vegetales para favorecer el impacto visual. Además, al finalizar las labores en el área del proyecto, se deberá adecuar el sitio a las condiciones originales, reforestando con especies arbóreas nativas.

La ubicación de los bancos de material será determinante para este factor ya que debido a las condiciones topográficas, una mala selección de estos sitios afectará el paisaje del lugar, por lo que se recomienda nivelar el terreno al finalizar las labores de extracción de material y posteriormente, revegetar con especies arbóreas del lugar.

Áreas protegidas: se deberá evitar la intervención en las áreas cercanas al área boscosa principalmente con actividades como: la explotación de bancos de material y sitios para el depósito de desperdicio; además, deberá evitarse la utilización de dinamita para labores de construcción, ya que podría afectar a la fauna existente en el lugar.

Es conveniente que las medidas de mitigación propuestas en el estudio sean compatibles con el área en mención, como la reforestación, ya que en el caso de la reforestación deberá sembrarse árboles nativos, para no introducir especies exóticas en el área.

2.2 Diseño de pasarela en la entrada a la cabecera municipal de San Juan Comalapa

2.2.1 Descripción del proyecto

La cabecera municipal tiene un problema sobre la seguridad que debe prestarse a los peatones en la entrada de San Juan Comalapa: hace falta la infraestructura que garantice la seguridad de la población.

El presente proyecto consiste en el diseño de una pasarela para que los peatones puedan cruzar la calle sin arriesgar la vida, y hacer fluido el tránsito vehicular en la entrada a la cabecera municipal.

Por economía, condiciones del lugar y especificaciones de la oficina municipal de planificación se optó por utilizar estructura metálica, además de las ventajas que presenta por la rapidez en la instalación. Se proyecta la colocación de fachada para un futuro, así que se considera en el diseño.

2.2.2 Levantamiento topográfico

Para conocer las distancias y las diferencias de niveles, es necesario realizar un levantamiento topográfico de altimetría y de planimetría. Para ello se levantó topografía junto con el equipo de la oficina municipal de planificación, dando como resultado el plano de topografía que se encuentra en el anexo 4.

2.2.3 Estudio de suelos

Se tomó una muestra inalterada del lugar donde se realizará el proyecto, a una profundidad de 1 metro (m). Para determinar el valor soporte del suelo;

se efectuó el ensayo de compresión triaxial en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

El método que se aplicó para el cálculo del Valor Soporte fue el del Dr. Karl Terzaghi.

Datos obtenidos del Centro de Investigaciones de Ingeniería, ver anexo 1

Tipo de ensayo	No consolidado y no drenado
Descripción del suelo	Arena limosa, color beige
Dimensión y tipo de la probeta	2.5" x 5.0"
Ángulo de fricción interna	$\phi = 25.1^\circ$ (Grados)
Cohesión	$c_u = 8.3 \text{ Ton/m}^2$

Datos para hallar el valor soporte

Base	1.00	m
Peso específico (γ_s)	1.19	Ton/m^3
Ángulo de fricción interna	25.1	Grados
c_u	8.3	Ton/m^2
Desplante	1.15	m
Factor de seguridad F.S.	5	(adimensional)

$$\theta_{rad} = \frac{\theta * \pi}{180} = \frac{25.1 * \pi}{180} = 0.4381$$

Factor de flujo de carga

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - \phi_{rad}\right) \tan \phi}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)} = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - 0.4381\right) \tan 25.1}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{25.1}{2}\right)}$$

$$N_q = 12.86$$

Factor de flujo de carga última

$$N_c = \cot\phi \cdot (N_q - 1) = \cot 25.1 \cdot (12.86 - 1)$$

$$N_c = 25.32$$

Factor de flujo

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan\phi$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (12.86 + 1) \cdot \tan 25.1$$

$$N_\gamma = 12.98$$

Capacidad portante última

$$q_o = 0.4 \cdot \gamma_s \cdot B \cdot N_\gamma + 1.3 \cdot C \cdot N_c + \gamma_s \cdot D \cdot N_q$$

$$q_o = 0.4 \cdot 1.19 \cdot 1 \cdot 12.98 + 1.3 \cdot 8.3 \cdot 25.32 + 1.19 \cdot 1.15 \cdot 12.86$$

$$q_o = 296.98 \text{ Ton/m}^2$$

Capacidad portante neta última

$$q_{on} = q_o - \gamma_s \cdot D_q$$

$$q_{on} = 296.98 - 1.19 \cdot 2$$

$$q_{on} = 294.60 \text{ Ton/m}^2$$

Valor soporte

$$V_s = q_{on} / F.S.$$

$$V_s = 294.60 / 5$$

$$V_s = 58.92 \text{ Ton/m}^2$$

Se compara este resultado con los de la tabla VIII para tomar un valor adecuado.

Tabla VIII. Valor soporte permisible, según el tipo de suelo

Valor soporte sugeridos para diferentes tipos de suelos		
Material del suelo	Ton/m ²	Observaciones
Roca sana no intemperizada	645	No hay estructura de grietas
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
Suelos gravosos	107	compactados, buena granulometría
Suelos gravosos	64	Flojos, mala granulometría
Suelos gravosos	43	Flojos, con mucha arena
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: Jadenón Cabrera, **Guía teórica para el curso de cimentaciones 1**.

Por seguridad, se decide tomar un valor de diseño de 35 Ton/m².

2.2.4 Análisis y diseño estructural

2.2.4.1 Determinación de cargas

Se utilizará estructura metálica y con el sistema de marcos dúctiles. Se proyecta para un futuro una fachada hecha de tablayeso sobre las vigas perimetrales que respetará el diseño arquitectónico que posee la municipalidad. La losa será losa-acero con una capa de 3 pulgadas de concreto sobre una placa metálica de 3 pulgadas de profundidad. La altura de la pasarela será de 6 metros (m) para facilitar el paso de camiones y tráileres.

Las cargas verticales que se considerarán en el análisis estructural serán consideradas carga muerta, tales como: el peso propio de la estructura, además

de una carga distribuida sobre las vigas de 150 Kg/m por la baranda que llevarán sobre ellas, y la futura fachada de tablayeso.

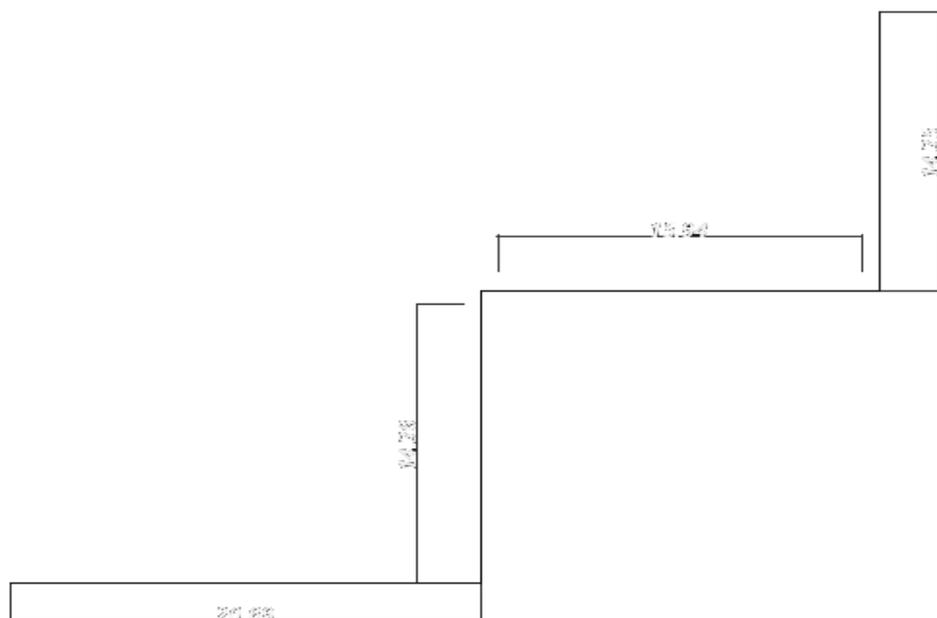
La carga viva que se tomará será de 500 Kg/m² por considerar que tendrá alto tráfico. Además se tomarán las fuerzas sísmicas de acuerdo con lo indicado en el código UBC97.

2.2.4.2 Ubicación de elementos

Para todo ello se utilizará el programa de computación ETABS para el diseño de la pasarela. A continuación, se detalla paso a paso el diseño de la misma.

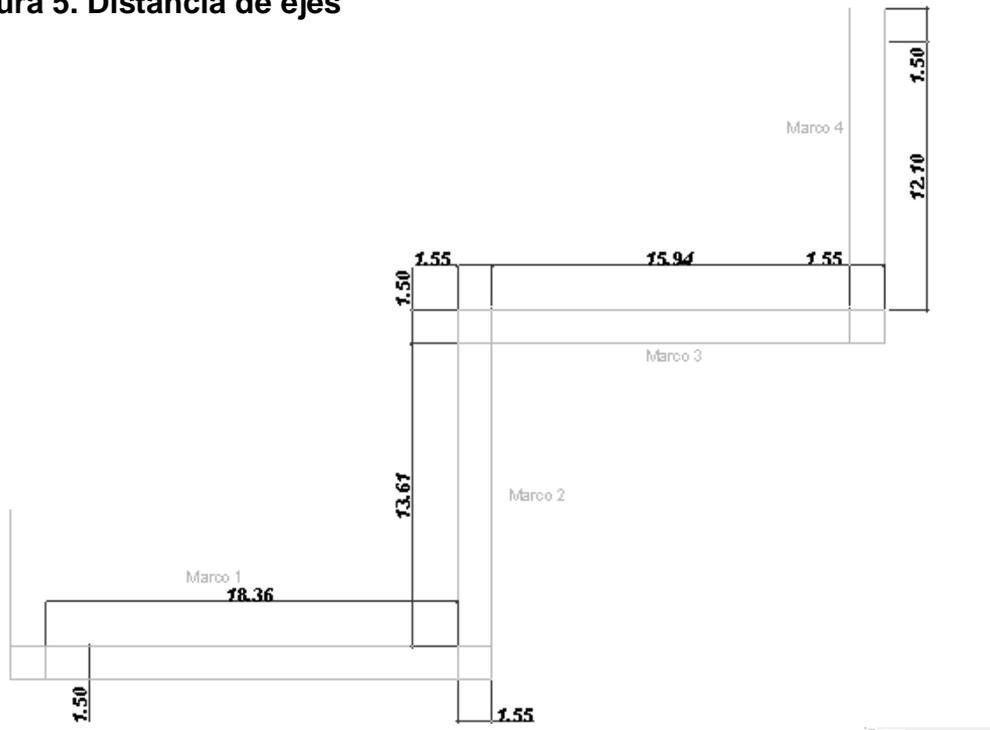
Lo primero que se debe determinar es la distancia de los marcos. De la topografía se tiene información de que la línea central de la pasarela tiene la forma mostrada en la figura 4.

Figura 4. Distancia línea central



Siendo conservadores en el diseño de pasarelas, se tomó la medida del espaciamiento que tendrá a lo largo del trayecto, y se determinó en 1.50 metros (m). Tras esta consideración, la posición de columnas y el espaciamiento de marcos quedan como en la figura 5.

Figura 5. Distancia de ejes



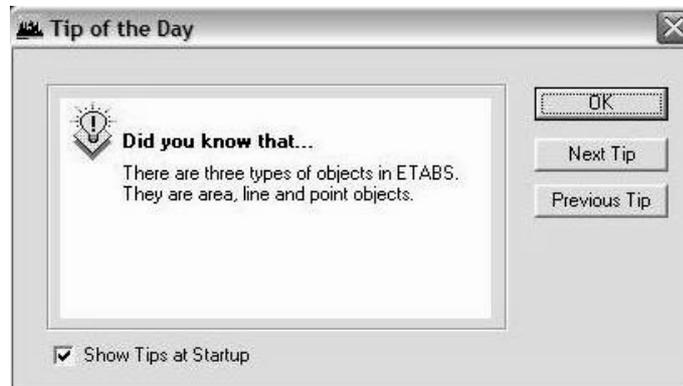
Con estos datos ya se puede introducir los datos al programa ETABS.

2.2.4.3 Diseño estructural con ETABS

2.2.4.3.1 Inicio de modelo

Para iniciar el diseño, lo primero es abrir el programa y hacer Click en “OK” en el mensaje que aparece al inicio. Este mensaje es un Tip que provee el programa para un mejor uso del mismo.

Figura 6. Primer mensaje de programa

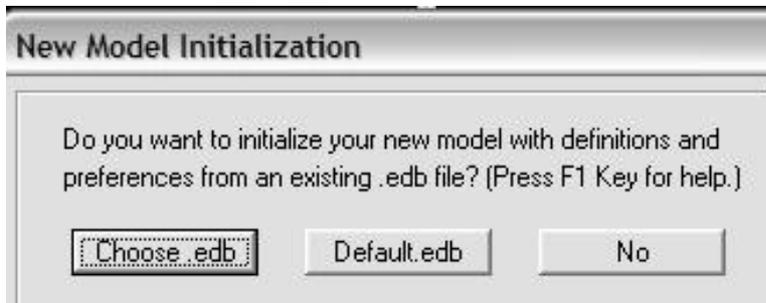


Después debe abrirse un nuevo archivo; para hacerlo existen tres formas: una es con la combinación del teclado Ctrl+N, o también dando Click al icono de la hoja de papel, o entrando al menú File>New Model.

Para todas las funciones del programa existen estos tres métodos para poder ejecutar las mismas (icono en la barra de herramientas, combinación de teclas, entrando por medio de los menús). De ahora en adelante, se citará únicamente el método por medio de menús, por ser el más fácil de explicar y asimilar.

Al entrar a “File>New Model”, aparece la siguiente figura, y se debe dar Click en “No”. De esa manera, se inicia el modelo desde cero, definiendo todas las propiedades por cuenta personal.

Figura 7. Integración de nuevo modelo

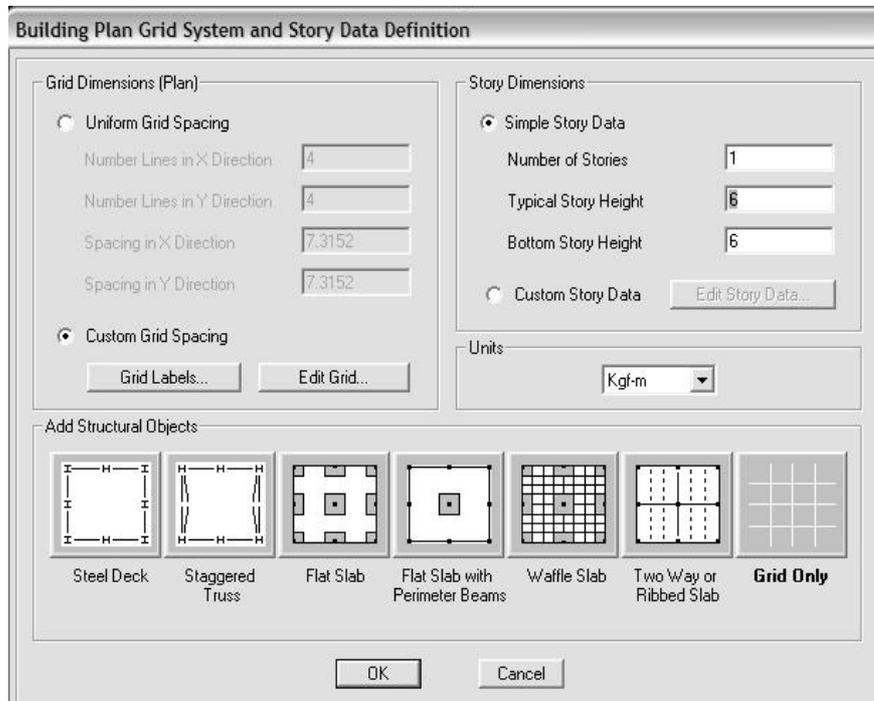


En la ventana resultante se definirán las líneas guías que ayudarán a dibujar la configuración de la estructura. Lo primero que se hace es cambiar las unidades al sistema que se desee utilizar. Para el caso en estudio, el sistema más utilizado es Kilogramo – metro, por lo que se elige Kgf-m.

Del lado derecho donde dice “Story Dimensions” se definen los pisos. Para el presente caso es un piso de 6 metros de altura, por lo que en el cuadro “Stories” se coloca la cantidad de pisos (en el caso 1), en el cuadro “Typical Story Height” se coloca la altura de los pisos superiores, y en el cuadro “Bottom Story Height” se coloca la altura del primer piso (6 m. según el caso 6).

Del lado izquierdo donde aparece “Grid Dimensions”, se establece la separación de líneas guías. Sí fuera una distribución uniforme, se puede utilizar el apartado superior “Uniform Grid Spacing”. Como el caso presente no es ese, se debe de seleccionar “Custom Grid Spacing” y dar Click en el botón “Edit Grid”.

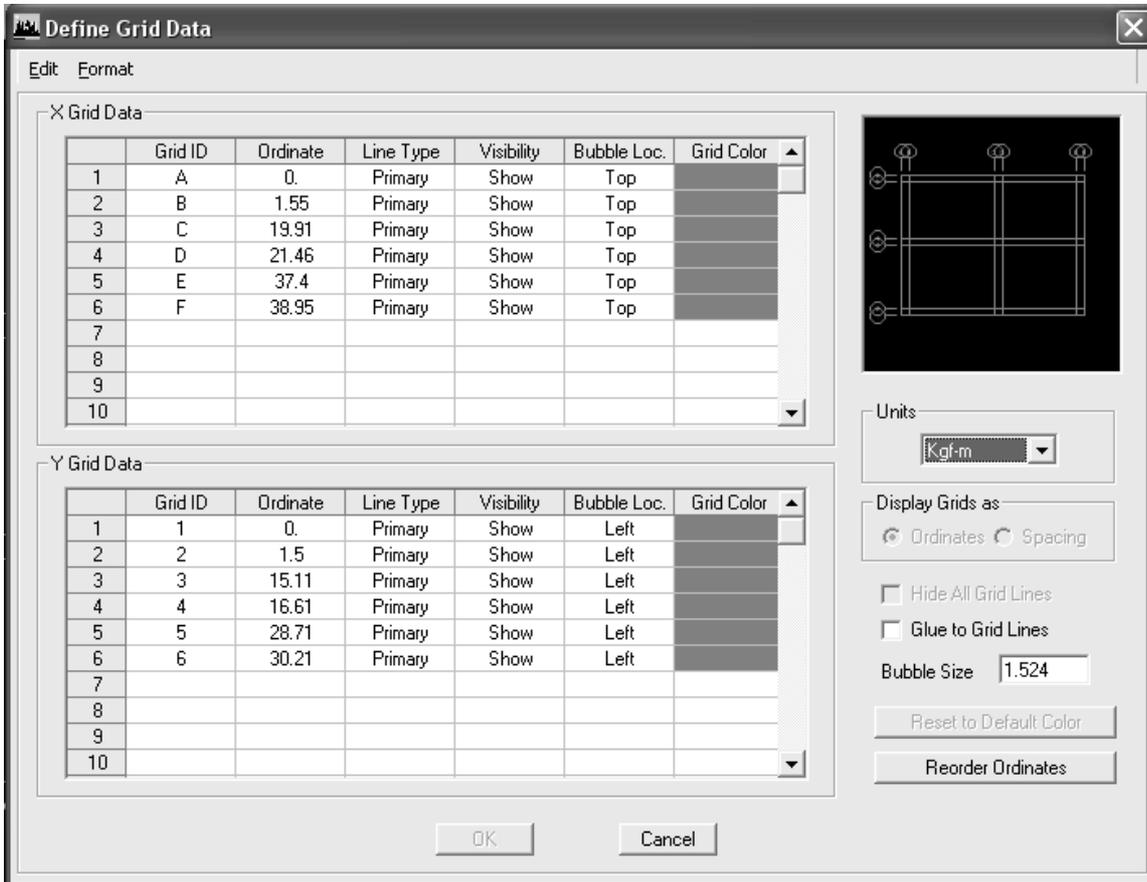
Figura 8. Edición de líneas guías y niveles



En la ventana resultante se determinará el espaciamiento y demás propiedades de las líneas guías. Tras verificar que las unidades estén en Kgf-m, se debe ver en el sector derecho, donde dice “Display grid as” y seleccionar “Spacing”. Si se selecciona “Ordinates” se deberán introducir las distancias acumuladas desde el inicio, mientras que con “Spacing” se colocan las distancias entre ejes, lo que es más fácil, y por eso se selecciona “Spacing”.

Después, en las tablas a la izquierda se debe modificar la columna “Spacing”, introduciendo la distancia entre ejes. La tabla superior es para los ejes en X, y la inferior es para los ejes en Y. Tras introducir los valores, se da Click en “OK”, y nos regresa a la ventana anterior, donde también se la da Click en “OK”.

Figura 9. Edición líneas guías



Aparecen dos ventanas, la de la izquierda tiene la vista en planta del primer nivel, mientras que la de la derecha es la vista en tres dimensiones.

2.2.4.3.2 Dibujo de columnas

El siguiente paso consiste en asignar los elementos estructurales. Se puede asignar una sección específica a un elemento, pero también pueden asignar una lista de secciones a cada elemento, y el programa determina de la lista cual es la sección más económica y adecuada para el elemento.

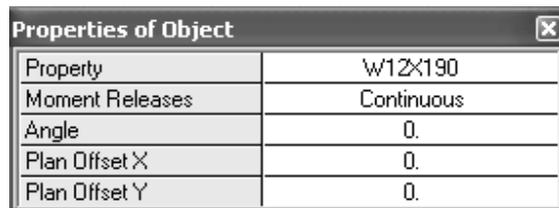
En este caso se utilizarán las listas “A-LatCol” para columnas, “A-LatBm” para vigas, pues estas tienen las secciones para columnas y vigas, respectivamente, que soportan cargas laterales. Para las vigas secundarias se seleccionará la lista “A-CompBm”, que es que se utiliza para vigas que se apoyan sobre otras vigas.

Primero se asignarán las columnas, para ello hay que entrar al menú “Draw>Draw Line Objects>Create Columns in Region or at Clicks”. En la ventana que aparece, se debe verificar que en la casilla “Property” aparezca “A-LatCol”, que será la lista que se utilizará para las columnas.

El puntero se convierte en una flecha negra, y con ella se debe dar Click en los puntos donde se quiere columnas orientadas en el eje X, en el presente caso B1, C1, B4, C4, D3, D5 y E5.

Después se cambia el ángulo a 90° (grados), y se da Click en los puntos donde irán las columnas orientadas en el eje Y.

Figura 10. Propiedades de columna



Properties of Object	
Property	w12x190
Moment Releases	Continuous
Angle	0.
Plan Offset X	0.
Plan Offset Y	0.

Si se comete un error, se da Click en el ícono de flecha  que cambia el modo de introducción al modo selección, y ahora se puede seleccionar el elemento que se desee borrar, y para borrarlo se oprime la tecla “Delete” del teclado.

Algo importante es guardar constantemente el modelo, para evitar inconvenientes por algún apagón o similares. Eso se hace como en cualquier otro programa, dando Click en el botón de guardar .

La primera vez pedirá que se le dé un nombre al proyecto, y una ubicación donde se guardará. Las siguientes veces, sólo lo guardará.

2.2.4.3.3 Dibujo de vigas

Para asignar las vigas, se debe entrar al menú “Draw>Draw Line Objects>Create Lines in Region or at Clicks”. En la casilla “Property” debe aparecer “A-LatBm”. Con el cursor como flecha negra, se le da Click a las líneas donde irá una viga perimetral. Cada línea que se toque, deberá pintarse de color amarillo.

Si se comete una equivocación, se sigue el mismo procedimiento de dar Click a la flecha para cambiar el modo a selección, seleccionar el objeto a borrar, y después se oprime la tecla “Delete” del teclado.

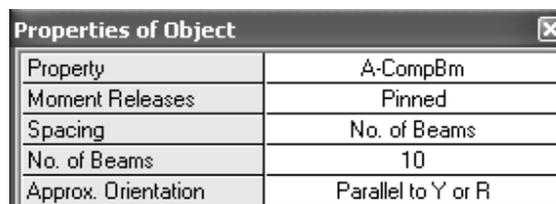
2.2.4.3.4 Dibujo de vigas secundarias

Ahora se dibujarán las vigas secundarias a lo largo de la losa. Se colocarán con una distancia de 1.80 metros, pero se adecuarán a cada región la cantidad de vigas secundarias que llevará.

Por ejemplo para el vano de 18.36 metros, se deberían colocar $18.36/1.80 = 10.2$ vigas, por lo que se colocarán 10 vigas.

Para iniciar, hay que entrar al menú “Draw>Draw Line Objects>Create Secondary Beams in Region or at Clicks”. En la ventana que aparece, hay que modificar únicamente la casilla “No. of Beams” colocando cuantas vigas se deseen; y la casilla “Approx. Orientation” con la dirección que llevarán las vigas (paralelas al eje X o al eje Y).

