



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA
MIRAMUNDO Y DISEÑO DE PUENTE PEATONAL COLGANTE PARA EL
CASERÍO EL SITIO, DEL MUNICIPIO DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE
JALAPA.**

Carlos Marco Tulio Orellana Urrutia

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, abril de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA
MIRAMUNDO Y DISEÑO DE PUENTE PEATONAL COLGANTE PARA EL
CASERÍO EL SITIO, DEL MUNICIPIO DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE
JALAPA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

CARLOS MARCO TULIO ORELLANA URRUTIA
ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

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 AGUA POTABLE PARA LA ALDEA
MIRAMUNDO Y DISEÑO DE PUENTE PEATONAL COLGANTE PARA EL
CASERÍO EL SITIO, DEL MUNICIPIO DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE
JALAPA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
el 6 de agosto de 2007.



Carlos Marco Tulio Orellana Urrutia



Guatemala, 18 de febrero de 2008
Ref. EPS. D. 158.02.08

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
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 de la Carrera de Ingeniería Civil, **CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA MIRAMUNDO Y DISEÑO DE PUENTE PEATONAL COLGANTE PARA EL CASERÍO EL SITIO, DEL MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA”**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de **Jalapa**.

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. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Asesor – Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



MAAO /jm



Guatemala, 18 de febrero de 2008
Ref. EPS. D. 158.02.08

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

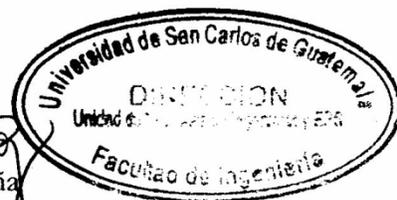
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA MIRAMUNDO Y DISEÑO DE PUENTE PEATONAL COLGANTE PARA EL CASERÍO EL SITIO, DEL MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **CARLOS MARCO TULIO ORELLANA URRUTIA**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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 Zeceña
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm



Guatemala,
27 de febrero de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA MIRAMUNDO Y DISEÑO DE PUNTE PEATONAL COLGANTE PARA EL CASERÍO EL SITIO, DEL MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Marco Tulio Orellana Urrutia, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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.



Guatemala,
27 de enero de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA MIRAMUNDO Y DISEÑO DE PUENTE PEATONAL COLGANTE PARA EL CASERÍO EL SITIO , DEL MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Carlos Marco Tulio Orellana Urrutia, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Carlos Marco Tulio Orellana Urrutia, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA MIRAMUNDO Y DISEÑO DE PUENTE PEATONAL COLGANTE PARA EL CASERÍO EL SITIO, DEL MUNICIPIO DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE JALAPA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Fernando Amílcar Boitón Velásquez



Guatemala, abril 2008.

/bbdeb.

ACTO QUE DEDICO A:

La memoria de mi abuelo

Marco Tulio Urrutia Padilla, quien fue mi segundo padre, que mi triunfo llegue a él a través del creador y así poder compartirlo.

Mis padres

Carlos Leonel Orellana Sandoval y Gladis Haydee Urrutia de Orellana, por su apoyo incondicional y su invaluable esfuerzo, para que este día de triunfo se hiciera realidad.

Mi esposa

Francí Betzaida Lemus Duarte, por ser la ayuda idónea que el Señor escogió para mí y en este triunfo pude encontrar en ella, ese apoyo que me sirvió de estímulo para no desmayar y seguir adelante.

Mi hijo

Carlos Fabián Orellana Lemus
Que el logro alcanzado, sea para él un ejemplo a seguir y superar cuando llegue la oportunidad.

AGRADECIMIENTO A:

Dios	Por las bendiciones, sabiduría e inteligencia para alcanzar este sueño.
Mis abuelos	Por su ejemplo y sabios consejos.
Mis padres	Por ser guía y ejemplo en mi camino de lucha y superación. Por su apoyo y amor incondicional brindado a lo largo de mi formación.
Mi esposa	Por el apoyo incondicional brindado.
Mis hermanos	Osman Waldemar, Milvia Marleny, Andrea del Carmen, Leonel Eduardo y Gladis Mariela, por su apoyo y amistad.
Mis tíos	En general, en especial a mi tía Elsa Angélica Urrutia y Job de Jesús Regalado, gracias por la confianza y el apoyo brindado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII

1. INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del municipio de Jalapa

1.1.1	Ubicación y localización	1
1.1.2	Límites y colindancias	1
1.1.3	Extensión	2
1.1.4	Clima	2
1.1.5	Población e idioma	3
1.1.6	Suelo y topografía	3
1.1.7	Vías de acceso	4
1.1.8	Servicios públicos	5
1.1.9	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos y de infraestructura del lugar	5

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño del sistema de agua potable para la aldea Miramundo

2.1.1	Descripción del proyecto	7
2.1.2	Caudal de aforo	7
2.1.3	Calidad del agua	8
2.1.3.1	Análisis bacteriológico	9
2.1.3.2	Examen físico químico	9
2.1.4	Levantamiento topográfico	9
2.1.4.1	Altimetría	10
2.1.4.2	Planimetría	11
2.1.5	Período de diseño	11
2.1.6	Población	11
2.1.6.1	Población actual	12
2.1.6.2	Población futura	12
2.1.7	Dotación	13
2.1.8	Determinación de caudales	13
2.1.8.1	Consumo medio diario	13
2.1.8.2	Consumo máximo diario	14
2.1.8.3	Consumo máximo horario	14
2.1.8.4	Consumo instantáneo	15
2.1.9	Captación	15
2.1.9.1	Manantiales	16
2.1.10	Especificaciones para el diseño	17
2.1.11	Diseño de línea de conducción	17
2.1.12	Determinación del volumen del tanque de distribución.	20
2.1.13	Diseño del tanque de distribución	21
2.1.13.1	Diseño estructural de la cubierta	21
2.1.13.2	Diseño estructural del tanque	30

2.1.14	Diseño de la red de distribución	33
2.1.15	Método de desinfección	35
2.1.16	Obras de arte	37
2.1.16.1	Válvulas de compuerta	37
2.1.16.2	Válvulas de aire	37
2.1.16.3	Válvulas de limpieza	38
2.1.16.4	Cajas rompe-presiones	38
2.1.16.5	Conexiones domiciliarias	38
2.1.17	Especificaciones técnicas	39
2.1.18	Análisis económico	44
2.1.18.1	Valor presente neto (VPN)	44
2.1.18.2	Tasa interna de retorno (TIR)	46
2.1.19	Evaluación ambiental inicial	48
2.1.20	Programa de operación y mantenimiento	50
2.1.21	Costo de inversión (Presupuesto)	55
2.1.22	Cronograma de ejecución	57

2.2 Diseño de puente peatonal colgante para el caserío El Sitio

2.2.1	Descripción del proyecto	59
2.2.2	Levantamiento topográfico	59
2.2.2.1	Altimetría	60
2.2.2.2	Planimetría	60
2.2.3	Estudio Hidrológico	61
2.2.3.1	Método racional	61
2.2.3.2	Método de sección-pendiente	62
2.2.4	Estudio de mecánica de suelos	65
2.2.4.1	Límites de Atterberg	65

2.2.5	Especificaciones para el diseño	67
2.2.6	Diseño del caminamiento	67
2.2.7	Integración de cargas	68
2.2.7.1	Carga viva	68
2.2.7.2	Carga muerta	69
2.2.7.3	Carga de impacto	69
2.2.7.4	Determinación de carga última	70
2.2.8	Análisis y diseño del sistema de piso	70
2.2.9	Análisis y diseño del cable principal	73
2.2.10	Análisis y diseño del anclaje	74
2.2.11	Análisis y diseño de torres	83
2.2.12	Análisis y diseño de barandales para el caminamiento	90
2.2.13	Especificaciones técnicas	90
2.2.14	Costo de inversión (Presupuesto)	95
2.2.15	Cronograma de ejecución	97
2.2.16	Análisis económico	98
2.2.16.1	Valor presente neto (VPN)	98
2.2.16.2	Tasa interna de retorno (TIR)	100
2.2.17	Evaluación ambiental inicial	101
CONCLUSIONES		105
RECOMENDACIONES		107
BIBLIOGRAFÍA		109
APÉNDICE		111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Gráfica de momentos en losa	23
2. Armado de losas	25
3. Áreas tributarias para viga y sección propuesta	26
4. Armado de viga principal	28
5. Armado de viga perimetral	29
6. Diagrama de fuerzas sobre las paredes del tanque	30
7. Esquema de ingresos y egresos económicos para el sistema de agua potable	45
8. Variación del VPN debido a la TIR	46
9. Área de sección del río	63
10. Distribución de cables en el caminamiento	71
11. Ilustración de anclaje y torre 1	75
12. Triángulo para el cálculo de α_1	76
13. Ilustración de anclaje y torre 2	79
14. Triángulo para el cálculo de α_2	80
15. Armado de columnas y viga conectora	85
16. Planta y perfil de zapatas	86
17. Planta de zapata y área en donde actúa el corte simple	87
18. Planta de zapata y área en donde actúa el corte por punzonamiento	88
19. Diagrama de presión sobre zapata por el suelo	89
20. Armado de parrilla de zapata	90
21. Esquema de ingresos y egresos económicos para el puente peatonal colgante	99
22. Variación del VPN debido a la TIR	100

TABLAS

I. Datos del caudal de aforo	8
II. Momento estabilizante en muro	31
III. Cuadro de impactos ambientales	48
IV. Resumen del presupuesto del sistema de agua potable	55
V. Cronograma de ejecución del sistema de agua potable	57
VI. Curva de intensidad de lluvia para $T_r=25$ años	62
VII. Límites y expansibilidad de suelos	66
VIII. Propiedades de las arcillas	66
IX. Resumen presupuesto del puente peatonal colgante	95
X. Cronograma de ejecución del puente peatonal colgante	97
XI. Cuadro de impactos ambientales	102

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área
Av	Área de varilla
As	Área de acero
Cos α	Coseno del ángulo
cm²	Centímetros cuadrados
cm	Carga muerta
C.U	Carga última
Cv	Carga viva
F'c, f'c	Resistencia del concreto
Fdm	Factor de día máximo
Fhm	Factor horario máximo
Fs	Esfuerzo de flexión
F.S	Factor de deslizamiento
Fv	Fuerza vertical
Fy, fy	Esfuerzo de fluencia del acero
H	Altura
Kg	Kilogramo
Kg -m	Kilogramo - metro
Kp	Coeficiente de empuje pasivo
L	Longitud
Lbs	Libras
L/s	Litros por segundo
Lts.	Litros
Lt/hab/día	Litros por habitante por día
M	Momento
m.c.a.	Metros columna de agua

M.T	Momento total
M, m, mts	Metros
M², m²	Metro cuadrado
M³, m³	Metro cúbico
Psi	Libras sobre pulgada cuadrada
Q	Caudal
Sen α	Seno del ángulo
T	Tensión
Ton	Toneladas
Tx	Tensión en el sentido x
Ty	Tensión en el sentido y
V	Esfuerzo de corte
W	Carga o peso
Wc	Peso del concreto
Wcm	Peso de la carga muerta
Wcv	Peso de la carga viva
Wt	Peso total
Ws	Peso del suelo
σ	Esfuerzo
σt	Esfuerzo total
Lts.	Litros
P_a	Población actual
P_f	Población futura
Q_m	Caudal medio

GLOSARIO

Agua potable	Agua apta para el consumo humano y agradable a los sentidos.
Aforo	Acción de medir un caudal de una fuente.
Anclaje	Conjunto de elementos destinados a mantener fijos cualquier elemento al suelo.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.
Articulación	Unión de dos piezas rígidas que permite el movimiento relativo entre ellas.
Cable	Elemento estructural de escasa sección transversal y flexible de acero formado por alambres retorcidos en espiral para darle mayor resistencia a tensión.
Carga muerta	Peso propio de una estructura y de todas las cargas inmóviles constantes en magnitud y asignadas, permanentemente a la misma.

Carga viva	Cargas no permanentes y que varían durante el emplazamiento de la estructura.
Caudal	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo que pasa en un punto determinado donde circula un líquido.
Concreto	Es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, de cemento, arena, pedrín y agua.
Concreto ciclópeo	Material de construcción obtenido de una mezcla proporcionada de cemento, arena, piedra y agua; a diferencia del concreto reforzado, los áridos son mucho más gruesos.
Concreto reforzado	Material de construcción obtenido de una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena, grava y agua; todo esto combinado con el acero, que es un elemento homogéneo, usualmente reticular, cuyas características atómicas lo hacen extremadamente resistente a esfuerzos de tensión.
Conexión domiciliar	La componen las tuberías y accesorios destinados a llevar el servicio de agua de la red de distribución al interior de la vivienda.

Consumo	Cantidad de agua, que realmente es usada por una persona.
Cota de terreno	Indica la altura de un punto sobre un plano de referencia.
Crecida máxima	Estado que tiene una corriente de agua en el momento en que su caudal, que ha estado aumentando, pasa a ser mayor que cierto valor específico.
Deflexión	Desplazamiento vertical del eje axial de la viga.
Desinfección	Es la destrucción de casi todas las bacterias patógenas que existen en el agua por medio de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta, etc.
DGC	Dirección General de Caminos.
Demanda	Cantidad de agua deseada por el usuario.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que en promedio consume cada habitante por día.
Esfuerzo de fluencia del acero	Esfuerzo ante el cual el acero sufre una deformación considerable.

Eslabón	Pieza en figura de anillo o de otra curva cerrada que, enlazada a otra, forma una cadena.
Estación	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico, en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
Flexible	Que tiene disposición para doblarse fácilmente.
Flecha	Distancia vertical, de la diferencia de alturas entre el amarre del cable y la parte más baja de la curva que adopte el cable.
Piezométrica	Relativo a cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de tuberías.
Tensor	Origina tensión o está dispuesto a producirla.
Tirante	Pieza de hierro, o de acero, destinada a soportar un esfuerzo de tensión.
Topografía	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima y debajo de la superficie.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en municipio de Jalapa, del departamento de Jalapa.

En dicho municipio se realizó un estudio para conocer las necesidades de sus pobladores, encontrándose que la falta de un sistema de agua en la aldea Miramundo, y de un puente peatonal en el caserío El Sitio, perjudicaba la salud y el desarrollo de sus habitantes.

Por tal razón, se decidió realizar el diseño del sistema de agua potable, con el propósito de brindar un buen servicio a todos los usuarios. Entre las actividades necesarias que se desarrollaron para el diseño fueron: visita preliminar de campo, levantamiento topográfico, determinación de aforo de fuente, análisis de laboratorio de agua, etc. Por las características del terreno el sistema de agua potable será diseñado por gravedad.

Para el puente peatonal, se optó por diseñarlo como puente colgante (Hamaca), esto debido a la longitud y costo del mismo, con el levantamiento topográfico se pudo determinar la longitud del puente, la cual será de 30 metros con un ancho de 2 metros, esto para facilitar la circulación de los usuarios en ambos sentidos simultáneamente, y el paso de animales equinos (mulas, caballos, bestias, burros).

OBJETIVOS

➤ GENERALES

1. Contribuir al mejoramiento de salud y bienestar de los habitantes de la aldea Miramundo, del municipio de Jalapa, del departamento de Jalapa, a través del diseño del sistema agua potable.
2. Proporcionar una solución viable y efectiva al problemática que sufren los habitantes del caserío El Sitio, del municipio de Jalapa, del departamento de Jalapa, por falta de un puente, en su vía de acceso.

➤ ESPECÍFICOS

1. Diseñar el sistema de agua potable, y puente peatonal colgante.
2. Proporcionar a la Municipalidad de Jalapa, por medio del EPS, una propuesta técnica y adecuada para solucionar los problemas de agua potable, y vías de comunicación.
3. Contribuir, por medio del diseño de proyectos de infraestructura, al desarrollo y crecimiento del municipio de Jalapa, Jalapa.

INTRODUCCIÓN

El programa del Ejercicio Profesional Supervisado, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, busca brindar el apoyo necesario a las comunidades que no cuentan con servicios básicos y de infraestructura, como agua potable, servicios de salud, puentes, escuelas etc. Por lo anteriormente mencionado, en este caso en el municipio de Jalapa del departamento de Jalapa, surge la necesidad de diseñar para la aldea Miramundo un sistema de introducción de agua con su sistema de cloración para eliminar cualquier parásito o bacteria que pueda afectar la salud de los habitantes de la comunidad.

Asimismo para lograr el desarrollo e integración de comunidades rurales en Guatemala, es importante contar con la infraestructura adecuada que facilite el acceso a dichas comunidades, es de interés para los habitantes del caserío El Sitio la construcción de un puente peatonal colgante de 30 metros de largo y 2 metros de ancho, para garantizar y salvaguardar las vidas de los vecinos.

Este trabajo de graduación tiene como objetivo principal presentar el diseño de un sistema de agua potable eficiente, y un puente peatonal colgante para el área rural, presentando también, las generalidades de la comunidad atendida.

1 INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del municipio de Jalapa

1.1.1 Ubicación y localización

El municipio de Jalapa del departamento de Jalapa se encuentra localizado aproximadamente a 172 kilómetros en dirección este-noreste de la capital de la República, y a 98 kilómetros en dirección norte.

Según el Instituto Geográfico Nacional, el parque de la cabecera se encuentra localizado a 1,361.91 metros sobre el nivel de mar, latitud 14°38'02", y longitud 89°58'52". La Aldea Miramundo del municipio de Jalapa, se encuentra localizada a 28 kilómetros de la cabecera departamental con una elevación de 2,108 metros sobre el nivel del mar, latitud 14°32'29", y longitud 90°06'56". El caserío El Sitio se encuentra localizado a 2.5 kilómetros de la cabecera departamental con una elevación de 1,365 metros sobre el nivel del mar, latitud 14°39'44", y longitud 89°58'37".

1.1.2. Límites y colindancias

El municipio de Jalapa está limitado en la forma siguiente: al norte con los municipios de Sanarate y Sansare del departamento de El Progreso, al sur con el municipio de Monjas, al este con el municipio de San Pedro Pinula y San Luís Jilotepeque y al oeste con Mataquescuintla, y San Carlos Alzatate, todos del departamento de Jalapa.

La aldea Miramundo está limitada al norte con la aldea El Aguacate y el caserío La Corona, al sur con la aldea Soledad Grande del municipio de Mataquescuintla y la aldea el Astillero del municipio de Jalapa, al este con la aldea Loma de En medio, y al oeste con el caserío El Sausal de la aldea el Bosque y con el municipio de Mataquescuintla.

El caserío El Sitio está limitado al norte por la aldea Achiotes Jumay y el Río Jalapa, al sur con la Colonia Linda Vista de la cabecera municipal de Jalapa, al este con la aldea Sansayo y al oeste con el caserío Quebrada Onda y el municipio de Jalapa.

1.1.3. Extensión

El Municipio de Jalapa del departamento de Jalapa, cuenta con una extensión territorial de 554 km². Conforme a datos proporcionados por el Instituto Nacional de Transformación Agraria (INTA).

1.1.4. Clima

En cuanto al clima del municipio de Jalapa y que es el resultado de la acción de muchos factores como la humedad, los vientos, la precipitación, la altura sobre el nivel del mar (SNM), las montañas, etc. El clima de la cabecera municipal está clasificado como templado húmedo semi-seco, de la misma manera se clasifica el clima del caserío El Sitio, porque existe poca distancia entre este y la cabecera municipal de Jalapa.

Además, el municipio de Jalapa cuenta con regiones sumamente frías, como la Aldea Miramundo con una altura de 2,108 mts. sobre el nivel del mar.

1.1.5. Población e idioma

Según los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en el año 2002, el municipio de Jalapa del departamento de Jalapa cuenta con 23,256 viviendas y 105,796 habitantes, de los cuales 51,566 son hombres y 54,230 mujeres, compuesto de niños, adultos y ancianos.

La aldea Miramundo cuenta con 214 viviendas con un total de 1,400 habitantes, compuesto de niños, adultos y ancianos.

El caserío El Sitio cuenta con 25 viviendas con un total de 150 habitantes, compuesto de niños, adultos y ancianos. Del total de los habitantes del municipio de Jalapa el 99% hablan el Idioma Español.

1.1.6. Suelo y topografía

En el departamento de Jalapa los suelos iniciaron su formación en el Período Terciario, por contener restos de Rocas Volcánicas sin dividir predominantemente Mio-Plioceno, incluye tobas, colados de lava, material y sedimentos volcánicos, esto para la mayoría del territorio, sufriendo también transformaciones en el Período Cuaternario y con Aluviones Cuaternarios. El suelo y subsuelo abundan en riquezas, sin mayor explotación a la fecha. Produce en excelentes condiciones los cultivos propios de clima caliente, templado y frío, así como la crianza de ganado vacuno, caballar y porcino.

El departamento de Jalapa es bastante montañoso y quebrado, por la parte sur está un ramal de la cordillera Sierra Madre, que se bifurca en la vecindad de la cabecera de Chimaltenango y que penetra al departamento en

su dirección hacia el este, por Mataquescuintla, La Soledad, Araisapo, San Pedro Pinula y San Luis Jilotepeque, a la que se le da conforme a la tradición del país, diversos nombres locales según sus montañas. Contiene altiplanicies y valles hermosos como los de Jalapa y San Pedro Pinula, donde tienen su asiento estas poblaciones, así como los incuestionables ricos valles de Monjas, Achiotes, Estancia, Garay, Jutiapilla y Santo Domingo. Cadenas de cerros, colinas, desfiladeros y barrancos cubiertos de variada vegetación han llenado en su mayor parte el territorio del departamento, aunque en la actualidad muchos de sus bosques han sido talados y han contribuido con ello a que en general sea más escaso de aguas corrientes. También cuenta con los volcanes Jumay, Alzatate, Tahual y Monterrico.

1.1.7. Vías de acceso

El municipio de Jalapa del departamento de Jalapa cuenta con 2 vías de acceso principales las cuales comunican a la cabecera departamental con la ciudad capital, una de ellas lo hace por la vía Sanarate, el Progreso, y la otra por la vía de Jutiapa, comunicando también a la cabecera departamental con los diferentes municipios que se encuentran localizados sobre la ruta y con otros municipios los cuales cuentan con rutas de acceso que están conectadas con dichas rutas.

La aldea Miramundo cuenta con dos vías de acceso, una de ellas conduce al municipio de Mataquescuintla del departamento de Jalapa, la cual tiene parte de asfalto y terracería, y la otra vía de acceso es a través de la carretera que conduce al municipio de San Carlos Alzatate del departamento de Jalapa, esta vía consta de parte asfaltada y parte de terracería.

El caserío El Sitio cuenta sólo con una vía de acceso, la cual es de terrecería y cruza el cause del río Jalapa.

1.1.8. Servicios públicos

El municipio de Jalapa del departamento de Jalapa, en la cabecera departamental cuenta con los siguientes servicios públicos: Transporte urbano y extra urbano, Agua potable, Energía eléctrica, Bancos, Mercado, correos y telégrafos, escuelas, institutos, universidades, radios, empresa de cable para TV., Hospitales, servicio de drenajes, centros de salud, bibliotecas, telefonía pública , telefonía celular, telefonía residencial, rastro municipal, etc.

1.1.9. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos y de infraestructura del lugar

La municipalidad de Jalapa preparó el Plan de Desarrollo Municipal. Este documento representa una dinámica de administración municipal. En el se planifica la inversión en función de la priorización de los problemas y necesidades de la población. Con base en ese Plan, se formula una propuesta de inversión para cada año, de los cuales se eligieron los siguientes dos proyectos:

1. Sistema de Agua Potable para la Aldea Miramundo
2. Puente Peatonal Colgante para el Caserío El Sitio

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño del sistema de agua potable para la aldea Miramundo

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del sistema de agua potable, con el cual se pretende beneficiar a los pobladores de la aldea Miramundo, quienes son los que demandan tal servicio, ya que es de vital necesidad para su subsistencia. Debido a que en la actualidad la mayoría de viviendas de la aldea no cuentan con este servicio, y las que cuentan es por que la misma comunidad lo ha llevado a través de manguera o poliducto hasta algunas viviendas, sin que éste cuente con algún método de desinfección adecuado, con la realización de dicho proyecto se pretende reducir al máximo las enfermedades gastrointestinales producidas por el consumo de aguas contaminadas.

2.1.2 Caudal de aforo

En el aforo se determina el caudal de una fuente. Para este caso se utilizó el método volumétrico, el cual consiste en definir el tiempo en que se llena un recipiente con un volumen conocido. Se realizaron las mediciones, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla I. Datos del caudal de aforo

CAUDAL DE AFORO

Fecha de aforo: 20/02/2007.

Volumen de recipiente: 10 Litros.

FUENTE	TIEMPO 1 (SEG.)	TIEMPO 2 (SEG.)	TIEMPO 3 (SEG.)	CAUDAL DE AFORO (LTS./SEG.)
1	8.21	8.12	8.17	1.22
2	11.23	11.01	11.15	0.90
3	8.85	8.72	8.90	1.13

CAUDAL TOTAL 3.25 Lts/seg.

2.1.3 Calidad del agua

La calidad natural del agua varía en razón del lugar, la estación del año, uso de la tierra, el clima y las diferentes clases de roca del suelo que el agua remueve. La calidad del agua se exige de acuerdo al uso que se le asignará, en este caso, para consumo humano, por lo que debe ser sanitariamente segura. Para ello, debe cumplir con las normas de calidad físico químicas y bacteriológicas, lo cual se demuestra en el análisis de laboratorio, como lo establece el artículo 88 del Código de Salud. En efecto, para determinar la calidad sanitaria del agua es necesario efectuar un análisis físico químico y un examen bacteriológico bajo las normas COGUANOR NGO 29001, mientras que el muestreo para los mismos debe realizarse bajo las especificaciones COGUANOR NGO 29002 h18 y 29002 h19, respectivamente.

2.1.3.1 Análisis bacteriológico

El objetivo principal de este análisis, es indicar el grado de contaminación bacteriana y principalmente con materia fecal, para lo cual se busca la presencia del grupo coliforme, que comprende los bacilos, Escherichia Coli y el Aerobater Aerógenes.

Los resultados del examen bacteriológico indican: **NO ES POTABLE.** Según NORMA COGUANOR NGO 29001 (ver resultados en apéndice).

2.1.3.2 Examen físico químico

El análisis físico sirve para medir y registrar aquellas propiedades que pueden ser observadas por los sentidos, como aspecto, color, turbiedad, olor, sabor, PH, temperatura y conductividad eléctrica. El análisis químico tiene el propósito de determinar las cantidades de minerales y materia orgánica existentes en el agua, que afectan su calidad, como lo son: amoníaco, nitritos, nitratos, cloro residual, manganeso, cloruros, fluoruros, sulfatos, hierro total, dureza total, sólidos totales, sólidos volátiles, sólidos fijos, sólidos en suspensión, sólidos disueltos y también su alcalinidad (clasificación). El resultado del laboratorio, desde el punto de vista físico químico sanitario, indica: **pH NO CUMPLE.** Según NORMA COGUANOR NGO 29001 (ver resultados en apéndice).

2.1.4 Levantamiento topográfico

Los trabajos de topografía consistieron en el levantamiento de la línea de conducción, la red de distribución, zona del tanque de almacenamiento, y en el área de las posibles obras de arte. Los levantamientos topográficos para

acueductos rurales contienen las dos acciones principales de la topografía las cuales son: planimetría y altimetría. Los cuales pueden ser de 1er., 2do. y 3er. Esto dependiendo de las características del proyecto y las normas que el diseñador utilice. En la realización de este proyecto se utilizó una topografía de segundo orden.

Los resultados del trabajo de campo se plasman en la libreta de topografía, para la línea de conducción, la red de distribución, zona del tanque de almacenamiento, y en el área de las posibles obras de arte; para el levantamiento topográfico se utilizó un teodolito, un trípode, un estadal, una cinta métrica, plomadas y estacas.

2.1.4.1 Altimetría

En esta fase se obtienen los datos para identificar los diferentes niveles del terreno con la ayuda del equipo de topografía antes mencionado. Para determinar las diferencias de nivel entre dos puntos se utilizará la siguiente fórmula.

$$COTA = 2 * \left[\left(\frac{1}{2} * DH \right) * (\cos \beta) \right] + hi - hm$$

Donde:

hi = Altura del Instrumento (m).

hm = Hilo medio (m).

DH = Distancia horizontal (m).

β = Ángulo Vertical (grados).

2.1.4.2 Planimetría

El levantamiento planimétrico se ejecutó como una poligonal abierta, utilizando para ello el método de conservación de Azimut con vuelta de campana.

Las distintas horizontales (Dh) se calcularon, según la siguiente fórmula:

$$Dh = \Delta H * 2h * \text{sen}(2\beta)$$

Donde:

ΔH = diferencia de hilos (superior – medio).

$2h$ = 2 veces la constante de lectura horizontal del aparato.

β = ángulo vertical.

2.1.5 Período de diseño

Consiste en el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio satisfactorio a la población. Para determinarlo se consideran dos aspectos principales, que son: la durabilidad de las instalaciones y su capacidad para prestar buen servicio según las condiciones previstas. El período de diseño para este proyecto, debido a que es un sistema por gravedad, se considera de 20 años de funcionamiento y 1 año de ejecución, dando así, un período total de diseño de 21 años.

2.1.6 Población

Anteriormente se definió el período de diseño para este proyecto, por lo que es necesario hacer el cálculo de la población futura a 21 años. Aunque

existen varios métodos para obtener una proyección del crecimiento poblacional, se recomienda utilizar el método geométrico.

2.1.6.1 Población actual

Para el efecto se utiliza la población actual que registra el último censo, realizado en la comunidad por el Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.), el cual es de 1,400 habitantes, En el levantamiento topográfico se registraron 214 viviendas.

2.1.6.2 Población futura

La tasa de crecimiento poblacional promedio anual es de 2.6 %, según los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.), el cálculo de la población futura se realizará con la fórmula de crecimiento geométrico:

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

Donde:

Pf= Población Futura (hab.).

Pa= Población actual (hab.).

r= Tasa de crecimiento promedio anual (%).

n= Período de diseño (años).

$$P_f = 1,400 * \left(1 + \frac{2.6}{100}\right)^{21} = 2,401 \text{ habitantes}$$

2.1.7 Dotación

Es la cantidad de agua que se le asigna a cada habitante de una población en un día, para asignar esta dotación deben tomarse en cuenta los siguientes factores: magnitud de la fuente, gastos domésticos, industriales, comercial y público, pérdidas y desperdicios, condiciones climatológicas, condiciones económicas, costumbres. Tomando en cuenta lo anterior se asigna una dotación de 90 Lts/hab/día.

2.1.8 Determinación de caudales

2.1.8.1 Consumo medio diario

Conocido también como caudal medio, es la cantidad de agua que consume una población en un día. Se obtiene del promedio de consumos diarios durante un año, pero cuando no se cuenta con registros de consumo diario, se puede calcular en función de la población futura y de la dotación asignada en un día.

Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_m = \frac{(P_f [\text{hab}] * \text{Dot} [\text{Lts} / \text{hab} / \text{dia}])}{86,400 [\text{seg} / \text{dia}]}$$

$$Q_m = \frac{(2,401 \text{hab} * 90 [\text{Lts} / \text{hab} / \text{dia}])}{86,400 [\text{seg} / \text{dia}]} = 2.5 \text{Lts} / \text{seg}.$$

2.1.8.2 Consumo máximo diario

Es conocido como caudal de conducción, es el consumo máximo de agua que puede haber en 24 horas, observado durante un año y regularmente sucede cuando hay actividades en las cuales participa la mayor parte de la población, el cual no incluye gastos causados por incendios. Cuando no se cuenta con información de consumo diario, éste se puede calcular con un porcentaje denominado factor de día máximo (Fdm). Este factor en área rural está comprendido dentro los valores siguientes: 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes, y de 1.2 a 1.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes. Tomando en cuenta el clima, el nivel socioeconómico y la cantidad de habitantes, se determina que el factor de día máximo es de 1.2.

$$Q_{md} = Q_m \left[\frac{Lts}{Seg} \right] * Fdm$$

$$Q_{md} = 2.5 \frac{Lts}{Seg} * 1.2 = 3 \frac{Lts}{Seg}$$

2.1.8.3 Consumo máximo horario

Conocido también como caudal de distribución, es el consumo máximo en una hora del día, el cual se obtiene de la observación del consumo durante un período equivalente a un año. Si no se tienen registros, se puede obtener multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima.

El factor de hora máxima (Fhm) está comprendido en el área rural entre los valores siguientes: 2.0 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes, y de 2 a 3.0 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes.

Tomando en cuenta el clima, el nivel socioeconómico y la cantidad de habitantes, se determina que el factor de hora máxima es de 2.0

$$Q_{mh} = Q_m \left[\frac{Lts}{Seg} \right] * Fmh$$

$$Q_{md} = 2.5 \frac{Lts}{Seg} * 2 = 5 \frac{Lts}{Seg}$$

2.1.8.4 Consumo instantáneo

Este es el caudal que en determinado momento los usuarios hacen uso del servicio en forma simultánea.

K = 0.15 < 55 viviendas

K = 0.20 > 55 viviendas

Siendo n = No. de viviendas:

Qi= caudal instantáneo

$$Q_i = K(n-1)^{1/2}$$

En este caso por ser un proyecto en el área rural no es necesario el cálculo de consumo instantáneo.

2.1.9 Captación

Es la estructura que recolecta el agua proveniente de la fuente. Se deberán mantener las condiciones naturales del sitio de captación. Por seguridad, la cota superior de la tubería de salida debe estar a un nivel inferior

de la cota de brote. Para este proyecto la fuente de captación será en un manantial.

2.1.9.1 Manantiales

Se puede definir al manantial como un lugar donde se produce el afloramiento natural de agua subterránea. Por lo general, el agua fluye a través de una formación de estratos con grava, arena o roca fisurada. En los lugares donde existen estratos impermeables, éstos bloquean el flujo subterráneo de agua y permiten que aflore a la superficie. Los manantiales se clasifican por su ubicación y su afloramiento. Por su ubicación son de ladera o de fondo; y por su afloramiento son de tipo concentrado o difuso. En los manantiales de ladera el agua aflora en forma horizontal; mientras que en los de fondo el agua aflora en forma ascendente hacia la superficie. Para ambos casos, si el afloramiento es por un solo punto y sobre un área pequeña, es un manantial concentrado y cuando aflora el agua por varios puntos en un área mayor, es un manantial difuso. Para este proyecto los manantiales con que se cuentan son de ladera y de tipo concentrado.

Previo a una captación en un manantial se requiere realizar previamente una investigación sobre sus caudales y sobre la calidad de su agua. Si el manantial se enturbia inmediatamente después de una lluvia fuerte, es señal inconfundible de que el efecto filtrante del terreno es insuficiente. Si el manantial se alimenta con aguas procedentes de una grieta o de aguas subterráneas de una cuenca pequeña, sus condiciones higiénicas pueden ser dudosas. La tipología de la captación de un manantial varía según el tipo de afloramiento, generalmente se conducen a un pequeño depósito enterrado que da al agua un tiempo de permanencia de 5 a 30 minutos para pasar

seguidamente a la tubería de conducción que la transportara hacia el tanque de distribución, en donde se le implementara el tratamiento respectivo.