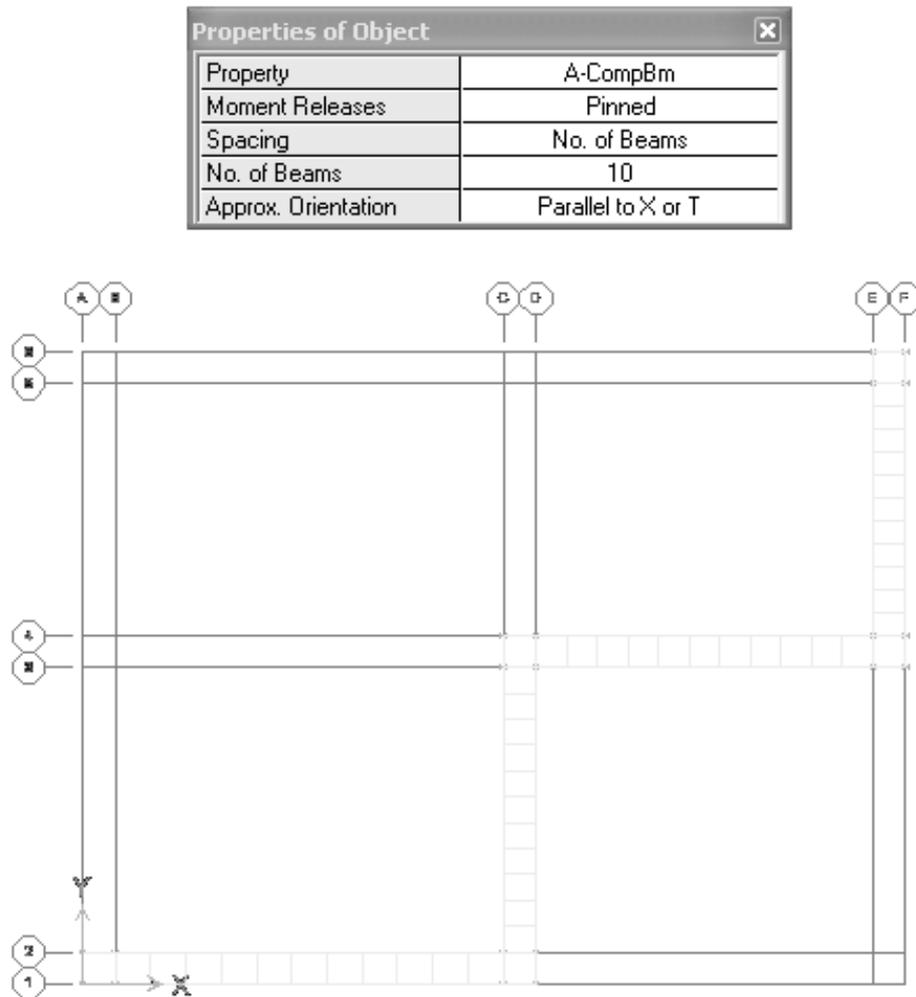
Figura 11. Propiedades de vigas secundarias



Property	
Moment Releases	Pinned
Spacing	No. of Beams
No. of Beams	10
Approx. Orientation	Parallel to Y or R

Con la adición de los elementos, la planta de la estructura se ve como la figura 12.

Figura 12. Vista planta



2.2.4.3.5 Dibujo de losas

Para el dibujo de las losas se debe abrir el menú "Draw>Draw Area Objects>Draw Areas". Se verifica que la ventana que aparece, en la casilla "Property" diga "Deck 1" y se procede a dibujar la losa.

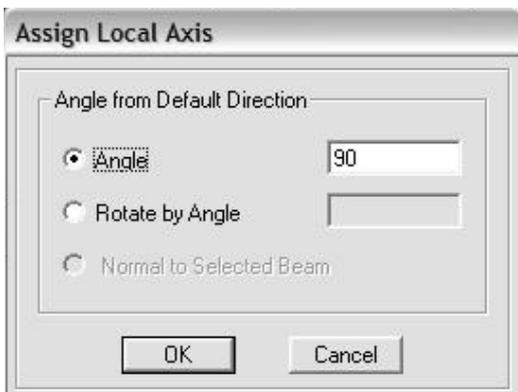
Para ello se deben tocar los puntos perimetrales donde irá la losa, y después de tocar el primer punto desde donde se partió, se oprime la tecla

“Enter” para finalizar. En este caso se dibujarán cuatro losas, dos para las que tienen las vigas secundarias perpendiculares en sentido del eje X y otras dos para las que las tienen en sentido del eje Y.

Aparece una doble flecha con la dirección de la losa. Esta debe de ir perpendicular a las vigas secundarias. Como las losas que tienen vigas en el eje X tienen la flecha paralela a sus vigas secundarias, se le debe cambiar el eje a las losas. Por lo que se seleccionan ambas, dando un Click a la doble flecha. Se dibuja una línea punteada a lo largo de toda la losa.

Después se va al menú “Assign>Shell/Area>Local Axes” y aparece un cuadro como el de la figura 13, donde se debe cambiar “Angle” a 90° (Grados). Cabe resaltar que si no se tienen seleccionadas las losas, estas opciones no estarán habilitadas.

Figura 13. Eje local



Si se comete un error, se debe cambiar al modo selección (haciendo Click al botón flecha ) e ir al menú “Edit>Undo Area Object Add”.

Para definir las propiedades de la losa, hay que entrar al menú “Define>Wall/Slab/Deck Sections” con “Deck 1” resaltado, se le da Click al

botón “Modify/Show Section”. En la ventana que aparece, lo único que se debe cambiar es la casilla “Slab Depth” a 3, pues el relleno de concreto sobre la losa será de 3 pulgadas. Después se da Click en “OK”, para regresar al cuadro anterior, y se le da “OK” nuevamente.

Figura 14. Propiedades de losa

Deck Section

Section Name: DECK1

Type:

- Filled Deck
- Unfilled Deck
- Solid Slab

Geometry:

- Slab Depth (tc): 3
- Deck Depth (hr): 3
- Rib Width (wr): 6
- Rib Spacing (Sr): 12

Material:

- Slab Material: CONC
- Deck Material:
- Deck Shear Thick:

Composite Deck Studs:

- Diameter: 0.75
- Height (hs): 6
- Tensile Strength, Fu: 60

Metal Deck Unit Weight:

- Unit Weight/Area: 1.597E-05

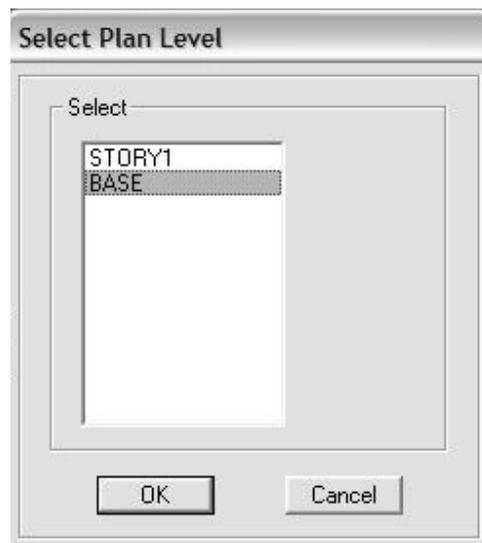
Buttons: OK, Cancel, Set Modifiers..., Display Color

2.2.4.3.6 Apoyos

El programa coloca apoyos articulados a las columnas. Sin embargo en el presente caso se necesita de apoyos empotrados, por lo que, para modificarlos, lo primero que debe hacerse es cambiar la vista, para que en lugar del nivel 1, muestre la base.

Para ello, hay que entrar al menú “View>Set Plan View”, y en la ventana elegir “Base” y dar Click en “OK”. Aparecerá la planta de la base.

Figura 15. Establecer vista de planta



Se selecciona cada apoyo dando un Click sobre él. Aparece una equis punteada sobre el apoyo, indicando que está seleccionado. Cuando ya todos están seleccionados, se entra al menú “Assign>Joint/Point>Restrains (Supports)”. En la ventana que aparece, se le da Click a la figura del apoyo empotrado; de manera que al hacerlo, todas las casillas superiores se seleccionen. Luego se le da Click en “OK”.

Figura 16. Apoyos



Para volver a ver la planta del nivel 1, se repite el mismo proceso, eligiendo “Story 1” en la figura 15.

2.2.4.3.7 Determinación de cargas

Las cargas que se determinarán son:

- La carga muerta del peso propio de la estructura,
- La carga muerta del tablayeso sobre las vigas (proyectado a futuro)
- La carga viva, que por ser marcos de acero puede ser reducida
- La carga de sismo, de acuerdo con el código UBC97

Se va al menú “Define>Static Load Cases”. En la ventana que se abre, aparecen las cargas Muerta y Viva. La carga muerta está bien como aparece en la ventana, con el valor “Self Weight Multiplier” en 1. Esto significa que esta carga incluirá el peso propio de la estructura. Todas

las demás cargas deben tener este valor en cero (0), para evitar que el peso de la estructura se considere dos veces durante el análisis.

La carga viva sí hay que modificarla, por lo que se le da un Click, y en la línea superior se cambia en la columna "Type" se selecciona del menú desplegable "Reduce Live", y después se da Click en el botón "Modify Load".

Para agregar una carga adicional de tablayeso (material proyectado a futuro para usar como fachada) a la baranda, se va a la línea superior, y en la casilla "Load" se escribe el nombre de la carga, para el presente caso "TABLAY", y en el cuadro "Type" se elige "Super Dead". Luego se le da Click al botón "Add New Load".

El mismo proceso se hace para incluir la carga de Sismo, con el nombre "SY", con el tipo "Quake", y en "Auto Lateral Load" se elige UBC97. Después de dar Click en "Add New Load", se hace lo mismo en "Modify Lateral Load" y aparece una ventana con todos los parámetros del código UBC figura 17.

Figura 17. UBC 97

1997 UBC Seismic Loading

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccen Y Y Dir + Eccen X

X Dir - Eccen Y Y Dir - Eccen X

Eccentricity Ratio 0.05

Override Eccentricities Override...

Seismic Coefficients

Per Code User Defined

Soil Profile Type SC

Seismic Zone Factor 0.40

User Defined Ca 0.4

User Defined Cv 0.56

Time Period

Method A Ct (ft) =

Program Calc Ct (ft) = 0.035

User Defined T =

Near Source Factor

Per Code User Defined

Seismic Source Type B

Dist. to Source (km) 15

User Defined Na 1

User Defined Nv 1

Story Range

Top Story STORY1

Bottom Story BASE

Factors

Overstrength Factor, R 8.5

Other Factors

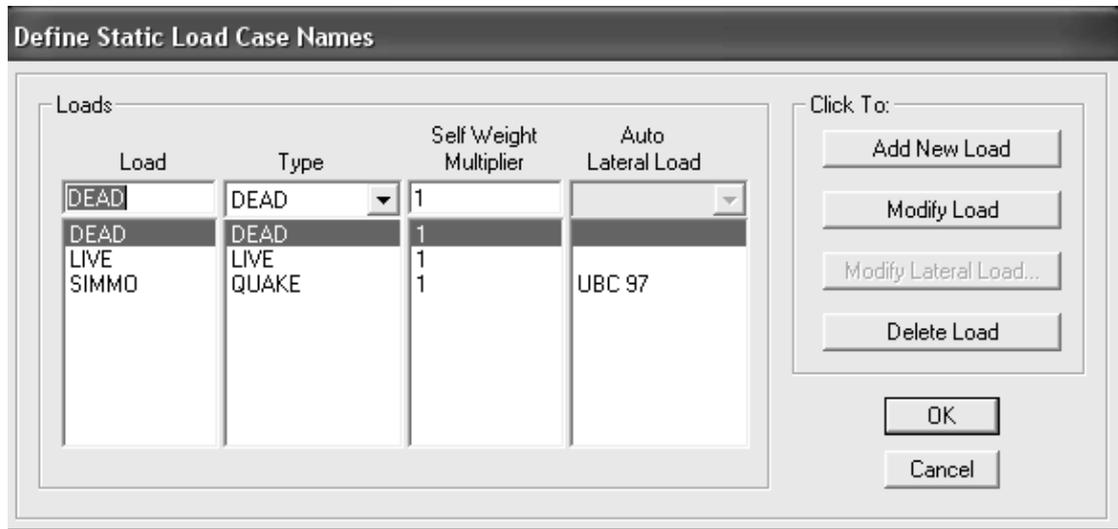
Importance Factor I 1.

OK Cancel

Para el presente caso, se cambia en la esquina superior izquierda por “Y Dir+Eccen X”, para que se vincule la carga que actúa en dirección del eje Y con excentricidad positiva en eje X. Cuando están todos los valores, se da Click en “OK”.

Se hace lo mismo con la carga de sismo en el eje X, eligiendo “X Dir+Eccen Y”. Al final la ventana de cargas se debe ver como la figura 18, y se da Click en “OK” para terminar la definición de cargas.

Figura 18. Definición de cargas



2.2.4.3.8 Asignación de cargas

Las cargas muertas y de sismo son analizadas por el programa, determinando donde actúan y con qué magnitud. Las cargas vivas y por tablayeso, deben ser introducidas manualmente.

Para la carga viva, se debe seleccionar las losas dando un Click en cualquier parte dentro de la losa, excepto las vigas. Una línea punteada alrededor del perímetro de la losa indicará que está seleccionada.

Después se va al menú “Assign>Shell/Area Loads>Uniform”. En la ventana que aparece, se debe cambiar las unidades a Kgf-m, y en la casilla “Load” se introduce el valor, que en el presente caso corresponde a 500 Kg/m². La casilla “Direction” indica si va en dirección donde actúa la fuerza, que es en sentido de la gravedad, por lo que se deja “Gravity” en la casilla. Luego se da Click en “OK”.

Figura 19. Asignación carga viva

The image shows a software dialog box titled "Uniform Surface Loads". It contains several input fields and options:

- Load Case Name:** A dropdown menu with "LIVE" selected.
- Units:** A dropdown menu with "Kgf-m" selected.
- Uniform Load:**
 - Load:** A text input field containing the value "500".
 - Direction:** A dropdown menu with "Gravity" selected.
- Options:** A group of three radio buttons:
 - Add to Existing Loads
 - Replace Existing Loads
 - Delete Existing Loads

At the bottom of the dialog box, there are two buttons: "OK" and "Cancel".

Ahora para la asignación de la carga de tablayeso a las vigas perimetrales, se facilita la asignación si no está activado el "Snap", es decir que automáticamente elige los puntos más cercanos.

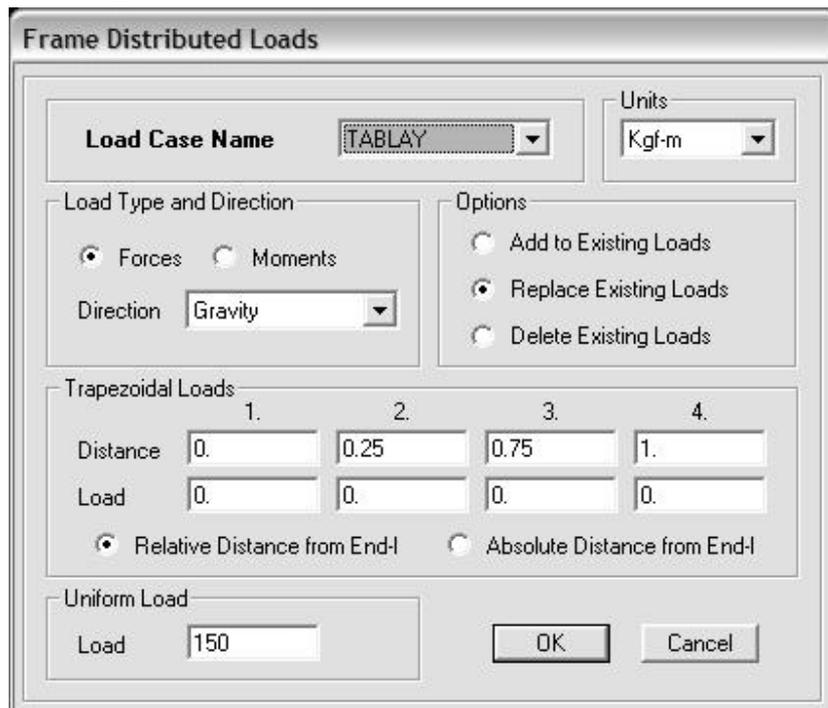
Para desactivarlo, se debe ir al menú "Draw>Snap to>Grid Intersections and Points". Aparece el botón presionado, por lo que al darle Click se desactiva la opción.

Ahora se seleccionan todas las vigas perimetrales que llevarán encima la fachada de tablayeso. Si se comete un error, se le da Click al botón , lo que elimina todas las selecciones, y se inicia nuevamente.

Cuando todas están seleccionadas, es decir, que se han convertido en líneas punteadas, hay que ir al menú "Assign>Frame/Line Loads>Distributed". En la ventana que parece, se verifica que las unidades sean Kgf-m, se cambia el cuadro "Load Case Name", y se selecciona "Tablay". En la parte inferior, en la casilla "Uniform Load", se coloca el valor 150 Kg/m, que es la carga uniforme

que se le asignó a la estructura de la baranda. Se da Click en “OK” para finalizar de asignar la carga, figura 20.

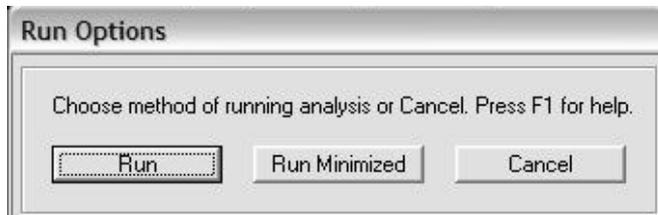
Figura 20. Asignación carga distribuida



2.2.4.3.9 Análisis

Ahora que ya se han colocado todos los elementos estructurales, y asignadas las cargas, se procede a darle la orden al programa que realice el análisis. Para ello, debe irse al menú “Analyze>Run Analysis”, y en la ventana que aparece dar Click en “Run”, figura 21.

Figura 21. Correr análisis



Aparecerá en la ventana de la derecha, el diseño deformado de la estructura. En la parte inferior derecha hay un botón “Start Animation” figura 22, que al darle Click inicia la animación del comportamiento de la estructura ante las distintas cargas. Para cambiar la carga se le da Click en las flechas que están a un lado. La carga que se muestra, aparece en el título de la ventana.

Figura 22. Botones animación



2.2.4.3.10 Diseño de vigas secundarias

Primero se verifica que las vigas sean diseñadas como vigas secundarias, y para ello, en la ventana izquierda, se le da Click derecho a una viga secundaria. Aparece una ventana como la que aparece en la figura 23.

Figura 23. Información vigas secundarias

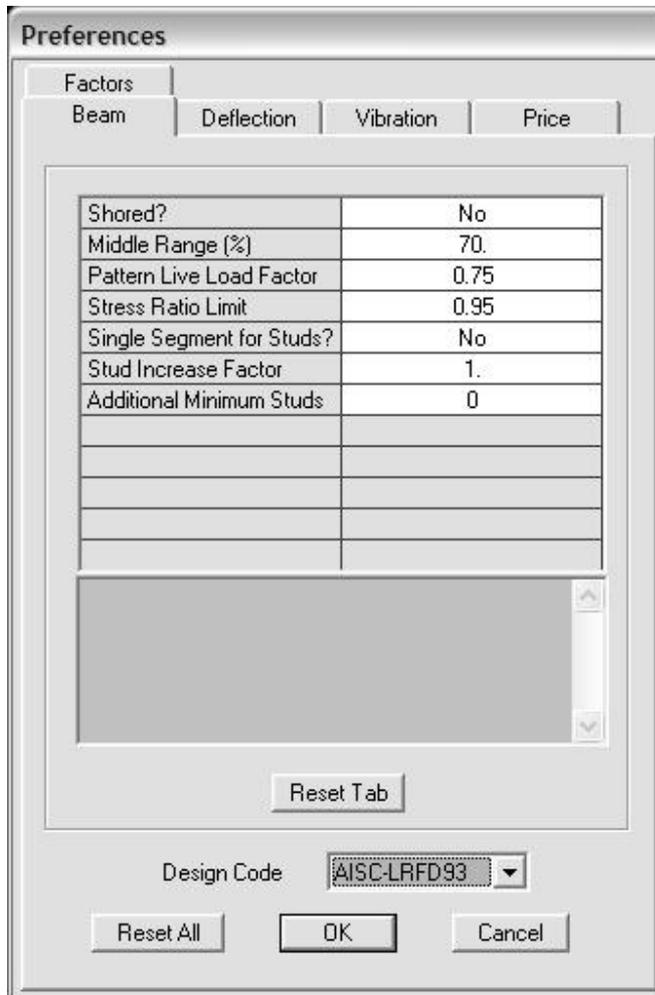
Line Information	
Location Assignments Loads	
Identification	
Label	B25
Line Type	Beam
Story	STORY1
Design Procedure	Composite Beam
Units: Kip-in	
OK	

Property	Value
Length	98.4252
Start Point (I)	21
Story	STORY1
X	202.2638
Y	0.
Delta Z	0.
End Point (J)	22
Story	STORY1
X	202.2638
Y	98.4252
Delta Z	0.

En la casilla “Design Procedure” debe aparecer “Composite Beam”. Esto indica que los datos ingresados han sido correctos, pues de lo contrario aparecería “Steel Frame”, y se diseñaría de manera distinta. Se da Click en “OK” para cerrar la ventana.

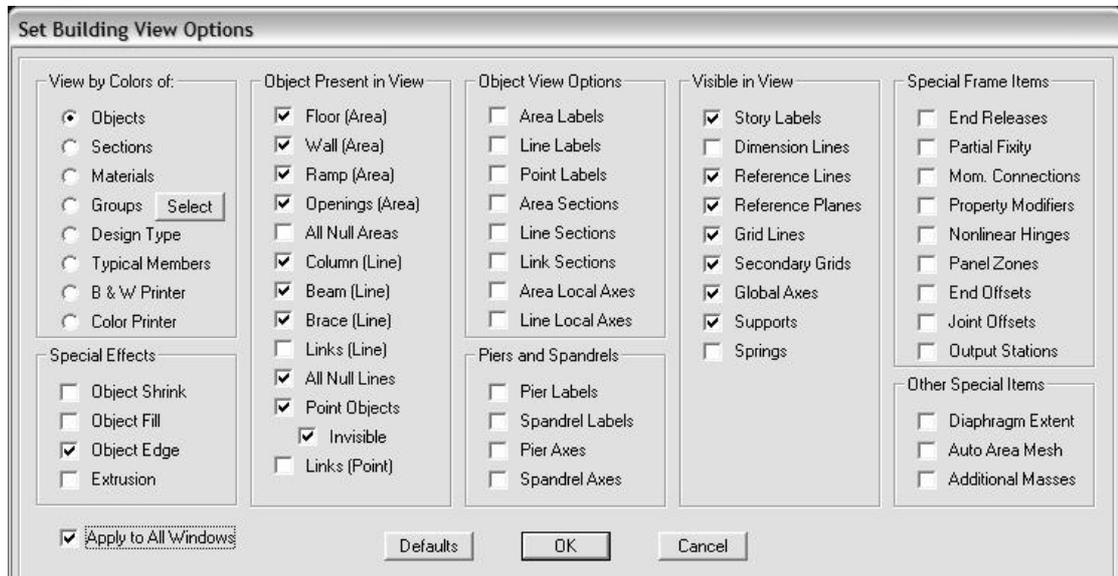
Ahora, hay que entrar en el menú “Options>Preferences>Composite Beam Design” figura 24. Verificar en la ventana que aparece, que en la casilla “Design Code” aparezca “AISC-LRFD93”, que será el código que se utilizará para las vigas secundarias.