2.1.10 Especificaciones para el diseño

Esfuerzo máximo del concreto	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Esfuerzo de fluencia del acero	$f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$
Peso específico del concreto	$\gamma_c = 2,400 \text{ kg/m}^3$
Peso específico del concreto ciclópeo	$\gamma_{cc} = 2,500 \text{ kg/m}^3$
Peso específico mínimo piedra bola (ver pág. 41)	$\gamma_{pb} = 1,390 \text{ kg/m}^3$
Tubería P.V.C.	Clase= 160 (160PSI)
Capacidad soporte del suelo	$V_s = 10 \text{ ton/m}^2$
Población inicial	$P_o = 1,400 \text{ hab.}$
Población futura	$P_f = 2,401 \text{ hab.}$
Dotación	$D = 90 \text{ Lts/hab/día}$
Consumo medio diario	$Q_m = 2.5 \text{ Lts/seg}$
Consumo máximo diario	$Q_{md} = 3 \text{ Lts/seg}$
Consumo máximo horario	$Q_{mh} = 5 \text{ Lts/seg}$

2.1.11 Diseño de línea de conducción

Para el diseño de la línea de conducción se utilizará la ecuación de Hazen Williams. La longitud de diseño de toda la tubería se debe de incrementar de un 3 a un 5%, en este caso se incrementó en un 5%, que es la incertidumbre al considerar la pendiente del terreno y las condiciones de accesibilidad en el momento de ejecutar el proyecto. A continuación se diseña la línea de conducción de la caja reunidora de caudales número 2 al tanque

de distribución, la caja reunidora de caudales se encuentra ubicada en la E-3 y el tanque de distribución se encuentra ubicado en la E-14 respectivamente.

Datos del tramo:

Longitud = 1,108 metros (incluye un 5% de factor de ondulación)

Caudal = 3 litros / segundo

C = 150 (P.V.C.)

Cota E-3 = 993.13 metros

Cota E-14 = 985.53 metros

Primero se calcula la carga disponible o diferencia de nivel entre las estaciones, es decir:

$$H_f = Cota_{E-3} - Cota_{E-14}$$

$$H_f = 993.13 - 985.53 = 7.6 \text{ metros}$$

A la diferencia de niveles se le restarán 5 metros, para que en la entrada al tanque de distribución se tenga una presión de 5 metros columna de agua.

$$H_f = 7.6 - 5 = 2.6 \text{ metros}$$

Para esta carga disponible, se obtendrá un diámetro teórico, despejando de la fórmula Hazen Williams, el diámetro, se sustituyen los datos, dando como resultado lo siguiente:

$$D_{teorico} = \left(\frac{1743.811 * Q^{1.85} * L}{C^{1.85} * H_f} \right)^{1/4.87} ; \text{ sustituyendo datos obtenemos:}$$

$$D_{teorico} = \left(\frac{1743.811 * (3)^{1.85} * 1,108}{(150)^{1.85} * 2.6} \right)^{1/4.87} = 3.63 \text{ pulg}$$

Este resultado se aproxima a un diámetro comercial superior e inferior, calculando para cada diámetro la pérdida de carga, y se selecciona el diámetro que de mejor resultado al diseño hidráulico. En este caso se calcula la pérdida por fricción para un diámetro de 4 y 3 pulgadas, de los cuales el diámetro interno tiene un valor de 4.154 y 3.23 pulgadas respectivamente, debido a que se requiere una pérdida pequeña, pues la diferencia de nivel es de 2.6 metros, y así poder garantizar que el agua llegue al tanque de almacenamiento.

$$H_f = \frac{1743.811 * Q^{1.85} * L}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Pérdida de carga para diámetro de 4 pulgadas

$$H_{f4} = \frac{1743.811 * (3)^{1.85} * 1,108}{(150)^{1.85} * (4.154)^{4.87}} = 1.35 \text{ metros}$$

Pérdida de carga para diámetro de 3 pulgadas

$$H_{f3} = \frac{1743.811 * (3)^{1.85} * 1,108}{(150)^{1.85} * (3.23)^{4.87}} = 4.60 \text{ metros}$$

En el cálculo anterior se observa que la pérdida de carga con el diámetro mayor es menor, tomando en cuenta que se tiene poco desnivel entre la captación y el tanque de distribución, se toma el diámetro mayor que es 4 pulgadas para colocarlo al inicio y el resto se hará con un diámetro de 3 pulgadas, para los cuales se calcula su longitud a continuación:

$$\frac{H_f - H_{f1}}{L_2} = \frac{H_{f2} - H_{f1}}{L}$$

De donde :

$$L_2 = \frac{(Hf - Hf_1) * L}{Hf_2 - Hf_1}$$

Para tubería de 4 pulgadas

$$L_1 = \frac{(2.6 - 4.6) * 1,108}{1.35 - 4.6} = 682 \text{ metros}$$

$$L_2 = L - L_1 \qquad L_2 = 1,108 - 682 = 426 \text{ metros}$$

Cálculo de pérdidas reales en las tuberías

$$Hf_4 = \frac{1743.811 * 682 * (3)^{1.85}}{(150)^{1.85} * (4.154)^{4.87}} = 0.83 \text{ metros}$$

$$Hf_3 = \frac{1743.811 * 426 * (3)^{1.85}}{(150)^{1.85} * (3.23)^{4.87}} = 1.77 \text{ metros}$$

$$Hf = Hf_4 + Hf_3 = 0.83 + 1.77 = 2.6 \text{ metros}$$

2.1.12 Determinación del volumen del tanque de distribución

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución, se calculará de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas, el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y UNEPAR recomienda utilizar en sistemas por gravedad de 25 a 40% del consumo medio diario estimado y sistemas por bombeo de 40 a 65%. Para este proyecto se construirá un tanque de almacenamiento con muros y cimientado de concreto ciclópeo y una losa en dos sentidos simplemente apoyada, que sea capaz de almacenar el 40% del consumo medio diario estimado.

El volumen de almacenamiento se calcula por la expresión:

$$\text{Volumen} = 40 \% * Q_m$$

Sustituyendo.

$$Q_m = 2.5 \text{ Lts/s}$$

$$1 \text{ día} = 86400 \text{ Segundos}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ Litros.}$$

$$\text{Vol.} = 0.40 * \left(2.5 \frac{\text{litros}}{\text{seg.}} \right) \left(\frac{86,400}{1,000} \right) = 86.4 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 90 \text{ m}^3$$

2.1.13 Diseño del tanque de distribución

El tanque poseerá muros contruidos de concreto ciclópeo, lo cual significa que estarán hechos de piedra bola, las cuales se unirán entre sí con mezcla de concreto, utilizando una proporción 1:2:3.

Los muros del tanque estarán sometidos a fuerzas del agua y del suelo, por lo cual se procederá a realizar su diseño, tomando en cuenta las dimensiones propuestas.

2.1.13.1 Diseño estructural de la cubierta

Para el diseño de la losa que conforma la estructura de cubierta, fue necesario colocar una viga principal en el centro de la misma, quedando dos losas simétricas con las siguientes dimensiones 5.3 mts * 5.15 mts., empleándose el método 3 de la *American Concrete Institute (ACI)*.

Descripción	Losa
A/B	0.97 > 0.5
Refuerzo	2 sentidos
Espesor (t)	10 cm.

El espesor mínimo recomendado por la ACI es de 9 cms., pero para su construcción se empleará un espesor de 10 cms.

Cargas:

Carga muerta (CM)

Son cargas que estarán durante toda la vida útil del proyecto.

$$W \text{ propio de losa} = 2,400 \text{ Kg/m}^3 * 0.1 \text{ mts.} = 240 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Sobre cargas} \quad \quad \quad 90 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Total carga muerta} \quad \quad \quad 330 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Carga muerta última (Cmu)} = 1.4 * 330 = 462 \text{ Kg/m}^2$$

Carga viva (CV)

Son cargas que soportará la losa en ocasiones eventuales, por ser solo de cubierta, se asumirá una carga viva (CV) = 80 kg/m².

$$\text{Carga viva última} = 1.7 * 80 = 136 \text{ kg/m}^2$$

Carga última (CU)

$$CU = 1.4 * CM + 1.7 * CV = 462 + 136 = 598 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$\mathbf{CU = 598 \text{ kg/m}^2}$$

➤ **Cálculo de momentos (caso seis)**

$$M_{A(-)} = A^2 (C_{A_{neg}} * CU)$$

$$M_{A(-)} = (5.15)^2 (0.075 * 598) = 1,190 \text{ kg} - m$$

$$M_{A(+)} = A^2(CADL * CMu + CALL * CVu)$$

$$M_{A(+)} = (5.15)^2(0.036 * 462 + 0.038 * 136) = 578.20 \text{ Kg} - m$$

$$M_{A(-)} = 1/3 * M_{A(+)}$$

$$M_{A(-)} = 1/3 * 578.20 = 193 \text{ Kg} - m$$

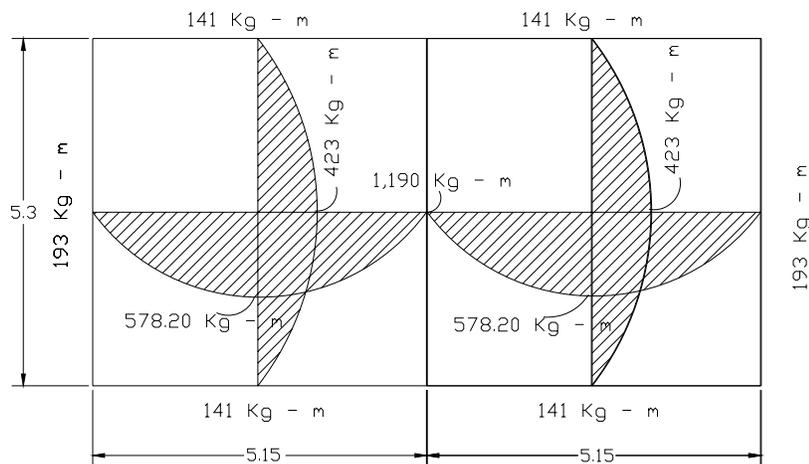
$$M_{B(+)} = A^2(CADL * CMu + CALL * CVu)$$

$$M_{B(+)} = (5.30)^2(0.024 * 462 + 0.029 * 136) = 423 \text{ Kg} - m$$

$$M_{B(-)} = 1/3 * M_{B(+)}$$

$$M_{B(-)} = 1/3 * 423 = 141 \text{ Kg} - m$$

Figura 1. Gráfica de momentos en losas



➤ **Cálculo del área de acero**

$$M_A = 1,190 \text{ Kg} - m$$

$$M_B = 423 \text{ Kg} - m$$

$$t = 10 \text{ cm}, \quad d = 10 - \text{recubrimiento} = d = 10 - 2.5 = 7.5 \text{ cm}$$

$f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ $f_y=2,810 \text{ Kg/cm}^2$

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$A_s = 6.75 \text{ cm}^2$ para momento en A

$A_s = 2.28 \text{ cm}^2$ para momento en B

$$A_{s_{\min}} = 0.4 \rho_{\min} * b * d$$

$$\rho_{\min} = \frac{14.1}{F_y} = \frac{14.1}{2,810} = 0.005017$$

$$A_{s_{\min}} = 0.4 * 0.005017 * 100 * 7.5 = 1.50 \text{ cm}^2$$

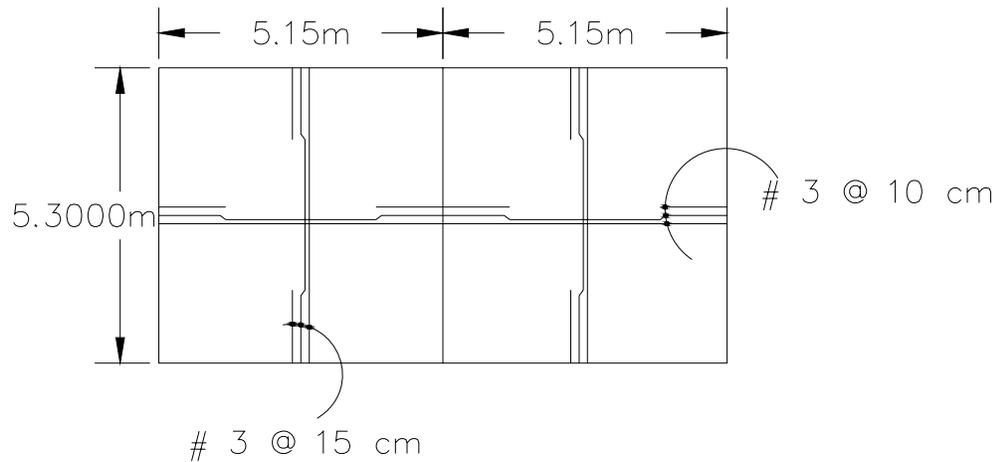
Área	Espaciamiento	
6.75 cm ²	100 cm.	} Para momento en A S = 10.52 cm
0.71 cm ²	S	

Se utilizará un espaciamento de **S = 10 cm.**

Área	Espaciamiento	
2.28 cm ²	100 cm.	} Para momento en B S = 31 cm
0.71 cm ²	S	

Se utilizará un espaciamento de **S = 15 cm.**

Figura 2. Armado de losas



➤ **Diseño de la viga principal a flexión**

Diseño a flexión

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fy = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$t = 10 \text{ cm}$$

$$\delta c = 2,400 \text{ kg/m}^3$$

$$h_{\min} = (L/16) * 0.8 = 0.05L \text{ para acero grado 40 (según ACI 318-02 Cap.10-9.5.2.2)}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$b_{\min} = 6'' = 15.24 \text{ cm (según ACI 318-02 Cap.10-9.5.2.5)}$$

$$b = 20 \text{ cm.}$$

$$\text{Rec} = 2.5 \text{ cm}$$

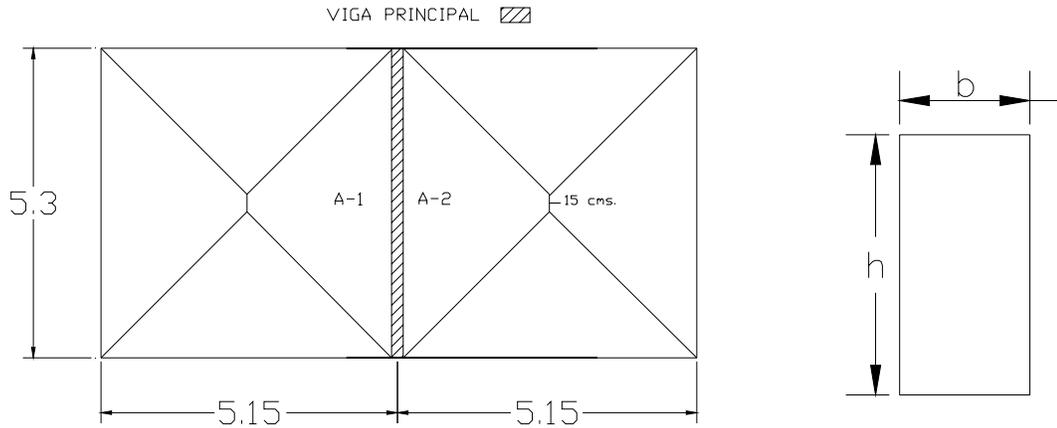
$$d = 37.5 \text{ cm}$$

$$A_T = 1/2 * (5.3 + 0.15)(2.575) * 2 = 14 \text{ m}^2$$

$$CV = 80 \text{ kg/m}^2$$

$$SC = 90 \text{ kg/m}^2$$

Figura 3. Áreas tributarias para viga y sección propuesta



Integración de cargas

$$CM_{LOSA} = 2,400 * 0.10 + 90 = 330 \frac{Kg}{m^2}$$

$$W_{CM} = \frac{330 \frac{Kg}{m^2} * 14m^2}{5.60m} + \left(2,400 \frac{Kg}{m^3} * 0.40m * 0.20m \right) = 1,017 \frac{Kg}{m}$$

$$W_{CV} = \frac{80 \frac{Kg}{m^2} * 14m^2}{5.60m} = 200 \frac{Kg}{m}$$

$$W_U = 1.7 \left(200 \frac{Kg}{m} \right) + 1.4 \left(1,017 \frac{Kg}{m} \right) = 1,763 \frac{Kg}{m}$$

Cálculo del momento último

$$M_U = \frac{\left(1,763 \frac{Kg}{m} \right) (5.60m)^2}{8} = 6,914 Kg - m$$

Cálculo del área de acero

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_s = 7.95 \text{ cm}^2$$

$$E_s = 2.03 * 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$B_1 = 0.85$$

$$\rho_b = 0.85 * B_1 * \frac{f'c}{f_y} * \frac{E_s * (0.003)}{f_y + E_s * (0.003)}$$

$$\rho_b = 0.036$$

$$\rho_{\max} = 0.5 * \rho_b \text{ (zona sísmica)} = 0.5 * 0.036 = 0.01847$$

$$A_{s,\max} = \rho_{\max} * b * d = 0.01847 * 20 * 37.5 = 13.86 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\min} = \frac{14.1}{f_y} = \frac{14.1}{2,810} = 0.005017$$

$$A_{s,\min} = \rho_{\min} * b * d$$

$$A_{s,\min} = 3.76 \text{ cm}^2$$

$$3.76 \text{ cm}^2 \leq 7.95 \text{ cm}^2 \leq 13.86 \text{ cm}^2$$

Acero cama superior

$$\rho_{\min} * b * d = 3.76 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,\min} = 2 \text{ varías No. 5} = 3.96 \text{ cm}^2$$

$$0.33 (A_s = 7.95 \text{ cm}^2) = 2.62 \text{ cm}^2$$

Acero cama Inferior

$$\rho_{\min} * b * d = 3.76 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,\min} = 2 \text{ varías No. 5} = 3.96 \text{ cm}^2$$

$$0.5 (A_s = 7.95 \text{ cm}^2) = 3.95 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{Stension}} = 7.95 \text{ cm}^2 - 3.96 \text{ cm}^2 = 3.99 \text{ cm}^2 = 1 \text{ Varilla No. 8} = 5.07 \text{ cm}^2.$$

Espaciamiento de estribos

$$\text{Corte actuante} = (1,763 * 5.6) / 2 = 4,936.4 \text{ Kg.}$$

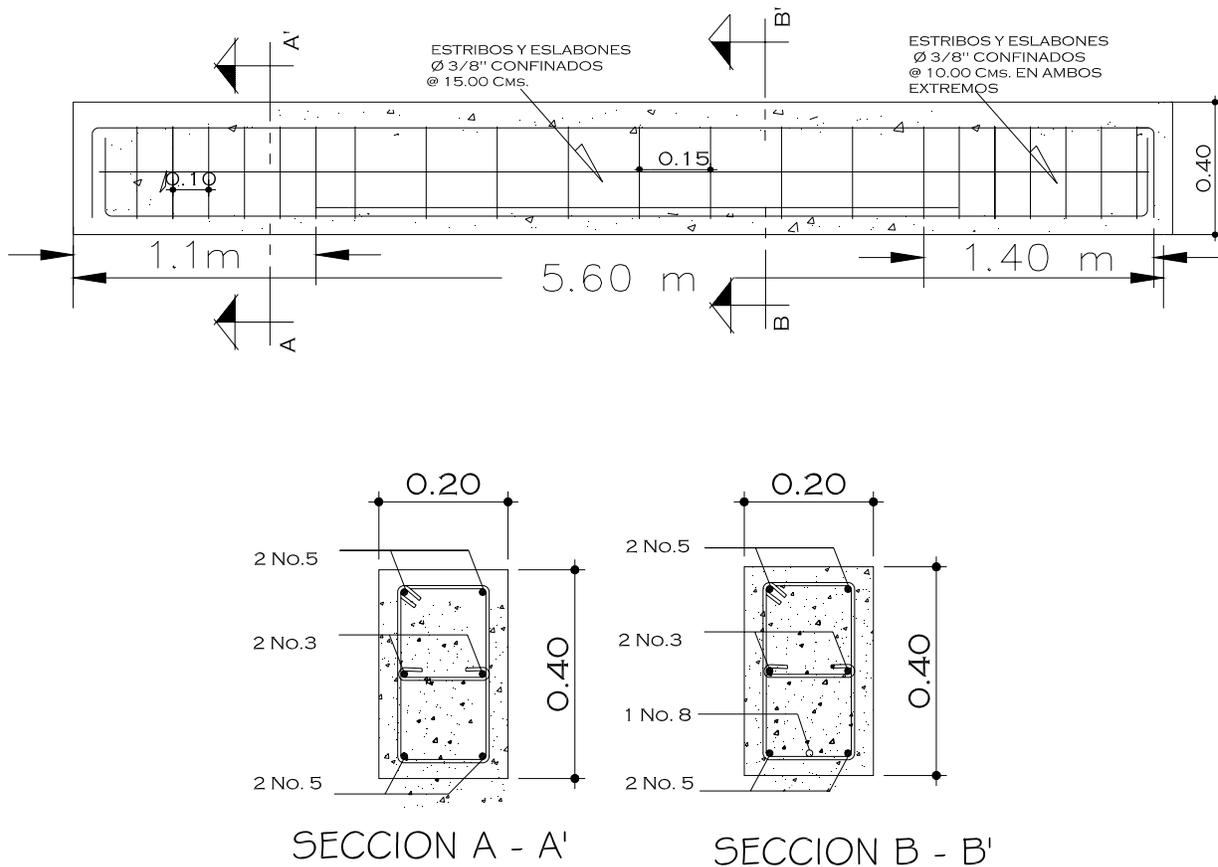
Corte resistente = $0.85 \cdot 0.53 \cdot (210 \text{ Kg/cm}^2)^{1/2} \cdot 20 \text{ cm} \cdot 37.5 \text{ cm} = 4,944 \text{ Kg}$.

$S = d/2 = 37.5 \text{ cm} / 2 = 18.75 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$.

$C_r > C_a$ **estribos No. 3 @ 15 cm.**

Armado: Colocar 4 No. 5 corridas, 1 No. 8 para tensión y estribos No. 3 @ 10 cm. En los extremos y @ 15 cm en el centro.

Figura 4. Armado de viga principal



Diseño de la viga perimetral

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$$F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$\delta_c = 2,400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Rec} = 3 \text{ cm.}$$

$$h = 25 \text{ cm.}$$

$$b = 15 \text{ cm.}$$

$$d = 22 \text{ cm}$$

$$\rho_{\min} = \frac{14.1}{f_y} = \frac{14.1}{2,810} = 0.005017$$

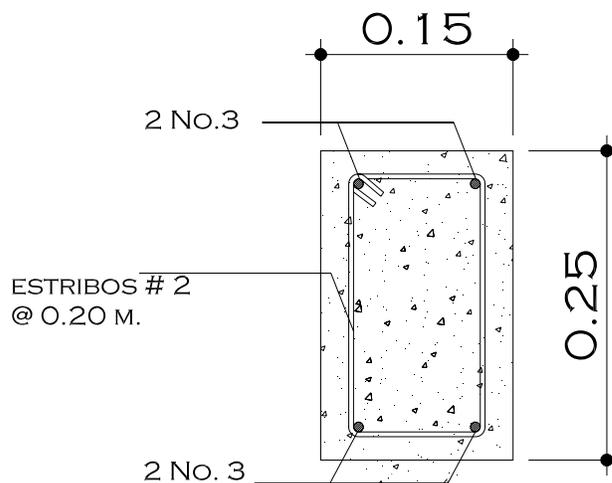
$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = 0.005017 * 15 * 22 = 1.66 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\max} = 0.5 * \rho_b * (\text{zona sísmica}) = 0.5 * 0.036 = 0.018$$

$$A_{s_{\max}} = \rho_{\max} * b * d = 0.018 * 15 * 22 = 5.94 \text{ cm}^2$$

Armado: Colocar 4 No. 3 corridas y estribos No. 2 @ 20 cm.

Figura 5. Armado viga perimetral



2.1.13.2 Diseño estructural del tanque

➤ Diseño de muros del tanque

Datos:

Peso específico del suelo (δ_s) = 1,400 Kg./m³.

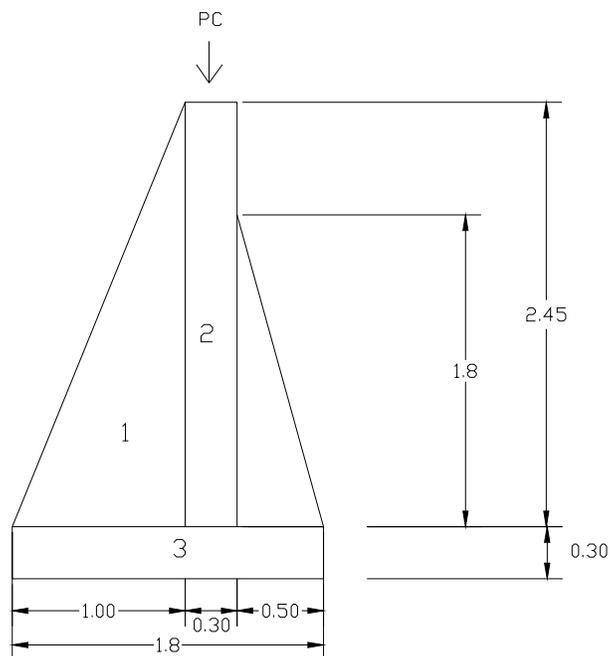
Peso específico del concreto (δ_c) = 2,400 Kg./m³.

Peso específico del concreto ciclópeo (δ_{cc}) = 2,500 Kg./m³.

Ángulo de fricción (θ) = 27°

Valor soporte del suelo (V_s) = 10 Ton/m²

Figura 6. Diagrama de fuerzas sobre las paredes del tanque



Carga uniforme distribuida (W_u)

$$W_u = W_{LOSA} + W_{VIGAPRINCIPAL} + W_{VIGADECARGA}$$

$$W_u = 1.4 * 412.5 \frac{Kg}{m} + 1.7 * 100 \frac{Kg}{m} + 1.4 * 96 \frac{Kg}{m} + 1.4 * 90 \frac{Kg}{m} = 1,008 \frac{Kg}{m}$$

Consideramos W como carga puntual (Pc)

$$P_c = 1,008 \frac{Kg}{m} * 1m = 1,008Kg$$

El momento que ejerce la carga puntual respecto de 0 es:

$$M_c = 1,008 \frac{Kg}{m} * \left(1m + \frac{0.30}{2} m \right) = 1,159.2Kg - m$$

$$\mathbf{M_c = 1,159.2 Kg - m.}$$

Fuerza activa Fa

$$F_A = \gamma_{agua} * \left(\frac{H^2}{2} \right) = 1,000 \frac{Kg}{m^3} * \frac{(1.8)^2}{2} = 1,620 \frac{Kg}{m}$$

Momento de volteo respecto de 0

$$M_{act} = F_A * \frac{H}{3} = 1,620 * \left(\frac{1.8}{3} + 0.30 \right) = 1,458Kg - m$$

$$\mathbf{M_{act} = 1,458 Kg - m.}$$

Cálculo del momento estabilizante sobre el muro del tanque de distribución.

Tabla II. Momento estabilizante en el muro

Sección	$\bar{\delta}cc * A = W(kg/m)$	Brazo (m)	MR (Kg - m/m)
1	2,500(1.22) = 3,062.5	2/3(1) = 0.67	2,051.87
2	2,500(0.73) = 1,837.5	(1+ 0.3/2) = 1.15	2,113.12
3	2,500(0.54) = 1,350	(1.8/2) = 0.90	1,215

$$\mathbf{WR = 6,250}$$

$$\mathbf{\Sigma = 5,380}$$

Carga total (WT) = W + WR

$$WT = 1,008 + 6,250 = 7,258 \frac{Kg}{m}$$

Verificación de la estabilidad contra el volteo (F_{sv}) ≥ 1.5

$$F_s = \frac{MR + MC}{M_{act}} = \frac{5,380 + 1,159.2}{1,458} = 4.48$$

$F_s = 4.48 > 1.5$ ok.

Verificamos la estabilidad contra deslizamiento (F_{sd}) > 1.5

$F_d = WT * \text{Coeficiente de fricción}$

$$F_d = 7,258 * 0.9 * Tg(27^\circ) = 3,328.32Kg$$

$$F_{sd} = \frac{F_d}{F_a} = \frac{3,328.32Kg}{1,620Kg} = 2.05$$

$F_{sd} = 2.05 > 1.5$ ok.

Verificación de la presión bajo la base del muro, $P_{max} < V_s$ Donde la excentricidad (e_x) = (Base/2) – a

$$a = \frac{MR + MC - M_{act}}{WT}$$

$$a = \frac{5,380 + 1,159.2 - 1,458}{7,258} = 0.70$$

$$e_x = \frac{base}{2} - a = \frac{1.8}{2} - 0.70 = 0.20m$$

Módulo de sección (S_x)

$$S_x = \frac{1}{6} * base^2 * long = \frac{1}{6} * (1.8)^2 * 1 = 0.54m^3$$

La presión es:

$$P_{\max} = \frac{WT}{A} + \frac{WT * e_x}{Sx} = \frac{7,258}{1.8 * 1} + \frac{7,258 * 0.20}{0.54} = 6,720.37 \frac{Kg}{m^2}$$

$$P_{\max} = 6,720.37 \text{ kg/m}^2 < 10,000 \text{ kg/m}^2$$

2.1.14 Diseño de la red de distribución

En el diseño de la red de distribución, se consideran los siguientes factores:

1. El diseño se hará para el caudal de hora máxima, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño, siempre y cuando sea mayor que el caudal simultáneo; en caso contrario se utilizará este último.
2. La distribución de gastos debe hacerse mediante cálculo, de acuerdo con el consumo real de la localidad, durante el período de diseño.
3. Se dotará del servicio de agua potable a toda la población, con conexiones domiciliarias.
4. Se deberá dotar a las redes de distribución de los accesorios, las obras de arte necesarias, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas para tal efecto, y así facilitar su funcionamiento.

Es necesario terminar los ramales abiertos en puntos de consumo, para evitar estancamientos indeseables; de lo contrario, se deberá proveer de una válvula de compuerta para la limpieza de esta tubería. Este método se utiliza

cuando el circuito no se puede cerrar, debido a condiciones topográficas o por la economía del proyecto.

A continuación se diseñará el tramo de la red de distribución que va de la caja rompe presiones a la E-19, con los siguientes datos:

Cota_{c.r.p.} = 948 metros

Cota_{E-19} = 922.28 metros

Hf = 25.72 metros

Q = 0.35 litros/segundo

C = 150 (Tubería P.V.C.)

L = 205.68 metros

$$D_{teorico} = \left(\frac{1743.811 * Q^{1.85} * L}{C^{1.85} * Hf} \right)^{1/4.87}$$

$$D_{teorico} = \left(\frac{1743.811 * (0.35)^{1.85} * 205.68}{(150)^{1.85} * 25.72} \right)^{1/4.87} = 0.71 \text{ pulgadas} = 1 \text{ pulgada}$$

$$Hf = \frac{1743.811 * Q^{1.85} * L}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$Hf = \frac{1743.811 * (0.35)^{1.85} * 205.68}{(150)^{1.85} * (1.195)^{4.87}} = 2.03 \text{ metro}$$

C_{piezométrica E-19} = 948 – 2.03 = 946.38 metros

Presión_{E-19} = 24.10 m.c.a.

$$Velocidad = \frac{1.974 * Q}{D^2}$$

$$Velocidad = \frac{1.974 * (0.35)}{(1.195)^2} = 0.48 \text{ metros / segundo}$$

La tubería a usar será: Tubería P.V.C. de diámetro de 1 de pulgada de 160 P.S.I.

2.1.15 Método de desinfección

Para este sistema se propone usar tabletas de hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO}_2)$ con no menos del 65% de ingredientes activos y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro de 3 1/8", alto 1 1/4" y un peso de 300 gramos.

El funcionamiento del hipoclorador tendrá que ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica, y deberá permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución. El rango de flujo a través del clorador deberá estar entre 5 y 20 galones por minuto.

Sus dimensiones aproximadas deberán ser de 0.30 metros de diámetro y 0.90 metros de alto, y deberá instalarse en una caja a la entrada del tanque de distribución, graduando el flujo para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución, esté entre 0.7 y 1.5 partes por millón.

La caja para el hipoclorador tiene como finalidad protegerlo y deberá tener una tapadera de registro con pasador y candado. Sus dimensiones interiores deben ser de 1.00 x 1.00 metros en planta y 1.00 metro de altura.

Según la norma COGUANOR 29001, como tratamiento preventivo contra las bacterias y virus, la cantidad mínima de cloro que se le debe aplicar al agua es de 2 p.p.m. (partes por millón), es decir, 2 gramos por metro cúbico de agua.

Para calcular el flujo de cloro (FC) en gramos/hora se utiliza la siguiente fórmula:

$$FC = Q * DC * 0.06(1)$$

Donde:

Q = caudal de agua conducida, (3 L/s) = 180 L/min

DC = demanda de cloro, 0.2 mg/L

Por lo tanto, sustituyendo estos datos en la fórmula de FC se tiene lo siguiente:

$$FC = 180 \frac{Lts}{min} * 2PPM * 0.06(1) = 21.6 \frac{gr}{hr}$$

$$FC = 21.6 \text{ gr/hr.}$$

Luego se hace la conversión para pasarlo a litros/min, obteniéndose los siguientes resultados: FC = 9.29 litros/min. Luego, se procede a calcular el tiempo que se necesita para llenar un recipiente de un litro utilizando la siguiente fórmula:

$$t = \frac{60}{SC}$$

Donde:

t = tiempo de llenado de un recipiente de un litro en segundos.

SC = flujo de solución de cloro (9.29 Lt/min).

$$t = \frac{60}{9.29} = 6.45 \text{ seg}$$

que es el tiempo en que un recipiente de un litro debe de llenarse completamente. El flujo de cloro del hipoclorador es de 21.6 gr/hr, entonces la cantidad de tabletas que se consumirán en un mes son:

$$\frac{21.6 \text{ gr}}{\text{hr}} * \frac{24 \text{ hr}}{1 \text{ dia}} * \frac{30 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} = 15,552 \frac{\text{gr}}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ tableta}}{300 \text{ gr}} = 52 \text{ tabletas}$$

Total = 52 tabletas/mes

2.1.16 Obras de arte

2.1.16.1 Válvulas de compuerta

Son las válvulas de mayor aislamiento y de mayor uso en la captación, en el tanque de distribución, en la caja rompe presión, inicio de ramales abiertos y en las conexiones domiciliarias, principalmente por su bajo costo, disponibilidad y baja pérdida de carga cuando están totalmente abiertas. Tienen un valor limitado como válvulas de control, por el desgaste del asiento, la desviación y traqueteo del disco de la compuerta, aguas abajo. Además, el área abierta y el volumen de circulación de agua por la válvula no es proporcional al porcentaje de abertura de la compuerta.

2.1.16.2 Válvulas de aire

Las líneas por gravedad tienen tendencia a acumular aire en los puntos altos. Cuando se tienen presiones altas, el aire tiende a disolverse y continúa en la tubería hasta que es expulsado, pero en los puntos altos de relativa baja presión, el aire no se disuelve creando bolsas que reducen el área útil de la tubería. La acumulación de aire en los puntos altos provoca una reducción del área de flujo del agua y consecuentemente se produce un aumento de las pérdidas y una disminución del caudal. A fin de prevenir este fenómeno deben utilizarse válvulas que ubicadas en todos los puntos altos permitirán la expulsión de aire y la circulación del caudal deseado. En el diseño de este proyecto no se incluyeron válvulas de aire debido a la poca pendiente en la línea de conducción.

2.1.16.3 Válvulas de limpieza

En las líneas de conducción con topografía accidentada existirá la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos bajos, por lo cual resulta conveniente colocar válvulas que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tubería. En el diseño de este proyecto no se incluyeron válvulas de limpieza debido a la poca pendiente en la línea de conducción.

2.1.16.4 Cajas rompe-presiones

Se utiliza para controlar la presión interna de la tubería, rompiendo o aliviando la presión en la línea de conducción o de distribución. Se evita así la falla de tubería y accesorios, cuando la presión estática de diseño iguala o supera a la presión de trabajo máxima de los mismos. La caja disipa la presión en el instante en que el agua tiene contacto con la atmósfera y disminuye súbitamente su velocidad, al haber un cambio drástico de sección hidráulica. La caja rompe presión se coloca antes de que la presión estática sobrepase los 80 m.c.a. en la línea de conducción y los 40 m.c.a. en la red de distribución. En el diseño de este proyecto fue necesario colocar una caja rompe-presiones en la red de distribución en el ramal 2 entre la E-15 y E-17.

2.1.16.5 Conexiones domiciliarias

La componen las tuberías y accesorios destinados a llevar el servicio de agua de la red de distribución al interior de la vivienda. El tipo de distribución para este proyecto es predial, lo cual consiste en que en cada vivienda se instalará un chorro.

2.1.17 Especificaciones técnicas

Son técnicas que indican las normas o requisitos para la construcción de una obra civil que debe reunir para su buen funcionamiento, en cada uno de sus componentes.

Zanjeo

El zanjeo y el relleno son actividades que deben reunir requisitos mínimos para que la tubería quede adecuadamente instalada.

El ancho mínimo debe de ser de 0.20 metros y de profundidad mínima de 0.60 metros para diámetros menores de 75 milímetros en sitios donde no es la expuesta a tránsito vehicular. En paso de calles la profundidad mínima debe de ser de 1.00 metro. La alineación de la zanja debe de ser adecuada evitando curvaturas bruscas, que permitan la flexión longitudinal del tubo.

El fondo de la zanja debe de ser continuo, relativamente liso y uniforme libre de material que impida el buen asentamiento del tubo.

Si las condiciones naturales del terreno no permiten la hechura de la zanja como se indica, puede reducirse a criterio del ingeniero supervisor, pero debe de protegerse convenientemente la tubería que quedará en ese lugar.

En el caso que no se pueda zanjeo para enterrar la tubería, esta se debe recubrir con mortero para evitar que se exponga a calor solar y evitar que el PVC se cristalice y posteriormente se fisure y hasta se llegue a romper.

Relleno

El relleno de la zanja debe de realizarse en capas, iniciando con una capa de 15 centímetros de material fino en el fondo y sobre esta, la colocación de la tubería. A continuación debe de rellenarse con capas de 15 centímetros e

irlas compactando hasta llegar al borde de la zanja, dejando el material más grueso en las partes más altas, y sobre la superficie de la zanja.

Instalación de la tubería

Se colocará el tubo en la zanja debidamente preparada, según se indicó. La unión de los tubos se hará con cemento solvente (pegamento PVC) especial para este tipo de tubería a instalar.

Se deberá cumplir con los siguientes requisitos:

a) Limpiar cuidadosamente con un wipe impregnado de thinner (solvente) las superficies a unir, eliminando con cuidado materiales extraños (aceites), todo polvo u otros similares.

b) Antes de impregnar el pegamento, verificar en seco si los tubos a unir son del mismo diámetro y si la introducción es aceptable.

c) Aplicar con brocha de tamaño adecuado una capa delgada de pegamento en la campana y una capa gruesa en la espiga.

d) Introducir la espiga del tubo o accesorio y al mismo tiempo empujarlo y girarlo un cuarto de vuelta, para obtener una distribución buena del cemento solvente en las superficies a unir. Para tener seguridad de que la espiga entró bien en la campana, es recomendable marcar en la espiga hasta donde debe de entrar en la campana y luego de pegar, verificar lo efectuado.

e) Dejarla pegar sin moverla de acuerdo a las recomendaciones del proveedor para evitar pegas defectuosas.

f) No realizar uniones en tubos que contengan agua.

g) La tubería una vez pasado el tiempo de pegado, proceder a colocarla zigzagueado dentro de la zanja para evitar contracciones y expansiones de la misma por la acción interna del fluido.

La unión de tubería de hierro galvanizado (HG) se realizará con coplas del mismo material, enrollando previamente a la rosca macho de la unión con teflón de V2" o silicona para lograr un buen sellado.

Estructura de mampostería de piedra

Son las estructuras formadas por piedra labrada o no-labrada unidas por concreto, que se utilizan para construir: tanques, cajas, muros de protección, etc. este trabajo consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción.

Piedra:

La piedra puede ser de canto rodado o material de cantera labrado o no-labrado. La piedra debe ser dura, sana, libre de grietas u otros defectos estructurales que tiendan a reducir su resistencia a la intemperie. Las superficies de la piedra deben de estar exentas de tierra, arcilla o cualquier materia extraña, que pueda obstaculizar la perfecta adherencia del mortero.

La piedra puede ser de forma cualquiera y sus dimensiones pueden variar, la menor de 10 a 20 centímetros, y la mayor de 20 a 30 centímetros. Las piedras deben de ser de material que tenga un peso mínimo de 1,390 kg/m³.

Mortero:

El motero debe de estar formado por una parte de cemento portland y por dos partes de agregado fino, proporción en volumen 1: 2 (cemento-arena).

El agregado fino debe de cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M45 (ASTM C 144).

Preparación y colocación:

Las superficies de las piedras deben humedecerse antes de colocarlas, para quitar la tierra, arcilla o cualquier materia extraña; deben de ser rechazadas las piedras cuyos defectos no se puedan remover por medio de agua y cepillo. Las piedras limpias se deben ir colocando cuidadosamente en su lugar en lo posible hiladas regladas. Las separaciones entre piedra y piedra no deben de ser menores a 1.5 centímetros, ni mayores de 3 centímetros.

Se deben de colocar las piedras de mayores dimensiones, en la base o parte inferior.

Las piedras de deben de colocar de tal forma, que no golpeen a las ya colocadas para que no alteren su posición. Si una piedra se afloja después de que el mortero haya alcanzado el fraguado inicial, se debe remover la piedra y el mortero circundante y colocar de nuevo. Elaboración y colocación del mortero: El mortero se debe de preparar en la proporción y con los materiales como se indicó, con el agua limpia exenta de sales perjudiciales al cemento, y en la cantidad necesaria para formar un mortero de tal consistencia, que se pueda manejar y extender fácilmente en las superficies de las uniones.

El mortero se debe de preparar en cantidades necesarias para su uso inmediato, siendo 30 minutos el máximo de tiempo para emplearlo y en ningún caso, se debe de permitir el retemple del mortero.

La mampostería se debe de mantener húmeda durante tres días después de haber sido terminada. No se debe de aplicar carga exterior sobre o

contra de la mampostería de piedra terminada, por lo menos durante 14 días, después de haber terminado el trabajo.

Concreto reforzado

Cemento:

El cemento a utilizar es el cemento tipo uno (1 norma).

Arena:

La arena estará compuesta de partículas duras, libre de materia orgánica. También estar libre de arcilla, mica, limo, u otras materias que puedan reducir la resistencia y durabilidad del concreto.

Piedrín:

El piedrín será de roca triturada, grava de cantera formada de partículas duras, resistentes, duraderas y limpias.

Para losas, brocales y tapaderas se usará piedrín de 1/2" a 3/4".

Acero:

El acero de refuerzo para concreto consistirá en varillas de acero grado 40 para todos de elementos. El acero de refuerzo consistirá en barras corrugadas de acero con una resistencia (F) de 2,810 Kg/cm² equivalente a 40,000 lb/pulg². El acero número dos será liso.

Concreto:

La resistencia a la compresión del concreto a utilizar será de 210 kg/cm² (3000lb/pulg²), a los veintiocho días para fines estructurales. El concreto recién colocado deberá protegerse de los rayos solares y deberá mantener un espejo de agua por lo menos durante veintiún días después de su colocación.

Formaleta

Las formaletas deben de ser suficientemente sólidas y estables para resistir la presión debida a la colocación y vibrado del concreto. El tiempo mínimo para remover la formaleta es de ocho días para mampostería y de catorce días para concreto.

2.1.18 Análisis económico

2.1.18.1 Valor presente neto (VPN)

Es una alternativa para toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de ante mano si una inversión vale la pena o no poder realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en un futuro perdidas, es muy utilizado por dos razones: la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos.

El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

$$\text{VPN} < 0 \quad ; \quad \text{VPN} = 0 \quad ; \quad \text{VPN} > 0$$

Cuando el $\text{VPN} < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos esta alertando que el proyecto no es rentable. Cuando el $\text{VPN} = 0$ nos esta indicando que exactamente se esta generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el $\text{VPN} > 0$, esta indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el porcentaje de utilidad.

Las fórmulas del VPN son:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

P = Valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente.

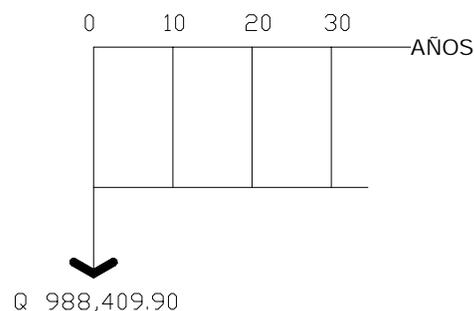
F = Valor de pago único al final del período de la operación, o valor de pago futuro.

A = Valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta, de ingreso o egreso.

i = Tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de utilidad por la inversión a una solución.

n = Período de tiempo que pretende la duración de la operación.

Figura 7. Esquema de ingresos y egresos económicos para el sistema de agua potable



$$VPN = Ingresos - Egresos$$

$$VPN = 0 - 988,409.90 = -988,409.90$$

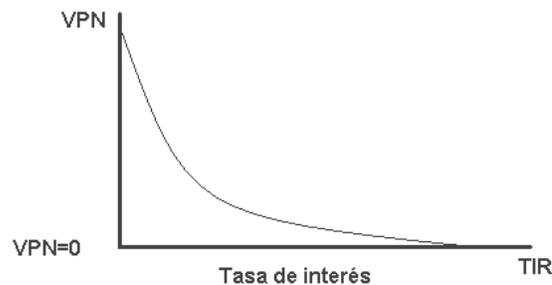
Como el VPN es menor que cero, nos indica que el proyecto no es rentable.

Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos.

2.1.18.2 Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno, como su nombre lo indica es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

Figura 8. Variación del VPN debido a la TIR



La tasa interna de retorno puede calcularse mediante las ecuaciones siguientes:

$$a) (P - L) * \left(\frac{R}{P}, i\%, n \right) + L * i + D = I$$

Donde:

P = Inversión inicial

L = Valor de rescate

D = Serie uniforme de todos los costos

I = Ingresos anuales

b) Valor presente de costos = Valor presente de ingresos

c) Costo anual = Ingreso anual

En las tres formas, el objetivo es satisfacer la ecuación, a través de la variación de la tasa de interés. La tasa de interés que cumpla con la igualdad, es la tasa interna de retorno del proyecto que se está analizando.

Como puede observarse en las tres fórmulas mencionadas, todas requieren de un valor de ingreso, y para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevé ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR mediante el uso de estas fórmulas. Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4.5%, la cual representa el costo que el Estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto.

Esta tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala que corresponde a la inversión en títulos públicos que actualmente pagan esa cantidad y es lo que le cuesta al Estado captar esos fondos para invertirlos en obra pública.

2.1.19 Evaluación ambiental inicial

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto

Tabla III. Cuadro de impactos ambientales

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Levantamiento de pequeñas cantidades de partículas de polvo y de cemento Portland en la construcción del proyecto.	En los lugares en donde se construirá dicho proyecto.	Dar un manejo adecuado al cemento y humedecer si es necesario en las áreas a excavar.
		Ruido	No aplica	No aplica	No aplica porque es una construcción nueva y no va a generar ningún tipo de ruido que pueda causar una contaminación ambiental a través de ruidos.
		Vibraciones	No aplica	No aplica	No aplica porque es una construcción nueva, y de dimensiones pequeñas.
		Olores	No aplica	No aplica	No aplica para este proyecto porque es un proyecto de infraestructura.
2	Agua	Abastecimiento de agua	Generación de gran cantidad de aguas residuales por el uso desmedido del agua.	En la comunidad que se va a abastecer.	Se utilizará únicamente la cantidad de agua necesaria, tanto para la construcción como para el consumo de la comunidad beneficiada, a través de una dotación diaria y de un control de acceso y de cuidado a las fuentes de agua.
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: el porcentaje de retorno estipulado según la dotación asignada a cada persona	En el ambiente de la comunidad que se va a abastecer.	Conducir el agua residual hacia un punto de desfogue asignado, en donde no sea fuente de infecciones ni contaminación.

Continúa

		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción
		Agua de lluvia	Captación No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: los producido por los materiales de construcción.	En toda el área de construcción del proyecto	Recolectar todos los desechos sólidos producidos, y trasportalos al depósito de basura de la comunidad.
		Desechos Peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: No aplica	Disposición No aplica	No aplica para esta construcción
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
		Modificación del relieve o topografía del área	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
		Fauna (animales)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
		Ecosistema	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción

Continúa

5	Visual	Modificación del paisaje	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción

2.1.20 Programa de operación y mantenimiento.

a) Mantenimiento preventivo

Es la acción de proteger los componentes de un sistema de agua potable, con la finalidad de:

- Evitar daños.
- Disminuir los efectos dañinos.
- Asegurar la continuidad del servicio de agua potable.

b) Mantenimiento correctivo

Se refiere a la reparación de daños de los componentes de un sistema de agua potable, los que puede suceder por:

- Accidentes naturales (crecidas de ríos, derrumbes, etc.)
- Deterioro.
- Desgaste, (daño de accesorios).

c) Mantenimiento de válvulas

La buena operación de un sistema de agua potable, requiere el mantenimiento de los diferentes mecanismos y accesorios que forman parte del acueducto. Cada tres meses se hará lo siguiente:

- Revisar si hay fugas o faltan piezas.
- Verificar el funcionamiento, abriéndolas y cerrándolas lentamente, para ver si hay fugas o si no cierran completamente.
- En ambos casos se debe reparar o cambiar la válvula defectuosa.

c.1) Válvula de chorro

Esta válvula debe funcionar sin goteo, para evitar desperdicio de agua. Para reparar una válvula de chorro debe hacerse lo siguiente:

- Cerrar el flujo con llave de paso.
- Desenroscar la corona superior con auxilio de un cangrejo.
- Revisar el empaque al final del vástago y si esta gastado o roto proceder a cambiarlo.
- Instalar el nuevo empaque.
- Colocar y ajustar la corona con el vástago.
- Verificar el funcionamiento abriendo la llave de paso.

c.2) Caja de válvulas

Cada tres meses:

- Revisar las paredes de la caja, revisar las tapaderas, revisar aldabones para candados, revisar candados y revisar si hay agua empozada.
- Reparar las fugas.
- Limpiar los candados con gas y engrasarlos
- Limpiar el piso y drenar el agua empozada.

d) Tanque de distribución

Cada tres meses:

Revisar estructuras y válvulas, como ya se explicó:

Lavar el interior del tanque, de la forma siguiente:

- Cerrar la válvula del hipoclorador.
- Abrir válvula de desagüe.
- Lavar el piso y pared con agua y cepillo de raíz o plástico.
- Aplicar suficiente agua al piso y paredes después de pasar el cepillo.
- Cerrar válvula de desagüe.
- Abrir válvula del hipoclorador.
- Abrir válvula de salida.

e) Mantenimiento del hipoclorador

Cada semana:

- Revisar la dosificación del hipoclorito en el tanque de distribución.
- Verificar que no existan fugas.
- Verificar el nivel de la solución en el depósito.

Cada tres días:

- Preparar la dosificación correspondiente.

- Limpiar el residuo existente en el fondo del hipoclorador.
- Verificar la concentración de cloro libre residual, la cual no deberá ser inferior a 0.3 miligramos por litro en la parte más lejana del proyecto.

Cada mes:

- Verificar la existencia de cloro para todo el mes próximo de operación.
- Verificar la concentración de cloro durante los primeros días para calibrar la cantidad de agua que debe ingresar al dispositivo, de tal manera que tenga la concentración de cloro libre residual no menor de 0.3 miligramos por litro en el punto más lejano de la red de distribución, se necesita tener una pesa para poder obtener la cantidad exacta de cloro que hay que agregarle al agua para obtener la cloración adecuada.

f) Mantenimiento de la línea de conducción y distribución

Cada mes:

Revisar el recorrido completamente de la línea, para:

- Verificar si hay fugas.
- Comprobar el estado de la tubería.
- Proceder a reparar las fugas en la tubería.

Para reparar daños en tubos de PVC, se necesita lo siguiente:

1. Sierra.
2. Niple PVC.
3. Solvente o pegamento.

Se procede de la siguiente forma:

- Descubrir el tubo uno o dos metros en ambos lados de la fuga.

- Cortar un pedazo de treinta centímetros aproximadamente.
- Hacerle campana con calor en ambos extremos.

Empalme de tubería:

Habiendo preparado el niple con la campana, se procede de la siguiente forma:

- Eliminar rebabas de los cortes.
- Limpiar los extremos con un trapo.
- Aplicar solvente alrededor de los extremos de la tubería.
- Aplicar solvente dentro de la campana.
- Mantener la presión y dejar secar.

2.1.21 Costo de inversión (Presupuesto)

Tabla IV. Resumen de presupuesto

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA MIRAMUNDO DEL MUNICIPIO DE JALAPA DEL DEPARTAMENTO DE JALAPA				
INTEGRACIÓN DE COSTOS GENERALES				
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
INTRODUCCIÓN DE AGUA				
PRELIMINARES				
BODEGA	m2	60.00	Q186.00	Q11,159.72
REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	4,262.22	Q1.79	Q7,621.60
TRAZO	ML	4,262.22	Q4.30	Q18,337.37
CAPTACIÓN				
CAPTACIÓN	unidad	3.00	Q17,687.56	Q53,062.67
CAJA REUNIDORA DE CAUDALES 1				
CAJA	unidad	1.00	Q14,878.58	Q14,878.58
CAJA REUNIDORA DE CAUDALES 2				
CAJA	unidad	1.00	Q14,901.53	Q14,901.53
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DIÁMETRO DE 1 1/2"				
CONDUCCIÓN	ml	80.81	Q68.44	Q5,530.89
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DIÁMETRO DE 2"				
CONDUCCIÓN	ml	91.51	Q80.31	Q7,349.02
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DIÁMETRO DE 3"				
CONDUCCIÓN	ml	369.15	Q119.68	Q44,178.14
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DIÁMETRO DE 4"				
CONDUCCIÓN	ml	686.00	Q169.56	Q116,315.20
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN				
TANQUE	unidad	1.00	Q280,344.46	Q280,344.46
RED DE DISTRIBUCIÓN DIÁMETRO DE 3"				
DISTRIBUCIÓN	ml	118.63	Q128.77	Q15,275.45

Continúa

RED DE DISTRIBUCIÓN DIÁMETRO DE 2"				
DISTRIBUCIÓN	ml	793.11	Q88.24	Q69,983.08
RED DE DISTRIBUCIÓN DIÁMETRO DE 1 1/2"				
DISTRIBUCIÓN	ml	207.00	Q77.21	Q15,983.13
RED DE DISTRIBUCIÓN DIÁMETRO DE 1"				
DISTRIBUCIÓN	ml	1,515.78	Q67.86	Q102,855.21
RED DE DISTRIBUCIÓN DIÁMETRO DE 1/2"				
DISTRIBUCIÓN	ml	400.24	Q61.66	Q24,678.04
CAJA ROMPE PRESIÓN				
CAJA	unidad	1.00	Q11,106.82	Q11,106.82
CAJA PARA VÁLVULAS				
CAJA	unidad	13.00	Q1,215.90	Q15,806.75
CONEXIONES DOMICILIARES				
DOMICILIARES	unidad	214.00	Q711.92	Q152,350.36
SISTEMA DE CLORACIÓN				
HIPLOCLORADOR	unidad	1.00	Q6,849.42	Q6,849.42
COSTO TOTAL				Q988,567.44

EL COSTO DEL PROYECTO DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA MIRAMUNDO, DEL MUNICIPIO DE JALAPA DEL DEPARTAMENTO DE JALAPA ES DE **NOVECIENTOS OCHENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS SESENTA Y SIETE QUETZALES CON 44/100 EQUIVALENTE A CIENTO VEINTINUEVE MIL TRECIENTOS NOVENTA Y TRES DÓLARES CON 65/100 (\$129,393.65)**. CON UNA TASA DE CAMBIO DE \$1.00 = Q7.64

2.2 Diseño de puente peatonal colgante para el caserío El Sitio

2.2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un puente peatonal colgante de 30 metros de longitud y 2 metros de ancho, con el cual se pretende beneficiar a los pobladores del caserío El Sitio, quienes son los que demandan tal servicio, ya que no cuentan con un puente adecuado para que las personas puedan transportarse apropiadamente. Actualmente se transportan pasando directamente por piedras sobre el cause del río, el cual está contaminado por aguas residuales que desembocan en dicho río.

2.2.2 Levantamiento topográfico

Los trabajos de topografía consistieron en el levantamiento de la sección transversal del río en donde se localizará el puente. Los levantamientos topográficos para puentes peatonales contienen las dos acciones principales de la topografía las cuales son: planimetría y altimetría. Los cuales pueden ser de 1er., 2do. y 3er. Esto dependiendo de las características del proyecto y las normas que el diseñador utilice. En la realización de este proyecto se utilizó una topografía de segundo orden.

Los resultados del trabajo de campo se plasman en la libreta de topografía; para el levantamiento topográfico se utilizó un teodolito, un trípode, un estadal, una cinta métrica, plomadas y estacas.

2.2.2.1 Altimetría

En esta fase se obtienen los datos para identificar los diferentes niveles del terreno con la ayuda del equipo de topografía antes mencionado. Para determinar las diferencias de nivel entre dos puntos se utilizará la siguiente fórmula.

$$COTA = 2 * \left[\left(\frac{1}{2} * DH \right) * (\cos \beta) \right] + hi - hm$$

Dónde:

hi = Altura del Instrumento (m).

hm = Hilo medio (m).

DH = Distancia horizontal (m).

β = Angulo Vertical (grados).

2.2.2.2 Planimetría

El levantamiento planimétrico se ejecutó como una poligonal abierta, utilizando para ello el método de radiaciones.

Las distintas horizontales (Dh) se calcularon, según la siguiente fórmula:

$$Dh = \Delta H * 2h * \text{sen}(2\beta)$$

Donde:

ΔH = diferencia de hilos (superior – medio).

$2h$ = 2 veces la constante de lectura horizontal del aparato.

β = ángulo vertical.

2.2.3 Estudio Hidrológico

2.2.3.1 Método racional

Es un método que permite determinar crecidas analizando datos de frecuencia de lluvias intensas. En este método el caudal máximo se estima por medio de la fórmula siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = caudal pico de la escorrentía (m³/s)

A = Área de la cuenca (Ha)

I = Intensidad de lluvia (mm/h)

C = Coeficiente de escorrentía; su valor está comprendido entre cero y uno, y depende de la morfometría de la cuenca y de su cobertura. Sabiendo que el área donde se va a construir el puente es para cultivos, se tiene un valor de C = 0.30

Datos:

A = 1,380 Ha²

C = 0.3 (según características generales de la cuenca)

Tiempo de concentración (Tc)

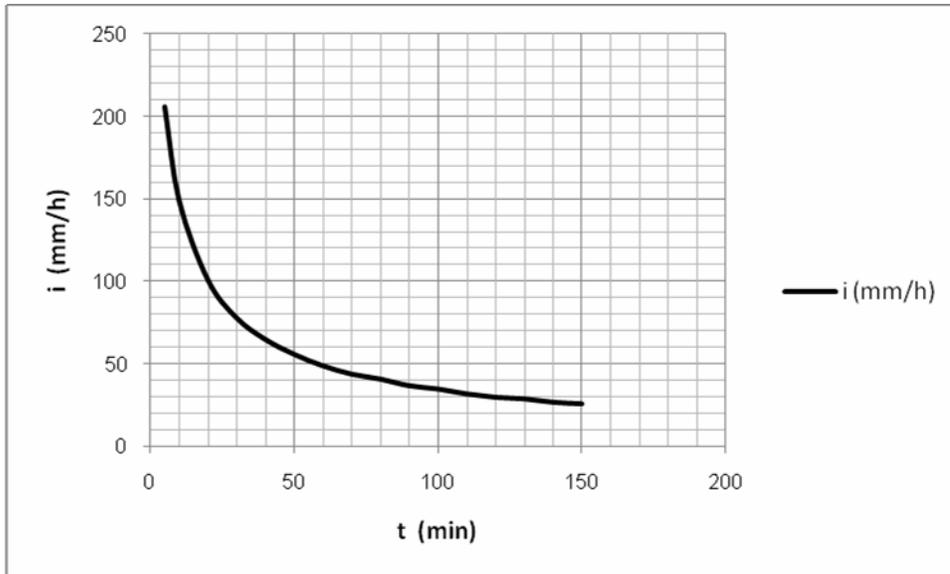
$$T_c = \frac{3L^{1.15}}{154 * H^{0.38}} \quad T_c = \frac{3(8,312.4)^{1.15}}{154(80)^{0.38}} = 118.6 \text{ min}$$

Intensidad de lluvia (i)

Para Tr = 25 años

$$i_{25} = \frac{1,010}{(t_c + 4)^{0.723}} \quad i_{100} = \frac{1,010}{(118.6 + 4)^{0.723}} = 31.21 \frac{mm}{h}$$

Tabla VI. Curva de intensidad de lluvia para Tr = 25 años



Cálculo del caudal de crecida máxima.

Cálculo de caudal Q

$$Q = \frac{0.3 * 31.21 \frac{mm}{h} * 1,380 Ha^2}{360} = 35.89 \frac{m^3}{Seg}$$

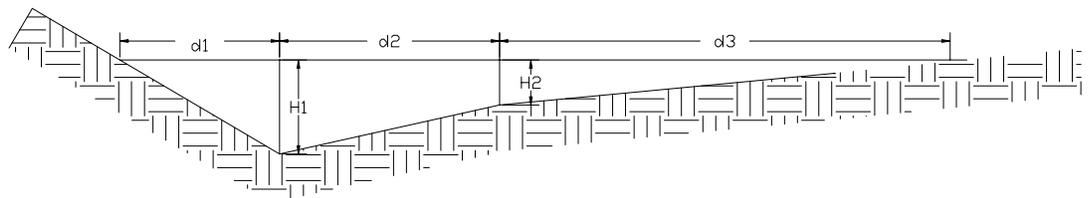
2.2.3.2 Método de sección-pendiente

Este es un método utilizado en lugares donde no es posible recabar información suficiente para un cálculo confiable.

Para obtener la crecida máxima se procede a consultar a los habitantes del lugar y a buscar señales que han dejado las crecidas anteriores.

Al definir una altura de crecida, se obtiene el valor del área de la sección, para ello se calcula el área de influencia de cada sección parcial.

Figura 9. Área de sección del río



$$A_1 = \left(\frac{d1}{2} + \frac{d2}{2} \right) * H1$$

$$A_1 = \left(\frac{3.48}{2} + \frac{4.8}{2} \right) * 2.4 = 9.94m^2$$

$$A_2 = \left(\frac{d2}{2} + \frac{d3}{2} \right) * H2$$

$$A_1 = \left(\frac{4.8}{2} + \frac{10.19}{2} \right) * 0.98 = 7.35m^2$$

$$A_{total} = A_1 + A_2$$

$$AT = 9.94 + 7.35 = 17.3m^2$$

Cálculo de la velocidad V por medio de la fórmula de *Manning*:

$$V = \frac{1}{N} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

V= Velocidad (m/s)

R= Radio hidráulico

S= Pendiente

N= coeficiente de rugosidad

Para el cálculo de la pendiente se recurrió a los datos obtenidos del levantamiento topográfico.

Datos:

Área = 17.3 m²

Pendiente = 0.6%

Coeficiente de rugosidad = 0.04

Perímetro mojado = 19.21 m

Cálculos:

$$R = \frac{A}{Pm} = \frac{17.3m^2}{19.21m} = 0.90m$$

$$V = \frac{1}{0.04} * (0.90)^{2/3} * (0.006)^{1/2} = 1.81 m/s$$

$$Q = V * A = 1.81 * 17.3 = 31.31 m^3 / s$$

El caudal obtenido servirá para determinar la altura mínima del puente sobre la crecida máxima.

2.2.4 Estudio de mecánica de suelos

2.2.4.1 Límites de Atterberg

La plasticidad es la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse, y ésta se determina mediante los límites de Atterberg, por medio de ella se mide el comportamiento de los suelos en todas las épocas del año, para el presente proyecto fue necesario conocer el valor del índice plástico para que a través de éste se pueda tener conocimiento del comportamiento del mismo y además poderle asignar un valor soporte mediante ensayos ya realizados.

Los resultados obtenidos del ensayo del laboratorio de suelos son los siguientes:

Descripción del suelo: Arcilla limosa color café oscuro.

Límite líquido (%)= 21.58

Índice plástico (%)= 11.64

Según los resultados anteriores nuestro suelo es de expansibilidad baja (ver tabla 6), es decir es una arcilla compacta por lo tanto el valor soporte del suelo oscila entre las 10 Ton/m² y 20 Ton/m², se asumirá un valor soporte de 15 Ton/m². (Ver tabla 7).

Tabla VII. Límites y expansibilidad de los suelos

<i>Contenido coloidal % < 0.001 mm</i>	<i>Límite líquido (%)</i>	<i>Límite de contracción (%)</i>	<i>Índice plástico (%)</i>	<i>Expansión (%)</i>	<i>Expansibilidad</i>
< 28	> 70	< 11	> 35	730	Muy alta
20 - 31	51 — 70	7 - 12	25 - 41	20- 30	Alta
13 -23	36 — 50	10- 16	15 - 28	10— 20	Media
< 15	20- 35	> 15	< 18	< 10	Baja

Fuente: Carlos Crespo Villalaz, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, LIMUZA, Noriega Editores. Pág. 178.

Tabla VIII. Propiedades de las arcillas

<i>N</i>	<i>En arcillas</i>		<i>∠ Ángulo de fricción interna</i>	<i>E kg/cm²</i>
	<i>qu, kg/cm²</i>	<i>Descripción</i>		
< 2	< 0.25	Muy blanda	0°	3
2 - 4	0.25 - 0.50	Blanda	0 - 2	30
4 - 8	0.50 - 1.00	Media	2 - 4	45 -90
8 - 15	1.00-2.00	Compacta	4 - 6	90 - 200
15 - 30	2.00 - 4.00	Muy compacta	6 - 12	> 200
> 30	> 4.00	Dura	> 14	

Fuente: Carlos Crespo Villalaz, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, LIMUZA, Noriega Editores. Pág. 178.

Para determinar el peso específico del suelo de hara con la siguiente fórmula

$$\gamma = (94 + 0.15 * L.L.) * 16.0184 \frac{kg}{m^3}$$

$$\gamma = (94 + 0.15 * (21.58)) * 16.0184 \frac{kg}{m^3} = 1,557.58 \frac{kg}{m^3}$$

2.2.5 Especificaciones para el diseño

Esfuerzo máximo del concreto	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Esfuerzo de fluencia del acero	$f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$
Peso específico del concreto	$\gamma_c = 2,400 \text{ kg/m}^3$
Peso específico del concreto ciclópeo	$\gamma_{cc} = 2,500 \text{ kg/m}^3$
Peso específico mínimo piedra bola (ver pág. 92)	$\gamma_{pb} = 1,390 \text{ kg/m}^3$
Peso específico del suelo	$\gamma_s = 1,557.58 \text{ kg/m}^3$
Capacidad soporte del suelo	$V_s = 15 \text{ ton/m}^2$
Esfuerzo a tensión del cable	$\sigma_t = 115,125 \text{ Lb/pg}^2$
Madera tratada con carbolíneo. (Ver propiedades en pág. 71)	

2.2.6 Diseño del caminamiento

El caminamiento del puente estará diseñado con los elementos típicos empleados en la construcción de puentes colgantes, como lo es el cable principal, el cual es de cable estructural de Norma ASTM A603 con un esfuerzo de tensión de 115,125 Lb/pg², dos cables secundarios que cumplirán la función de darle fijación al barandal, madera tratada con propiedades físicas para resistir a los esfuerzos que será sometida y a estar a la intemperie, y malla

galvanizada. Para el diseño del cable principal y los tablonés de madera es necesario conocer la carga última distribuida lo cual se hará a continuación.

2.2.7 Integración de cargas

En el diseño de puentes colgantes se consideran dos tipos de cargas verticales: la carga muerta (C_m) que está compuesta por el peso de los cables, las piezas de tablón para la pasarela y barandal, el otro tipo de carga es la viva (C_v), ésta se compone del peso de una persona, el peso de su carga, el peso de animales equinos (mulas, caballos, bestias, burros) y el peso de su carga.

Por el tipo de puente que se va a construir en el área rural las cargas se integraron de la siguiente manera.

2.2.7.1 Carga viva

Las cargas vivas son las típicas utilizadas:

Peso de la mula	=	700 lbs.
Peso de la carga de la mula	=	500 lbs.
Peso del hombre	=	200 lbs.
Peso de la carga del hombre	=	150 lbs.
		1,550 lbs.

$$1,550Lbs * \frac{1Kg}{2.2Lbs} = 704.54Kg$$

El área donde se va a distribuir la carga viva se asume del ancho del puente de 2.00 metros, se toma en consideración que en esta área el espaciamiento es permisible para un peatón y una mula.