Figura 24. Preferencias de diseño



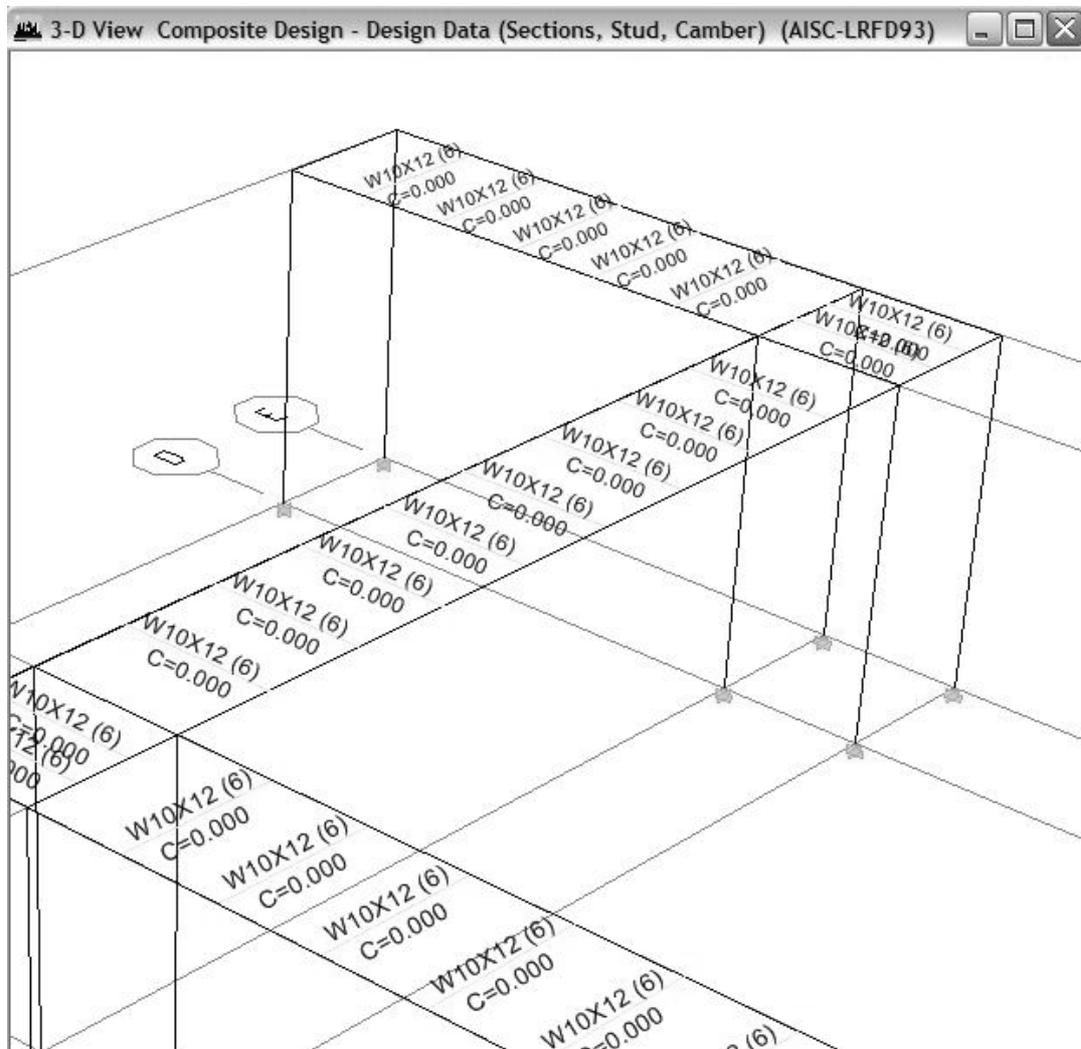
Ahora se da Click en la ventana derecha, la que tiene la imagen en 3D, y luego se entra al menú "View>Set Building View Options" figura 25. En la ventana que aparece se debe ver que no estén seleccionados "Object Fill" del campo "Special Effects" y "All Null Areas" de "Object Present in View". Luego se selecciona "Apply to All Windows" que aparece en la parte inferior izquierda, y se da Click en "OK".

Figura 25. Opciones de vista



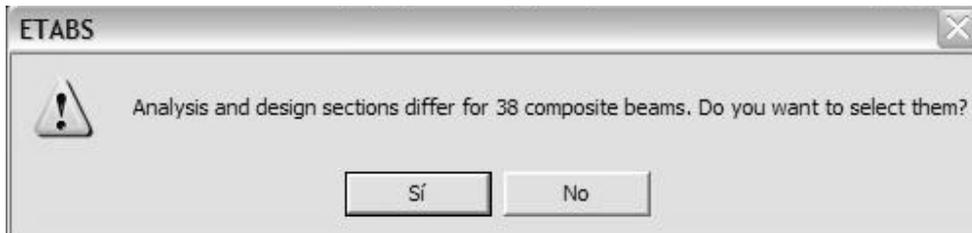
Ahora con la ventana a de la vista 3D seleccionada, se entra al menú “Desing>Composite Beam Design>Start Design Without Similarity” figura 26. El programa realiza el diseño y muestra las secciones que en el mismo se determinó usar.

Figura 26. Vista de diseño de vigas secundarias



Ahora se debe ir al menú “Design>Composite Beam Desing> Verify Analysis vs Design Seccctions”. A la ventana que aparece, se le da Click en “No” figura 27.

Figura 27. Mensaje diseño vigas secundarias



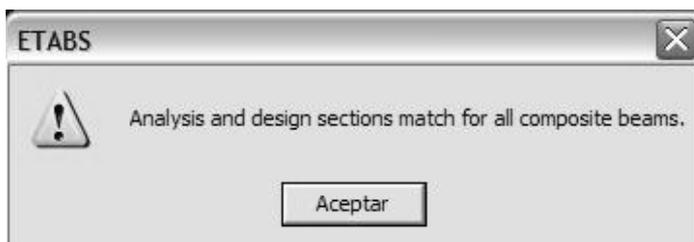
Este mensaje es porque el programa realizó el análisis con el peso promedio de la lista de vigas, pero a la hora de realizar el diseño, algunas variaron de sección. En este caso particular fueron 38 vigas. Por lo que se debe repetir el análisis, para que el programa ahora use estas nuevas secciones, y realizar nuevamente el proceso hasta que las secciones de diseño y las de análisis sean las mismas.

Los pasos a seguir ahora son:

1. "Analyze>Run Analysis", y dar Click en "Run",
2. "Design>Composite Beam Design>Start Design Without Similarity",
3. "Design>Composite Beam Design> Verify Analysis vs Design Sections".

Se repite el proceso hasta que aparezca un mensaje como el de la figura 28.

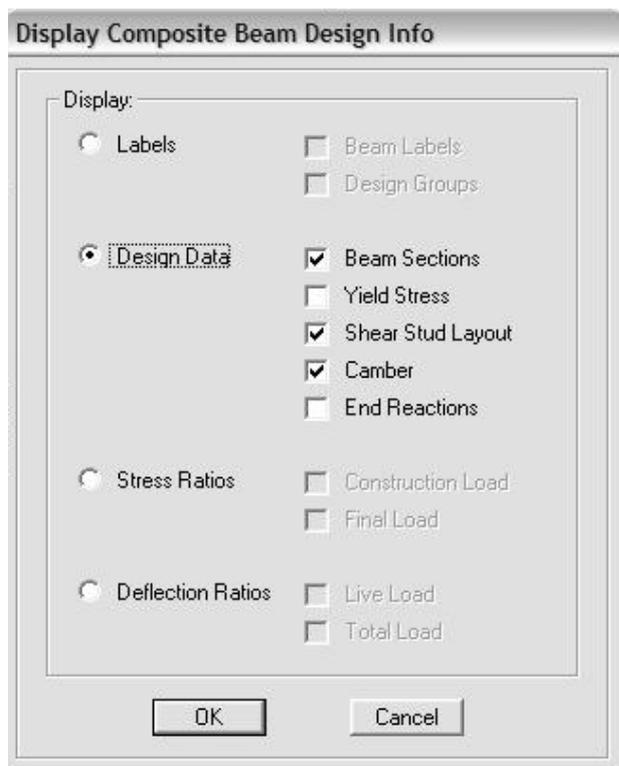
Figura 28. Mensaje final diseño vigas secundarias



Ahora se debe ir al menú “Design>Composite Beam Design>Verify All Members Passed”. El mensaje de la figura 29, indica que todos los miembros han pasado los chequeos de diseño. Se da Click en “OK”.

El siguiente paso es seleccionar todos los elementos mediante la combinación del teclado Ctrl+A e ir al menú “Design>Composite Beam Design>Make Auto Select Section Null”, y se le da Click “OK” al mensaje que aparece.

Figura 29. Información diseño vigas secundarias



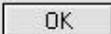
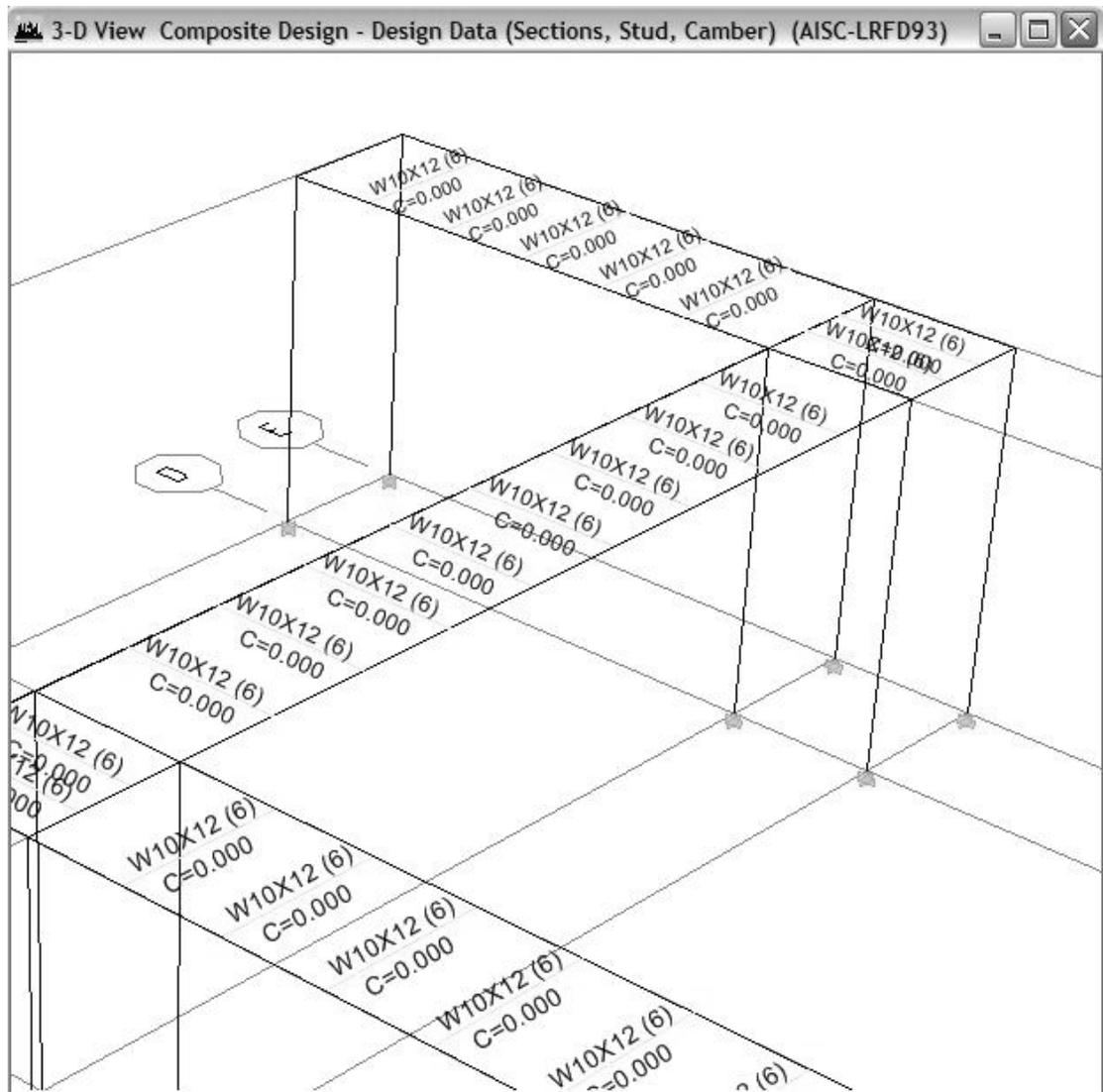
Se da Click en el botón  para desactivar las selecciones activas. Luego puede hacerse un acercamiento para observar las secciones que terminaron por quedar asignadas a cada viga figura 30.

Figura 30. Vista vigas secundarias



Para quitar el texto de las secciones, ir al menú "Asign>Clear Display of Asigns".

2.2.4.3.11 Diseño de marcos de acero

Lo primero es revisar que las vigas y columnas vayan a ser diseñadas como marcos de acero, para ello, en la vista de la planta (ventana izquierda) se le da Click derecho a una viga.

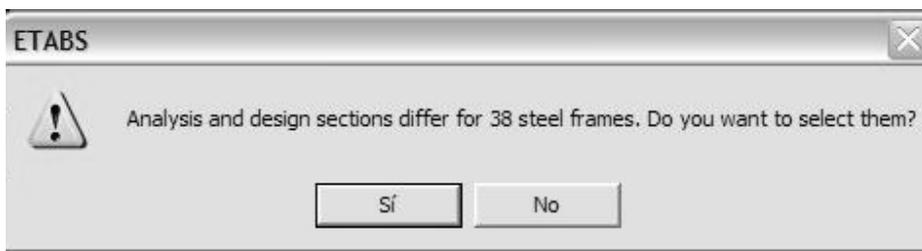
Figura 31. Propiedades viga

Property	Value
Length	535.8268
Start Point (I)	8
Story	STORY1
X	844.8819
Y	59.0551
Delta Z	0.
End Point (J)	11
Story	STORY1
X	844.8819
Y	594.8819
Delta Z	0.

En la casilla “Design Procedure” debe decir “Steel Frame”, para que el diseño sea el correcto. Luego se da Click en “OK” figura 31.

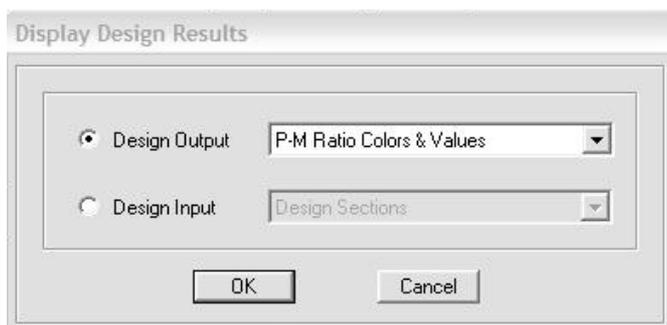
Ahora se debe dar Click en la ventana derecha (vista 3D), y después entrar en el menú “Design>Steel Frame Design>Start Design/Check of Structure”. Al igual que en el diseño de las vigas secundarias, aparece un mensaje donde indica que 38 elementos difieren del diseño y el análisis, figura 32.

Figura 32. Mensaje diseño



Se da Click en “No”, y ahora se elige la ventana izquierda, e ir al menú “Design>Steel Frame Design>Display Design Info”. En la ventana que aparece, debe estar seleccionado “Design Output” y seleccionada la opción “PM Ratio Colors & Values”, se da Click en “OK”, figura 33.

Figura 33. Formato de despliegue



En pantalla aparece información del diseño de las vigas, y al darle Click derecho a cualquier viga, aparece una ventana con la información completa, figura 34.

Figura 34. Información diseño de vigas

Steel Stress Check Information (AISC-LRFD93)

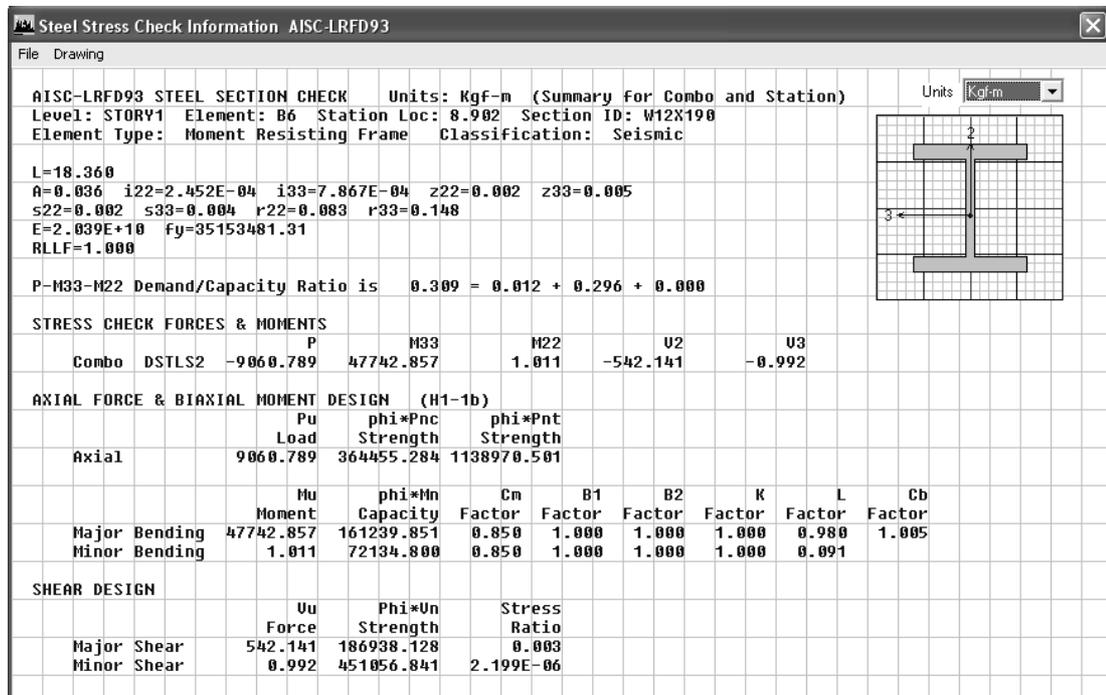
Story: STORY1 Analysis Section: W12X190
 Beam: B6 Design Section: W12X190

COMBO ID	STATION LOC	----MOMENT INTERACTION CHECK-----	MAJ-SHR	MIN-SHR
		RATIO = AXL + B-MAJ + B-MIN	RATIO	RATIO
DSTLS2	262.85	0.286(C) = 0.012 + 0.273 + 0.000	0.031	0.000
DSTLS2	262.85	0.286(C) = 0.012 + 0.273 + 0.000	0.025	0.000
DSTLS2	284.75	0.296(C) = 0.012 + 0.284 + 0.000	0.022	0.000
DSTLS2	306.66	0.304(C) = 0.012 + 0.291 + 0.000	0.016	0.000
DSTLS2	328.56	0.308(C) = 0.012 + 0.296 + 0.000	0.012	0.000
DSTLS2	328.56	0.308(C) = 0.012 + 0.296 + 0.000	0.007	0.000
DSTLS2	350.47	0.309(C) = 0.012 + 0.296 + 0.000	0.003	0.000

Strength
 Deflection

Si se le da Click a “Details” aparece una versión imprimible del reporte figura 35. Para salir de este reporte se cierra la ventana, y para salir de la ventana anterior, se da Click en “Cancel”.

Figura 35. Reporte diseño viga



Puede verse en la parte superior derecha de la figura 35, que las secciones de diseño y análisis son distintas; por lo que se repite este último, hasta que no exista diferencia.

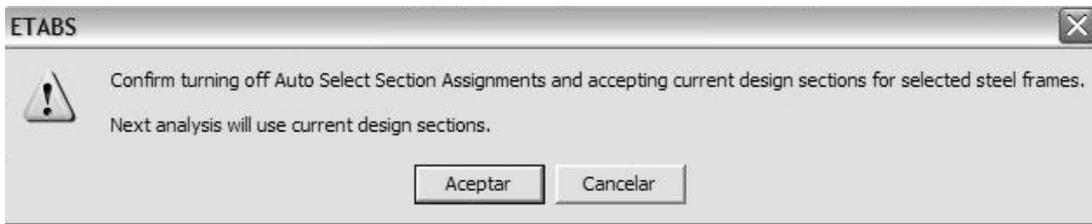
Para ello los pasos a seguir son:

1. "Analyze>Run Analysis", y dar Click en "Run"
2. "Design>Steel Frame Design>Start Design/Check of Structure"

Al finalizar aparecerá una ventana con la cantidad de elementos que difieren su sección del análisis con el diseño. Se da Click en "No", y se repiten estos pasos hasta que no aparezca el mensaje.

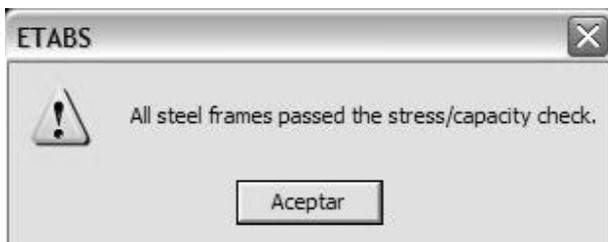
Cuando eso sucede, se seleccionan todos los elementos mediante la combinación del teclado Ctrl+A. Luego, ingresar al menú "Design>Steel Frame Design>Make Auto Select Section Null", y se da Click "Aceptar" en el mensaje resultante figura 36.

Figura 36. Mensaje ETABS



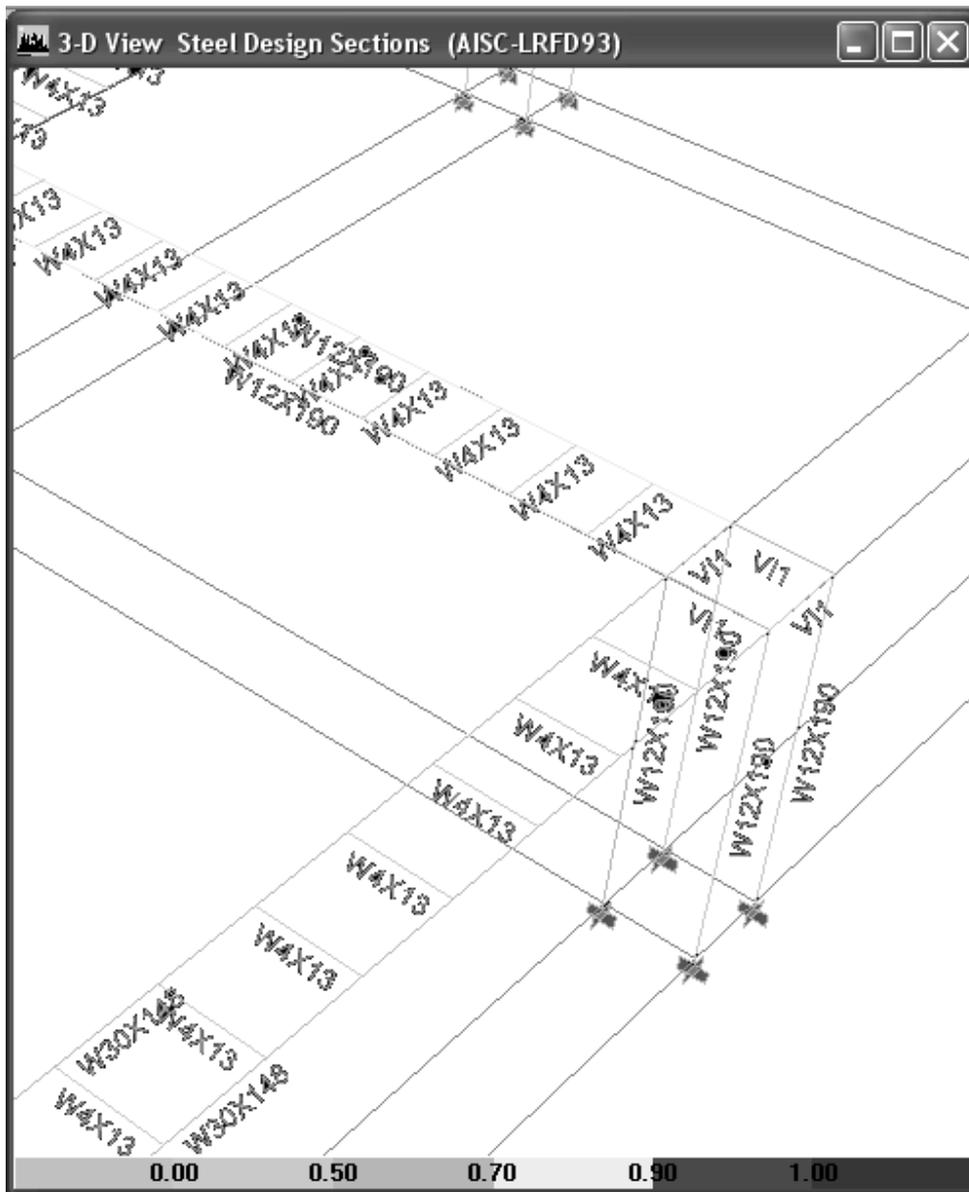
El siguiente paso es ingresar al menú “Design>Steel Frame Design>Verify All Members Passed”, y deberá aparecer un mensaje como el de la figura 37, indicando que todos los miembros han cumplido los chequeos de diseño. Dar Click en “Aceptar”.

Figura 37. Chequeo diseño



Con esto, ha finalizado el diseño. Para poder ver mejor las secciones resultantes, se le da Click en el botón  para des-seleccionar los elementos, y ya se pueden leer las secciones para cada elemento, figura 38.

Figura 38. Vista secciones



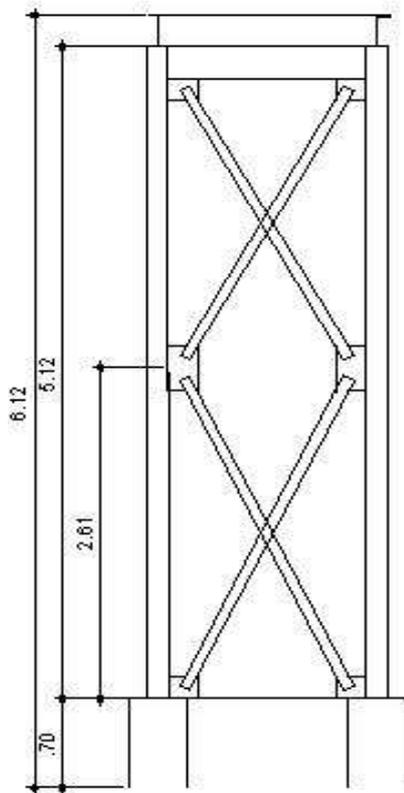
Las secciones resultantes se presentan en los planos constructivos en el anexo 4.

Diseño de las columnas de la pasarela (memoria de cálculo simplificada)

En el diseño de la pasarela existen varios tipos de columnas, desde columnas de acero hasta las de concreto armado; a continuación se detalla el diseño de cada una de estas.