Área de distribución: $2.00 \times 2.00 = 4.00 \text{ m}^2$.

$$C_v = \frac{704.54 \text{ Kg}}{4.00 \text{ m}^2} = 176.13 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

2.2.7.2 Carga muerta

Para un metro del puente:

3 metros de cable de 1"	= 3 x 8.4 lbs.	= 25.24 lbs.
4 metros de cable de 1/2"	= 4 x 4.5 lbs.	= 18.00 lbs.
3.28 piezas de tablón	= 3.28 x 65.81 lbs/tablón	= 215.85 lbs.
2 metros de malla galvanizada	= 2 x 7 lbs	= 14.00 lbs.
3 metros de varilla de 3/8"	= 3 x 0.82 lbs.	= 2.46 lbs.
Sobre carga	= 35 lbs.	= <u>35.00 lbs.</u>
		310.55 lbs.

$$310.55 \text{ Lbs} * \frac{1 \text{ Kg}}{2.2 \text{ Lbs}} = 141.16 \text{ Kg}$$

Área de distribución: $2.00 \text{ m.} \times 1.00 \text{ m.} = 2.00 \text{ m}^2$.

$$C_m = \frac{141.16 \text{ Kg}}{2 \text{ m}^2} = 70.58 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

2.2.7.3 Carga de impacto

La carga de impacto se determinará con la norma AASHTO 3.8.2.1 con la siguiente fórmula:

$$i = \frac{15}{\text{long}} + 38 \leq 30$$

$$i = \frac{15}{1} + 38 \leq 30$$

$$i = 53 > 30$$

Como $i > 30$, la carga de impacto será el 30% de la carga viva

$$Ci = 0.30 * 176.13 \frac{Kg}{m^2} = 52.84 \frac{Kg}{m^2}$$

2.2.7.4 Determinación de carga última

$$Cu = 1.4Cm + 1.7(Cv + Ci)$$

$$Cu = 1.4 \left(70.58 \frac{Kg}{m^2} \right) + 1.7 \left(176.13 \frac{Kg}{m^2} + 52.84 \frac{Kg}{m^2} \right)$$

$$Cu = 98.81 + 393.8 = 492.61 \frac{Kg}{m^2}$$

Para un metro de puente el área de distribución, en la que actúa la carga última (Cu) será de 2.00 metros que es el ancho del puente, de donde:

$$W = 492.61 \frac{Kg}{m^2} * 2m = 985.22 \frac{Kg}{m}$$

2.2.8 Análisis y diseño del sistema de piso

Para el diseño de este puente se utilizará madera de pino, tomando en cuenta su durabilidad y resistencia, la madera deberá ser tratada contra la pudrición con carbolíneo o a presión (wolmanizada o creosotada). Se requiere de 0.40 de solución, la cual tiene las siguientes propiedades.

Madera

Ciprés o pino

Compresión paralela a la tabla = 1,100 lbs/pg²

Compresión perpendicular a la fibra	= 325 lbs/pg ²
Peso seco aparente	= 59.5 lbs/p ³
Elasticidad	= 1.6 E+6 lbs/pg ²
σ de corte	= 100 – 120 lbs/pg ²
σ de flexión	= 1,000 – 1,200 lbs/pg ²

(Ver diseño simplificado de armaduras de techos para arquitectos y constructores p. 152).

Se colocará en forma transversal y la medida utilizada será la siguiente:

2" x 12" x 8'

Peso propio de la madera: 49.5 lbs/p³

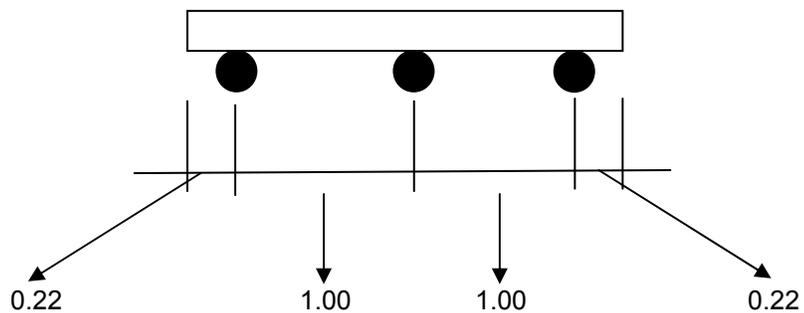
Carga muerta:

Peso propio:

$$W = \frac{2 \text{ pu lg} * 12 \text{ pu lg}}{144 \text{ pu lg}^2} * 49.5 \frac{\text{lbs}}{\text{p}^3} = 8.33 \frac{\text{Lbs}}{\text{p}} = 12.42 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

Luz de diseño para los cables del piso: 1.00 metro (luz entre cables)

Figura 10. Distribución de cables en el caminamiento



$$M1 = \frac{W * l^2}{10} (\text{tramos} - \text{continuos})$$

$$M1 = \frac{12.42 \frac{Kg}{m} * (1.0m)^2}{10} = 1.242Kg - m$$

Carga viva (de la integración de cargas)

$$W2 = \frac{W}{\# \text{ de piezas}} = \frac{985.22}{3} = 328.4Kg - m$$

$$M2 = \frac{W2 * l^2}{10} (\text{tramos} - \text{continuos})$$

$$M2 = \frac{328.4 \frac{Kg}{m} * (1.0m)^2}{10} = 32.84Kg - m$$

Momento total:

$$MT = M1 + M2$$

$$MT = 1.242 + 32.84 = 34.08Kg - m$$

Verificación de la sección:

$$V = W_{cm} * \frac{l}{2} + W_{cv} * \frac{l}{2}$$

$$V = 12.42 * \frac{1.00}{2} + 328.4 * \frac{1.00}{2} = 170.41Kg$$

Por corte:

$$V_c = \frac{\frac{3}{2} * V}{A} = \frac{1.5 * 170.41}{(0.0508)(0.3048)} = 16,508.50 \frac{Kg}{m^2}$$

$V_c < \sigma$ de corte de la madera

16,08.50 Kg/m². < 84,369.3 Kg/m².

Por flexión:

$$F = \frac{MT * t / 2}{I} = \frac{34.08Kg - m * 0.0254m}{\frac{1}{12} * (0.3048)(0.0508)^3} = 259,961.15 \frac{Kg}{m^2}$$

F < σ de flexión

$$259,961.15 \text{ kg/m}^2 < 843,693.06 \text{ kg/m}^2$$

Los esfuerzos de trabajo son mucho menores que los límites establecidos, por lo que la sección determinada es la que se utilizará.

2.2.9 Análisis y diseño del cable principal

En el diseño de este puente colgante, para el cable principal se utilizará cable estructural de Norma ASTM A603 con un esfuerzo de tensión de 115,125 Lb/pg².

De la fórmula de la tensión utilizada por la DGC se tiene:

$$T = \frac{W * L}{2} * \sqrt{1 + \frac{L^2}{16 * F^2}}$$

Donde:

L = 30.00 metros

w = 985.22 kg / m.

FLECHA

$$f' = 0.025 * 30m = 0.75m$$

$$f = 0.50 + f'$$

$$f = 0.50 + 0.75 = 1.25 \text{ metros}$$

$$T = \frac{985.22 * 30}{2} * \sqrt{1 + \frac{30^2}{16(1.25)^2}}$$

$$T = 14,778.3 * 6.08 = 89,852.06kg = 98.83$$

Factor de seguridad = 1.3

$$T_A = T * F.S. = 89,852.06Kg * 1.3 = 116,807.68Kg$$

Los cables que actualmente se encuentran en el mercado son: cables de acero de arado extra-mejorado, con alma de acero (BOA), los cuales están formados por 6 cordones de 19 hilos, el cable de 1" tiene un esfuerzo de tensión de 115,125 lb/pulg².

$$\sigma_{acero} = 115,125 \frac{lbs}{pulg^2} = 8,111.32 \frac{Kg}{cm^2}$$

El área de acero necesaria se calcula a continuación

$$\sigma = \frac{T_A}{A} \Rightarrow A = \frac{T_A}{\sigma}$$

$$A = \frac{116,807.68Kg}{8,111.32 \frac{Kg}{cm^2}} = 14.40cm^2$$

Se utilizarán tres cables de diámetro 1", cada cable tiene un área de 5.067 cm².

$$3 \text{ cables} \times 5.067 \text{ cm}^2 = 15.20 \text{ cm}^2$$

15.20 cm cuadrados es mayor que 14.40 cm cuadrados

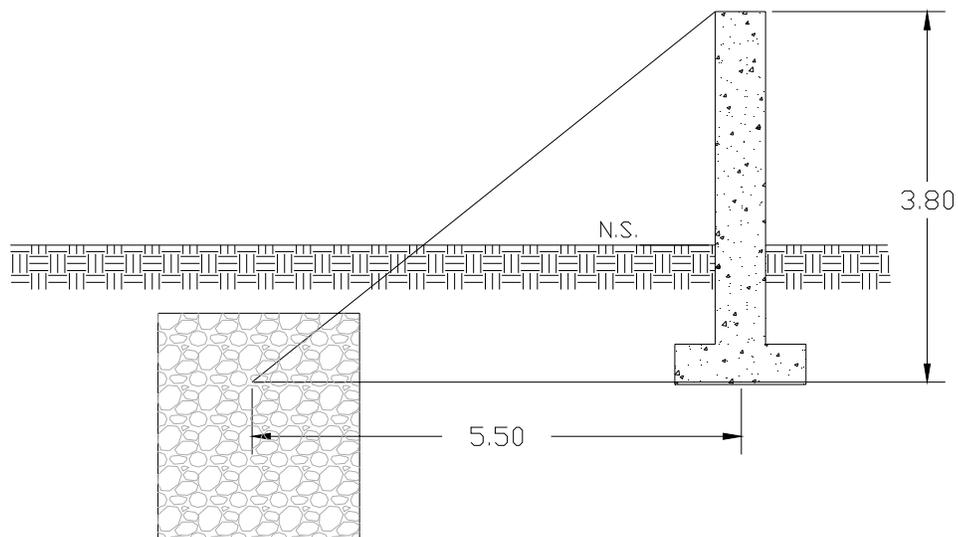
2.2.10 Análisis y diseño del anclaje.

Se asumen dimensiones de: 2.50 x 5 x 2 en metros. Es recomendable que H x B sea la sección mayor pues el empuje depende de manera directa de ésta, optimizando así las dimensiones del anclaje. Si se diseña el anclaje

cúbico requerirá un mayor volumen de concreto y por lo tanto será más oneroso.

Calculo del anclaje 1 ubicado a 5.50 metros de la E-10

Figura 11. Ilustración de anclaje y torre 1



$$\gamma_s = 1,557.58 \text{ Kg/m}^3$$

$$\gamma_{cc} = 2,500 \text{ Kg/m}^3$$

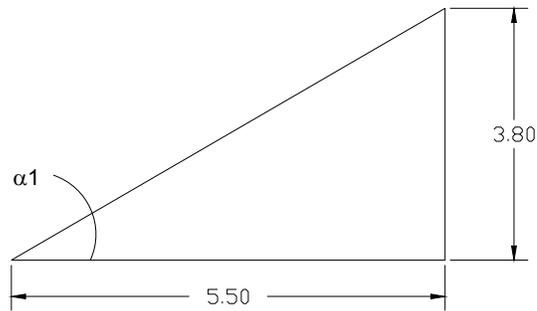
F.S= 1.5 (factor de seguridad)

$\theta = 30^\circ$ (asumido)

$K_p = 3$

$$\text{Donde: } K_p = \frac{(1 + \text{sen}30^\circ)}{(1 - \text{sen}30^\circ)} = 3$$

Figura 12. Triángulo para el cálculo del ángulo α_1



$$\alpha_1 = \text{Tg}^{-1}\left(\frac{3.80}{5.50}\right) = 34^\circ 38' 27''$$

$$T1x = T * \cos \alpha_1$$

$$T1x = 98.83\text{ton} * \cos(34^\circ 38' 27'')$$

$$T1x = 81.31\text{ton}$$

$$T1x = 73,918.68\text{Kg}$$

$$T1y = T * \text{sen} \alpha_1$$

$$T1y = 98.83\text{ton} * \text{sen}(34^\circ 38' 27'')$$

$$T1y = 56.18\text{ton}$$

$$T1y = 51,070.87\text{Kg}$$

Con las dimensiones asumidas de $b = 5$, $h = 2.50$ y $a = 2$ m, se calcula el empuje (teoría de Rankine):

$$E = \frac{1}{2} * \gamma_s * H^2 * Kp * b$$

Donde:

E = empuje

γ_s = peso específico del suelo

H = Altura del anclaje

B = largo del anclaje

$$E = \frac{1}{2} * 1,557.58 \frac{Kg}{m^3} * (3.25)^2 * 3 * 5 = 123,389.54Kg$$

Se calcula el peso del concreto ciclópeo (Wcc)

$$W_{cc} = (a * b * h) * \gamma_{cc} \frac{Kg}{m^3}$$

$$W_{cc} = (2m * 5m * 2.5m) * 2,500 \frac{Kg}{m^3} = 62,500Kg$$

Se calcula el peso del suelo (Ws)

$$W_s = (a * b * h) * \gamma_s \frac{Kg}{m^3}$$

$$W_s = (2m * 5m * 0.75m) * 1,557.58 \frac{Kg}{m^3} = 11,681.85Kg$$

Sumatoria de pesos (Wt)

$$W_t = 62,500Kg + 11,681.85Kg = 74,181.85Kg$$

Cálculo de la fricción

$$F = U * (W_t - T1y)$$

Donde:

U = 0.5 (asumido)

Wt = sumatoria de pesos

T1y = Tensión del cable

$$F = 0.5 * (74,181.85Kg - 51,070.87Kg) = 11,555.49Kg$$

$$\text{Chequeo por deslizamiento} = \frac{(E + F)}{T1x} > 1.5$$

Donde:

E = valor de empuje

F = valor de la fricción

T1x = tensión del cable

$$\frac{(123,389.54Kg + 11,555.49Kg)}{73,918.68Kg} > 1.5$$

$$1.8 > 1.5$$

Chequeo por hundimiento

Valor soporte = 15 ton/m²

Presión ejercida por el anclaje

$$P = Vol * \gamma_{cc}$$

$$P = (2.5 * 1 * 1)m^3 * (2,500)Kg / m^3 = 6,250kg$$

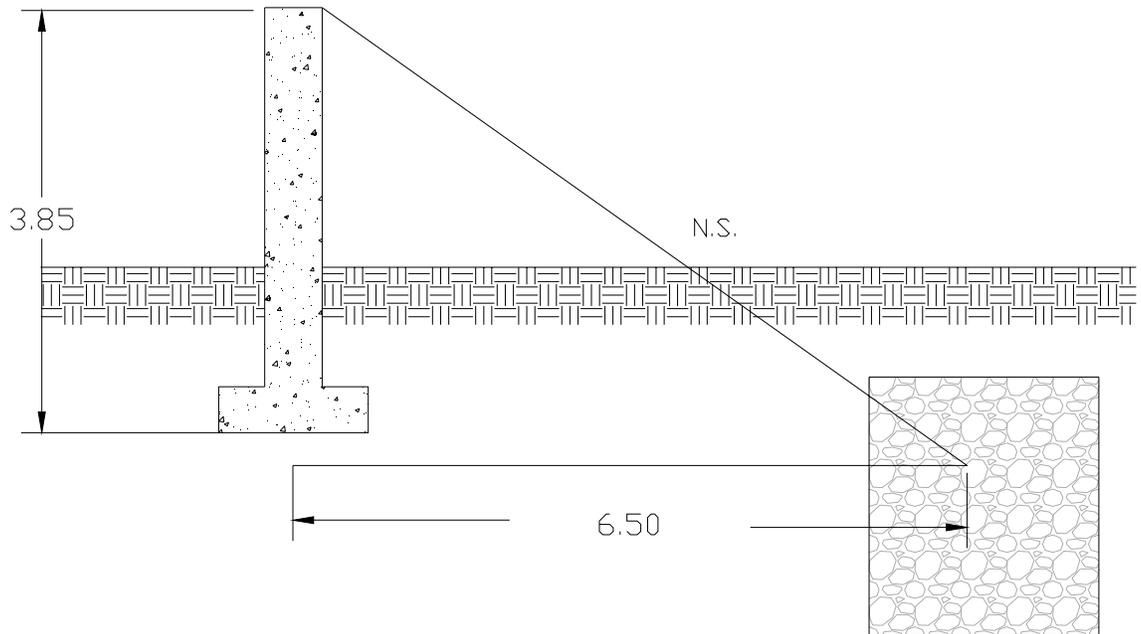
$$P = 6.25ton / m^2$$

$$P < Vs$$

$$6.5ton / m^2 < 15ton / m^2$$

Cálculo del anclaje 2 ubicado a 6.50 metros de la E-5.

Figura 13. Ilustración de anclaje y torre 2



$$\gamma_s = 1,557.58 \text{ Kg/m}^3$$

$$\gamma_{cc} = 2,500 \text{ Kg/m}^3$$

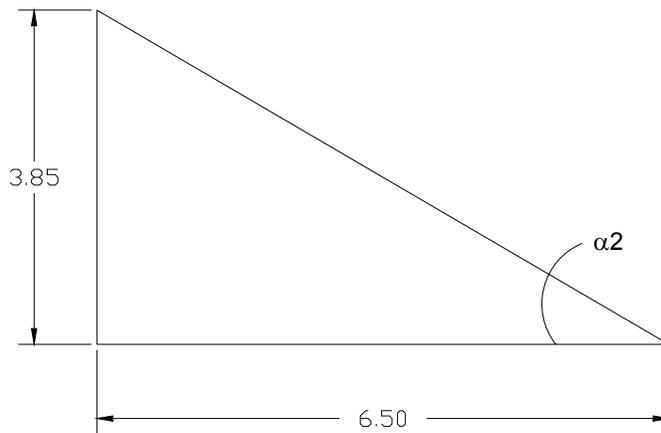
F.S= 1.5 (factor de seguridad)

$\theta = 30^\circ$ (asumido)

$$K_p = 3$$

$$\text{Donde: } K_p = \frac{(1 + \text{sen}30^\circ)}{(1 - \text{sen}30^\circ)} = 3$$

Figura 14. Triángulo para el cálculo del ángulo α_2



$$\alpha_2 = \text{Tg}^{-1}\left(\frac{3.85}{6.50}\right) = 30^{\circ}38'18''$$

$$T2x = T * \cos \alpha_2$$

$$T2x = 98.83\text{ton} * \cos(30^{\circ}38'18'')$$

$$T2x = 85.03\text{ton}$$

$$T2x = 77,303.14\text{Kg}$$

$$T2y = T * \text{sen} \alpha_2$$

$$T2y = 98.83\text{ton} * \text{sen}(30^{\circ}38'18'')$$

$$T2y = 50.37\text{ton}$$

$$T2y = 45,786.79\text{Kg}$$

Con las dimensiones asumidas de $b = 5$, $h = 2.5$ y $a = 2$ m, se calcula el empuje (teoría de Rankine):

$$E = \frac{1}{2} * \gamma_s * H^2 * Kp * b$$

Donde:

E = empuje

γ_s = peso específico del suelo

H = Altura del anclaje

B = largo del anclaje

$$E = \frac{1}{2} * 1,557.58 \frac{Kg}{m^3} * (3.25)^2 * 3 * 5 = 123,389.54Kg$$

Se calcula el peso del concreto ciclópeo (Wcc)

$$Wc = (a * b * h) * \gamma_{cc} \frac{Kg}{m^3}$$

$$Wc = (2m * 5m * 2.5m) * 2,500 \frac{Kg}{m^3} = 62,500Kg$$

Se calcula el peso del suelo (Ws)

$$Ws = (a * b * h) * \gamma_s \frac{Kg}{m^3}$$

$$Ws = (2m * 5m * 0.75m) * 1,557.58 \frac{Kg}{m^3} = 11,681.85Kg$$

Sumatoria de pesos (Wt)

$$Wt = 62,500Kg + 11,681.85Kg = 74,181.85Kg$$

Cálculo de la fricción

$$F = U * (Wt - T2y)$$

Donde:

U = 0.5 (asumido)

Wt = sumatoria de pesos

T2y = Tensión del cable

$$F = 0.5 * (74,181.85Kg - 45,786.79Kg) = 14,197.53Kg$$

$$\text{Chequeo por deslizamiento} = \frac{(E + F)}{T2x} > 1.5$$

Donde:

E = valor de empuje

F = valor de la fricción

T2x = tensión del cable

$$\frac{(123,389.54Kg + 14,197.53Kg)}{77,303.14Kg} > 1.5$$

$$1.77 > 1.5$$

Chequeo por hundimiento

Valor soporte = 15 ton/m²

Presión ejercida por el anclaje

$$P = Vol * \gamma_{cc}$$

$$P = (2.5 * 1 * 1)m^3 * (2,500)Kg / m^3 = 6,250kg$$

$$P = 6.25ton / m^2$$

$$P < Vs$$

$$6.25ton / m^2 < 15ton / m^2$$

2.2.11 Análisis y diseño de torres

Como los puntos del terreno en donde se van a colocar las torres no tienen el mismo nivel, la altura de las torres no será la misma por lo que a continuación se procede a calcular su altura, tomando en cuenta que la torre 1 ubicada en la estación 10 deberá tener una altura de 0.70 m sobre el nivel del suelo y la torre No.2 que se ubica en la estación 5 deberá tener una altura de 1.30 m sobre el nivel del suelo. Esto para que ambas queden a un mismo nivel, la altura se calculará con la siguiente fórmula.

$$H = \Delta h + f + h_{columna}$$

Donde:

Δh = Diferencia de altura

f = Flecha

$h_{columna}$ = Altura de columna

Altura para la torre 1 ubicada en la E-10

$$H = 0.70 + 1.25 + 1.50 = 3.45 \text{ metros}$$

Altura para la torre 2 ubicada en la E-5

$$H = 1.30 + 1.25 + 1.50 = 4.05 \text{ metros}$$

Las columnas tendrán una sección transversal de 0.50 m X 0.50 m y llevarán una viga conectora con la misma sección transversal a una altura de 1.45 metros del nivel del suelo hacia arriba en la torre 1 y a 2.55 metros en la

torre 2, a continuación se calculará el área mínima de acero requerida por las columna y la viga, ya que estas no tendrán que resistir ningún tipo de caga.

Determinación del área de acero para viga conectora.

$$A_s = \rho_{\min} * b * d \qquad \rho_{\min} = \frac{200}{f_y}$$

Donde:

$$b = 50 \text{ cm}$$

$$d = 45 \text{ cm}$$

Sección de viga = 50 cm x 50 cm

$$\rho_{\min} = \frac{14.1}{2,810} = 0.005 \qquad A_s = 0.005(50 * 45) = 11.25 \text{ cm}^2$$

Colocar 4 varillas Núm. 6, el área de la varilla Núm. 6 es de 2.85 cm²
 4 x 2.85 = 11.4 cm².

Se colocarán estribos con varilla Núm. 3 @ d/2 (20 cms) en toda la viga.

Determinación del área de acero para las columnas.

$$A_{s_{\min}} \geq 0.01A_g \qquad Ldb = \frac{0.02 * db * F_y}{\sqrt{f'c}} = \frac{0.02(1.128')(40,000)}{\sqrt{3,000}}$$

$$A_g = 50 * 50 = 2,500 \text{ cm}^2 \qquad Ldb = 16.47" = 41.84 \text{ cm} = 42 \text{ cm}$$

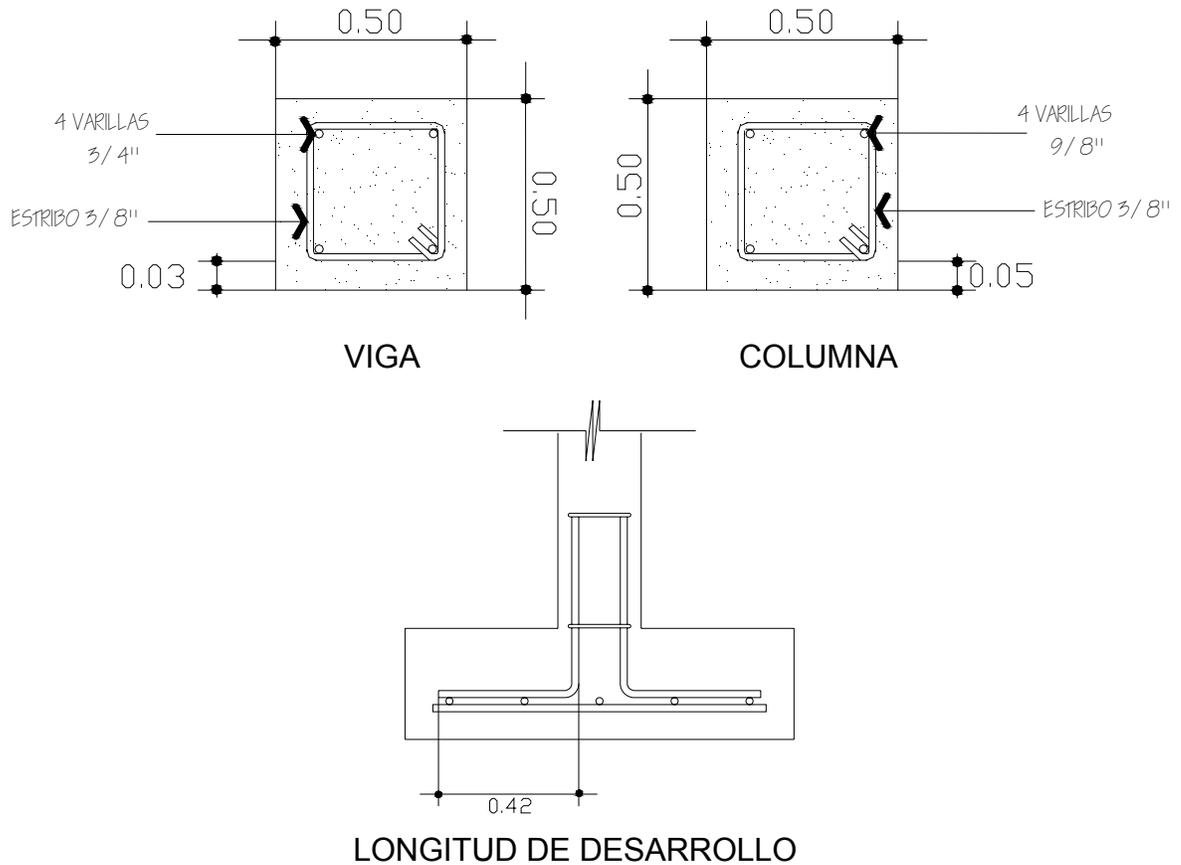
$$A_{s_{\min}} = 0.01 * 2,500 \text{ cm}^2 = 25 \text{ cm}^2$$

Colocar 4 varillas Núm. 9, el área de la varilla Núm. 9 es de 6.45 cm²

$$4 * 6.45 = 25.8 \text{ cm}^2$$

Se colocarán estribos con varilla Núm. 3 @ 20 cm en toda la columna.

Figura 15. Armado de columnas y viga conectora



Diseño de zapatas:

$P_u = 4.5$ ton (peso propio)

$f'_c = 210$ Kg/cm²

$f_y = 2,810$ Kg/cm²

$V_s = 15$ ton/m²

$\gamma_s = 1.557$ ton/m³

$f_{cu} = 1.49$

$W_c = 2.4$ ton/m³

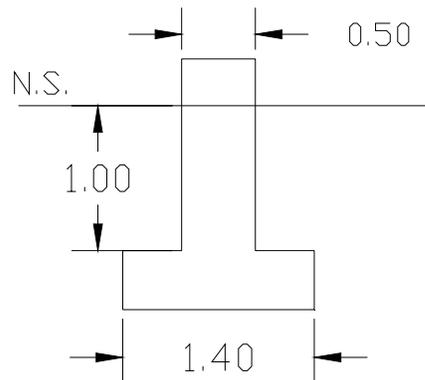
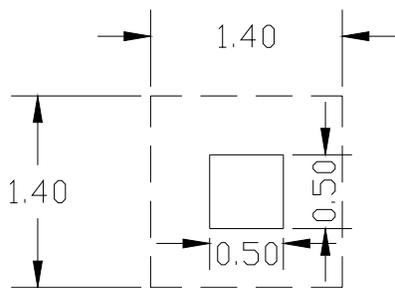
Sección de columna = 0.50 m X 0.50 m

Diseño del área de zapata

$$A_z = \frac{1.5 * P_u}{V_s} = \frac{1.5 * 4.5}{15} = 0.45m^2$$

Se propone la siguiente área de zapata

Figura 16. Planta y perfil de zapata



Peso de zapata

$$P_z = (1.4 * 1.4 * 0.4) * 2.4 = 1.88ton$$

Peso del suelo

$$P_s = 1.71 * 1.557 = 2.66ton$$

Cálculo de la presión sobre el suelo

$$q = \frac{P}{A}$$

$$P = P_u + P_z + P_s = 4.5 + 1.88 + 2.66 = 9.04ton$$

$$q = \frac{9.04}{1.40 * 1.40} = 4.61ton / m^2$$

$$q < V_s$$

$$4.61 \text{ ton/m}^2 < 15 \text{ ton/m}^2$$

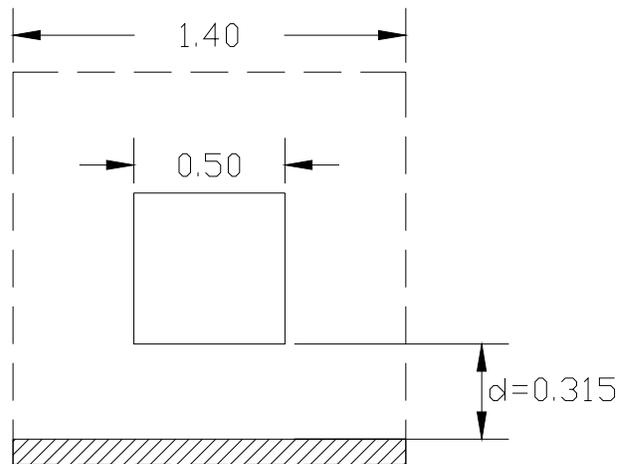
Chequeo por corte simple

$$d = t - rec. - \phi / 2$$

$$d = 40 - 7.5 - 1.91 / 2 = 31.55 \text{ cms}$$

Cálculo de corte simple actuante

Figura 17. Planta de zapata y área donde actúa el corte simple



$$V_{act.} = \text{area} - \text{ashurada} * q_u$$

$$q_u = q * f_{cu} = 4.61 * 1.49 = 6.87 \text{ ton/m}^2$$

$$V_{act.} = (0.1345 * 1.40) * 6.87 = 1.29 \text{ ton}$$

Cálculo de corte simple resistente

$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * \frac{d}{1,000}$$

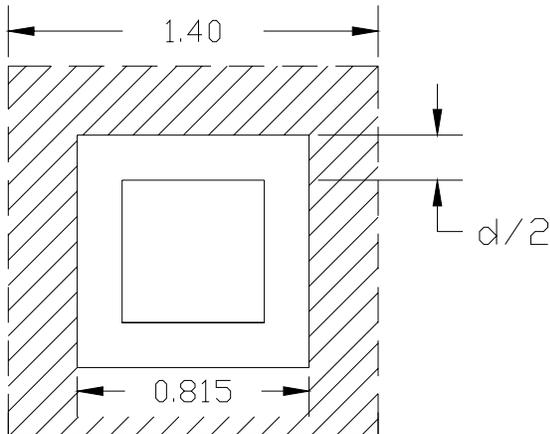
$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 140 * \frac{31.5}{1,000} = 28.79 \text{ ton}$$

$$V_R > V_{act.}$$

$$28.79 \text{ ton} > 1.29 \text{ ton}$$

Cheque a corte por punzonamiento

Figura 18. Planta de zapata y área donde actúa el corte por punzonamiento



$$0.5 + d = 0.5 + 0.315 = 0.815$$

Cálculo de corte actuante

$$V_{act.} = ((1.4 * 1.4) - (0.815 * 0.815)) * 6.87 = 8.90 \text{ ton}$$

Cálculo de corte resistente

$$V_R = 0.85 * 1.06 * \sqrt{f'c} * b_o * \frac{d}{1,000}$$

$$b_o = 4(50 + 31.5) = 326 \text{ cms}$$

$$V_R = 0.85 * 1.06 * \sqrt{210} * 326 * \frac{31.5}{1,000} = 134 \text{ ton}$$

$$V_R > V_{act.}$$

$$134 \text{ ton} > 8.90 \text{ ton}$$

Diseño de refuerzo por flexión

Figura 19. Diagrama de presiones sobre zapata por el suelo

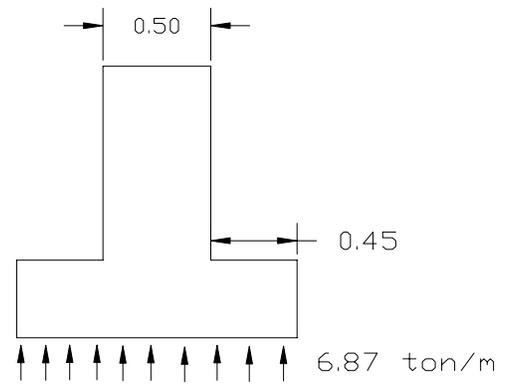
$$M_u = 695 \text{ Kg-m}$$

$$b = 100 \text{ cms}$$

$$d = 31.55 \text{ cms}$$

$$f_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$



$$M_u = \frac{q_u * l^2}{2}$$

$$M_u = \frac{6.87 * (0.45)^2}{2} = 0.695 \text{ ton-m}$$

Cálculo del área de acero

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'_c}} \right] * \frac{0.85 * f'_c}{f_y}$$

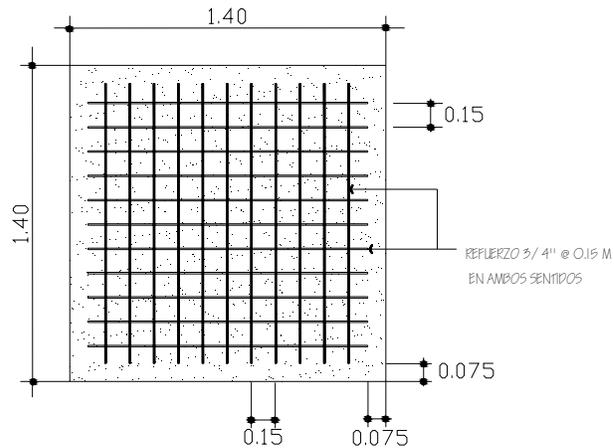
$$A_s = \left[100 * 31.55 - \sqrt{(100 * 31.55)^2 - \frac{695 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2,810} = 0.87 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.005 * b * d$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.005 * 100 * 31.55 = 15.77 \text{ cm}^2$$

Colocar el área de acero mínimo, con acero # 6 @ 0.15 m ambos sentidos.

Figura 20. Armado de parrilla de zapata.



2.2.12 Análisis y diseño de barandales para el caminamiento

Para proporcionarle confianza y seguridad al usuario al barandal se le colocará una varilla de hierro 3/8" a una distancia de 1.25 metros sobre toda la longitud del puente, llevará dos cables de acero de 1/2" a todo lo largo del caminamiento a una distancia de 0.665 del piso hacia arriba el primer cable, y el segundo se colocará a 1.33 metros de distancia del piso hacia arriba. Se le colocará malla galvanizada en toda la longitud sujeta a los elementos antes mencionados.

2.2.13 Especificaciones técnicas

Replanteamiento topográfico

Para el replanteo topográfico es necesario visualizar los puntos principales de las torres en las que se colocarán las estacas, ya que estos puntos son fundamentales para proceder a la excavación, así como también los puntos donde se sujetarán los cables principales del puente.

Fundición

Se procederá a la fundición después de haber hecho la excavación correspondiente para los anclajes de los cables principales y las zapatas de las torres.

Para la realización de esta actividad se deberá contar con la participación de mano de obra calificada y no calificada así como una supervisión continua ya que estos elementos (anclajes para cables principales y torres) constituyen un papel muy importante en el funcionamiento del puente colgante, debiendo tener sumo cuidado que la montura del cable principal quede perfectamente alineada con los anclajes, tanto en la entrada como en la salida del puente.

Levantado y fundición de torres

En primer lugar se deberá fundir la base de la subestructura de la torre, como ya se mencionó anteriormente, luego se procederá al formateado y fundición de las columnas dándoles la altura correspondiente para que los cables secundarios del barandal queden bien alineados.

Montaje y tensión de cables principales

Para el montaje del cable principal es necesario tener a mano su longitud total. El montaje del cable se puede hacer a través de plataformas de trabajo o puentes provisionales, sobre los cuales quedan suspendidos provisionalmente.

El montaje del cable de una torre a la otra se deberá hacer de la siguiente manera.

Se colocarán los cables tendidos de una torre a la otra, estos cables deberán llevar ya colocadas las conexiones fijas, dejando los espacios adecuados de acuerdo con el diseño para cada cable principal, y las conexiones fijas en las columnas para los cables del barandal.

Cuando los cables principales, estén colocados debidamente en las torres como en los anclajes, se deberán sujetar con abrazaderas para evitar el deslizamiento, y posteriormente se deberá colocar el tensor en los respectivos puntos para el tensado.

Para el tensado de los cables se utilizará tensores de doble gancho acerado, especialmente para este tipo de trabajo, se fijarán de una vez para cada cable. Se supervisará que las abrazaderas sean colocadas en forma adecuada, para evitar desperfectos en las conexiones.

Colocación de las conexiones cables - anclajes

Para realizar las conexiones de cada uno de los cables principales con su respectivo anclaje, es fundamental tensar cada uno de los cables principales en forma horizontal, para lograr la flecha establecida en el diseño.

La tensión en los cables de barandal tiene que quedar con la misma flecha del cable principal, para que todos los cables queden con la misma separación y así poder tener simetría en el puente. Este trabajo deberá ser supervisado continuamente para que las distancias fijadas en el diseño sean las que se deben tomar correctamente en la construcción.

Colocación del sistema de piso

Esta fase de trabajo se realizará cuando todos los cables estén instalados y tensados, luego se ejecutará la instalación de la madera, la cual debe de ser debidamente tratada con anterioridad. Este tratamiento se realiza para brindarle mayor durabilidad al estar a la intemperie.

Para la clasificación de la madera se proporcionará una muestra que cumplirá con los requisitos establecidos para el diseño de este puente.

Para la instalación de la madera se deberá tener cuidado ya que es un trabajo sumamente peligroso.

Colocación de la malla o barandal

Luego de instalados los tablones, se procederá a la instalación de la malla metálica galvanizada o baranda y sus demás accesorios.

Estructura de concreto ciclópeo

Son las estructuras formadas por piedra labrada o no-labrada unidas por concreto (33% piedra bola y 67% concreto), que se utilizan para construir: tanques, cajas, muros de protección, etc. este trabajo consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción.

Piedra

La piedra puede ser de canto rodado o material de cantera labrado o no-labrado. La piedra debe ser dura, sana, libre de grietas u otros defectos

estructurales que tiendan a reducir su resistencia a la intemperie. Las superficies de la piedra deben de estar exentas de tierra, arcilla o cualquier materia extraña, que pueda obstaculizar la perfecta adherencia del mortero.

La piedra puede ser de forma cualquiera y sus dimensiones pueden variar, la menor de 10 a 20 centímetros, y la mayor de 20 a 30 centímetros. Las piedras deben de ser de material que tenga un peso mínimo de 1,390 kg/m³.

Concreto

La resistencia a la compresión del concreto a utilizar será de 210 kg/cm² (3,000 lbs/pie²), a los veintiocho días para fines estructurales. El concreto recién colocado deberá protegerse de los rayos solares y deberá mantener un espejo de agua por lo menos durante veintiún días después de su colocación.

Cemento

El cemento a utilizar es el cemento tipo uno (1 norma).

Arena

La arena estará compuesta de partículas duras, libre de materia orgánica. También debe de estar libre de arcilla, mica, limo, u otras materias que puedan reducir la resistencia y durabilidad del concreto.

Piedrín

El piedrín será de roca triturada, grava de cantera formada de partículas duras, resistentes, duraderas y limpias.

Acero

El acero de refuerzo para concreto consistirá en varillas de acero grado 40 para todos de elementos. El acero de refuerzo consistirá en barras

corrugadas de acero con una resistencia de 2,810 Kg/cm² equivalente a 40,000 lb/pulg². El acero número dos será liso.

Formaleta

Las formaletas deben de ser suficientemente sólidas y estables para resistir la presión debida a la colocación y vibrado del concreto. El tiempo mínimo para remover la formaleta es de ocho días para mampostería y de catorce días para concreto.

2.2.14 Costo de inversión (Presupuesto)

Tabla IX. Resumen presupuesto

PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE PEATONAL COLGANTE PARA EL CASERIO EL SITIO DEL MUNICIPIO DE JALAPA DEL DEPARTAMENTO DE JALAPA				
INTEGRACION DE COSTOS GENERALES				
RENLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
INTRODUCCIÓN DE AGUA				
PRELIMINARES				
BODEGA	m2	60.00	Q184.66	Q11,079.89
REPLANTEO TOPOGRAFICO	ml	50.00	Q1.79	Q89.50
TRAZO	ml	60.00	Q4.30	Q258.00
COTRA PESO				
CONTRA PESO	unidad	2.00	Q26,894.25	Q53,788.49
ZAPATA				
ZAPATA	unidad	4.00	Q2,207.69	Q8,830.76
COLUMNA DE 5.05 METROS				
COLUMNAS	unidad	2.00	Q5,096.02	Q10,192.05

Continúa

COLUMNA DE 4.45 METROS				
COLUMNA	unidad	2.00	Q4,005.47	Q8,010.94
VIGA CONECTORA				
VIGA	unidad	2.00	Q1,317.19	Q2,634.38
CAMINAMIENTO				
CAMINAMIENTO	ml	30.00	Q1,181.30	Q35,439.02
RAMPAS DE ACCESO				
CAMINAMIENTO	ml	19.50	Q1,035.79	Q20,197.93
ANCLAJE	unidad	2.00	Q1,525.14	Q3,050.28
BARANDAL				
BARANDAL	ml	99.00	Q363.70	Q36,006.31
TENSORES				
TENSORES	unidad	4.00	Q1,482.09	Q5,928.35
COSTO TOTAL				Q195,505.91

EL COSTO DEL PROYECTO DISEÑO DE PUENTE PEATONAL COLGANTE PARA EL CASERÍO EL SITIO, DEL MUNICIPIO DE JALAPA DEL DEPARTAMENTO DE JALAPA ES DE **CIENTO NOVENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS CINCO QUETZALES CON 91/100** EQUIVALENTE A **VEINTICINCO MIL QUINIENTOS OCHENTA Y NUEVE DÓLARES CON 77/100 (\$25,589.77)**. CON UNA TASA DE CAMBIO DE \$1.00 = Q7.64

2.2.15 Cronograma de ejecución

Tabla X. Cronograma de ejecución

PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE PEATONAL COLGANTE PARA EL CASERIO EL SITIO DEL MUNICIPIO DE JALAPA DEL DEPARTAMENTO DE JALAPA																											
RENGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5								
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4					
TRABAJO PRELIMINARES																											
BODEGA	m2	60																									
REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ml	4,262.22	Q	11,079.89																							
TRAZO	ml	4,262.22	Q	89.50																							
CONTRA PESO						Q	258.00																				
CONTRA PESO	unidad	2																									
ZAPATA																											
ZAPATA	unidad	4																									
COLUMINA																											
COLUMINA	unidad	4																									
VIGA CONECTORA																											
VIGA	unidad	2																									
CAMINAMIENTO																											
CAMINAMIENTO	ml	42																									
RAMPAS DE ACCESO																											
CAMINAMIENTO	ml	19.5																									
ANCLAJE	unidad	2																									
BARANDAL																											
BARANDAL	ml	84																									
TENSORES																											
TENSORES	unidad	4																									
																	</										

2.2.16 Análisis económico

2.2.16.1 Valor presente neto (VPN)

Es una alternativa para toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de ante mano si una inversión vale la pena o no poder realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en un futuro pérdidas, es muy utilizado por dos razones: la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos.

El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

$$\text{VPN} < 0 \quad ; \quad \text{VPN} = 0 \quad ; \quad \text{VPN} > 0$$

Cuando el $\text{VPN} < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está alertando que el proyecto no es rentable. Cuando el $\text{VPN} = 0$ nos está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el $\text{VPN} > 0$, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el porcentaje de utilidad.

Las fórmulas del VPN son:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

P = Valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente.

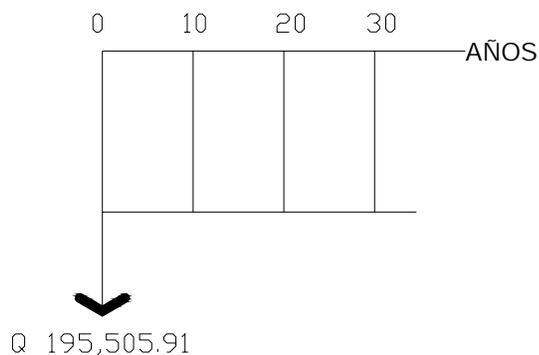
F = Valor de pago único al final del período de la operación, o valor de pago futuro.

A = Valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta, de ingreso o egreso.

i = Tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de utilidad por la inversión a una solución.

n = Período de tiempo que pretende la duración de la operación.

Figura 21. Esquema de ingresos y egresos económicos para puente peatonal colgante



$$VPN = Ingresos - Egresos$$

$$VPN = 0 - 195,505.91 = -195,505.91$$

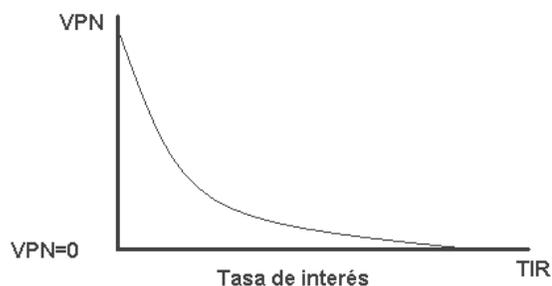
Como el VPN es menor que cero, nos indica que el proyecto no es rentable.

Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos.

2.1.16.2 Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno, como su nombre lo indica es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

Figura 22. Variación del VPN debido a la TIR



La tasa interna de retorno puede calcularse mediante las ecuaciones siguientes:

$$a) (P - L) * \left(\frac{R}{P}, i\%, n \right) + L * i + D = I$$

Donde:

P = Inversión inicial

L = Valor de rescate

D = Serie uniforme de todos los costos

I = Ingresos anuales

b) Valor presente de costos = Valor presente de ingresos

c) Costo anual = Ingreso anual

En las tres formas, el objetivo es satisfacer la ecuación, a través de la variación de la tasa de interés. La tasa de interés que cumpla con la igualdad, es la tasa interna de retorno del proyecto que se está analizando.

Como puede observarse en las tres fórmulas mencionadas, todas requieren de un valor de ingreso, y para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevee ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR mediante el uso de estas fórmulas. Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4.5%, la cual representa el costo que el Estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto.

Esta tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala que corresponde a la inversión en títulos públicos que actualmente pagan esa cantidad y es lo que le cuesta al Estado captar esos fondos para invertirlos en obra pública.

2.2.17 Evaluación ambiental inicial

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto

Tabla XI. Cuadro de impactos ambientales

No.	Aspecto Ambiental	impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Levantamiento de pequeñas cantidades de partículas de polvo y de cemento Pórtland en la construcción del proyecto.	En los lugares en donde se construirá dicho proyecto.	Dar un manejo adecuado al cemento y humedecer si es necesario en las áreas a excavar.
		Ruido	No aplica	No aplica	No aplica porque es una construcción nueva y no va a generar ningún tipo de ruido que pueda causar una contaminación ambiental a través de ruidos.
		Vibraciones	No aplica	No aplica	No aplica porque es una construcción nueva, y de dimensiones pequeñas.
		Olores	No aplica	No aplica	No aplica para este proyecto porque es un proyecto de infraestructura.
2	Agua	Abastecimiento de agua	Cantidad: No aplica	. No aplica	No aplica para esta construcción.
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: No aplica	. No aplica	No aplica para esta construcción.
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios,	Cantidad: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción

Continúa

		industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)			
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción
		Agua de lluvia	Captación No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: los producido por los materiales de construcción.	En toda el área de construcción del proyecto	Recolectar todos los desechos sólidos producidos, y transportarlos al depósito de basura de la comunidad.
		Desechos Peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: No aplica	Disposición No aplica	No aplica para esta construcción
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
		Modificación del relieve o topografía del área	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
		Fauna (animales)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción

CONCLUSIONES

1. La distribución de viviendas de la comunidad que se van a abastecer en el presente proyecto, obliga a que el sistema de distribución de agua potable sea por medio de ramales abiertos. Además, este sistema presenta las ventajas de ser económico y menos complicado de construir en el área rural.
2. Es importante colocar válvulas de compuerta en el inicio de los ramales, por si existe algún desperfecto en alguno de ellos no se tenga que suspender el servicio en todo el sistema sino sólo en el ramal dañado.
3. Se debe de colocar cuidadosamente las obras de arte, en el lugar donde se indica para garantizar el buen funcionamiento del sistema.
4. La solución más conveniente para la problemática del paso sobre el río de los habitantes del caserío El Sitio, es la construcción de un puente colgante, debido a que el costo de mano de obra y materiales es más económico que la construcción de otros tipos de puentes.
5. En la construcción de puentes colgantes, deberá tenerse cuidado en la colocación de los cables principales, ya que los cables trabajan a tensión, por lo que se deben de tensar hasta donde sea posible.
6. El cálculo de la superestructura de un puente colgante es más sencillo que el cálculo de la superestructura de otro tipo de puente, ya que toda

la carga que actúa en el puente es transmitida a los cables principales, los cuales a través de un esfuerzo de tensión se lo transmiten directamente a los anclajes principales.

7. El sistema de agua potable consta de 4,262.24 ml de construcción, y el costo total de la obra es de Q. 988,567.44 dando un precio de Q.231.94 el ml, el puente colgante tiene una longitud de 30 ml, y el costo total de la obra es de Q 195,505.91, dando un precio de Q 6,516.86 el ml. Los precios de ambos proyectos se estiman promedio, pues el costo de el metro lineal para proyectos de agua de la magnitud de este, esta entre los Q210.00 y Q250.00 el ml, y el precio de puentes colgantes esta entre los Q5, 800.00 y Q 6,900.00 ml.
8. Para la construcción de los proyectos no se causará impacto negativo permanente en la flora y fauna del lugar. Esto se debe a que sólo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación. Cumpliendo así con las normas del Ministerio de Ambiente para la ejecución de proyectos de infraestructura.
9. Los ramales abiertos del sistema de agua potable deben de terminar en puntos de consumo, para evitar estancamientos indeseables, de lo contrario se deberá poner una válvula de compuerta para la limpieza de la tubería.

RECOMENDACIONES

1. Cada una de las comunidades, deberá poner en marcha un sistema de monitoreo en su respectivo proyecto, para comprobar el buen funcionamiento de los mismos.
2. Realizar capacitaciones a las personas de las comunidades a beneficiar, para que puedan desempeñar los trabajos relacionados con cada uno de los proyectos a realizar y velar por el buen desarrollo de los mismos.
3. Proporcionar el mantenimiento necesario a los proyectos siempre que estos lo requieran, siendo éstos para el sistema de agua potable: reparación de fugas en tuberías, cambio de accesorios que estén dañados, limpieza en las obras de arte, etc. Y para el puente: el cambio de tablonces de madera dañados en el caminamiento, reparación de la malla del barandal, colocación de roscas o tornillos defectuosos, etc. Para que puedan ser funcionales a lo largo de los años, alcanzando a largo plazo su tiempo de vida útil al servicio de las comunidades a beneficiar.
4. Se debe aplicar la cloración adecuada al sistema, para prevenir enfermedades gastrointestinales producidas por el consumo de agua contaminada con bacterias.
5. Es aconsejable si la obra no es construida a corto plazo, actualizar los precios de los materiales y la mano de obra, pues en el mercado actual el precio tanto de los materiales como de la mano de obra cambia

constantemente; de modo que deben estimarse correctamente los fondos necesarios para la construcción de ambos proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, Reglamento para las construcciones de concreto estructural y comentario. ACI 318-2002.
2. MACZ MÓ, Ronald Fernando. Diseño de dos puentes vehiculares para las aldeas Desaquijá y Purhá y sistema de agua potable para la aldea de Granadillas, del municipio de San Juan Chamelco, departamento Alta Verapaz. Trabajo de graduación Facultad de Ingeniería. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, abril de 2004.
3. JORDÁN VÁSQUEZ, Sergio Eduardo. Diseño de un puente peatonal colgante, de 220 metros de largo y 2 metros de ancho, en la aldea El Manguito, municipio de Morales, departamento de Izabal. Trabajo de graduación Facultad de Ingeniería. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, septiembre de 2003.
4. ESTRADA RODAS, José Humberto. Análisis descriptivo de puentes colgantes peatonales, en la costa sur de Guatemala. Tesis Facultad de Arquitectura. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura, Junio de 2007.
5. INFOM. Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Segunda revisión. Guatemala. s.e. 1997. 66 pp.

APÉNDICE



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
 11 Av. "A" 11-67, zona 7, La Verbena
 Telefax: 2472-3499



INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA
MUESTRA No. 083-07



INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (1)

Interesado: MUNICIPALIDAD DE JALAPA	Fecha de captación: 27-02-2007
Punto de muestreo: Brote del nacimiento	Hora de captación: 08:20
Fuente: Nacimiento, Aldea Miramundo	Fecha de recepción: 27-02-2007
Municipio: Jalapa	Hora de recepción: 14:00
Departamento: Jalapa	Responsable de captación: Amílcar Bojorquez (Persona ajena al Laboratorio INFOM)

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDADES	*LMA	*LMP	RESULTADO
1	Color aparente	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	10
2	Hierro total	mg/L Fe	0.100	1.000	0.15
3	Manganeso total	mg/L Mn	0.050	0.500	0.1
4	Nitrato	mg/L NO ₃ ⁻	Nsc	10	7.6
5	Nitrito	mg/L NO ₂ ⁻	Nsc	1	<0.01
6	Sulfato	mg/L SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	<5.0
7	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	2.5
8	Cloruro	mg/L Cl ⁻	100.000	250.000	<10
9	Dureza total	mg/L CaCO ₃	100.000	500.000	12
10	Calcio	mg/L Ca	75.000	150.000	3.2
11	Magnesio	mg/L Mg	50.000	100.000	1.0
12	Conductividad	µS/cm	100	750	40
13	pH	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	5.9
14	Temperatura in situ	°C	15.0 - 25.0	34.0	18
15	Olor a temperatura ambiente	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	No rechazable
ITEM	PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS	UNIDADES	LMA	LMP	RESULTADO
16	<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	Nsc	Nsc	30
17	Coliformes totales	NMP/100 mL	Nsc	< 2	170
18	Conteo aeróbico en placa	UFC/mL	Nsc	Nsc	190

* LMA = límite máximo aceptable LMP = límite máximo permisible ND = No detectado Nsc = no se contempla en la norma

OBSERVACIONES

- Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Ac. Gubernativo No. 986-1999) publicada en el Diario de Centro América el 4 de febrero de 2000. Los parámetros analizados corresponden a los establecidos en el numeral E2, inciso 5.4 de dicha norma.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el agua de la muestra **NO CUMPLE** con los requerimientos bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el pH de la muestra de agua **NO CUMPLE** con los requerimientos fisicoquímicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.



Mirna Gómez
Mirna Gómez
 Ingeniera Química, Col. 914
 Supervisora de Físicoquímica

William Estrada Vargas
William Estrada Vargas
 Químico Biólogo, Col. 2241
 Supervisor de Bacteriología



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 0321 S.S.

O.T. No. 21,996

Interesado: Carlos Marco Tulio Orellana Urrutia
Proyecto: Trabajo de Graduación -EPS-

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Caserío El Sitio, Jalapa
Muestra: #1
FECHA: 20 de agosto 2007

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	21,58	11,64	CL	Arcilla limosa color café oscuro

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por el interesado

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC

Ing. Omar Enrique Médrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



**CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN
DEL PROYECTO DISEÑO DEL SISTEMA
DE AGUA POTABLE
PARA LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA.**

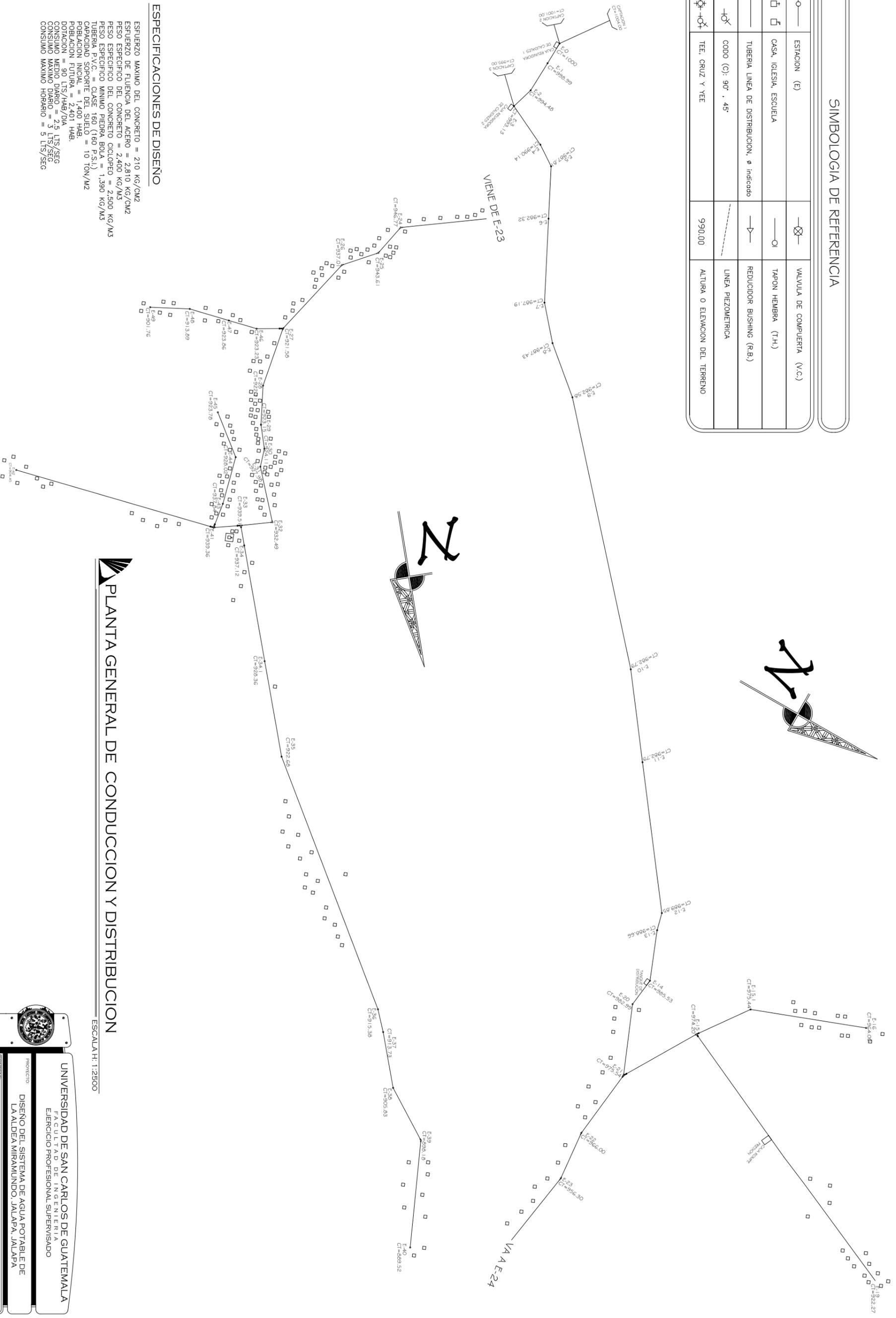
Est.	Po	COTA DE TERRENO (m)		Long. (m)	Q (lit/seg)	DIÁMETRO (pulg.)		PERDIDA (m)	VEL. (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA (m)		PRESIÓN (m.c.a)	CLASE TUB.
		INICIAL	FINAL			INTERIOR	COMERCIAL			INICIAL	FINAL		
CAP.1	0	1004	1000	64.81	1.22	1.754	1.5	2.14	0.78	1004	1001.86	1.86	160 PSI
CAP.2	0	1001	1000	8	0.9	1.754	1.5	0.15	0.58	1001	1000.85	0.85	160 PSI
0	3	1000	993.13	91.51	2.12	2.193	2	2.06	0.87	1000	997.94	4.81	160 PSI
CAP.3	3	995	993.13	8	1.13	1.754	1.5	0.23	0.73	995	994.77	1.64	160 PSI
3	10	993.13	982.79	682	3	4.154	4	0.83	0.34	993.13	992.3	9.51	160 PSI
10	14	982.79	985.53	426	3	3.23	3	1.77	0.56	992.3	990.53	5	160 PSI

**CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN
DEL PROYECTO DISEÑO DEL SISTEMA
DE AGUA POTABLE
PARA LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA.**

Est.	Po	COTA DE TERRENO (m)		Long. (m)	Q (lit/seg)	DIÁMETRO (pulg.)		PERDIDA (m)	VEL. (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA (m)		PRESIÓN (m.c.a)	CLASE TUB.
		INICIAL	FINAL			INTERIOR	COMERCIAL			INICIAL	FINAL		
14	21	985.53	975.54	118.63	5	3.23	3	1.16	0.95	985.53	984.37	8.83	160 PSI
21	27	975.54	921.58	522.14	4.25	2.193	2	27.07	1.74	984.37	957.3	35.72	160 PSI
27	33	921.58	939.5	270.96	2.72	2.193	2	6.14	1.12	957.3	951.16	11.66	160 PSI
33	34.1	939.5	928.36	175	0.9	1.754	1 1/2	1.52	0.58	951.16	949.64	21.28	160 PSI
34.1	40	928.36	889.52	707.76	0.65	1.195	1	21.81	0.9	949.64	927.83	38.31	160 PSI
21	15	975.54	974.2	98.32	0.62	1.195	1	2.78	0.86	984.37	981.59	7.39	160 PSI
15	16	974.2	964	207.52	0.28	1.195	1	0.89	0.39	981.14	980.25	16.25	160 PSI
15	C.R.P.	974.2	948.29	153.24	0.34	1.195	1	1.42	0.47	981.59	980.17	31.88	160 PSI
C.R.P.	19	948.29	922.28	205.68	0.34	1.195	1	1.91	0.48	948.29	946.38	24.1	160 PSI
27	49	921.58	901.76	159.17	0.35	0.716	1/2	18.87	1.35	957.3	938.43	36.67	160 PSI
33	41	939.5	939.36	31.99	0.79	1.754	1 1/2	0.22	0.51	951.16	950.94	11.58	160 PSI
41	42	939.36	904.44	241.05	0.28	0.716	1/2	18.9	1.08	950.94	932.04	27.6	160 PSI
41	45	939.36	923.77	143.26	0.51	1.195	1	2.82	0.7	950.94	948.12	24.35	160 PSI

SIMBOLOGIA DE REFERENCIA

	ESTACION (E)		VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	CASA, IGLESIA, ESCUELA		TAPON HEMBRA (T.H.)
	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, ϕ Indicado		REDUJIDOR BUSHING (R.B.)
	CODO (C): 90° . 45°		LINEA PIEZOMETRICA
	TEE, CRUZ Y YEE		ALTURA O ELEVACION DEL TERRENO



ESFUERZO MAXIMO DEL CONCRETO = 210 KG/CM²
 ESFUERZO DE TENSION DEL ACERO = 2,810 KG/CM²
 PESO ESPECIFICO DEL CONCRETO = 2,400 KG/M³
 PESO ESPECIFICO DEL CONCRETO CICLOPEO = 2,500 KG/M³
 PESO ESPECIFICO MINIMO PIEDRA BOLA = 1,390 KG/M³
 TUBERIA P.V.C. = CLASE 160 (160 P.S.I.)
 CAPACIDAD SOPORTE DEL SUELO = 10 TON/M²
 POBLACION INICIAL = 1,400 HAB.
 POBLACION FUTURA = 2,401 HAB.
 DOTACION = 90 LTS/HAB/DIA
 CONSUMO MEDIO DIARIO = 2.5 LTS/SEG
 CONSUMO MAXIMO DIARIO = 3 LTS/SEG
 CONSUMO MAXIMO HORARIO = 5 LTS/SEG

PLANTA GENERAL DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION

ESCALA H: 1:2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE
LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA

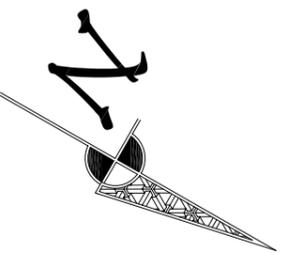
CONTENIDO:
PLANTA DE DENSIDAD POBLACIONAL

CALCULO/DISEÑO	CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA	ESCALA	INDICADA
DEBIDO	CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA	FECHA:	NOVIEMBRE 2007
ASESOR	ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	PROYECTO:	2001-12918

ING. MANUEL ARRIVILLAGA
INGENIERO ASESOR DE E.P.S.