Diseño de columna C-1 de acero

Detalle de columnas)



Se propone usar para la columna con una sección W12X190

$$R_y = 8.26 \text{ cm}$$

$$A = 24.64 \text{ cm}^2$$

Donde:

R_y = radio crítico de giro respecto del eje Y k = Factor de longitud

A = área de la sección L = Longitud del miembro

$$\frac{KL}{Ry} = \frac{0.5 \times 5.12 \times 100}{8.26} = 31.00$$

$$Fa = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \quad Fa = \frac{\pi^2(2000000)}{(31)^2} = 20,540.28 \frac{kg}{cm^2}$$

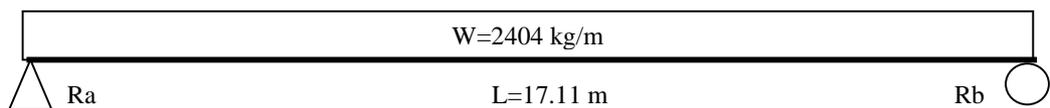
Esfuerzo admisible

$$Pa = A \times Fa = 24.64 cm^2 \cdot \frac{20540.28 kg}{cm^2} = 506,112.49 kg$$

El "Pa" es la carga axial permisible que resiste la sección de acero W12x190, ahora calcularemos la carga que llega a la columna.

Para calcular la carga que le llega a la columna, se toma en cuenta la carga total que le llega a la viga (en la carga total va incluida la carga viva y la carga muerta, que es el peso propio de la estructura), la carga que se le transmitirá a la columna son las reacciones en cada uno de los apoyos de la estructura y se obtiene del análisis estructural realizado por ETBAS.

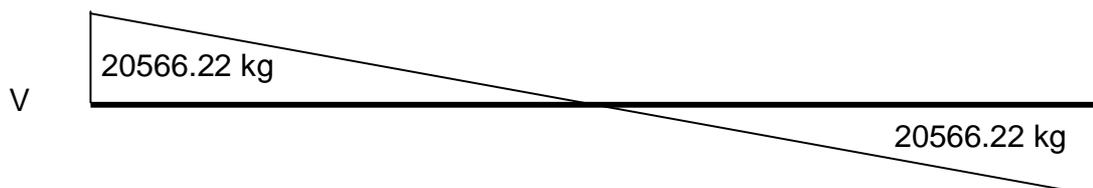
Diagrama de carga distribuida (W)



Cálculo de reacciones R_b y R_a en los apoyos, ecuación de momentos en a igual a cero (0).

$$\sum Ma = 0; \frac{2404 \times 17.11^2}{2} - 17.11 R_b = 0; \quad R_b = 20566.22 = R_a = 20566.22 kg$$

Diagrama fuerza cortante (V)



La sección propuesta de acero W12X190 resiste perfectamente la carga que le llega a la columna. Además se colocarán miembros sección U en diagonal, para restringir el movimiento lateral de la columna. (ver anexo en planos constructivos).

A continuación se diseñará la columna C-1, que soporta la columna de acero; la misma, es de concreto reforzado.

Datos:

$$\begin{aligned} b &= 0.40 \text{ m} && \text{(base)} \\ h &= 0.40 \text{ m} && \text{(ancho)} \end{aligned}$$

La carga que se transmite es el peso propio de la columna de acero y la carga que le es transmitida a la misma.

$$\begin{aligned} \text{Peso propio} \quad PP &= \frac{86.36 \text{ kg}}{\text{pie}} \times \left(\frac{3.28 \text{ pie}}{1 \text{ m}} \right) \times 5.12 \text{ m} = 1450.30 \text{ kg} \\ \text{Carga total} \quad Ct &= 1450.30 \text{ kg} + 20566.22 \text{ kg} = 22016.52 \text{ kg} \\ \text{Momento} \quad M &= P \cdot e = 22016.52 \text{ kg} \cdot 0.15 \text{ m} = 3302.33 \text{ kg} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

Ahora para calcular el refuerzo se tomará del diagrama de interacción

$$\frac{P}{Ag} = 1.9566 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2} \qquad \frac{M}{Ag * h} = 0.0732 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}$$

$$\text{Factor balanceado} \quad \rho = 0.01$$

$$\text{Área de acero} \quad As = \rho \times Ag = 0.01 \times 40 \times 40 = 16 \text{ cm}^2$$

Donde:

- P = Carga que actúa en la columna
- e = Excentricidad de la carga P
- Ag = Área gruesa de la sección

h = Ancho de la sección
 ρ = Cuantía de acero
 As = Área de acero requerida

Se colocarán 6 refuerzos No.6 (3/4") que proporcionan un área de acero de 17.10 cm²

Para las columnas C-2 y C-3 se diseñarán con un $\rho = 0.005$, ya que la carga que les llega a estas es menor a la C-1.

$$As = \rho \times Ag = 0.005 \times 30 \times 30 = 4.5 \text{ cm}^2$$

Se colocarán 4 refuerzos No.4 (1/2") que proporcionan un área de acero de 5.07 cm²

Y para la columna C-4 se tomará un $\rho = 0.005$

$$As = \rho \times Ag = 0.005 \times 20 \times 20 = 2.0 \text{ m}^2$$

Se colocarán 4 refuerzos No.3 (3/8") que proporcionan un área de acero de 2.85 cm². (Ver detalle de todas las columnas en anexo de los planos constructivos).

Diseño de cimentación

Diseño de la zapata cuadrada: Z-1

b columna	40.00 cm	(base)
f'c	210.00 kg/cm ²	(esfuerzo del concreto)
fy	2800.00 kg/cm ²	(esfuerzo del acero)
CM	7019.66 kg	(carga muerta)
CV	7550.00 kg	(carga viva)
Carga total	22016.52 kg	(carga mayorada).

Datos obtenidos en laboratorio y pre-dimensionamiento:

Ángulo de fricción interno	Φ:	25.1°
Peso específico suelo	γh:	1.41 gr/cm ³ (0.0014 kg/cm ³)
Profundidad cimentación,	D:	1.00 m
Cohesión	C:	0.83 kg/cm ²
Factor de seguridad	F:	4 adimensional
Ancho cimentación	B:	1.25 m

Carga admisible:

$$q_{adm} = 0.0014 \times 100 + \frac{41.60 \times 0.0014 \times 9.16 + 0.0014 \times (10.78 - 1) + 1.3 \times 0.18 \times 20.87}{4}$$

$$q_{adm} = 6.25 \frac{kg}{cm^2}$$

$$q_{adm} = 6.25 \text{ kg/cm}^2$$

$$D = 1.00 \text{ m}$$

Área requerida:

$$A_r = \frac{CM + CV}{q_{adm}} = \frac{7019.66 + 7550}{6.25} = 2331.15 \text{ cm}^2$$

$$\text{Base } b = \sqrt{A_r} = \sqrt{2331.15} = 48.28 \text{ cm}$$

Al calcular la base, el resultado es de 48.28 cm.; debido a la alta resistencia del suelo, la base de la zapata resulta pequeña, por criterio en los mismos, se aumentará a:

$$b = 70.00 \text{ cm}$$

Peralte a utilizar:

$$d = 13.00 \text{ cm}$$

Presión de apoyo:

$$P_a = \frac{1.2CM + 1.6CV}{\text{Área}} = \frac{22016.52}{4900} = 4.49 \frac{kg}{cm^2}$$

Peralte necesario para corte por punzonamiento:

$$Lc = \text{lado col} + 2d = 40 + 2 \times 13 = 66.00 \text{ cm}$$

$$bo = Lc \times 4 = 66 \times 4 = 264 \text{ cm}$$

$$Vu = (\text{área} - Lc^2)Pa = (4900 - 66^2)4.49 = 2442.56 \text{ kg}$$

$$d = \frac{Vu}{\phi \times 4\sqrt{f'cb}} = \frac{2442.56}{0.85 \times 4\sqrt{210} \times 264} = 0.19 \text{ cm}$$

Peralte necesario por corte directo:

$$x = \frac{70}{2} - 13 - \frac{40}{2} = 2 \text{ cm}$$

$$Vu = (\text{lado zapata})Pa \times x = (70)4.49 \times 2 = 628.6 \text{ kg}$$

$$d = \frac{Vu}{\phi \times 2\sqrt{f'cb}} = \frac{628.6}{0.85 \times 2\sqrt{210} \times 70} = 0.36 \text{ cm}$$

Cálculo del área de acero de la zapata:

$$l = \frac{b}{2} - \frac{1}{2} \times l \text{ col} = \frac{70}{2} - \frac{1}{2} \times 40 = 15 \text{ cm}$$

$$Mu = l^2 \times b \times \frac{Pa}{2} = 15^2 \times 70 \times \frac{4.49}{2} = 35358.75 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$As \text{ min} = \frac{14.1}{fy} \times 60 \cdot 13 = \frac{14.1}{2800} \times 60 \times 13 = 3.93 \text{ cm}^2$$

$$As = \frac{Mu}{\phi fyd} = \frac{35358.75}{0.9 \times 2800 \times 13} = 1.08 \text{ cm}^2$$

Se colocará el área de acero mínimo de 3.93 cm². El área de acero que cubre lo requerido es de 6 varillas No. 3 (3/8") que constituirá un área de 4.28 cm² en ambos sentidos.

Diseño de la zapata cuadrada: Z-2

b columna	30.00 cm	(base)
f'c	210.00 kg/cm ²	(esfuerzo del concreto)
fy	2800.00 kg/cm ²	(esfuerzo del acero)
CM	3509.83 kg	(carga muerta)
CV	3775.00 kg	(carga viva)
Carga total	10251.80 kg	(carga mayorada).

$$q_{adm} = 6.25 \text{ kg/cm}^2$$

$$D = 1.00 \text{ m}$$

Área requerida:

$$Ar = \frac{CM + CV}{q_{adm}} = \frac{3509.83 + 3775}{6.25} = 1165.57 \text{ cm}^2$$

$$\text{Base } b = \sqrt{Ar} = \sqrt{1165.37} = 34.14 \text{ cm}$$

Al calcular la base, el resultado es de 34.14 cm.; debido a la alta resistencia del suelo, la base de la zapata resulta pequeña, por criterio en los mismos, se aumentará a:

$$b = 50.00 \text{ cm}$$

El peralte a utilizar es de:

$$d = 13.00 \text{ cm}$$

Presión de apoyo:

$$Pa = \frac{1.2CM + 1.6CV}{\text{área}} = \frac{10251.8}{2500} = 4.10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Peralte necesario para corte por punzonamiento:

$$Lc = \text{lado col} + 2d = 30 + 2 \times 13 = 56 \text{ cm}$$

$$bo = Lc \times 4 = 56 \times 4 = 224 \text{ cm}$$

$$Vu = (\text{área} - Lc^2)Pa = (2500 - 56^2)4.1 = 2607.6 \text{ kg}$$

$$d = \frac{Vu}{\phi \times 4\sqrt{f'c}bo} = \frac{2607.6}{0.85 \times 4\sqrt{210} \times 224} = 0.24 \text{ cm}$$

Peralte necesario por corte directo:

$$x = \frac{50}{2} - 13 - \frac{30}{2} = 3 \text{ cm}$$

$$Vu = (\text{lado zapata})Pa \times x = (50)4.1 \times 3 = 615 \text{ kg}$$

$$d = \frac{Vu}{\phi \times 2\sqrt{f'c}b} = \frac{615}{0.85 \times 2\sqrt{210} \times 50} = 0.50 \text{ cm}$$

Cálculo del área de acero de la zapata:

$$l = \frac{b}{2} - \frac{1}{2} \times l \text{ col} = \frac{50}{2} - \frac{1}{2} \times 30 = 10 \text{ cm}$$

$$Mu = l^2 \times b \times \frac{Pa}{2} = 10^2 \times 50 \times \frac{4.10}{2} = 10250 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$As \text{ min} = \frac{14.1}{fy} \times 60 \cdot 13 = \frac{14.1}{2800} \times 60 \times 13 = 3.93 \text{ cm}^2$$

$$As = \frac{Mu}{\phi fyd} = \frac{10250}{0.9 \times 2800 \times 13} = 0.31 \text{ cm}^2$$

Se colocará el área de acero mínimo de 3.93 cm². El área de acero que cubre lo requerido es de 5 varillas No. 3 (3/8"), que proporcionan un área de 3.56 cm², en ambos sentidos.

Diseño del cimiento corrido

t cimiento corrido	20.00 cm	(espesor muro o elemento)
CM	3509.83 kg	(carga muerta)
CV	3775.00 kg	(carga viva)
Carga total	10251.80 kg	(carga mayorada)
qu	49500.00 kg/m ²	(soporte ultimo)
Df	0.60 m	(profundidad)
f'c	210.00 kg/m ²	(esfuerzo del concreto)
fy	2800.00 kg/m ²	(esfuerzo acero)
γs	1410.00 kg/m ³	

La carga muerta y la carga viva constituyen el peso del muro, lo que le transmite la losa al muro de ambos niveles.

$$\text{Soporte de diseño} \quad q_e = q_u - \gamma_c \times t - \gamma_s \times D_f$$

$$q_e = 49500 - 1410 \times 0.20 - 1410 \times 0.6 = 48372.0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Base} \quad b = \frac{CM + CV}{q_e} = \frac{3509.83 + 3775}{48372} = 0.15 \text{ m} = 15 \text{ cm}$$

La base que se utilizará será de 40 cm. por factor de seguridad.

$$P_a = \frac{1.2CM + 1.6CV}{b} = \frac{1.2 \times 3509.83 + 1.6 \times 3775}{0.40} = 25629.49 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$V_u = P_a \left(\frac{b}{2} - d - \frac{d'}{2} \right) = 25629.49 \left(\frac{0.40}{2} - 0.20 - \frac{0.13}{2} \right) = 1665.92 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

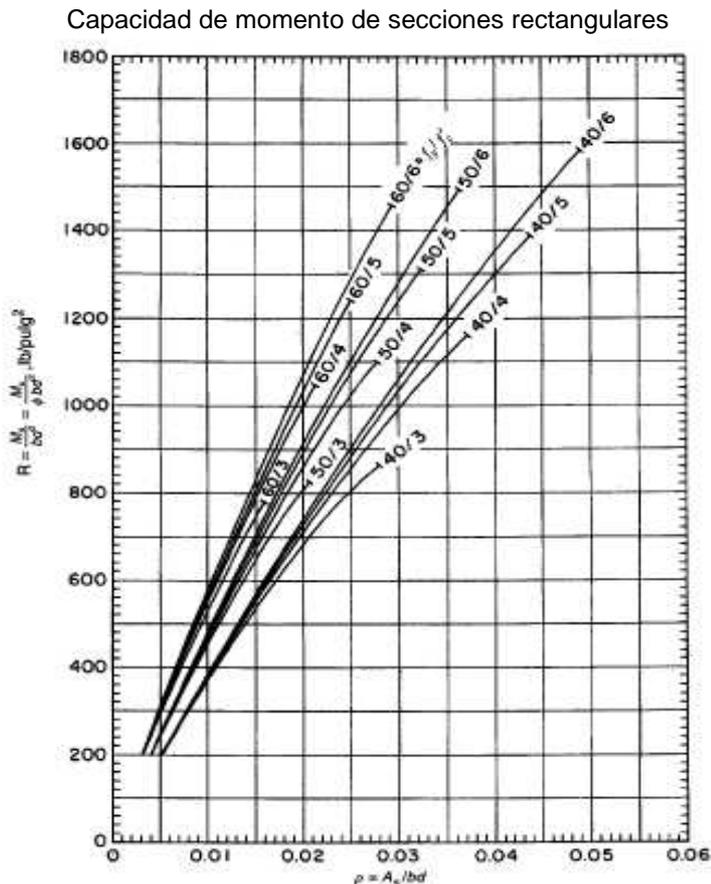
$$d = \frac{V_u}{\phi z \sqrt{f'c b}} = \frac{16.6592}{0.90 \times z \sqrt{210} \times 40} = 1.60 \text{ cm}$$

$$M_u = \frac{1}{8} \times P_a (b - d)^2 = \frac{1}{8} \times 25629.49 (0.40 - 0.13)^2 = 233.54 \text{ kg} - \text{m}$$

$$Mu = 233.54 \text{ kg} - \text{m}$$

Para calcular el área de acero que requiere el cimiento corrido se utiliza el siguiente gráfico; para utilizar el mismo, las unidades de las variables deben estar en el sistema inglés de medidas libras-pulgada (lb-plg); se necesita la relación $Mu/\Phi bd^2$ donde se toma una base unitaria de 100 cm, y se usa la curva 60/4, al utilizar concreto de 3000 PSI (210.00 kg/m²) y acero con resistencia 40000 PSI (2800.00 kg/m²)

Momento último (Mu)	233.54 kg-m	equivale a	20227.87 lb-plg
Base	(b) 100 cm	equivale a	39.37 plg
Peralte	(d) 13 cm	equivale a	5.12 plg



Fuente: Diseño de estructuras de concreto, Arthur Nilson

$$\frac{Mu}{\phi bd^2} = \frac{20227.87}{0.9 \times 39.37 \times 5.12^2} = 21.77 \frac{lb}{p!g^2}$$

$$\rho = 0.001 = \frac{As}{bd}$$

$$As = \rho bd = 0.001 \times 100 \times 13 = 1.30 \text{ cm}^2$$

Se colocarán varillas No. 3 (3/8") @ 0.20 m las cuales proporcionan un área de acero de 3.56 cm², (ver planos constructivos en anexos).

Para el área de acero longitudinal se colocará el área de acero mínimo.

$$\rho_{min} = 0.001$$

$$As_{min} = 0.002 \times 70 \times 13 = 1.82 \text{ cm}^2$$

Se utilizarán 3 varillas No.3 (3/8") las cuales proporcionan un área de acero de 2.14 cm², (ver anexo, planos constructivos).

Diseño de platinas

Para garantizar que las cargas de las columnas se transmitan uniformemente sobre sus placas de base, es esencial que exista buen contacto entre los dos elementos. Para lograr esto es necesario enderezar las placas de espesor mayor de 2 pulgadas y hasta 4 pulgadas por medio de prensado o fresado.

Datos:

$$\text{Columna} = W12X190 (d = 14.38" = 36.53 \text{ cm}, bf = 12.67" = 32.18 \text{ cm})$$

$$\text{Carga} = 22016.52 \text{ kg}$$

Determinar área de la placa:

$$A_1 = \frac{1}{A_2} \left(\frac{P}{0.35f'_c} \right)^2 = \frac{1}{40^2} \left(\frac{22016.52}{0.35 \cdot 210} \right)^2 = 0.0025 \text{ cm}^2$$

$$A_1 = \left(\frac{P}{0.70f'_c} \right) = \frac{22016.56}{0.7 \cdot 210} = 149.77 \text{ cm}^2$$

Dimensiones de la placa:

$$\Delta = 0.5(0.95d - 0.80bf) = 0.5(0.95 \cdot 36.53 - 0.8 \cdot 32.18) = 4.48 \text{ cm}$$

$$N \approx \sqrt{A_1} + \Delta = \sqrt{149.77} + 4.48 = 16.71 \text{ cm} \rightarrow 17 \text{ cm}$$

$$B = \frac{A_1}{N} = \frac{149.77}{17} = 8.81 \text{ cm} \rightarrow 9 \text{ cm} = 3.54 \text{ plg}$$

Presión en la columna de concreto C-1:

$$f_p = \frac{P}{B \times N} = \frac{22016.52}{9 \times 17} = 143.90 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Cálculo de las dimensiones m y n:

$$m = \frac{N - 0.95d}{2} = \frac{17 - 0.95 \times 36.53}{2} = -8.85 \text{ cm}$$

$$n = \frac{N - 0.80f/b}{2} = \frac{17 - 0.80 \times 32.18}{2} = -8.74 \text{ cm}$$

Determinación de L

Como la placa no cubre todo el concreto:

$$Fp = 0.35f'_c \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 0.35 \cdot 210 \sqrt{\frac{40^2}{149.77}} = \frac{240.23 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$$

$$Fp = \frac{P}{2(d+h-2L)L} = \frac{22016.52}{2(36.53+32.18-2L)L} = 240.23 \text{ despejar } L$$

$$L = 0.68 \text{ cm} - L = 33.67 \text{ cm}$$

Cálculo del espesor de la placa:

$$t_p = n \sqrt{\frac{f_p}{0.25 \times F_y}} = 0.74 \sqrt{\frac{143.90}{0.25 \times 2810}} = 3.96 \text{ cm} = 1.50 \text{ plg} = \frac{3}{2} \text{ plg}$$

Las dimensiones resultantes del análisis son placas PL 3/2" X 3.54" X 13.25" pero las que se utilizarán son las de dimensiones mínimas de la columna 3/2" x 12" x 12"

Para la platina de las columnas C-2 y C-3 el cálculo es el mismo, el resultado obtenido es 3/4" x 8" x 8" y 1/2"x12"x12", respectivamente.

Diseño de pernos

Pretensión mínima de pernos

Pretensión mínima de pernos		
Tamaño perno (pulgadas)	Pernos A325	Pernos A490
1/2	12	15
5/8	19	24
3/4	28	35
7/8	39	49
1	51	64
1 1/8	56	80
1 1/4	71	102
1 3/8	85	121
1 1/2	103	148

Fuente: Especificaciones AISC 2005

Para encontrar el número de conectores N1 de cortante se usa la siguiente ecuación.

$$N_1 = \frac{V_h}{q}; \quad V_h = \frac{A_s \cdot f_y}{2}$$

Donde:

V_h = Valor mínimo de la fuerza cortante horizontal.

q = Capacidad de cortante del perno tomado de la tabla.

A_s = Área sección transversal.

f_y = Resistencia.

$$V_h = \frac{40 \cdot 2810}{2} = 56200 \text{ kg} = 123.64 \text{ k lb}$$

Se usarán pernos de 7/8" con capacidad de 39 kips, el número requerido es de:

$$N_1 = \frac{123.64}{39} = 3.17$$

En la columna C-1 se utilizarán 4 pernos y 2 en la columna C-2; luego, 4 pernos de 1/2" en columna C-3 (ver planos constructivos).

2.2.5 Mantenimiento de la estructura metálica

Cada año: inspección visual de fisuras en elementos estructurales, así como de humedades que puedan deteriorar la estructura metálica.

POR EL PROFESIONAL CALIFICADO

Cada año: protección de la estructura metálica con pintura anticorrosiva a dos manos.

Cada tres años: protección de la estructura metálica con pintura anticorrosiva. Reparación o reemplazo de elementos estructurales si fuera necesario. Para volver a pintar el elemento estructural, bastará con limpiar las manchas si el recubrimiento está en buen estado. En el caso de existir otro tipo de defecto, como paso previo a la pintura, se eliminarán las partes sueltas con cepillo de alambre y se limpiará para luego pintar.

2.2.6 Elaboración de planos

Los planos que servirán para la construcción de la pasarela se presentan en el anexo 4. Incluyen la planta de conjunto, como las vistas laterales, y los detalles estructurales.

2.2.7 Elaboración de presupuesto

Se cotizaron los perfiles estructurales, así como los demás materiales que se utilizarán para la construcción de la pasarela; los precios se muestran en la tabla IX.

Tabla IX. Presupuesto pasarela entrada a cabecera municipal

PRESUPUESTO PASARELA					
No.	RENLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	PRELIMINARES				
1.1	MODIFICACIONES DEL TENDIDO ELÉCTRICO Y TELEFÓNICO (MOVIMIENTO DE POSTES Y SUBIR ALTURA DE CABLES)	1.00	GLOBAL	Q876.25	Q876.25
1.2	TRAZO Y ESTAQUEADO	72.00	ML	Q25.45	Q1,832.40
2	CIMENTACION				
2.1	EXCAVACIÓN ESTRUCTURAL	45.00	M3	Q228.00	Q10,260.00
2.2	REACONDICIONAMIENTO DE TUBERÍAS EXISTENTES	1.00	GLOBAL	Q3,984.00	Q3,984.00
2.3	RELLENO Y COMPACTACIÓN	32.00	M3	Q140.00	Q4,480.00
2.4	ZAPATA Z-1 DE 0.30 X 1.25 X 1.25 M	16.00	UNIDAD	Q1,500.00	Q24,000.00
2.5	TRONCO DE COLUMNA TIPO C-1 DE 0.40 X 0.40 M	44.00	ML	Q400.00	Q17,600.00
2.6	ZAPATA Z-2 DE 0.30 X 0.70 X 0.70 M	10.00	UNIDAD	Q1,050.00	Q10,500.00
2.7	TRONCO DE COLUMNA C-2 DE 0.30 X 0.30 M	15.20	ML	Q400.00	Q6,080.00
2.8	GRADAS FUNDIDAS	1.00	MÓDULOS	Q6,500.00	Q6,500.00
3	ESTRUCTURA				
3.1	ESTRUCTURA DEL PUENTE	96.00	M2	Q1,260.00	Q120,960.00
3.2	LOSA DEL PUENTE	96.00	M2	Q300.00	Q28,800.00
3.3	ESTRUCTURA DE TORRES PARA PUENTE	4.00	UNIDAD	Q65,000.00	Q260,000.00
3.4	ESTRUCTURA DE TORRES PARA DESCANSOS	2.00	UNIDAD	Q25,390.00	Q50,780.00
3.5	LOSA DE DESCANSOS	6.00	M2	Q375.00	Q2,250.00
3.6	ESTRUCTURA Y FUNDICIÓN DE GRADAS	19.00	M2	Q1,000.00	Q19,000.00
3.7	BARANDA DE GRADAS	33.00	M2	Q217.00	Q7,161.00
3.8	BARANDA DE PUENTE	180.00	M2	Q258.00	Q46,440.00
3.9	PINTURA	1.00	GLOBAL	Q19,251.35	Q19,251.35
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q640,755.00

CONCLUSIONES

1. Para contribuir con el mejoramiento de la calidad de vida y una salud integral, es importante el manejo adecuado de las aguas residuales. El sistema de drenaje sanitario dará un tratamiento primario a las aguas residuales por medio de fosa séptica, para luego desfogarlas al pozo de absorción como cuerpo receptor. De esta manera se dará un manejo íntegro de las aguas residuales de la aldea Cojol Juyú.
2. El proyecto de drenaje sanitario de la aldea Cojol Juyú consta de 2,513.99 metros de tubería de PVC para drenaje sanitario con diámetros que van desde los 4 a 8 pulgadas; según el diseño en cada ramal, se ubican 60 pozos de visita para verificar el buen funcionamiento del colector dentro del sistema y se harán 176 conexiones domiciliarias correspondientes a las familias beneficiadas.
3. Se proponen diversos métodos que, con base en la experiencia, han sido eficaces en el mantenimiento de sistemas de drenaje sanitario o alcantarillado; pero el método ideal para reducir y controlar los materiales que se encuentran en las líneas de alcantarillado, son los programas de educación y prevención de la contaminación.
4. Durante el diseño del sistema de drenaje sanitario se tomaron en cuenta los parámetros que indican las normativas respectivas, pero también, la aplicación del criterio que como ingeniero se va obteniendo. Se obtuvo una tasa de retorno negativa, pues el beneficio costo es de Q 1,627.00 por cada habitante de la aldea, por lo que se sugiere su ejecución, como obra de inversión que representa un beneficio social.