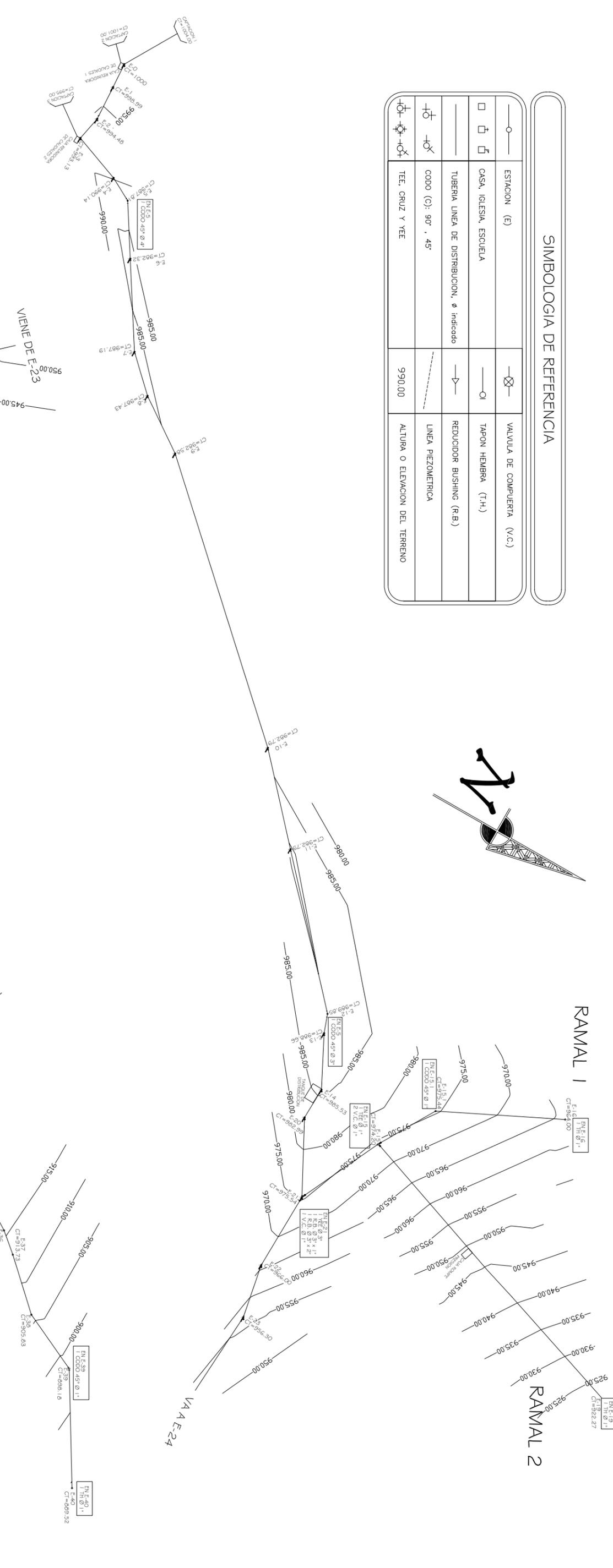
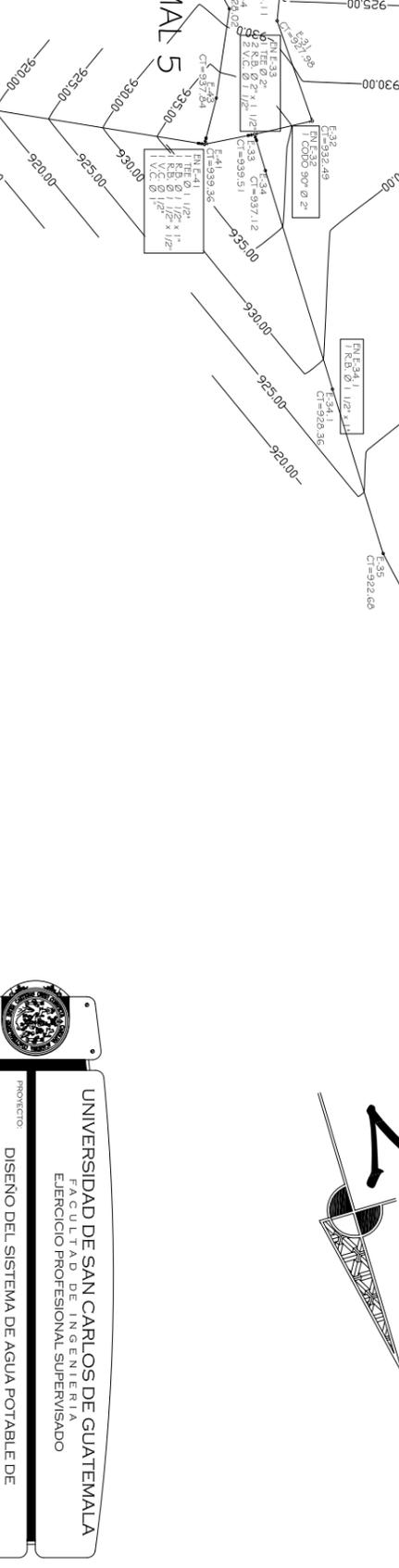
SIMBOLOGIA DE REFERENCIA

	ESTACION (E)		VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	CASA, IGLESIA, ESCUELA		TAPON HEMBRA (T.H.)
	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, ϕ indicado		REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	CODO (C): 90° , 45°		LINEA PIEZOMETRICA
	TEE, CRUZ Y YEE		ALTURA O ELEVACION DEL TERRENO



Ord.	TIPO	Cond.	Material	Longitud	Costo m.	
0	CAJ 1	300	40	40	1333.00	
0	CAJ 2	254	6	46	6.00	
0	1	66	5	25	27.00	
1	2	66	5	25	27.00	
2	3	101	26	40	26.91	
3	CAJ 3	256	55	56	6.00	
3	4	20	32	50	54.65	
4	5	20	30	40	28.20	
5	6	27	40	50	81.51	
6	7	43	41	20	48.50	
7	8	43	43	0	51.29	
8	9	34	43	0	23.74	
9	10	42	46	15	358.50	
10	11	47	42	50	109.93	
11	12	47	35	40	179.50	
12	13	70	13	0	20.90	
13	14	62	55	5	59.63	
14	15	51	40	10	24.60	
15	16	255	25	36	50.32	
16	17	300	17	4	69.64	
17	18	334	0	39	137.68	
18	19	17	19	32	40	179.43
19	20	16	18	40	20	148.56
20	21	22	31	9	69.95	
21	22	79	10	40	26.33	

Ord.	TIPO	Cond.	Material	Longitud	Costo m.	
22	23	50	37	30	39.70	
23	24	50	37	30	39.70	
24	25	60	55	20	44.56	
25	26	52	52	20	101.60	
26	27	20	26	35	20	71.00
27	28	12	21	40	45.90	
28	29	30	21	30	28.40	
29	30	31	25	40	21.97	
30	31	27	22	0	65.55	
31	32	27	22	0	65.55	
32	33	41	25	15	0	51.29
33	34	35	35	20	23.74	
34	35	35	19	50	151.56	
35	36	34	20	40	317.34	
36	37	30	28	28	27.36	
37	38	30	14	0	66.89	
38	39	34	18	20	152.61	
39	40	115	36	0	241.06	
40	41	48	45	30	28.80	
41	42	210	45	10	56.73	
42	43	204	45	20	56.63	
43	44	167	35	20	30.93	
44	45	96	56	0	47.72	
45	46	47	115	52	0	34.00
46	47	10	31	20	46.51	



PLANTA GENERAL DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION

ESCALA: H: 1:2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: PLANTA DE DISTRIBUCION GENERAL

CALCULOTITULO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA

DEBULO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA

ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHATEA

FECHA: NOVIEMBRE 2007

HOJA: 2

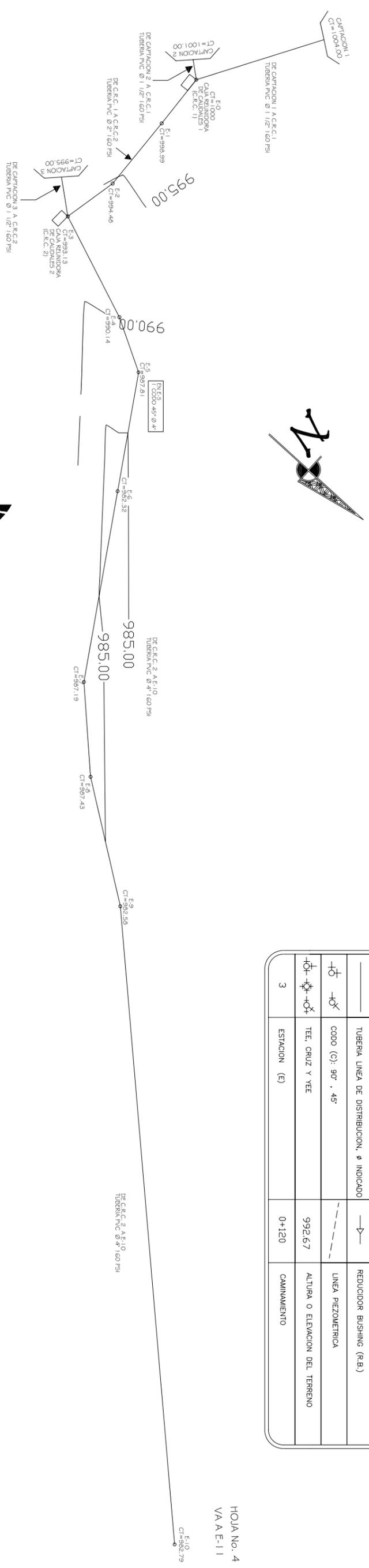
ING. MANUEL ARRIVALLAGA INGENIERO ASESOR DE E.P.S.



SIMBOLOGIA DE REFERENCIA

	ESTACION (E)		VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	CASA, IGLESIA, ESCUELA		TAPON HEMERA (T.H.)
	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, Ø INDICADO		REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	CODO (C): 90°, 45°		LINEA PIEZOMETRICA
	TEE, CRUZ Y YEE		ALTURA O ELEVACION DEL TERRENO
	ESTACION (E)		CAMMINAMENTO

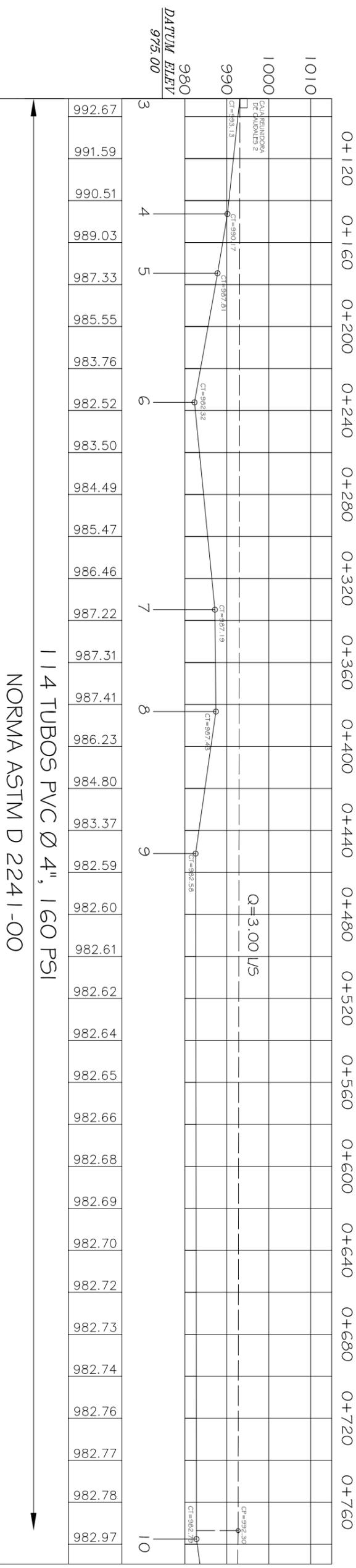
HOJA No. 4
VA A E-11



PLANTA DE CONDUCCION DE E-3 - E-10

ESCALA H: 1:1000

VA A EST 11



PERFIL DE CONDUCCION DE E-3 - E-10

ESCALA V: 1:500
ESCALA H: 1:1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO:
PLANTA Y PERFIL DE E-B A-E-10

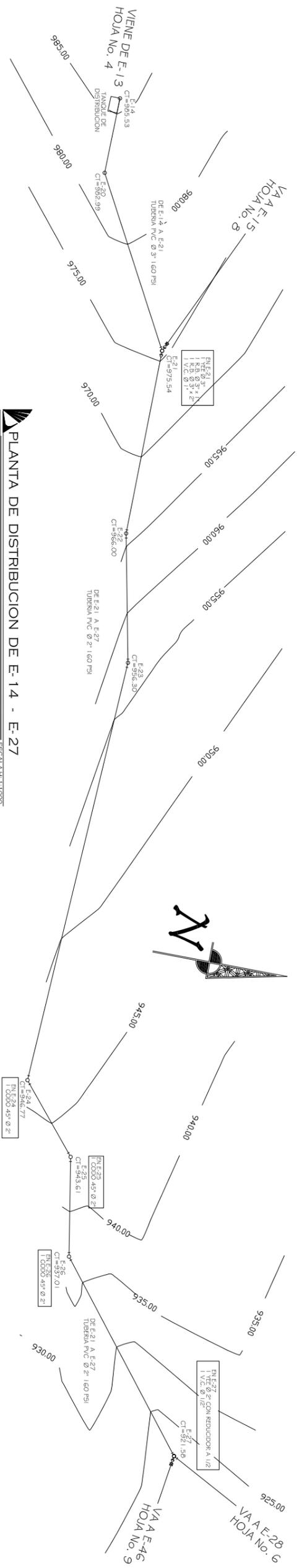
CALCULO/DISEÑO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA
DIBUJO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAEETA

FECHA: NOVIEMBRE 2007
Nº: 2001-12918

ESCALA: INDICADA

H O J A 3 16

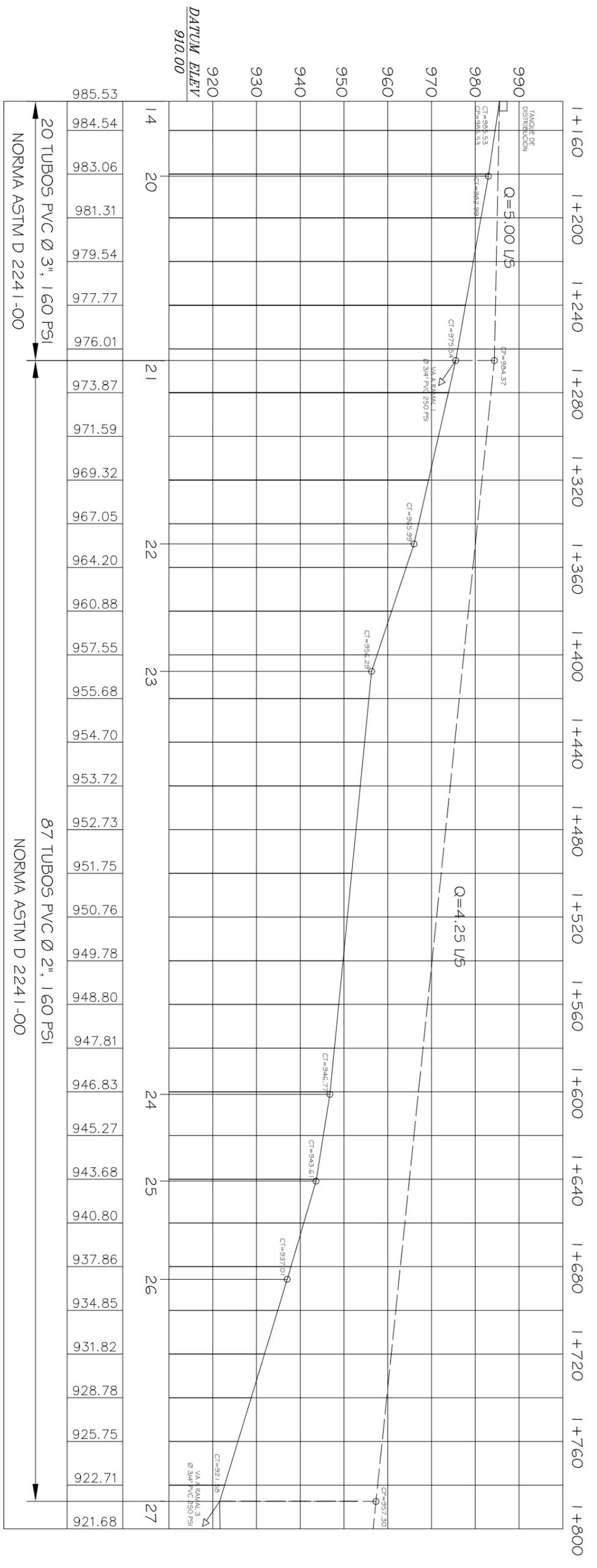
ING. MANUEL ARRIVILLAGA
INGENIERO ASESOR DE E.P.S.



PLANTA DE DISTRIBUCION DE E-14 - E-27
ESCALA: H: 1:1000

VIENE DE E-13

VA A E-28



SIMBOLOGIA DE REFERENCIA

	ESTACION (E)		VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	CASA, IGLESIA, ESCUELA		TAPON HEMBRA (T.H.)
	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, Ø INDICADO		REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	CODO (C): 90° - 45°		LINEA PIEZOMETRICA
	TEE, CRUZ Y YEE		ALTURA O ELEVACION DEL TERRENO
	ESTACION (E)		CAMUFLAJE

PERFIL DE DISTRIBUCION DE E-14 - E-27

ESCALA V: 1:500
ESCALA H: 1:1000



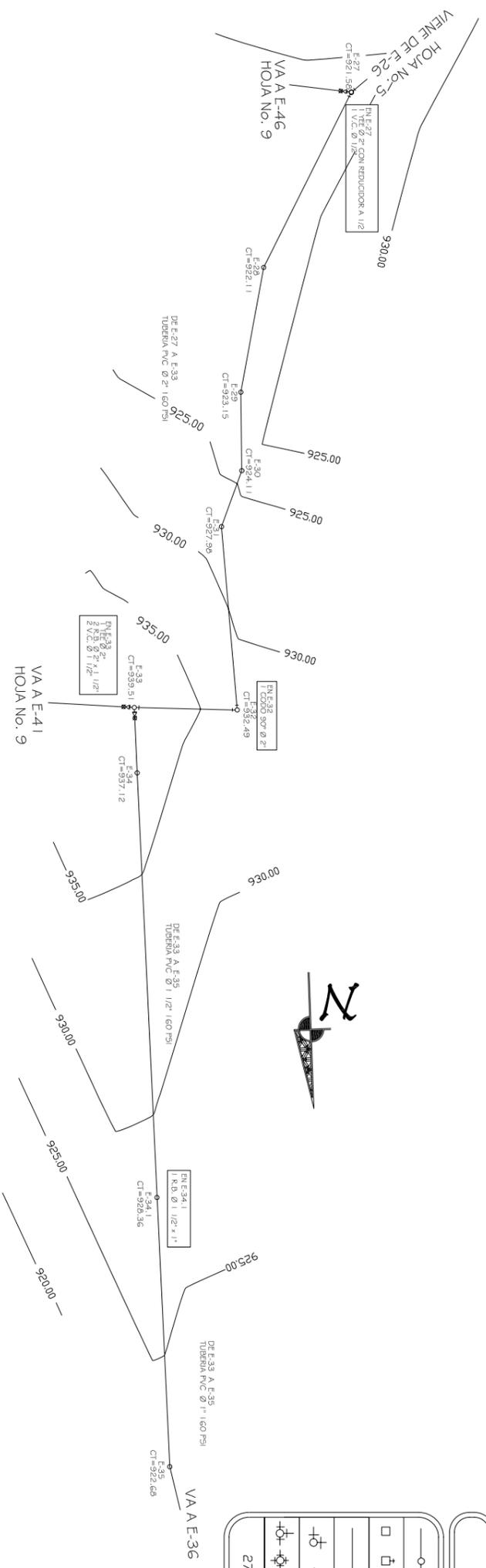
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA

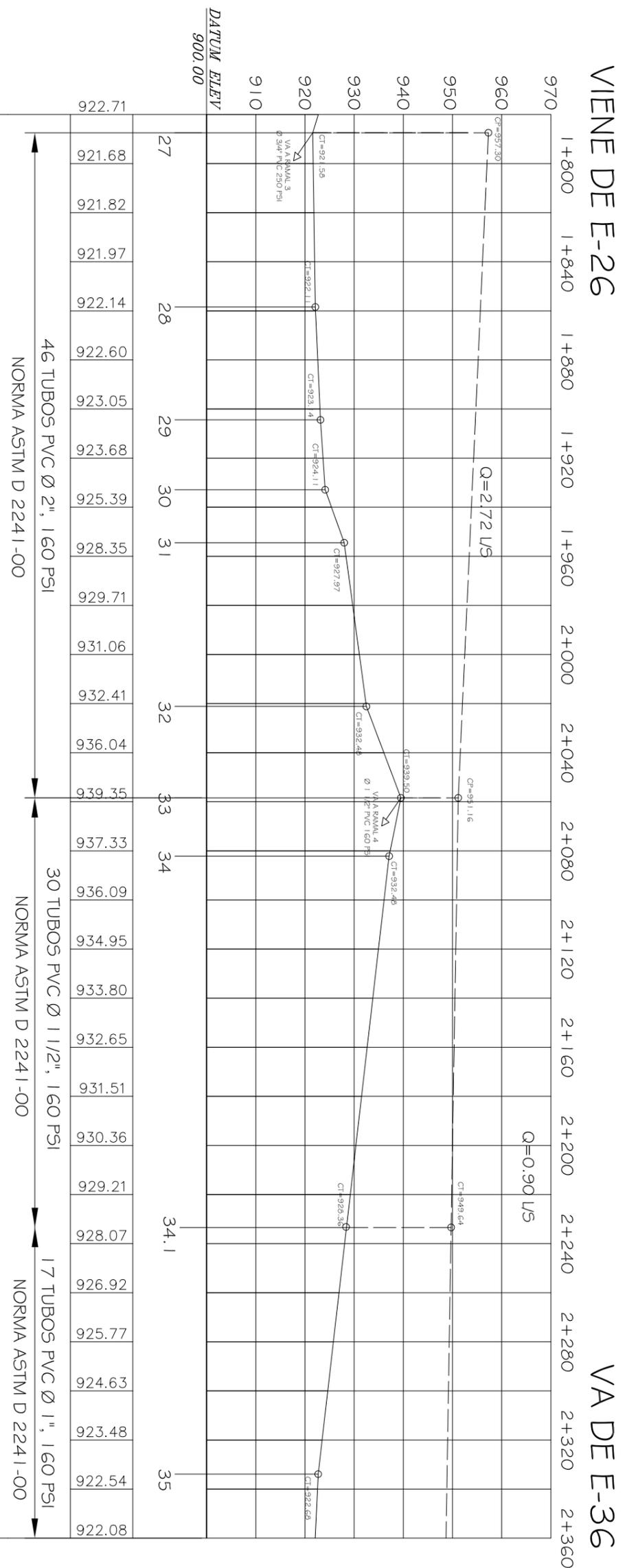
CONTIENE:
PLANTA Y PERFIL DE E-14 A E-27

CALCULO/DISEÑO	ESCALA	INDICADA
ING. CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA	1:500	NO
ING. CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA	1:1000	NO
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAJETA	1:1000	NO

ING. MANUEL ARRIVILLAGA
INGENIERO ASESOR DE E.P.S.



PLANTA DE DISTRIBUCION DE E-26 - E-36
ESCALA H: 1:1000



PERFIL DE DISTRIBUCION DE E-26 - E-36
ESCALA V: 1:500
ESCALA H: 1:1000

SIMBOLOGIA DE REFERENCIA

	ESTACION (E)		VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	CASA, IGLESIA, ESCUELA		TAPON HEMBRA (T.H.)
	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, Ø INDICADO		REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	CODO (O): 90°, 45°		LINEA PIEZOMETRICA
	TEE, CRUZ Y YEE		ALTURA O ELEVACION DEL TERRENO
27	ESTACION (E)	1+800	CAMINAMIENTO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE E-27 A E-35

CALCULOTRIBUNO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA
DIBUJO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

FECHA: NOVIEMBRE 2007
CANTON: 2001-12918

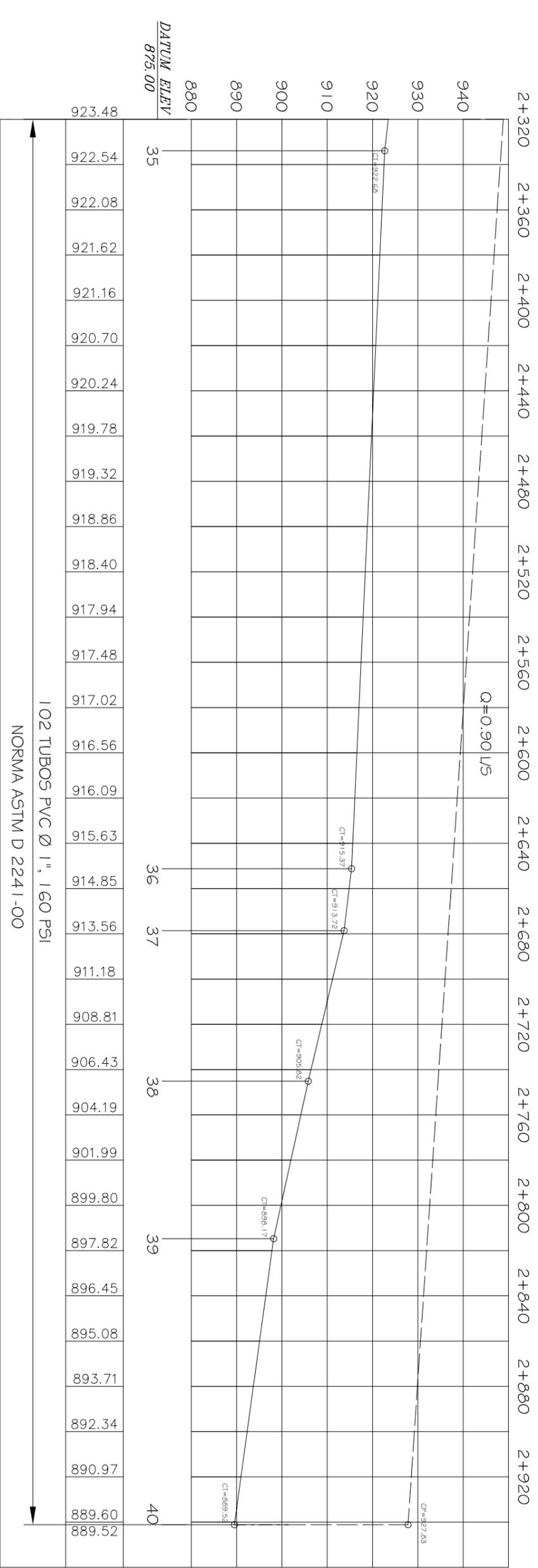
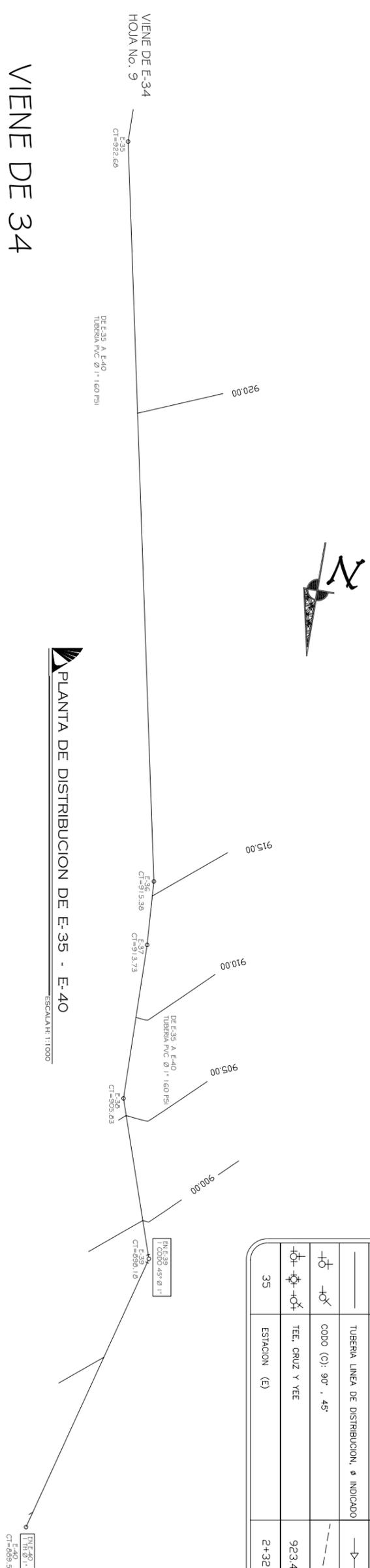
ESCALA: INDICADA

ING. MANUEL ARRIVILLAGA
INGENIERO ASESOR DE E.P.S.

H O J A 6 / 16

SIMBOLOGIA DE REFERENCIA

	ESTACION (E)		VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	CASA, IGLESIA, ESCUELA		TAPON HEMBRA (T.H.)
	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, Ø INDICADO		REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	CODO (C): 90°, 45°		LINEA PIEZOMETRICA
	TEE, CRUZ Y YEE		ALTURA O ELEVACION DEL TERRENO
	35		2+320 CAMINAMIENTO



PERFIL DE DISTRIBUCION DE E-35 - E-40

ESCALA V: 1:500
ESCALA H: 1:1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE E-35 A E-40

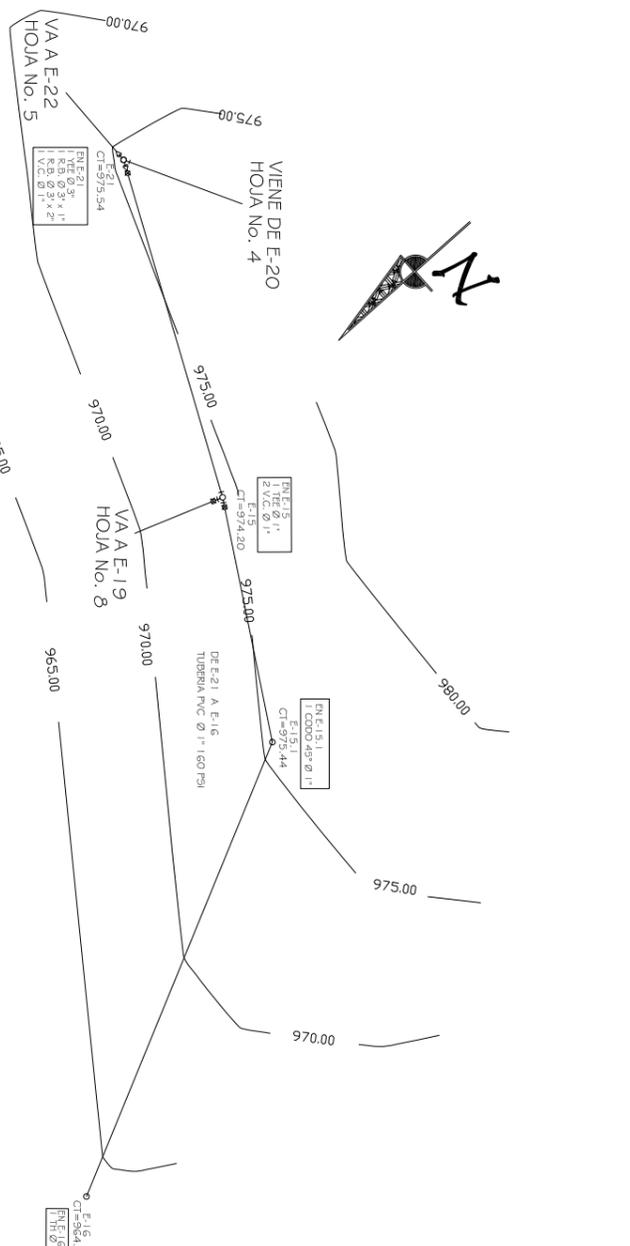
CALCULO/DISEÑO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA
DEBIDO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAJETA

FECHA: NOVIEMBRE 2007
NÚMERO: 2001-12918

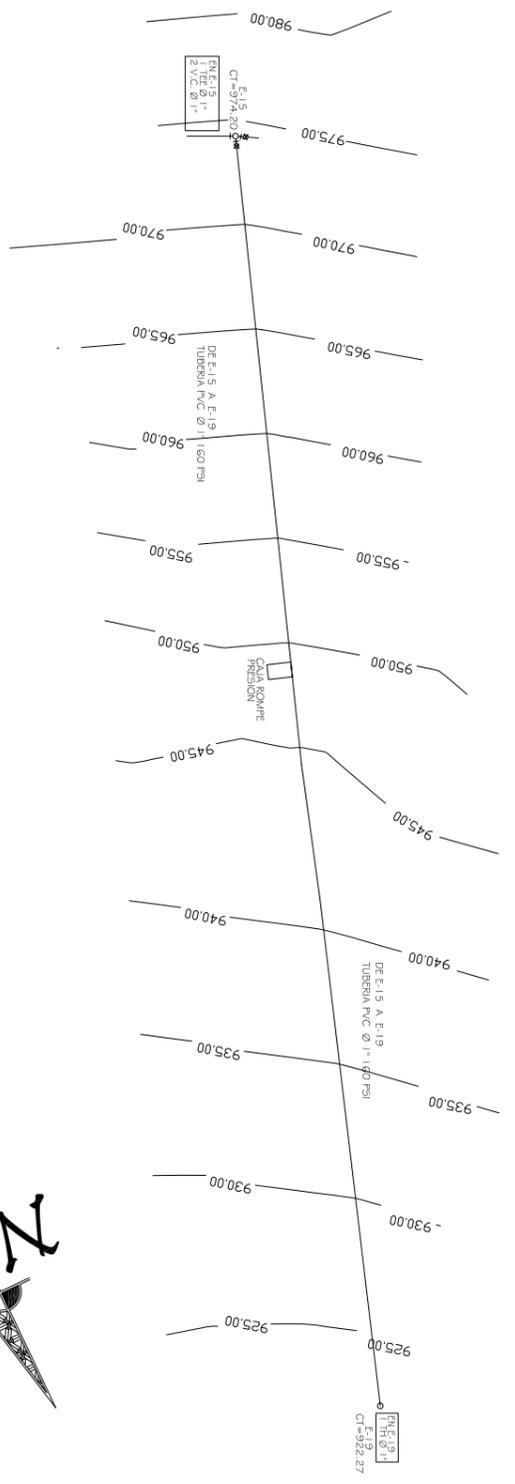
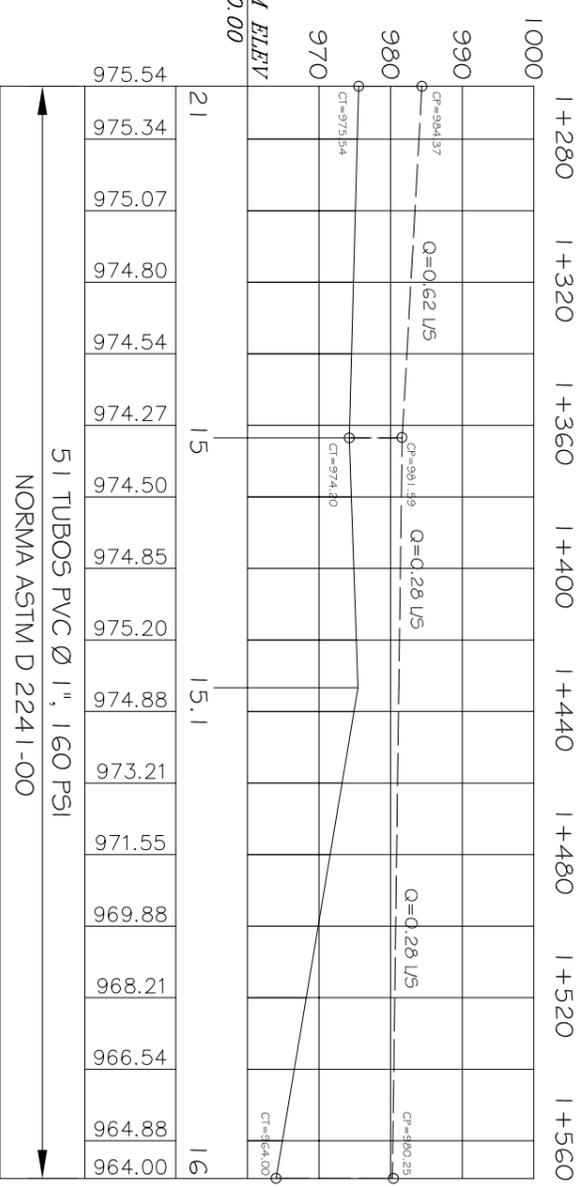
ESCALA: INDICADA

H O J A 7 16

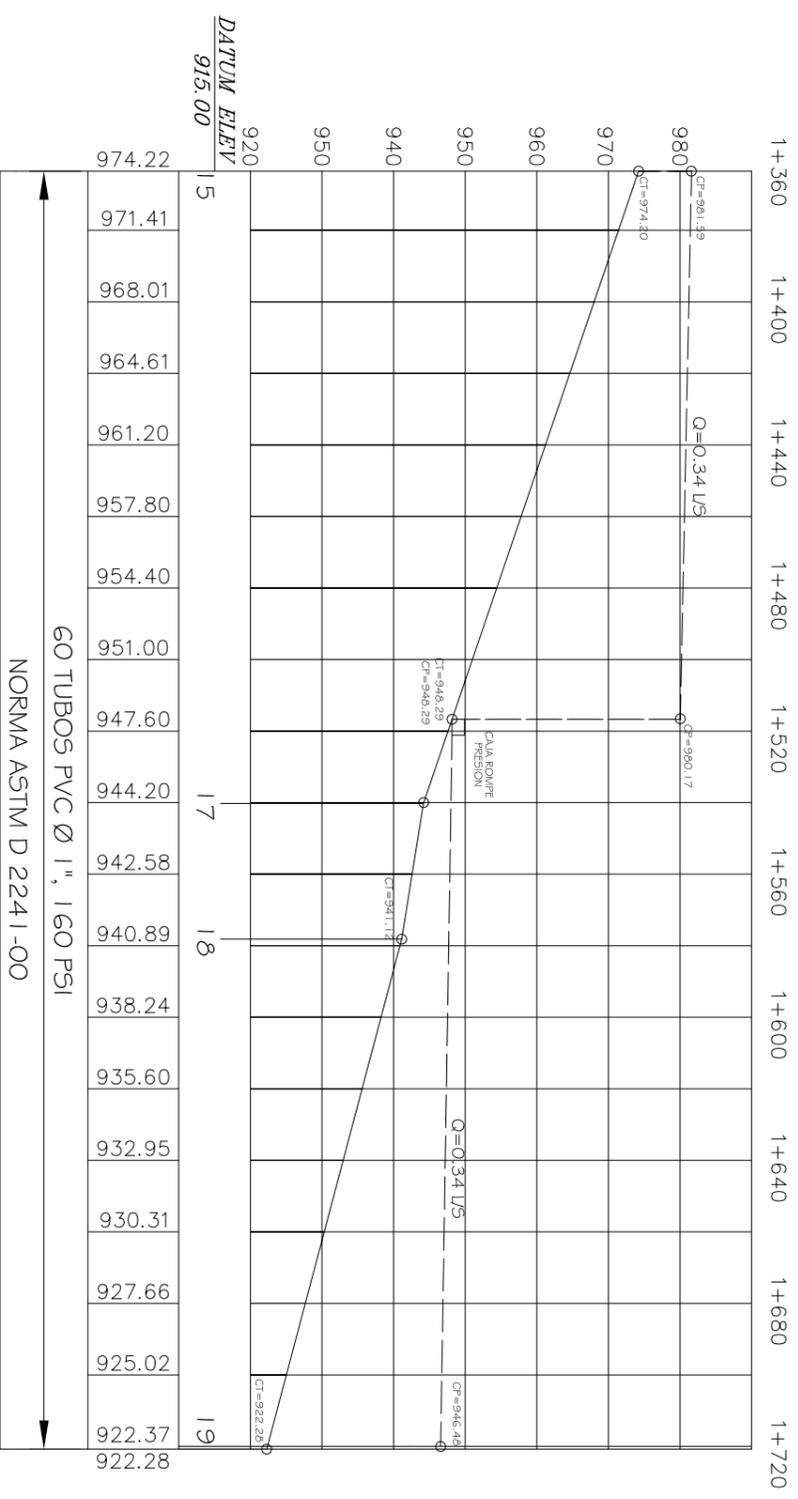
ING. MANUEL ARRIVILLAGA
INGENIERO ASESOR DE E.P.S.



PLANTA DE DISTRIBUCION DE RAMAL 1 DE E-21 - E-16
ESCALA: H. 1:1000



PLANTA DE DISTRIBUCION DE RAMAL 2 DE E-15 - E-19
ESCALA: H. 1:1000



PERFIL DE DISTRIBUCION DE RAMAL 2 DE E-15 - E-19
ESCALA: V. 1:500
ESCALA: H. 1:1000

SIMBOLOGIA DE REFERENCIA

	ESTACION (E)		VALVULA DE COMPUESTA (V.C.)
	CASA, IGLESIA, ESCUELA		TAPON HEMBRA (T.H.)
	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, Ø INDICADO		REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	CODO (C): 90° - 45°		LINEA PIEZOMETRICA
	TEE, CRUZ Y YEE		ALTURA O ELEVACION DEL TERRENO
	ESTACION (E)		CAMINAMIENTO

PERFIL DE DISTRIBUCION DE RAMAL 1 DE E-21 - E-16
ESCALA: V. 1:500
ESCALA: H. 1:1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA

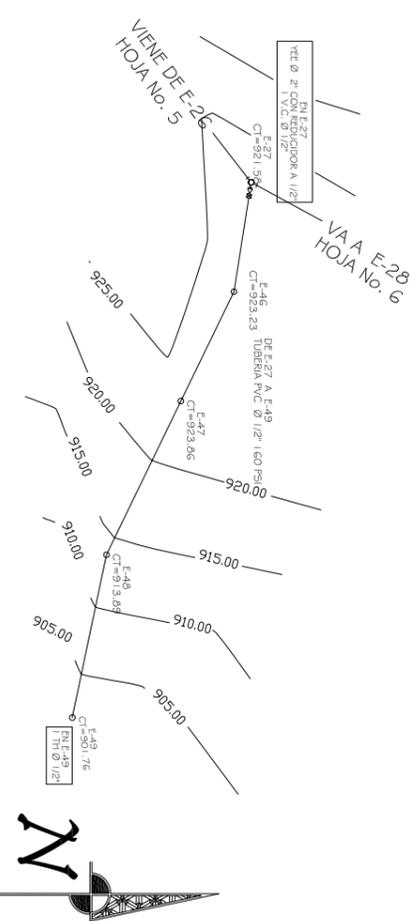
CONTENIDO:
PLANTA Y PERFIL RAMALES 1 Y 2

ELABORADO POR:
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHAETA

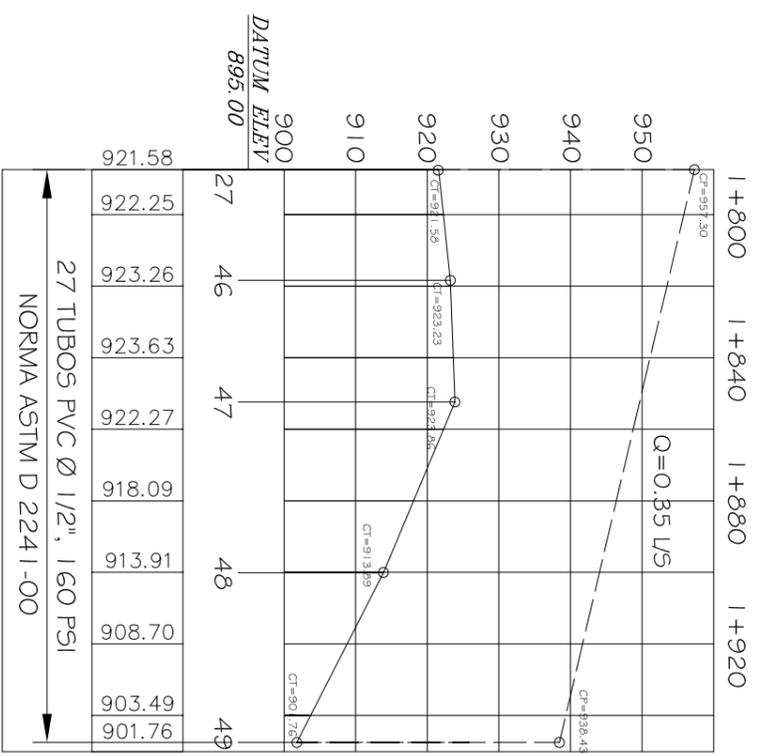
FECHA:
NOVIEMBRE 2007

INDICADA:
2001-12918

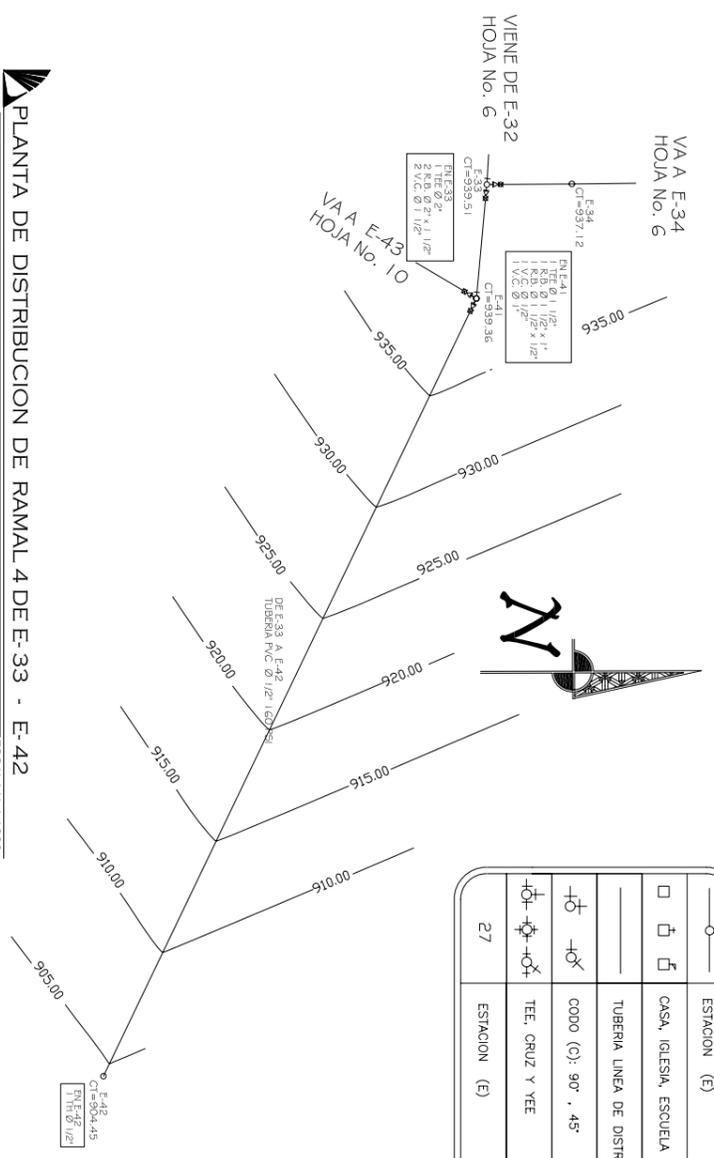
H O J A
8
16



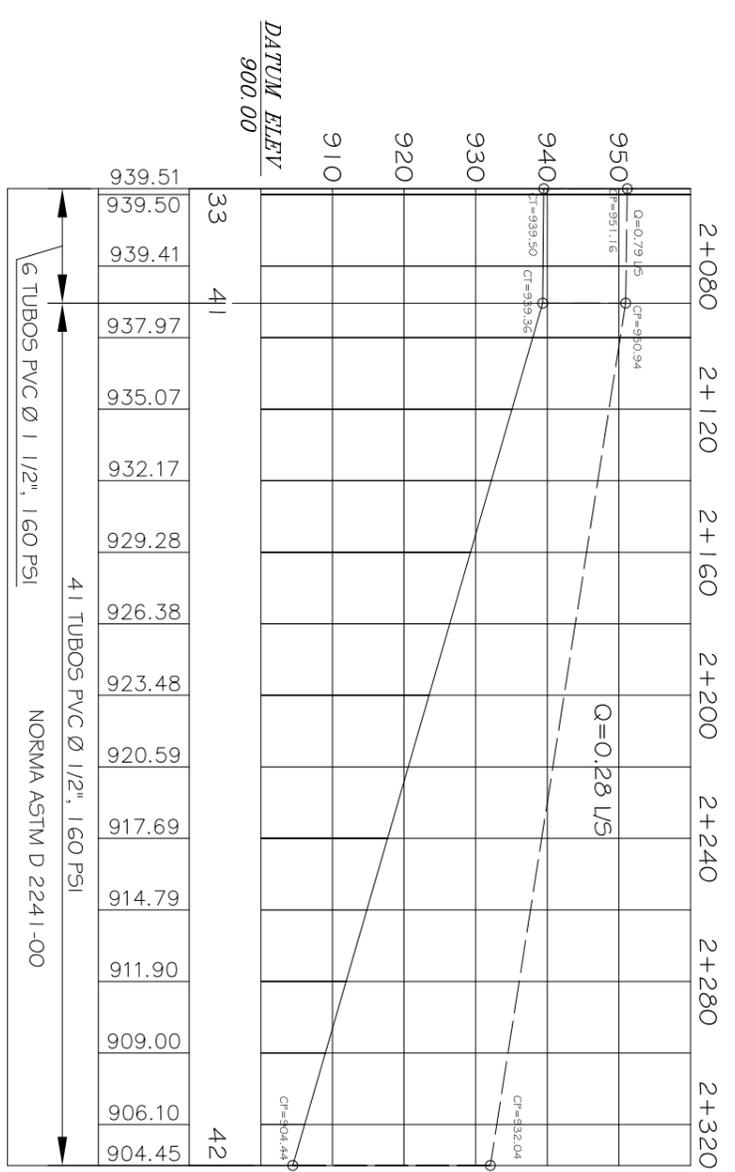
PLANTA DE DISTRIBUCION DE RAMAL 3 DE E-27 - E-49
ESCALA H: 1:1000



PERFIL DE DISTRIBUCION DE RAMAL 3 DE E-27 - E-49
ESCALA V: 1:300
ESCALA H: 1:1000



PLANTA DE DISTRIBUCION DE RAMAL 4 DE E-33 - E-42
ESCALA H: 1:1000



PERFIL DE DISTRIBUCION DE RAMAL 4 DE E-33 - E-42
ESCALA V: 1:300
ESCALA H: 1:1000

SIMBOLOGIA DE REFERENCIA			
	ESTACION (E)		VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	CASA, IGLESIA, ESCUELA		TAPON MEMBRA (T.H.)
	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, Ø INDICADO		REDUCCION BUSHING (R.B.)
	TEE, CRUZ Y VEE		LINEA PIEZOMETRICA
	ESTACION (E)		ALTURA O ELEVACION DEL TERRENO
27	ESTACION (E)	1+800	CAMINAMIENTO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO:
PLANTA Y PERFIL RAMALES 3 Y 4

CALECULATORIO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA
DIBUJO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAEETA

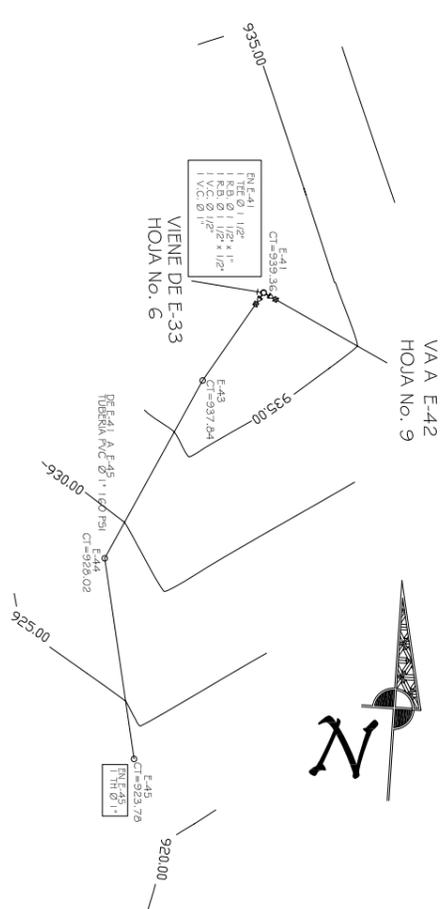
ESCALA: INDICADA
FECHA: NOVIEMBRE, 2007
CANTON: 2001-12918

H O J A
9 / 16

ING. MANUEL ARRIVILLAGA
INGENIERO ASESOR DE E.P.S.

SIMBOLOGIA DE REFERENCIA

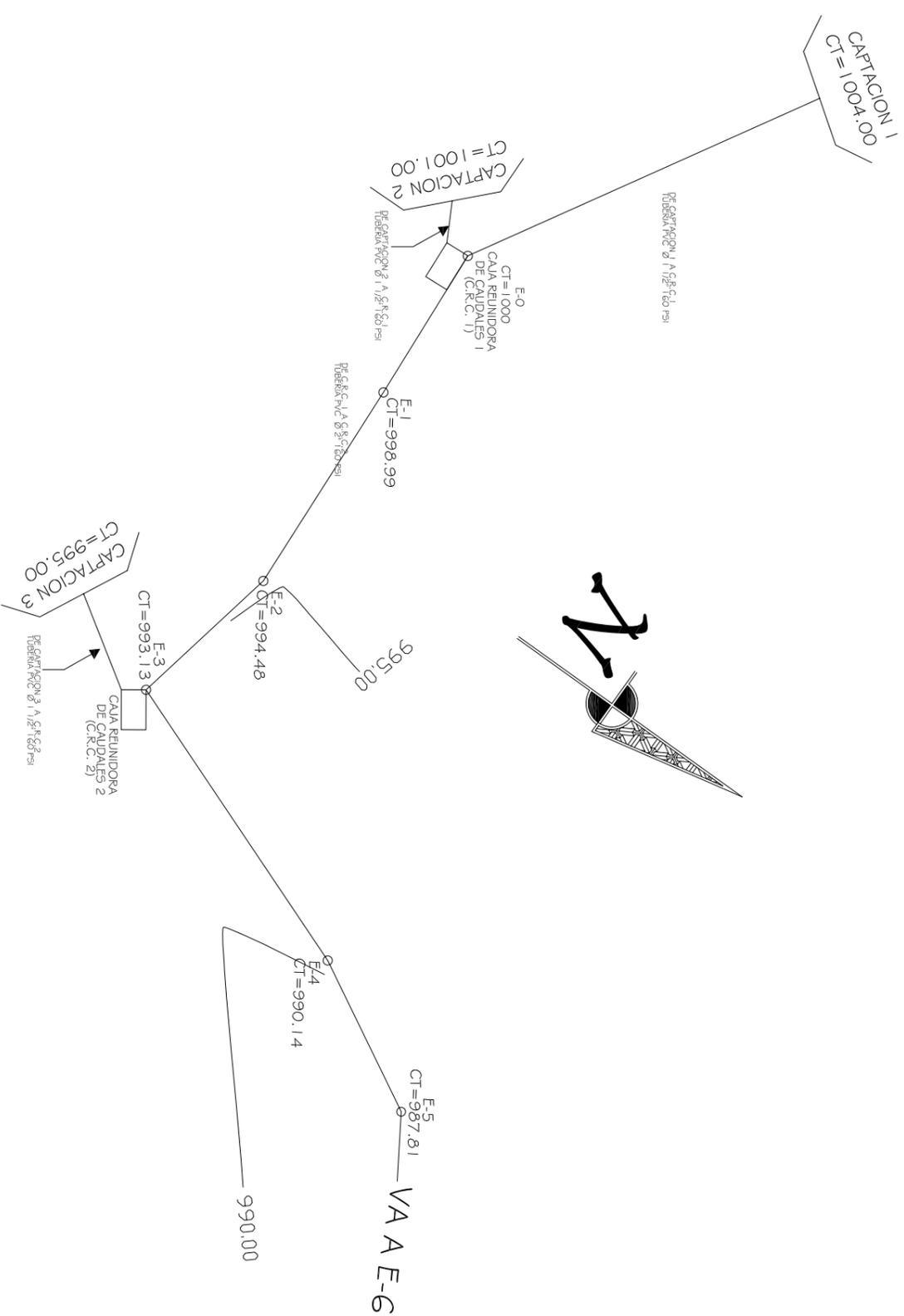
	ESTACION (E)		VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	CASA, IGLESIA, ESCUELA		TAPON HEMBRA (T.H.)
	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, ø INDICADO		REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	CODO (C): 90°, 45°		LINEA PIEZOMETRICA
	TEE, CRUZ Y YEE		ALTURA O ELEVACION DEL TERRENO
	ESTACION (E)		CAMUFLAJE



PLANTA DE DISTRIBUCION DE RAMAL 5 DE E-41 - E-45

960	2+120	2+160	2+200
950	Q=0.51 L/S		
940			
930			
920.00			
41	43	44	45
939.36	937.85	934.42	930.96
938.87	937.85	927.79	926.30
938.03	937.85	926.30	924.80
			923.78
24 TUBOS PVC Ø 1" 160 PSI			
NORMA ASTM D 2241-00			

PERFIL DE DISTRIBUCION DE RAMAL 5 DE E-41 - E-45



PLANTA DE CAJAS DE CAPTACION Y CAJA REUNIDORA DE CAUDALES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL RAMAL 5 Y LOCALIZACION CAJAS DE CAPTACION

CALCULO Y DISEÑO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA

DEBULO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA

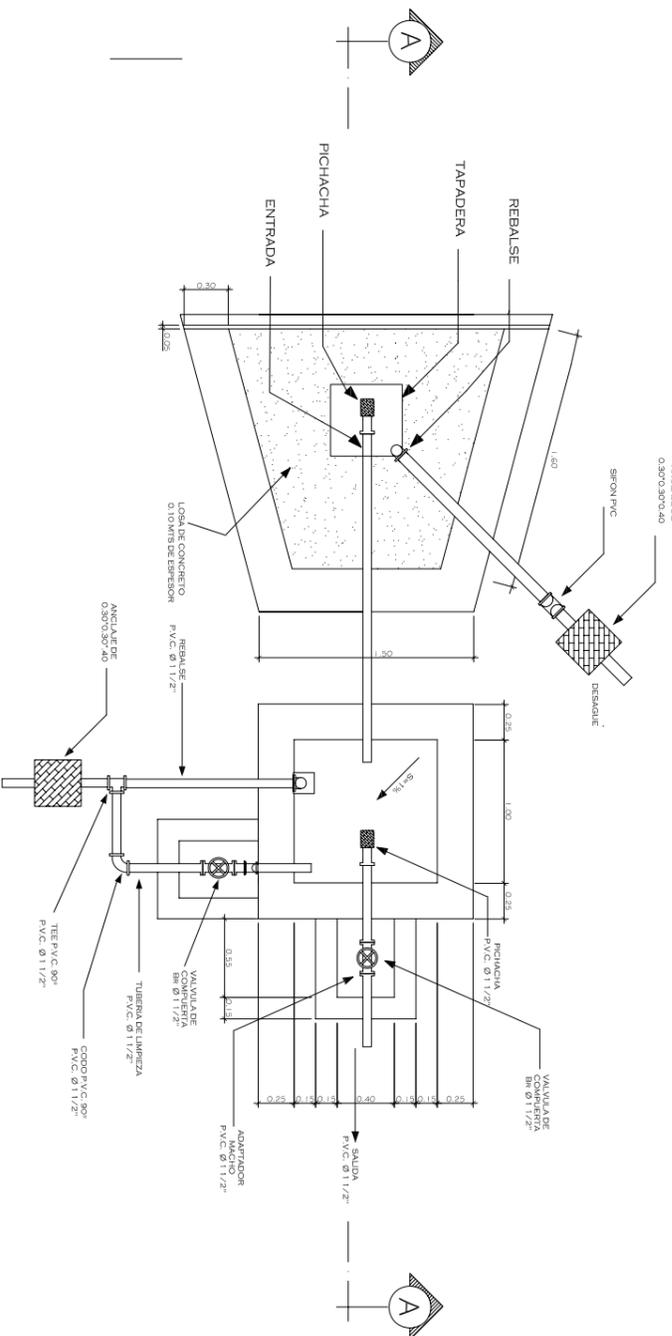
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

FECHA: NOVIEMBRE, 2007

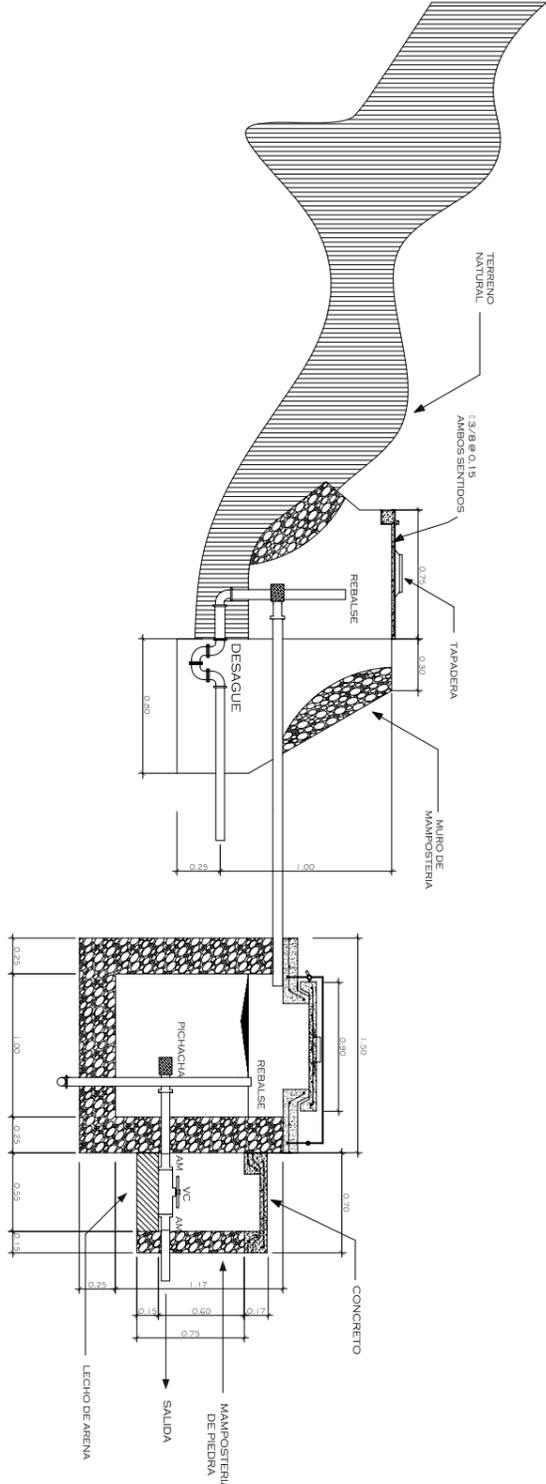
NUMERO: 2001-12918

H.O.J.A: 10/16

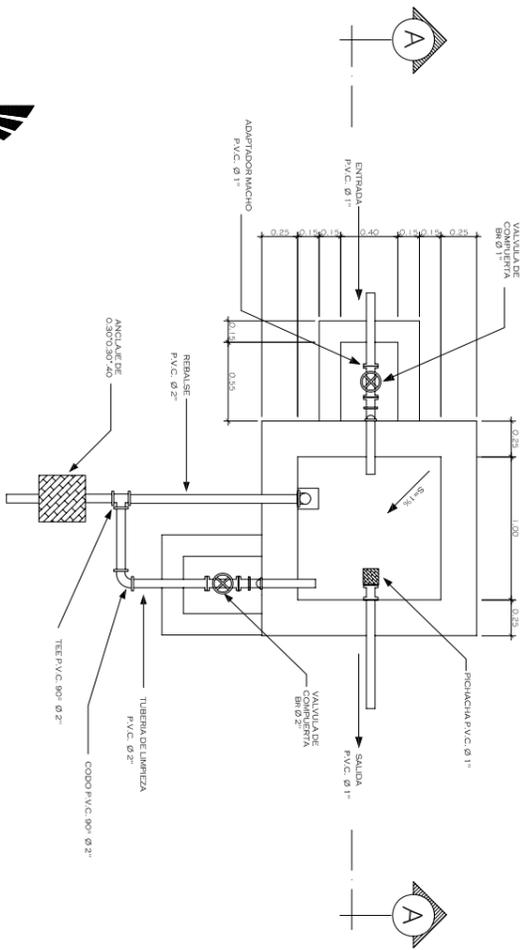
ESCALA 1:1000



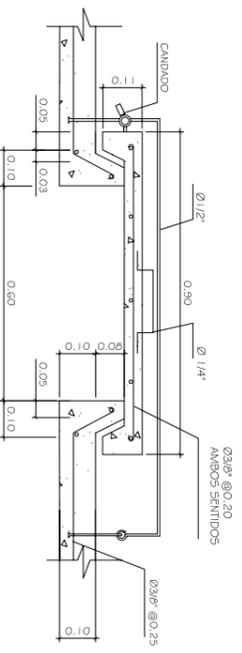
PLANTA DE TANQUE DE CAPTACION TIPICA
ESCALA: 1:25



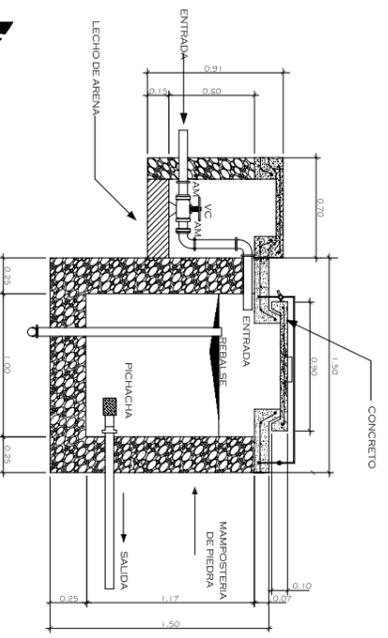
SECCION AA' DE TANQUE DE CAPTACION
ESCALA: 1:25



PLANTA DE CAJA ROMPE PRESION
ESCALA: 1:25



DETALLE DE TAPADERA
ESCALA: 1:10



SECCION A-A DE CAJA ROMPE PRESION
ESCALA: 1:25

NOTAS:

- LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE HAZA DE LA SIGUIENTE MANERA:
33% DE MORTERO
67% DE PIEDRA BOA
- EL MORTERO DE HAZA EN PROPORCION AL VOLUMEN 1:2
CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE
5 SACOS DE CEMENTO POR CUBETA DE ARENA
- EL CONCRETO SE HAZA EN LA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2.3
CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRA DE 1.2" (6.1 SACOS DE CEMENTO,
2 CUBETAS DE ARENA, Y 2.5 CUBETAS DE PIEDRA POR METRO CUBICO)
- EN LAS TAPADERAS SE DARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR
EL AGUA DE LLUVIA
- SE REPLITARA EN EL INTERIOR CON SAVITRA, PROPORCION EN VOLUMEN 1:2
CEMENTO, ARENA DE RIO CON UN RECURRAMIENTO MINIMO DE 1.5 CM
Y ALZADO INTERIOR (5 SACOS DE CEMENTO POR CUBETA DE ARENA)
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DE PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE ANIVELADO
- SE REALIZARA UN ALZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA
DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA INTERCOMUNICAR LAS PAREDES INTERIAS
DE UN CANAL (5 SACOS DE CEMENTO Y 5/3 CUBETAS DE ARENA POR METRO CUBICO)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

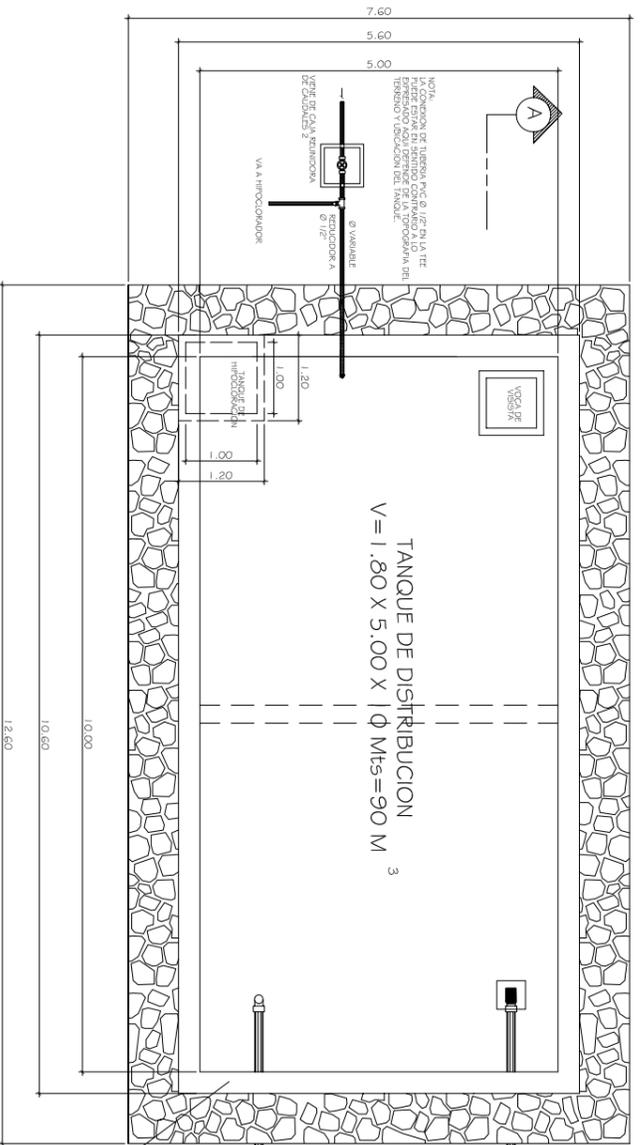
PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE
LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA

CONTIENE:
CAPTACION Y CAJA ROMPE PRESION

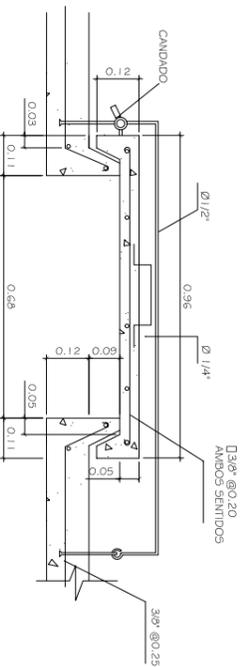
PROYECTO	ESCALA	INDICADA
CALECULO Y DISEÑO	CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA	NOVIEMBRE, 2007
DIBUJO	CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA	NOVIEMBRE, 2007
ASESOR	ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHAETA	2001-11-29/18

ING. MANUEL ARRIVALLAGA
INGENIERO ASESOR DE E.S.