5. Con la construcción de la pasarela que se localizará en la entrada del municipio de San Juan Comalapa, se dará ordenamiento a la misma; principalmente se brindará seguridad a los peatones que se desplazan por el sector, con una inversión de Q 640,755.00; se beneficiará al 90% de la población total.
6. Los diferentes perfiles determinados en el diseño de la pasarela se consultaron en las diferentes empresas del país para verificar la existencia en el mercado, y en caso extremo, que puedan ser laminados.
7. El avance de la tecnología ha permitido que existan programas de computación y diversas herramientas que contribuyen al diseño de obras de ingeniería específicamente en el área de estructuras metálicas. Sin embargo, es importante revisar los resultados y comprobarlos para garantizar un diseño correcto.
8. El estudiante de la Facultad de Ingeniería que opta por hacer Ejercicio Profesional Supervisado, se enfrenta a retos que en un futuro se le presentarán como profesional, con la ventaja de la asesoría que provee la unidad encargada de administrarlo.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de San Juan Comalapa:

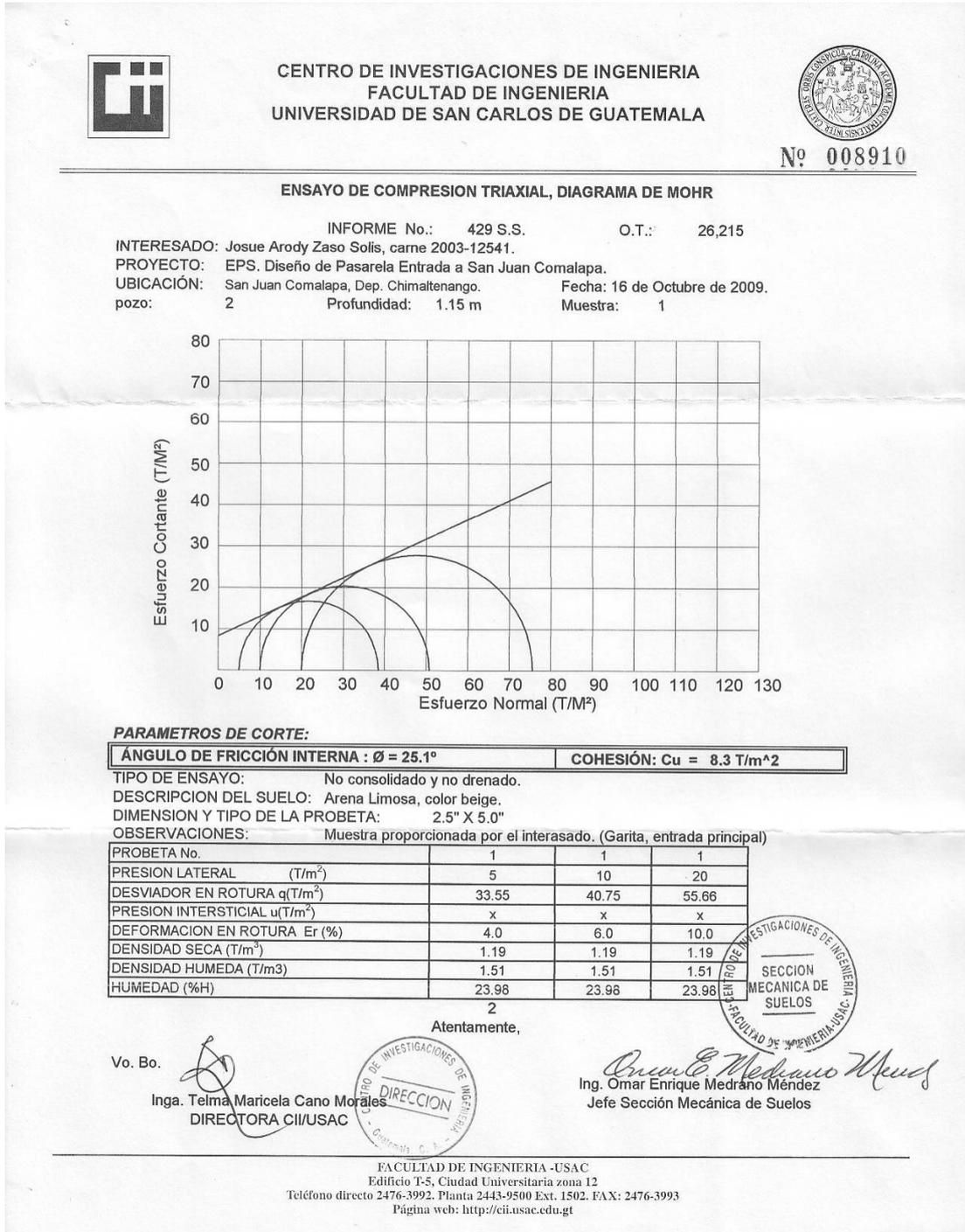
1. Capacitar a los miembros del COCODE de la aldea Cojol Juyú, sobre el mantenimiento y operación del sistema de drenaje sanitario, asegurándose así la vida útil y un funcionamiento adecuado.
2. Implementar una campaña de educación sanitaria entre la población de la aldea Cojol Juyú, sobre la importancia del sistema de drenaje sanitario, haciendo énfasis en evitar la deposición de desechos sólidos dentro de las tuberías, pues esto puede obstruir el flujo adecuado del caudal.
3. La ejecución de ambos proyectos deberán ser supervisados por personal calificado, para cumplir con las especificaciones que cada uno de ellos demanda, y garantizar los mismos.
4. Actualizar los precios unitarios de cada renglón de trabajo de los proyectos previo a la contratación de servicios profesionales, ya que están sujetos a variaciones, debido a factores económicos y de inflación en los precios de los materiales y mano de obra.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la república de Guatemala. (Guatemala 2002)
2. Batz Saquimux, Wilby Miguel. Diseño de pavimentación del camino que conduce a la aldea Pamumus y diseño de drenaje sanitario para el caserío Paxot La Cumbre, municipio de San Juan Comalapa, departamento de Chimaltenango. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Guatemala 2008.
3. Computers and Structures, Inc. An Introduction to ETABS. Version 8. Berkley, California, USA. 2002
4. McCormac, Jack C. Diseño de Estructuras Metálicas. 4ta. edición Colombia: Alfaomega. 2006.
5. Sandoval Ramírez, Jorge Jacobo. Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea Pacacay, municipio de Acatenango, Chimaltenango. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Guatemala 2007.
6. UNEPAR, Cartilla para la operación y mantenimiento de acueductos rurales. Guatemala: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales, 1980.

ANEXO 1

Figura 39. Ensayo de compresión triaxial



ANEXO 2

Diseño hidráulico drenaje sanitario

De	A	Cotas terreno		DH (M)	S (%)	Casas		Hab. a Servir		Fact. Harmon		F _{qm}	gdis. (L/s)		DIAM. (Pulg)	S (%)	Sección Llana	
		Inicio	Final			LOC	AGU	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.		ACT.	FUT.			Val. (m/s)	Q (l/s)
1.1	PV	523.085	513.546	50.76	18.792	12	12	72	202	4.28	4.15	0.002	0.62	1.68	6	18.79	4.91	89.53
1.3	1.4	513.546	508.038	37.29	14.771	4	16	96	269	4.25	4.10	0.002	0.82	2.21	6	14.77	4.35	79.38
1.4	E-1	508.038	500.000	61.11	13.153	13	29	174	488	4.17	3.98	0.002	1.45	3.89	6	13.15	4.11	74.91
E-1	E-2	500.000	490.642	60.66	15.427	9	38	228	640	4.13	3.92	0.002	1.88	5.01	6	15.43	4.45	81.12
E-2	E-3	490.642	485.811	47.67	10.134	1	39	234	657	4.12	3.91	0.002	1.93	5.14	6	10.13	3.60	65.75
E-3	E-4	485.811	482.797	27.65	10.901	1	40	240	674	4.12	3.90	0.002	1.98	5.26	6	10.90	3.74	68.19
E-4	4.1	482.797	476.806	45.23	13.246	2	42	262	707	4.11	3.89	0.002	2.07	5.61	6	13.25	4.12	75.17
4.1	E-5	476.806	471.200	57.87	9.687	3	45	270	758	4.10	3.87	0.002	2.21	5.87	6	9.69	3.52	64.28
E-5	E-6	471.200	466.218	53.54	9.305	1	46	276	775	4.09	3.87	0.002	2.26	5.99	6	9.31	3.45	63.00
E-6	E-7	466.218	460.196	75.52	7.974	4	50	300	842	4.08	3.85	0.002	2.45	6.48	6	7.97	3.20	58.32
E-7	E-8	460.196	456.535	49.69	7.368	3	53	318	893	4.07	3.83	0.002	2.59	6.84	6	7.37	3.07	56.06
14.1	14.2	467.000	466.918	20.13	0.405	4	4	24	67	4.37	4.29	0.002	0.21	0.58	4	0.60	0.67	5.43
14.2	E-14	466.918	468.119	92.54	-1.298	13	17	102	286	4.24	4.09	0.002	0.87	2.34	6	0.50	0.80	14.60
E-14	E-11	468.119	466.915	85.91	1.401	5	22	132	370	4.21	4.04	0.002	1.11	2.99	6	1.40	1.34	24.45
E-11	10.1	466.915	463.629	16.99	1.101	0	22	132	370	4.21	4.04	0.002	1.11	2.99	6	1.10	1.19	21.67
10.1	E-10	463.629	454.424	50.78	18.127	6	29	174	488	4.17	3.98	0.002	1.16	3.12	6	4.50	2.40	43.81
E-10	E-9	454.424	455.957	63.98	-2.396	6	35	210	589	4.14	3.94	0.002	1.74	4.64	6	0.50	0.80	14.60
E-9	E-8	455.957	456.535	63.98	-0.903	6	41	246	690	4.11	3.90	0.002	2.02	5.38	6	0.50	0.80	14.60
13.1	E-13	492.241	490.407	31.93	5.744	0	0	0	0	4.50	4.50	0.002	0.00	0.00	4	5.74	2.07	16.79
E-13	E-12	490.407	485.551	56.40	8.610	1	1	6	17	4.43	4.39	0.002	0.05	0.15	4	8.61	2.54	20.56
E-12	E-11	485.551	475.978	56.28	17.010	4	5	30	84	4.35	4.26	0.002	0.26	0.72	6	17.01	4.67	85.18

De	A	Rel. qf Q		Rel. v/v (ver tabla)		Rel. d/D (ver tabla)		v= 0.4 - 4.0		Cota Invert		Prof. de PV		Elevación m3
		ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SAUIDA	ENTRADA	INICIAL	FINAL	
1.1	1.3	0.007	0.019	0.289	0.391	0.060	0.096	1.42	1.92	522.085	512.546	1.15	1.15	32.47
1.3	1.4	0.010	0.028	0.322	0.438	0.071	0.115	1.40	1.91	512.516	507.008	1.18	1.18	24.43
1.4	E-1	0.019	0.052	0.391	0.527	0.096	0.155	1.61	2.17	506.978	498.940	1.21	1.21	41.55
E-1	E-2	0.023	0.062	0.414	0.556	0.105	0.169	1.84	2.47	498.910	489.552	1.24	1.24	42.41
E-2	E-3	0.029	0.078	0.443	0.595	0.117	0.189	1.60	2.14	489.522	484.691	1.27	1.27	34.12
E-3	E-4	0.029	0.077	0.443	0.593	0.117	0.188	1.66	2.22	484.661	481.647	1.30	1.30	20.07
4.1	E-5	0.028	0.073	0.438	0.583	0.115	0.183	1.81	2.40	481.617	475.626	1.33	1.33	34.08
E-5	E-6	0.034	0.091	0.464	0.622	0.126	0.204	1.63	2.19	475.596	469.990	1.36	1.36	44.89
E-6	E-7	0.036	0.095	0.473	0.630	0.130	0.208	1.63	2.17	469.960	464.978	1.39	1.39	42.51
E-7	E-8	0.042	0.111	0.495	0.659	0.140	0.255	1.58	2.11	464.948	458.926	1.42	1.42	61.68
E-8		0.046	0.122	0.508	0.678	0.146	0.236	1.56	2.08	458.896	455.235	1.45	1.45	41.31
14.1	14.2	0.039	0.106	0.484	0.651	0.135	0.22	0.32	0.44	466.000	465.879	1.15	1.19	12.81
14.2	E-14	0.059	0.160	0.548	0.732	0.165	0.270	0.44	0.59	465.849	465.386	1.22	2.88	113.36
E-14	E-12	0.045	0.122	0.506	0.678	0.145	0.236	0.68	0.91	465.356	464.152	2.91	2.91	152.85
E-12	E-11	0.051	0.138	0.531	0.702	0.157	0.251	0.63	0.83	464.122	463.935	2.94	2.94	29.39
E-11	10.1	0.026	0.071	0.428	0.577	0.111	0.180	1.03	1.39	463.905	462.675	2.97	1.10	32.56
10.1	E-10	0.017	0.044	0.378	0.502	0.091	0.143	1.82	2.42	462.645	453.440	1.13	1.13	31.96
E-10	E-9	0.019	0.038	0.673	0.889	0.233	0.388	0.54	0.71	453.410	453.090	1.16	3.02	79.68
E-9	E-8	0.139	0.369	0.704	0.924	0.368	0.56	0.74	0.74	453.060	452.740	3.05	3.94	137.39
13.1	E-13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	491.241	489.407	1.15	1.15	20.23
E-13	E-12	0.003	0.007	0.222	0.289	0.040	0.060	0.56	0.73	489.377	484.521	1.18	1.18	37.22
E-12	E-11	0.003	0.006	0.222	0.301	0.040	0.064	1.04	1.41	484.491	474.918	1.21	1.21	36.23

De	A	Cotas terreno		DH (M)	S (%)	Casas		Hab. a Servir		Fact. Hammond		Fgm I/F/Hab	gdis. (L/s)	DIAM. (Pulg)	S (%)	Sección Llana			
		Inicio	Final			LOC	ACU	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.					TUBO	g (l/s)		
E-9	PV	8.3	469.050	464.159	20.52	84	5	30	84	4.35	4.26	0.002	0.26	0.72	6	23.84	5.53	100.83	
8.3		8.2	464.159	457.318	39.44	17.345	4	9	64	152	4.31	4.19	0.002	0.47	1.27	6	17.35	4.72	86.02
8.2		8.1	457.318	456.377	18.75	5.019	1	10	60	168	4.30	4.17	0.002	0.52	1.41	6	5.02	2.54	46.27
8.1		E-8	456.377	456.535	-1.216		2	12	72	202	4.28	4.15	0.002	0.62	1.68	6	1.00	1.13	20.65
E-8		8.4	456.535	455.568	71.97	1.358	4	110	660	1852	3.91	3.61	0.002	5.16	13.38	6	1.00	1.13	20.65
8.4		E-22	455.568	454.100	22.14	6.586	2	112	672	1886	3.90	3.61	0.002	5.25	13.60	6	1.00	1.13	20.65
E-22		22.1	454.100	450.489	74.78	4.829	6	118	708	1987	3.89	3.59	0.002	5.51	14.26	6	4.83	2.49	45.38
E-23		22.3	455.971	452.74	32.13	10.056	10	10	60	168	4.30	4.17	0.002	0.52	1.41	6	10.06	3.59	65.49
22.3		22.1	452.740	450.489	63.62	3.538	7	17	102	286	4.24	4.09	0.002	0.87	2.34	6	3.54	2.13	38.85
E-24		E-24	455.971	454.581	33.03	4.208	4	4	24	67	4.37	4.29	0.002	0.21	0.58	6	4.21	2.32	42.37
E-25		E-25	454.581	453.829	24.05	3.127	4	8	48	135	4.32	4.21	0.002	0.41	1.13	6	3.13	2.00	36.52
E-26		E-26	453.829	453.073	24.74	3.056	3	11	66	185	4.29	4.16	0.002	0.57	1.54	6	3.06	1.98	36.10
E-27		E-27	453.073	453.116	35.99	-0.119	2	13	78	219	4.27	4.13	0.002	0.67	1.81	6	1.00	1.13	20.65
E-28		E-28	453.116	448.381	33.48	14.143	1	14	84	236	4.26	4.12	0.002	0.72	1.94	6	14.14	4.26	77.67
E-11		11.3	475.978	469.105	33.48	20.529	2	7	42	118	4.33	4.22	0.002	0.36	1.00	6	20.53	5.13	93.58
11.3		E-14	469.105	459.316	47.08	20.792	2	9	54	152	4.31	4.19	0.002	0.47	1.27	6	20.79	5.16	94.18
E-14		E-15	459.316	453.018	43.99	14.317	5	14	84	236	4.26	4.12	0.002	0.72	1.94	6	14.32	4.28	78.15
21.2		21.1	456.924	453.150	8.46	44.610	2	2	12	34	4.41	4.35	0.002	0.11	0.29	6	44.61	7.56	137.95
21.1		E-20	453.150	448.468	34.40	13.610	2	4	24	67	4.37	4.29	0.002	0.21	0.58	6	14.00	4.24	77.28
E-20		E-16	448.468	448.227	30.99	0.778	1	5	30	84	4.35	4.26	0.002	0.26	0.72	6	0.50	0.80	14.60

De	A	Rel. qt q		Rel. wV (ver tabla)	Rel. dD (ver tabla)	Cota Invert		Prof. de PV	Escaración						
		ACT.	FUT.			ENTRADA	FINAL			INDICAL	m3				
E-9		8.3	0.003	0.007	0.222	0.289	0.040	0.060	1.23	1.60	468.050	463.159	1.15	1.15	12.82
8.3		8.2	0.005	0.015	0.260	0.364	0.051	0.086	1.23	1.72	463.129	456.288	1.18	1.18	25.87
8.2		8.1	0.011	0.030	0.331	0.448	0.074	0.119	0.84	1.14	456.258	455.317	1.21	1.21	12.37
8.1		E-8	0.030	0.081	0.448	0.602	0.119	0.193	0.51	0.68	455.287	455.157	1.24	1.53	9.78
E-8		8.4	0.250	0.648	0.832	1.064	0.341	0.586	0.94	1.20	452.710	451.991	3.97	3.72	170.97
8.4		E-22	0.254	0.659	0.835	1.068	0.344	0.592	0.95	1.21	451.961	451.739	3.75	2.51	41.32
E-22		22.1	0.121	0.314	0.847	1.079	0.353	0.611	2.11	2.68	451.709	448.098	2.54	2.54	114.95
E-23		22.3	0.008	0.021	0.301	0.401	0.064	0.100	1.08	1.44	454.971	451.740	1.15	1.15	20.36
22.3		22.1	0.022	0.060	0.409	0.552	0.103	0.167	0.87	1.18	451.710	449.459	1.18	1.18	42.06
E-23		E-24	0.005	0.014	0.260	0.356	0.051	0.083	0.60	0.83	454.971	453.581	1.15	1.15	20.95
E-24		E-25	0.011	0.031	0.331	0.452	0.074	0.121	0.66	0.91	453.551	452.799	1.18	1.18	15.57
E-25		E-26	0.016	0.043	0.370	0.497	0.088	0.141	0.73	0.98	452.769	452.013	1.21	1.21	16.49
E-26		E-27	0.032	0.088	0.457	0.617	0.123	0.201	0.52	0.70	451.983	451.623	1.24	1.64	29.54
E-27		E-28	0.009	0.025	0.311	0.424	0.067	0.109	1.32	1.80	451.593	446.858	1.67	1.67	32.35
E-11		11.3	0.004	0.011	0.260	0.340	0.051	0.077	1.33	1.74	474.888	468.015	1.24	1.24	23.15
11.3		E-14	0.005	0.013	0.260	0.364	0.051	0.086	1.34	1.88	467.985	458.196	1.27	1.27	33.69
E-14		E-15	0.009	0.025	0.331	0.448	0.074	0.119	1.42	1.92	458.166	451.868	1.30	1.30	32.28
21.2		21.1	0.001	0.002	0.163	0.200	0.025	0.034	1.23	1.51	455.424	451.650	1.65	1.65	7.47
21.1		E-20	0.003	0.007	0.226	0.301	0.041	0.064	0.96	1.28	451.620	446.804	1.68	1.81	34.88
E-20		E-16	0.018	0.049	0.356	0.484	0.083	0.135	0.29	0.39	446.774	446.619	1.84	1.76	32.40

De	A	Cotas terreno		DH (M)	S [%] TERR.	Casas		Hab. a Servir		Fact. Hammond		Fm	gñis. (t/ls)		DfAM (Pig)	S [%] TUBO	Sección Llana		
		Inicio	Final			LOC	ACU	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.		ACT.	FUT.			ACT.	FUT.	Vel. (m/s)
PV	PV																		
E-19	E-19	447.137	445.993	65.97	1.734	2	2	12	34	4.41	4.35	0.002	0.11	0.29	6	1.73	1.49	27.20	
E-19	E-18	445.993	446.208	56.99	-0.377	5	7	42	118	4.33	4.22	0.002	0.36	1.00	6	1.00	1.13	20.65	
E-15	E-15	450.489	453.018	30.75	-8.224	2	16	96	269	4.25	4.10	0.002	0.82	2.21	6	0.50	0.80	14.60	
E-15	E-16	453.018	448.227	42.77	11.202	2	23	138	387	4.20	4.03	0.002	1.16	3.12	6	1.50	1.39	25.30	
E-16	E-17	448.227	440.043	97.33	8.409	10	40	240	674	4.12	3.90	0.002	1.98	5.26	6	8.41	3.28	59.89	
E-17	E-32	440.043	438.383	19.63	8.456	1	41	246	690	4.11	3.90	0.002	2.02	5.38	6	8.46	3.29	60.06	
E-28	E-28	450.621	448.381	36.45	6.145	2	2	12	34	4.41	4.35	0.002	0.11	0.29	8	6.15	3.40	110.27	
E-28	E-31	448.381	443.456	39.15	12.580	14	16	96	269	4.25	4.10	0.002	0.82	2.21	8	12.58	4.86	157.76	
E-31	E-32	443.456	438.383	55.50	9.141	0	16	96	269	4.25	4.10	0.002	0.82	2.21	8	9.14	4.15	134.48	
E-32	32.1	438.383	434.303	17.91	22.781	41	57	342	960	4.05	3.81	0.002	2.77	7.32	8	19.00	5.98	193.88	
E-33	E-33	434.303	432.565	32.00	5.431	0	57	342	960	4.05	3.81	0.002	2.77	7.32	8	5.43	3.20	103.66	
E-33	E-34	432.565	433.790	16.99	-7.210	0	57	342	960	4.05	3.81	0.002	2.77	7.32	8	0.50	0.97	31.45	
E-34	E-36	433.790	434.858	35.37	-3.020	0	57	342	960	4.05	3.81	0.002	2.77	7.32	8	0.50	0.97	31.45	
E-36	E-37	434.858	433.856	23.96	4.182	0	57	342	960	4.05	3.81	0.002	2.77	7.32	8	1.00	1.37	44.48	
E-37	38.1	433.856	427.908	28.40	20.944	0	57	342	960	4.05	3.81	0.002	2.77	7.32	8	14.00	5.13	166.43	

De	A	Rel. qf q		Rel. vW [ver tabla]		Rel. d/D [ver tabla]		v: 0.4 - 4.0		Cota Invert		Prof. de PY		Excavación m3
		ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	
PV	PV													
E-19	E-19	0.004	0.011	0.260	0.340	0.051	0.077	0.39	0.51	446.137	444.993	1.15	1.15	42.36
E-19	E-18	0.018	0.048	0.383	0.515	0.093	0.149	0.43	0.58	444.963	444.393	1.18	1.96	51.95
E-15	E-15	0.056	0.151	0.540	0.721	0.161	0.263	0.43	0.58	448.068	447.915	2.57	5.25	73.24
E-15	E-16	0.046	0.123	0.508	0.680	0.146	0.237	0.70	0.94	447.885	447.243	5.28	1.13	83.44
E-16	E-17	0.033	0.088	0.462	0.617	0.125	0.201	1.52	2.03	447.213	439.029	1.16	1.16	63.61
E-17	E-32	0.034	0.090	0.464	0.621	0.126	0.203	1.53	2.04	438.999	437.339	1.19	1.19	12.78
E-28	E-28	0.001	0.003	0.163	0.226	0.025	0.041	0.55	0.77	449.621	447.381	1.15	1.15	23.17
E-28	E-31	0.005	0.014	0.260	0.356	0.051	0.083	1.27	1.73	446.828	441.903	1.70	1.70	38.71
E-31	E-32	0.006	0.016	0.289	0.396	0.060	0.098	1.20	1.64	441.873	436.800	1.73	1.73	56.28
E-32	32.1	0.014	0.038	0.356	0.478	0.083	0.132	2.13	2.85	436.770	433.367	1.76	1.09	14.17
E-33	E-33	0.027	0.071	0.502	0.668	0.143	0.230	1.60	2.14	433.337	431.599	1.12	1.12	19.59
E-33	E-34	0.088	0.233	0.480	0.640	0.133	0.214	0.47	0.62	431.569	431.484	1.15	2.46	17.37
E-34	E-36	0.088	0.233	0.502	0.668	0.143	0.230	0.49	0.65	431.454	431.277	2.49	3.73	66.47
E-36	E-37	0.062	0.165	0.556	0.740	0.169	0.275	0.76	1.01	431.247	431.008	3.76	3.00	48.62
E-37	38.1	0.017	0.044	0.401	0.540	0.100	0.161	2.06	2.77	430.978	427.002	3.03	1.06	33.95
														2480.19

ANEXO 3

Matriz modificada de Leopold, para el sistema de drenaje sanitario, para la aldea Cojol Juyú

ELEMENTOS AMBIENTALES	Etapa de construcción			Etapa de funcionamiento		
	A	B	N	A	B	N
I. MEDIO AMBIENTE						
1. Tierras						
a. Topografía			*			*
b. Suelo	-			-		
c. Erosión y sedimentación	-			-		
2. Microclima			*			*
3. Aguas						
a. Ríos			*			*
b. Aguas subterráneas	-			-		
c. Calidad de aguas			*			*
4. Ecosistema						
a. Flora						
-Vegetación natural	-			-		
-Cultivos	-			-		
b. Fauna						
-Mamíferos y aves			*			*
-Peces organismos acuáticos			*			*
c. Biodiversidad						
-Peligro de extinción			*			*
-Especies migratorias			*			*
5. Desastres naturales			*			*
II. MEDIO AMBIENTE SOCIO-ECONÓMICO						
1. Población						
a. Población en peligro			*			*
b. Re-aseñamiento			*			*
c. Poblaciones migratorias			*			*
2. Uso de la tierra	-			-		
3. Uso del agua			*			*
4. Actividades productivas						
a. Agricultura			*			*
b. Pecuaria			*			*
c. Pesca			*			*
d. Agroindustria			*			*
e. Mercado y comercio		+			+	
5. Empleo		+			+	
6. Aspectos culturales			*		+	
7. Historia y arqueología			*			*
8. Turismo			*			*
III. PROBLEMAS AMBIENTALES						
1. Contaminación del aire			*	-		
2. Contaminación del agua			*	--		
3. Contaminación del suelo	-					*
4. Ruido y vibración	-					*
5. Hundimiento del suelo			*			*
6. Mal olor			*	--		

Nomenclatura:

- ++ Impacto positivo grande
- + Impacto positivo pequeño
- * Neutro
- Impacto negativo pequeño
- Impacto negativo grande

- A adverso
- B benéfico
- N neutro

ANEXO 4

Planos drenaje sanitario aldea Cojol Juyú y pasarela entrada a cabecera municipal

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- a) Las dimensiones de los registros deberán ser tales que permitan el acceso y maniobra de un operario.
 - b) Terminada la excavación del pozo de visita, se consolidará el fondo y se construirá sobre el mismo una planilla de cimentación.
 - c) Sobre la planilla consolidada se procederá a la construcción de una base de concreto simple; de las características que señale el proyecto. En el proceso de fundición de la base formarán medias caras de drenaje, bien sea empleando curvas o tubos corados por su plano medio longitudinal, en los tramos rectos, y con cercos o ladrillos en los tramos curvos.
 - d) Sobre la base de concreto se levantarán los muros de ladrillo del espesor que fije el proyecto, los que formarán los lados del Pozo de Visita, y serán llevados hasta un nivel de 20 centímetros abajo del correspondiente piso y pavimento definitivo.
 - e) El acabado interior de las paredes del Pozo de Visita, llevará una superficie lisa y resistente para lo cual se recubrirán con mortero de cemento-arena en proporción 1:3, con espesor mínimo de un centímetro, dándole un acabado fino de cemento, pulido o con plancha metálica.
- f) Las tapas para registros serán construidas en la forma y dimensiones conforme planos, con hierro de refuerzo no.4; así como la construcción de brocal con hierro no. 3.
- g) Al terminarse la fundición de la tapa del Pozo de visita, se proveerá de un dispositivo especial que permita levantarla una vez instalada sobre el mismo

INSTALACION DE TUBERIA:

- a) Deberá terminarse la excavación de una longitud no mayor de 60 metros, la cual será debidamente supervisada para que la rasante del fondo, tanto del colector como de las conexiones domiciliarias estén de acuerdo con las cotas del plano; que su alineamiento este correcto y que se cumpla con el ancho establecido, así como de las otras recomendaciones citadas.
 - b) El supervisor efectuará una minuciosa inspección de la tubería, que en una forma ordenada, ha sido puesta en la orilla de la zanja con el fin de no bajar aquellas unidades que durante el transporte se hubiese rajado o lastimado considerablemente; así como revisar que sus estructuras (campana-espigas o macho-hembra) estén libres de materias extrañas: mezcla seca, lodo, etc., que impidan hacer una buena junta.
 - c) La tubería se bajará por medio de cadenas o cuerdas, tratando de poner el tubo en tal forma, que el flujo recorra, al tubo de campana a espiga o de hembra a macho, iniciando la instalación a partir de la descarga y con la misma cola inverti anotada en los planos.
 - d) La instalación de la tubería de concreto se hará de tal manera, que en ningún caso se aceptarán desviaciones horizontales y verticales con relación a su eje mayores que las siguientes tolerancias:
Para tuberías hasta 600 Mm. (24") 5mm
Para tuberías mayores de 600 Mm. (34") 10 Mm.
Se recomienda que no menos de ¼ de circunferencia del tubo, esté apoyada en el lecho de la zanja: el fondo de la zanja debe terminarse a mano, para darle la concavidad deseada, de manera que parte del tubo esté en tierra firme o en el lecho de arena según el caso.
 - f) Cuando se usen tubos de campana, deberán abrirse zanjas transversales en la fundación, para que la campana quede libre y permita un asentamiento firme.
- Del cuerpo del tubo, en la fundación preparada:
- a) En la instalación de tuberías: estas deben hacerse con la línea central coincidente con la mitad del ancho de la zanja, para facilitar la maniobra en los espacios laterales.
 - b) En las instalaciones de las tuberías PVC, deberá asegurarse que la espiga y la sección donde se colocará el empaque, estén bien limpios. Al instalarse el empaque limpio con la campana, éste deberá quedar bien asentado.
 - i) Se aplicará un lubricante especial soluble en agua a la espiga o una solución de jabón natural sin detergente, no debiendo usarse grasa, aceite o derivados del petróleo, para ensamblar la tubería PVC.
 - j) Alinear bien los dos tubos de PVC, que se van a acoplar, empujar la espiga de un tubo dentro de la campana de otro, hasta la línea de penetración marcada en la espiga. En caso de notarse una excesiva resistencia al ensamble, revisar la colocación del empaque.
 - k) Ninguna tubería de aguas negras, deberá parar sobre otra, de agua potable, a distancias mínimas de 0.20 metros de luz libre; cuando se cruzan y 0.40 metros cuando son paralelas.

JUNTAS:

- a) Las juntas des la tubería de concreto deberán ser calafateadas y llenas de mortero de cemento o pasta de cemento, con la salvedad que tal cosa pueda omitirse en tuberías que tengan juntas mecánicas de cierre debidamente aprobadas. Las juntas de tubería de concreto deben mojarse completamente, antes des hacer la unión de mortero. Debe limpiarse el interior del tubo para evitar rebabas.
- b) Para el tipo de junta macho-hembra se hará lo mismo indicado en el mismo punto anterior, solo que exteriormente se le pondrá un anillo del mismo mortero, cuyas dimensiones dependan del diámetro del tubo.
- c) Antes que la siguiente sección de tubería sea colocada, las porciones inferiores de las campanas o ranuras des cada tubo, deben ser llenadas en su parte interior, con mortero de suficiente espesor para permitir que la superficie interior de las tuberías, quede a ras en forma pareja. Después que el tubo ha sido colocado, el resto de la junta debe ser sólidamente llenado con suficiente mortero, para formar un anillo exterior alrededor de la junta, en los tubos sin campana, tal como se indica en el literal anterior.
- d) El interior de la junta debe ser limpiado y alisado. Después del fraguado inicial, el mortero de los anillos exteriores en las juntas, deberá ser protegido del aire y del sol, con una cubierta de tierra saturada de agua o un crin completamente mojado.
- e) La tubería que no se encuentre en su verdadera alineación vertical y horizontal, después de haber sido colocada deberá ser quitada y vuelta a colocar correctamente, sin ninguna compensación extra.
- f) Para la tubería de PVC, el colector principal se acoplará mediante el sistema de junta rápida. Para acoplar los accesorios con la tubería se utilizará cemento solviente para fijar y sellar las juntas. No se aceptarán otros métodos ni materiales de junta a los descritos para esta tubería, se exceptúan los accesorios de junta rápida norma 3034 que no necesitan ningún copo de material para fijar acoples.

RELLENO Y COMPACTACION:

- a) El relleno se llevará a cabo, cuando el mortero de las juntas de tubería, haya fraguado y tenido el curado y grado de dureza aceptable (aproximadamente 12 horas). Para tubería de PVC el relleno podrá hacerse de forma sucesivamente a la instalación de la tubería ya que la junta rápida es inmediata (y el secado del cemento solviente es instantáneo, aun cuando no se utilicen accesorios con junta rápida).
- b) El relleno alrededor y debajo de la tubería, debe ser hecho de materiales aprobados, libre de fragmentos grandes de roca, en capas de 15 CMS. De material suelto, apisonado únicamente en forma manual, hasta llegar a 60 CMS arriba del coronamiento del tubo; de este punto para arriba, se podrá hacer el relleno en capas de 20 CMS de grueso y se puede permitir el apisonado mecánico si el Supervisor lo aprueba, por asfollamiento a mano con apisonadores pesados de hierro cuyas caras no sean menores de 150 CMS. Cuadrados.
- c) A una altura de 90 CMS. Arriba del coronamiento del tubo, se permite a criterio del supervisor, la colocación de algunas piedras menores de 15 CMS., de diámetro, siempre que éstas sean puestas con suficiente tierra para llenar los espacios vacíos.
- d) Cuando se ha tenido que entubar durante la excavación, el relleno deben sacarse cuidadosamente los pilares y cubiertas de madera y compactar en la mejor forma los espacios dejados. También en pozos de visita, tringanes, y otras estructuras deberán compactarse los espacios dejados por las formaletas o entubados, con capas no mayores de 20 CMS., con el conveniente contenido de humedad.
- e) La compactación debe ser de 95% de su densidad máxima y como lo determina el método T-99, Método Standard de AASHTO. No se permitirá que opere equipo pesado sobre una tubería, mientras el relleno no haya sido correctamente hecho y hasta que dicha tubería esté cubierta por lo menos con 50 CMS de material. Se permitirá la operación de equipo pesado sobre una tubería, hasta que el Supervisor lo autorice después de asegurarse que los rellenos están hechos correctamente y la capa cubriera sobre la tubería, sea de por lo menos 50 CMS. De espesor. Ningún pavimento o material de superficie de pondrá sobre cualquier relleno de tuberías, hasta que éste haya sido perfectamente compactado y asentado.
- f) Si en los planos del proyecto, se indicara algún tipo especial de relleno o protección a la tubería por su poco retribrimiento, podrán proceder de a cuerdo con los datos del proyecto o con indicadores del Supervisor.
- h) Retiro de Material Sobrante: el transporte del material excedente debe llevarse a cabo en tal forma que al terminar el relleno de una cuadra o menos, se proceda de inmediato a sacar el material y efectuar la limpieza. Si el material de excavación de diuna calle angosta es excesivo y no permite el paso seguro de peatones, deberá excavarse en tramos cortos y/o evacuar anticipadamente el material excedente.

OBRAS ACCESORIAS:

Las obras accesorias, comprenden todas aquellas estructuras que completan una red de alcantarillados, tales como pozos de visita (P.V.), pozos de luz, cajas para alcantarillado, conexiones domiciliarias, tringanes, celdas mayores a 0.70 Pts en PV, dissipadores de energía, pasos elevados, protecciones y retribrimientos, cabezal de descarga, etc.

1. POZOS DE VISITA:

a.1) Localización: Se localizará tal como se indica en los planos. En el replanteo de campo, se localizará su eje de simetría en la intersección de las diagonales de las esquinas de las calles. Sin embargo, si el trazo de las calles es irregular, con la aprobación del Supervisor, dicha estructura podrá constituirse en el otro punto que permita la concurrencia de los colectores.

a.2) Construcción:

a.2.1. Para la excavación de pozos de visita profundos (considerados profundos de 6 metros de altura en adelante), deberán proveerse los mecanismos adecuados para el fácil acceso, el fácil ascenso y descenso de materiales como de trabajadores; así mismo proveer las condiciones de seguridad y protección para el trabajador, tal como métodos de iluminación, manejo de materiales y demás condiciones que garanticen un buen trabajo, seguridad para el trabajador y una adecuada supervisión.

a.2.2. Asimismo no se permitirán mas de 100 metros de colector principal instalado sin que estén terminados los respectivos pozos de visita de ese tramo.

a.2.3. El tipo de pozo a construir, será el indicado en los planos de visita adjuntos al proyecto.

a.2.4. La cola de la tapadera de los pozos de visita, salvo disposiciones especiales, deberá quedar al mismo nivel de la rasante de la calle.

a.2.5. La altura mínima para un pozo de visita es de 1.40 metros, medida de cola de fondo a cola de brocal. Para alturas menores a 1.40 metros, se utilizarán cajas para alcantarillado.

a.2.6. La construcción de la cimentación de los pozos de visita deberá hacerse previamente a la colocación de las tuberías para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos de las tuberías y que éstos sufran daños. La losa de fondo se construirá de concreto estructural y podrá hacerse sin acero de refuerzos cuando se indique.

a.2.7. Todo pozo deberá ser construido con escalones espaciados adecuadamente que permitan el acceso e inspección del mismo en forma cómoda y segura.

a.2.8. Si los pozos son construidos de mampostería de ladrillo, éstos deberán ser colocados de punta y levantados en hileras horizontales con juntas de espesor no mayor a 1.5 cm. Cada hilada horizontal



USAC UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA

E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA

CONTENIDO ESPECIFICACIONES TECNICAS

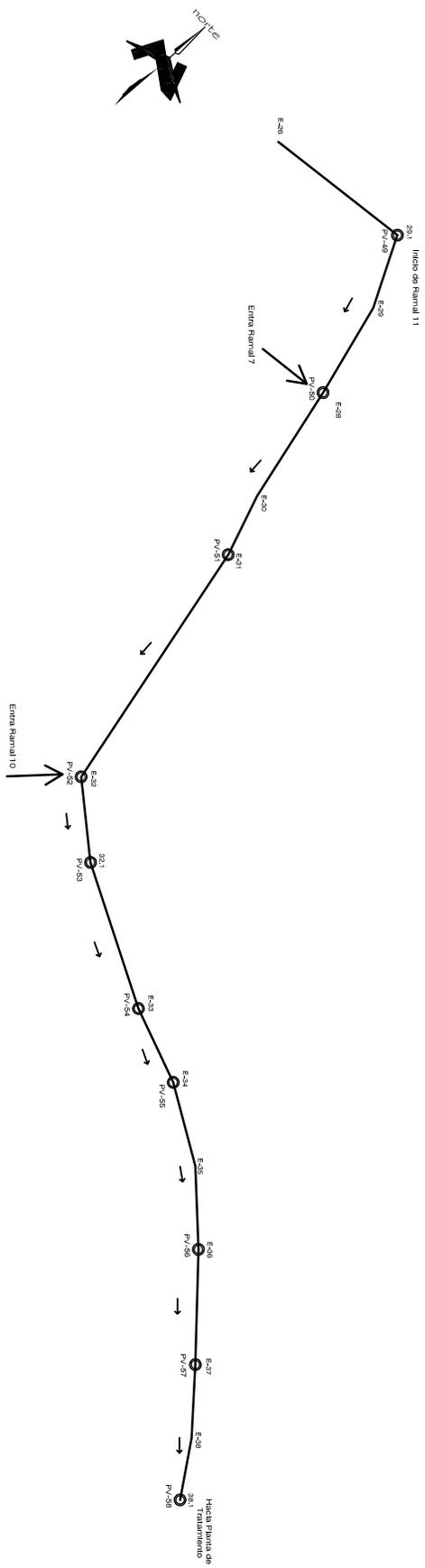
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANTIAGO ALBA, CABA, JUVU

CALCULO Y DISEÑO: Ing. Carlos Luis Alfaro

FECHA DE EMISIÓN: 11

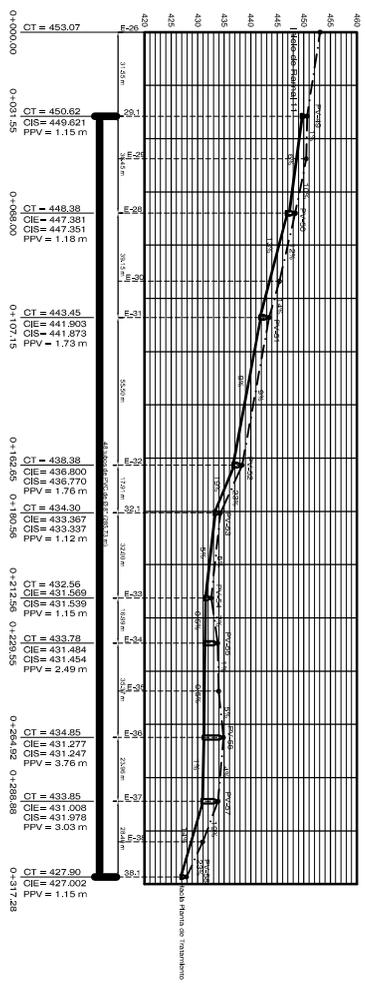
FECHA DE REVISIÓN: 11

FECHA DE APROBACIÓN: 11



Est-Pos	AZIMUTS	DISTANCIA
E-26/26.1	78.9657°	31.55
E-27/27.1	149.3220°	15.69
E-28/28.1	161.3903°	20.46
E-29/29.0	163.3903°	25.56
E-30/30.1	197.1929°	13.59
E-31/31.1	164.3453°	53.5
E-32/32.1	124.4137°	17.91
E-33/33.1	112.4623°	32.00
E-34/34.1	105.4248°	16.99
E-35/35.1	116.1232°	17.99
E-36/36.1	129.4610°	17.39
E-37/37.1	132.2922°	23.96
E-38/38.1	133.5433°	15.27
E-39/39.1	141.3843°	13.13

PLANFA RAMAL 11
DISEÑO SANITARIO ALDEA COLOJUVU ESCALA 1/2000



0+000.00	CT = 453.07	0+031.56	CT = 450.62 CIS = 449.621 PPV = 1.15 m
0+063.00	CT = 448.38 CIS = 447.381 PPV = 1.18 m	0+107.15	CT = 443.45 CIS = 441.903 CIS = 441.873 PPV = 1.73 m
0+162.95	CT = 439.38 CIS = 436.800 CIS = 436.770 PPV = 1.76 m	0+182.56	CT = 434.30 CIS = 433.367 CIS = 433.337 PPV = 1.12 m
0+212.56	CT = 432.56 CIS = 431.569 CIS = 431.539 PPV = 1.15 m	0+223.16	CT = 433.78 CIS = 431.484 CIS = 431.454 PPV = 2.49 m
0+258.92	CT = 434.85 CIS = 431.006 CIS = 431.247 PPV = 3.76 m	0+286.89	CT = 433.85 CIS = 431.006 CIS = 431.978 PPV = 3.03 m
0+317.28	CT = 427.90 CIS = 427.002 PPV = 1.15 m		

NOMBRE DE PERFL	
1	PERFL 1
2	PERFL 2
3	PERFL 3
4	PERFL 4
5	PERFL 5
6	PERFL 6
7	PERFL 7
8	PERFL 8
9	PERFL 9
10	PERFL 10
11	PERFL 11
12	PERFL 12
13	PERFL 13
14	PERFL 14
15	PERFL 15
16	PERFL 16
17	PERFL 17
18	PERFL 18
19	PERFL 19
20	PERFL 20
21	PERFL 21
22	PERFL 22
23	PERFL 23
24	PERFL 24
25	PERFL 25
26	PERFL 26
27	PERFL 27
28	PERFL 28
29	PERFL 29
30	PERFL 30
31	PERFL 31
32	PERFL 32
33	PERFL 33
34	PERFL 34
35	PERFL 35
36	PERFL 36
37	PERFL 37
38	PERFL 38
39	PERFL 39
40	PERFL 40
41	PERFL 41
42	PERFL 42
43	PERFL 43
44	PERFL 44
45	PERFL 45
46	PERFL 46
47	PERFL 47
48	PERFL 48
49	PERFL 49
50	PERFL 50
51	PERFL 51
52	PERFL 52
53	PERFL 53
54	PERFL 54
55	PERFL 55
56	PERFL 56
57	PERFL 57
58	PERFL 58
59	PERFL 59
60	PERFL 60
61	PERFL 61
62	PERFL 62
63	PERFL 63
64	PERFL 64
65	PERFL 65
66	PERFL 66
67	PERFL 67
68	PERFL 68
69	PERFL 69
70	PERFL 70
71	PERFL 71
72	PERFL 72
73	PERFL 73
74	PERFL 74
75	PERFL 75
76	PERFL 76
77	PERFL 77
78	PERFL 78
79	PERFL 79
80	PERFL 80
81	PERFL 81
82	PERFL 82
83	PERFL 83
84	PERFL 84
85	PERFL 85
86	PERFL 86
87	PERFL 87
88	PERFL 88
89	PERFL 89
90	PERFL 90
91	PERFL 91
92	PERFL 92
93	PERFL 93
94	PERFL 94
95	PERFL 95
96	PERFL 96
97	PERFL 97
98	PERFL 98
99	PERFL 99
100	PERFL 100

PERFIL RAMAL 11
DISEÑO SANITARIO ALDEA COLOJUVU ESCALA VER 1/500
ESCALA HOR 1/1000

USAC UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA

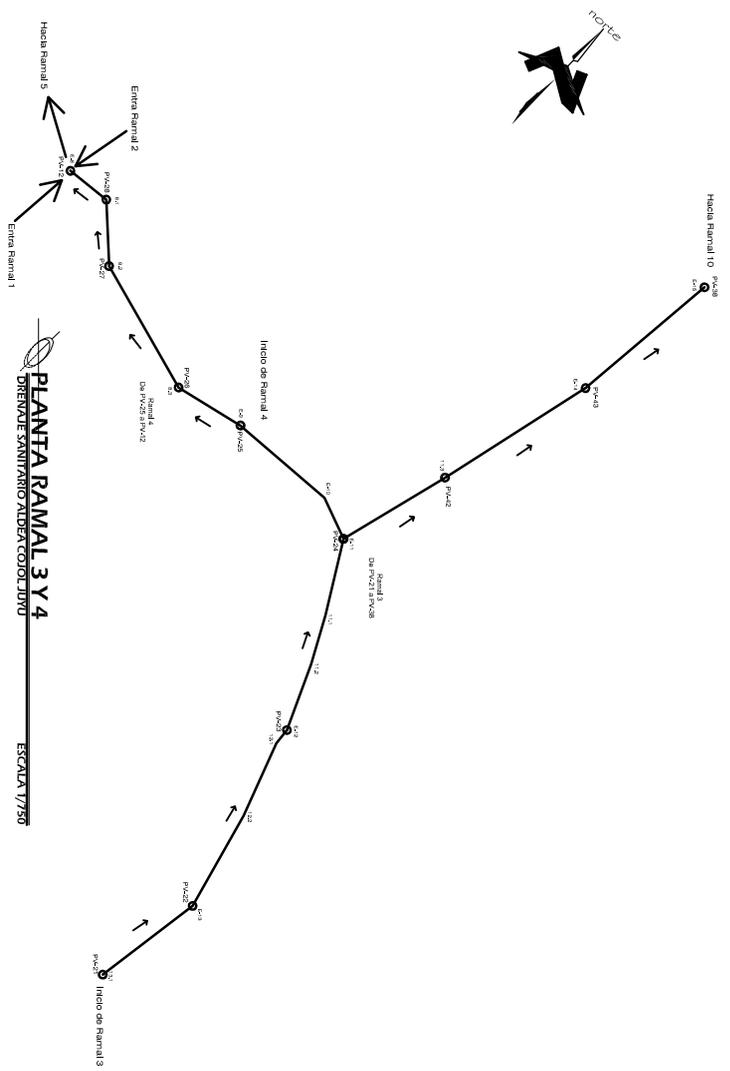
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA COLOJUVU
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL TRAMO INDICADO