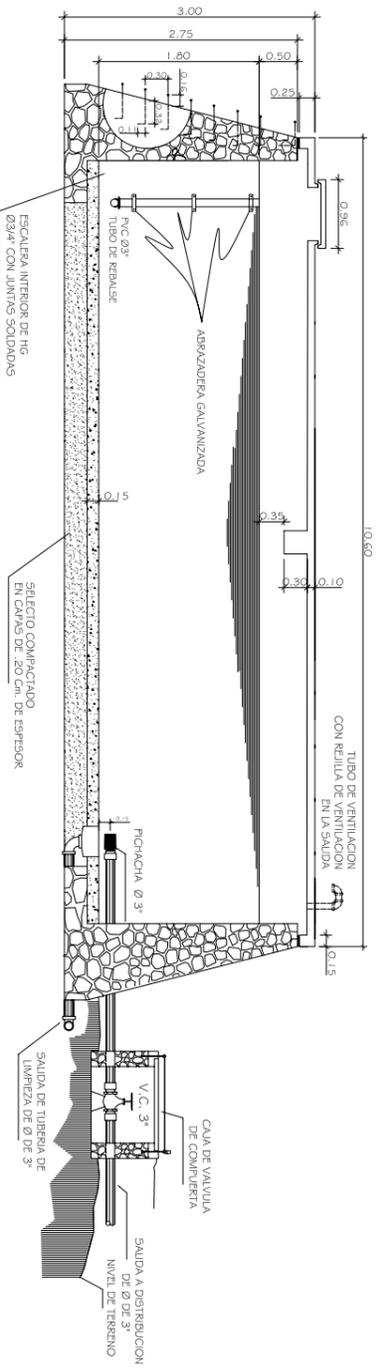
H O J A
11
16



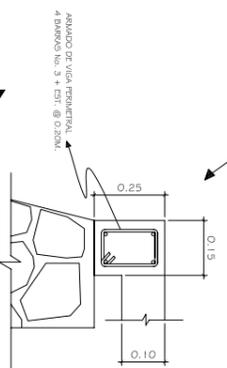
PLANTA DE TANQUE DE DISTRIBUCION
ESCALA: 1:50



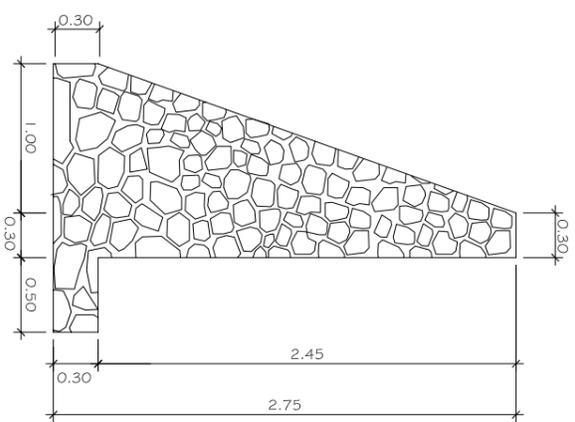
DETALLE DE TAPADERA
ESCALA: 1:10



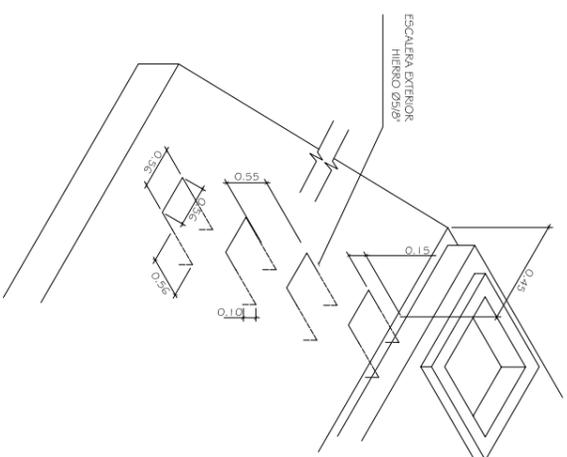
SECCION A-A DE TANQUE DE DISTRIBUCION
ESCALA: 1:50



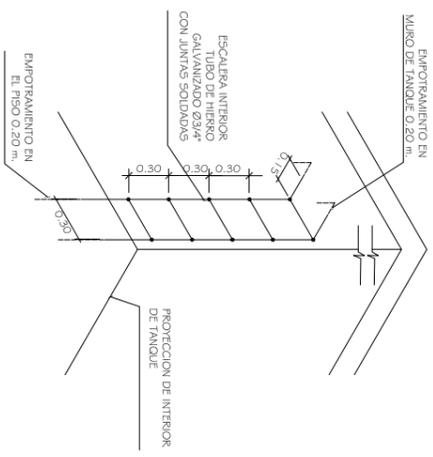
VIGA DE CORONA SECCION A A
ESCALA: 1:10



DETALLE DE MURO
ESCALA: 1:25



ISOMETRICO DE ESCALERAS
SIN ESCALA



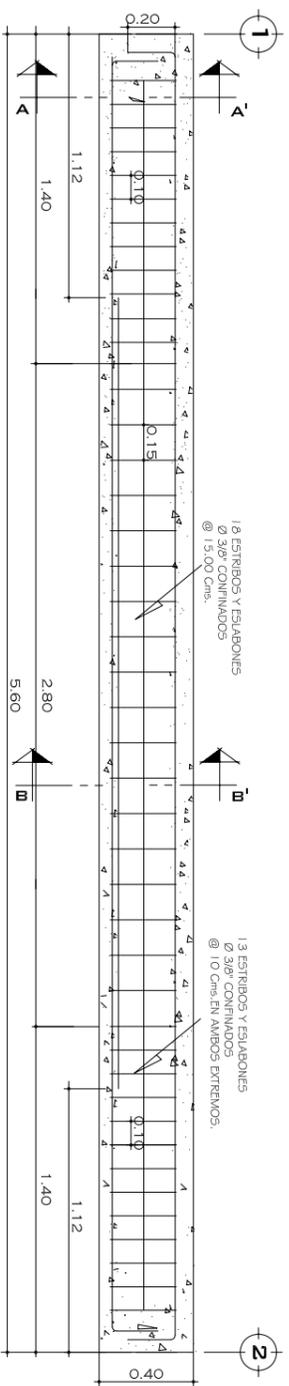
NOTAS:

- EL CONCRETO DICIENDO SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:
- EN PIEDRA BAJA 67% DE CONCRETO
- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2:3 CEMENTO, ARENA DE RIO Y FIDRON DE 1/2" (Ø.1) SACOS DE CEMENTO, 5 SACOS DE ARENA, 1.25 SACOS DE FIDRON POR METRO CUBICO) EN UN MANTENIMIENTO DE 20 CM. EL CONCRETO DEBE SER REFORZADO CON BARRAS DE ACERO EN LA AGUA DE LUJA
- SE REFORZARA EN EL INTERIOR CON SÁVITA, PROPORCION EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO, ARENA DE RIO CON UN RECLAMAMIENTO MINIMO DE 1.5 cm. Y ALZADO INTERIOR
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DE PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE ANIVELADO -SE REALIZARA UN ALZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERIAS DEL TANQUE (Ø2.13 SACOS DE CEMENTO Y 3.5 SACOS DE ARENA POR METRO CUBICO)

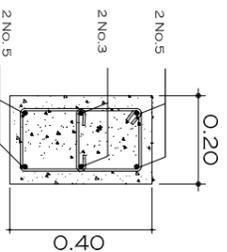
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA

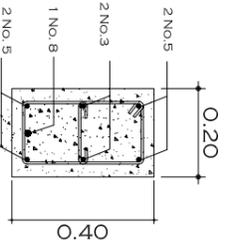
CONTENIDO		TANQUE DE DISTRIBUCION	
CALCULO Y DISEÑO	CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA	ESCALA	INDICADA
DIBUJO	CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA	FECHA	NOVIEMBRE, 2007
ASESOR	ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHAETA	CONTR. Nº	2001-12918
ING. MANUEL ARRIVALLAGA		H O J A	
INGENIERO ASESOR DE E.P.S.		12	
		16	



VIGA LONGITUDINAL VT-1
ESCALA: 1:15

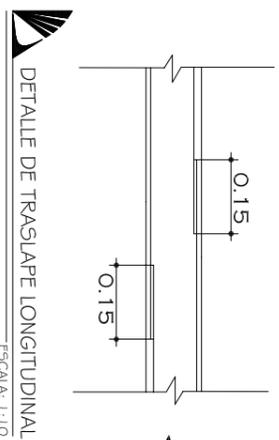


SECCION A - A'

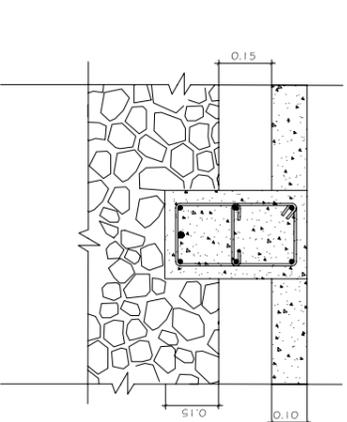


SECCION B - B'

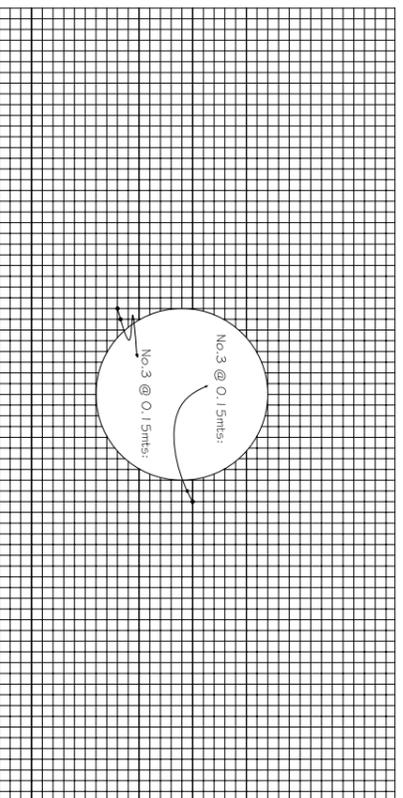
VIGA LONGITUDINAL VT-1
ESCALA: 1:10



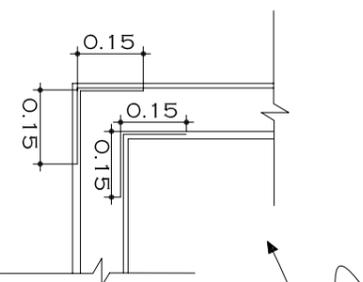
DETALLE DE TRASLAPE LONGITUDINAL
ESCALA: 1:10



SECCION B-B' DE VIGA LONGITUDINAL VT-1
ESCALA: 1:10

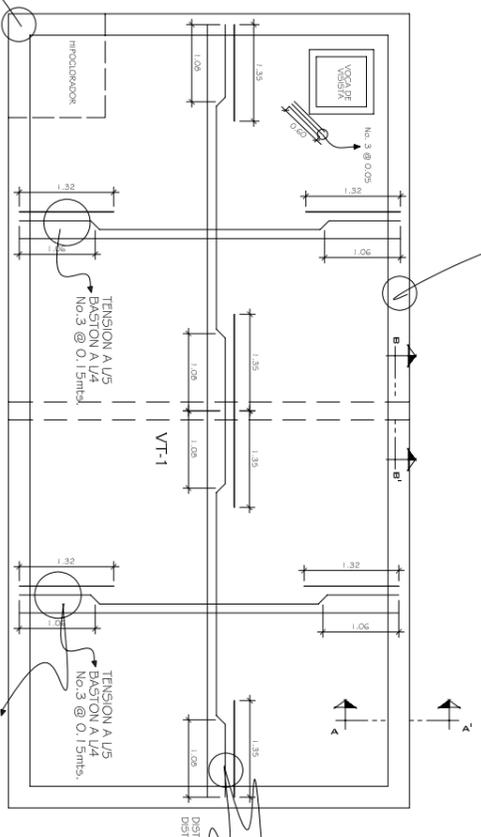


PLANTA DE ARMADO DE LOSA INFERIOR
ESCALA: 1:50

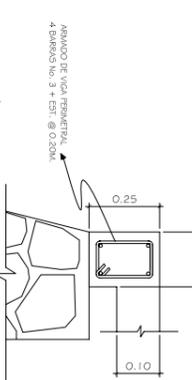


DETALLE DE TRASLAPE DE GANCHOS
ESCALA: 1:10

NOTA:
LA REPARACION DE ACERO EN LA LOSA SE HA DE 0.10 M EN AMBOS SENTIDOS BAJO EL HIPOCLORADOR DE 0.10 M EN EL LADO LARGO DE LA LOSA Y DE 0.15 M EN EL LADO CORTO.



PLANTA DE ARMADO DE LOSA
SIMPLEMENTE APOYADA
ESCALA: 1:50



VIGA DE CORONA SECCION A-A'
ESCALA: 1:10

- ESPECIFICACIONES:**
- LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ES:
 - $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - PROPORCION DEL CONCRETO ARMADO 1:2:3 CEMENTO, ARENA Y PIEDRA
 - LA RESISTENCIA DEL ACERO ES: $f_y = 420 \text{ kg/cm}^2$
 - LA RESISTENCIA DEL ACERO ES: $f_u = 620 \text{ kg/cm}^2$
 - REFORZAMIENTO PARA TODAS LAS VIGAS:
 - 1. RECUBRIMIENTO INFERIOR = 2.54 cms. (1 pulg.)
 - 2. RECUBRIMIENTO SUPERIOR = 2.54 cms. (1 pulg.)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA

CONTINENTE: DETALLES DE LOSA Y VIGAS DEL TANQUE DE DISTRIBUCION

CALCULO Y DISEÑO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA

DIBUJO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA

ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHAETA

FECHA: NOVIEMBRE, 2007

CONO: 2001-12918

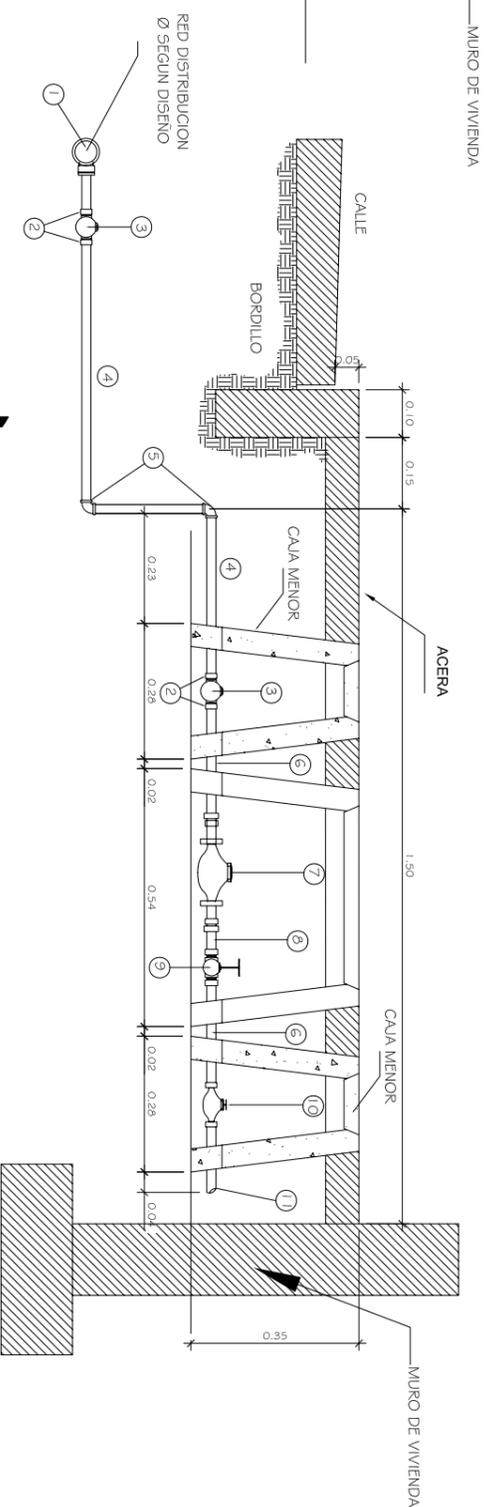
ING. MANUEL ARRIVALLAGA
INGENIERO ASESOR DE E.P.S.

HOJA 13 DE 16



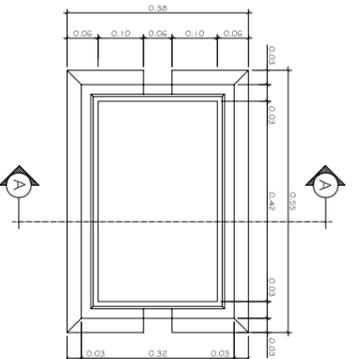
PLANTA TIPICA DE CONEXION DOMICILIAR

ESCALA: 1:7.5



SECCION TIPICA DE CONEXION DOMICILIAR

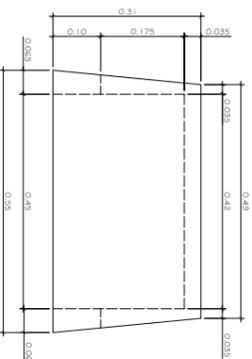
ESCALA: 1:7.5



PLANTA

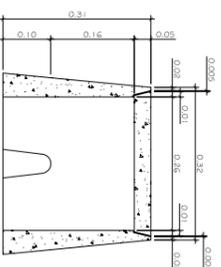
ESCALA: 17:5

- REFERENCIA DE MATERIALES
1. TIE RED O ABRIGADERA DOMICILIAR, SEGUN DISEÑO A 1/2" FVC.
 2. ADAPTADOR MACHO Ø 1/2" FVC.
 3. LLAVE DE PASO Ø 1/2" FVC.
 4. TUBERIA Ø 1/2" FVC.
 5. CODDO Ø 1/2" X 90° FVC.
 6. NIPLE H.G. Ø 1/2" X 0.30 M.
 7. MEDIDOR VOLUMETRICO Ø 1/2" NIPLE H.G. Ø 1/2" X 0.10 M.
 8. LLAVE DE COMPUERTA Ø 1/2" FVC.
 9. LLAVE DE RETENCION HORIZONTAL (CHIQUE DE BISAĞRA) Ø 1/2" FVC.
 10. LLAVE DE RETENCION HORIZONTAL (CHIQUE DE BISAĞRA) Ø 1/2" FVC.
 11. A RED DOMICILIAR.



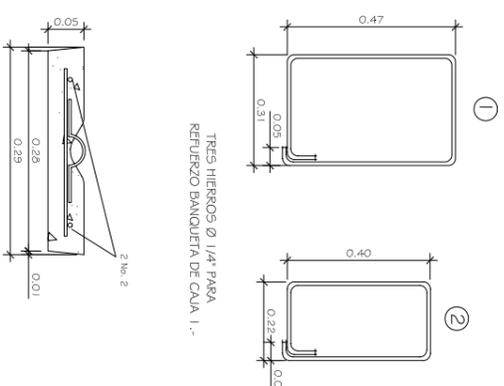
ELEVACION FRONTAL

ESCALA: 17:5



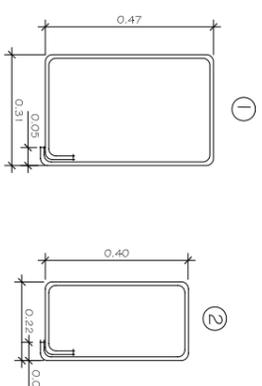
SECCION A - A

ESCALA: 17:5



SECCION DE TAPADERA

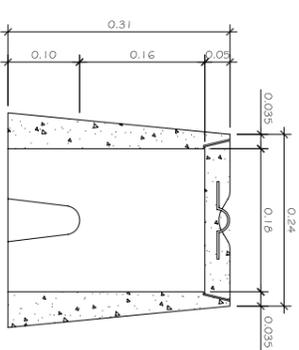
ESCALA: 1:5



TRES HIERROS Ø 1/4" PARA REFUERZO BANQUETA DE CAJA 1.-

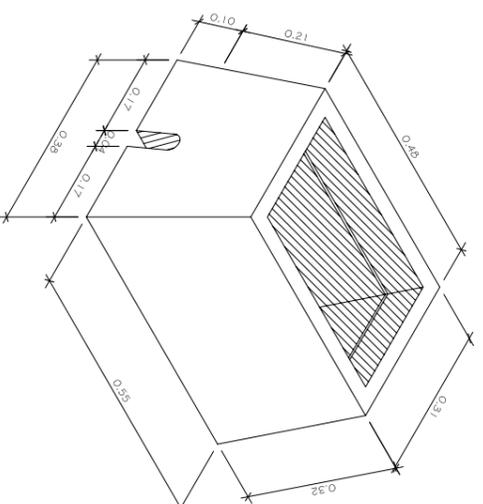
PLANTA

ESCALA: 1:5



SECCION B - B

ESCALA: 17:5



VISTA ISOMETRICA PARA CAJA DE MEDIDOR VOLUMETRICO

ESCALA: 17:5

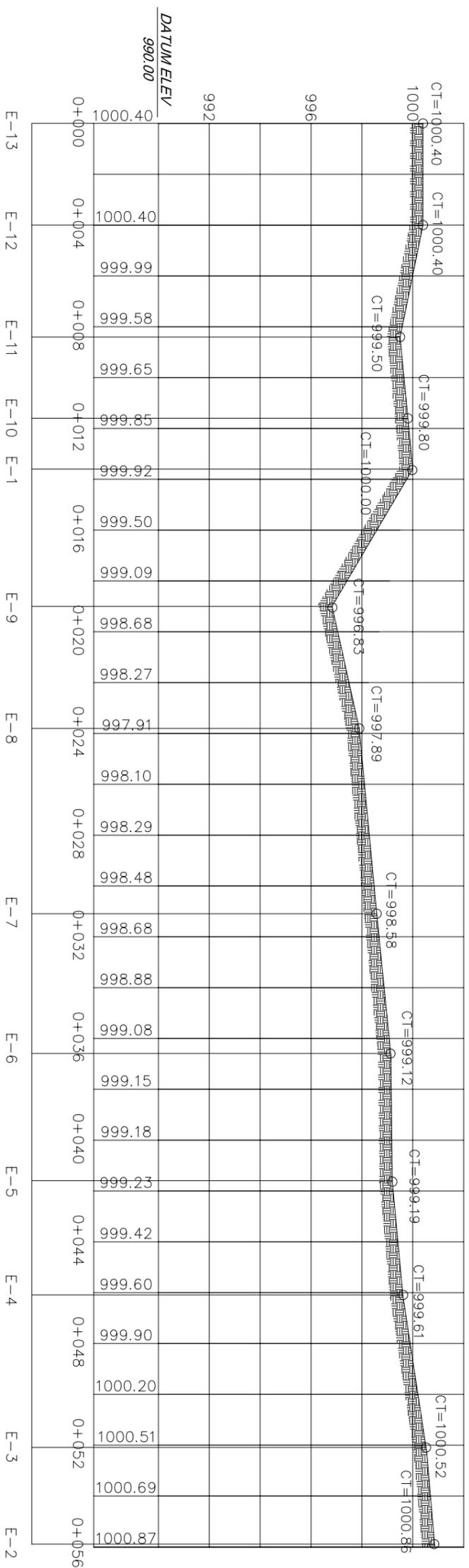


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA

CONEXIONES DOMICILIARES

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA MIRAMUNDO, JALAPA, JALAPA
CALCULO Y DISEÑO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA
DISEÑO: CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHAETA

ESCALA: INDICADA
FECHA: NOVIEMBRE, 2007
CONEXIONES DOMICILIARES
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHAETA
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHAETA
INGENIERO ASESOR DE E.P.S.



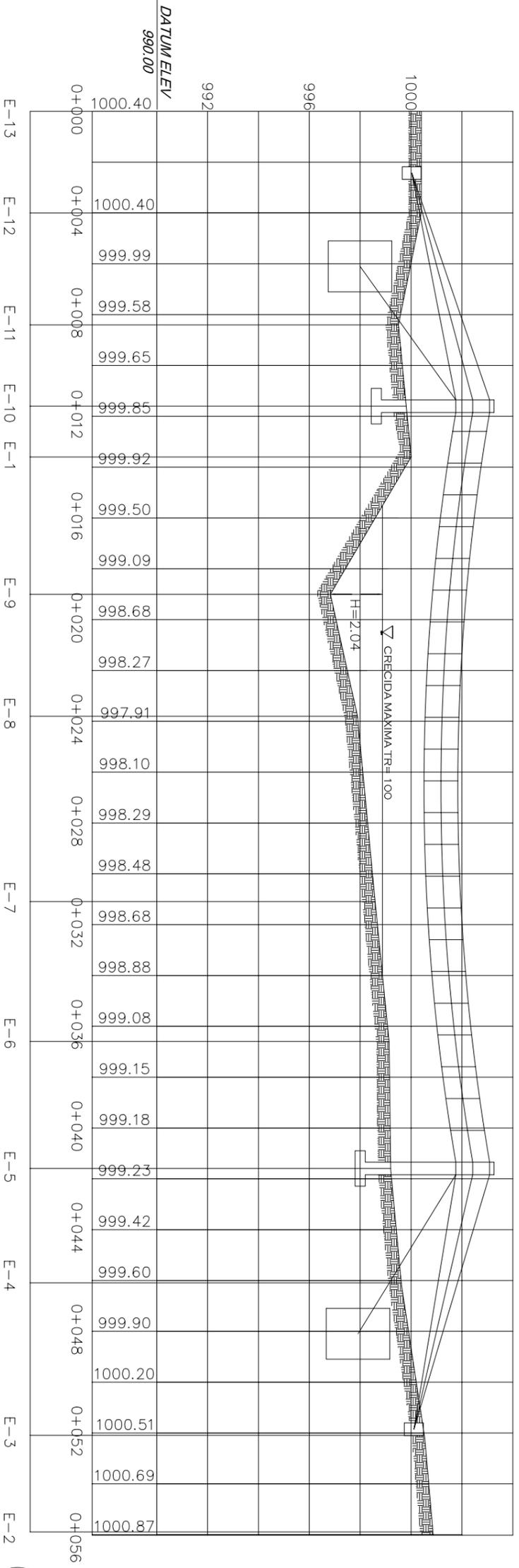
PERFIL ACOTADO

ESCALA: 1:100

LIBRETA TOPOGRAFICA				
EST.	P.O.	GRADOS MINUTOS	SEGUNDOS	DIST. H.
1	2	23	24	28
1	3	23	24	28
1	4	21	52	48
1	5	21	12	36
1	6	20	47	48
1	7	22	26	24
1	8	23	12	51
1	9	23	12	35
1	10	201	30	0
1	11	200	11	15
1	12	200	08	45
1	13	200	08	45
1				13,6019

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:

- ESFUERZO MAXIMO DEL CONCRETO = 210 Kg/cm²
- ESFUERZO DE FLUENCIA DEL ACERO = 2,810 Kg/cm²
- PESO ESPECIFICO DEL CONCRETO = 2,400 Kg/m³
- PESO ESPECIFICO DEL CONCRETO CICLOPEO = 2,500 Kg/m³
- PESO ESPECIFICO MINIMO DE FIERRA BOLA = 1,390 Kg/m³
- PESO ESPECIFICO DEL SUELO = 1,557,58 Kg/m³
- CAPACIDAD SOPORTE DEL SUELO = 15 TON/m²
- ESFUERZO A TENSION DEL CABLE = 115,125 Lbs/Fuq2
- MADERA TRATADA CON CARBOLINO



ELEVACION

ESCALA: 1:100

SIMBOLOGIA DE REFERENCIA		
E-1	ESTACION (E)	CT=999.80
0+004	CAMBIAMIENTO	999.50
		ALTURA O ELEVACION DEL TERRENO



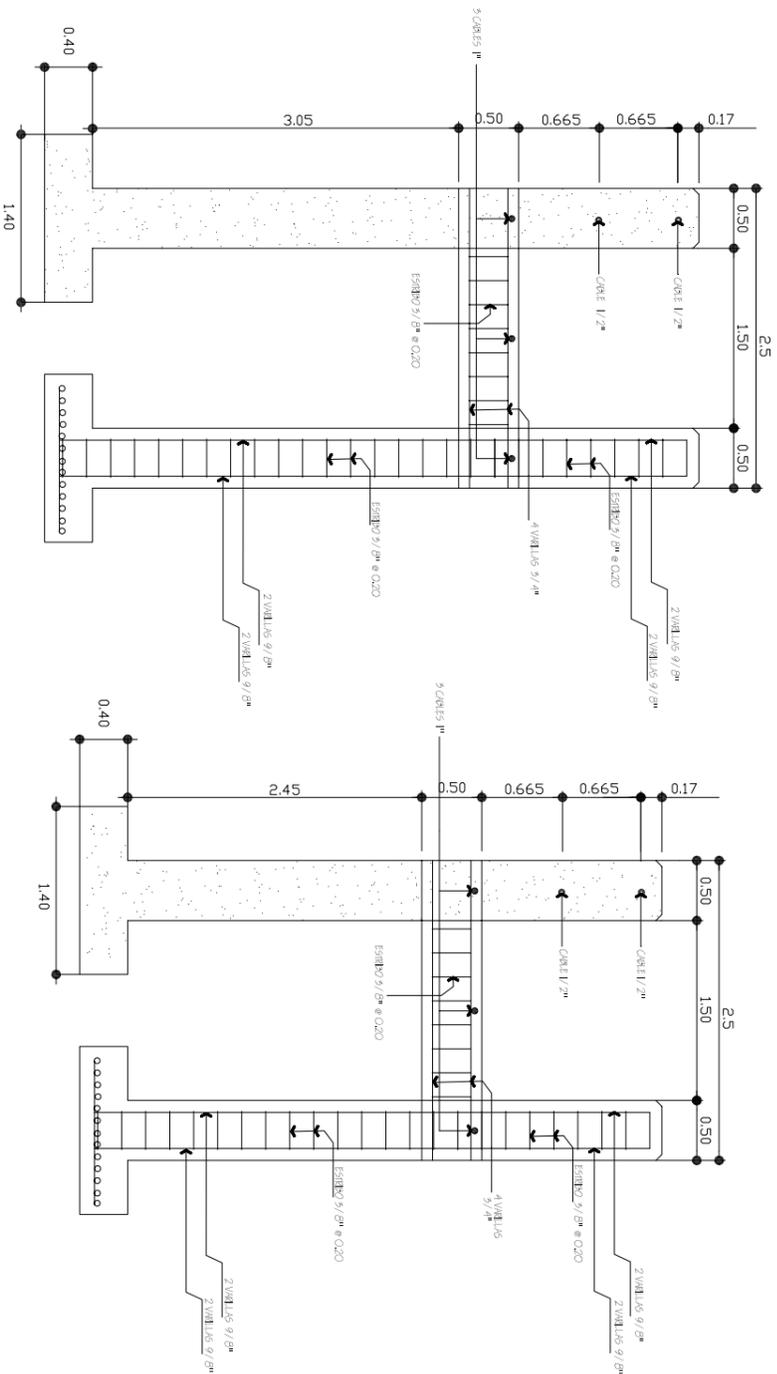
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

CONTENIDO: PERFIL ACOTADO Y ELEVACION

CALCULO Y DISEÑO	CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA	ESCALA	INDICADA
ORIGEN	CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA	FECHA	NOVIEMBRE 2007
ASESOR	ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	GRUPO	2001-1-2918

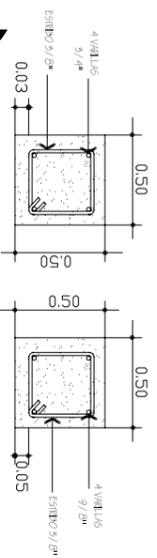
ING. MANUEL ARRIVILLAGA
 INGENIERO ASESOR DE F.S.





SECCION C-C DE TORRES

ESCALA: 1:30



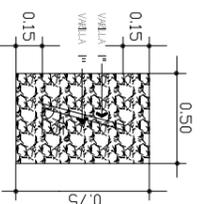
SECCION H-H' DE VIGA Y COLUMNA

ESCALA: 1:20



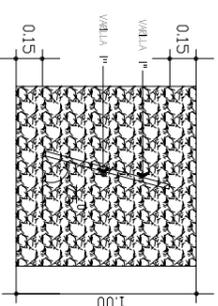
DETALLE DE PASO DE CABLE

SIN ESCALA



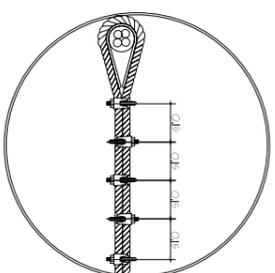
SECCION F-F' DE ANCLAJE DE RAMPA

ESCALA: 1:20



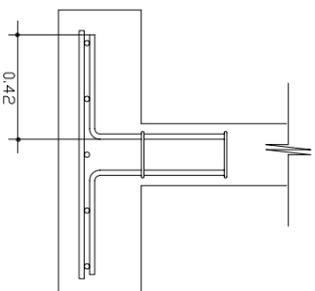
ELEVACION DEL ANCLAJE DEL TENSOR

ESCALA: 1:20



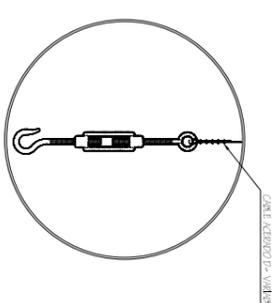
CABLE ACERADO D= VARIABLE

SIN ESCALA



LONGITUD DE DESARROLLO COLUMNA

SIN ESCALA

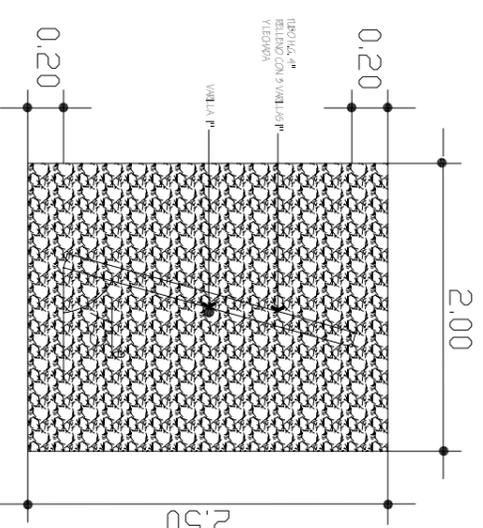


DETALLE DEL TENSOR D= VARIABLE

SIN ESCALA

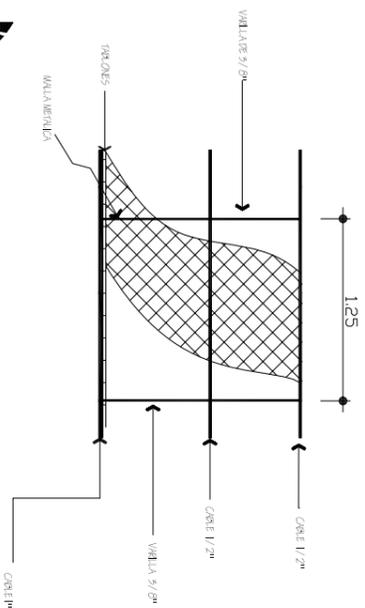
NOTAS:

- EL CONCRETO CICLOPORO SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:
67% DE CONCRETO
33% DE PIEDRA BOLA
- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2:3
CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN DE 1/2" (8.1 SACOS DE CEMENTO,
2 CARRERAS DE ARENA, Y 2.5 CARRERAS DE PIEDRIN POR METRO CUBICO)
- EL ACERO QUE SE UTILIZARA PARA LAS COLUMNAS Y ZAPATAS DEBE DE SER GRADO 40.
- ESFUERZO A TENSION DEL CABLE = 115,125 lbpf/142
- LOS TABLONES SERAN DE MADERA TRATADA CON CARBOQUINERO O A PRESION



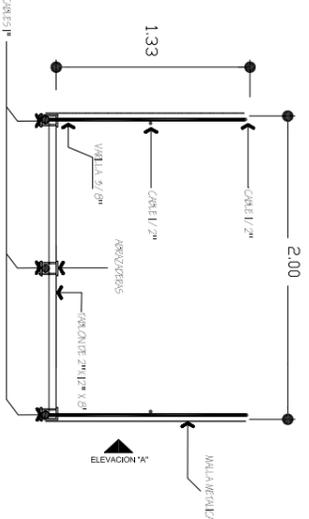
SECCION A-A' DE CONTRAPESEO

ESCALA: 1:25



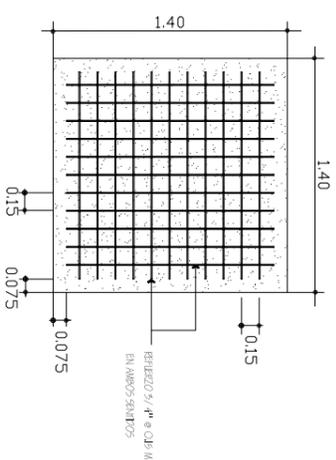
ELEVACION D DEL BARANDAL

ESCALA: 1:25



SECCION D-D' DEL BARANDAL

ESCALA: 1:25



PLANTA DE ZAPATAS

ESCALA: 1:20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO	DETALLES	ESCALA	INDICADA
CALCULO Y DISEÑO	CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA	FECHA	NOVIEMBRE 2007
DEBIDO A	CARLOS MARCO TULLIO ORELLANA URRUTIA	GRADO	2001-12918
ASesor	ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA		
	ING. MANUEL ARRIVILLAGA	H.O.J.A	3
	INGENIERO ASesor DE E.P.S.		3