CÁLCULO Y DISEÑO: **ING. CARLOS ANTONIO ZAPATA**
REVISIÓN: **ING. CARLOS ANTONIO ZAPATA**

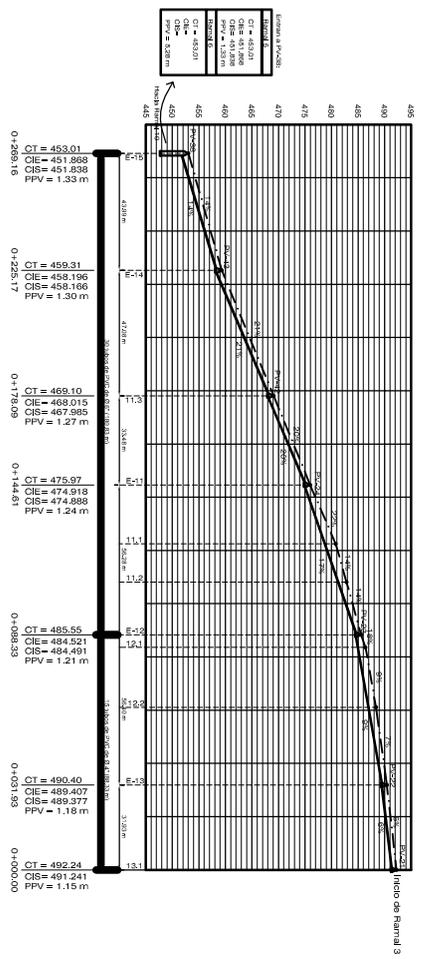
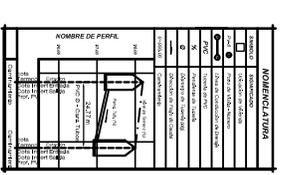
ESCALA: HORIZONTAL 1/1000 VERTICAL 1/500
FECHA: ABRIL 2010

ING. CARLOS ANTONIO ZAPATA
Especialista en Ingeniería

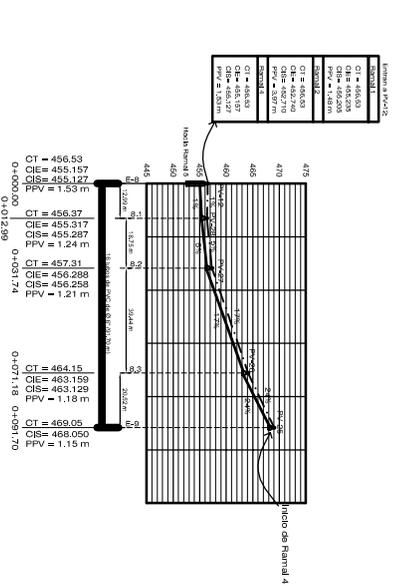
8 / 11



Est. Pvc	AZMUTS	DISTANCIA	
E-8	84.4996°	12.99	
E-1	133.4601°	18.75	
E-2	108.1724°	39.44	
E-3	77.2714°	20.82	
E-9	86.3719°	31.28	
E-10	E-11	149.3211°	22.14
E-11	111.2212°	12.72	
E-11	111.2	14.24	
E-11	149.3211°	14.4	
E-12	156.2653°	19.74	
E-12	175.1235°	4.76	
E-21	169.2919°	22.46	
E-13	165.4426°	29.18	
E-13	189.5156°	31.83	
E-11	151.212°	33.48	
E-13	134.443°	47.08	
E-14	E-15	5.9944°	43.99



PERFIL RAMAL 3
DRENADO SANITARIO ALDEA COCULIJUVU
ESCALA VER 1/750
ESCALA HOR 1/1000



PERFIL RAMAL 4
DRENADO SANITARIO ALDEA COCULIJUVU
ESCALA VER 1/750
ESCALA HOR 1/1000

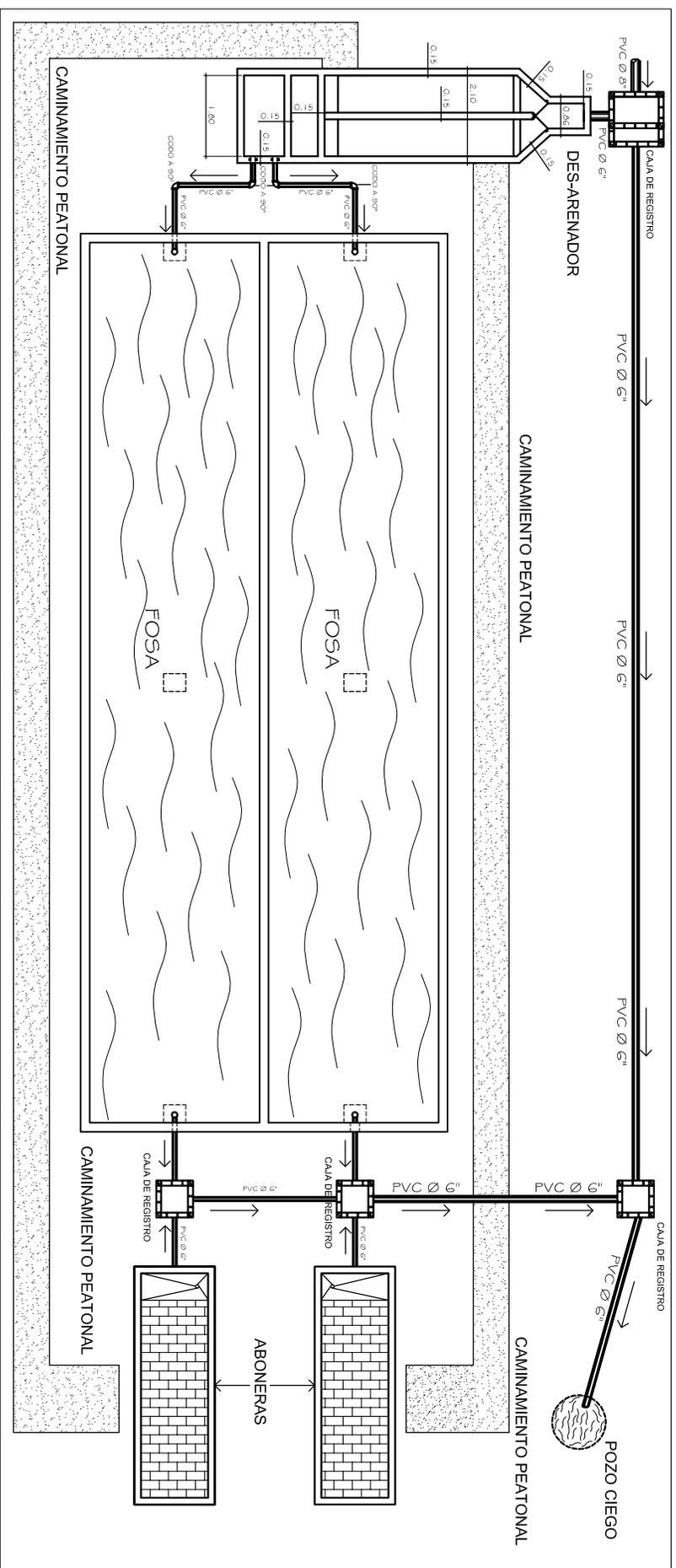
USAC UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA

CONTENIDO PLANTA - PERFIL TRAMO INDICADO

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA COCULIJUVU

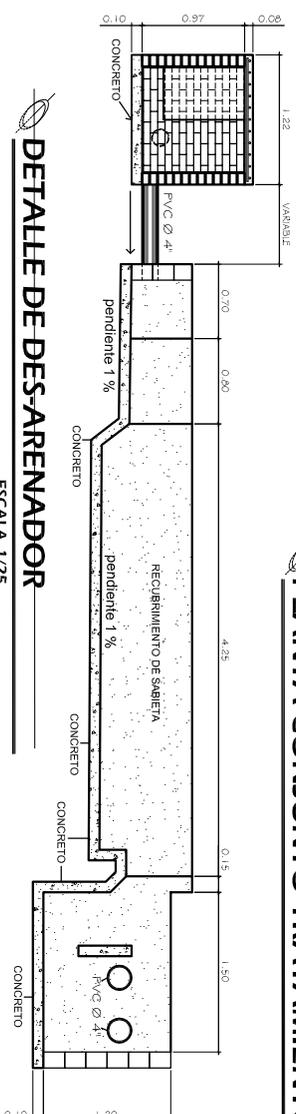
CALCULO Y DIBUJO: [Nombre] ESCALA: 1/750
 APROBADO: [Nombre] FECHA: Agosto 2010

Ing. CARLOS ALFARO
 Escalera: Señalar en tipo de letra
5
11



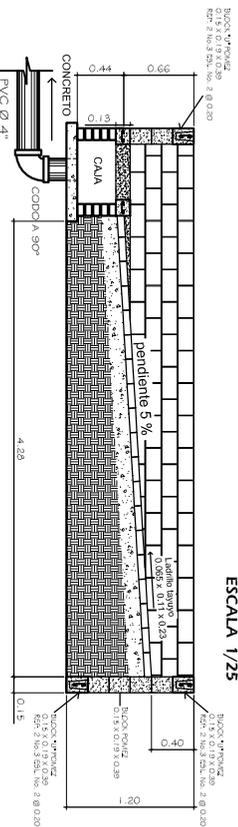
PLANTA-CONJUNTO TRATAMIENTO DE AGUA NEGRAS

ESCALA 1/50



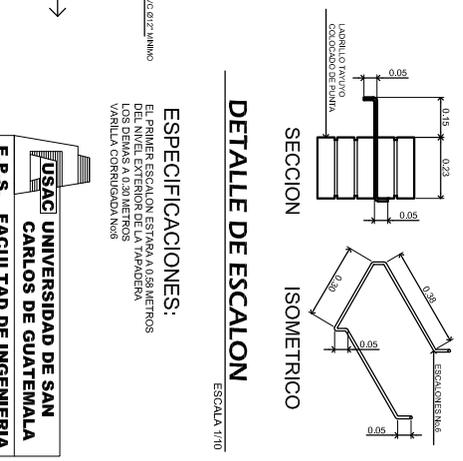
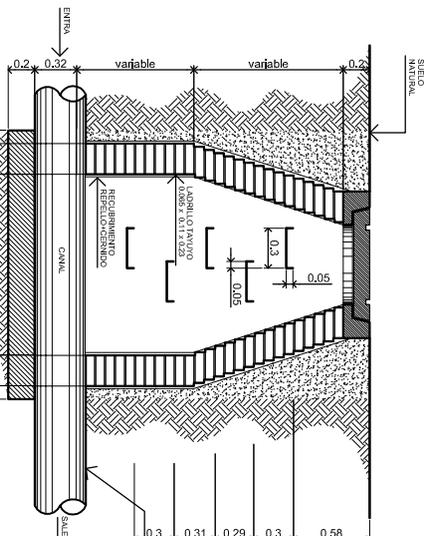
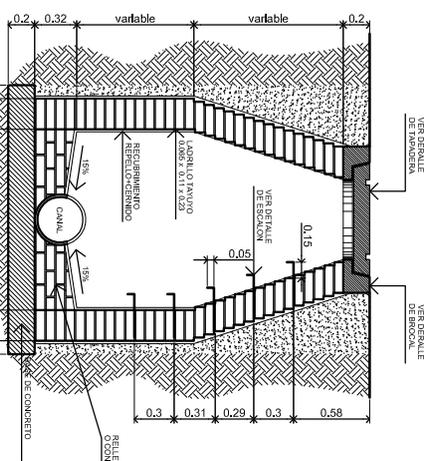
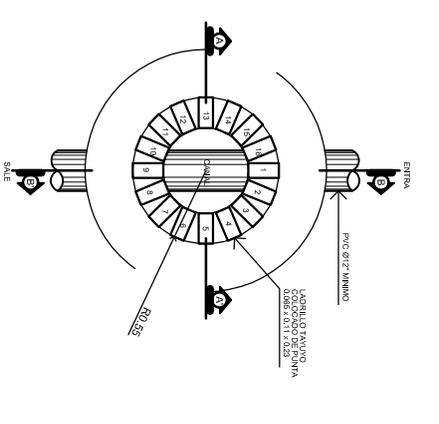
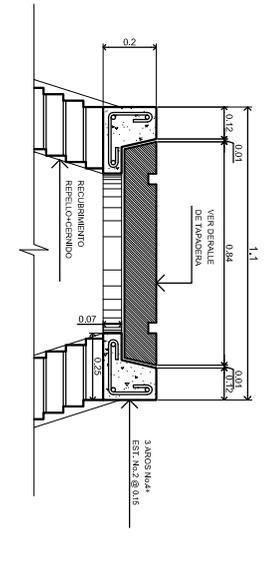
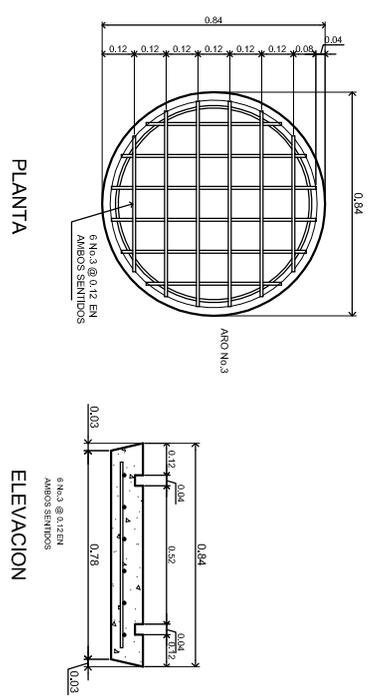
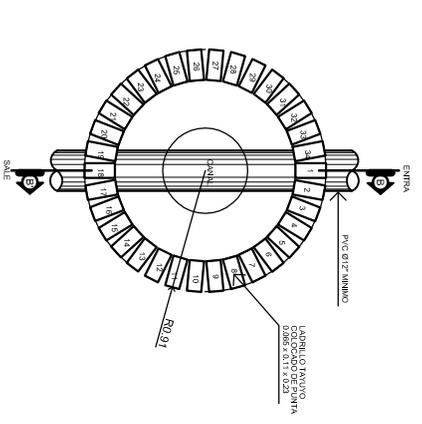
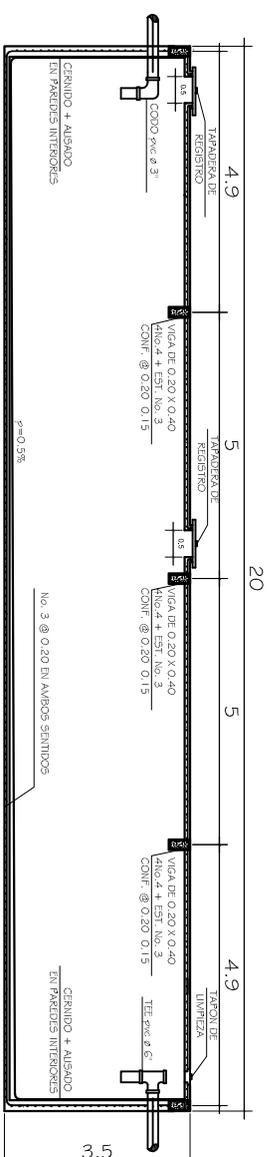
DETALLE DE DES-ARENADOR

ESCALA 1/25



DETALLE DE ABONERAS

ESCALA 1/25



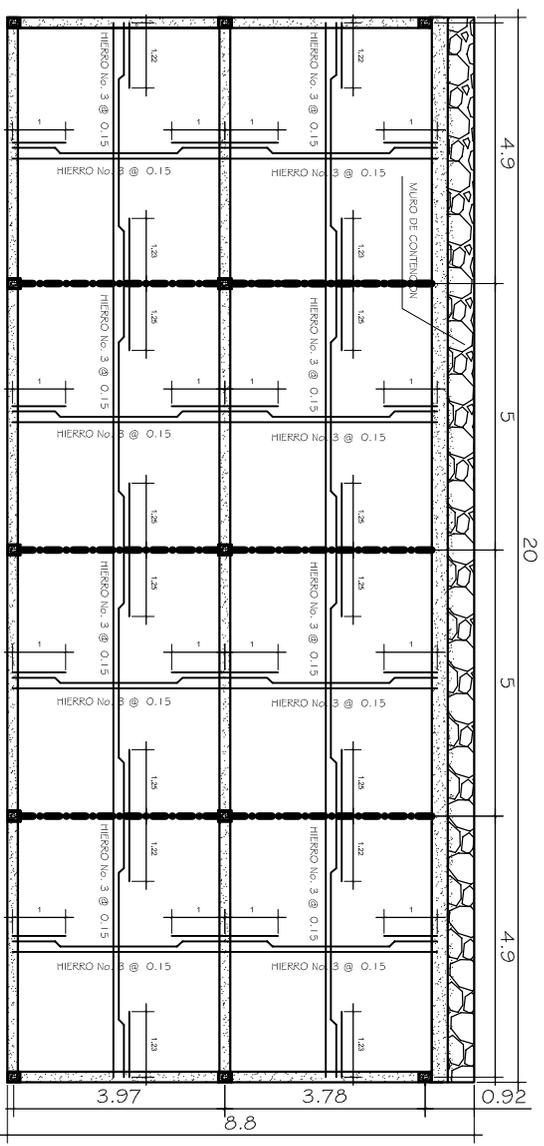
ESPECIFICACIONES:
EL PRIMER ESCALON ESTARA A 0.50 METROS DEL NIVEL EXTERIOR DE LA TAPADERA
VARILLA CORROSIONA N.º 8

USAC UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA

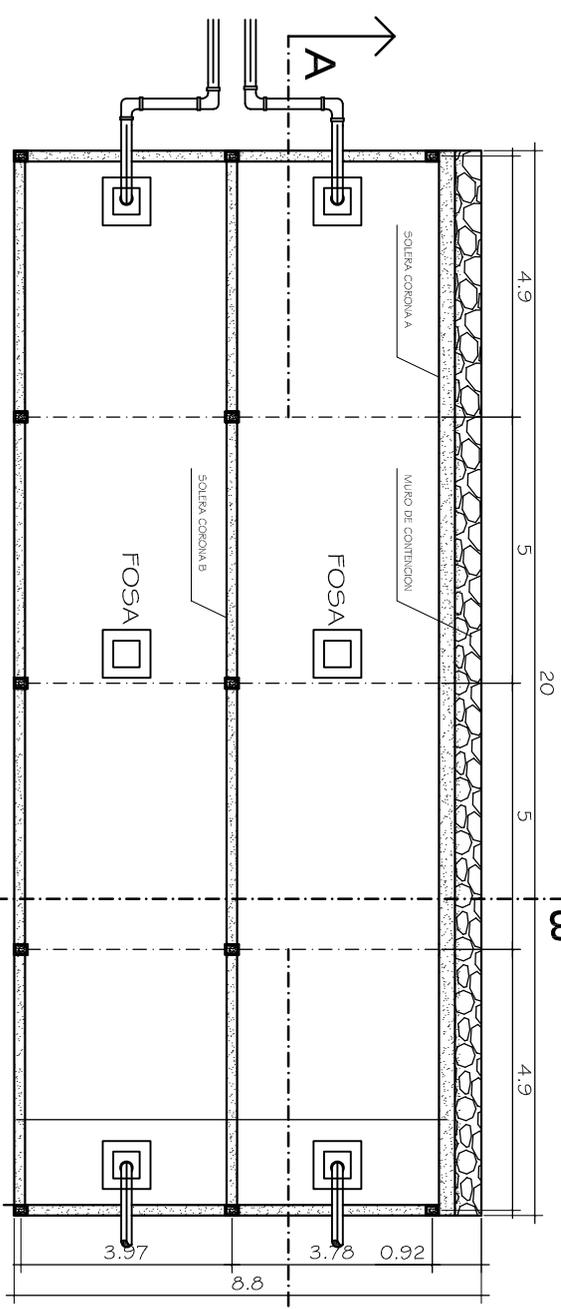
PROYECTO: ALICANTABILADO SANTIAGO ALDEA COXOL JUVU
CONTENIDO: DETALLES POZOS DE VISITA
CALCULO Y DISEÑO: [Blank]
AUTOR: [Blank] Zúñiga Sola
FECHA: Agosto 2010

ESCALA: 1/20
10/11

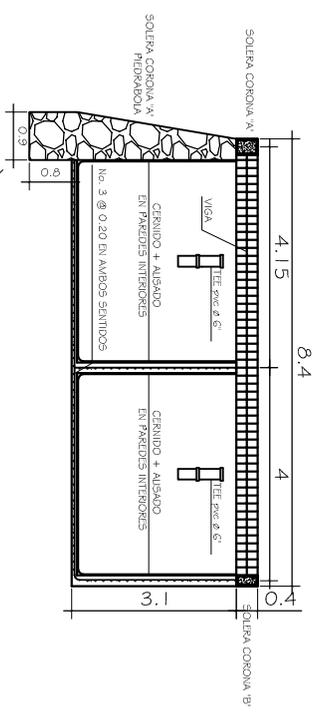
Ing. CHEL EUS AFANADO
Escalera realizada en tipo piedra



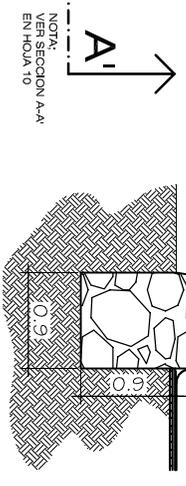
PLANTA DE FOSA (estructuras)
ESCALA 1/50



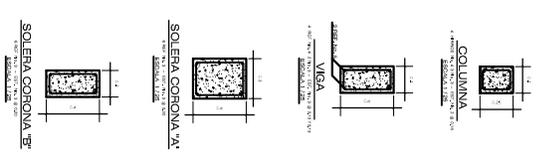
PLANTA DE FOSA
ESCALA 1/50



SECCION B-B
ESCALA 1/50

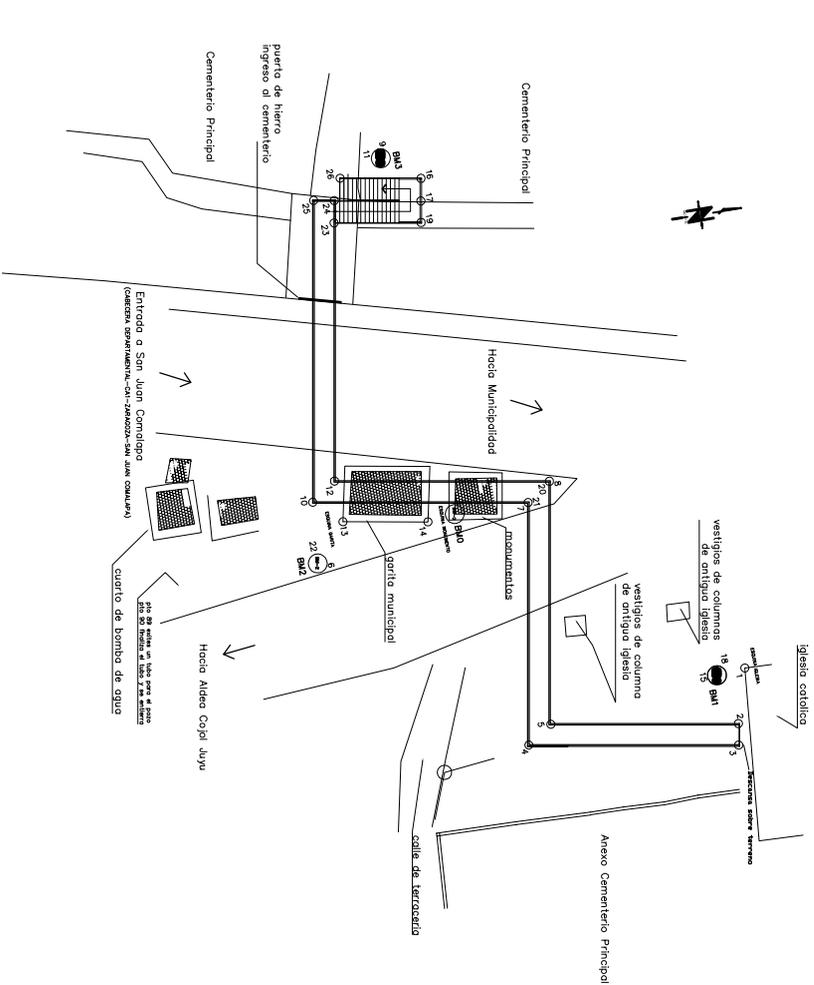


MURO DE CONTENCIÓN
ESCALA 1/25



NOTA:
VER SECCION A-A
EN HOJA 10

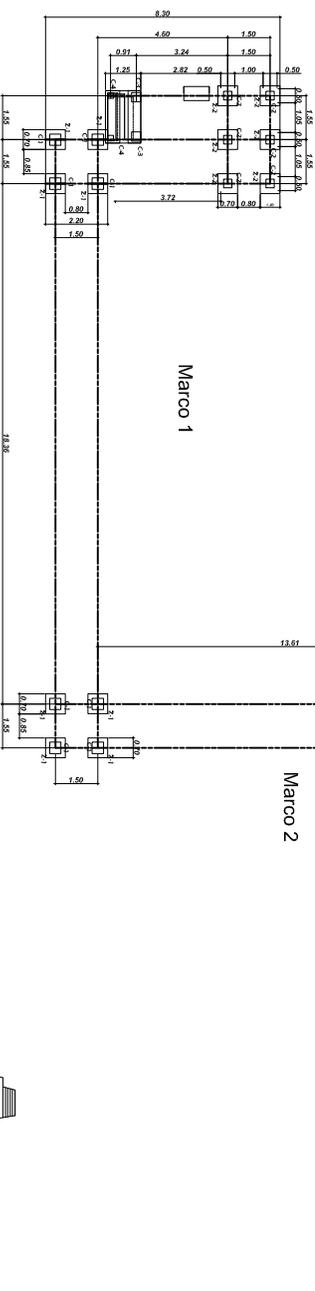
USAC UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANTIBÁO ALBA COLO, JUVU
CONTENIDO: PLANTA FOSA SÉPTICA - DETALLES
CALCULO Y DIBUJO: Ing. CARLOS ZUZO SERRA
DISEÑO: Ing. CARLOS ZUZO SERRA
FECHA: Agosto 2010
Escala: 1/50
11



PLANTA DE CONJUNTO

ESCALA 1/200

EST	PO	ADJUTS	DISTANCIA
BM1	1	355°11'43"	2,045
BM1	2	75°50'50"	3,728
BM1	3	82°31'51"	5,163
BM1	4	189°32'31"	14,203
BM1	5	173°4'50"	12,257
BM1	6	203°23'18"	29,344
BM1	7	232°10'23"	18,093
BM1	8	238°55'28"	18,113
BM1	9	248°42'14"	43,596
BM1	BM0	221°19'40"	21,779
BM0	BM2	170°11'9"	10,304
BM2	10	275°7'58"	4,335
BM2	11	288°42'3"	28,936
BM2	12	291°21'44"	5,936
BM2	13	311°2'23"	3,444
BM2	14	348°12'29"	8,333
BM2	15	292°51'8"	29,344
BM2	BM4	288°42'3"	28,936
BM3	16	361°4'5"	3,178
BM3	17	98°29'43"	4,132
BM3	18	68°42'14"	43,596
BM3	19	67°35'50"	5,356
BM3	20	72°10'23"	26,727
BM3	21	76°55'37"	26,433
BM3	22	108°42'3"	26,936
BM3	23	135°48'13"	5,635
BM3	24	147°41'29"	4,447
BM3	25	157°51'29"	5,609
BM3	26	163°52'19"	3,205
BM3	BM1	68°42'14"	43,596

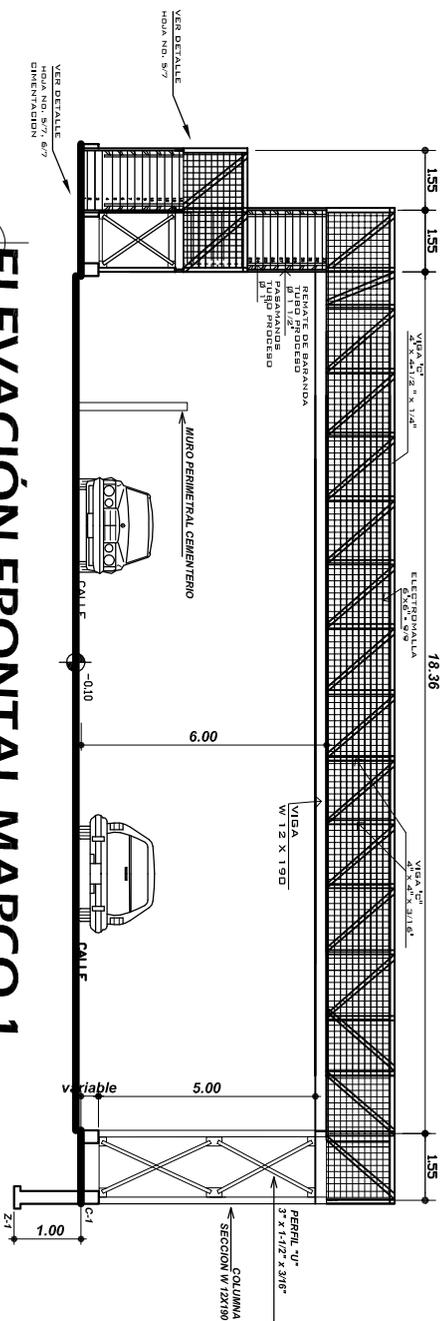


PLANTA DE CIMENTACIÓN

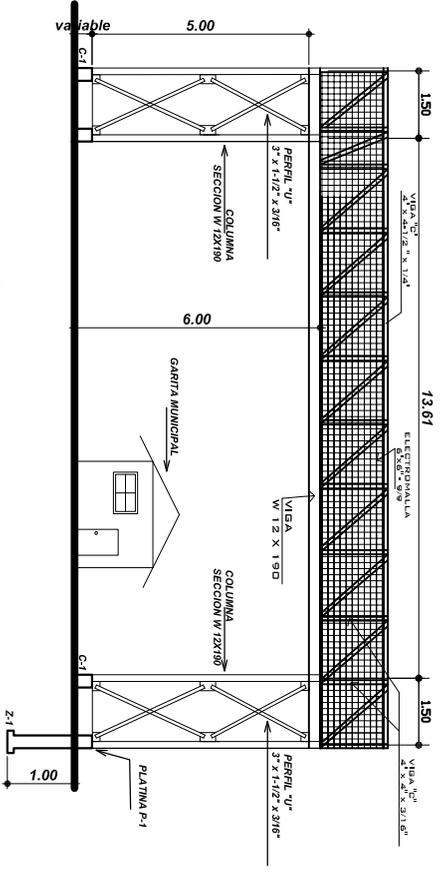
ESCALA 1/50

USAC UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA
 PROYECTO: PASARELA ENTRADA A SAN JUAN COMALAPA
 CONTENIDO: Planta de Conjunto y de Cimentación
 CALCULO Y DIBUJO: José Acay, Zaso Sills
 ESCALA: INGENIERIA
 FECHA: Agosto 2010

1
 7

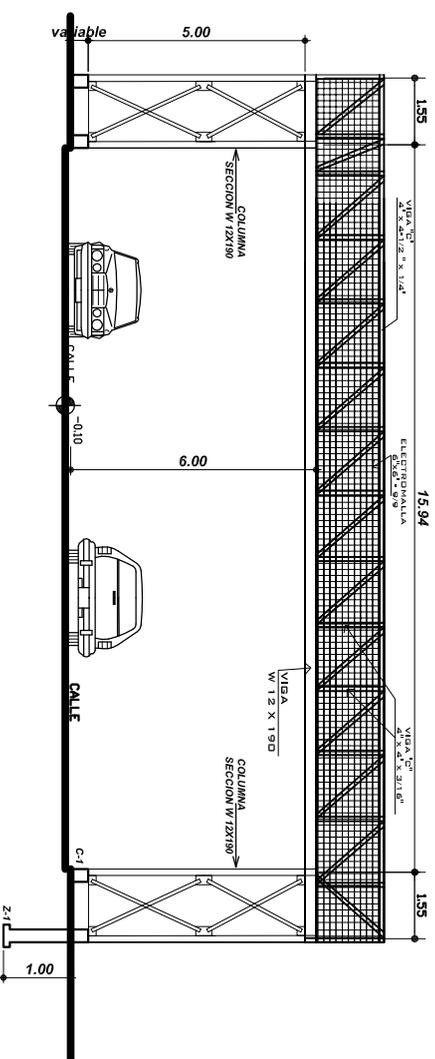


ELEVACIÓN FRONTAL MARCO 1
ESCALA 1/125



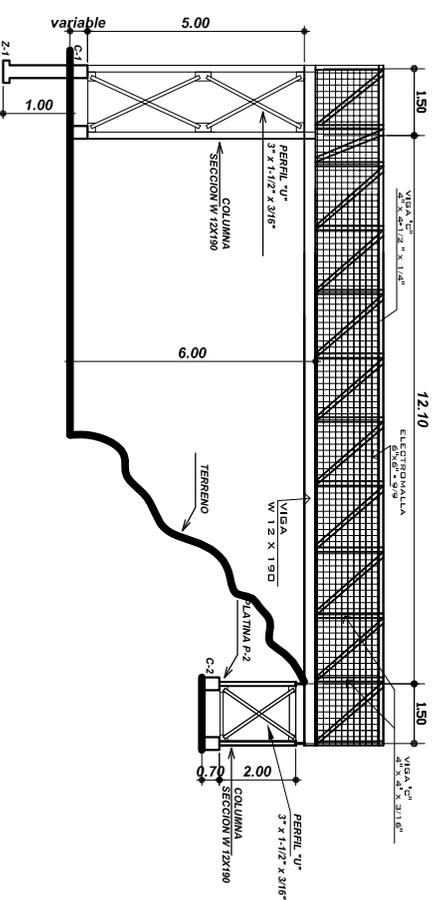
ELEVACIÓN FRONTAL MARCO 2
ESCALA 1/125

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: PASARELA DE LA ENTRADA A SAN JUAN COMAJAPA	
CONTENIDO: Estructuras Formales	
CALCULO Y DISEÑO	ESCALA: 1/125
Autores: 2	Fecha: 7
Ing. CARLOS ALVARO	Estructuras Formales



ELEVACIÓN FRONTAL MARCO 3

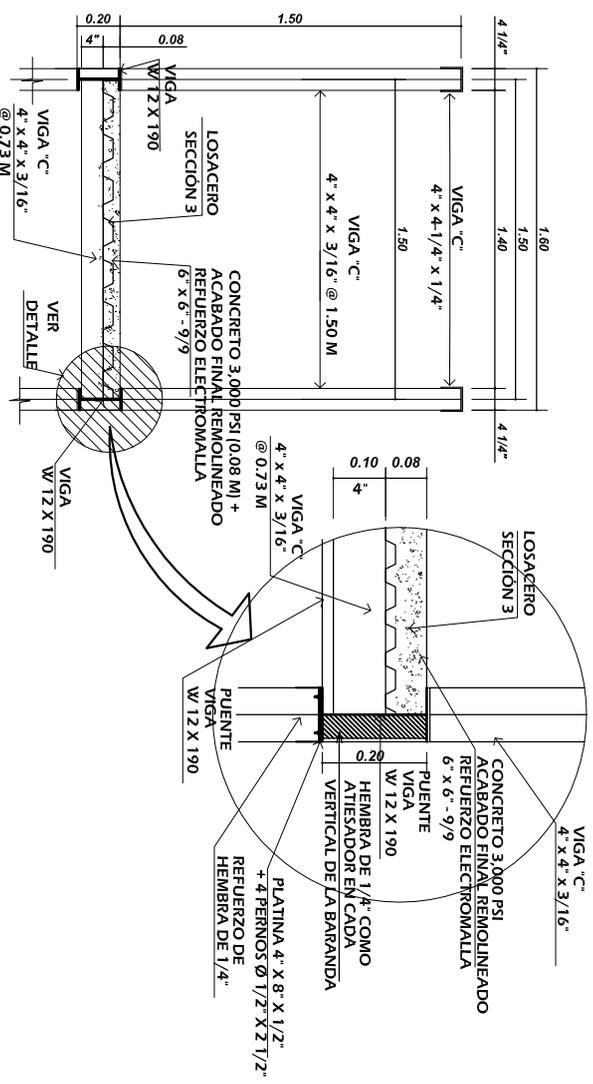
ESCALA 1/125



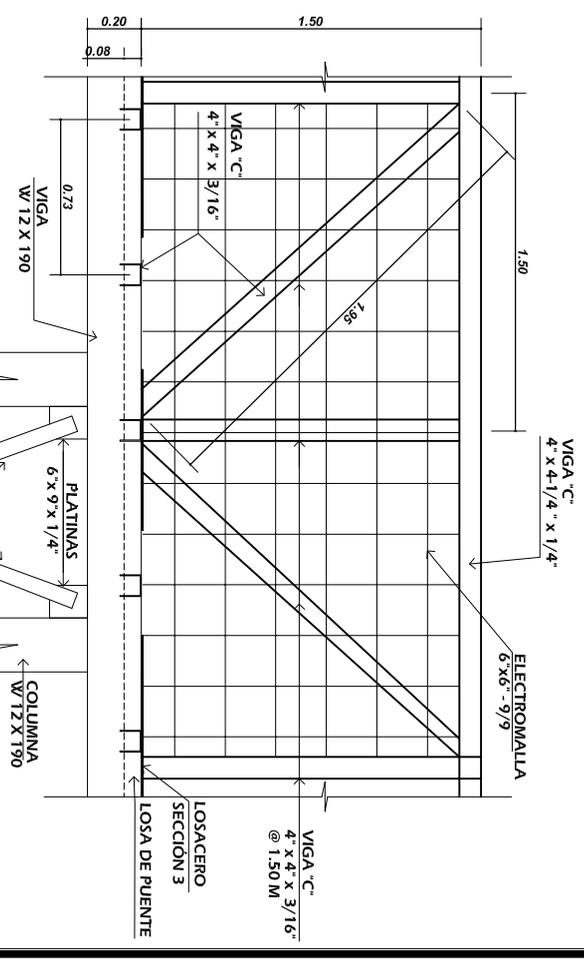
ELEVACIÓN FRONTAL MARCO 4

ESCALA 1/125

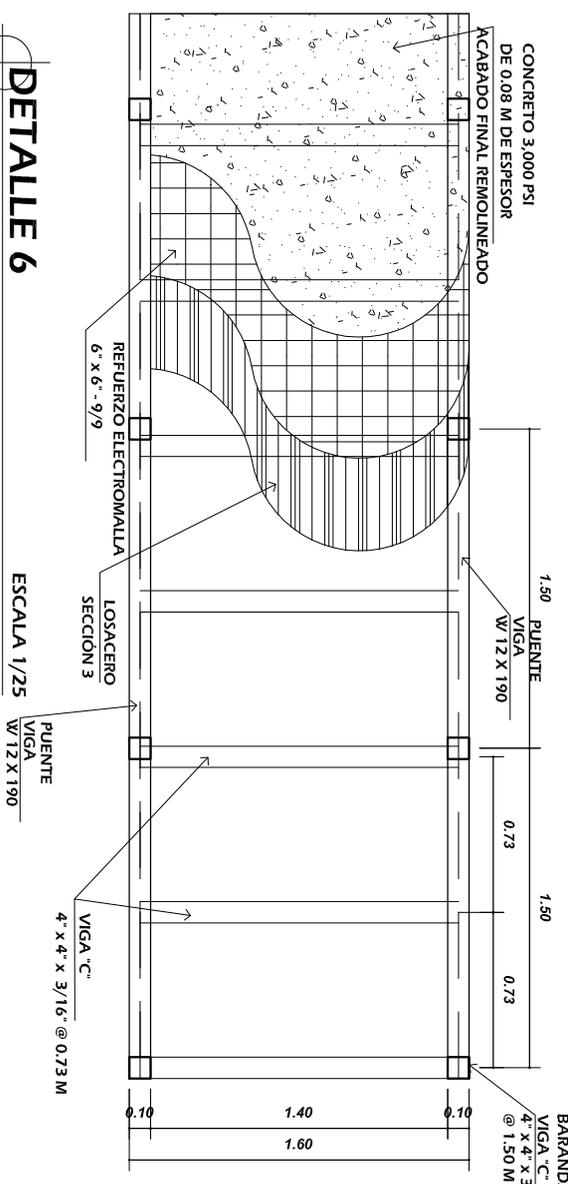
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO: PASARELA DE ENTRADA SAN JUAN COMALAPA
	CONTENIDO: Estructuras Formales
CALCULO Y DISEÑO: Jairo Acosta Zúñiga	SECCION: MARCO 3 FECHA: 2010
TITULO: Ing. Civil Luis Alzamo	FOLIO: 3 DE: 7



DETALLE 4
ESTRUCTURA DE PUENTE
 ESCALA 1/25



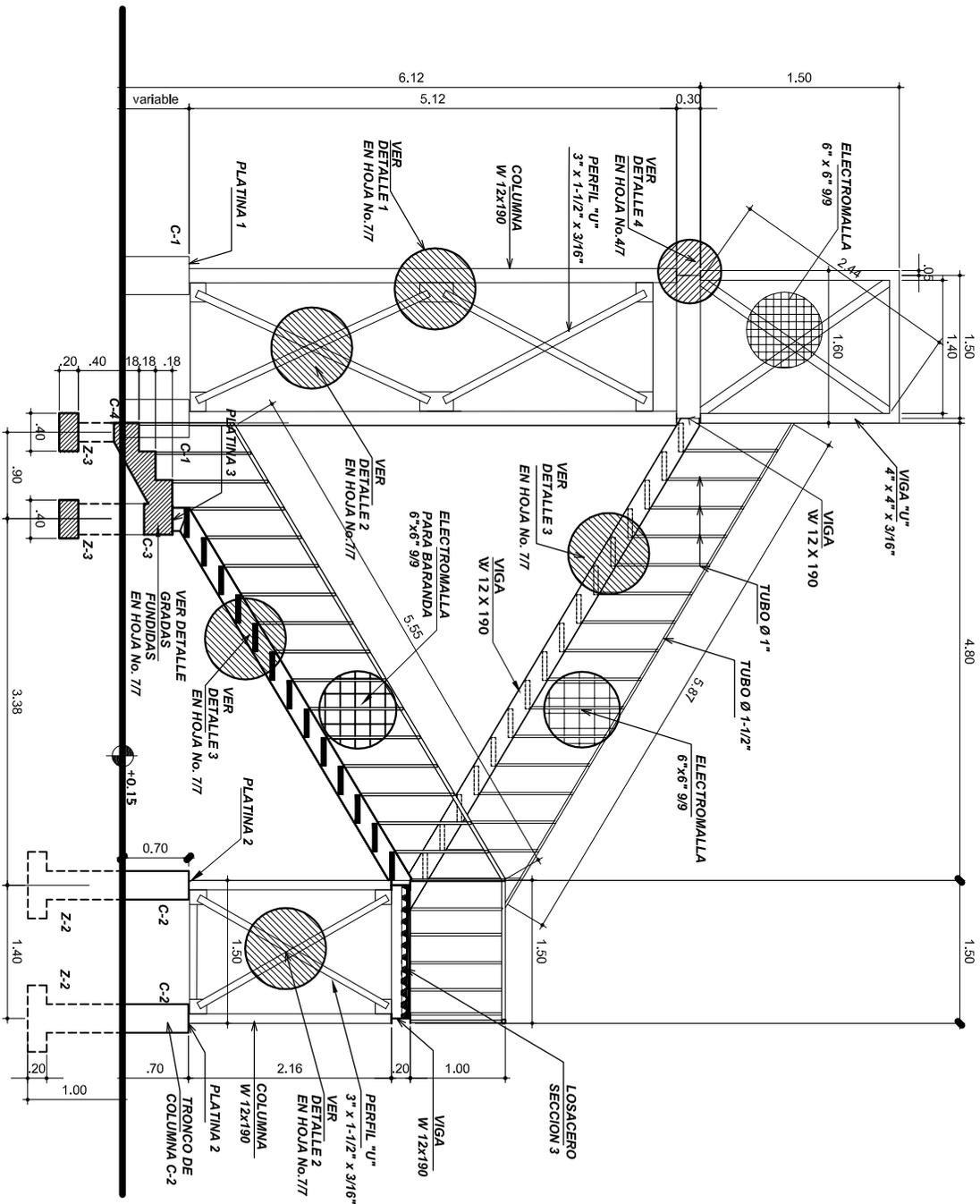
DETALLE 5
ESTRUCTURA BARANDA DE PUENTE
 ESCALA 1/25



DETALLE 6
LOSA DE PUENTE Y DESCANSOS
 ESCALA 1/25

DETALLES CONSTRUCTIVOS


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA
 PROYECTO: PASARELA DE LA ENTRADA A SAN JUAN COMALAPA
 CONTENIDO: Detalles Constructivos
 CALCULO Y DISEÑO: Edwin Acosta Zúñiga
 FECHA: 2010
 ESCALA: 1/25
 Hoja: 4 de 7
 Ing. Civil: LUIS ALVARO



SECCION B-B'

ESCALA 1/50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA

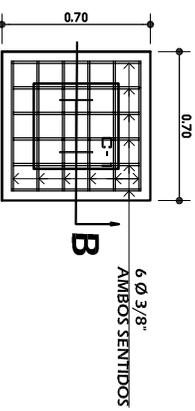
PROYECTO: PASARELA DE ENTRADA SAN JUAN COMALAPA

CONTENIDO: Detalles Estructurales (seccion B-B)

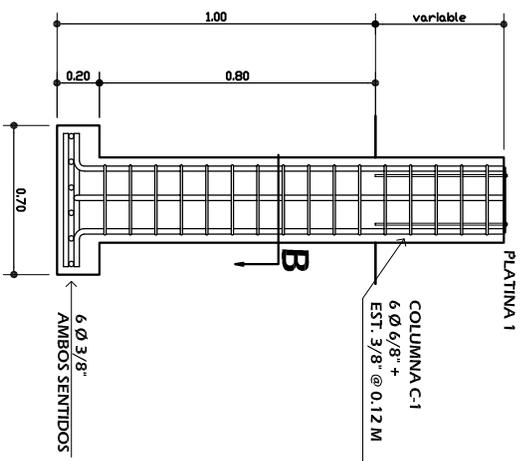
CALCULO Y DISEÑO: *[Signature]*

FECHA: 2010

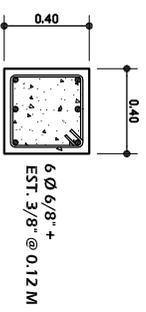
Ho. 5 de 7



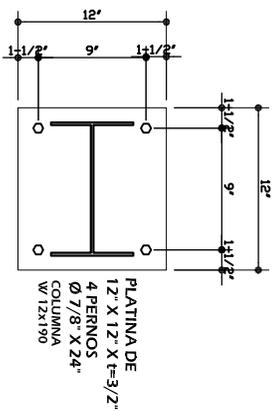
ZAPATA Z-1
ESCALA 1/25



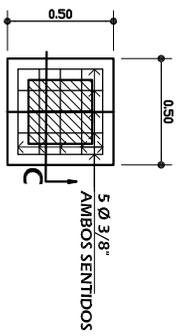
SECCIÓN B
ZAPATA Z-1 ESCALA 1/25



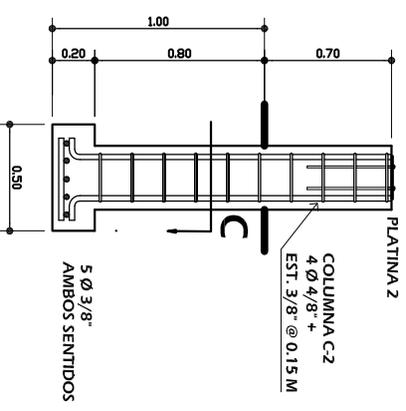
COLUMNA TIPO C-1
SECCIÓN B ESCALA 1/25



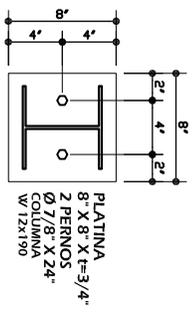
PLATINA 1
COLUMNA C-1 ESCALA 1/10



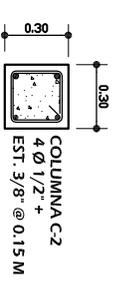
ZAPATA Z-2
ESCALA 1/25



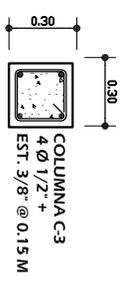
SECCIÓN C
ZAPATA Z-2 ESCALA 1/25



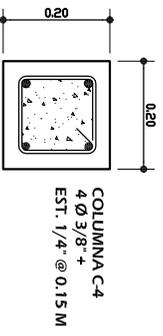
PLATINA 2
COLUMNA C-2 ESCALA 1/10



COLUMNA TIPO C-2
SECCIÓN C ESCALA 1/25



COLUMNA TIPO C-3
ESCALA 1/25



COLUMNA TIPO C-4
ESCALA 1/10

DETALLES DE CIMENTACIÓN

USAC UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO: PASARELA DE ENTRADA A SAN JUAN COMAJAPA

CENTRO: Detalles de Cimentación
CALCULO Y DIBUJO: Jairo Acosta Zúñiga
FECHA: 2010

ESCALA: 1/25
FOLIO: 6
TOTAL: 7

ING. OSMAR ALVARO

